

ЗМІСТ

с.

ВСТУП	7
1 ДОСЛІДНИЦЬКО - КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	8
1.1 Огляд відомих теоретичних і практичних рішень за темою роботи	8
1.2 Якісна оцінка конструкції проєктованого виробу	9
1.3 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла	11
1.4 Розрахунок друкованого монтажу	15
1.5 Розробка маршрутно-операційної технології складання проєктованого виробу	21
1.6 Опис технології ремонту та регулювання радіо-пристрою	21
1.7 Автоматизація конструкторсько технологічного проєктування	23
1.8 Опис реалізації поставленої задачі в системі автоматизованого проєктування	24
1.9 Аналіз результатів проєктування і короткі висновки	25
2 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ	27
2.1 Загальна характеристика та аналіз функціональних схем систем регулювання підсилення	27
2.2 Схемотехніка і аналіз автоматичного регулювання підсилення	35
2.3 Дослідження схеми Автоматичного Регулювання Підсиленням	45
2.4 Результати дослідження (діаграми, рисунки, графіки, таблиці, числові оцінки і коментарі до них).	46 51

2.5 Висновки

3 ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА САПР

3.1 Призначення та область застосування проектованого виробу	52
3.2 Технічні характеристики проектованого виробу і короткий опис роботи по принциповій електричній схемі	52
3.3 Вибір елементної бази	54
3.4 Технічне обґрунтування конструкції проектованого виробу з врахуванням технологічності	
3.5 Опис конструкції виробу	67
3.6 Розрахункова частина	68
3.6.1 Розрахунок надійності проектованого виробу	68
3.7 Вибір і обґрунтування задачі розділу	

4 ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Покращення організаційно – технологічної підготовки виробництва	
4.2 Розрахунок продуктивності варіантів автоматизованих виробничих систем	84
4.2.1.Розрахункова кількість обладнання:	88
4.2.2.Капіталовкладення в технологічне обладнання:	90
4.2.3.Розрахунок величини поточних витрат	90
4.3 Висновки	93

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Правові аспекти в охороні праці	95
-------------------------------------	----

	10
5.2 Аналіз потенційної небезпеки і шкідливості виробничої сфери	98
5.3 Вимоги до системи електроживлення і заземлення	99
5.4 Система блискавкозахисту	100
5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях	103
5.6 Надзвичайні ситуації техногенного характеру	106
5.7 Поглиблення протиріч та посилення небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій	106
5.8 Характеристика і причини виникнення надзвичайних ситуацій	108
6 ЕКОЛОГІЯ	110
6.1 Заходи з охорони навколишнього середовища	110
6.2 Екологічні катастрофи	113
6.3 Природно-техногенні небезпеки	114
6.4 Екологічні проблеми промислового комплексу	116
ВИСНОВКИ	99
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	
ДОДАТКИ	

1 ДОСЛІДНИЦЬКО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

1.1 Огляд відомих теоретичних і практичних рішень за темою роботи

Якість продукції, що випускається на машинобудівних підприємствах залежить від кількості і якості вимірювань з допомогою яких контролюються

технологічні параметри виробничих процесів, так і параметри, характеристики і властивості одержуваних виробів.

В приладобудуванні до 15% трудових затрат приходиться на виконання вимірювань, які забезпечують якість, надійність і взаємозамінність виробів.

Вдосконалення методів і засобів вимірювань проходить безперервно. Їх успішне освоєння і використання на виробництві вимагає знань основ технічних вимірювань, знайомства з будовою сучасних вимірювальних приладів і прийомами роботи на них.

Вимірювання температури, як основного контрольованого параметра, так і в якості даних для введення поправок в результат вимірювання чи вмикання різноманітних виконавчих механізмів та пристроїв для зміни умов проведення вимірювального експерименту є досить широко застосовуваним завданням.

При виконанні магістерської роботи було здійснено розробку конструкції Переговорний пристрій "будинок- хвіртка". При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонньою друковану плату мінімальних розмірів 100×95мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить складна, але конструкція корпусу виробу є нескладною. Для зменшення маси і спрощення технології виготовлення корпусу матеріалом для нього є пластмаса. Оскільки конструкція проста пристрій виготовляється методом лиття під тиском. Усі органи управління та індикації в даному пристрої розміщені з урахуванням зручності управління, спостереження та психофізичних властивостей людини..

Корпус має такі розміри 281x123x172, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці. Колір захисно-декоративного покриття зовнішніх поверхонь корпусу чорний, що забезпечує хорошу компоновку і дизайн.

Проведено розрахунок друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

В технологічній частині курсового проекту була проведена кількісна і якісна оцінка технологічності. Розроблена конструкція даного пристрою являється технологічною і з деякими доробками може впроваджуватися у виробництво. Розроблена маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла і виробу.

1.2 Якісна оцінка конструкції проектного виробу

При розробці даного виробу було використано пластмасу в якості матеріалу для корпусу. Враховуючи те що корпус буде не важкої конструкції, можна було б використати інший матеріал, але пластмаса є дешевою і легкою, ми вибираємо саме цей матеріал. Колір корпусу може бути будь-якого кольору, але переважно вибирають чорний колір.

Для того щоб забезпечити технологічність конструкції виробу, зручність його зборки при виробництві також розборки при налагоджуванні корпус можна виконати з верхньої та нижньої кришок. Такий тип конструкції повинен забезпечувати легкий доступ до вузлів виробу його регулювання й налагоджування.

Використання пластмаси в такому корпусі також дає перевагу в тому що пластмаса легкий матеріал і вона не буде причиняти незручностей при використанні приладу.

Такий тип корпусів виготовляється методом лиття під тиском, це є один із основних способів у виробництві. Даний спосіб виготовлення дозволяє дотримуватись точних розмірів конструкції, непотрібне додаткове

З використанням друкованого монтажу значно спростила зборка вузла також налагоджування і регулювання.

Основним головним елементом у виробі є друкована плата, яка виготовляється комбінованим методом з двостороннього фольгованого склотекстоліту СФ2-35-ІКП (ГОСТ10316-78) товщиною 3 мм.

Перед тим як встановлювати радіоелементи плату маркують фарбою ТНТФ-01 (ТУ29-02-889-88).

Підготовка радіоелементів до встановлення у плату. Формування виводів рекомендується зиг-замком це зменшує час роботи та трудомісткість і пропадає потреба у збільшенні робочих місць. Виводи електролітичних конденсаторів і мікросхем не формують бо вони вже є сформованими.

Лудження виводів радіоелементів проводити вручну флюсом АТІ-120.

Радіоелементи встановлюються вручну. Пайка відбувається автоматизовано хвилею припою, що дозволяє одночасно запаювати всі виводи.

Для тих радіоелементів, які не паяються автоматично, використовують ручну пайку електричним паяльником на 36В. Припой використовують типу ПОС-61 (ГОСТ21931-76) та флюс АТІ-120 (ГОСТ32142-82). Після пайки плату миють та покривають захисним безколірним лаком АК-113 (ГОСТ23832-79). Це захищає плату від вологи та впливів навколишнього середовища і витримує діапазон температур -60 до $+100^{\circ}\text{C}$.

Плату закріплюємо за допомогою саморізів електроввертом — це збільшує швидкодію зборки. Пояснювальні написи на корпусі робляться швидковисихаючою фарбою сіткою графічним методом.

1.3 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 мікросхем і мікрозборок у вузлі

$$K_{викімс} = \frac{H_{імс}}{H_{ере}}, \quad 1.1$$

де: $H_{імс}$ – кількість мікросхем і мікрозборок у вузлі, $H_{імс} = 4$;

$H_{ере}$ – загальна кількість електрорадіоелементів, $H_{ере} = 72$.

$$K_{викімс} = \frac{4}{72} = 0,13$$

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

$$K_{а.м.} = \frac{H_{а.м.}}{H_{м}}, \quad 1.2$$

де: $H_{а.м.}$ з'єднань= 212;

$H_{м}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, $H_{м} = 212$.

$$K_{а.м.} = \frac{212}{212} = 1$$

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

$$K_{м.п.ере} = \frac{H_{м.п.ере}}{H_{ере}}, \quad 1.3$$

де: $H_{м.п.ере}$ - кількість електрорадіоелементів, підготовка яких до монтажу здійснюється механізованим або автоматизованим методом. До числа цих ЕРЕ включають ті, що не потребують підготовки до монтажу, $H_{м.п.ере} = 45$.

$$K_{м.п.ере} = \frac{72}{72} = 1$$

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

$$K_{повт.ере} = 1 - \frac{H_{т.ере}}{H_{ере}} = 1 - \frac{25}{72} = 0,45, \quad 1.4$$

де: $H_{т.ере}$ – кількість типорозмірів електрорадіоелементів, $H_{т.ере} = 25$

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

$$K_{заст.ере} = 1 - \frac{H_{т.ор.ере}}{H_{т.ере}} = 1 - \frac{4}{25} = 0,76, \quad 1.5$$

де: $H_{т.ор.ере}$ – кількість типорозмірів оригінальних електрорадіоелементів.

де: $H_{т.ор.ере} = 6$;

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

$$K_{вст.р.} = 1 - \frac{H_{вст.р.}}{H_{ере}} = 1 - \frac{112}{72} = 0,64 , \quad 1.6$$

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

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

$$K_{\phi} = \frac{D_{пр}}{D} = \frac{1}{1} = 1 , \quad 1.7$$

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

D – загальна кількість деталей у виробі.

- Визначаємо комплексний показник технологічності за формулою:

$$K = \frac{\sum K_i \varphi_i}{\sum \varphi_i} , \quad 1.8$$

$$K = \frac{0,13 + 1 + 0,75 + 0,23 + 0,24 + 0,2 + 0,11}{3,857} = \frac{2,66}{3,857} = 0,68$$

Таблиця 1.1 - Комплексний показник технологічності

Показник технологічності	Позначення	Величина	φ_i
Коефіцієнт використання мікросхем і мікрозборок.	$K_{\text{вик.імс}}$	0,13	1,000
Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу.	$K_{\text{а.м.}}$	1	1,000
Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ.	$K_{\text{м.п.ере}}$	1	0,750
Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ.	$K_{\text{повт.ере}}$	0,45	0,500
Коефіцієнт застосовуваності ЕРЕ.	$K_{\text{заст.ере}}$	0,76	0,310
Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ.	$K_{\text{вст.р.}}$	0,64	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 $K_n = 0,68$.

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad 1.9$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,68}{0,5} = 1,36 \geq 1$

Дана умова виконується, отже конструкція вважається технологічною.

1,4 Розрахунок друкованого монтажу

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

Розрахунок проводимо в такій послідовності:

Розрахунок друкованого монтажу складається з трьох етапів: розрахунок по змінному і постійному струму і конструктивно-технологічний. Розрахунок проводимо в такій послідовності:

1. Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибираємо метод виготовлення і клас точності друкованої плати (ОСТ 4.010.022 – 85). Вибираємо метод виготовлення – комбінований, клас точності – 3.

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} \cdot t} \quad 1.10$$

де I_{\max} - максимальний постійний струм, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 1 \text{ А}$;

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

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

$$b_{\min 1} = \frac{1}{48 \cdot 0,035} = 0,59 \text{ мм}$$

Таблиця 1.2 - Допустима густина струму, залежності від методу виготовлення

Метод виготовлення	товщина фольги t , мкм	Допустима густина струму, $j_{доп}$ А / мм ²	Питомий опір, ρ , Ом мм ² / м
Хімічний: внутрішні шари БДП, зовнішні шари ОДП, ДПП	20, 35, 50 20, 35, 50	15 20	0,050
Комбінований позитивний	20 35 50	75 48 38	0,0175
Електрохімічний	--	25	0,050

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho \cdot I_{\max} \cdot l}{t \cdot U_{дон}} \quad 1.10$$

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

$L = 0,15 \text{ м}$ – довжина провідника,

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

$$b_{\min 2} = \frac{0,0175 \frac{O_m \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 1A \cdot 0,15\text{м}}{0,6B \cdot 0,035\text{мм}} = 0,125(\text{мм}).$$

Визначаю номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad 1.11$$

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 мм.

$d_E = 0,7$ для малопотужних резисторів, конденсаторів електролітичних, керамічних, мікросхеми та діодів,

$d_E = 1,1$ для підпаювання провідників, та транзисторів.

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |_{\pm}0,1| + 0,1 = 0,9 (\text{мм});$$

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,1 + |_{\pm}0,1| + 0,1 = 1,3 (\text{мм})$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів 0,9; 1,3.

Розраховую діаметри контактних площадок:

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad 1.12$$

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

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

де: b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки;

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

δ_d і δ_p - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,08 \text{ мм, } \delta_p = 0,2 \text{ мм.} \quad 1.13$$

d_{max} - максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad 1.14$$

де: Δd - допуск на отвір.

$$d_{max1} = 0,9 + 0,05 + 0,1 = 1,05 \text{ мм} \quad 1.15$$

$$d_{max2} = 1,3 + 0,05 + 0,1 = 1,45 \text{ мм} \quad 1.16$$

$$D_{1min1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,05}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,73 \text{ мм} \quad 1.17$$

$$D_{1\min 2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,45}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 2,12 \text{ мм} \quad 1.18$$

$$D_{\min 1} = 1,73 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,81 \text{ мм} \quad 1.19$$

$$D_{\min 2} = 2,12 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,2 \text{ мм} \quad 1.20$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,02 \dots 0,06) \quad 1.21$$

$$D_{\max 1} = 1,81 + 0,02 = 1,83 \text{ мм} \quad 1.22$$

$$D_{\max 2} = 2,2 + 0,02 = 2,22 \text{ мм} \quad 1.23$$

Визначаю ширину провідників:

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h_{\phi} \quad 1.24$$

де: $b_{1\min}$ - мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1\min} = 0,12 \text{ мм}$ для плат 1-, 2-, 3- го класу точності.

$$b_{\min} = 0,59 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,64 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площиною:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta d \right) \right] \quad 1.26$$

$$S_{1\min 1} = 2,5 - \left[\left(\frac{1,83}{2} + 0,2 \right) + \left(\frac{1,05}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,78 \text{ мм}$$

$$S_{1\min 2} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,22}{2} + 0,2 \right) + \left(\frac{1,45}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,39 \text{ мм}$$

де: L_o – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_o - (d_{max} + 2\delta_p) \quad 1.27$$

$$S_{2min1} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,2) = 1,05 \text{ мм}$$

$$S_{2min2} = 2,5 - (1,45 + 2 \cdot 0,2) = 0,65 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_o - (d_{max} + 2\delta_d) \quad 1.28$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,08) = 1,29 \text{ мм}$$

$$S_{3min2} = 2,5 - (1,45 + 2 \cdot 0,08) = 0,89 \text{ мм}$$

При розрахунку мінімальної ширини друкованого провідника, в результаті обчислень ширина друкованого провідника дорівнює 0,17 мм, але так як ми використовуємо клас точності 3, то для цього класу мінімальна ширина дорівнює 0,5- 0,6 мм. Враховуючи вищесказане вибираємо мінімальну ширину провідників – 0,6 мм.

Враховуючи вищесказане можна сказати що всі контактні площадки будуть мати розміри стандартної форми.

1.5 Розробка маршрутної-операційної технології складання проектного 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 курсового проекту

1.6 Опис технології ремонту та регулювання радіо-пристрою

В даному пристрої може виникнути несправність. Причин для виникнення може бути досить багато, але для визначення несправності ми скористаємося алгоритмом пошуку, який зображений на рисунку 3.1

Пошук несправності ми почнемо з перевірки сигналу на вхідному роз'ємі ХР2. Якщо напруга присутня, то продовжуємо перевірку далі, а якщо напруги немає, то потрібно звернути увагу на роботу роз'єму і при потребі замінити його. Після перевірки роз'єму ми переходимо до перевірки сигналу на трансформаторі TV1 і діодному мості VD5, якщо напруги немає то якийсь з даних елементів не справний, а якщо є то переходимо до перевірки мікросхем DA2, DA3, DA4.

На вході DA2, DA3, DA4 якщо сигнал відсутній, то слід замінити мікросхеми на робочі, а якщо сигнал присутній, то продовжимо перевірку на транзистор VT5, VT7...VT10, якщо напруга присутня то перевіряємо сигнал на виході пристрою, а якщо ні то потрібно замінити транзистори.

Для перевірки ми використали мультиметр та осцилограф, які дуже добре підходять для перевірки приведених вище параметрів і мають відповідний діапазон вимірювань.

В даному пристрої немає серйозних налаштувань.

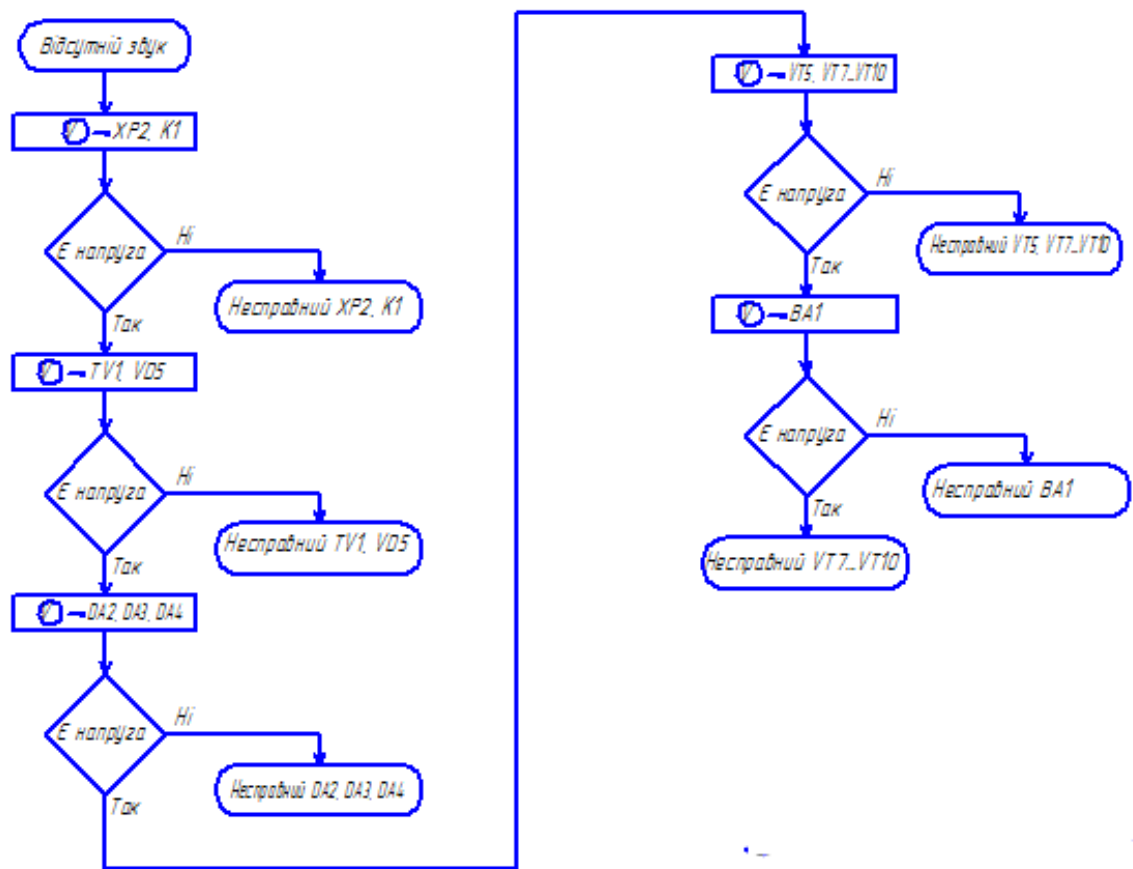


Рисунок. 1.1 – алгоритм пошуку несправності

1.7 Автоматизація конструкторсько технологічного проектування.

Вибір і обґрунтування конструкторсько - технологічного проектування.

Даний комплексний курсовий проект відноситься до конструкторсько-технологічного. В даному випадку використано автоматизовану систему проектування Altium Designer та програму графічного моделювання КОМПАС-3D для вирішення наступних задач:

- автоматизації розробки друкованої плати даного пристрою, з автоматичним трасуванням друкованих провідників;
- автоматизована розробки графічної і текстової конструкторської документації.

Altium Designer програма нового покоління САПР яка є одною з найпотужніших програм. Призначена для вирішення великого кола задач які було не можливо вирішити в інших програмах САПР, котра успішно почала використовуватися у цілому світі для електронного проектування.

В Altium Designer можна переходити з одного етапу проектування в інший етап в єдиному проектованому середовищі. Зміни котрі проводиш в одному етапі відображаються і в усіх інших частинах даного проекту, що дозволяє контролювати процес під час його проектування.

Основними перевагами Altium Designer є:

- можливість працювати з старими і новими програмами САПР;
- виконання великого кола задач, починаючи з розробки схеми і закінчуючи пакетом конструкторської документації;
- настройка інтерфейсу до потреб конкретного користувача.

Основна задача КОМПАС-3D - це розробка пакету конструкторської документації виробу для значного скорочення терміну проектування з урахуванням точності. Це вирішується завдяки наступному:

- створення 3D моделі з якої в процесі можна отримати робочі креслення;

- швидке отримання конструкторської і технологічної документації, необхідної для випуску виробу (складальних креслень, специфікацій, переліків елементів, робочих креслень деталей);
- створення додаткових зображень виробу;
- уникнення ручних доробок;

Отже, з використанням даних САПР ми:

- скоротимо трудомісткість проектування;
- скоротимо термін проектування;
- скоротимо собівартість проектування;
- підвищимо якість проектування;
- скоротимо витрати на моделювання та випробування.

1.8 Опис реалізації поставленої задачі в системі автоматизованого проектування.

Для виготовлення друкованої плати даного виробу використано автоматизоване проектування на основі системи Altium Designer, а для розробки пакету конструкторської документації на виріб в цілому з всіма вимогами ЄСКД – систему КОМПАС-3D.

В системі Altium Designer проведемо автоматизовану розробку друкованої плати.

Виконуємо команду Design/Import Changes From PCB_ Cherkas.PrjPCB для імпортування елементів з схеми електричної принципової (з редактора Schematic). Додаємо всі елементи і зв'язки між ними кнопками Validate Changes і Execute Changes, кнопка Close. В меню Tools/Design Rule Check вказуємо потрібні правила для даної схеми. Переносимо елементи на плату із найбільш зручним розташуванням. Виконуємо автоматичне трасування командою Auto Route/All... і вказуємо двохсторонню плату. Додаємо монтажні отвори командою Place/Pad, як звичайні контактні площадки і включаємо металізацію отворів (Plated). Задаємо контури плати командою

Design/Board Shape/Define from selected objects. Переглядаємо і редагуємо доріжки на друкованій платі в редакторі «PCB». Після цього зберігаємо плату file/save і виходимо.

Для переведення плати в КОМПАС-3D експортуємо файл командою File/Save As /Export AutoCad Files/*.dxf вибираю папку Cherkas і Save на екрані з'являється вікно Export to AutoCad, в якому натискаємо ОК ще раз зберігаємо проект і закриваємо програму Altium Designer. Цю операцію виконуємо для кожного шару плати окремо.

Збережені файл з розширення *.dxf. відкриваємо в КОМПАС-3D командою Файл/Открыть/вибираємо експортований файл з розширенням *.dxf і відкриваємо його. В результаті виконаної команди проєктована плата буде доступна для перегляду і редагування в системі КОМПАС-3D. Наступним етапом роботи буде створення робочого креслення друкованої плати виконавши редагування плати зі сторони доріжок, побудова вигляду плати зі сторони елементів і з торця, рисування сітки, градуювання сітки, позначення маркувань на платі, проставлення розмірів, створення виносного елемента, позначення монтажних отворів, створення таблиці отворів. Всі ці операції виконуються за допомогою кнопок і відповідних команд, котрі доступні в головному меню системи, компактній панелі, панелі властивостей, панелі спеціального управління.

1.9 Аналіз результатів проєктування і короткі висновки

У процесі проєктування друкованої плати в системі автоматизованого проєктування Altium Designer ми отримали два креслення (плату друковану та вузол друкований), що значно зменшили трудмісткість розробки курсового проєкту та полегшили процес роботи.

Дана система автоматизованого проєктування є досить потужним інструментом для розробки односторонніх, двосторонніх та багатошарових

плат. Широко використовується на підприємствах по розробці РЕА та в радіолюбительських цілях.

