

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 протиугінної системи для автомобілів

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи РН

спеціальності (напряму підготовки) 153

Мікро- та наносистемна техніка

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Прохоровський О.Ю.

(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 153 «Мікро- та наносистемна техніка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Прохоровському Олексію Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка протиугінної системи для автомобілів

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)

Прохоровський Олексій Юрійович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Дубиняк Тарас Степанович

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

- 1.1 Призначення і область застосування радіопристрою
- 1.2 Розробка технічного завдання
- 1.3 Вибір і опис структурної схеми виробу
- 1.4 1.4 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 2.1 Розрахунково-конструкторська частина
 - 2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів
 - 2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції
- 2.2 Технологічна розділ
 - 2.2.1 Опис призначення деталі
 - 2.2.2 Характеристика деталі та аналіз технічних вимог на її виготовлення
 - 2.2.3 Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі
 - 2.2.4 Аналіз технологічності деталі
 - 2.2.5 Вибір методу одержання заготовки та його техніко-економічне обґрунтування
 - 2.2.6 Вибір варіанту механічної обробки деталі та його техніко-економічне обґрунтування
 - 2.2.7 Розрахунок припусків на обробку та міжопераційних розмірів
 - 2.2.8 Вибір обладнання
 - 2.2.9 Технічне нормування розробленого технологічного процесу
 - 2.2.10 Побудова графіків завантаження обладнання
 - 2.2.11 Розрахунок пристосіблення

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

- 3.1 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

- 3.2 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 3.3 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 3.4 Оцінка теплових режимів роботи виробу, розрахунок площі радіатора
- 3.5 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності
- 3.6 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу
 - 3.6.1 Вибір типу технології
 - 3.6.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
 - 3.6.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
 - 3.6.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла
 - 3.6.5 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу виробу
 - 3.6.6 Розробка технології ремонту, регулювання виробу
- 3.7 Наукове дослідження і математичне моделювання
 - 3.7.1 Розрахунок надійності проектного виробу
 - 3.7.2 Оцінки надійності роботи пристрою за характеристиками надійності його окремих вузлів

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

- 4.1 Основні положення законодавства про охорону праці
- 4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні виробу
- 4.3 Пожежна охорона та організація гасіння пожеж

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

АНОТАЦІЯ

Темою кваліфікаційної роботи є розробка розробка протиугінної системи для автомобілів.

Проектований пристрій призначений для захисту автотранспортних засобів від викрадення. Він вмикає сирену при несанкціонованому відкриванні дверей, капоту або багажника, а також блокує систему запалювання автомобіля. Світлодіод, що знаходиться на приборній панелі автомобіля сигналізує про його готовність.

Живлення даного пристрою відбувається від бортової мережі автотранспортного засобу.

В спеціальній частині міститься: розрахунково конструкторська частина. Вона містить інформацію про призначення системи, область застосування протиугінної системи та технічні вимоги до проектованого радіопристрою системи. Описання принципової схеми пристрою протиугінної системи, здійснений аналіз структурної схеми системи, обґрунтований вибір конструкції виробу системи, опис конструкції, розраховану надійність пристрою. Опис необхідної елементної бази радіоелементів, яка видає потрібні параметри протиугінної системи.

Другим підрозділом проекту є технологічна частина. Вона починається з пункту загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу, вибір типу технології, далі проводиться якісна оцінка технологічності конструкції, вибір інструментів, пристосувань, оснастки, опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів, розробка і оформлення маршрутної та операційної технології складання і монтажу виробу. Підрозділ закінчується розробкою технології ремонту і регулювання пристрою.

Покращення зносостійкості та довговічності деталей машин повинно забезпечуватися не за рахунок використання високолегованих сталей, а, головним чином, за рахунок широкого використання технологій, які покращують міцність.

Автоматизація в машинобудуванні – це не кампанія на визначеному відрізку часу, а основна та тривала тенденція розвитку матеріально-технічної бази виробництва та важливий етап науково-технічного прогресу.

Роль автоматизації в області інтенсифікації технологічних процесів собівартості виготовлення продукції машинобудування дуже велика та з цією роллю вона може справитися лише на основі широкого використання новітніх досягнень науки та техніки, використання прогресивної технології та використання передового виробничого досвіду.

В розділі «Охорона праці» розкрито важливі питання з галузі охорони праці.

ВСТУП

Темою кваліфікаційної роботи є розробка протиугінного пристрою.

Проектований пристрій призначений для захисту автотранспортних засобів від викрадення. Він вмикає сирену при несанкціонованому відкриванні дверей, капоту або багажника, а також блокує систему запалювання автомобіля. Світлодіод, що знаходиться на приборній панелі автомобіля сигналізує про його готовність.

Проектований протиугінний пристрій є уніфікований під різні моделі автомобілів вітчизняного та зарубіжного виробництва.

Установка його на автомобіль не потребує високого рівня навичок, і зводиться до того, щоб під'єднати пристрій до відповідних точок бортової мережі автомобіля.

Даний пристрій відноситься до возимої апаратури, кліматичне виконання УХЛ2 по ГОСТ 16350-70.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.3 Призначення і область застосування радіопристрою

Згідно ГОСТ кліматичне виконання УХЛ2 передбачає кліматичні умови:

Таблиця 1.1 - Кліматичні умови

Діапазон робочих температур, °С	-60...+40
Граничний діапазон робочих температур, °С	-70...+45
Середньорічне значення відносної вологості, при 15°С, %	75
Атмосферний тиск, не більше кПа	106,7

2.4 Розробка технічного завдання

Технічні вимоги до проєктованого протиугінного пристрою:

Таблиця 1.2 - Технічні вимоги

Напруга бортової мережі, В	12
Струм споживання в режимі очікування, мА	менше 1,5
Струм споживання в режимі охорони, мА	менше 50
Наявність звукового сповіщення	так
Наявність світлового сповіщення	так
Максимальна потужність ламп світлової індикації, Вт	30
Світлова індикація готовності	винесена
Кількість зон захисту	5
Можливість блокування двигуна	так
Габаритні розміри, мм	117x143x28

1.3 Вибір і опис структурної схеми виробу

Електрична структурна схема проектованого протиугінного пристрою подана в додатках до дипломного проекту.

Основними блоками проектованого протиугінного пристрою є:

- схема керування;
- схема ввімкнення;
- кінцеві вимикачі;
- схема ввімкнення сирени;
- схема керування світловими покажчиками поворотів;
- схема блокування системи запалювання.

Основним вузлом проектованого протиугінного пристрою є схема керування, яка призначена для обробки сигналів від кінцевих вимикачів та при потребі генерувати сигнали керування іншими блоками.

Кінцеві вимикачі – вимикачі, які встановлені на дверях та капоті автотранспортного засобу таким чином, що при їх відкриванні відбувається замикання виводу вимикача на кузов автомобіля, при цьому схема керування починає генерувати сигнал для керування іншими блоками. Якщо контакт кінцевого вимикача не замкнений на кузов автотранспортного засобу схема управління перебуває в стані готовності.

Схема ввімкнення включає в себе герконове реле для керування схемою ввімкнення та електромагнітне реле включене по схемі самоблокування. Герконове реле розміщується приховано на кузові автомобіля, при пересуванні постійного магніту відповідним полюсом біля герконового реле, його контакти замикаються та здійснюють ввімкнення і самоблокування електромагнітного реле, при цьому напруга бортової мережі автомобіля подається для живлення схеми керування. Вимкнення пристрою відбувається аналогічним чином. Після ввімкнення пристрою схема керування генерує короткі сигнали для сирени та світлових покажчиків повороту, для індикації переходу пристрою в режим готовності.

Схеми керування сиреною та світловими покажчиками поворотів призначені для ввімкнення сиени та покажчиків поворотів при переході в режим тривоги.

Схема блокування системи запалювання містить електромагнітне рела, яке в режимі готовності та тривоги розриває живлення системи запалювання автомобіля, а відповідно блокує пуск двигуна.

1.4 Опис принципу роботи електричної схеми та її аналіз

Електрична схема принципова протиугінного пристрою подана в додатках до дипломного проекту.

Проектований пристрій призначений для захисту автотранспортних засобів від викрадення. Він вмикає сирену при несанкціонованому відкриванні дверей, капоту або багажника, а також блокує систему запалювання автомобіля. Світлодіод, що знаходиться на приборній панелі автомобіля сигналізує про його готовність.

Ввімкнення та вимкнення пристрою здійснюється з допомогою магніту, який переміщується відповідним полюсом перед геконовим реле К3. Якщо включення відбулося, то на короткий час спалахують лампи світлових покажчиків повороту, вимкнення також сигналізується їх спалахуванням. Коли магніт переміщається перед геконовим реле К3, напруга живлення через контакти, які замкнулися поступає на обмотку реле для його самоблокування, а також на основну схему пристрою. Спалахування світлових покажчиків повороту здійснює реле К4, силові контакти якого підключаються до кіл керування світловими покажчиками повороту автомобіля. Керування обмоткою реле К4 здійснюється ключовим транзистором VT5. Часова витримка здійснюється наступним чином: на початку конденсатор С6 розряджений, коли на пристрій подається напруга, вона починає заряджати конденсатор С6 через резистор R13, зарядний струм є одночасно і струмом бази транзистора VT5. Транзистор відкривається, і в його колекторному колі спрацьовує реле К4.

Після повної зарядки конденсатора перестає протікати струм в колі бази транзистора VT5, він закривається, колекторний струм зникає і реле відпускає.

Для відключення пристрою потрібно повільно провести протилежним полюсом магніту перед реле K3, тоді реле відпускає і напруга зникає. В момент відключення знову спалахують лампи покажчиків повороту, при цьому відбувається наступний процес: при включеному стані на конденсаторі C7 відсутня напруга, у момент коли реле K3 відпускає, напруга різко спадає і швидко досягає нульового рівня. В цей час конденсатор C7 заряджається через резистор R17, зарядний струм конденсатора C7 відкриває транзистор VT4, колекторний струм якого запускає реле K4.

Таким чином пристрій вмикається постійним магнітом, який запускає реле K3. Після запуску реле K3 самоблокується.

Коли пристрій перебуває в активному стані горить світлодіод HL1.

Таймер DD1 функціонує в схемі як мультивібратор, частота роботи якого залежить від елементів R1 та C1, а коефіцієнт заповнення від R2. Вихід DD1 через резистор R3 керує свіченням світлодіоду HL1.

При відкриванні капоту, багажника або дверей замикається відповідний кінцевик, та через один із діодів VD3-V D8 починає протікати струм, що змінює рівень логічної 1 на вході 2 (START) мікросхеми DD2 на рівень логічного 0, в результаті чого запускається генератор на мікросхемі DD2. Імпульсний сигнал на виході мікросхеми DD2 керує через транзистор VT2 ввімкненням сирени, а через тиристор VS1 схемою блокування двигуна.

3 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунково-конструкторська частина

3.1.1 Опис компонування виробу пристрою

Для захисту проектованого пристрою від пилу та вологи, а також від механічних впливів (вібрацій, ударів і т.д.) слугує його корпус.

Даний протиугінний пристрій складається з корпусу (верхня та нижня кришка), друкованого вузла, шнурів комутаційних та блока ввімкнення.

Всі складові частини корпусу пристрою кріпляться одна до одної з допомогою саморізів гвинтів. Використання самонарізних гвинтів дозволяє уникнути операції нарізання різьби при виготовленні деталей корпусу. Відсутність нарізання різьби при виготовленні деталей корпусу дозволяє зменшити трудомісткість цього технологічного процесу, а відповідно підвищити його технологічність.

Розміщення всіх отворів в площині роз'ємів прес-форм дозволяє виготовляти ці отвори в процесі лиття, з мінімізацією механічних доробок.

Підвищення технологічності в цьому випадку також забезпечується за рахунок зменшення трудомісткості процесу виготовлення деталей корпусу.

Крім того механічні доробки погіршують зовнішній вигляд пристрою. Матеріал корпусу поліетилентерафталат литтєвий.

Даний тип матеріалу є корозостійким і не потребує покриття. Даний корпус буде виготовлятися методом – компресійного пресування.

Всі радіоелементи розміщено на вузлі радіо електронному друкованому, що дозволяє максимально підвищити технологічність конструкції пристрою, за рахунок можливості автоматизованого збирання друкованих вузлів.

Для підвищення технологічності при виготовленні друкованого вузла було обрано варіанти встановлення радіоелементів та їх типи таким чином,

щоб автоматизувати їх підготовку до монтажу шляхом використання автоматів для формування виводів, та лудження з використанням тігеля (або тип корпусу ЕРЕ не передбачає підготовки до монтажу). Підготовка всіх ЕРЕ до монтажу здійснюється автоматизовано, або ЕРЕ не потребують підготовки. Таким чином мінімізується трудомісткість процесу складання друкованих вузлів, а відповідно підвищується технологічність та знижується собівартість виробу.

Для захисту паяних з'єднань ЕРЕ від атмосферних впливів вузол друкований покрито лаком АК-113.

Блок ввімкнення – окремий блок, який розміщується на борту автомобіля віддалено від основного блоку, для можливості керування ним з допомогою магніту. Даний блок може бути уніфікованим для різних моделей протиугінних пристроїв.