Вона має багато переваг, але недоліком вважається лише незручний інтерфейс, який для користувача початківця з самого початку роботи з програмою не розкриє своїх можливостей та переваг.

Також для того щоб встановити написи, технічні вимоги, габаритні розміри ми використовуємо програму графічного моделювання КОМПАС-3D.

Основною задачею, яка вирішується системою КОМПАС – це розробка пакету конструкторської документації на виріб згідно з всіма вимогами ЄСКД, а саме: схема електрична принципова, перелік елементів, друкована плата, друкований вузол, складальне креслення, специфікації, технологічна схема ремонту.

2 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ. МОДЕЛЮВАННЯ В СИСТЕМІ MICROCAP І ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ПІДСИЛЕННЯ

2.1 Загальна характеристика та аналіз функціональних схем систем регулювання підсилення

Різновиди систем АРП

Автоматичне регулювання підсилення призначене для підтримки рівня вихідного сигналу прийомного пристрою або підсилювача поблизу деякого номінального значення при зміні рівня вхідного сигналу. Автоматичне виконання цієї функції необхідно тому, що зміни рівня вхідного сигналу можуть відбуватися хаотично і досить швидко. Ручне регулювання підсилення

використовується лише для установки рівня вихідного сигналу, що повинний підтримуватися системою АРП.

Є багато причин, через які рівень вхідного сигналу безупинно змінюється :

- зміна відстані між джерелом випромінювання і приймальним пристроєм;
- зміна умов поширення радіохвиль;
- інтерференція радіохвиль, що прийшли в місце прийому по різних шляхах;
- перебудова приймача з однієї станції на іншу;
- зміна взаємоспрямованості приймальних і передавальних антен і т.д.

У радіозв'язку напруга сигналу на вході приймача може змінюватися в 10^6 раз і більше. Вихідна напруга приймача при цьому не повинна змінюватися більш ніж у $1,2 \div 3$ рази. Ця вимога диктується як допустимими спотвореннями інформаційної складової сигналу в тракці приймального пристрою, так і запобіганню перевантажень його каскадів, що можуть привести до втрат чутливості. При цьому сама система АРП не повинна викликати надмірних спотворень огинаючої сигналу або призводити до появи паразитної амплітудної модуляції сигналу, тобто система АРП повинна бути стійкою.

В ідеальному випадку вихідна напруга приймача (підсилювача) повинна залишатися незмінною після досягнення деякого значення $U_{\text{вих min}}$, що забезпечує нормальну роботу кінцевої апаратури. Це значить, що коефіцієнт підсилення повинний змінюватися за законом :

$$K(U_{\text{ex}}) = U_{\text{вих min}} / U_{\text{ex}} \quad \text{при } U_{\text{ex}} \geq U_{\text{ex min}} \quad 2.1$$

Реальні системи АРП відповідають цьому співвідношенню з більшим ачи меншим наближенням.

Системи АРП можуть бути зворотніми і прямими. Зворотні системи АРП є системами зі зворотним зв'язком — у них значення напруги для формування регулюючого впливу вибирається у місці передавального тракту, віддаленого від входу. Інакше кажучи, це системи з регулюванням «назад». У прямих системах АРП вузол знімання напруги для запуску схеми АРП розташована ближче до входу приймача, ніж вузол прикладення регулюючого впливу. Ці системи не утворюють кола зворотнього зв'язку і є системами з регулюванням «уперед». Кожна з цих систем має переваги і недоліки.

Системи АРП із зворотнім зв'язком не можуть дати повної сталості вихідної напруги, тому що вона є вхідною для системи АРП і містить інформацію для відповідної зміни регулюючого впливу. Крім того, вони не можуть забезпечити одночасно велику глибину регулювання ($U_{\text{вих}} \approx \text{const}$) і високу швидкодію з міркувань стійкості. Однак ці системи захищають від перевантажень усі каскади приймача, більш віддалені від входу, ніж вузол прикладення регулюючого впливу, а самі кола АРП знаходяться під впливом сигналу зі обмеженим динамічним діапазоном і також не піддаються перевантаженням.

Прямі системи АРП принципово можуть забезпечити ідеальне регулювання, тобто $U_{\text{вих}} \approx \text{const}$ при $U_{\text{вих}} \geq U_{\text{вих min}}$ і як завгодно високу швидкодію. Однак практично це не досягається, тому що ступінь сталості вихідної напруги обумовлений конкретними даними елементів ланцюга АРП і кіл прийомного пристрою, підданих технологічним розкидам, тимчасовим і режимним змінам. Блок АРП захищає від перевантажень тільки ті каскади, що розташовані далі вузла прикладення регулюючого впливу, і сам є під впливом сигналу із широким динамічним діапазоном, тобто підданий перевантаженням і повинен містити внутрішні зворотні системи АРП. У цьому випадку система АРП практично перетворюється в окремий канал прийомного пристрою, не менш складний, ніж його основний канал.

Усі ці причини призводять до того, що в даний час більше поширення одержали зворотні системи АРП. Очевидно, кращі результати може дати

застосування комбінованої системи АРП, що включає в себе блоки зворотної і прямої АРП з переважачим впливом зворотнього АРП. Функціональна схема такої комбінованої системи АРП приведена на рис. 2.1

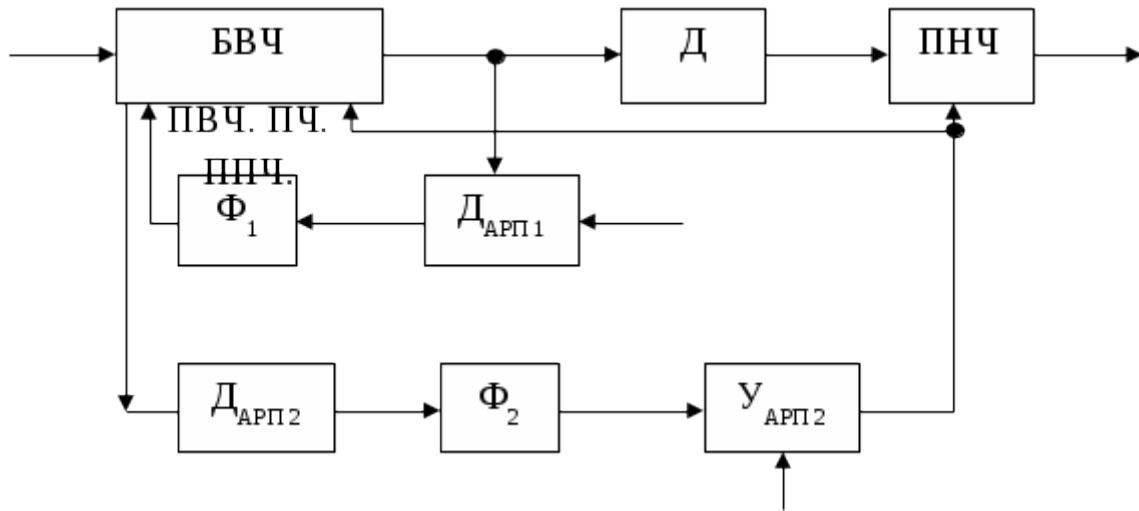


Рисунок 2.1 - Функціональна схема комбінованої системи АРП

Зворотня система АРП утворюється детектором АРП $D_{АРП 1}$, фільтром Φ_1 і всіма каскадами основного тракту, розташованими між точкою прикладення регулюючої напруги U_{p1} і виходом блоку високої частоти (БВЧ).

В пряму систему АРП входять детектор $D_{АРП 2}$, фільтр Φ_2 і підсилювач постійної напруги $U_{АРП 2}$. Регулююча напруга U_{p2} вводиться в БВЧ і в підсилювач низької частоти - ПНЧ (останнє не обов'язково і використовується рідко). Фільтри Φ_1 , Φ_2 додають колам АРП необхідну інерційність, обумовлену як розуміннями стійкості (АРП1), так і відсутності демодуляції АМ-сигнала (АРП₁, АРП₂). Роль фільтрів Φ_1 і Φ_2 можуть грати навантажувальні кола відповідних детекторів. Регулюючі напруги U_{p1} і U_{p2} містять складові, що змінюються з частотами паразитної амплітудної модуляції вхідного сигналу, обумовленої перерахованими раніше причинами, але не містять складових, що змінюються з частотою корисної модуляції. Ці складові безперешкодно проходять через основний тракт радіоприймального пристрою, виділяються детектором D і підсилюються підсилювачем низької частоти, утворюючи вихідну напругу приймача $U_{вих. нч}$. Звичайно немає необхідності знижувати посилення слабких сигналів $U_{вх} > U_{вх \min}$, що не створюють перевантажень приймача і не забезпечують номінальної вихідної напруги навіть при максимальному посиленні БВЧ і ПНЧ. Для надання ланцюгам АРП граничних властивостей, тобто включення їх тільки при визначеній амплітуді сигналу, ланцюг АРП замикають примусовим зсувом і відмикають тільки після того, як напруга сигналу перевищить напругу запирання. Звичайна напруга запирання («затримки») подається на детектори або підсилювачі АРП. На рис. 3.1 це напруги E_{z1} і E_z . Подібні системи АРП називаються затримними. Затримка може бути введена по середньому значенню сигналу або по максимуму. Якщо постійна часу навантажувального кола, $D_{АРП 1}$, менше періоду повторення імпульсів (при імпульсному сигналі) і діод $D_{АРП 1}$, замкнений напругою затримки E_{z1} , то при $U_{вих} < E_{z1}$ система АРП буде розімкнута. При $U_{вих} > E_{z1}$ діод $D_{АРП 1}$ відкривається кожним імпульсом, що задовольняє цій умові, і після

фільтрації у фільтрі Φ_1 виробляється регулююча напруга U_{p1} , пропорційна амплітуді максимального імпульсу. Це система АРП по максимуму сигналу, що прагне підтримати постійним максимальне значення вихідної напруги.

У системі АРП₂ напругою затримки $E_{з2}$ закритий підсилювач постійної напруги $U_{АРП}$ Він відкривається тільки тоді, коли випрямлена і профільтрована фільтром Φ_2 напруга перевищить E_3 Ця напруга пропорційна середньому значенню вхідного сигналу. У такий спосіб створюється система АРП по середньому значенню, що прагне підтримати незмінним середнє значення вихідної напруги. На рис. 2.2 у колі АРП₁ немає спеціального підсилювача ні в колах високої частоти, ні на постійному струмі. Це не система АРП з підсиленням. Система АРП₂ – з підсиленням, тому що містить підсилювач $U_{АРП 2}$ сигнал який підсилює у передавальному тракті АРП₂ (регулююча напруга). Системи АРП з підсиленням мають більшу глибину регулювання і здатні забезпечувати менший динамічний діапазон вихідного сигналу.

З принципу дії системи АРП випливає, що при слабкому сигналі коефіцієнт підсилення приймача максимальний. При цьому на виході прослуховуються шуми, створені зовнішніми перешкодами і власними флуктуаційними процесами в каскадах радіоприймального пристрою. У деяких випадках це небажано і тоді використовується безшумова система АРП. Автогенератор Γ генерує коливання досить високої частоти, які знаходяться поза межами смуги пропускання ПНЧ. Ці коливання детектуються детектором D_Γ і випрямлена напруга замикає один з каскадів ПНЧ. З появою сигналу за умови $U_{вих} > E_3$ замикається система АРП і напруга U_p , прикладається до електродів активного приладу генератора Γ зриваючи його коливання. При цьому знімається напруга, що замикає ПНЧ, і сигнал починає надходити на вихід.

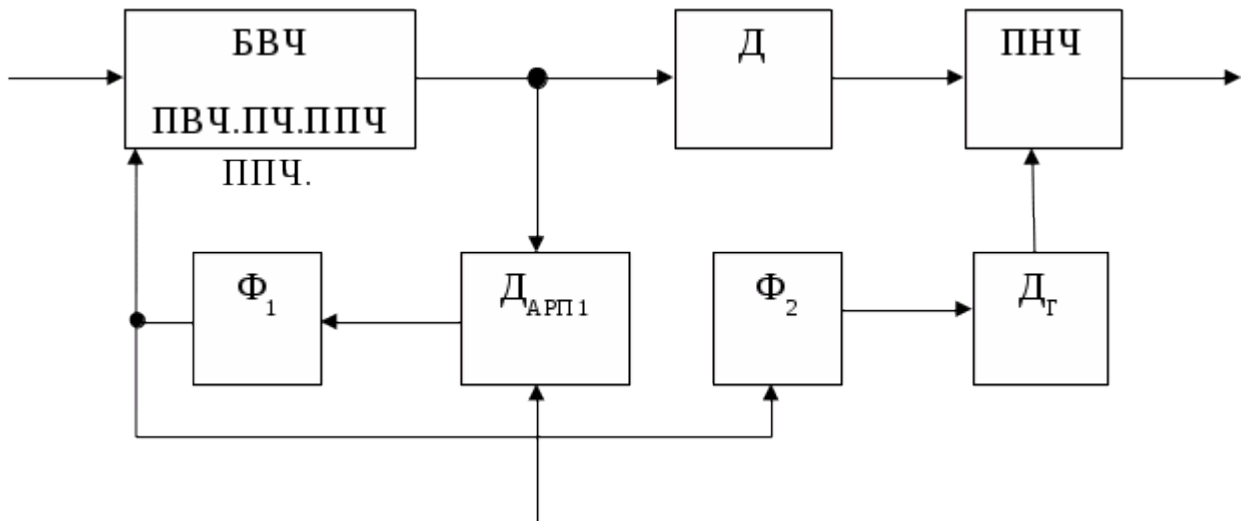


Рисунок 2.2 - Часове регулювання підсилення (ЧРП)

Така функціональна схема приведена на рис. 2.2 Пусковий імпульс 1 від модулятора РЛС, генерується одночасно з зондувальним імпульсом, запускає генератор регулюючої напруги (ГРН). У початковий момент часу напруга U_p взагалі може замикати прийомний тракт, здійснюючи «бланкування» приймача. Потім по мірі зменшення U_p підсилення приймача збільшується, доходячи до максимально можливого. Таким чином підсилення залежить від віддаленості. Визначена форма і швидкість зміни $U_p(t)$ встановлюються в залежності від конкретних умов. Система ЧРП є автономною, не зв'язаною з інтенсивністю вхідного сигналу в кожен даний момент часу.

По ступені швидкодії розрізняють інерційні АРП і швидкодіючі АРП (ШАРП). Ступінь швидкодії визначається відносно швидкості зміни інтенсивності сигналу. Висока швидкодія не дозволяє одержати великої глибини регулювання з розумінням стійкості, тому для досягнення загальної великої глибини регулювання приходиться застосовувати кілька послідовних каскадів ШАРП (рис. 2.3 Послідовні каскади ШАРП), причому найчастіше один каскад охоплює всього одну підсилюючу ланку.

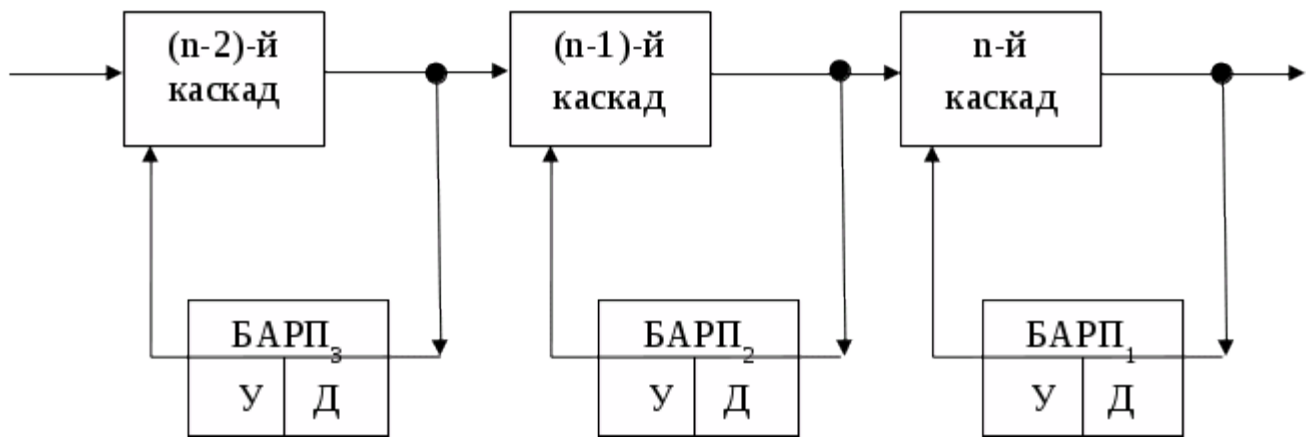


Рисунок 2.3 - Функціональна схема імпульсної системи АРП

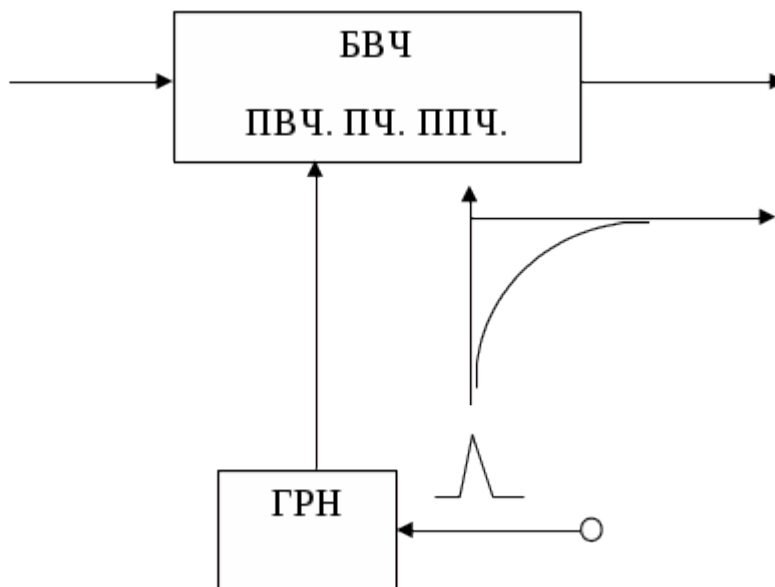


Рисунок 2.4 - Послідовні кільця ШАРП

Цифрова АРП (ЦАРП) має ряд переваг перед звичайними аналоговими системами :

- незалежність тривалості процесу встановлення необхідного підсилення від рівня вхідного сигналу;
- незалежність регулюючих характеристик від розбросів і конкретних властивостей кола АРП і регульованого підсилювача (при повному цифровому виконанні);

- можливість встановлення необхідного підсилення після прийому першого імпульсу;
- астатизм і збереження встановленого підсилення при перервах у прийомі сигналу.

Побудова зворотної системи ЦАРП ілюструється функціональною схемою (Функціональна схема зворотної системи ЦАРП). Вихідна напруга відеопідсилювача перетворюється у двійковий код у перетворювачі напруга — код (ПНК). Код вихідної напруги $N_{\text{вих}}$ порівнюється з еталонним кодом N_e в схемі порівняння кодів (СПК), у результаті чого утворюється код неузгодженості ΔN . Помітимо, що СПК — не що інше, як цифровий граничний пристрій, а еталонний код — цифровий аналог напруги затримки. У результаті порозрядного усереднення в схемі усереднення і запам'ятовування (СУЗ) (цифровий аналог фільтра звичайної АРП) виробляється код регулювання. Код регулювання керує регульованими елементами з дискретним двійковим регулюванням. Число таких елементів дорівнює числу розрядів коду регулювання й у залежності від наявності в даному розряді N_p нуля або одиниці відповідний елемент регулювання має мінімальний або максимальний коефіцієнт передачі. У схемі приймається, що цими регульованими елементами є каскади ППЧ із дискретним регулюванням (ППЧДР). Перепад коефіцієнта передачі елемента, що відповідає даному розрядові, пов'язаний зі старшинством розряду.

$$\frac{U_{\text{вх}} U_{\text{вих}} U_{\text{вих}}}{N_p \Delta N N_{\text{вих}}} \quad \text{ВУ} \quad 2.2$$

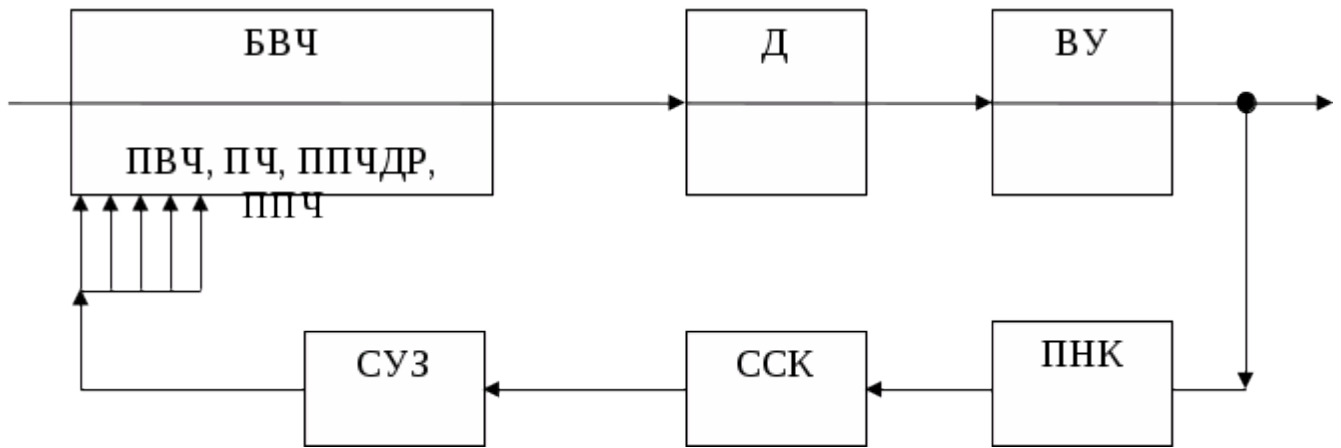


Рисунок 2.5 - Функціональна схема зворотної системи ЦАРП

2.2 Схемотехніка і аналіз автоматичного регулювання підсилення (арп)

Розрізняють ручне і автоматичне регулювання підсилення (АРП). Ручне (РРП) здійснюється з допомогою потенціометрів увімкнених в тій частині тракту яка неохоплена АРП. АРП охоплює ППЧ і ПРЧ, тому ручне регулювання вводять в детекторному каскаді або в перших каскадах ПНЧ.

При перестройці приймача і зміні рівня сигналу та виникнення завмирань сигналу для нормальної роботи слід виконати умову:

$$U_{\text{вих}} = KE_A = U_{\text{вих0}} = \text{const}, \quad 2.3$$

де E_A - ЕРС сигналу в антені ППОС, $U_{\text{вих}}$ - рівень вихідного сигналу, K - коефіцієнт підсилення тракту з його входу до останнього каскаду охопленого АРП.

При зміні E_A стійкість $U_{\text{вих}}$ може досягатись за рахунок зміни K , тому тракт повинен мати кероване підсилення:

$$K = \frac{U_{\text{вих}}}{E_A} \quad 2.4$$

Для керування K необхідно створити в системі АРП допоміжну регулюючу напругу $U_{\text{р}}$, яка повинна залежати від рівня отриманого сигналу. Цю напругу отримують шляхом детектування сигналу на виході ППЧ або в іншому перерізі тракту, а також фільтруванням високочастотної і модульованої напруги. Тоді (9.1) необхідно доповнити характеристикою $K = f(U_{\text{р}})$.

Напругу $U_{\text{р}}$ можна отримати шляхом детектування (Д) і фільтрування контрольованого вихідного сигналу $U_{\text{вих}}$ (регулювання «назад» т. як $U_{\text{р}}$ поступає в напрямку зворотному напрямку проходження сигналу по тракту приймання рис. 2.6.