Виконання комутаційних шнурів знімними шнурами спрощує від основної конструкції при транспортування. Та зберігання проектованого пристрою протиугінної системи. Крім того це дозволяє її уніфікувати їх під конструкції різних пристроїв.

Корпус основного блоку та блоку ввімкнення мають додаткові кріпильні отвори, для кріплення їх на борту автомобіля.

Матеріал корпусу пристрою є поліетилентерафталат литтєвий. Цей матеріал підходить для виготовлення корпусу пристрою методом лиття під тиском. Даний тип матеріалу є корозостійким і він не потребує покриття.

3.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Всі складові частини корпусу кріпляться одна до одної з допомогою гвинтів саморізів. Для підвищення технологічності при виготовленні виробу пристрою можна використовувати самонарізні гвинти. Підвищення технологічності в даному випадку досягається шляхом уникнення операції нарізання різьби при виготовленні корпусу пристрою.

Варіант компоновання, з розділом пристрою на функціональні вузли дозволяє забезпечити уніфікацію блоків. Для здійснення електричного зв'язку між вузлами використано роз'єм, це забезпечує технологічність складання, спрощує конструкцію, зменшує кількість операцій при складанні виробу, підвищує ремонтпридатність виробу.

Більшість радіоелементів розміщено на друкованих вузлах, що дозволяє максимально підвищити технологічність конструкції, за рахунок можливості автоматизованого збирання друкованих вузлів.

Друковані вузли закріплено до нижньої кришки з допомогою гвинтів, які використовуються самонарізні, для підвищення технологічності.

Під час компоновання друкованого вузла забезпечено вільний доступ до елементів регулювання, використано варіанти встановлення ЕРЕ, які передбачають можливість автоматизованої підготовки їх до монтажу.

Матеріалом для корпусу служить пластмаса, що надає йому ряд переваг:

- зменшення маси;
- спрощення технологічного процесу;
- зменшення ціни виробу;
- хороший естетичний вигляд.

Даний корпус буде виготовлятися методом – лиття під тиском.

З'єднання гвинтами є досить технологічним та забезпечує ремонтпридатність, оскільки є роз'ємним.

Виконання виносних пристроїв знімним від основної конструкції спрощує транспортування та зберігання проектного пристрою. Крім того це дозволяє уніфікувати їх під конструкції різних пристроїв.

Всі отвори в корпусі виконано в площинах роз'єму прес-форми, що дозволяє виконати ці отвори в процесі лиття кришок, з відсутністю механічних доробок.

3.2 Технологічна розділ

3.2.1 Опис призначення деталі

Дана деталь належить до групи втулок і має наступні технологічні властивості форми і розмірів, з яких можна судити про її призначення.

Розглядувана деталь має високі параметри точності як по зовнішньому діаметру 58мм, так і по внутрішньому діаметру 35мм.

Це свідчить про те, що втулка використовується для спряження рухомих чи нерухомих частин деталей машин з двома посадками.

Посадка по діаметру 58мм з натягом, по діаметру 35мм – з зазором.

Поверхня $\varnothing 35^{+0,027}$ – робоча поверхня деталі, призначена для монтажу вала;

Поверхня $\varnothing 52 \pm 0,008$ – основа корпуса підшипника;

Одне з можливих застосувань – використання втулки у якості підшипника ковзання.

3.2.2 Характеристика деталі та аналіз технічних вимог на її виготовлення

Дана деталь має дві поверхні з високими вимогами точності та шорсткості обробки.

Зовнішня поверхня діаметром 52мм має 5-й квалітет точності з допуском 8мкм та шорсткістю $Ra=0,63$ мкм.

Таку якість обробки можна досягнути тонким обточуванням, попереднім шліфуванням, грубою притиркою або доводкою абразивним полотном.

Отвір діаметром 35мм має 7-й квалітет точності з допуском 27мкм та шорсткістю $Ra=0,8$ мкм.

Таку якість обробки можна досягнути чистовим розточуванням, чистовим шліфуванням, тонким розвертуванням.

Решта поверхонь мають невисокі вимоги до точності та шорсткості.

Для покращення технологічних властивостей деталей піддається термічній обробці.

Для підвищення твердості, міцності та зносостійкості сірого чавуну, його гартують з такими параметрами процесу: висока швидкість нагрівання, температура нагріву $t^{\circ}=850..930^{\circ}\text{C}$, тривалість витримки $t=6\text{хв}$ (1хв/мм), водяне чи масляне охолодження. Цим досягають твердості HB 300..355 (HRC 30..35).

А для зняття внутрішніх напружень, що виникли при закалці, підвищенні в'язкості, пластичності чавун необхідно відпустити (температура нагріву $t^{\circ}=250..500^{\circ}\text{C}$, тривалість витримки $t=60\text{хв}$, повітряне охолодження).

3.2.3 Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі

Матеріал деталі – сірий чавун СЧ 16-32, ГОСТ 1412-70.

Таблиця 2.1 - Механічні властивості:

σ_3 , МПа	σ_B , МПа	f , 600/300, мм	$\sigma_{СТ}$, МПа	HB
314	147	8/2,5	549	163-229

Таблиця 2.2 - Хімічний склад

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
			Не більше			
3,2-3,5	2,0-2,5	0,7-1,1	0,15	0,5	0,15	0,4

Сірий чавун найчастіше застосовується як конструкційний матеріал: він використовується для відливки деталей, що працюють на низьких та середніх швидкостях при середніх напруженнях ($\sigma_B \leq 235$ МПа).

Чавун СЧ 16-32 використовують для виготовлення таких деталей: основи більшості станків, ступиці, корпуси клапанів і вентилів, планшайби, люнети, шківни, кронштейни, зубчасті колеса та інші.

2.2.4 Аналіз технологічності деталі

Кількісна оцінка технологічності

1) Рівень технологічності по точності обробки:

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

де $K_{б.тч.}$ - коефіцієнт базової точності,

$$K_{тч.} = 1 - \frac{1}{T_{сер.}}$$
$$T_{сер.} = \frac{\sum n_i \cdot T_i}{\sum n_i},$$

T_i – клас точності і-тої поверхні,

n_i – кількість поверхонь відповідного класу точності.

$$T_{сер.} = \frac{7 + 8 + 8 \cdot 14}{10} = 12,4;$$

$$K_{тч.} = 1 - \frac{1}{12,4} = 0,92;$$

$$K_{б.тч.} = 0,95;$$

$$K_{p.тч.} = \frac{0,95}{0,92} = 1,03.$$

2) Рівень технологічності по шорсткості обробки:

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

де $K_{б.ш.}$ - коефіцієнт базової шорсткості,

$$K_{ш.} = \frac{1}{Ш_{сер.}};$$

$$Ш_{сер.} = \frac{\sum Ш_i}{n},$$

$Ш_i$ – клас шосткості і-тої поверхні, n – число поверхонь.

$$Ш_{сер.} = \frac{7 + 8 + 8 \cdot 4}{10} = 4,7;$$

$$K_{ш.} = \frac{1}{4,7} = 0,21;$$

$$K_{б.ш.} = 0,25;$$

$$K_{р.ш.} = \frac{0,25}{0,21} = 1,19.$$

3) Коефіцієнт використання матеріалу:

Для литої заготовки:

$$K_m = \frac{M_D}{M_3},$$

де M_D – маса деталі, M_3 – маса заготовки.

$$K_m = \frac{0,594}{0,639} = 0,93.$$

Для прутка заготовки:

$$K_m = \frac{M_D}{M_3},$$

де M_D – маса деталі, M_3 – маса заготовки.

$$K_m = \frac{0,594}{1,484} = 0,4.$$

4) Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{ун.} = \frac{n_{ун.}}{n},$$

де $n_{ун.}$ – кількість уніфікованих поверхонь, n – загальна кількість поверхонь.

$$K_{ун.} = \frac{8}{10} = 0,8.$$

Якісна оцінка технологічності

Конструкція деталі проста і далі спрощувати її немає потреби. Можлива обробка деталі з використанням високопродуктивних методів. Наприклад, точіння кількома інструментами одночасно.

Змінювати розміри оброблюваних поверхонь немає потреби, так як відсутні важкодоступні для інструменту місця.

Всі розміри технологічно пов'язані. У якості баз будуть використовуватися: при обробці зовнішнього діаметру 52мм, отвору діаметром 35мм, зовнішньої та внутрішньої фасок $1 \times 45^\circ$ при торці $\varnothing 52$ мм – зовнішня поверхня діаметром 58мм, а при обробці отвору діаметром 35мм, зовнішнього діаметру 58мм – зовнішня поверхня діаметром 52мм. Найраціональний вибір заготовки – з прокату або литво.

Оскільки програма виготовлення складає 10000 штук на рік, то приймаємо масове виробництво.

3.2.4 Вибір методу одержання заготовки та його техніко-економічне обґрунтування

Перший метод одержання заготовки – литво у кокіль. Він забезпечує допустимі відхилення у межах 0,3мм, $Rz=200$ мкм, товщину дефектного шару 300мкм. Ескіз заготовки зображено на рис. 2.1.

Вартість заготовки рахуємо по довіднику /1, стор. 33-39/:

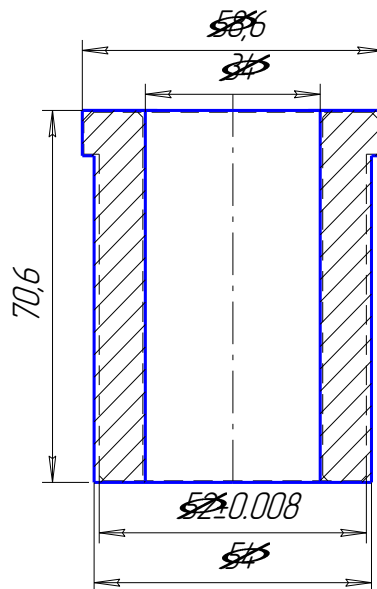


Рисунок 2.1 - Ескіз заготовки

$$S_{\text{заг.}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{відх.}}}{1000}$$

$C_i=290$ грн– базова вартість 1 тони заготовок;

$k_T=1,06$ – коефіцієнт точності заготовок;

$k_C=0,7$ – коефіцієнт складності заготовок;

$k_B=1,1$ – коефіцієнт маси заготовок;

$k_M=1$ – коефіцієнт матеріалу заготовок;

$k_{II}=1$ – коефіцієнт об'єма виробництва заготовок;

$Q=0.639$ кг – маса заготовки;

$q=0,594$ кг – маса деталі;

$S_{\text{відх.}}=14,4$ грн.

$$S_{\text{заг.}} = \left(\frac{290}{1000} \cdot 0.639 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 1 \right) - (0.639 - 0,594) \frac{14,4}{1000} = 0,1511 \approx 0,15 \text{ грн}$$

Другий метод одержання заготовки – круглий прокат. Він забезпечує допустимі відхилення у межах 0,2мм, $Rz=150$ мкм, товщину дефектного шару 250мкм.

Ескіз заготовки зображено на рис. 2.2.

Вартість заготовки рахуємо по довіднику /1, стор. 31-33/:

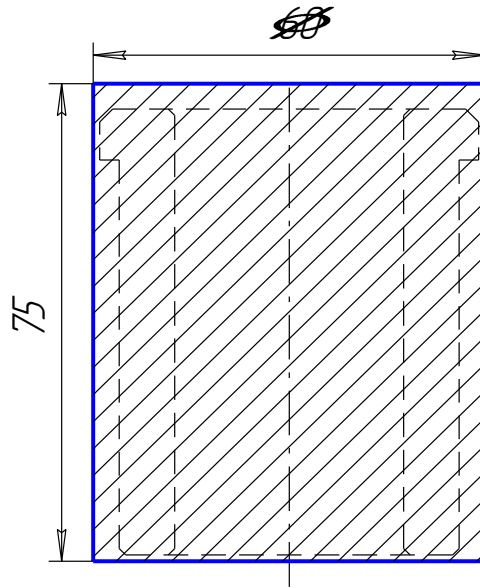


Рисунок 2.2 - Ескіз заготовки

$$S_{заг.} = Q \cdot S - (Q - q) \frac{S_{відх.}}{1000}.$$

$S=0,08$ крб. – вартість 1 кг заготовок;

$Q=1,484$ кг – маса заготовки;

$q=0,594$ кг – маса деталі;

$S_{відх.}=14,4$ грн.

$$S_{заг.} = 1,484 \cdot 0,08 - (1,484 - 0,594) \frac{14,4}{1000} = 0,12 \text{ грн}$$

Беручи до уваги вартість однієї заготовки, можна віддати переваги другому методу (прокат), проте, з огляду на коефіцієнт використання матеріалу (для литва у кокіль $K_m=0,7$, а для прокату – $K_m=0,4$), можна легко дійти висновку про доцільність вибору методу одержання заготовки литво у кокіль.

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

Враховуючи те, що метод одержання заготовки – литво у кокіль, чистові операції – чистове точіння та чистове шліфування, запишемо варіант механічної обробки деталі.

005 Заготівельна

010 Токарна (закріпити за поверхню $\varnothing 54\text{мм}$).

015 Токарна (закріпити за поверхню $\varnothing 34,9\text{мм}$)

020 Контрольна

025 Термічна

030 Шліфувальна (закріпити за поверхню $\varnothing 52,113\text{мм}$.)