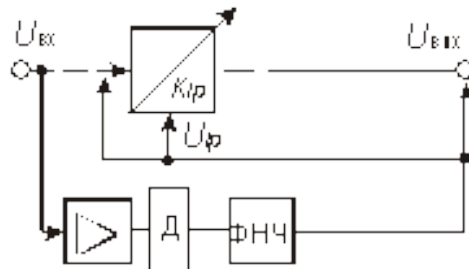


Рисунок 2.6 - Структурна схема системи АРП з регулюванням «вперед»

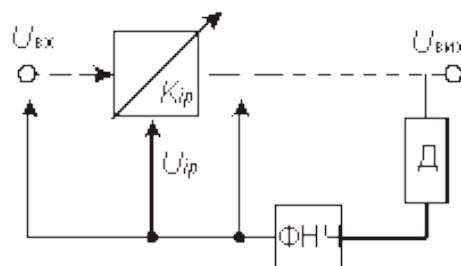


Рисунок 2.7 - Структурна схема системи АРП з регулюванням «назад»

Напругу $U_{\text{вп}}$ можна отримати в результаті детектування і фільтрування підсиленої в додатковому підсилювачі входної напруги ППОС. Тут $U_{\text{вп}} = K_o E_A$, де K_o - коефіцієнт підсилення додаткового підсилювального тракту. Таке регулювання це регулювання “вперед” т. як $U_{\text{вп}}$ поступає в напрямку який співпадає з напрямком проходження сигналу по тракту прийому рис. 2.7.

Детектор АРП виділяє несучу коливання і не реагує на модулюючу, так як в протилежному випадку при роботі АРП підсилення тракту буде змінюватись в такт із модуляцією сигналу, що приведе до зменшення глибини модуляції.

Регулювання підсилення в підсилюючому каскаді здійснюються різними способом. Наприклад режимами регулювання підсилення шляхом зміни режиму роботи підсилювальних приладів по постійному струму. Режимні методи вимагають великих розходів потужності.

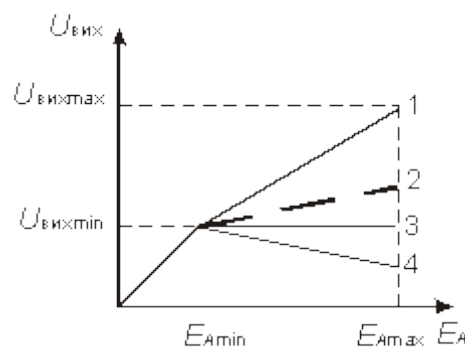


Рисунок 2.8 - Амплітудна характеристика системи АРП

Застосовують також методи які базуються на винесені функцій регульованого затухання з підсилювальних каскадів в окремі функціональні ланки, атенюатори АРП, які використовують дискретний спосіб регулювання.

Порівняємо способи регулювання:

- регулювання “вперед” переваги: ідеальна амплітудна характеристика АРП (залежить $U_{\text{вих}}(E_A)$) рис. 2,8 (крива 3); недоліки: додаткове підсилення, широкий динамічний діапазон додаткового каналу.

- регулювання “назад”: переваги: не потребує додаткового підсилення, не критичного до точності і стабільності характеристик окремих ланок; недолік: нестійкість роботи, неідеальна характеристика (крива 1) рис. 2,9.

Розрізняють просту, затриману і підсилюючу АРП

Рис. 2,9 – проста АРП. Напруга сигналу детектується в детекторі VD і після фільтрації в ФНЧ (R_{ϕ}, C_{ϕ}) поступає на регульований каскад так, що із зростом сигналу вхідного сигналу U_c підсилення каскадів зменшуються

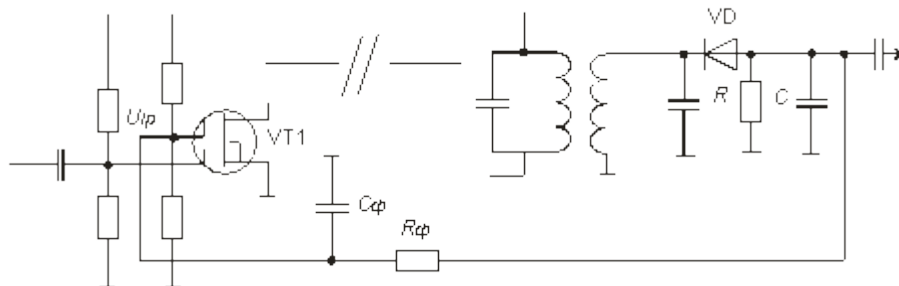


Рисунок 2.9 - Частина схеми ППОС із простою системою АРП

Підсилення транзистора VT регулюється напругою U_{ϕ} на другому затворі. Головний недолік такої системи - це її робота при малих сигналах, що веде до втрати в чутливості ППОС при прийомі слабких сигналів коли перевантаження тракту наперед відсутнє.

На рис. 2,10 – затримана система АРП, яка не має недоліку простої. Діод $VD1$ в детекторі АРП закрито додатковим зміщенням E_3 (напруга затримки), яка утворюється подільниками R_{s1}, R_{s2} , транзисторами $VT1 - VT3$ і подільником R_{s1}, R_{s2} . В результаті поки амплітуда сигналу U_c на аноді діода $VD1$ не перевищує E_3 , коло АРП не працює. Починаючи з моменту часу

коли $U_c > E_3$, діод VD1 відкривається і до регульованого каскаду поступає додаткове зміщення, VT1 – відкривається, а VT2 – закривається, що веде до зменшення підсилення. Рівень сигналу на виході АРП який відповідає початку роботи АРП називають порогом роботи АРП. В якості регульованого каскаду є каскад на транзисторах VT1 - VT3 . В основі способу зміни підсилення в такому каскаді лежить перезподіл струму транзистора VT3 між VT1 і VT2 при подачі на VT1 напруги $U_{\text{пр}}$. Із зменшенням частини струму який прийде на транзистор VT2 проходить зниження змінної складової сигналу, тобто зменшення підсилення ППОС рис. 2,10.

Ефективність АРП оцінюється: з допомогою двох пар відліків: відношення

$$\kappa = \frac{E_{\text{Аmax}}}{E_{\text{Аmin}}}$$

рівнів вхідного сигналу і відношенням рівнів вихідного

$$\mu = \frac{U_{\text{схmax}}}{U_{\text{схmin}}}$$

сигналу: . Для високоякісної АРП $\mu = 3-4$ дБ при $\kappa = 60-80$ дБ. Для зменшення μ , підвищення ефективності АРП (характеристика 2 (рис. 2,9)) застосовується підсилювальна АРП. З цією метою в коло АРП вмикають додатковий підсилювач.

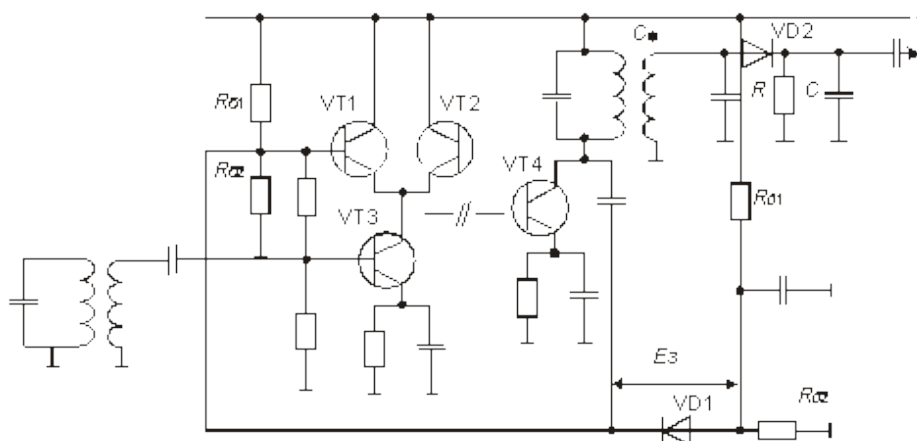


Рисунок 2.10 - Частина схеми ППОС із «затримуючою» простою системою АРП

Розглянемо узагальнену схему кола АРП (рис. 2,11) де блок з коефіцієнтом передачі $K(U_p)$ характеризує регульовані каскади, наскрізне підсилення яких K залежить від регульованої напруги U_p , $U_1(t)$, $U_2(t)$ - амплітуди вхідного і вихідного сигналу . Блок K_p враховує передаточні властивості АРП і додаткового підсилювача АРП.

Проаналізуємо роботу АРП. Нехай залежність $K = f(U_p)$ апроксимована лінійно (рис.2,12) формула 2,7.

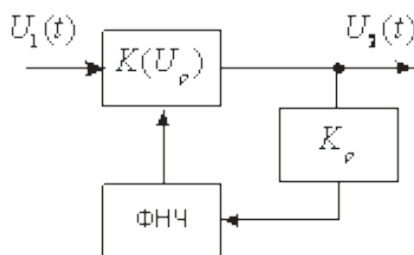


Рисунок 2.11 - Узагальнена схема кола АРП

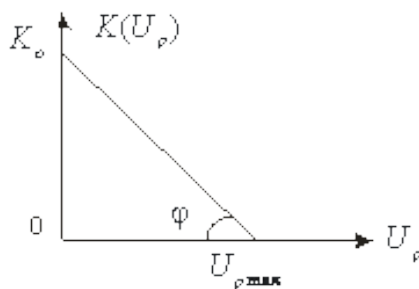


Рисунок 2.12 - Лінійна апроксимація залежності $K = f(U_p)$

$$K = K_0 - \alpha U_p \quad 2.5$$

$$\text{де: } \operatorname{tg} \varphi = \alpha = \frac{K_0}{U_{p\max}}$$

Якщо U_2 (напруга на навантаженні) $\leq E_3$ (напруга затримки), то $U_p = 0$ і $K(U_p) = K_0$. Тоді згідно рис. 2,7:

$$U_2(t) = K_0 U_1(t) \quad 2.6$$

Якщо: $U_2 > |E_3|$, то

$$U_2(t) = K(U_p) U_1(t) \quad 2.7$$

а U_p визначається в результаті розв'язку лінійних диференціальних рівнянь ФНЧ:

$$L(U_p) = K_p (U_2(t) - |E_3|) \quad 2.8$$

де L - лінійний оператор ФНЧ. Отже система рівняння АРП буде наступною:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{при } U_2 \leq |E_3| \\ U_2(t) = K_0 U_1(t) \\ \text{при } U_2 > |E_3| \\ U_2(t) = K(U_p) U_1(t) \\ \text{при } U_2 > |E_3| \\ L[U_p] = K_p (U_2(t) - |E_3|) \end{array} \right. \quad 2.9$$

Дослідження АРП проводять задавшись видом $L[U_p]$ і α , можна дослідити АРП по трьох показниках: ефективності, швидкодії і усталеності.

Нехай вихідна напруга: $U_2 = K U_1$, але $K = \varphi(U_p)$. Регульована напруга в колі АРП буде дорівнювати: $U_{p\sigma} = U_2 K_\sigma K_\Phi$ де K_σ - коефіцієнт передачі

детектора, K_{\neq} - коефіцієнт передачі фільтру АРП. Якщо напруга збільшиться на деяку величину, то U_1 отримає приріст ΔU_1 , а U_2 відповідно приріст ΔU_2 . Тоді збільшиться коефіцієнт підсилення:

$$K' = \varphi(U_p + \Delta U_p)$$

Розкладемо останній вираз в ряд по степеням ΔU_p і отримаємо:

$$K' = \varphi(U_p) + \frac{d\varphi(U_p)}{dU_p} \Delta U_p \quad 2.10$$

$$\text{але } \frac{d\varphi(U_p)}{dU_p} = \frac{dK}{dU_p} = \alpha \quad 2.11$$

формула (9.3).

Перепише останній вираз так:

$$K' = \varphi(U_p) + \alpha \Delta U_p \quad 2.12$$

Або

$$K' = K + \alpha \Delta U_p \quad \text{і} \quad K = K' - \alpha \Delta U_p \quad 2.13$$

Приріст вихідної напруги АРП представимо рівнянням:

$$U_2 + \Delta U_2 = (U_1 + \Delta U_1)(K' - \alpha \Delta U_p) \quad 2.14$$

і після скорочень із врахуванням виразу

$$K' = \frac{U_2}{U_1} \quad 2.15$$

отримаємо:

$$\Delta U_2 = \Delta U_1 K' - (U_1 + \Delta U_1) \alpha \Delta U_p \quad 2.16$$

Проводимо математичні операції та враховуємо $\Delta U_p = \Delta U_2 K_\phi K_\pi$, отримаємо:

$$\Delta U_2 + (U_1 + \Delta U_2) \alpha \Delta U_2 K_\phi K_\pi = \Delta U_1 K' \quad 2.17$$

Звідки:

$$\Delta U_2 = \frac{\Delta U_1 K'}{(1 + (U_1 + \Delta U_2) \alpha \Delta K_\phi K_\pi)} \quad 2.18$$

Якщо $\Delta U_1 \ll U_1$, то

$$\Delta U_2 = \frac{\Delta U_1 (K + \alpha \Delta U_p)}{1 + \alpha \Delta K_\phi K_\pi U_1} \quad 2.19$$

де

$$\begin{aligned} K_\phi K_\pi &= K_p \\ \Delta U_p &= E_s K_p \end{aligned} \quad 2.20$$

тоді зміна вихідної напруги ППОС:

$$\Delta U_2 = \frac{\Delta U_1 (K + \alpha E_s K_p)}{1 + \alpha K_p U_1} \quad 2.21$$

або:

$$\Delta U_2 = \frac{\Delta U_1 (K + K_o E_s)}{1 + K_o U_1} \quad 2.22$$

де враховано, що $K_p \alpha = K_o$.при $U_1 \rightarrow \infty$

$$\lim_{U_1 \rightarrow \infty} \Delta U_2 = (E_3 + \frac{K}{K_0})$$

Статистична амплітудна характеристика АРП (рис. 2,12).

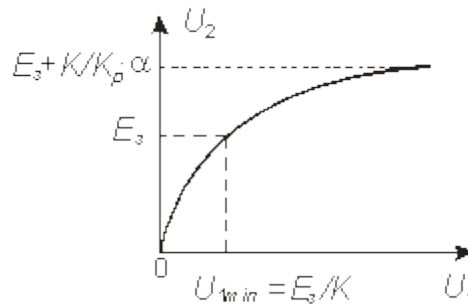


Рисунок 2.12 - Амплітудна характеристика АРП

Для ефективного регулювання необхідно збільшувати підсилення αK_p , так як при цьому малі зміни αK_p відповідають великим змінам U_1 (отже доказано необхідність додаткового підсилення в колі АРП.).

Вплив параметрів кола АРП на модульовані коливання в тракці:

1. Коефіцієнт глибини модуляції на виході тракту менше чим на вході;
2. Зміна глибини модуляції АРП буде тим більша, чим більша рівень несучого коливання;
3. Якщо на виході фільтру АРП напруга U_p залежить від частотами модуляції, то дія АРП триває до частотних спотворень;
4. Збільшуючи сталу часу ФНЧ в колі АРП τ_Φ , можна зменшити як подавлення глибини модуляції, так і частотні спотворення модулюючого сигналу, при цьому зменшується швидкодія АРП, яка перестає реагувати на швидкі зміни вхідного сигналу на вході ППОС.

2.3 Дослідження схеми Автоматичного Регулювання Підсиленням

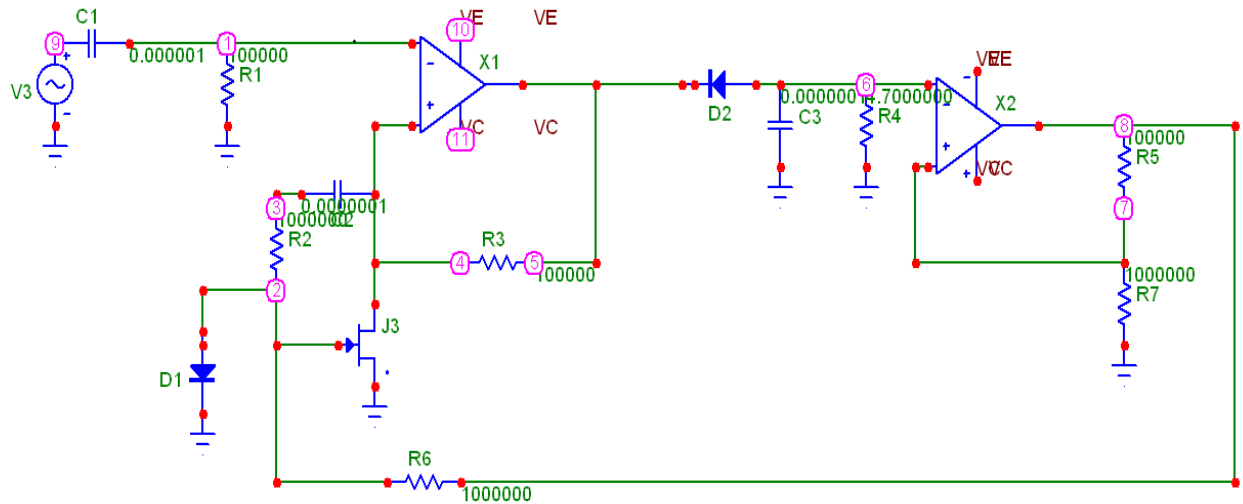


Рисунок 2.13 - Схема Автоматичного Регулювання Підсиленням

На рис.2.13 приведена схема АРП радіо і акустичної апаратури для приведення сигналу невідомого або змінного рівня до деяких стандартних значень, сформована в системі MICROCAP. Для прикладу візьмемо автоматичне управління рівнем в деяких магнітофонах.

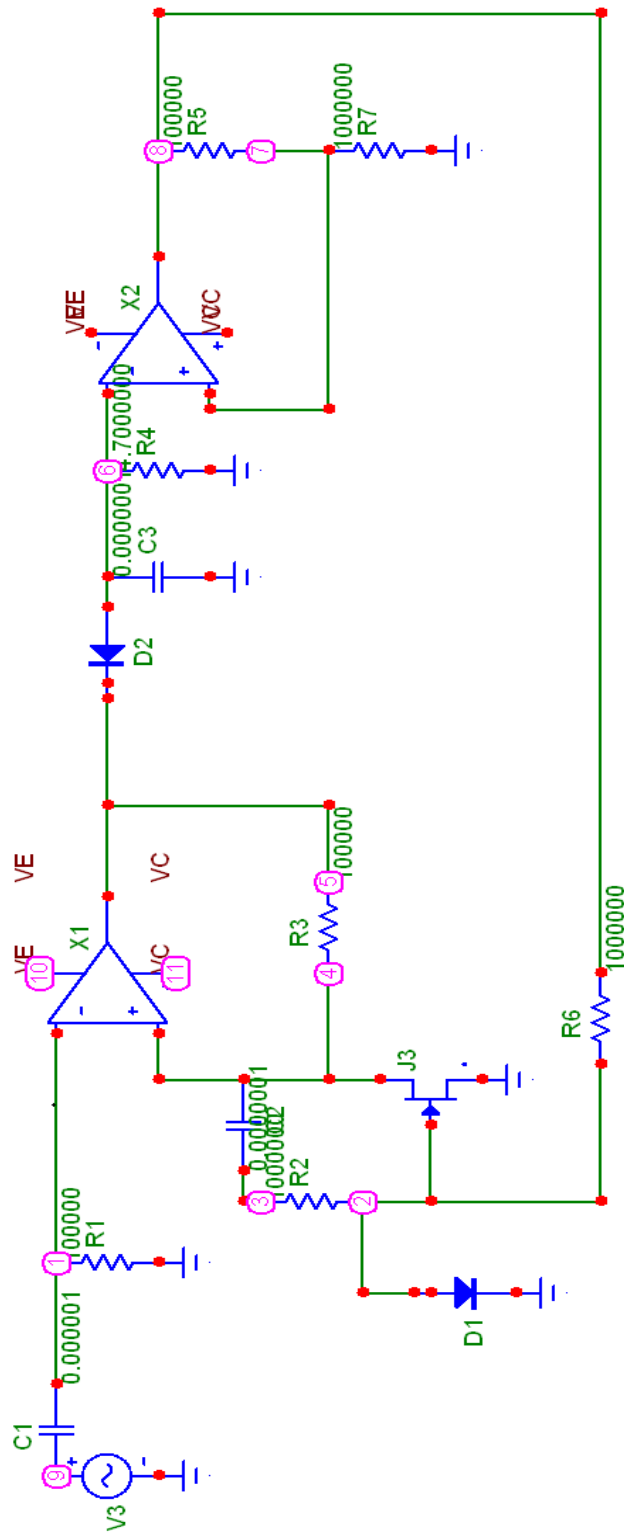
АРП складається із підсилювача керованого напругою збуджуючого детектор, і інтегруючої ланки з постійною зміною затухання набагато більшою періоду вхідного сигналу.

Номінали елементів (в системі SI) показані на схемі:

Дослідження схеми проводиться в частотній та часовій областях. На рис. 2.16 показано частотні характеристики (АЧХ і ФЧХ) для вхідного вузла 9 і вхідного 5 ланки для різних значень R1. І при різних значеннях температури середовища.

На рис. 2.15, 2.16, 2.17 вихідна напруга ланки (червоний) при вхідному гармонічному сигналу (синій).

2.4 Результати дослідження (діаграми, рисунки, графіки, таблиці, числові



оцінки і коментарі до них).

Рисунок 2.14 - Схема Автоматичного Регулювання Підсиленням

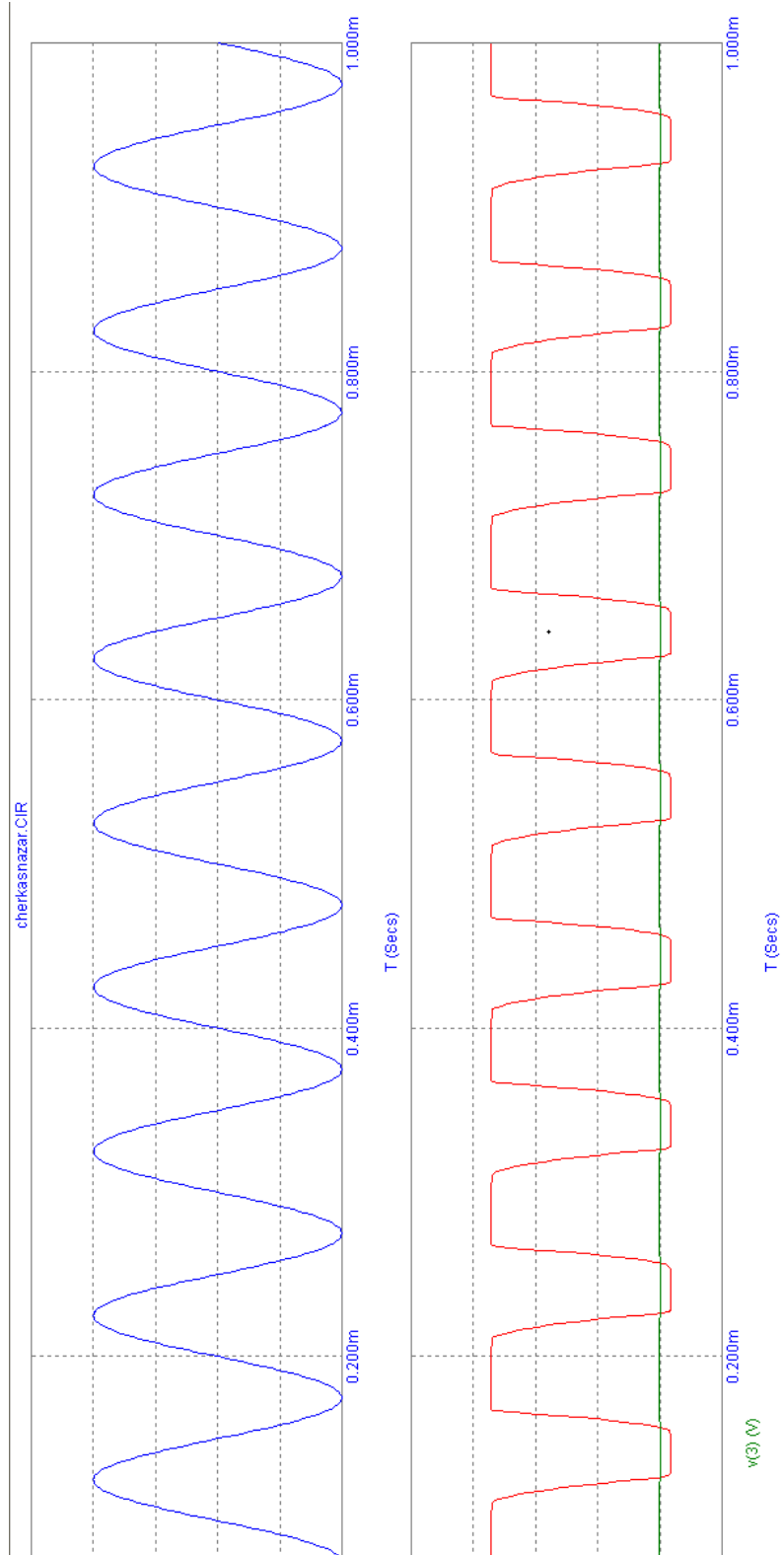


Рисунок 2.15 - Часові характеристики АРП

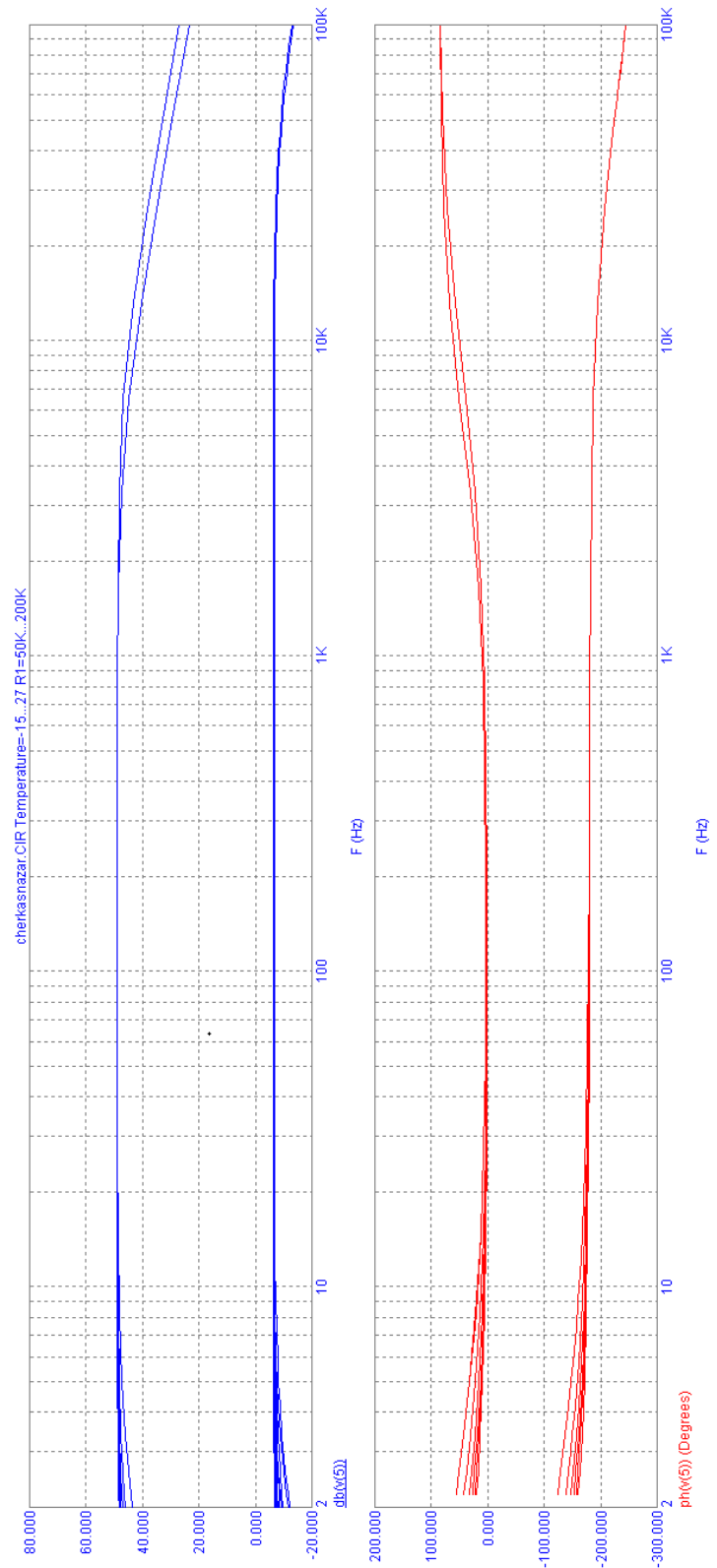


Рисунок 2.16 - Частотні характеристики АРП

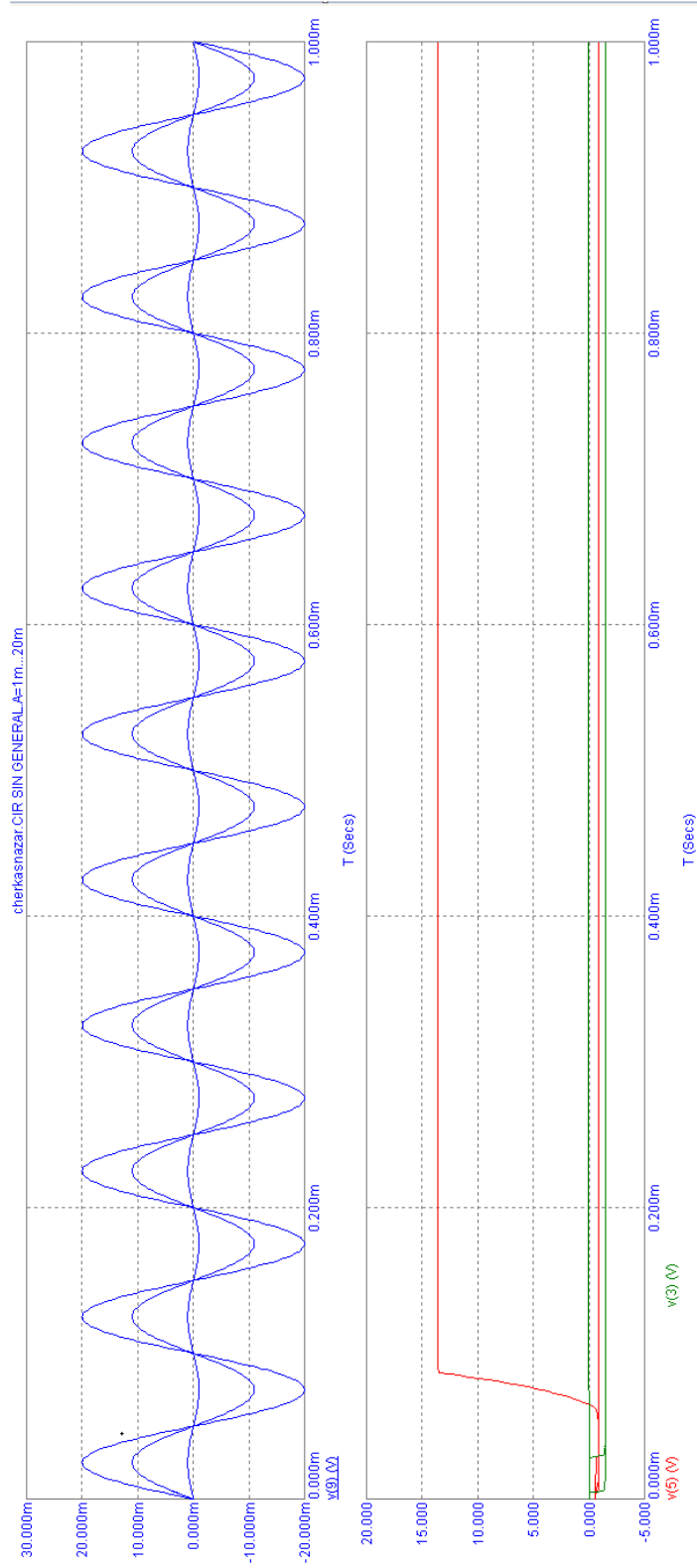


Рисунок 2.17 - Частотні характеристики АРП

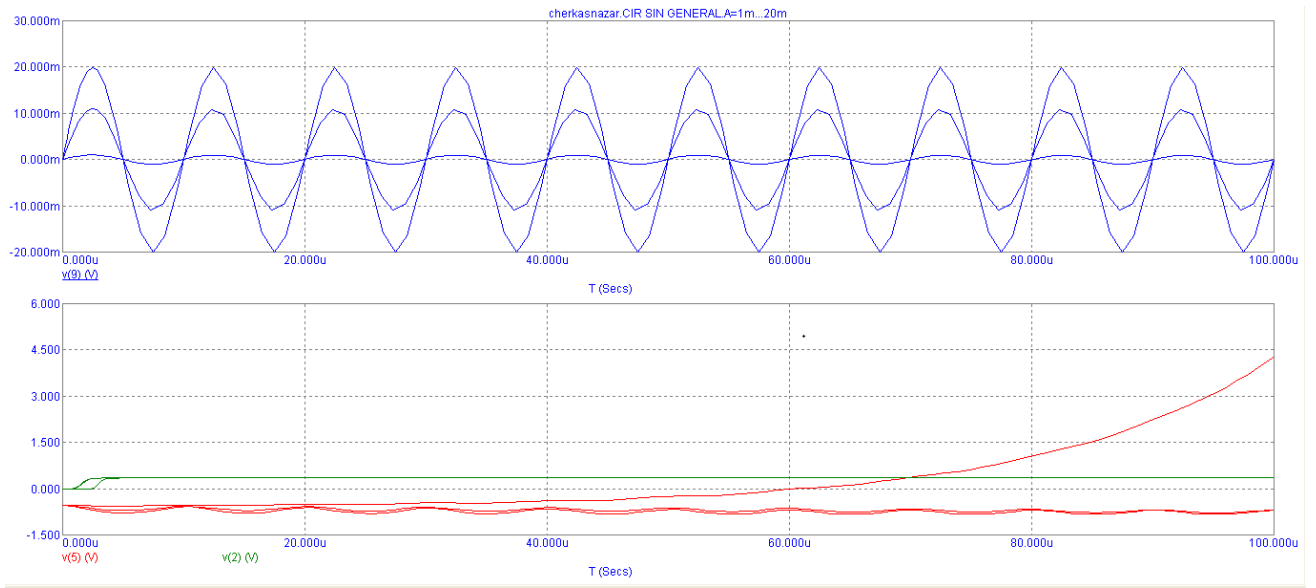


Рисунок 2.18 - Частотні характеристики АРП

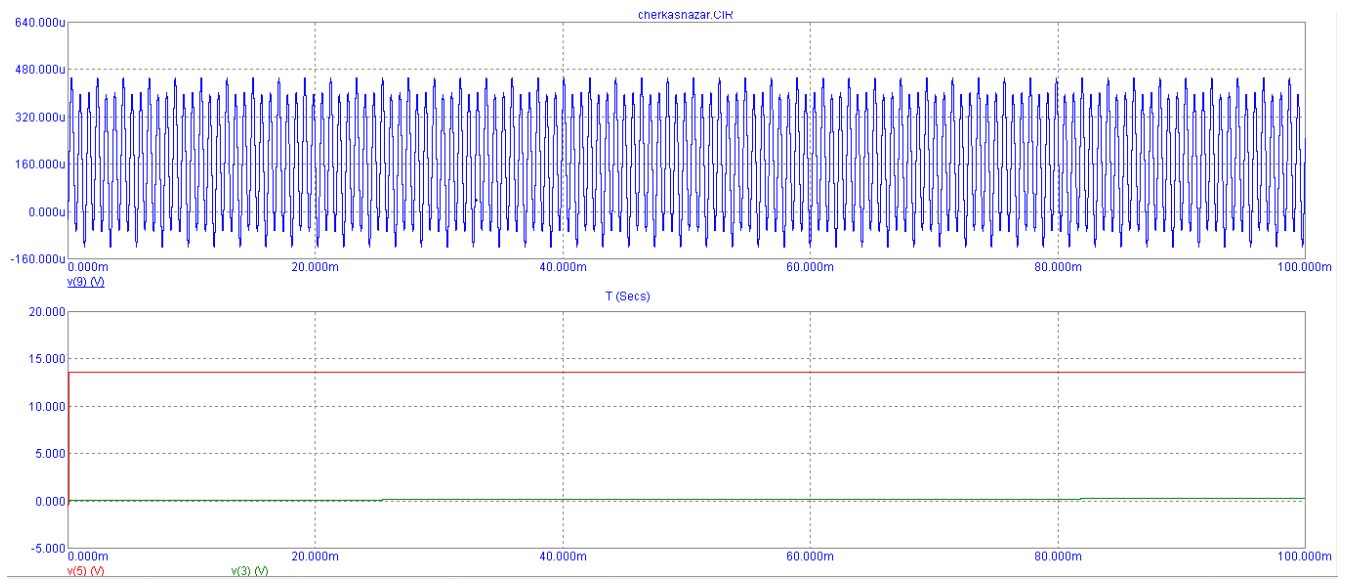


Рисунок 2.19 - Часові характеристики при полігармонійному сигналі

2.5 Висновки.

Досліджено спосіб забезпечення стійкості переговорного пристрою (зняття пульсації аудіо сигналу) шляхом попереднього опрацювання сигналу на АРН (Автоматичному Регуляторі Напруги). Показано що робоча смуга частот пристрою охоплює звуковий діапазон і стабілізація рівня сигналу знаходиться у прийнятних межах.

3 ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА САПР

3.1 Призначення та область застосування проектованого виробу

На даний час радіоелектроніка, набрала високі оберти в своєму розвитку. Почали появлятися прилади, вироби, які не так широко використовуються в наукових, або професійних потребах, а використовуються в побутових умовах.

Одним з таких пристроїв є переговорний пристрій «будинок – хвіртка».

Переговорний пристрій на два абонента є одним із самих найпоширеніших радіолюбительських конструкцій. Пристрій можна використовувати як в приватних будинках, так і на офісах та великих підприємствах.

За допомогою цього нескладного у виготовленні пристрою можна визнавати що хтось знаходиться на приватній території, а також тримати зв'язок із ним.

Експлуатується цей пристрій в середині приміщення, а також і на вулиці отже зміни температури будуть значними. Опираючись на це потрібно використовувати якісну елементну базу з високими показниками стабільності.

3.2 Технічні характеристики проектованого виробу і короткий опис роботи по принциповій електричній схемі

- напруга живлення пристрою, В... $220 \pm 10\%$;
- максимальний струм споживання, А...1;
- робоча частота ,Гц.....50;
- габаритні розміри ,281x123x172;
- маса, г.... 1.2.

Розглянемо роботу пристрою за його принциповою схемою:

Даний пристрій складається з двох схем вулична і домашня. Вулична схема складається з мікрофона MB1, попереднього підсилювача ОП DA1, фазоінвертора на транзисторі ME1 і двох емітерних повторювачів на транзисторах VT2 і VT3. Також може бути динамік BA1 і кнопка SB1 для приймання і прослуховування сигналу з вулиці.

Схема яка буде знаходитися в будинку складається з диференційного підсилювача ОП DA2. Він не чутливий до перешкод а також підсилює сигнал приходящий по двом дротам в протифазі. Резистор R2 слугує навантаженням з'єднувальної лінії, конденсатори C3, C4, C12 формують частотну характеристику підсилювача. Включені зустрічно – паралельно діоди VD1, VD2, обмежують викидів паразитного сигналу. Конденсатори C17, C18 – стандартні елементи корекції ОП.

З виходу ОП ВФ2 сигнал через регулятор гучності, поступає на вхід підсилювача потужності на транзисторах VT4, VT5. Діоди VD12 – VD15 створюють початкове зміщення бази даних транзисторів. Постійна напруга на виході підсилювачів – нульова, що дає змогу під'єднати до нього динамічну головку.

Відмова від роздільного конденсатора приводить динамічну головку до небезпеки в випадку пробиття транзистора. Тому встановлюються резистори R23 – R24, для зменшення максимального струму. Резистор R25 підбирають по максимальному відтворенні гучності.

Резистор R1, стабілітрон VD1 і конденсатор C2 утворюють ланку живлення мікрофона в домашній частині плати.

Групи контактів K2.1 і K2.2 до джерела живлення, в залежності від направлення передачі.

Світлодіод HL2 свідчить про те що пристрій працює в черговому режимі. Витрата напруги при цьому не перебільшує 3 В.

3.3 Вибір елементної бази

Під час вибору елементної бази для проєктованого виробу основними критеріями слід вважати, наступні вимоги:

- відповідність номіналів елементів вказаних в схемі електричній принциповій;
- наявність даних елементів на виробництві;
- технічні вимоги поставлені до конструкції;
- економічна вигода;
- універсальність радіоелементів;
- стабільність параметрів;
- мінімальна кількість розмірів корпусів.

Виходячи із цих умов, вибираємо наступні електрорадіоелементи:

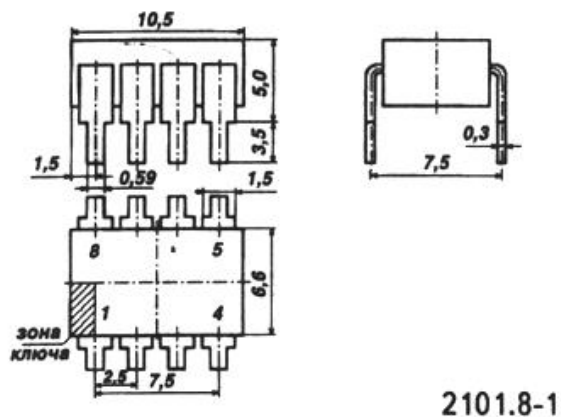


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд мікросхеми К140УД12 "Интеграл"

Технічні параметри:

Таблиця 3.1 - Технічні параметри.

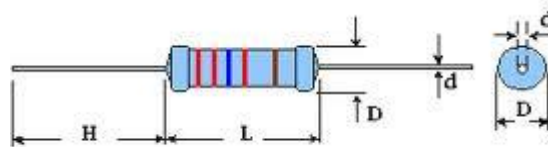
Напруга живлення	$\pm (3 \dots 16,5) \text{ В}$
Вхідна напруга	$\pm 10 \text{ В}$
Вхідна диференційна напруга	$\pm 20 \text{ В}$
Опір навантаження	5 кОм
Ємність навантаження	100 пФ

Температура навколишнього середовища	-60...+85° C
--------------------------------------	--------------

Дана мікросхема працює в цій схемі в якості операційного підсилювача. Вона найкраще підходить до даної схеми, враховуючи її параметри. Використовувати інші підсилювачі не рекомендується, за можливе перенавантаження по струму.

У даному пристрої використовуються резистори типу С1-4. Резистори С1-4 є постійні, металоплівкові, лаковані, теплостійкі. Металодіелектричні з метало електричним провідним шаром, неізольовані, для навісного монтажу, призначені для роботи в електричних постійного, змінного та імпульсного струмів. Ці резистори часто використовуються, тому їх дістати дуже легко, також, даний тип резисторів є не дорогим, що зменшує вартість виробу.

У цих резисторах використовують кольорове маркування, що дає змогу полегшити їх монтаж. Такі резистори мають хороші електричні параметри: діапазон номінальних опорів $1...3 \times 10^6$ Ом, номінальна потужність дорівнює 0,125 Вт, гранична напруга становить становить 350 В, діапазон робочих температур $-60...+70^{\circ}\text{C}$, допустимі відхилення опору становлять $\pm 10\%$, що зменшує розкид параметрів в схемі. Всі ці параметри добре підходять до моєї схеми і дають змогу зменшити габарити виробу.



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

Рисунок 3.2 - Зовнішній вигляд та габаритні розміри резистора С1-4
ОЖО.467.116 ТУ

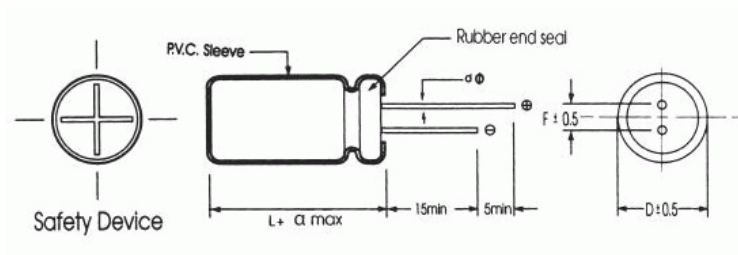


Рисунок 3.3 - Зовнішній вигляд конденсаторів «Jamicon»

Основні технічні характеристики:

- номінальна ємність, мкФ.....0,1-15000;
- номінальна напруга, В.....6,3-450;
- тангенс кута діелектричних втрат:

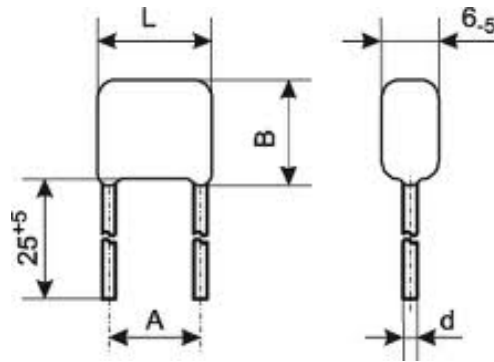
0,14 – при номінальній напрузі 25 В;

0,10 – при номінальній напрузі 50 В;

- діапазон робочих температур, °С...-40...+85;
- допустиме відхилення ємності від номіналу, %±20;

Вибрано даний тип електролітичного конденсатора у зв'язку з доступністю, дешевизною та відносно хорошою якістю. Використовуються в якості фільтрів.

Конденсатори керамічні постійної ємності СС4 – конденсатори монолітні, багатошарові, ізольовані. Використовуються для роботи в колах постійного, змінного та імпульсного струму.



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

Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри конденсатора "Миркон"

Експлуатаційні дані:

- робоча напруга 50 В;
- температурний коефіцієнт ємності (ТКЄ) Н20;
- тангенс кута втрат, не більше 0,035;
- постійна часу для номінальної ємності вище 0,025 мкФ, не менше 100 МОм×мкФ;
- проміжне значення номінальних ємностей відповідає ряду Е24;
- допуск: ±10% (Н20);
- робоча температура -60...+125 °С.

Світлодіоди використовуються для індикації в приладі.

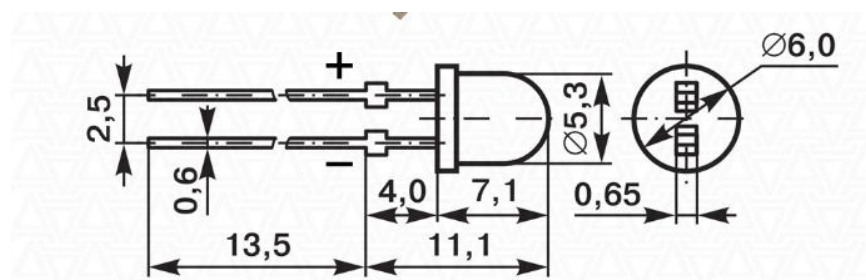


Рисунок 3.5 Габаритні розміри світло діода АЛ307БМ "Планета-СИД"

Електричні параметри:

Колір свічення...білий;

Довжина хвилі, мкм...0,665;

Сила світла I_v , мккд...900;

Пряма напруга, В...2;

Прямий струм, мА...10;

Максимальний прямий струм, мА...22;

Максимальний прямий імпульсний струм, мА...100;

Максимальна зворотня напруга, В...2;

Робоча температура, °С...-60...+70;

Параметри приведені при $t = 25$ °С.

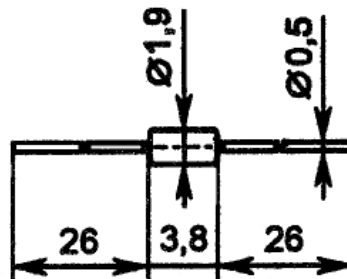


Рисунок 3.6 – Габаритні розміри діода типу КД522А "Fairchild"

Основні параметри діода КД522А:

- постійна пряма напруга,.....1 В;
- постійна зворотня напруга,.....100 В;
- постійний або середній прямий струм,.....150 мА;
- постійний зворотній струм, ...100 мкА;
- частота,1 кГц;
- діапазон температур навколишнього середовища, °С.....-60...+85.

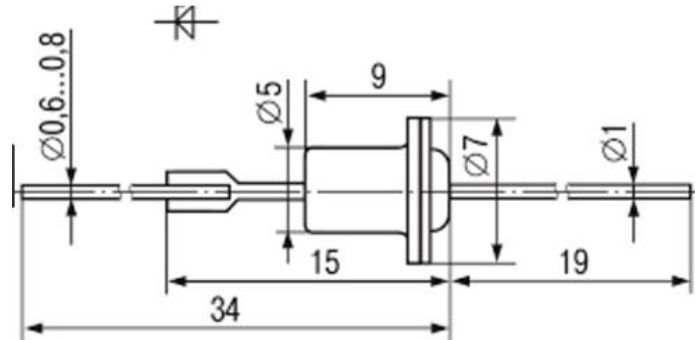


Рисунок 3.7 – Габаритні розміри діода типу КС515А

Основні параметри діода КС515А:

- напруга стабілізації,....15 В;
- постійний або середній прямий струм,....5 мА;
- максимальна потужність, ...1000 мвт;
- діапазон температур навколишнього середовища, °С.....-60...+85.