035 Шліфувальна (закріпити за поверхню $\varnothing 35\text{мм}$.)

040 Контрольна

2.2.7 Розрахунок припусків на обробку та міжопераційних розмірів

Аналітично розраховуємо припуски на обробку і проміжні розміри на поверхню $\varnothing 52 \pm 0,008\text{мм}$. Технологічний маршрут обробки даної поверхні складається з чорнового і чистового точіння, та чистового шліфування, яке проводиться в універсальному переналагоджуваному гідравлічному патроні.

Таблиця 2.3 - Технологічний маршрут обробки поверхні $\varnothing 52 \pm 0,008 \text{ мм}$

Технол. переходи	Rz, мк м	T, мк м	ρ , мкм	$2z_{\min}$, мкм	D_p , мм	δ , мкм	d_{\min} , мм	d_{\max} , мм	$2z^{\text{пр}}_{\min}$, мкм	$2z^{\text{пр}}_{\max}$, мкм
Заготовка	200	300	42	-	53,479	600	53,479	4,079	-	-
Чорнове точіння	50	50	2	2 · 608	52,263	140	52,263	52,403	12160	1676
Чистове точіння	30	30	0,08	2 · 105	52,053	60	52,053	52,113	210	290
Шліфування	5	15	-	2 · 30	51,992	16	51,992	52,008	60	105
Всього									1486	2071

Величини Rz і T виписуємо з відповідних таблиць.

Величину просторового відхилення обраховуємо за формулою:

$$\rho_z = \rho_{\text{кор}} = \Delta_K D = 0,0008 \cdot 52 = 0,042 \text{ мм};$$

Після чорнового точіння:

$$\rho_1 = 0,04 \cdot 0,042 = 0,00168 \approx 0,002 \text{ мм}.$$

Мінімальні припуски рахуємо за формулою:

$$2z_{\min i} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}).$$

Під чорнове точіння:

$$2z_{\min 1} = 2(200 + 300 + \sqrt{42^2 + 100^2}) = 2 \cdot 608 = 1216 \text{ мкм}.$$

Під чистове точіння:

$$2z_{\min 2} = 2(50 + 50 + \sqrt{2^2 + 5^2}) = 2 \cdot 105 = 210 \text{ мкм.}$$

Під шліфування:

$$2z_{\min 2} = 2(5 + 15 + \sqrt{0.08^2 + .025^2}) = 2 \cdot 105 = 30 \text{ мкм.}$$

Розрахункові розміри:

$$d_{p1} = 51,992 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 51,992 + 0,0607 = 52,0527 \approx 52,053 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 52,053 + 0,21 = 52,2627 \approx 52,263 \text{ мм.}$$

$$d_3 = 52,263 + 1,216 = 53,479 \text{ мм}$$

Граничні розміри:

$$d_{\min 3} = 51,992 \text{ мм};$$

$$d_{\min 2} = 52,053 \text{ мм};$$

$$d_{\min 1} = 52,263 \text{ мм};$$

$$d_{\min 3} = 53,479 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 51,992 + 0,016 = 52,008 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 52,053 + 0,060 = 52,113 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 52,263 + 0,140 = 52,403 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 53,479 + 0,600 = 54,079 \text{ мм.}$$

Граничні значення припусків:

$$2z_{\max 3}^{np} = 52,053 - 51,992 = 0,06 \text{ мм};$$

$$2z_{\max 2}^{np} = 52,263 - 52,053 = 0,21 \text{ мм};$$

$$2z_{\max 1}^{np} = 53,479 - 52,263 = 1,216 \text{ мм};$$

$$2z_{\min 3}^{np} = 52,113 - 52,008 = 0,105 \text{ мм};$$

$$2z_{\min 2}^{np} = 52,403 - 52,113 = 0,29 \text{ мм.}$$

$$2z_{\min 1}^{np} = 54,079 - 52,403 = 1,676 \text{ мм.}$$

$$2z_{3 \min} = 0,06 + 0,21 + 1,216 = 1,486 \text{ мм};$$

$$2z_{3 \max} = 0,105 + 0,29 + 1,676 = 2,071 \text{ мм.}$$

Загальні припуски:

Перевірка:

$$z_{\max 1}^{np} - z_{\min 1}^{np} = 1676 - 1216 = 460 \text{ мкм};$$

$$\delta_3 - \delta_1 = 600 - 140 = 460 \text{ мкм};$$

$$z_{\max 2}^{np} - z_{\min 2}^{np} = 290 - 210 = 80 \text{ мкм};$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 140 - 60 = 80 \text{ мкм};$$

$$z_{\max 2}^{np} - z_{\min 2}^{np} = 105 - 60 = 45 \text{ мкм};$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 60 - 16 = 44 \text{ мкм};$$

Номинальний припуск:

$$z_{\text{Оном}} = z_{\text{O min}} + H_3 + H_{\text{Д}} = 1676 + 300 - 60 = 1916 \text{ мкм};$$

$$d_{\text{Зном}} = 52 + 1,916 = 53,916 \text{ мм};$$

Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку зовнішньої поверхні $\varnothing 52 \pm 0,008 \text{ мм}$ показана на рис. 2.4.

На решту оброблюваних поверхонь припуски і допуски приймаємо по таблицям /2, т 1, стор. 181-195/.

Таблиця 2.4 - Припуски і допуски оброблювальних поверхонь

Розмір	Припуск	Допуск
$\varnothing 35^{+0,027}$	2·0,5	+0,3
70	2·0,5	+0,3
$\varnothing 58$	2·0,5	+0,3

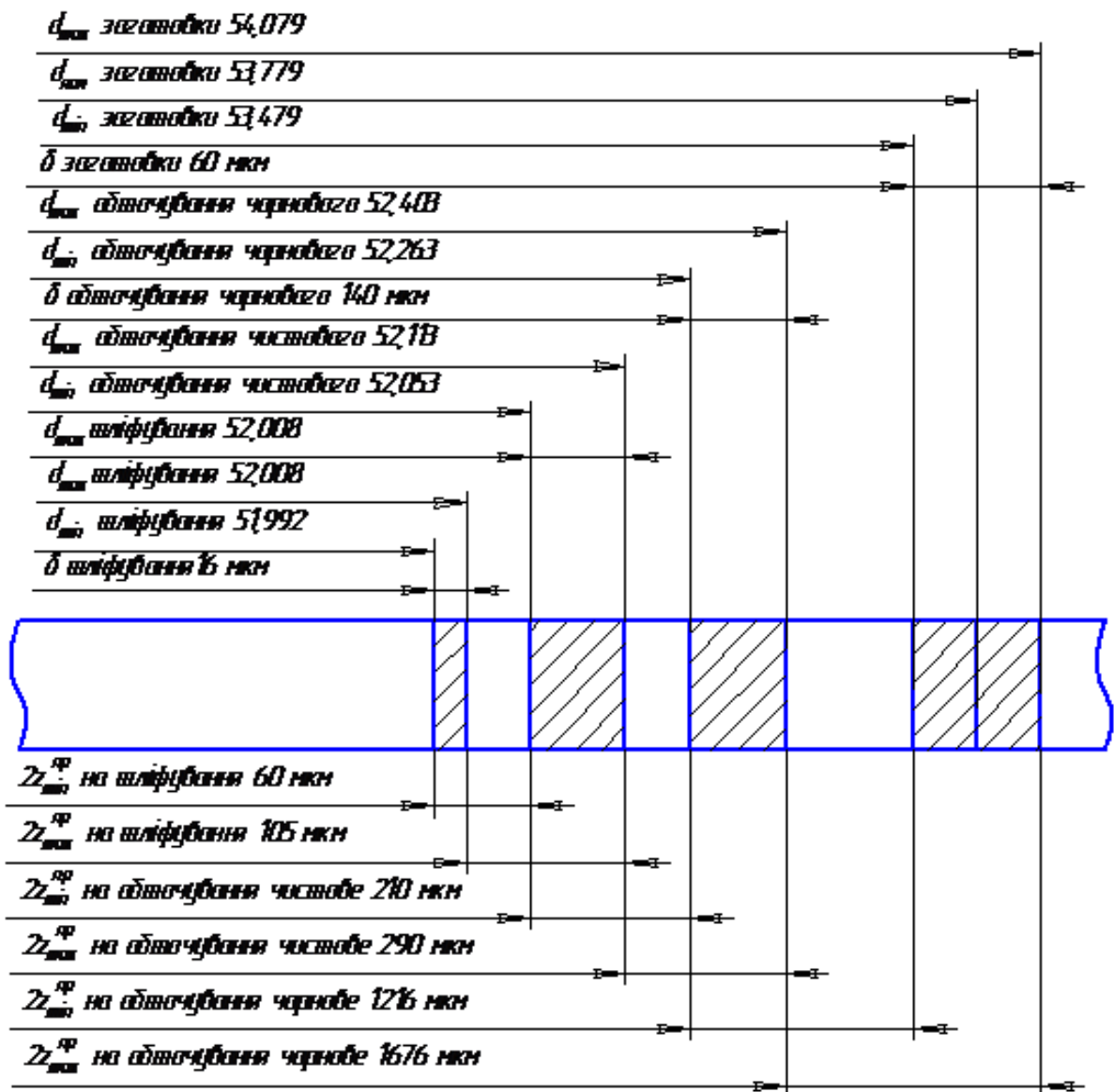


Рисунок 2.4 - Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку зовнішньої поверхні $\varnothing 52 \pm 0,008$ мм

2.2.8 Вибір обладнання

Для механічної обробки деталі до термообробки вибираємо одношпindelний токарно-револьверний автомат 1165.

Таблиця 2.5 - Одношпindelний токарно-револьверний автомат 1165

Найменування показника	Розмірність	Показник
Найбільший діаметр оброблюваної деталі	мм	65
Найбільша довжина оброблюваної деталі	мм	120
Число ступенів обертів шпинделя	шт.	19
Число обертів шпинделя за хвилину:		
при лівому обертанні	об/хв	50-1600
при правому обертанні	об/хв	25-800
Подача супортів:		
Кількість поперечних супортів	шт.	4
Потужність електродвигуна	кВт	10
Габаритні розміри		
довжина	мм	2565
ширина	мм	1150
висота	мм	1510
Маса	кг	3000

Для механічної обробки деталі після термообробки (операція035) вибираємо круглошліфувальний напівавтомат 3Б153. Його технічна характеристика приведена в таблиці 2.6.:

Таблиця 2.6 - Круглошліфувальний напівавтомат ЗБ153

Найменування показника	Розмірність	Показник
Найбільший діаметр оброблюваної деталі	мм	140
Найбільша довжина оброблюваної деталі	мм	500
Висота центрів над столом	мм	80
Найбільший діаметр шліфування	мм	120
Найбільша довжина шліфування	мм	450
Найбільше поздовжнє переміщення стола	мм	550
Швидкість переміщення стола	м/хв	0,1-5
Найбільший кут повороту стола	град.	+6; -7
Число обертів заготовки за хвилину:	об/хв	80-800
Число обертів шліфув. круга за хвилину:	об/хв	1620
Діаметр шліфувального круга	мм	400
Висота шліфувального круга	мм	50
Діаметр отвору шліфувального круга	мм	203
Найбільше поперечне переміщення	мм	110
Швидкий підвід шліфувальної бабки	мм	40
Періодична подача	мм/об	0,002–0,024
Потужність електродвигуна	кВт	5,5
Габаритні розміри		
довжина	мм	2650
ширина	мм	1755
висота	мм	1750
Маса	кг	3000

Для виконання операції 030 вибираємо внутрішліфувальний напівавтомат 3А228Б. Його технічна характеристика дана в таблиці 2.7.:

Таблиця 2.7 - Внутрішліфувальний напівавтомат 3А228Б

Найменування показника	Розмірність	Показник
Найбільший діаметр оброблюваної деталі	мм	300
Найбільша довжина шліфованого отвору	мм	160
Найбільший діаметр шліфованого отвору	мм	20-125
Хід стола	мм	450
Кут повороту бабки деталі	град	30
Поперечне переміщення бабки деталі	мм	200
Переміщення шліфувальної бабки від нульового положення:		
Вперед	мм	60
Назад	мм	10
Швидкість переміщення стола	м/хв	0,001-0,005
Найбільший кут повороту стола	град.	+6; -7
Число обертів заготовки за хвилину:	об/хв	10-700
Число обертів шліфув. круга за хвилину:	об/хв	6580-14600
Діаметр шліфувального круга	мм	110
Висота шліфувального круга	мм	63
Потужність електродвигуна	кВт	4,0
Габаритні розміри		
довжина	мм	3000
ширина	мм	1570
висота	мм	1450
Маса	кг	4350

2.2.9 Технічне нормування розробленого технологічного процесу

Штучний час:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{обсл} + T_{від},$$

де

$$T_o = 0,03 + 0,002 * 2 + 0,002 + 2,4 + 2,4 + 0,22 + 0,36 + 6 + 6 = 17,416 \text{ хв} - \text{основний час};$$

T_d – допоміжний час;

$T_{обсл}$ – час на обслуговування;

$T_{від}$ – час на відпочинок.

Допоміжний, час на обслуговування та на відпочинок рахуємо по довіднику /3, стор. 158, 165-166/.

$$T_d = 0,68 \text{ хв};$$

$$T_{обсл} = 0,13 \text{ хв};$$

$$T_{від} = 0,3 \text{ хв};$$

$$T_{шт} = 17,416 + 0,68 + 0,13 + 0,3 = 18,526 \text{ хв}.$$

Обрахуємо штучний час для кожної операції.

$$010 \quad T_{шт} = 2,795 + 0,34 + 0,019 + 0,043 = 3,197 \text{ хв}.$$

$$020 \quad T_{шт} = 2,622 + 0,17 + 0,061 + 0,138 = 2,991 \text{ хв}.$$

$$030 \quad T_{шт} = 6 + 0,17 + 0,053 + 0,118 = 6,341 \text{ хв}.$$

$$035 \quad T_{шт} = 6 + 0,17 + 0,053 + 0,118 = 6,341 \text{ хв}.$$

2.2.10 Побудова графіків завантаження обладнання

Визначимо кількість верстатів зайнятих на кожній операції за формулою з довідника /1, стор. 117/:

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_B},$$

де $T_{шт}$ – штучний час на даній операції,

t_B – такт випуску.

$$t_B = \frac{T}{N} = \frac{115200}{50000} = 2,304 \text{ хв, де}$$

T – дійсний річний фонд часу,

N – річна програма випуску.

$$010 \text{ та } 015 \quad m_p = \frac{5,417}{2,304} = 2,35, \quad \text{приймаємо } m_n=3;$$

$$030 \quad m_p = \frac{6}{2,304} = 2,6, \quad \text{приймаємо } m_n=3.$$

$$035 \quad m_p = \frac{6}{2,304} = 2,6, \quad \text{приймаємо } m_n=3.$$

Коефіцієнт завантаження обладнання рахуємо за довідником /1, стор. 117/.

Для верстату 1165, що зайнятий на операціях 010 і 015:

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n} = \frac{2,35}{3} = 78,33\%.$$

Для верстату 3Б153, що зайнятий на операціях 030:

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n} = \frac{2,6}{3} = 86,67\%.$$

Для верстату 3А228Б, що зайнятий на операціях 035:

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n} = \frac{2,6}{3} = 86,67\%.$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{зєр} = \frac{62 + 99 + 85}{3} = 82\%.$$

2.2.11 Розрахунок пристосіблення

Для закріплення деталі під час механічної обробки в операціях 010, 035 вибираємо переналагоджуваний універсальний гідравлічний патрон. Патрон оснащений змінним налагоджувальним приладом, допускає встановлення та закріплення різних по формі та розмірах заготовок, які мають у якості бази циліндричну зовнішню чи внутрішню поверхню. Налагоджувальні прилади центруються по отвору циліндра 8. Елементи затиску встановлюються по рифленій поверхні 7, а також по пазах 1 і 2. Для затиску служать шість силових вузлів 6, що діють від пневмогідравлічного приводу (гідравлічна частина змонтована в корпусі патрона). Одночасно можуть працювати від одного до шестисилових вузлів. Непотрібні силові точки вимикають шляхом закручування гайок 5 до упору. Надлишковий тиск у гідравлічному середовищі створюється поршнем 9, який приводиться в дію від пневматичного приводу. Для попереднього затиску заготовки служить поршень 10, який перемикається при повертанні гвинта 11. Отвір 4 призначений для заливки масла. Манометр 3 вказує тиск в гідравлічному середовищі.

Деякі технічні параметри гідравлічного патрона:

Хід плунжера силового вузла в мм	10-14
Зусилля плунжера силового вузла в кгс	50-800
Зусилля на штоці пневмоприводу верстату в кгс	1200
Хід штоку пневмоприводу в мм	50
Розрахунок пристосіблення на сили затиску:	
Сумарна сила затиску всіма кулачками:	

$$W_{\text{сум}} \cdot f \cdot r = k \cdot M_{\text{різ}}$$

Сумарна сила затиску одним кулачком:

$$W = \frac{W_{\text{сум}}}{z}$$

Момент різання:

$$M_{\text{різ}} = P_z \cdot r_1;$$

r – радіус заготовки;

$$r = 58 \text{ мм};$$

r_1 – радіус оброблюваної поверхні;

$$r_1 = 0,017 \text{ м};$$

k – коефіцієнт запасу;

$$k = 3,0;$$

z – кількість кулачків;

$$z = 6;$$

$M_{\text{різ}}$ – момент різання;

f – коефіцієнт тертя;

$$f = 0,2;$$

$P_z = 784 \text{ Н}$ – визначаємо з нормативів режимів різання.

$$M_{\text{різ}} = 0,017 \cdot 784 = 13,328 \text{ Нм};$$

$$W_{\text{сум}} = (k \cdot M_{\text{різ}}) / (f \cdot r) = (3 \cdot 13,328) / (0,2 \cdot 0,058) = 3446,9 \text{ Н};$$

$$W = 3446,9 / 6 = 574,48 \text{ Н};$$

Розрахунок приспособлення на точність:

Похибка неспівпадання баз по заданому параметру:

$$\omega_{\text{НБ}} = 0;$$

Похибка закріплення заготовки:

$$\omega_3 = 10 \text{ мкм};$$

Похибка установки:

$$\omega_Y = \omega_{НБ} + \omega_3 = 0 + 10 = 10 \text{ мкм};$$

Сумарна похибка обробки:

$$\omega_{\Sigma} = k\omega_{ТС}$$

де k – поправний коефіцієнт; для розмірів, що виконані по сьомому квалітету і точніше $k = 0,7$.

$\omega_{ТС}$ – похибка технологічної системи, що визначається як середня економічна точність обробки.

Отже, $\omega_{\Sigma} = 0,7 * 0,02 = 0,014 \text{ мм}$

Допустима похибка установки:

$$[\omega_Y] = \sqrt{T^2 + k^2 \omega_{ТС}^2};$$

де T – допуск витрушеного параметру, мм.

$$[\omega_Y] = \sqrt{0.3^2 - 0.014^2} = 0.299 \text{ мм};$$

Отже, $\omega_Y \ll [\omega_Y]$ і запропонована схема базування прийнятна.

Сумарна похибка приспособлення:

$$\omega_{НР} = T - \sqrt{\omega_Y^2 + k\omega_{ТС}} = 0.3 - \sqrt{0.00005^2 + 0.014^2} = 0.28 \text{ мм};$$

Допуск на розрахунковий розмір зібраного приспособлення:

$$T_C = \omega_{НР} - (\varepsilon_{УП} + \varepsilon_3 + \varepsilon_{П});$$

де $\varepsilon_{УП}$ – похибка установки приспособлення на верстаті;

$$\varepsilon_{y\Pi} = LS_1/l;$$

де L – довжина оброблюваної заготовки, мм.

S_1 – максимальний зазор між направляючою шпонкою пристосування і пазом стола верстата ($S_1=0,07$ мм).

l – відстань між шпонками, мм.

ε_3 – похибка, що виникає внаслідок конструктивних зазорів, що необхідні для посадки заготовки на установочні елементи пристосування.

ε_{Π} – похибка зміщення інструменту, що виникає через неточність виготовлення направляючих елементів.

$$\varepsilon_{y\Pi} = 52 * 0,007 / 100 = 0,0036 \text{ мм};$$

ε_3 – установка заготовки виконується без зазорів.

$$\varepsilon_{\Pi} = 0,001 \text{ мм}$$

$$T_C = 0,010 - (0,0036 + 0 + 0,001) = 0,0095 \text{ мм};$$

Значення допуску відповідає технічним вимогам на кресленні загального виду пристосування.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1.2 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Вибір елементної бази проведено з врахуванням: здатності вибраного типу елементу виконувати поставлені перед ним завдання в проектованій схемі, відповідності номіналу та допуску на його відхилення конкретного елементу номінальному ряду вибраного типу, критичних режимів роботи елементу (максимальна напруга, максимальний струм і т.д.), температурних режимів роботи, надійності елементу, маси та габаритів, рівня власних шумів, вартості і доступності елементів.

Мікросхеми генераторів імпульсного сигналу використано типу LMC555CN "TEXAS instrument".

Мікросхема типу "National instrument" виготовляється в уніфікованому корпусі SOP-8. Габаритні розміри корпусу мікросхеми SOP-8 подано на рисунку 3.1.

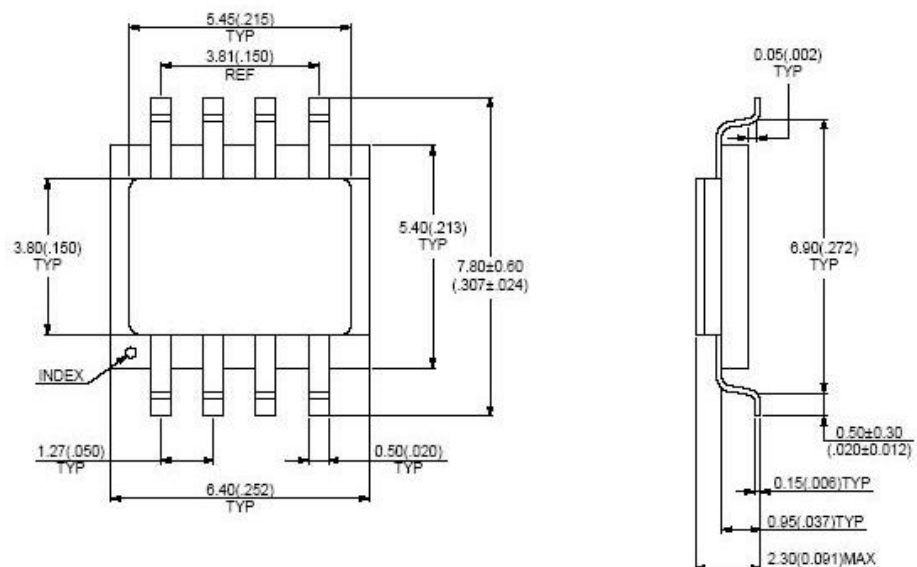


Рисунок 3.1 – Габаритні розміри корпусу мікросхеми SOP-8

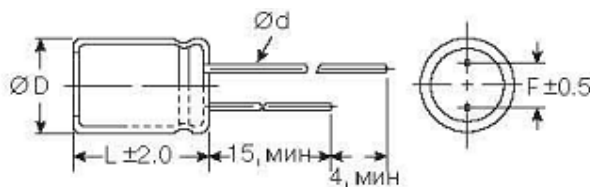
Основні параметри мікросхеми типу LMC555CN "National instrument":

напруга живлення, В	4,5...15
максимальний струм виходу, мА	200
Гранична частота імпульсів, кГц	500
Мінімальна тривалість імпульсу, мс	1
Діапазон робочих температур, °С	-45...65

Електролітичні конденсатори використано типу ЕСАР "Epcos".
Габаритні розміри даного типу конденсаторів подано на рисунку 3.2.

Основні електричні параметри конденсаторів типу ЕСАР:

діапазон номінальних напруг, В	6.3-400
діапазон номінальних ємностей, мкФ	1-15000
відхилення ємностей, %	±20
термін зберігання, років	до 15
струм утоку, мкА	до 0,3
середній наробіток, год	10 000
тангенс кута втрат	0,19



D, мм	5	6.3	8	10	13	16	18
F, мм	2.0	2.5	3.5	5.0	5.0	7.5	7.5
d, мм	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8

Рисунок 3.2 - Габаритні розміри конденсаторів типу ЕСАР

В якості керамічних конденсаторів використано конденсатори типу X7R виробництва компанії MURATA. Габаритні розміри даного типу конденсаторів подано на рисунку 3.3

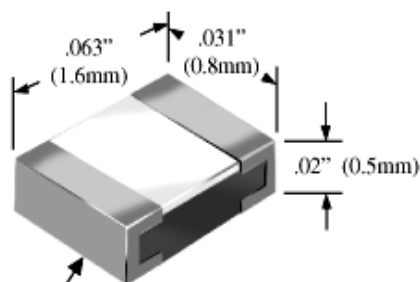


Рисунок 3.3 - Габаритні розміри конденсаторів типу X7R

Основні параметри конденсаторів RPE:

номінальна напруга, В	40
діапазон робочих температур, °С	-60 +125
відхилення ємності, %	±20

В якості постійних резисторів обрано резистори типу 0402 "Vishay". Габаритні розміри резисторів типу 0402 подано на рисунку 3.4

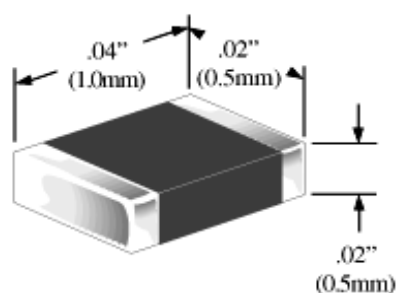


Рисунок 3.4 - Габаритні розміри резистора типу 0402

Основні технічні характеристики резисторів типу 0402:

номінальні потужності, Вт	0.062-2
діапазон номінальних опорів, Ом	10 Ом-10 · 10 ⁶
допуск, %	±10
діапазон робочих температур, °С	-55 – 120
температурний коефіцієнт опору, 1/С	100·10 ⁶
рівень власних шумів, мкВ/ В	0,2

Підстроювальні резистори використано типу 3366W-1-100LF "Bourns". Габаритні розміри підстроювальних резисторів типу 3366W-1-100LF "Bourns" подано на рисунку 3.5.