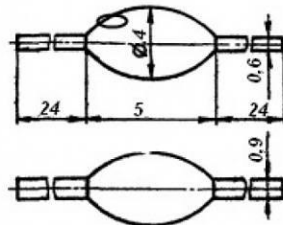


Рисунок 3.8 – Габаритні розміри діода типу КД105Б

Основні параметри діода КД105Б:

- постійна пряма напруга,..... 200 В;
- постійна зворотня напруга,..... 200 В;
- постійний або середній прямий струм,..... 10 А;
- постійний зворотній струм,150 мкА;
- частота,100 кГц;
- діапазон температур навколишнього середовища, °С...-60...+85.

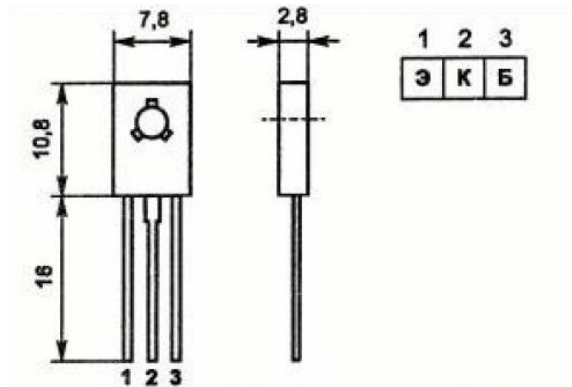


Рисунок 3.9 – Зовнішній вигляд транзистора КТ973А

Параметри транзистора:

- Структураn-p-n;
- Потужність розсіювання колектора8 Вт;
- Максимальний допустимий постійний струм.....4 А;
- Гранична частота200 МГц.
-

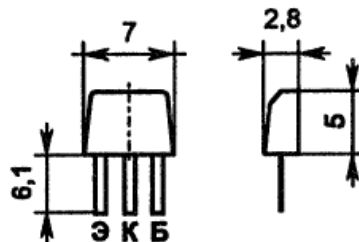


Рисунок 3.10 – Габаритні розміри транзистора типу КТ315Г

В даній схемі передбачено використання такого типу транзистора структури n-p-n у зв'язку з його дешевизною, легко доступністю та відповідними електричними параметрами що задовольняють схему по потужності.

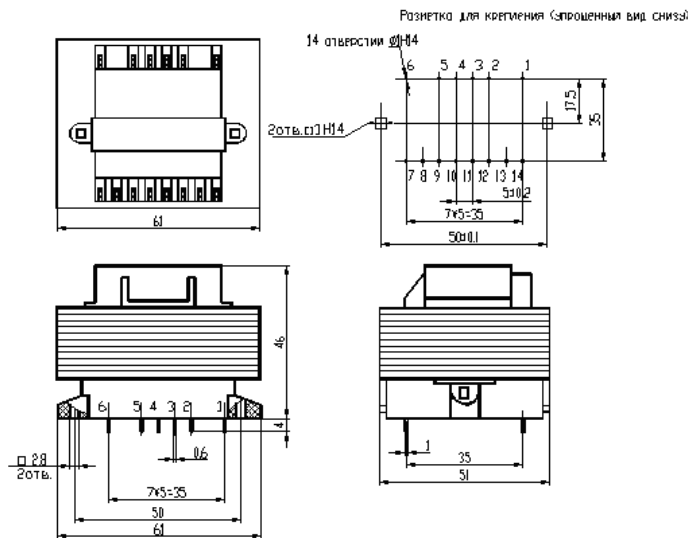


Рисунок 3.11 – Зовнішній вигляд транзистора ТП115-К12

Технічні параметри:

- Максимальна вихідна потужність – 20 Вт
- Струм холостого ходу , не більше – 0.5А
- Маса – 0.49 кг
- Габаритні розміри, а*в*с, мм - 61.0x51.0x46.0
- Напруга вторинних обмоток в режимі номінальної – 22...27 В
- Номінальний струм навантаження – 3 А

Даний трансформатор добре підходить нам в проєктований пристрій як по габаритних так і по електричних параметрах і при цьому дуже дешевий та поширений.

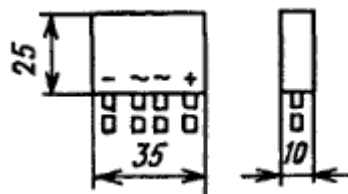


Рисунок 3.12 Габаритні розміри діодного моста КЦ410В

Технічні параметри:

- Максимальна постійна зворотна напруга, В.....300;
- Максимальна імпульсна зворотна напруга, В.....240;

- Максимальний допустимий прямий імпульсний струм, mA 1000;
- Максимальний зворотний струм, мкА...125;
- Максимальна пряма напруга, В.....4;
- Робоча температура, С... -55-125.

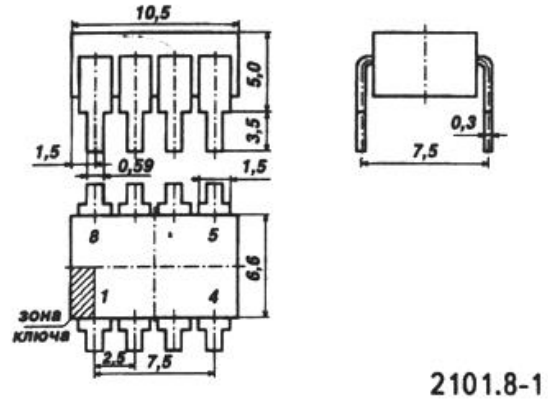


Рисунок 3.13 – Зовнішній вигляд мікросхеми К157УД1

Таблиця 3.2 - Технічні параметри:

Напруга живлення	$\pm 15 \text{ В} \pm 10\%$
Діапазон синфазних вхідних напруг при $U_n = \pm 15 \text{ В}$	$\pm 12 \text{ В}$
Максимальна вхідна напруга при $U_n = \pm 15 \text{ В}, U_{\text{вх}} = \pm 0,1 \text{ В}, R_h = 2 \text{ кОм}$	$\pm 10,5 \text{ В}$
Напруга живлення нуля при $U_n = \pm 15 \text{ В}, R_h = 2 \text{ кОм}$ К140УД7, КР140УД7, КР140УД708	не більше 9 мВ
Вхідний струм при $U_n = \pm 15 \text{ В}, R_h = 2 \text{ кОм}$	не більше 400 нА
Різниця вхідних струмів $U_n = \pm 15 \text{ В}, R_h = 2 \text{ кОм}$	не більше 200 нА
Струм споживання при $U_n = \pm 15 \text{ В}, R_h = 2 \text{ кОм}$	не більше 3,5 мА
Коефіцієнт підсилення напруги К140УД7, КР140УД7, КР140УД708	не менше 30000 не менше 25000
Вхідний опір	Не менше 400 кОм

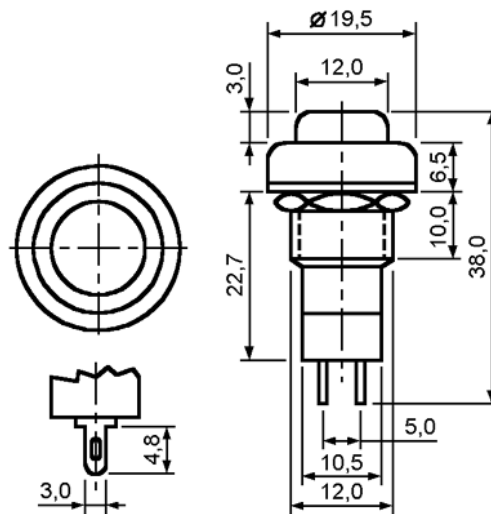


Рисунок 3.14 Зовнішній вигляд кнопок РВ-02R "Jietong Switch"

- Номінальна напруга..... 12 В;
- Опір контактів.....0,1 Ом;
- Опір ізоляції.....100 МОм;
- Максимально допустимий струм.....50 мА;

- Максимальна ємність між контактами.....5 пФ.

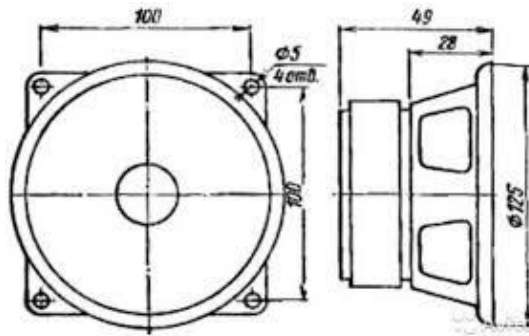


Рисунок 3.15 – Зовнішній вигляд динаміка 4ГД8Е "Микрон"

Електричні параметри:

- Робоча частота, Гц.....250...7100;
- Добротність.....1,3;
- Габарити, мм.....125x45;
- За допомогою даної вилки з мережевим шнуром типу ШВП-2-В2×0,75 пристрій вмикається в мережу 220 В (забезпечується живлення пристрою). Вилка розрахована на максимальну напругу 250 В і максимальний струм 6 А частотою 50 Гц.



Рисунок 3.16 Зовнішній вигляд мережевої вилки У-4 з шнуром ШВП-2-В2×0,75 "VI-КО"

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.

3.4 Технічне обґрунтування конструкції проектного виробу з врахуванням технологічності.

Взаєморозміщення елементів виробу забезпечує технологічність складання і регулювання конструкції.

Друкований вузол кріпиться до верхньої кришки за допомогою чотирьох гвинтів.

Для з'єднання елементів, які розміщені на корпусі з друкованим вузлом використовуються перемички.

Для друкованого вузла виконаємо наступні вимоги компоновання: забезпечимо оптимальну щільність розташування компонентів, виключимо помітні паразитні електричні взаємозв'язки, що впливають на технічні характеристики виробу.

Автоматичне компоновання виконаємо за допомогою програми Altium designer і графічного редактора КОМПАС. Вимоги до габаритних розмірів плат визначимо технологією їх виготовлення. Розміри плати виконаємо економічно доцільними (істотне обмеження на типорозміри з метою стандартизації інструментів і пристосувань).

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°, обрізають в межах контактних площадок та 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) 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);
- 2) Має бути передбачена можливість конвекції повітря в зоні розташування елементів, що виділяють велику кількість теплоти;
- 3) Повинна бути передбачена можливість легкого доступу до елементів, які підбирають при регулюванні схеми.

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 (епоксидна маска), наклеюванням на плату тонких ізоляційних прокладок. Від правильного розташування корпусів мікросхем на друкованій платі залежать такі параметри РЕА як габарити, маса, надійність, заводстійкість.

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 штиревыми виводами проводиться в наскрізні отвори. Корпуси ІМС міцно утримуються на платі запаєними виводами і витримують практично будь-які механічні дії.

3.5 Опис конструкції виробу.

Дуже важливе значення при проектуванні виробу має його компоновка. Адже такі показники як дизайн, конструктивне оформлення, зручність при експлуатації і ремонті відносяться до основних факторів, що враховується при проектуванні виробу.

Компоновання 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 компоновання в значній мірі залежать технічні, технологічні і експлуатаційні характеристики виробу, а також його надійність, зовнішній вигляд.

У процесі компонування необхідно дотримуватись таких вимог:

- між окремими вузлами, приладами і блоками повинні бути відсутні помітні паразитні, електричні взаємозв'язки, що впливають на технічні характеристики виробу;
- теплові і механічні впливи елементів конструкції не повинні значно погіршувати їх технічні характеристики;
- взаємне розміщення елементів конструкції повинно забезпечити техно-логічність складання і монтажу з врахуванням використання автоматів і напів-автоматів;
- легкий доступ до деталей для контролю, ремонту і обслуговування;
- розміщення і конструкція органів управління та лічильних пристроїв повинні забезпечити максимальну зручність для оператора
- виріб повинен задовольняти вимогам технічної естетики;
- габарити і маса виробу повинні бути мінімальні;
- При розміщенні ЕРЕ на друкованій платі необхідно враховувати наступне:
- добитися найменшої довжини друкованих провідників;
- не розміщувати елементи, які нагріваються поблизу ІМС;
- не розміщувати важливі елементи по центру плати;
- забезпечити нормальний обіг повітря елементам, які нагріваються;
- забезпечити вільний доступ до елементів, які регулюються;
- забезпечити вільний доступ до місць кріплення друкованого вузла;
- ІМС необхідно розміщувати довшою стороною корпусу вздовж повітряних потоків обдуву.

Крок установки інтегральних мікросхем визначається необхідною щільністю компоновки, температурними режимами роботи компонентів на платі, методом розробки топології плати (ручна, машина), типом корпусу і складністю електричної схеми. Рекомендований крок установки ІМС 2,5 мм. Зазори між корпусами повинні бути не більше 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.

3.6 Розрахункова частина

3.6.1 Розрахунок надійності проектного виробу

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

Проведемо кінцевий розрахунок надійності проектного виробу переговорний пристрій «будинок – хвіртка».

Таблиця 3.3- Вихідні дані для розрахунку надійності

Назва групи елементів	К-сть 1/год	Кпопр	Івідм*1e-06	К-сть*Кнав
Напівпровідникові інтегральні мікросхеми	4	1	0.03	0.12
Транзистори НЧ кремнієві	10	0.35	4	14
Діоди випрямляючі малої потужності	21	0.35	0.7	5.145
Діоди випрямляючі великої потужності	1	0.35	6	2.1
Стабілітрони малої потужності	1	0.81	4.5	3.645
Світлодіоди	2	1	4	8
Конденсатори керамічні	17	0.1	1.4	2.38
Конденсатори електролітичні	8	0.4	2.4	7.68
Резистори постійні	36	0.42	0.8	12.096
Резистори недротяні змінні	1	0.42	5	2.1
Головки магнітні	1	0,1	0,9	0,09

Мікрофони	1	1	10	10
Друкована плата	2	1	0.1	0.2
Пайки	222	1	0.02	4.44

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $7.1996e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 13889.7 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999280$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.992826$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.930535$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.486772$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000747$

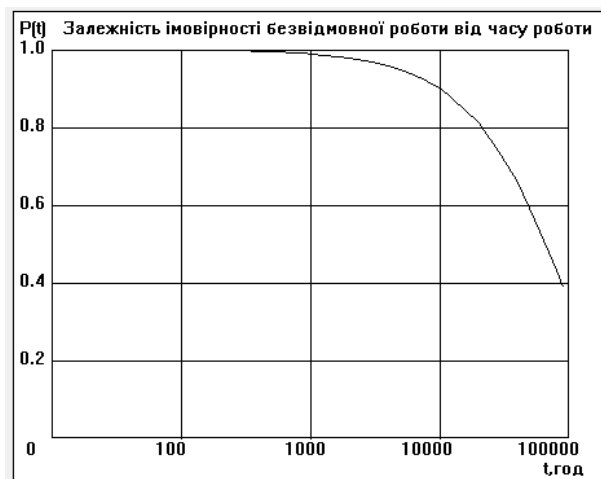


Рисунок 3.17 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Наробка на відмову становить 13889.7 год. Надійність виробу є досить високою (див. рис. 3.17), що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

3.7 Вибір і обґрунтування задачі розділу

Створення конструктиву друкованої плати будем здійснювати згідно алгоритму на рисунку 3.18. Для створення конструктиву друкованої плати необхідно створити файл плати командою File→New→PCB. Після цього необхідно здійснити початкове налаштування документу командою Design→Board Options. Необхідно вибрати Metric в полі Unit і натиснути кнопку ОК. Далі затиснувши кнопку G з контекстного меню вибираємо необхідний крок сітки для нашого малюнку. Для передачі інформації про плату з електричної принципової схеми необхідно виконати команду Design→Update PCB після чого відкриється вікно Engineering Change Order в якому послідовно необхідно натиснути кнопки Validate Changes, Execute Changes і Close. Після цієї операції в документі плати з'являться посадочні місця всіх елементів і лінії зв'язку між ними. Далі необхідно задати параметри провідників, відстаней між ними і контактними площадками. Для цього командою Design→Rules викличемо вікно PCB Rules and Constraints Editor. В розділі Electrical→Clearance треба задати необхідну мінімальну відстань між монтажною площадкою і друкованим провідником як зображено на рисунку 3.19. В розділі Routing→Width необхідно ввести потрібну товщину друкованого провідника як зображено на рисунку 3.20.

Далі необхідно здійснити компоновку плати розмістивши всі елементи в необхідних місцях плати. Друковані провідники в ручному режимі створюються командою Place→Interactive Routing. На рисунку 3.20 зображено ділянку ДРМ з непроведеним друкованим провідником. Для створення друкованого провідника викликаємо команду Interactive Routing і натиснувши ліву кнопку мишки на непід'єднаному виводі резистора R1 отримаємо фантом майбутнього провідника при цьому решта елементів які не мають електричного зв'язку з цим виводом резистора затіняються як зображено на рисунку 3.21.



Рисунок 3.17 – Створення конструктиву друкованої плати в Altium Designer

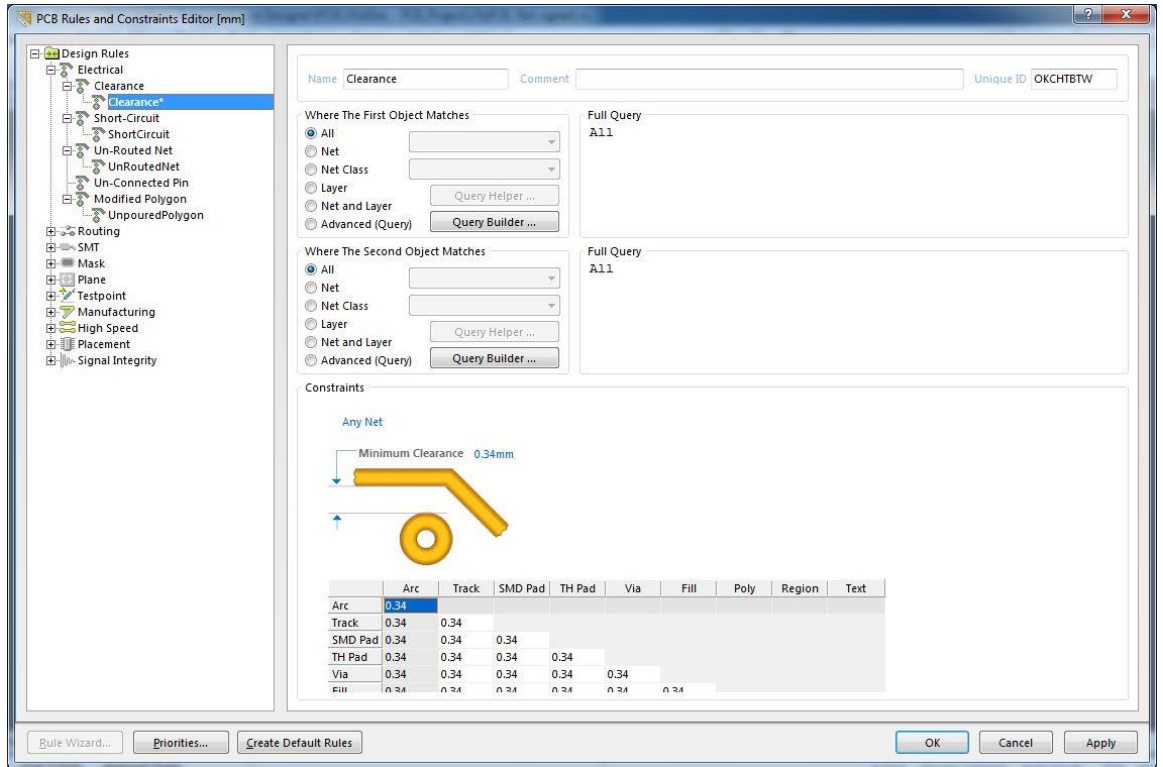


Рисунок 3.18 – Задання мінімальної відстані між елементами друкованого монтажу

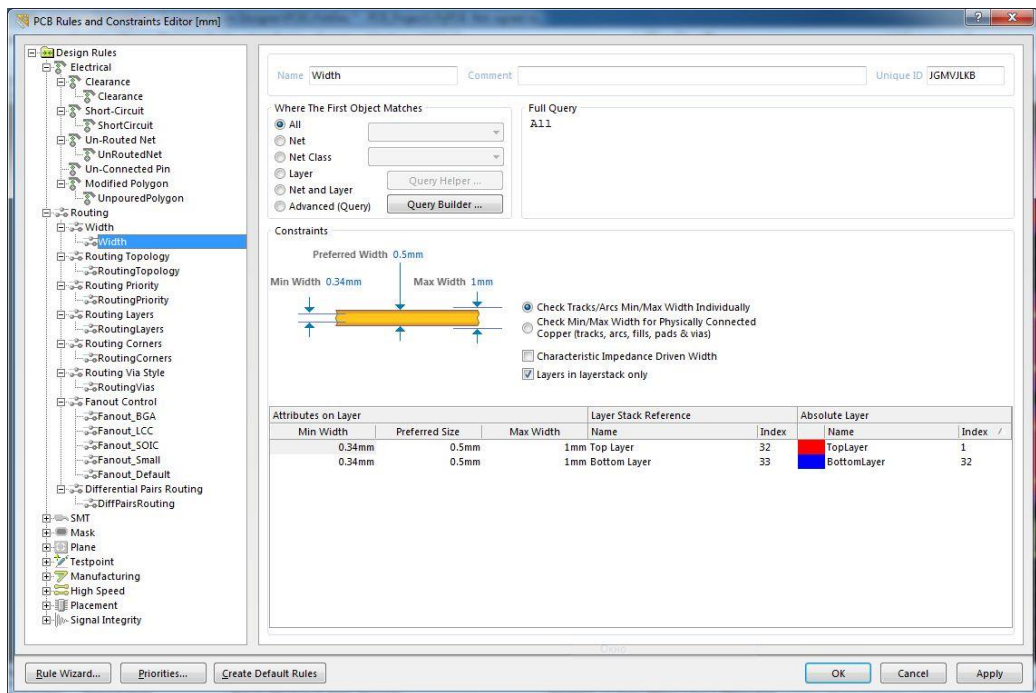


Рисунок 3.19 – Задання ширини друкованого провідника

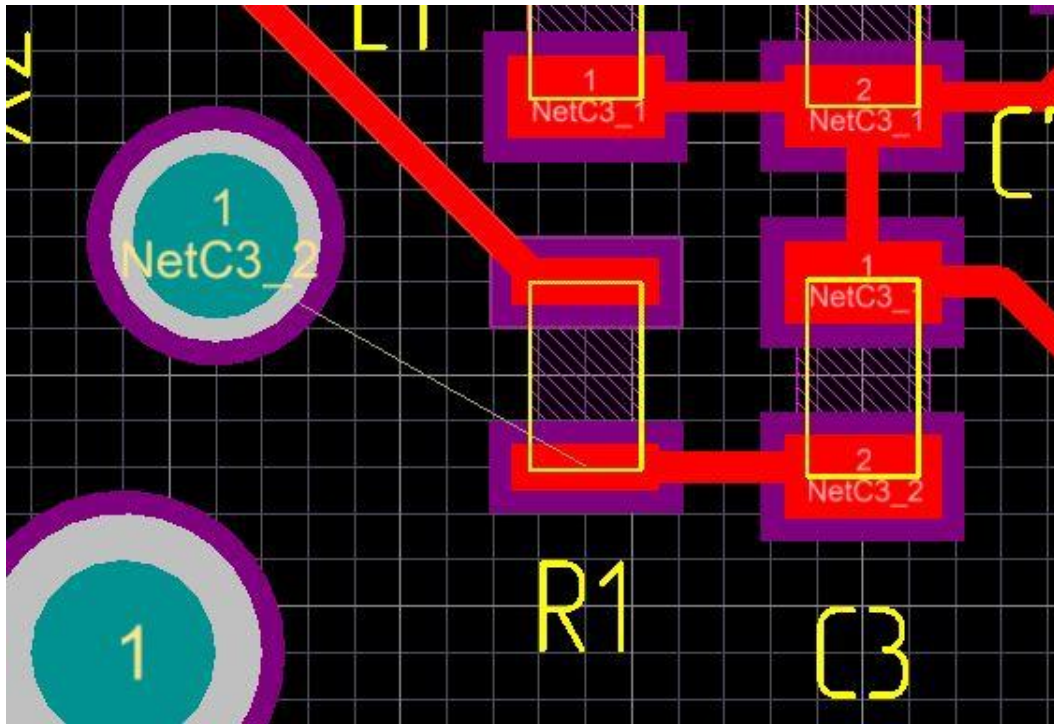


Рисунок 3.19 – ДРМ з непроведеним зв'язком між контактною площадкою і монтажним отвором

Перетягнувши курсор до монтажного отвору і натиснувши ліву клавішу мишки на ньому створимо друкований провідник як зображено на рисунку 3.21.