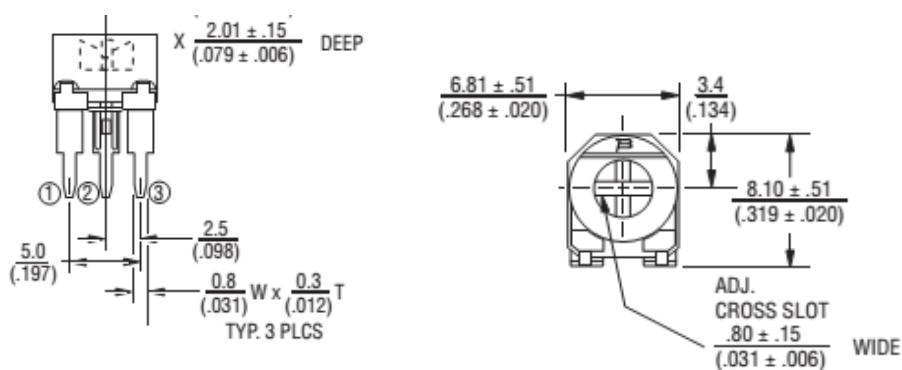


Рисунок 3.5 – Габаритні розміри підстроювального резистора 3366W

Основні параметри підстроювального резистора 3366W-1-100LF "Bourns":

Точність, %	10
Номінальна потужність, Вт	0.75
Максимальна робоча напруга, В	1000
Робоча температура, °С	-55 ... 125
Кут повороту ротора, град	120

Транзистори VT1, VT2, VT5 використано типу BC182 "NXP Semiconductor". Даний тип транзистора виготовляється в уніфікованому корпусі типу SOT-23, габаритні розміри якого подано на рисунку 3.6.

Основні параметри транзистора типу BC182 "STMicroelectronics":

гранична робоча частота, МГц	600
максимальна напруга колектор-емітер, В	40
максимальний струм колектора, А	0.5
коефіцієнт передачі струму	40-60
потужність розсіювання, Вт	0,15
максимальна робоча температура, °С	120

Транзистори VT3, VT4 використано типу BC212 "NXP Semiconductor". Даний тип транзистора виготовляється в уніфікованому корпусі типу SOT-23 (див. рис.3.6)

Основні параметри транзистора типу BC212 "STMicroelectronics":

гранична робоча частота , МГц	600
максимальна напруга колектор-емітер, В	35
максимальний струм колектора, А	0.4
коефіцієнт передачі струму	40-60
потужність розсіювання, Вт	0,1
максимальна робоча температура, °С	120

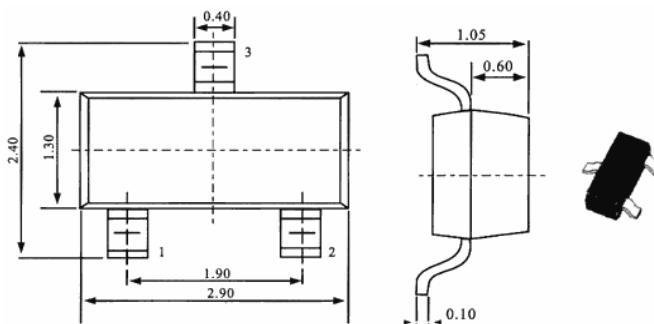


Рисунок 3.6 – Габаритні розміри корпусу напівпровідникових елементів типу SOT-23

Світлодіоди використано типу КИПД21Г-Л виробництва компанії ЗАТ «Протон». Габаритні розміри світлодіода подано на рисунку 3.7.

Основні параметри світлодіода типу КИПД 21Г-Л:

колір свічення	зелений
колір лінзи	білий
довжина хвилі випромінювання, нм	567
сила світла мкКд	1
прямий струм, мА	10
пряма напруга, В	2.4

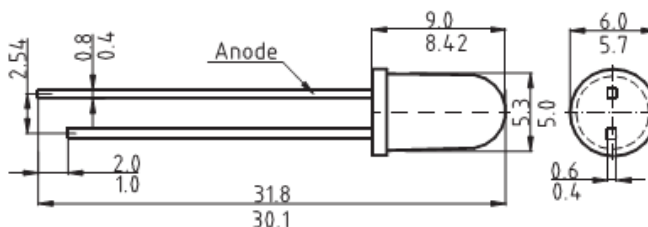


Рисунок 3.7 - Габаритні розміри світлодіода КИПД 21Г-Л

Реле К1, К2, К4 використано типу 1-1393219 виробництва компанії «TE Connectivity». Габаритні розміри даного типу реле подано на рисунку 3.8.

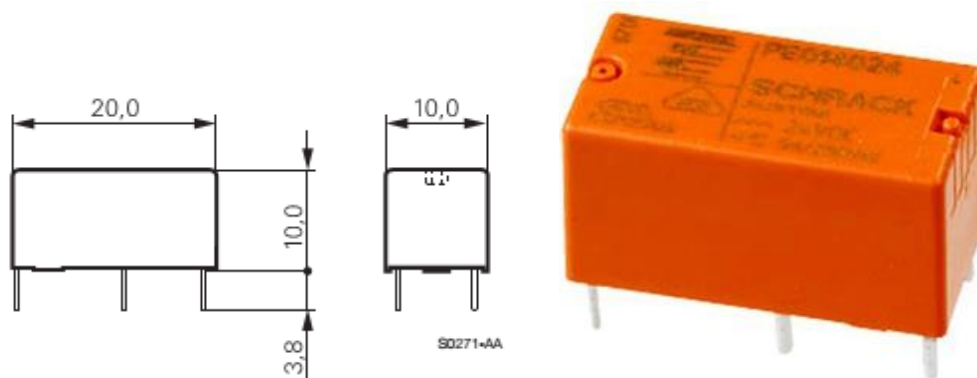


Рисунок 3.8 – Габаритні розміри реле типу 1-1393219

Основні параметри реле типу 1-1393219:

Струм живлення обмотки	постійний
Номінальна напруга обмотки, В	12
Максимальна напруга на контактах, В	30
Максимальний струм контактів, А	5

Герковнове реле КЗ використано типу EDR101A2400 виробництва компанії “ЕСЕ”. Габаритні розміри даного типу реле подано на рисунку 3.9.



Рисунок 3.9 – Габаритні розміри реле типу EDR101A2400

Основні параметри реле типу EDR101A2400:

Струм живлення обмотки	постійний
Номінальна напруга обмотки, В	12
Максимальна напруга на контактах, В	100
Максимальний струм контактів, А	1

Вилки використано типу 925370 виробництва компанії “TE Connectivity”, конструктивно всі вилки подібні, і відрізняються тільки кількістю виводів. Габаритні розміри вилки типу 925370-2 подано на рисунку 3.10.

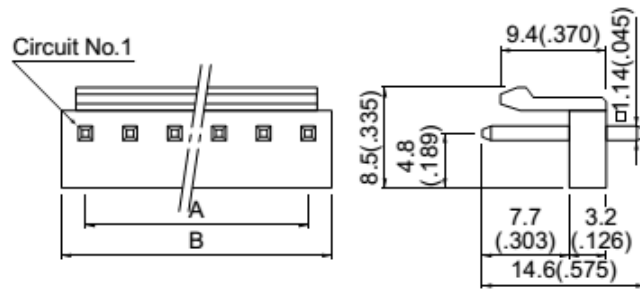


Рисунок 3.10 - Габаритні розміри вилки типу 925370-2

3.2 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

На даному етапі проведено розрахунок транзисторного ключа. Фрагмент схеми, який підлягає розрахунку подано на рисунку 3.11.

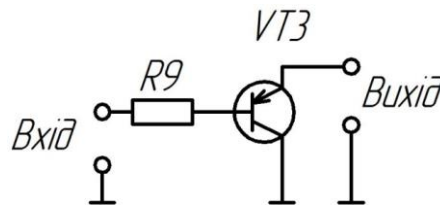


Рисунок 3.11 – Фрагмент схеми електричної принципової транзисторного ключа

Вихідні дані для розрахунку:

- напруга на навантаженні, В... 12;
- максимальний струм навантаження, А.....0,05;
- напруга керування, В.....1;
- Середній статичний коефіцієнт передачі струму50.

Розрахунок транзисторного ключа зводиться до розрахунку номінального значення опору резистора в колі бази R14 (див. рис. 2.15).

Значення струму бази розраховується за формулою (2.1):

$$I_{\text{б}} = \frac{I_{\text{н}}}{h_{21\text{e}}}, \quad (3.1)$$

де $I_{\text{н}}$ – струм навантаження;

h_{21e} – середній статичний коефіцієнт передачі струму транзистора.

$$I_H = \frac{0,01}{50} = 0,2 \text{ (мА)}$$

Опір струмообмежувального резистора в колі бази розраховано за формулою (2.2):

$$R_B = \frac{\Delta U_{R_B}}{I_H} \quad (3.2)$$

де ΔU_{R_B} – спад напруги на базовому резисторі, розраховується за формулою (2.3);

$$\Delta U_{R_B} = U_{\text{бe}} - \Delta U_{\text{бe}} \quad (3.3)$$

де $U_{\text{бe}}$ – напруга керування ключем;

$\Delta U_{\text{бe}}$ – спад напруги на переході база-емітер, приймається 0,6В.

$$\Delta U_{R_B} = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ (В)}$$

$$R_B = \frac{0,4}{0,0002} = 2000 \text{ (Ом)}$$

Згідно ряду номінальних значень Е24 ГОСТ 28884-90, обрано стандартне значення опору резистора 2,2 кОм.

3.3 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Розрахунок друкованого монтажу складається з двох етапів: розрахунок по постійному струму і конструктивно-технологічний.

Розрахунок проводимо в такій послідовності:

- виходячи з технологічних можливостей виробництва вибираємо метод виготовлення і клас точності друкованої плати;
- вибираємо метод виготовлення – комбінований, клас точності – 3;

– визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} \cdot t} \quad (3.4)$$

де: I_{\max} – максимальний постійний струм, який протікає в провідниках.
Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 350 \text{ мА}$;

$i_{\text{доп}} = 48 \text{ А/мм}^2$ – допустима густина струму для комбінованого методу виготовлення,

$t = 35 \text{ мкм}$ – товщина провідника.

$$b_{\min 1} = \frac{0,35}{48 \cdot 0,035} = 0,21 (\text{мм})$$

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

$$b_{\min 2} = \frac{p \cdot I_{\max} \cdot l}{t \cdot U_{\text{доп}}} \quad (3.5)$$

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

$L = 0,25 \text{ м}$ – довжина провідника,

$U_{\text{доп}} = 0,6 \text{ В}$ – допустиме падіння напруги.

$$b_{\min 2} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 0,35 \text{ А} \cdot 0,25 \text{ м}}{0,6 \text{ В} \cdot 0,035 \text{ мм}} = 0,07 (\text{мм})$$

- визначаю номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r \quad (3.6)$$

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр виводу ЕРЕ)

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

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром виводу ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4 мм. Розрахункові значення d наступні:

$d_E = 0,7$ для перехідних отворів.

$d_E = 0,9$ для інших елементів.

$$d_1 = 0,7 + 0,1 + 0,1 = 0,9 \text{ (мм);}$$

$$d_2 = 0,9 + 0,1 + 0,1 = 1,1 \text{ (мм).}$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів 1,1 мм; 0,9 мм.

- розраховую діаметри контактних площадок:

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5hf + 0,03, \quad (3.7)$$

де: hf – товщина фольги; $D_{1\min}$ – мінімальний ефективний діаметр площадки:

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (3.8)$$

де: b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки; $b_m = 0,06$ (мм),

δd і δp – допуски на розташування отворів і контактних площадок; $\delta d = 0,08$ мм, $\delta p = 0,2$ (мм).

d_{\max} – максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (3.9)$$

де: Δd – допуск на отвір:

$$d_{\max 1} = 1,1 + 0,05 + 0,1 = 1,25 \text{ (мм);}$$

$$d_{\max 2} = 0,9 + 0,05 + 0,1 = 1,05 \text{ (мм);}$$

$$D_{1\min 1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,25}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,57(\text{мм});$$

$$D_{1\min 2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,05}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,37(\text{мм});$$

$$D_{\min 1} = 1,57 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,6 (\text{мм});$$

$$D_{\min 2} = 1,37 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,4 (\text{мм});$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

$$D_{\max 1} = 1,6 + 0,02 = 1,62 (\text{мм});$$

$$D_{\max 2} = 1,4 + 0,02 = 1,42 (\text{мм});$$

- визначаю ширину провідників:

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h_{\phi} \quad (3.10)$$

де: $b_{1\min}$ – мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1\min} = 0,18$ мм для плат 1-, 2-, 3- го класу точності.

$$b_{\min} = 0,18 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,23 (\text{мм}).$$

- визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

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

$$S_{1\min 1} = 2,5 - \left[\left(\frac{1,62}{2} + 0,2 \right) + \left(\frac{1,25}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,78(\text{мм}) \quad (3.11)$$

$$S_{1\min 2} = 2,5 - \left[\left(\frac{1,42}{2} + 0,2 \right) + \left(\frac{1,05}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,98(\text{мм})$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів.