Для створення друкованих провідників також використовується автоматичне трасування провідників командою Auto Route→All. В вікні Situs Routing Strategies необхідно вибрати одну із стандартних стратегій трасування або створити власну. Клацнувши на кнопку Rout All ми здійснимо автоматичне трасування провідників.

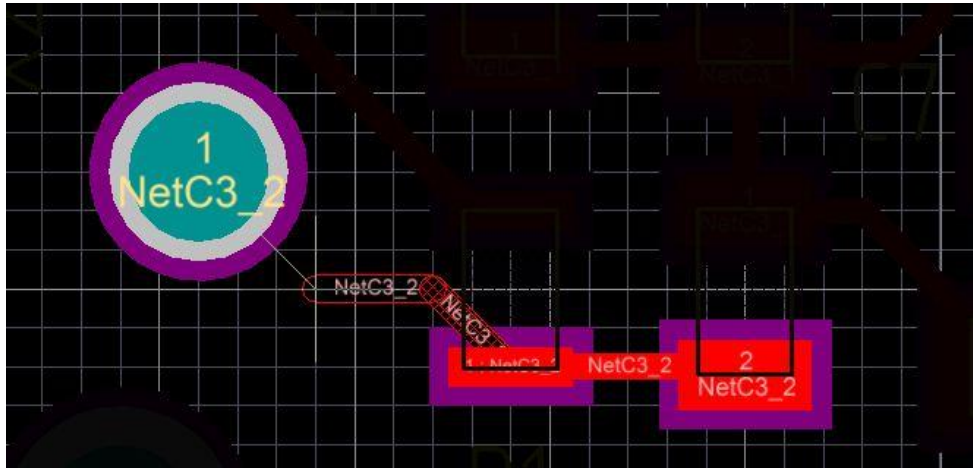


Рисунок 3.21 – Створення зв'язку за допомогою команди Interactive Routing

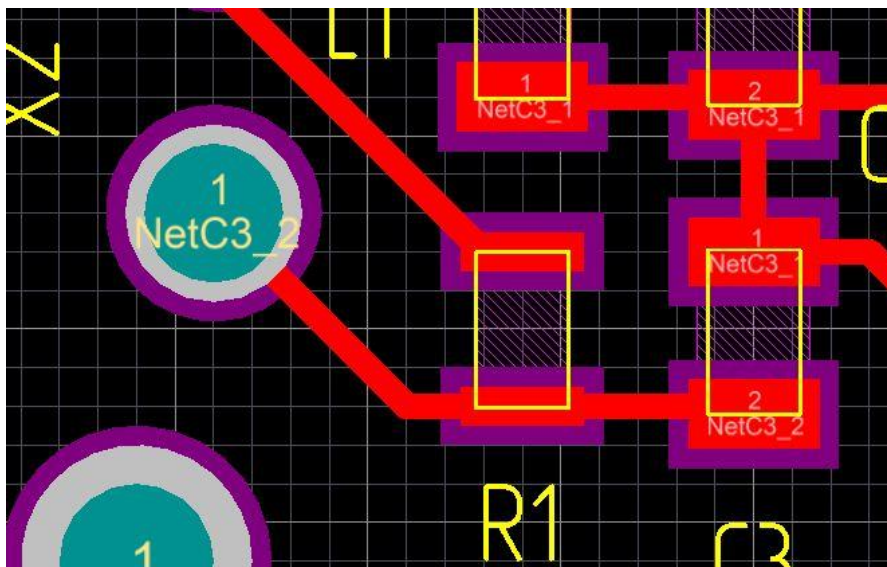


Рисунок 3.22 – Друкований провідник який створений командою Interactive Routing

Після трасування необхідно перевірити конструктив ДРМ на наявність помилок командою Tools→Design Rule Check і натиснувши кнопку Run Design Rule Check запусимо перевірку конструктиву ДРМ. Якщо після завершення виконання команди не появилось вікно System Message значить перевірка завершилась успішно і на конструктиві ДРМ не знайдено помилок.

Для створення креслення ДРМ і складальне креслення друкованого вузла згідно ГОСТ необхідно імпортувати конструктив ДРМ в Компас. Для імпорту тільки конструктиву ДРМ використовуємо формат DWG, а для імпорту 3D-моделі друкованого вузла використовуємо формат STEP.

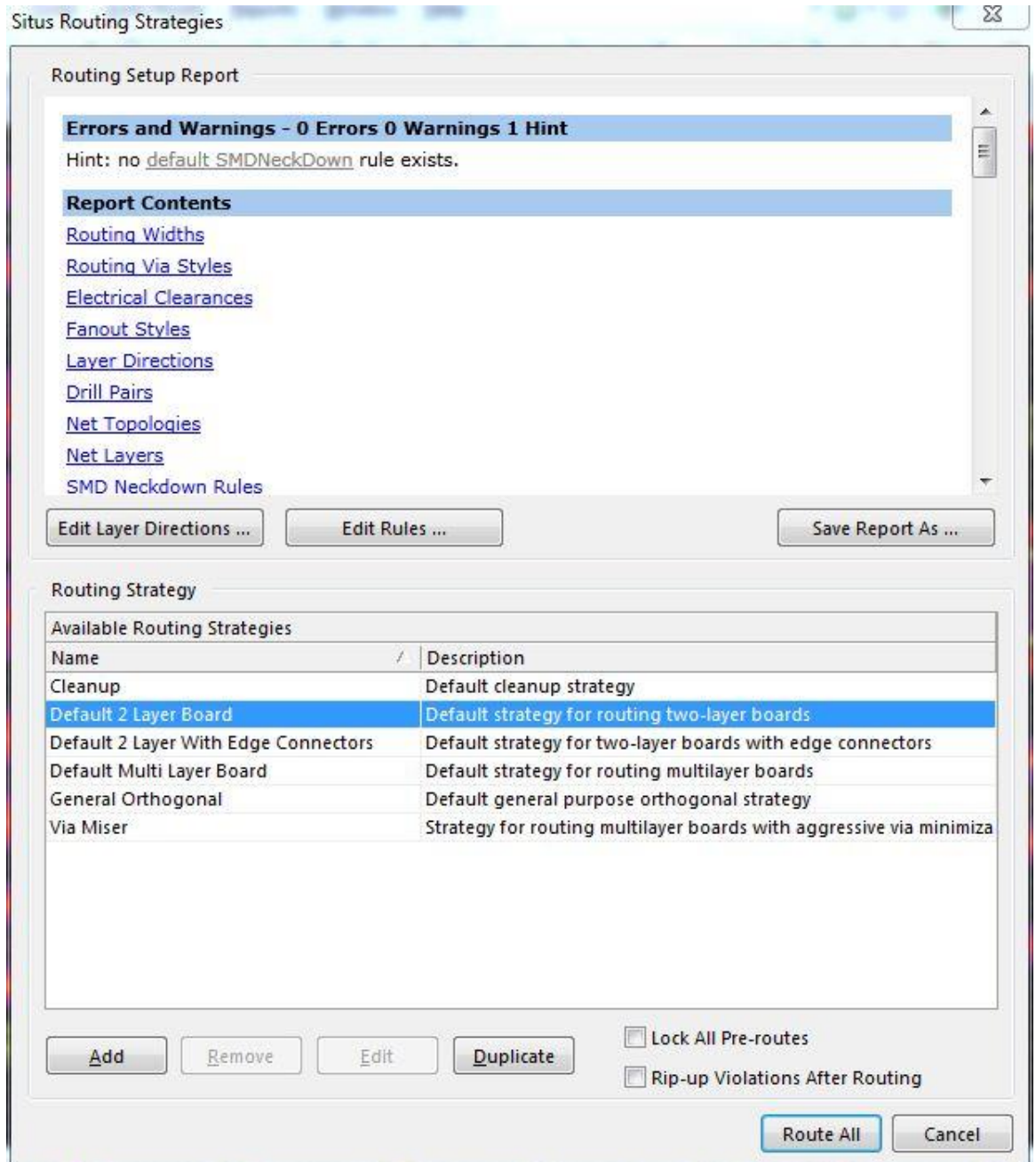


Рисунок 3.23 – Вікно вибору стратегій автоматичного трасування друкованих провідників

4.1 Покращення організаційно-технологічної підготовки виробництва

Технологічна підготовка виробництва включає рішення задач, які групуються по наступним основним напрямкам:

- а) забезпечення технологічності конструкції виробу;
- б) проектування технологічних процесів;
- в) проектування і виготовлення засобів технологічного оснащення;
- г) організація і управління процесом технологічної підготовки виробництва.

Таким чином, охоплюється весь необхідний комплекс робіт по технологічній підготовці виробництва, в тому числі конструкторсько-технологічний аналіз виробів, організаційно-технологічний аналіз виробництва, розрахунок виробничих потужностей, складання виробничо-технологічних планів, відладку технологічних процесів і засобів технологічного оснащення (обладнання, оснастка).

Одним із етапів технологічної підготовки виробництва є проектування технологічних процесів. Тут передбачається технологічний контроль конструкторської документації на всіх стадіях її розробки: технологічне завдання, технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект, робоча документація.

Обов'язковим етапом проектування технологічних процесів є групування виробів по конструктивним і технологічним ознакам з врахуванням організації виробництва.

В технології виробництва радіоелектронної апаратури важливою задачею є забезпечення заданої точності лінійних розмірів виробів. Але для технології радіоелектронної апаратури цього ще не достатньо.

Поряд з лінійними розмірами повинно бути забезпечено багато технологічних (механічні, теплові, магнітні, радіотехнічні та інші) параметри апаратури, яка працює на різних частотах (звукових, ультразвукових, радіочастотах). Неважко показати наскільки ускладнюється технологія з підвищенням частоти, на якій працює апаратура.

При складанні і накладці радіоелектронної апаратури виявляються помилки і порушення при виготовленні деталей чи вхідному контролі електрорадіоелементів.

Затрати часу і засобів на підготовку виробництва будуть мінімальні. Якщо при конструюванні радіоелектронної апаратури використовуються тільки ті деталі і вузли, які забезпечують більш високий техніко-економічний і експлуатаційний ефект, а всі інші елементи запозичуються із освоєних чиста стандартизованих конструкцій. Для визначення таких затрат використовується величина, яка називається кількісним оригіналом деталей:

$$P_{op} = P_0 - P_3, \quad (4.1)$$

де P_0 – загальна кількість деталей і вузлів;

P_3 – кількість запозичених деталей і вузлів.

Виробництво радіоелектронної апаратури супроводжується великою кількістю контрольних операцій: вхідний контроль матеріалів і комплектуючих електрорадіоелементів, контроль всіх етапів виробництва, вихідний контроль готової продукції.

Для настройки регулювання, контролю і випробування радіоелектронної апаратури потрібна багаточисельно стандартна і нестандартна вимірювальна апаратура.

Проектування технологічного процесу, вибір засобів оснащення, контролю і випробувань залежить від типу виробництва.

У багатьох конструкціях радіоелектронної апаратури деталі і вузли повторюються в різних кількостях, тому тип виробництва слід визначати для кожної деталі чи вузла індивідуально. Наприклад, виробництво трансформаторів може бути серійним, а виробництво пластин магнітопровода для них – масовим.

На радіозаводі по випуску радіоапаратури можна зустріти всі типи виробництва: наприклад, інструментальний цех відноситься до індивідуального типу виробництва, цех лиття термопластмас – відповідає серійному, а складальні цехи – масовому.

В залежності від виду виробництва проводиться вибір технологічного обладнання. В умовах мілкосерійного виробництва значний ефект можна очікувати при використанні універсального обладнання.

Використання різноманітних пристосіблень і додаткових механізмів розширює можливості верстатів і дозволяє швидко перебудуватися на випуск іншого виду продукції.

Крім вибору основного обладнання, здійснюється підбір технологічної оснастки. Використання універсальних видів оснастки є

одних із ефективних шляхів, який скорочує цикл технологічних підготовки виробництва.

Велике значення має забезпечення виробництва відповідним інструментом. Тому основними задачами інструментального господарства є: визначення потреб в інструменті, планування, організація експлуатації, технічний нагляд, забезпечення робочих місць, а також облік і зберігання.

Однією із важливих робіт в технологічній підготовці виробництва є складання відомості норм витрат матеріалів. Основна важкість визначення норм витрат матеріалів полягає в розрахунку подетальних норм.

При виробництві радіоапаратури часто вартість матеріалів значно вища вартості праці, затраченої на його переробку.

При автоматизованому вирішенні задач по розрахунку норм витрат матеріалів, використовують інформаційні масиви і алгоритми вирішення задач розрахунку норм.

Планування технологічної підготовки і підготовки виробництва ведеться з врахуванням координації роботи багатьох служб заводу. При визначенні термінів виконання робіт за основу беруться кінцеві директивні терміни випуску нових виробів, потім розраховуються об'єми робіт по етапам в залежності від трудоемності, кількості виконавців, оригінальних деталей і тому подібне, після чого складається сітковий графік виконання робіт загальна картина діяльності всіх підрозділів, зайнятих підготовкою виробництва, відображається схемою подій і робіт.

При побудові сіткового графіку використовуються ймовірнісні методи, при цьому для кожної події визначається мінімальний і

максимальний час виконання, а для кожної роботи – математичне очікування і його дисперсія.

Графічна інформаційна модель системи технологічної підготовки виробництва являє собою схематичний опис системи підготовки виробництва і відображає номенклатуру функцій і задач, які вирішуються в системі, інформаційні зв'язки.

Моделі системи технологічної підготовки виробництва представляються комплексом блок-схеми, які в залежності від степені деталізації поділяються на блок-схеми функцій, блок-схеми задач і блок-схеми процедур.

Одним із етапів технологічної підготовки виробництва є аналіз виробів на технологічність. Під технологічністю виробу розуміють сукупність властивостей конструкцій, які проявляються у можливих оптимальних затратах праці, засобів, матеріалів і часу при технологічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації і ремонті у порівнянні з відповідними показниками однотипних конструкцій виробів того ж призначення при забезпеченні установлених значень показників якості і прийнятих умов виробництва, експлуатації і ремонту.

До умов виготовлення чи ремонту виробів відноситься тип, спеціалізація і організація виробництва, річна програма і повторюваність випуску, а також використовувані технологічні процеси. В залежності від виду технологічності конструкції розрізняють виробничу, експлуатаційну, ремонтну технологічність і технологічність при технічному обслуговування, технологічність конструкції деталі і складальної одиниці, а також технологічність

конструкції по процесу виготовлення, формі поверхні, розмірам, матеріалам.

До якісних характеристик технологічності конструкції відносять взаємозамінність, регульовальність, контролепридатність та інструментальну доступність конструкції.

Обробка конструкції виробу на технологічність направлена на підвищення продуктивності праці, зниження витрат і підготовку виробництва, технічне обслуговування і ремонт виробів при забезпеченні необхідної якості виробів.

Кількісна оцінка технологічності конструкції заснована на системі показників і поділяється на три види:

- базові показники технологічності. Їх оптимальні значення і граничні відхилення регламентовані для однотипних виробів;
- показники технологічності конструкції, які досягають при розробці виробу;
- показники рівня технологічності конструкції розроблюваного виробу.

При розгляданні конструкції як об'єкта експлуатації аналізують пристосібленість виробу до використання, підготовку його до роботи, технічному обслуговуванню, ремонту, відновленню, забезпеченню необхідної техніки безпеки і його транспортабельність.

Ще одним етапом технологічної підготовки виробництва є розробка спеціального технологічного оснащення – спеціальних засобів автоматизації і механізації виробничих процесів. Для серійного і масового виробництва дана розробка ведеться у три черги.

У першу чергу розробляється оснащення, без якого економічно недоцільне чи технологічно неможливе виготовлення виробу. У другу

– оснащення виготовлення установчої серії, а в третю – для виробництва виробів у плановому обсязі.

Така черговість доцільна у зв'язку з тим, що обсяг робіт з розробки і виготовлення технологічного оснащення дуже значний і складає складних виробів (65-75)% від всього обсягу технічної підготовки виробництва. У цих умовах розробка і виготовлення оснащення по чергах значно прискорюють підготовку виробництва.

Розроблений технологічний процес записується в уніфіковані технологічні карти, що є основою для складання цілого ряду документів, використовуваних для розробки калькуляції у плануванні обліку і контролі ходу виробництва.

Так наприклад складають матеріальні специфікації, що визначають сировину і матеріали, необхідні для виготовлення деталей із вказівкою їхніх марок, сорту і розмірів.

На основі цих документів відповідні служби підприємства ведуть матеріальну і інструментальну підготовку виробництва, здійснюють контроль і облік витрат.

Невідомою часиною при виготовленні радіоелектронної апаратури є проведення процесів регулювання і настройки. Ціллю регулювальних робіт є забезпечення параметрів пристрою при найменших витратах і усунення всіх несправностей, допущених при складанні.

Ці роботи включають настройку різних резонансних систем, спряжень електричних, радіотехнічних, кінематичних і інших параметрів всього пристрою і окремих приладів, встановлення режимів окремих каскадів, приведення параметрів у відповідності з вимогами і

стандартами, контроль за правильністю виконання складальних і регулювальних робіт.

Характер і об'єм регулювальних робіт визначається їх призначенням, конструкцією пристрою, типом виробництва, об'ємом випуску і оснащеністю технологічного процесу. У серійному виробництві процес регулювання розбивають на ряд простих операцій, що скорочує трудоемність робіт.

4.2 Розрахунок продуктивності варіантів автоматизованих виробничих систем

Автоматизація виробничих процесів є етапом технічного прогресу, новою сходинкою розвитку засобів виробництва. Однак не будь-яка автоматизація є прогрес. Досить часто автоматизація не супроводжується підвищенням продуктивності праці. Процесу автоматизації, як і іншому процесу властиві протиріччя, і їх необхідно знати, інакше надлишкова автоматизація призводить до надмірних затрат засобів, сил і часу.

Тому питання автоматизації та механізації виробництва повинні розглядатися з позиції забезпечення ними темпів зросту продуктивності праці і перевага повинна віддаватися тим із них, які дозволяють більш високих темпів цього росту при найменших затратах засобів. Проведемо розрахунок економічної продуктивності по двох варіантах компоновок: базовому і новому.

Трудоемність виготовлення виробів (друкованих плат) визначається і формули:

$$T = \tau \cdot \sum_{i=1}^n T_i \quad (4.1)$$

де T_i – трудоємність виготовлення, складання, монтажу, контролю і випробування частини виробу.

Базовий варіант

а) Нанесення пасти:

$$T_1 = 2100 \cdot 950 \cdot 0,0067 = 13366,5 \text{ н/г}$$

$$T_2 = 6200 \cdot 700 \cdot 0,0067 = 29078,0 \text{ н/г}$$

$$T_3 = 23200 \cdot 400 \cdot 0,0067 = 62176,0 \text{ н/г}$$

Всього: $T=104620,5$ н/г

б) Установка компонентів:

$$T_1 = 23200 \cdot 400 \cdot 0,0033 = 6583,5 \text{ н/г}$$

$$T_2 = 6200 \cdot 700 \cdot 0,0033 = 14322,0 \text{ н/г}$$

$$T_3 = 23200 \cdot 400 \cdot 0,0033 = 30624,0 \text{ н/г}$$

Всього: $T=51529,5$ н/г

в) Пайка компонентів:

$$T_1 = 23200 \cdot 400 \cdot 0,0087 = 17356,5 \text{ н/г}$$

$$T_2 = 6200 \cdot 700 \cdot 0,0087 = 37758,0 \text{ н/г}$$

$$T_3 = 23200 \cdot 400 \cdot 0,0086 = 80736,0 \text{ н/г}$$

Всього: $T = 135850,5$ н/г

Загальна сума трудоемності по базовому варіанту:

$$T_{z1} = 104620,5 + 51529,5 + 135850,5 = 292000,5 \text{ н/г}$$

Новий варіант

а) нанесення пасти:

продуктивність 300 плат/год

трудоемність на 1 шт:

$$\frac{1 \cdot 60}{300 \cdot 60} = 0,0033 \text{ н/г}$$

$$T_1 = 2100 \cdot 9 \cdot 0,0033 = 62,44 \text{ н/г}$$

$$T_2 = 6200 \cdot 9 \cdot 0,0033 = 184,14 \text{ н/г}$$

$$T_3 = 23200 \cdot 9 \cdot 0,0033 = 459,36 \text{ н/г}$$

Всього: $T = 705,9$ н/г

б) установка компонентів:

продуктивність 5400 ком/год

трудоемність одного компонента:

$$\frac{1 \cdot 60}{5400 \cdot 60} = 0,00019 \text{ н/г}$$

$$T_1 = 2100 \cdot 950 \cdot 0,00019 = 379,05 \text{ н/г}$$

$$T_2 = 6200 \cdot 700 \cdot 0,00019 = 824,60 \text{ н/г}$$

$$T_3 = 23200 \cdot 400 \cdot 0,00019 = 1763,2 \text{ н/г}$$

Всього: $T=2966,85$ н/г

в) пайка:

продуктивність: 50 см/хв;

Трудоємність:

$$\frac{18 \cdot 1}{50 \cdot 60} = 0,006 \text{ н/г}$$

$$T_1 = 2100 \cdot 9 \cdot 0,006 = 113,4 \text{ н/г}$$

$$T_2 = 6200 \cdot 9 \cdot 0,006 = 334,8 \text{ н/г}$$

$$T_3 = 23200 \cdot 6 \cdot 0,006 = 835,2 \text{ н/г}$$

Всього: $T=1283,4$ н/г

Загальна сума трудоємності по новому варіанту:

$$T_{\tau 2} = 705,9 + 2966,85 + 1183,4 = 4956,15 \text{ н/г.}$$

Економія трудоємності виготовлення виробу рівна різниці трудоємностей по двох варіантах:

$$\Delta T = T_1 - T_2 ;$$

$$\Delta T = 292000,5 - 4956,15 = 287044,35 \text{ н/г.}$$

Як бачимо, новий варіант з точки зору затрат трудоємності більш економічно вигідний.

Ще одним критерієм для порівняльної оцінки двох варіантів компонок є питомі капіталовкладення. В результаті їх порівняння остаточні висновки можуть бути зроблені тільки на основі економічної ефективності. Тому вибирається той із варіантів, який потребує мінімальних капіталовкладень у створення однакових виробничих потужностей. Саме цей критерій дозволяє вирішити такі принципові питання технічної політики, як будівництво нових і розширення діючих підприємств із найменшими затратами засобів. Проведемо розрахунок капітальних витрат.

4.2.1. Розрахункова кількість обладнання:

$$K_{розр} = \frac{T}{\Phi \cdot K_{вр} \cdot K_{вн}} \quad (4.2)$$

де T – трудоемність виготовлення виробів, н/г;

Φ – річний фонд часу, год.

а) Нанесення пасти для базового варіанту:

$$K_{розр} = \frac{104620,50}{1140 \cdot 0,9 \cdot 2,0} = 14$$

Прийmemo 14 робочих місць.

б) Пайка компонентів:

$$K_{розр} = \frac{135850,5}{1140 \cdot 0,9 \cdot 2,0} = 18,2$$

Прийmemo 19 робочих місць.

в) Установка компонентів:

$$K_{розр} = \frac{51529,5}{1140 \cdot 0,9 \cdot 2,0} = 6,9$$

Прийmemo 7 робочих місць.

Новий варіант

а) Нанесення пасти:

$$K_{розр} = \frac{713}{1140 \cdot 0,82 \cdot 2,0} = 0,21$$

Прийmemo 1 робоче місце.

б) Установка компонентів:

$$K_{розр} = \frac{2891,7}{1140 \cdot 0,82 \cdot 2,0} = 0,85$$

Прийmemo 1 робоче місце.