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (d_{max} + 2\delta_p) \quad (3.12)$$

$$S_{2min1} = 2,5 - (1,25 + 2 \cdot 0,2) = 0,85 \text{ (мм)};$$

$$S_{2min2} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,2) = 1,05 \text{ (мм)};$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (d_{max} + 2\delta_d) \quad (3.13)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (1,25 + 2 \cdot 0,08) = 1,09 \text{ (мм)};$$

$$S_{3min2} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,08) = 1,29 \text{ (мм)};$$

В результаті електричних розрахунків було розраховано такі стандартні номінальні діаметри монтажних отворів: 0,9, 1,1, мм мінімальну відстань між двома контактними площадками, яка становить 0,7 мм, а також мінімальну відстань між елементами повідного матеріалу, яка становить 0,6 мм, та мінімальну відстань між двома провідниками – 0,9 мм.

3.4 Оцінка теплових режимів роботи виробу

В проектуваному пристрої відсутні силові елементи, на яких виділяється значна кількість тепла, тому проектуваний пристрій не потребує використання примусового охолодження з використанням радіатора.

3.5 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Даний пристрій спроектований так, що містить мінімум зайвих деталей. Зокрема кріплення друкованого вузла до корпусу здійснюється з допомогою гвинтів. З'єднання кришок з допомогою гвинтів дозволило скоротити час складання виробу. Це вирішення дозволяє значно спростити процес виготовлення деталі за рахунок зменшення кількості операцій.

Використання пластмаси замість металу дозволило зменшити собівартість виробу, оскільки пластмаса значно дешевша ніж метал.

Споживана потужність даного пристрою розраховується за формулою:

$$P=UI \quad (3.14)$$

де U – напруга дивлення пристрою;

I – струм споживання пристрою.

$$P=12 \cdot 0.35=4,2 \text{ (Вт)}$$

3.6 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

3.6.1 Вибір типу технології

Для процесу складання проектованого виробу може застосовуватись конвеєрне, серійне виробництво, оскільки складання не містить трудомістких процесів, а також не потребує особливих, спеціалізованих інструментів, оскільки кількість комплектуючих частин мінімізовано.

Формування виводів радіоелементів здійснюється з використанням автоматів та напіваавтоматів, і є повністю автоматизоване. Також в пристрої присутні елементи, виводи яких не потребують формування, зокрема елементи для поверхневого монтажу.

Лудження виводів радіоелементів є напіваавтоматизованим. В процесі лудження використовується тигель. подача елементів в тигель виконується вручну, елементи для поверхневого монтажу не потребують операції лудження, оскільки постачаються на підприємство залудженими.

Більшість електрорадіоелементи розміщено на друкованих вузлах, майже всі вони паяються автоматизовано. Для автоматизованої пайки радіоелементів для поверхневого монтажу використовується інфрачервона

піч, а для автоматизованої пайки елементів із штировими виводами використовується установка для пайки подвійною хвилею припою.

Для рихтування (виправлення дефектів автоматизованої пайки) використовується електропаяльник потужністю 20 Вт.

Для забезпечення різьбових з'єднань з допомогою гвинтів використовується електроверт.

Для пайки перемичок до вузла друкованого та роз'єма для підключення вимірювальних щупів використовується електропаяльник потужністю 25Вт. Пайку здійснюється припоєм ПОС-61.

Для забезпечення клеєного з'єднання не потрібно додаткових інструментів, оскільки обраний клей фасується в туби з мундштуком для нанесення клею.

Оскільки даний пристрій буде виготовлятися партіями по 100-500 штук, то його слід виготовляти згідно маршрутно-операційної технології.

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

Корпус проектного прогиугонного пристрою виготовляється з поліетилентерефталату литтєвого ПЕТФ – КМ. Деякі характеристики матеріалу:

- Густина 1300 – 1330 кг / м³
- інтервал робочих температур -50°....+90°С;
- розрахункова усадка 1,2 – 1,5%.

Оскільки корпус має просту конструкцію він виготовляється методом компресійного пресування. Виконання якого здійснюється наступним чином: матеріал у вигляді таблеток закладається у завантажувальну камеру гарячої пресформи, після чого піддається тиску пресу. Нагрітий і стиснутий матеріал розм'якає, заповнюючи гнізда пресформи і залишається в ній до повного вистигання. Конструкція пристрою

забезпечує максимальну технологічність даного пристрою, за рахунок відсутності механічних доробок в процесі виготовлення пристрою.

Основними складовими частинами виробу є друковані вузли.

Друкована плата для є двосторонньою і виготовляється із двохстороннього фольгованого склотекстоліту СФ–2–35–1.5, товщиною 1.5 мм. Плата виготовляється методом комбінованим позитивним, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат, оскільки дозволяє провести металізацію отворів.

Процес підготовки та монтажу радіоелементів на друкований вузол максимально автоматизовано. це досягнуто в результаті вибору елементної бази та варіантів встановлення ЕРЕ.

Складання виробу в цілому не потребує спеціального обладнання, використовується лише пневмоверт . При складанні виконується лише складально-слюсарна операція та електромонтажна операції.

Отже конструкція проектованого протиугонного пристрою є технологічною.

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

Основною електричною частиною виробу є друкований вузол, на якому розміщуються більшість ЕРЕ. Даний вузол складається з друкованої плати і самих ЕРЕ.

Друкована плата виготовляється з фольгованого склотекстоліту СФ-2, товщиною 1.5 мм. Форма плати прямокутник.

На платі є монтажні та перехідні отвори трьох діаметрів: 0,9 мм і 1,1 мм, а також 4 кріпильних отвори діаметром 2.5мм. Всі ці вимоги відповідають ГОСТ 10314-79. Дана плата 2-го класу точності з кроком координатної сітки 1,25 мм. Це обумовлено тим, що відстань між выводами баготовивідних елементів становить 1,25мм. Оскільки плата

двостороння вона містить перехідні отвори. Всі, окрім монтажних, отвори на платі металізовані для забезпечення електричного зв'язку між шарами.

Оскільки дана плата двостороння, вона виготовляється комбінованим методом. Використання комбінованого методу виготовлення друкованої плати дозволяє нанести металізацію в отвори для забезпечення електричного зв'язку між шарами. У комбінованому методі поєднано використання хімічного методу для виготовлення друкованих провідників та гальванохімічного для нанесення металізації в монтажні отвори для створення електричного контакту між шарами. Структура технологічного процесу буде складатись з таких етапів:

- 1) розрізання текстоліту на смуги;
- 2) штампування заготовок і центровочних отворів;
- 3) хімічне осадження міді;
- 4) сверління монтажних та перехідних отворів;
- 5) нанесення малюнку (Експонування із негативу);
- 6) гальванічне нарощення міді;
- 7) зняття захисту;
- 8) захист друкованих провідників(експонування із позитиву);
- 9) травлення технологічних провідників;
- 10) зняття захисту;
- 11) промивання;
- 12) маркування заводського номера.

Малюнок друкованих провідників створюється фотолітографічним методом. Суть даного методу полягає в тому, що склотекстоліт покривається фоторезистом. Після цього плату співставляють з фотошаблоном з позитиву або негативу. Далі відбувається експонування: плата засвічується ультрафіолетом. Після цього відбувається проявлення: при цьому місця, де мусить залишитися фоторезист твердне, а ділянки, де її не має бути – рідне. Далі залишки фоторезисту змиваються. Перевагою даного методу є висока точність малюнку.

Останньою операцією є консервування. При цьому плата консервується в поліетиленову упаковку для подальшого зберігання на складах, або транспортування.

3.6.4 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.

1) Коефіцієнт використання мікросхем у вузлі:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{ере}}}, \quad (3.15)$$

де: $H_{\text{імс}}$ – кількість мікросхем у вузлі, $H_{\text{імс}} = 2$;

$H_{\text{ере}}$ – загальна кількість електрорадіоелементів, $H_{\text{ере}} = 51$.

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{2}{51} = 0,04.$$

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

$$K_{\text{а.м.}} = \frac{H_{\text{а.м.}}}{H_{\text{м}}}, \quad (3.16)$$

де: $H_{\text{а.м.}}$ – кількість автоматизованих монтажних з'єднань = 114;

$H_{\text{м}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, $H_{\text{м}} = 124$.

$$K_{\text{ам.}} = \frac{114}{124} = 0,92 ,$$

3) Коефіцієнт механізації підготовки електрорадіоелементів $K_{м.п.ере}$ визначається за формулою:

$$K_{м.п.ере} = \frac{H_{м.п.ере}}{H_{ере}}, \quad (3.17)$$

де: $H_{м.п.ере}$ – кількість електро радіоелементів, підготовка яких до монтажу здійснюється механізованим або автоматизованим методом. До числа цих ЕРЕ включають ті, що не потребують підготовки до монтажу, $H_{м.п.ере} = 51$.

$$K_{м.п.ере} = \frac{51}{51} = 1$$

4) Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів $K_{повт.ере}$ визначається за формулою:

$$K_{повт.ере} = 1 - \frac{H_{т.ере}}{H_{ере}}, \quad (3.18)$$

$$K_{повт.ере} = 1 - \frac{30}{51} = 0,41 ,$$

де: $H_{т.ере}$ – кількість типорозмірів електрорадіоелементів, $H_{т.ере} = 30$.

5) Коефіцієнт застосовуваності електрорадіоелементів $K_{заст.ере}$ визначається по формулі:

$$K_{заст.ере} = 1 - \frac{H_{т.оп.ере}}{H_{т.ере}}, \quad (3.19)$$

$$K_{заст.ере} = 1 - \frac{0}{30} = 1,$$

де: $N_{т.ор.ере}$ – кількість типорозмірів оригінальних електрорадіоелементів. $N_{т.ор.ере} = 0$.

6) Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{вст.р.}$ визначається за формулою:

$$K_{вст.р.} = 1 - \frac{H_{вст.р.}}{H_{ере}}, \quad (3.20)$$

$$K_{вст.р.} = 1 - \frac{15}{51} = 0,71,$$

де: $N_{вст.р.}$ – кількість видів встановочних розмірів електрорадіоелементів.

7) Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей K_{ϕ} визначається за формулою:

$$K_{\phi} = \frac{D_{пр}}{D}, \quad (3.21)$$

$$K_{\phi} = \frac{1}{1} = 1,$$

де: $D_{пр}$ – кількість механічних деталей, заготовки яких, або самі деталі отримані прогресивними методами формоутворення (штампування, пресування, лиття, пайка, зварка тощо), $D_{пр} = 1$

D – загальна кількість деталей у виробі.

8) Визначаємо комплексний показник технологічності за формулою:

$$K = \frac{\sum K_i \varphi_i}{\sum \varphi_i}, \quad (3.22)$$

$$K = \frac{0,04 + 0,92 + 0,75 + 0,2 + 0,31 + 0,13 + 0,11}{3,857} = 0,64.$$

Часткові показники технологічності зведено в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Комплексний показник технологічності

Показник технологічності	Позначення	Величина	φ_i
Коефіцієнт використання мікросхем і мікрозборок.	$K_{\text{вик.імс}}$	0,04	1,000
Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу.	$K_{\text{а.м.}}$	0,92	1,000
Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ.	$K_{\text{м.п.ере}}$	1	0,750
Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ.	$K_{\text{повт.ере}}$	0,41	0,500
Коефіцієнт застосовуваності ЕРЕ.	$K_{\text{заст.ере}}$	1	0,310
Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ.	$K_{\text{вст.р.}}$	0,71	0,187
Коефіцієнт прогресивності формоутворення.	$K_{\text{ф}}$	1	0,110

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (3.23)$$

Перевіряємо умову (2.23):

$$\frac{0,64}{0,5} = 1,28 \geq 1$$

Дана умова виконується, тому проектована конструкція вважається технологічною.

3.7 Наукове дослідження і математичне моделювання

3.7.1 Розрахунок надійності проектованого виробу

Розрахунок надійності проектованого виробу розраховується за вмістом певних елементів. В ході розрахунку використовується таблиця надійності елементів та графік залежності безвідмовної роботи від часу експлуатації пристрою.

Основними характеристиками надійності, що приймаються для описання електронної апаратури, є ймовірність безвідмовної роботи, середній час напрацювання на відмову і інтенсивність відмов в системі.

Для проведення розрахунку надійності використовується комп'ютерна програма NAD_Release.

Вихідними даними для розрахунків є кількісний склад компонентів, що володіють різними надійнісними характеристиками.

Для більшості електронних пристроїв справедливі наступні допущення:

- ймовірність виникнення відмов не залежить від часу;
- інтервал часу між відмовами розподілений по експоненціальному закону;
- всі елементи працюють одночасно і відмова будь-якого з них призводить до відмови всього пристрою.

Коефіцієнти впливу:

коефіцієнт механічних впливів..... 1;

коефіцієнт впливу вологості і температури..... 1;

коефіцієнт атмосферних впливів..... 1;

Кількісний склад елементів пристрою та їх властивості надійності зведено в таблицю 3.2

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 4,421e-005 2/год

Середня напрацювання до відмови: 29562 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

- $t = 10$ год. $P(t) = 0.999098$;
- $t = 100$ год. $P(t) = 0.994621$;
- $t = 1000$ год. $P(t) = 0.985281$;
- $t = 10000$ год. $P(t) = 0.715321$;
- $t = 100000$ год. $P(t) = 0.288301$.