в) Пайка компонентів:

$$K_{розр} = \frac{1283,4}{1140 \cdot 0,82 \cdot 2,0} = 0,38$$

Прийmemo 1 робоче місце.

4.2.2. Капіталовкладення в технологічне обладнання:

$$K_{об} = S_{об} \cdot K_{розр} \quad (4.3)$$

Базовий варіант

$$K_1 = 20242 \text{ грн}$$

Новий варіант

$$K_2 = 287850 \text{ грн}$$

4.2.3. Розрахунок величини поточних витрат.

Спершу розрахуємо величину заробітної плати. Економія по фонду заробітної плати визначається як різниця між фондом, розрахованим на всю виробничу продукцію до і після застосування нововведення.

$$C_{зн} = T \cdot \delta_{mi} \cdot (1 + \mu_i) \quad (4.4)$$

де T – трудоємність виготовлення виробів, н/год;

δ_{mi} – погодинна оплата, грн;

μ_i – додаткова заробітня плата, грн.

Базовий варіант:

$$C_{зн} = 77398,22 \text{ грн}$$

$$C_{зн} = 39533,43 \text{ грн}$$

$$C_{zn} = 104224,5 \text{ грн}$$

Всього: $C_1 = 221156,18 \text{ грн}$

Новий варіант:

$$C_2 = 712,40 \text{ грн}$$

Економія по заробітній платі:

$$\Delta C = C_1 - C_2 ; \quad (4.5)$$

$$\Delta C = 221156,18 - 712,40 = 220443 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на експлуатацію обладнання:

а) Амортизаційні відрахування:

$$C_a = \frac{K_{об} \cdot H_a}{100} \quad (4.6)$$

де $K_{об}$ – капіталовкладення в технологічне обладнання, грн;

H_a – загальна норма амортизації, %;

Затрати на електроенергію для технологічних цілей. Економія електроенергії визначається з врахуванням сумарної потужності моторів відповідного обладнання, коефіцієнта використання потужності електродвигуна, корисного часу роботи обладнання і вартості 1 кВт електроенергії.

$$C_E = C_E \cdot N \cdot T, \quad (4.7)$$

де C_E – тариф за електроенергію, грн/кВт;

N – споживна потужність, кВт;

T – фонд часу роботи пристрою.

Базовий варіант:

$$C_{a1} = \frac{20242 \cdot 0,88}{100} = 178,13$$

Новий варіант:

$$C_{a2} = \frac{14840 \cdot 0,88}{100} = 130,59 \text{ грн}$$

$$C_{a2} = \frac{246150 \cdot 0,88}{100} = 2166,12 \text{ грн}$$

$$C_{a2} = \frac{26860 \cdot 0,88}{100} = 236,37 \text{ грн}$$

$$C_{a2\Sigma} = 2533,08 \text{ грн}$$

б) Затрати на електроенергію для технологічних цілей. Економія електроенергії визначається з врахуванням сумарної потужності моторів відповідного обладнання і, коефіцієнта використання потужності електродвигуна, корисного часу роботи обладнання і вартості 1 кВт електроенергії.

$$C_E = C_E \cdot N \cdot T$$

де C_E – тариф за електроенергію, грн/кВт;

N – споживана потужність, кВт;

T – фонд часу роботи пристрою;

Економія поточних витрат:

$$\Delta C = C_1 - C_2, \quad (4.8)$$

$$\Delta C = 221877,71 - 3427,47 = 218450,24 \text{ грн.}$$

Висновок

Здійснимо розрахунок річного економічного ефекту. При його визначенні у склад капітальних вкладень виробів та використуванні техніки враховуються як безпосередньо капітальні вкладення так і інші витрати, необхідні для створення і використання техніки без залежності від джерел їх фінансування. До таких витрат відносять:

- витрати на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, включаючи випробування та доопрацювання дослідницьких зразків;
- витрати на придбання, доставку, монтаж, демонтаж, технічну підготовку, наладку і освоєння виробництва;
- витрати на поповнення оборотних фондів, пов'язаних із створенням і використанням нової техніки;
- вартість необхідних виробничих територій і інших елементів основних фондів, безпосередньо пов'язаних з виробництвом і використанням нової і базової техніки;
- витрати на технічні міроприємства і установки, що попереджують негативні наслідки впливу експлуатації техніки на природне середовище (попередження забруднення навколишнього

середовища), а також на умови праці (пониження виробничого шуму, підтримання кліматичних умов у виробничих приміщеннях, попередження травматизму).

Визначення річного економічного ефекту засноване на співставленні економічного ефекту по базовій і новій техніці.

Розрахунок річного економічного ефекту від виробництва і використання нових засобів праці (обладнання, пристроїв) з покращеними якісними характеристиками проводиться по формулі:

$$\varepsilon = (C_1 + E_n \cdot K_1) - (C_2 + E_n \cdot K_2) \quad (4.9)$$

$$\varepsilon = 35526 \text{ грн}$$

Отже, новий варіант є більш економічно вигідний.

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1 Правові аспекти в охороні праці

Правовою основою законодавства щодо охорони праці є конституція України, Закони України: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергетики та радіаційний захист», «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», а також Кодекс законів про працю України».

Персонал, що працює на енергопідприємствах найчастіше підпадає впливу таких факторів: електрична напруга, підвищена напруженість електричного поля, розміщення робочого місця на висоті, можливість утворення вибухо- і пожежонебезпечних сумішей, небезпечність резервуарів під тиском, підвищена температура поверхонь нагріву і повітря, понижена температура повітря в осінньо-зимові місяці, випари від нещільностей, підвищений рівень шуму і вібрації, підвищена швидкість руху повітря, понижена або підвищена вологість повітря, наявність шкідливих речовин в повітрі, висока нервово-емоційна напруга оперативного персоналу, що пов'язана з великою відповідальністю за стан роботи устаткування.

Апаратура для контролю, управління, регулювання технологічних процесів і засоби протиаварійного захисту і сигналізації розміщені на пультах управління і щитах, які віддалені від об'єктів, а деякі винесені в окремі приміщення. Для передачі сигналів від датчиків використовується постійний або змінний струм напругою 220 в.

Порядок проведення робіт на теплосиловому устаткуванні суворо регламентується. Робочі місця повинні відповідати вимогам наукової організації праці, ергономіки і технічної системи з тим, щоб забезпечити безпечні умови праці, які здатні до підвищення продуктивності праці обслуговуючого персоналу.

В залежності від характеру виконання робіт, робоче місце кожного працівника повинно бути обладнано необхідними пристроями, приспособленнями і інструментами для виконання виробничих операцій для усунення аварійних ситуацій і попередження травматизму.

Робоче місце оператора повинно мати всі елементи управління (тумблери, ключі, кнопки перемикачі і т.д.) прилади контролю процесу, пристрої сигналізації і зв'язку, повинно добре освітлюватись, вентилюватись і мати конденсатори повітря. Приміщення виконують з врахуванням шумопоглинання і вітрозахисту.

До обслуговування приладів вимірювання і автоматики допускається персонал, який знає правила безпеки, має посвідчення про перевірку знань з виконуваної роботи і має відповідну групу з електробезпеки.

Оперативний персонал здійснює регулярні огляди устаткування і визначає його стан. Під час огляду забороняється здійснювати перемикання, відкривання і закривання вентелів, знімання огорожень, доторкатись до струмопровідних частин. При виявленні під час огляду несправностей устаткування робиться запис в журнал і повідомляється керівництву цеху для їх усунення.

Всі роботи по усуненню несправностей слід вести по вказівках і з відома начальника дільниці.

Пожежна безпека.

В ході технологічного процесу ТЕС є вибухові і пожежонебезпечні речовини, що при наявності джерела займання можуть привести до вибуху або пожежі. Виникнення пожежі визначається фізико-хімічними властивостями вугілля, мазуту, газу, а також особливостями самого процесу виробництва електричної і теплової енергії. Для того, щоб забезпечити пожежну безпеку, необхідно:

- утримувати виробничі об'єкти в чистоті і систематично очищати їх;
- всі горючі матеріали і рідини зберігати в спеціально відведених місцях, забезпечених протипожежними засобами;
- двері евакуаційних виходів повинні вільно відчинятись.

На енергетичних підприємствах згідно нормативних документів таких як ГОСТ 12.1.004-85 і СніП 2.01.02-85 розроблені заходи по забезпеченню протипожежної безпеки:

- при поступленні на роботу працівники проходять ввідні інструктажі з техніки безпеки;
- особи, які проводять вогнебезпечні роботи мають спеціальні посвідчення про ведення цих робіт;
- заборонено застосування відкритого вогню на відстані 100 м від золо- і шлаковідвалів;
- на кожній виробничій дільниці встановлено не менше трьох пунктів укомплектованих вогнегасниками ОВП-10, ОУ -5, лопатами, відрами, встановлені ящики з піском ємністю 0,5 м³.

На підприємствах використовуються вибухонебезпечні речовини, тому виробничі приміщення прокласифіковані за мірою їх вибухо- і пожежонебезпечності, що дозволяє уникнути створення горючого середовища.

Оскільки технологічний процес виробництва енергії супроводжується використанням таких речовин як водень, вугілля, мазут, природний газ, різні види масел, які можуть створювати пожежонебезпечку, тому вивчають їх пожежонебезпечні властивості.

5.2 Аналіз потенційної небезпеки і шкідливості виробничої сфери

На підприємствах хімічної промисловості широко застосовуються різноманітні електричні установки. Для технологічного процесу ректифікації використовується електрообладнання, яке може стати джерелом постійної небезпеки. В даному випадку це електродвигун потужністю (1,7...32) кВт. Джерелами інтенсивного шуму та вібрації є технологічні установки, в яких рух газів відбувається з великою швидкістю і супроводжується значною пульсацією. До таких джерел вібрації відносяться насоси, елементи вентиляційних систем, електродвигуни.

В електроустановках для підтримання належного рівня безпеки технологічних процесів застосовуються наступні технічні міри: використання малих напруг, електричне розділення мереж, захист від небезпеки при переході напруги з вищої сторони на нижчу, контроль і профілактика пошкодженої ізоляції, заземлення, занулення, захисне відключення, застосування електрозахисних засобів.

5.3 Вимоги до системи електроживлення і заземлення

Пошкодження ізоляції є основним джерелом аварій і причиною багатьох нещасних випадків. Тому в процесі експлуатації електрообладнання ізоляція завжди повинна задовольняти поставленим до неї вимогам, які мають бути вичерпними, гарантувати при їх виконанні безаварійну та безпечну роботу обладнання і обслуговуючого персоналу.

Надійність є однією з обов'язкових вимог при експлуатації засобів електричної ізоляції. Ця вимога має ще більше значення в умовах високовольтних мереж і промислових установок. Опір ізоляції на кожній ділянці в мережах напругою до 1000 В має бути не нижчим за 500000 Ом на фазу. В промислових приміщеннях з обладнанням, яке працює на напрузі більшій за 1000 В, влаштовують огорожі струмопровідних частин незалежно від наявності ізоляції. Електроустановки та електромережі напругою до 1000 В повинні мати ізольовану від землі нейтраль.

Одним із захисних засобів проти ураження людини електричним струмом при дотику до металевих не струмопровідних частин з пошкодженою ізоляцією є захисне заземлення. Захисне заземлення застосовується в електроустановках напругою до 1000 В і вище, які працюють з ізольованими від землі нейтральними джерелами живлення, а також в мережах з напругою 110 кВ і вище, які працюють з глухо заземленими нейтральними трансформаторів. Правила використання електроустановок приписують, щоб всі металічні конструктивні не струмопровідні частини електрообладнання при номінальній напрузі вищій за 42 В змінного струму і 110 В постійного струму, а також, які мають з ними електричний контакт корпусу та конструкції механічного та технологічного обладнання були занулені.

При напрузі 380 В і вище захисне заземлення необхідно використовувати у всіх приміщеннях і зовнішніх електроустановках. Заземлення електроустановок не виконується при напрузі 42 В і нижче змінного струму та 110 В і нижче постійного струму у всіх випадках за виключенням вибухонебезпечних установок. У вибухонебезпечних приміщеннях і установках заземленню підлягає електрообладнання при всіх застосовуваних напругах.

Небезпеки аварій, які пов'язані із струмом великі, тому розроблені заходи по їх запобіганню.

Основними заходами захисту людини від ураження електричним струмом є:

- правильна експлуатація електричного обладнання, пускових механізмів, струмопровідних частин;
- захист від дотику до струмопровідних частин;
- захист від переходу напруги на не струмоведучі частини обладнання;
- наявність блокування і сигнальних пристроїв, попереджувальних написів;

- застосування індивідуальних засобів захисту.

5.4 Система блискавкозахисту

Ступінь захисту споруд, будівель та відкритих установок від дії атмосферної електрики залежить від вибухопожежонебезпечності об'єктів і забезпечується правильністю вибору категорій влаштування блискавкозахисту та типу зони захисту об'єкта від прямих влучень блискавки.

Ступінь пожежовибухонебезпечності об'єктів оцінюється за класифікацією ПУЕ. Інструкцією з проектування та влаштування блискавкозахисту СН 305-77 встановлено три категорії влаштування блискавкозахисту (I, II, III) та два типи (А,Б) зон захисту об'єктів від прямого влучання блискавки.

Згідно з ПУЕ приміщення очисних споруд відноситься за вибухонебезпечністю до категорії В1-б. Отже, блискавкозахист організовується за II категорією. Для захисту наших об'єктів від влучання блискавки проектується одиночний стержневий блискавковідвід.

Приймаємо зону захисту типу Б, яка забезпечує перехоплення не менш як 95% блискавок.

На дахах будівель, де розміщені хлораторні, влаштовується стержневий блискавковідвід з круглої сталі, який під'єднується до заземлювачів.

Інтенсивність грозової діяльності характеризується середньою кількістю грозових годин за рік - Пб. Прийнято більш узагальнений показник середнє число ударів блискавки за рік $n = 3$.

Ймовірна кількість ударів блискавки в будівлю очисних споруд:

$$N = (S + 6 \cdot H_x) \cdot (L + 6 \cdot H_x) \cdot n \cdot 10^{-6} = (6 + 6 \cdot 4,2) \cdot (6 + 6 \cdot 4,2) \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 0,0029$$

де $S = 6$ - ширина споруди, яка захищається, м;

$L = 6$ - довжина споруди, м;

$H_x = 4,2$ - висота до найвищої точки споруди, м.

В залежності від категорії споруди та показника N ($N < 1$) прийнято тип Б зони захисту блискавковідводів. Приймаємо одиночний стержневий блискавковідвід.

При розташуванні блискавковідводу по центру будівлі приймаємо:

$$R_x = \frac{b}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ м},$$

Висоту блискавковідводів визначаємо за формулою:

$$h = (R_x + 1,63 \cdot H_x) / 1,5 = (3 + 1,63 \cdot 4,2) / 1,5 = 7,0 \text{ м},$$

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 7,0$ м, тоді

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 7 = 6,4 \text{ м},$$

$$R_o = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 7 = 10,5 \text{ м,}$$

$$R_x = 1,5 \cdot (h - h_x / 0,92) = 1,5 \cdot (7 - 4,2 / 0,92) = 3,65 \text{ м,}$$

В якості блискавковідводу приймаємо блискавкоприймач довжиною 1 м із сталю стержня $d=12$ мм.

Кінець струмовідводу прокладають в ґрунті та приєднують до заземлення.

Його роблять із круглої арматури $d=10$ мм.

Користуючись інструкцією СН 305-77 підбираємо заземлювач. Приймаємо двостержневий заземлювач, зовнішній контур якого виконується із полосової сталі 40×4 мм та куточка $40 \times 40 \times 4$ мм ($C = 3$ м, $l = 2,5$ м, $R = 7$ Ом).

Внутрішній контур виконується із сталеві полоси 20×4 мм.

5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Наявність в Україні розвинутої промисловості, надзвичайно висока її концентрація в окремих регіонах, існування великих промислових комплексів, велика частина яких потенційно небезпечні, концентрація на них агрегатів і установок великої і найбільшої потужності, розвита мережа транспортних комунікацій, а також нафто-, газо- і продуктопроводів, велике кількість енергетичних об'єктів, використання у виробництві в значних кількостях потенційно небезпечних речовин – усе це збільшує імовірність виникнення техногенних НС, що несуть у собі погрозу для людини, економіки і природного середовища.

У зв'язку з високим техногенним навантаженням на навколишніх в Україні, що перевищує цей показник у сусідніх країнах у 5 – 15 разів, сумарні ризики техногенних НС значно перевищують сумарні ризики природних НС.

Майже третина всіх промислових об'єктів складають підприємства., зв'язані з виробництвом, переробкою і збереженням потенційно небезпечних сильнодіючих отруйних, вогне- і пожежнобезпечних речовин.

Територія країни має густу мережу транспорту різних видів, а саме: залізничну загальною довжиною 22.6 тис. км, автодорожню – 172.3 тис. км (з них 162.7 тис. км із твердим покриттям), трубопроводну (магістральні газо-,

нафто- і продуктопроводи) - 42.4. тис.км. Дуже розвигі також морські, річкові і повітряні транспортні мережі.

В умовах економічної кризи, відсутності засобів дуже повільно і несвоєчасно здійснюється чи відновлення заміна застарілих основних виробничих фондів, рівень зносу устаткування яких наближається до критичного. Усе це збільшує імовірність виникнення техногенних небезпек.

Техногенні небезпеки виявляються при аваріях, катастрофах на потенційно небезпечних виробництвах, до яких відносяться радіаційно-, хімічно-, вогне-, пожежно-, гідрологічно небезпечні об'єкти (РОО, ХОО, ВПОО і ГЛОО відповідно).

У зв'язку з постійною погрозою виникнення НС техногенного характеру зростає роль з'єднань, частин і підрозділів ЦО в проведенні заходів щодо захисту населення від наслідків ЧС і проведенні рятувальних і інших невідкладних робіт.

Ускладнення задач, розв'язуваних підрозділами хімічного захисту, зміни в оснащенні їхньою технікою й озброєнням, підвищення їхніх можливостей і ролі в хімічному забезпеченні дій військ ГО, проведенні СІДР викликає необхідність постійного удосконалювання засобів і способів керування підрозділами хімічного захисту.

У сучасних умовах стан і розвиток «керування» справедливо розцінюється як один з найважливіших показників дієздатності і бойової готовності з'єднань, частин і підрозділів ЦО, рівня їх організаційної і технічної досконалості.

Потенційно можливі аварії на об'єктах з хімічно небезпечними компонентами в мирний час і навмисне їхнє руйнування у воєнний час необхідно розглядати як додаткове серйозне джерело небезпеки поразки людей і зараження техніки, озброєння і навколишнього середовища.

В умовах застосування супротивником ОМП особовий склад, озброєння і техніка, речове майно, спорядження, індивідуальні засоби захисту, спорудження і місцевість можуть бути заражені РВ, ОВ, і БС.

З метою захисту л/с, збереження боєздатності частин (підрозділів) ЦО і створення їм необхідних умов для виконання поставлених задач в обстановці РХБ зараження організується і здійснюється спеціальна обробка військ, а також дегазація, дезактивація, дезінфекція ділянок місцевості, доріг і споруджень.

Ці задачі покладаються на підрозділи хімічного захисту військ ЦО.

У складі сил цивільної оборони основна роль приділяється військам. Вони виконують задачі по захисту населення від наслідків аварій, катастроф, стихійних лих, воєнних дій, а також проводять рятувальні й інші невідкладні роботи.

Правильне використання з'єднань (частин, підрозділів) цивільної оборони у вогнищах поразки, при ліквідації наслідків аварій на радіаційно- і хімічно небезпечних об'єктах можливо тільки при наявності достовірних даних про сформовану там радіаційній і хімічній обстановці. Такі дані командири, штаби з'єднань (частин, підрозділів) можуть одержати від підрозділів радіаційної і хімічної розвідки.

Результати радіаційної і хімічної розвідки є основою для прийняття рішень по захисту особового складу частин (підрозділів) і формувань ЦО, що приймають участь у ліквідації наслідків радіаційно і хімічно небезпечних аварій, проведенні рятувальних і інших невідкладних робіт у вогнищах поразки.

Навколо Бурштинської ТЕС створюється санітарно-захисна зона, і зона спостереження, розміри якої встановлюються окремо. В санітарно-захисній зоні знаходяться тільки приміщення і конструкції підсобного і обслуговуючого призначення: склади, адміністративні і службові приміщення, конструкції технічного водопостачання, каналізації і т.д. В межах санітарно-захисної зони виключається проживання населення і розміщення дитячих і лікувальних закладах.

Тверді відходи, а також пульти і концентруючі розчини з очисних споруд підлягають зберіганню в спеціальних ємкостях. Передбачається також резервна територія для подальшого розширення складу. Повітря, яке видаляють з технічного обладнання і виробничих приміщень, після ефективної очистки і витримки викидається в атмосферу через вентиляційну трубу значної висоти.

5.6 Надзвичайні ситуації техногенного характеру

Зростання масштабів господарської діяльності і кількості великих промислових комплексів, концентрація на них агрегатів і установок великої і надвеликої потужності, використання у виробництві великих кількостей потенційно небезпечних речовин збільшує вірогідність виникнення техногенних аварій. Надзвичайні ситуації техногенного походження загрожують людині, економіці і природному середовищу або здатні створити загрозу внаслідок імовірного вибуху, пожежі, затоплення або забруднення (зараження) навколишнього середовища. Надзвичайні ситуації техногенного характеру виникають на хімічно небезпечних об'єктах, радіаційно-небезпечних об'єктах, вибухо- та пожежонебезпечних об'єктах, а також гідродинамічно-небезпечних об'єктах..

5.7 Поглиблення протиріч та посилення безпеки виникнення надзвичайних ситуацій

На сучасному етапі характерною особливістю розвитку цивілізації являється зростання та посилення ризику її існування. В повній відповідальності з законами діалектики, життя постійно висуває і продовжує ставити перед людством різні невідкладні проблеми. В окремі моменти розвитку виникає свого роду кумуляція і різке загострення протиріч між природою і суспільством, або всередині самого суспільства. Вони призводять не тільки до воєнних, а й до соціальних конфліктів, великих промислових катастроф, ускладнення наслідків стихійних лих та інших надзвичайних ситуацій, що загрожують дестабілізацією або руйнуванням соціальної системи і вимогою негайного реагування з боку вказаної системи. До найбільших жертв і руйнувань призводять національні, регіональні, глобальні воєнні і соціально-політичні конфлікти, в першу чергу світові війни. Підраховано, що

за 5,5 тис. років на Землі відбулося близько 15 тис. війн і збройних конфліктів, в яких загинуло майже 3,5 млрд. чоловік. Людські втрати в першій світовій війні склали понад 10 млн. чоловік, в тому числі 100 тис. від застосування хімічної зброї (хлору), а загальний збиток знищених матеріальних цінностей — 30 млрд. доларів (в цінах того часу). Атомні бомбардування японських міст Хіросіми і Нагасакі в кінці 2 світової війни привели до загибелі 102 тис. чоловік і опроміненню 385 тис, більшість з яких загинули через це в наступні роки, деякі через 10-20 років. Після другої світової війни відбулося 179 конфліктів, в тому числі 136 збройних в формі громадянських війн. В цілому економічний збиток від однотипної природної катастрофи в країнах, що розвиваються, оцінюється в 20-30 разів більше ніж в країнах членах Організації економічної співпраці і розвитку. Різноманітність в деструктивній силі впливу стихійних лих на населення і економіку різних країн обумовлені, з одного боку, істотними природно-географічними факторами: оскільки основна частина держав «третього світу» розташована в тропічному поясі, для якого характерні часті тайфуни, урагани, сильні зливи з наслідками повенів, а також в сейсмічно активних зонах; з іншого — соціально-економічними факторами: щільністю населення, забудівель з недосконалою сейсмостійкістю, укріплення яких не по кишені багатьом жителям країн, що розвиваються, а в той же час робить їх найбільш уразливими до згубного впливу природних катастроф. Втручаючись в природу і створюючи більш потужні інженерні комплекси, людство формує нову надзвичайно складну систему, включаючи техносферу, закономірності якої поки що не зовсім пізнані. Руйнівну силу деяких технологічних катастроф можна порівняти з операціями воєнних конфліктів. Декілька десятиріч назад, розглядаючи дилему про технологічний оптимізм і песимізм, відомий німецький філософ К. Ясперс застерігав від фетишизації технічного прогресу: «Досконало очевидно, що в техніці закладені не тільки безмежні можливості, але і безмежна небезпека... У всіх тих випадках, коли техніка усуває технічну неблагонадійність, ця неблагонадійність може посилюватись. Абсолютна

технократія при цьому неможлива». Події останніх років показали виправданість даного попередження, знову нагадали людству, що науково-технічний прогрес не тільки сприяє підвищенню продуктивності праці, зростанню матеріального добробуту і інтелектуального потенціалу суспільства, але й викликає значні загрози. Досить згадати аварії на АЕС «Три Майл Айленд» в США і Чорнобильської АЕС, на хімічних підприємствах в Бхопалі (Індія) і Базелі (Швейцарія), загибель космічного човника «Челеджер» і катастрофи під час вантажних перевезень небезпечних вантажів в Арзамасі, Іркутську і трагедію на нафтопродуктопроводі «Західна Сибір-Поволжя».