Таблиця 3.2-Елементи пристрою і їх властивості надійності

№	Назва групи елементів	Кіл., шт	$K_{п.}$	$I_{від}, 1 \times 10^{-6}$	$Кіл. \times K_{нав} \times I_{від} \times 1 \times 10^{-6}$
1.	Напівпровідникові ІМС	2	1,0	0,03	0,15
2.	Транзистор кремнієвий	5	0.35	1.7	3,57
3.	Конденсатор керамічний	1	0,1	1,4	1,54
4.	Конденсатор електrolітичний	8	0,4	2.4	4,8
5.	Світлодіод	2	1	2	8
6.	Резистор товстоплівковий	18	0,42	0.8	5,7
7.	Резистор підстроювальний	1	0,45	0,8	0,98
8.	Діодна кремнієвий	9	0,35	0,7	0,25
9.	Реле електромагнітне	3	0,78	0,12	1,5
10.	Роз'єм (на 1 контакт)	18	0,47	0,54	1,95
11.	Плата друкована	1	1	0.1	0,1
12.	Пайка	156	1	0.02	2,52

Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу роботи подано на рисунку 3.12

Висновки: В результаті розрахунку надійності проектного протиугінного пристрою визначено, що він є достатньо надійним, а саме середнє напрацювання до відмови становить 29562 год. складено зведену таблицю, з переліком елементів проектного протиугінного пристрою та

їх властивостями надійності (див. табл.2.1), та отримано графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу (див. рис. 2.12)

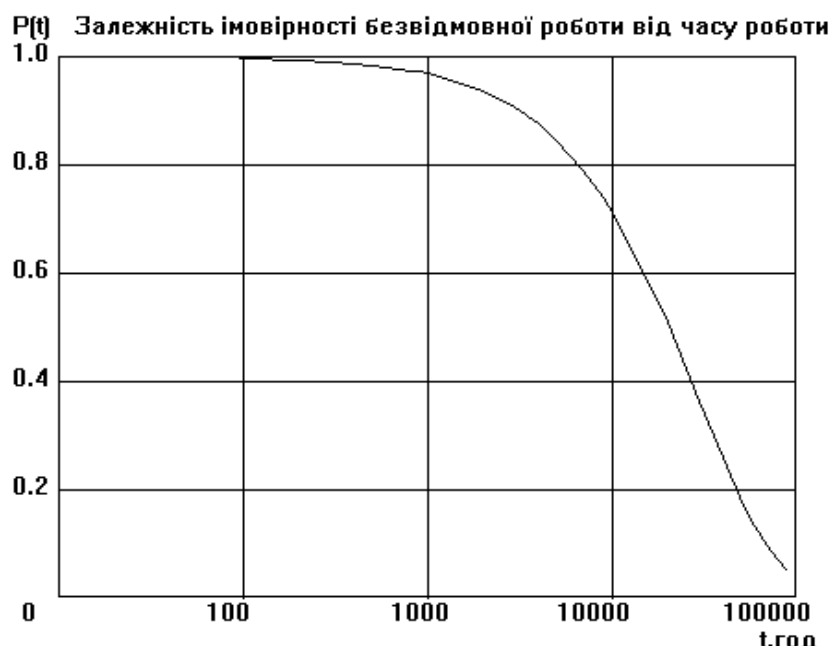


Рисунок 3.12 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи пристрою від часу роботи

3.7.2 Оцінки надійності роботи пристрою за характеристиками надійності його окремих вузлів

Від моніторингу рівня надійності як окремих вузлів, так і пристрою в цілому, залежатиме ефективність його експлуатації та обслуговування. Тому важливо покладатися на ефективну систему діагностування. Математичним апаратом розрахунку надійності в даному випадку є метод диференціальних рівнянь, який можна застосовувати лише для експоненційного закону розподілу напрацювання до відмови та часу відновлення, що в більшості випадків характерно для періоду життєвого циклу апаратури.

Диференціальні рівняння складаються на основі наступних правил: взаємодію між компонентами пристрою відображаємо у логічній моделі у вигляді схеми станів, що представляє собою орієнтований граф, кожна вершина якого відповідає певному стану системи, а ребра - можливим напрямом переходів із стану в стан. Як, наприклад показано на рис.1, для

випадку, коли у функціонуванні складових пристрою можна виділити три різні стани взаємодії (перемикання).

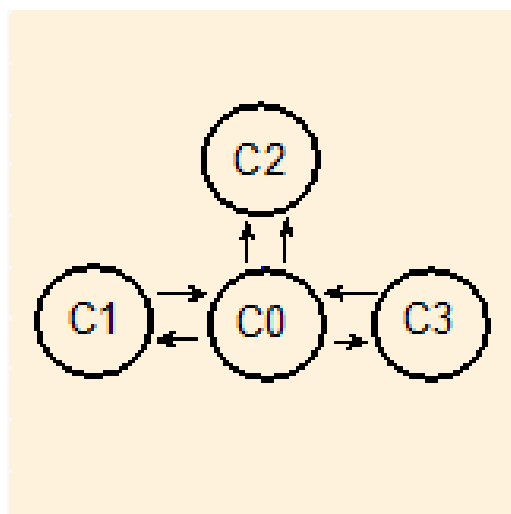


Рисунок 3.13 - Логічна схема взаємодій вузлів пристрою в процесі функціонування

Диференціальне рівняння формуємо за наступними правилами:

- в лівій частині кожного рівняння стоїть похідна по часу від ймовірності знаходження системи в j -му стані в момент часу t ;
- кількість доданків в правій частині дорівнює кількості зв'язків, що впливають на даний стан;
- кожний такий доданок рівний добутку інтенсивності переходу на ймовірність вихідного стану (того, з якого виходить стрілка у діаграмі зв'язків на рис. 1);
- знак добутку додатній, якщо стрілка входить в стан, що розглядається, і від'ємний, якщо виходить з нього;

кількість рівнянь дорівнює кількості станів системи.

Диференціальне рівняння для довільної вершини логічної моделі, в яку пристрій може прийти із m вершин і із якої може пізніше переходити в одну із n вершин записується як:

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^m \Lambda_{ji} P_j(t) - P_i(t) \sum_{z=1}^n \Lambda_{iz}$$

і доповнюється умовою:

$$\sum_{j=0}^m P_j(t) = 1,$$

де $P_j(t)$ – ймовірність знаходження системи в j -му стані; $(m+1)$ – кількість можливих станів системи.

В результаті розв'язання системи диференціальних рівнянь отримаємо ймовірності знаходження пристрою в кожному із станів логічної схеми. Функція готовності, обчислюється як сума ймовірностей знаходження пристрою в усіх n робото-здатних станах:

$$K_r(t) = \sum_{j=1}^n P_j(t),$$

Функція простою визначається, як:

$$K_p(t) = 1 - K_r(t).$$

Для знаходження коефіцієнта готовності або простою необхідно розглянути режим експлуатації при $t \rightarrow \infty$, в цьому випадку всі похідні будуть рівні нулю і система диференціальних рівнянь перетвориться в систему алгебраїчних рівнянь.

Так для пристрою, логічна схема спрацювання вузлів зображена на рис.1, отримаємо:

$$\begin{aligned} \frac{dP_0}{dt} &= l \frac{dP_0}{dt} - m \frac{dP_1}{dT} - m \frac{dP_2}{dt} - m \frac{dP_3}{dt} \\ \frac{dP_1}{dt} &= l \frac{dP_0}{dt} - m \frac{dP_1}{dT} \\ \frac{dP_2}{dt} &= l \frac{dP_0}{dt} - m \frac{dP_2}{dt} \\ \frac{dP_3}{dt} &= l \frac{dP_0}{dt} - m \frac{dP_3}{dt} \end{aligned}$$

Коефіцієнти безвідмовного напрацювання та інтенсивності відмови l і m в даній системі диференційних рівнянь є величинами оберненими до середнього часу безвідмовної роботи $T_{всер}$ та середнього часу простою конкретної ланки $T_{fсер}$:

$$l=1/T_{всер}, m=1/T_{fсер}.,$$

значення яких можемо оцінити у тестовому випробуванні за даними журналу спостережень.

На рис. 3.14 приведено динаміку зміни імовірності безвідмовного функціонування пристрою (P_0), а на рис.3 – зміни імовірностей безвідмовного функціонування окремих вузлів (P_1, P_2, P_3) в залежності від часу експлуатації за конкретних показників надійності і початкових станів підсистем.

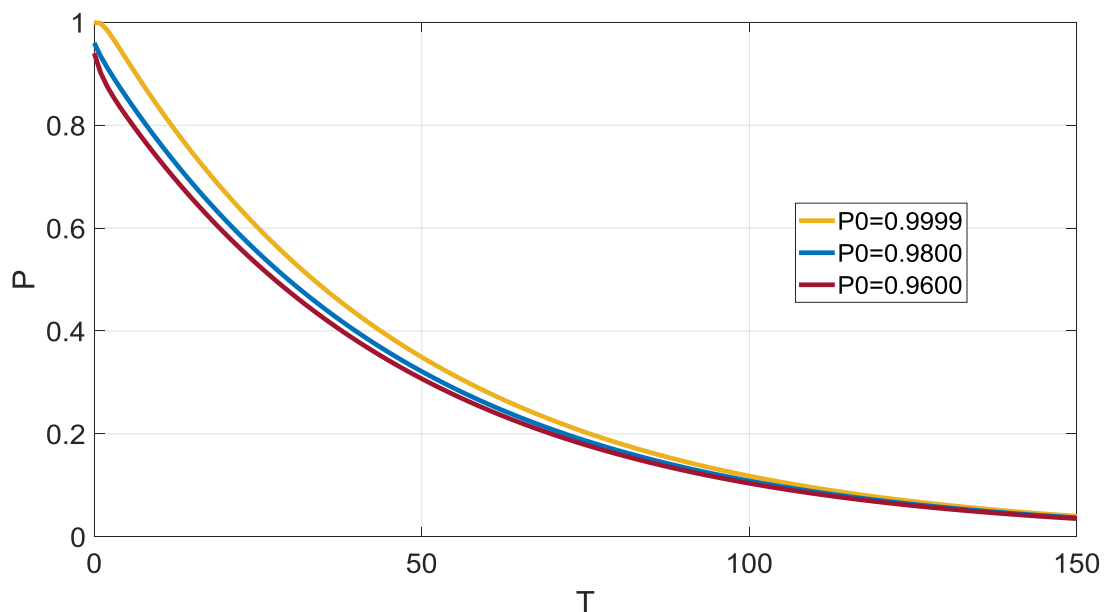


Рисунок 3.14 - Імовірності безвідмовної роботи пристрою за різних початкових оцінок $P_{00}, P_{10}, P_{20}, P_{30}$.

ПЗ для обчислення і візуалізації відносно P0 (розв'язування системи дифрівнянь в середовищі MATLAB):

```
clear all
T=[0:1:150];
sys='Dp0=.0105*p0-.9895*p1-.9895*p2-.9895*p3,          Dp1=.0105*p0-
.9895*p1, Dp2=.0105*p0-.9895*p2, Dp3=.0105*p0-.9895*p3';
cnd={'p0(0)=.9999,p1(0)=.0002,          p2(0)=.0005,
p3(0)=.0003','p0(0)=0.960,p1(0)=0.02,p2(0)=0.005,p3(0)=0.015','p
0(0)=.9400,p1(0)=.01, p2(0)=.02, p3(0)=.03'};

for k=1:3
[p0,p1,p2,p3]=dsolve(sys,char(cnd(k)))
P0=subs(p0,'t',0:1:150);

plot(T,P0),grid
hold on
end
```

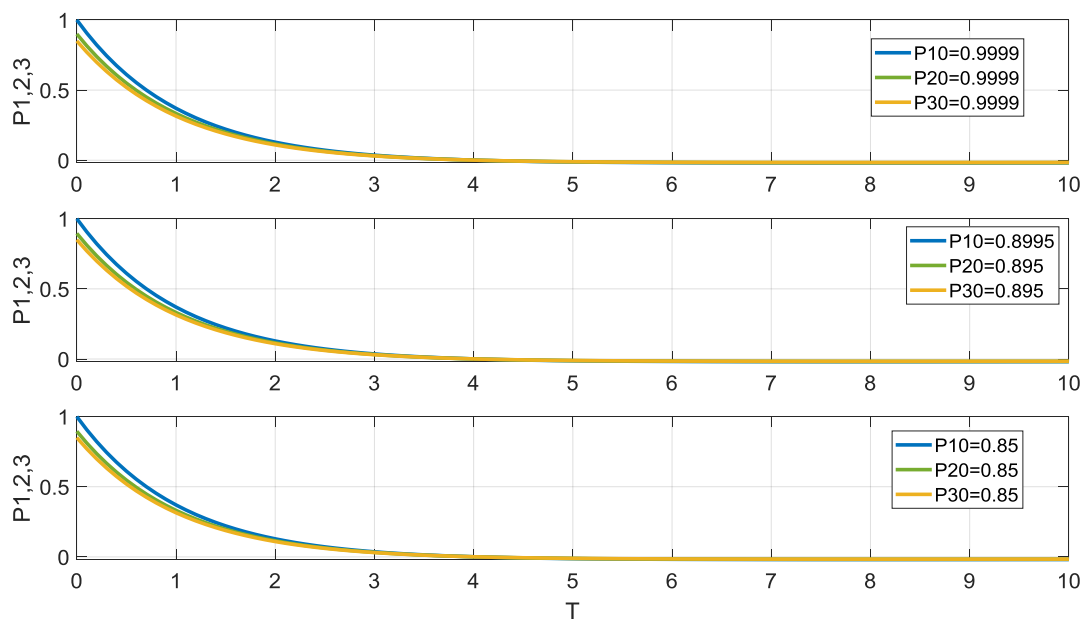


Рисунок 3.15 - Імовірності відмови в окремих вузлах за різних початкових оцінок P0, P1, P2, P3.