5.8 Характеристика і причини виникнення надзвичайних ситуацій

Всупереч розповсюдженій думці про те, що технічна цивілізація знизила ризик, який пов'язаний з впливом на людину несприятливих природних процесів і явищ, аналіз емпіричного матеріалу за параметрами навколишнього середовища доводить, що сучасний світ залишається уразливим до надзвичайних ситуацій, які дестабілізують соціальні та економічні системи.

Теоретична база технологічного аналізу надзвичайних ситуацій показує, що необхідно розглядати історію розвитку взаємодії природи і суспільства та його внутрішніх суспільних відносин. Історія розвитку природи і розвитку людини невід'ємно пов'язані між собою (людина своєю плоттю та кров'ю належить природі, знаходиться в її середині і залежить від неї і законів її розвитку) і обумовлюють один одного, але при цьому одночасно постійно виникають протиріччя.

Виходячи з означеної методологічної передумови можна виділити дві групи протиріч: між природою і суспільством та всередині суспільства (соціальні). лідок використання не екологічних (матеріало- і енергоємних, «багатовідхідних») технологій. Іншу сукупність протиріч створює система «технологія-суспільство», в межах якої відбувається зворотній вплив засобів виробництва на суспільство. Вплив техніки і технології на суспільство здійснюється безпосередньо через природне середовище. В цьому

проявляється його «посередницька» функція як з'єднуючого ланцюга між природою і суспільством.

Прямий і безпосередній вплив техніки і технології на суспільство являє собою форму зворотного зв'язку в системі «суспільство-техніка-природа». Порушення нормальних умов життєдіяльності людей на об'єкті або території, які викликані аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епіфіотією, великими пожежами, застосуванням засобів ураження, що привели або можуть привести до людських втрат і матеріальних збитків називають надзвичайною ситуацією. Розглядаючи надзвичайні ситуації як наслідок загострення розглянутих вище протиріч можна виділити за місцем походження такі надзвичайні ситуації: природні, техногенні, екологічні, антропогенні, соціально-політичні та соціально-психологічні. Важливою характеристикою виникнення надзвичайних ситуацій є швидкість їх формування (розвитку). За часом, який проходить безпосередньо від виникнення надзвичайної ситуації до її кульмінаційної вершини, всі ситуації можна розділити на два типи — «вибухові» і «плавні». В надзвичайних ситуаціях першого типу час визначається не годинами, а хвилинами, а під час і секундами. Досить згадати стихійні лиха, деякі види технологічних катастроф (аварії на великих енергетичних об'єктах: АЕС, ТЕС, газопроводах, а також на хімічних підприємствах). Для ситуацій «плавного» типу властивий довготривалий латентний період, що продовжується інколи десятиріччями.

Ще однією важливою характеристикою надзвичайних ситуацій є масштаби впливу і наслідків, включаючи простір, соціально-екологічні і економічні (людські і матеріальні втрати, деградація екосистем) аспекти. За цією комплексною ознакою можна виділити ще п'ять типів надзвичайних ситуацій: локальні, територіальні, регіональні, державні і глобальні.

ЕКОЛОГІЯ

6.1 Тверді відходи та методи їх утилізації при виготовленні радіо-пристроїв

Серед найважливіших проблем сучасності, без сумніву, найбільш складною являється екологічна.

За останні роки значно складнішою стала демографічна ситуація, сформувалась чітка тенденція у зміні здоров'я населення України, зокрема, новонароджених та дітей раннього віку.

Прогнозовані до 2010 р. Зміни довкілля в ряді регіонів України посилять здоров'я людей, що полягають у більш тяжкому перебігу захворювань, хронізації патологій, збільшенні розповсюдженості ряду нозологічних форм та класів хвороб.

Дослідженнями вчених гігієністів України доведено доведено стабільне забруднення довкілля (атмосферного повітря, води водойм, ґрунту) комплексом шкідливих чинників хімічної, фізичної, біогенної природи.

Винятковою особливістю екологічного стану України є те, що екологічні гострі локальні ситуації поглиблюється великими регіональними кризами. Чорнобильська катастрофа з її довготривалими медикобіологічними, екологічними, економічними та соціальними наслідками спричинила в Україні ситуацію, яка наближається до рівня глобальної екологічної катастрофи.

Результатом негативного впливу шкідливих факторів навколишнього середовища на організм людини, особливо на тлі соціально-економічних зрушень в суспільстві, є погіршення здоров'я нації.

Для вирішення усіх згаданих нових та старих проблем необхідне створення єдиної програми дослідження законів функціонування і структури екозалежності системи з метою всебічного комплексного вивчення закономірностей взаємодії організму з факторами довкілля, вдосконалення наукових основ регламування цих факторів та розробки гігієнічних рекомендацій по оздоровленню оточуючого середовища.

Складність та багатоаспектність проблем гігієни навколишнього середовища, залежність їх від суміжних медичних та біологічних дисциплін призводить до того, що приведенню повноцінних наукових досліджень по виявленню закономірностей взаємодії організму з факторами оточуючого середовища на сучасному етапі звичайними, традиційними методами стає неможливим. Воно потребує застосування програмно – цільового підходу проблеми, концентрації наукових зусиль що найбільш важливих та перспективних напрямках наукових досліджень, комплексування та координації наукових розробок, забезпечення безперервності та послідовності виконання наукової тематики, а також використання нових інформаційних технологій.

Саме тому фахівцями інституту гігієни та медичної екології АМН України відповідно до конституції України і Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» та постанови Верховної ради України №188/98-ВР «основні напрями державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» сформовано наукову програму «Охорона навколишнього середовища та здоров'я населення на 2000-2010 рр.»

Мета програми – запропонувати комплекс заходів, спрямованих на покращення екологічної ситуації в Україні та запобігання дії на здоров'я людини шкідливих чинників навколишнього середовища.

Основою, а також першим етапом реалізації цієї програми можна вважати весь досвід наукової діяльності гігієнічних установ України. Спільність цільових установок та комплексне вирішення окремих завдань дозволили виділити 3 найважливіші наукові напрями:

Є оцінка стану навколишнього середовища і контроль його якості;

Є розробка наукових основ оцінки впливу оточуючого середовища на здоров'я населення України;

Є науковий прогноз та розробка оздоровчих заходів, спрямованих на покращення якості довкілля і стану здоров'я людей.

План дій в рамках програми передбачає виконання науково-дослідних робіт, спрямованих на вирішення питань охорони довкілля та захисту народу України від шкідливої дії забруднювачів.

Серед нових проблем, що потребують вирішення, слід назвати розробку ефективних систем управління для науково-дослідних організацій, діяльність яких повинна все більше спиратися на використання інформаційних технологій. З цією метою в головній по проблемі науковій установі – ІГМЕ був створений і зараз функціонує спеціалізований підрозділ, що займається задачами інформатизації як самого інституту, так і питаннями застосування науково-дослідних, науково-практичних та методологічних інновацій, спрямованих на впровадження нових комп'ютерних технологій в структурах санепідагляду, а також системі охорони здоров'я в цілому. Завдяки цьому в 1995 році була створена і введена в дію локальна мережа інституту, розрахована на 100 робочих місць.

Створення та підтримка баз даних з основних напрямків реалізації запропонованої програми дозволяє оперативно вирішувати завдання координації наукових досліджень, визначати шляхи подальшого розвитку наукових пошуків дослідників. Завдяки існуванню локальної мережі в ІГМЕ координаційний центр програми має змогу обробляти та накопичувати інформацію щодо виконаних робіт безпосередньо на сітьових дисках.

В результаті об'єднання локальних мереж МОЗ України й Інституту гігієни та медичної екології в рамках єдиної корпоративної мережі став можливим цілодобовий доступ усіх користувачів головної установи до Інтернету і серверу МОЗ.

За умови подальшого виконання програми «Охорона навколишнього середовища та здоров'я населення на 2000-2020 рр.» Наступним кроком стане створення єдиного інформаційного простору такої галузі профілактичної медицини, як гігієна навколишнього середовища, на основі поетапного переходу від локальних до інтегрованих інформаційних систем обробки медичних, статистичних, екологічних та економічних даних, і, в кінцевому рахунку - до цілісного банку інформації з виконання програми різними науковими закладами України.

Вказані заходи будуть сприяти визначенню характеру та специфіки шкідливих факторів довкілля на території країни, одержанню загальної оцінки захворюваності населення в окремих регіонах, визначенню тенденції і характеру змін у стані здоров'я населення при дії конкретних сполучень забруднювачів, розробці профілактичних та оздоровчих заходів з оцінкою їх ефективності. Для вирішення ряду нових проблем, безпосередньо пов'язаних зі складними екологічними умовами, необхідно закласти наукові основи біомоніторингу, створити карти та реєстри регіонів з урахуванням рівнів забруднення довкілля і стану здоров'я людей.

Програмою передбачається розробка доступних скринінгових методів дослідження, пріоритетною залишається також підготовка законодавчих та нормативних документів.

Науково-дослідні праці як по вивченню і регламентації факторів навколишнього середовища, так і по виявленню їх негативного впливу на стан здоров'я населення і генофонд країни, передбачається здійснювати спільно з рядом установ МОЗ України, АН та АМН України та ін. Зараз в центрі розпочато виконання ряду наукових розробок, які можуть бути продовжені при здійсненні програми, що пропонується.

6.2 Шляхи зменшення шумів та вібрацій

Захист від виробничого шуму має важливе значення для оздоровлення умов праці і підвищення її продуктивності. Захист від вібрації сприяє нормальній роботі устаткування і зберігає його від передчасного виходу з ладу.

Проектуючи нові машини і виробничі агрегати, слід передбачати найефективніші заходи по зниженню шуму, особливо на робочих місцях, до рівнів не більше допустимих [9].

Щоб послабити шум і вібрацію агрегатів та верстатів у джерелі їх утворення, треба по можливості:

- замінити ударні дії безударними;
- замінити зворотньо–поступальний рух деталей агрегатів обертовим рухом;
- демпфувати вібрацію співударних деталей і окремих вузлів агрегату чи верстата шляхом зчленування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя, – гумою, корком, бітумом, азбестом;
- замінити чи перемежати металеві деталі деталями з пластмас або з інших незвучних матеріалів;
- послаблювати інтенсивність вібрації деталей агрегатів, що мають великі випромінюючі шум поверхні (корпуси агрегатів, кожухи, кришки та ін.), шляхом облицювання цих поверхонь або заповнення спеціально передбачених повітряних порожнин у них демпфуючими вібрацію матеріалами, влаштуванням гнучких зв'язків (пружних прокладок, пружин) між цими деталями і вузлами агрегату;
- враховувати мінімальні допуски при підготовці і складанні деталей агрегату, щоб зменшити зазори у зчленуваннях деталей і тим самим послабити енергію співударів та інтенсивність вібрації і шуму;
- передбачати врівноваження (статичне і динамічне) всіх рухомих частин агрегату, щоб зменшити динамічні сили, які збуджують вібрацію;
- додержувати системи складання деталей агрегату, при якій зводяться до мінімуму помилки у зчленуванні деталей (перекоси, неправильна відстань між центрами та ін.);
- обмежувати швидкість обтікання деталей агрегату повітряними та газовими струменями (у вентиляторах, ежекторах і т.п.);
- коли переважаючим шумом агрегату є шум підшипників, замінювати підшипники кочення підшипниками ковзання;
- змащувати співударні деталі в'язкими рідинами, замикати в рідинні, мастильні та інші ванни.

Якщо не можна зменшити шум у самому джерелі його утворення до допустимого рівня, у конструкцію агрегату слід включити пристрої, які перешкоджають поширенню шуму назовні, тобто ізолюють його. Для цього треба:

- агрегати, що утворюють шум усією своєю поверхнею (двигуни, редуктори та ін.), повністю замикати у звукоізолюючі кожухи з виводом назовні органів керування та контрольних приладів і по змозі здійснювати автоматичне керування роботою цих агрегатів;
- шумні вузли агрегату – шестеренчасті редуктори, ланцюгові, пасові та інші передачі, співударні деталі, двигуни та ін. заключати в ізолюючі кожухи;

- необхідні отвори у звукоізолюючих кожухах робити у вигляді каналів, облицьованих зсередини звукопоглинаючими матеріалами;
- всі агрегати, які створюють надмірний шум внаслідок вихореутворення чи вихлопу повітря й газів (вентилятори, пневматичний інструмент і машини, двигуни внутрішнього згоряння і т.д.), обладнати спеціальними камерами та глушниками;
- агрегати, які встановлюються на спеціальних фундаментах і в приміщеннях, що межують з тихими приміщеннями (заводоуправління, конструкторське бюро і т.д.), обладнати амортизаторами з пружин чи з пружних матеріалів, щоб вібрація від роботи цих агрегатів не поширювалась у сусідні приміщення.

Велике значення в комплексі робіт по захисту від шуму і вібрації мають архітектурно-будівельні заходи, їх треба починати під час розробки генерального плану заводу.

У плані слід передбачати достатню віддаленість приміщень з шумними технологічними процесами від приміщень з мал шумними та звичайними процесами та їх належну ізоляцію. Розміщуючи шумні і тихі об'єкти, треба враховувати розу вітрів даного району.

Особливе значення в боротьбі з шумом і вібрацією мають фундаменти виробничих будівель, а також фундаменти під устаткування (під молоти, преси, потужні електродвигуни, дизелі, верстати та ін.). Хорошим засобом ізоляції фундаменту будівлі від коливань є акустичні розриви, розташовані по периметру фундаменту.

Акустичним розривом називається щілина між віброуючою масою і тією масою, яку хочуть захистити від вібрації. Щілина йде по всьому периметру фундаменту і є його повітряним ізолятором. Заповнюють її матеріалом, який слабо передає звук (повстю, пергаміном, пакетами з толем чи руберойдом, тирсою, шлаком); при цьому утворюється так званий акустичний шов.

Щоб запобігти руйнуванню будівельних конструкцій від ударної і динамічної дії виробничого устаткування (молотів, дизелів та ін.), агрегати треба встановлювати на спеціальні фундаменти та віброізолятори згідно з інструкцією по проектуванню і розрахунку віброізоляції машин.

Особливу увагу слід приділяти боротьбі з шумом від вентиляційних установок. Цей вид шуму у виробничих приміщеннях іноді досягає такої сили, що для його послаблення доводиться вживати спеціальних заходів.

6.3 Захист від джерел теплових випромінювань

У виробничій обстановці робітники, знаходячись поблизу гарячих поверхонь піддаються дії тепла, випромінюваного цими джерела. В результаті поглинання падаючої енергії підвищується температура шкіри та м'язової тканини на опромінюваній ділянці.

Дія променистого тепла не обмежується змінами, що відбуваються на опромінюваній ділянці шкіри, - на опромінювання реагує весь організм. Під впливом опромінювання в організмі відбуваються біохімічні зсуви, наступають порушення серцево-судинної і нервової систем. Тривала дія інфрачервоного проміння з

довжиною хвилі 0,72-1,5 мкм (проміння Фохта) викликає катаракту очей (помутніння кришталіка).

Променисте тепло, окрім безпосередньої дії на робітниках, нагріває оточуючі конструкції (підлога, стіни, перекриття), внаслідок чого температура повітря усередині приміщення підвищується, що також погіршує умови роботи.

Біля більшості виробничих джерел максимум випромінюваної енергії припадає на довгохвильову частину спектру (інфрачервоне проміння довжиною хвилі більше 0,78 мкм).

Способи захисту від променистого тепла наступні: теплоізоляція гарячих поверхонь, екранування теплових випромінювань, використання захисного одягу, організація раціонального відпочинку.

Теплоізоляція є ефективним заходом не тільки по зменшенню інтенсивності теплового випромінювання від нагрітих поверхонь, але і загальних тепловиділень, а також для запобігання опіків при дотику до цих поверхонь. По діючих санітарних нормах температура нагрітих поверхонь устаткування і огорож на робочих місцях не повинна перевищувати 45° С.

Для теплоізоляції застосовують найрізноманітніші матеріали, і конструкції (спеціальні бетони і цеглу, мінеральну і скляну вату, азбест і ін.).

Найпоширенішим і ефективним способом захисту від випромінювання є екранування. Екрани застосовують як для екранування джерел випромінювання, так і для захисту робочих місць від дії тепла.

До напівпрозорих теплопоглинаючих екранів відносяться металеві сітки (розмір комірки 3-3,5 мм), ланцюгові ланки, армоване скло. Такі екрани поступаються по ефективності суцільним екранам, тому їх застосовують при інтенсивності випромінювання менше 1000 ккал/м.

Для прозорих екранів використовують силікатне, кварцове або органічне скло, тонкі (до 2 нм) металеві плівки на склі.

6.4 Системи вентиляції для очищення повітря від шкідливих газів, що утворюються в процесі зварювання поліетиленових пакетів

Повітрообмін при природній вентиляції відбувається внаслідок різниці температур повітря в приміщенні і зовнішнього повітря, а також в результаті дії вітру.

Різниця температур повітря всередині (більш висока температура) і зовні приміщення, а отже, і різниця густини, викликають надходження холодного повітря в приміщення і витіснення з нього теплого повітря. При дії вітру із завітреної сторони будівель створюється знижений тиск, внаслідок чого відбувається витяжка теплого, або забрудненого повітря з приміщення.

Природна вентиляція виробничих приміщень може бути неорганізованою і організованою.

При неорганізованій вентиляції надходження і видалення повітря відбувається через нещільність і пори зовнішніх огорож (інвентиліяція), і через вікна, квартирки, спеціальні отвори (провентиліяція).

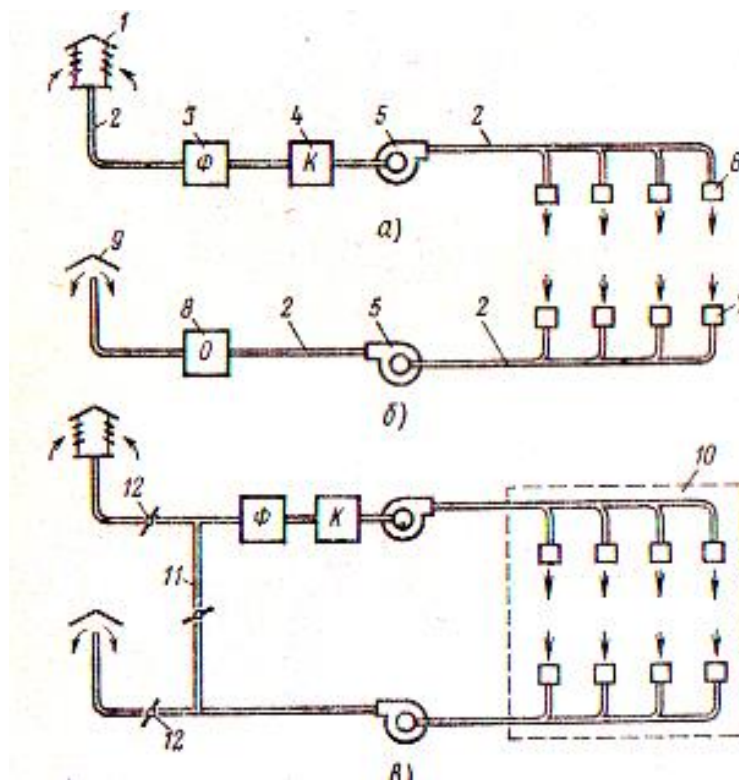
Організована (піддається регулюванню) природна вентиляції виробничих приміщень здійснюється аерацією і дефлекторами.

Аерація - це організована природна вентиляція, яка відбувається в холодних цехах за рахунок вітрового тиску, а в гарячих цехах - завдяки сумісній або роздільній дії гравітаційного вітрового тиску.

У системах механічної вентиляції рух повітря відбувається вентиляторами і в деяких випадках - ежекторами. Установки вентиляції складаються з наступних елементів (рис. 8.1, а): повітрязабірною пристроєм 1 для забору чистого повітря; вони встановлюються зовні будівлі в тих місцях, де вміст

шкідливості мінімальний (або відсутній взагалі); повітроводів 2, по яких повітря подається в приміщення (найбільш часто повітроводи роблять металевими, рідше - бетонними, цегляними); фільтрів 3 для очищення повітря від пилу та диму; калориферів, в яких холодне зовнішнє повітря нагрівається (найбільшого поширення набули калорифери, в яких теплоносієм є гаряча вода або пара); відцентрового вентилятора 5; отворів або насадків 6, через які повітря подається в приміщення (повітря може подаватися зосереджено або рівномірно по приміщенню); регулюючих пристроїв (дросель-клапанів або засувок), встановлюваних у повітреприймаючому пристрої і на відгалуженнях повітреходів.

Фільтр, калорифери і вентилятор звичайно встановлюють в одному приміщенні - так званій вентиляційній камері. Повітря подається в робочу зону на рівні дихання (до 2 м), причому швидкості виходу повітря обмежені допустимим шумом і рухливістю повітря на робочому місці.



Риунок 6.1 - Механічна вентиляція

Установки витяжної вентиляції (рис. 8.1, б) складаються з витяжних отворів 7, через які повітря видаляється з приміщення; відцентрового вентилятора 5; повітреходів 2; пристроїв для очищення повітря від пилу або газів 8, встановлюваного в тих випадках, коли повітря, яке викидається необхідно очищати з метою забезпечення нормативних концентрацій в атмосферному повітрі. Пристрої для викиду повітря 9 повинні бути розташоване на 1-1,5 м вище від коника даху.

При роботі витяжної системи чисте повітря поступає в приміщення через нещільність в захисних конструкціях. У ряді випадків ця обставина є серйозним недоліком даної системи вентиляції, оскільки неорганізований притік холодного повітря (протяги) може викликати простудні захворювання.

ВИСНОВКИ

При виконанні даної дипломної роботи магістра було здійснено розробку конструкції Переговорний пристрій "будинок- хвіртка" Під час проектування друкованого вузла використано систему автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої здійснювалось встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонньою друковану плату мінімальних розмірів 100×95мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати є комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є складною, але конструкція корпусу виробу є нескладною. Для зменшення маси і спрощення технології виготовлення корпусу матеріалом для нього є пластмаса. Оскільки конструкція проста пристрій виготовляється методом лиття під тиском. Усі органи управління та індикації в даному пристрої розміщені з урахуванням зручності управління, спостереження та психофізичних властивостей людини..

Корпус має такі розміри 281x123x172, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці. Колір захисно-декоративного покриття зовнішніх поверхонь корпусу чорний, що забезпечує хорошу компоновку і дизайн.

Проведено розрахунок друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

В технологічній частині курсового проекту була проведена кількісна і якісна оцінка технологічності. Розроблена конструкція даного пристрою являється технологічною і з деякими доробками може впроваджуватися у виробництво. Розроблена маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла і виробу.

технологічна схема ремонту. Для оформлення креслень була використана програма графічного моделювання КОМПАС-3D.

У розділі Основ наукових досліджень та матмоделювання дослідив спосіб забезпечення стійкості переговорного пристрою (зняття пульсації аудіо сигналу) шляхом попереднього опрацювання сигналу на АРН (Автоматичному Регуляторі Напруги). Показав що робоча смуга частот пристрою охоплює звуковий діапазон і стабілізація рівня сигналу знаходиться у прийнятних межах.

Здійснив розрахунок річного економічного ефекту. При його визначенні у склад капітальних вкладень виробів та використуванні техніки враховуються як безпосередньо капітальні вкладення так і інші витрати, необхідні для створення і використання техніки без залежності від джерел їх фінансування.