ПЗ для обчислення і візуалізації відносно P1, P2, P3 (розв'язування системи дифрівнянь в середовищі MATLAB):

```
clear all
T=[0:.1:10];
sys='Dp0=.0105*p0-.9895*p1-.9895*p2-.9895*p3, Dp1=.0105*p0-
.9895*p1, Dp2=.0105*p0-.9895*p2, Dp3=.0105*p0-.9895*p3';
cnd={'p0(0)=.9999,p1(0)=.9999, p2(0)=.9999,
p3(0)=.9999', 'p0(0)=0.895,p1(0)=0.8995,p2(0)=0.895,p3(0)=0.895',
'p0(0)=.85,p1(0)=.85, p2(0)=.85, p3(0)=.85'};

for k=1:3
[p0,p1,p2,p3]=dsolve(sys,char(cnd(k)))
%P0=subs(p0,'t',0:1:150);
P1=subs(p1,'t',0:.1:10)
P2=subs(p2,'t',0:.1:10);
P3=subs(p3,'t',0:.1:10);
subplot(3,1,1)
plot(T,P1),grid
hold on
subplot(3,1,2)
plot(T,P2),grid
hold on
subplot(3,1,3)
plot(T,P3),grid
hold on
end
grid
```

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Основні положення законодавства про охорону праці

До основних законів та підзаконних актів, що регламентують правові відносини у сфері охорони праці відносяться:

- Конституція (1996р.)
- Кодекс законів про працю (КЗпП)
- Закони: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» і ін..
- Укази і постанови Президента, Верховної Ради, Кабміну.

Окремі питання що до охорони праці регламентуються Цивільним, Кримінальним та Адміністративним кодексом і здійснюються на засадах, відповідно до яких нікого неможна примусити робити те, що не передбачено Законом.

Основне завдання у підготовці фахівців з питань охорони праці полягає у тому, щоб сформувати в їх свідомості повагу до Основного Закону, до конституційного права і в цілому, до законодавчо-нормативної бази України.

Згідно з Конституцією кожна людина має право на вільний розвиток своєї особистості, а її життя й здоров'я, честь і гідність, недоторканість і безпека визнаються найкращою соціальною цінністю (ст. 3).

Права і свободи людини та її гарантії визначають зміст і спрямованість розвитку держави, яка відповідає перед людиною за свою діяльність.

Основний закон України гарантує право на працю, що дає можливість людині заробляти собі на життя. Конституція гарантує право людині на належні, безпечні й здорові умови праці.

Відповідно до статті 45 Конституція визначає право кожної людини на відпочинок, на оплачувану щорічну відпустку, встановлення скороченого робочого дня для окремих професій і виробництв, скороченого часу роботи в нічні зміни і ін..

Громадяни України мають право на соціальний захист: забезпечення пенсії в разі часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та в інших випадках передбачених законом (ст. 46). це право гарантується загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням.

Всі види соціальних виплат та допомог, що є основним джерелом існування, мають забезпечувати рівень життя, не нижчий від прожиткового мінімуму, встановленого законом.

Основний Закон держави має найвищу юридичну силу, на ньому ґрунтується вся національна система права. Закони та нормативно-правові акти приймаються на основі конституції і повинні їй відповідати.

Трудові відносини працівників з питань охорони праці та трудового Законодавства регламентує Кодекс Законів про Працю (КЗпП).

У КЗпП зафіксовані питання трудового законодавства: право на працю, обов'язки та права працівників, умови укладання договорів про працю, тривалість робочого часу, обмеження щодо понадурочні роботи, охорона праці жінок та молоді, пільги працівникам, що поєднують роботу з навчанням і т. ін..

В окремих статтях КЗпП зазначено шляхи створення здорових і безпечних умов праці, дотримання вимог охорони праці під час будівництва й експлуатації будівель, споруд та обладнання; заборону введення в експлуатацію підприємств, нових машин та іншого обладнання які не відповідають вимогам охорони праці; обов'язки адміністрації щодо поліпшення умов праці; контроль за дотриманням вимог інструкцій з охорони праці; матеріальну відповідальність за збитки заподіяні працюючим ушкодження їх здоров'я і т. ін..

Державним законодавством встановлюється відповідний рівень умов праці шляхом забезпечення права населення на санітарно-епідеміологічне благополуччя, здоров'я та довголіття.

Закон «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» (1994р.) визначає порядок організації державної санітарно-епідемічної служби та державного санітарного нагляду.

Згідно з цим Законом державній реєстрації та гігієнічній регламентації підлягають будь-які небезпечні чинники фізичної, хімічної або біологічної природи наявні у середовищі життя й діяльності людини.

Санітарне та епідеміологічне благополуччя населення – це своєчасна й достовірна інформація про стан здоров'я та наявні чинники розвитку, це створення оптимальних умов життєдіяльності, що забезпечують низький рівень захворюваності, відсутність шкідливого впливу на здоров'я населення чинників навколишнього середовища і т. ін. Підприємства зобов'язані розробляти та здійснювати санітарні й проти епідеміологічні заходи та контролювати виконання вимог санітарного законодавства.

В окремих статтях цього закону зафіксовано вимоги до проектування, будівництва, розробки нових засобів праці та технологій (ст. 15), вимоги до водопостачання (ст. 18), до чистого атмосферного повітря (ст. 19), вимоги до виробничих та жилих приміщень (ст. 22), об'єкти санітарно – гігієнічної експертизи (ст. 10, 11), питання радіаційної безпеки та захист населення від їх шкідливого впливу .

В законах визначено, що кожен громадянин зобов'язаний дбати про збереження навколишнього середовища, відшкодувати завдані ним збитки та не порушувати права й свободи інших людей, неухильно дотримуватися законодавчих вимог, так як незнання законів не звільняє людину від юридичної та іншої відповідальності.

4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні виробу

Процес пайки супроводжується забрудненням повітряного середовища, робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може призвести до свинцевим отруєнням організму і викликати зміни крові,

нервової системи і судин. З метою попередження отруєнь свинцем ділянки пайки обладнуються відповідно до вимог санітарних правил.

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

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

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

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

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

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

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

Виготовлення друкованих плат:

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

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

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

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

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

Для травлення міді з пустих ділянок плат використовується ряд травників; хлорне залізо, персульфат амонію, хлорна мідь, сплав «Розе», хромовий ангідрид із сірчаною кислотою і ряд інших є токсичними речовинами. До роботи з цими травниками допускаються особи, навчені

безпечним прийомам роботи і пройшли інструктаж на робочих місцях по роботі зі шкідливими і отруйними речовинами. У разі потрапляння травників на шкіру або слизову оболонку очей необхідно негайно рясно промити їх проточною водою.

Роботу з травниками слід проводити в спецодязі і захисних окулярах. Робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

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

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

При роботі з електродрилем необхідно застосовувати діелектричні гумові рукавички.

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

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

При монтажі радіосхем забороняється:

- Перевіряти на дотик наявність напруги і нагрів струмоведучих частин схеми;
- Застосовувати для з'єднання блоків і приладів проводи з пошкодженою ізоляцією;
- Виробляти пайку і установку деталей в обладнанні, що знаходиться під напругою;
- Вимірювати напруги і струми переносними приладами з неізольованими проводами і щупами;

- Підключати блоки та прилади до устаткування, що знаходиться під напругою;

- Замінювати запобіжники у включеному обладнанні;

- Працювати на високовольтних установках без захисних засобів.

4.3 Пожежна охорона та організація гасіння пожеж

Для підтримки необхідного рівня пожежної безпеки на об'єктах і в населених пунктах створюють пожежну охорону, яка поділяється на:

— державну ;

— відомчу;

— сільську (місцеву);

— добровільну.

Державна пожежно-рятувальна служба функціонує на базі воєнізованих та професійних пожежних частин, що підпорядковані МНС. Її структура , функції, обов'язки та права визначені Законом «Про пожежну безпеку» та Положеннями про пожежну охорону (1994).

Підрозділи Державної пожежно- рятувальної служби створюються в населених пунктах, які мають особливо важливе значення або високу пожежну небезпеку.

Відомча пожежна охорона створюється у відомствах підвищеної небезпеки на підставі переліку кабміну. Об'єктова пожежна охорона створюється на об'єктах підвищеної небезпеки на підставі договорів між пожежно-рятувальною службою обласних апаратів та об'єктами. Ці підрозділи щодо покладених на них функцій керуються нормативними актами, які діють у Державній пожежно-рятувальній службі.

У населених пунктах де немає підрозділів Державної пожежної служби, органи місцевої адміністрації створюють місцеві (сільські) пожежні команди, фінансування та матеріально технічне забезпечення яких здійснюється за рахунок коштів місцевого бюджету та коштів підприємств, розташованих на території району.

Добровільні пожежні дружини (ДПД) створюються на підприємствах з числа працівників з метою підтримки відповідного рівня пожежної безпеки.

Добровільна пожежна охорона має відповідну матеріально-технічну базу, спеціальне технічне обладнання, засоби зв'язку, забезпечення спецодягом і засобами індивідуального захисту.

Фінансово-матеріальне забезпечення державної пожежно-рятувальної служби, здійснюється за рахунок державного бюджету, а також місцевих бюджетів і коштів отриманих від підприємств, що ними охороняються.

Особовий склад Державної пожежно-рятувальної служби (рядовий і керівний) основним оперативним завданням під час гасіння пожеж має порятунок людей, у разі загрози їх життю, та ліквідацію пожежі у тому обсязі якого вона набула на момент прибуття.

Для виклику пожежної охорони встановлено єдиний номер – 01. Гасіння пожежі здійснюється безкоштовно, а збитки, пов'язані з пошкодженням майна, завдані гасінням пожежна охорона не відшкодовує.

Після ліквідації пожежі комісія складає матеріали про пожежу за формами встановленими МНС.

Порядок гасіння пожеж встановлюється МНС за погодженням з зацікавленими міністерствами та відомствами, які мають вести облік пожеж на об'єктах, що належать до їх компетенції та аналізувати причини їх виникнення і вживати заходи для їх усунення.

Порядок ведення обліку пожеж та їх наслідків визначають «Правила обліку пожеж та їх наслідків» (№2030, 2003).

Державний облік пожеж здійснює МНС. Про пожежі та їх наслідки міністерства та відомства щомісячно надають інформацію МНС.

Відповідальність за своєчасне подання звітних даних та повноту обліку пожеж покладено на керівників міністерств, відомств та підприємств, які ведуть цей облік.

Нагляд за дотриманням законності у діяльності пожежної охорони здійснює прокуратура на місцях.

ВИСНОВКИ

Згідно завдання на дипломне проектування було розроблено конструкцію протиугінного. Проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації та показники собівартості.

Виріб проектувався з врахуванням сучасних вимог економічного, естетичного, конструктивно-технологічного характеру, норм дизайну та ергономіки.

Пристрій є досить простий у виготовленні, зручний в експлуатації та ремонті, має хороші перспективи 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, більшість операцій піддаються автоматизації і механізації. Це позитивно впливає на зменшення затрат по оплаті праці, підвищує її продуктивність, позитивно впливає на собівартість готової продукції.

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

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

Розрахунок економічної частини проекту показав, що запропонований пристрій по вартості доступний для придбання громадянами із середнім рівнем матеріального забезпечення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под ред. А.Ф.Горбацевича, Минск, Высшая школа, 1975.
2. Краткий справочник нормировщика-машиностроителя, Минск, Беларусь, 1976.
3. Жидецкий В. Ц. Основы охорони праці: Підручник.- Львів: Афіша, 2005.- 318 с.
4. Жидецкий В. Ц. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник/ за ред. В. Ц. Жидецького - Львів: Афіша, 2000.- 352 с.
5. Коротков И. А. Вольтметр на ICL7135 и особенности подключения индикаторов - Радиоаматор №11, 2003р., С. 22с.
6. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТК ТДТУ, 2002р 26с.
7. Методичні вказівки по виконанню електричних розрахунків каскадів радіоелектронної апаратури - ТК ТДТУ, 2002р 25с..
8. Применения микросхемных стабилизаторов серии 142, К142 и КР142.- Радио №3, 1991р., С. 47с.
9. Основи надійності та діагностики інформаційних систем. Навчальний посібник підготовлено для самостійної роботи студентів та аспірантів вищих навчальних закладів. Київ: ННІТ ДУТ, 2020. – 184 с.
10. Нормування показників надійності технічних засобів : навчальний посібник / О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с