

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

ФПТ

(назва факультету)

Приладів та контрольно-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Інформаційно-вимірювальна система для контролю тіл кочення
та доріжок підшипників кочення.**

Виконав: студент (ка) VI курсу, групи РНм-61
спеціальності (напряму підготовки) 153

“Мікро та наносистемна техніка”

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Фудаль Р.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Чайковський А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Наконечний Ю.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Дедів Л.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ	5
1 ДОСЛІДНИЦЬКО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	6
1.1 Літературний огляд відомих теоретичних і практичних рішень за темою роботи	6
1.1.1. Встановлення критеріїв порівняння	6
1.1.2 Вибір і обґрунтування найбільш раціонального варіанту	7
1.2 Аналіз об'єкту вимірювання	7
1.2.1 Принципова схема приладу	12
1.2.2 Розрахункова частина	14
1.2.3 Розрахунок моменту тертя в підшипнику	15
1.2.4 Момент тертя приведений до валу двигуна	16
1.2.5. Вибір електродвигуна	18
1.2.6 Розрахунок пасової передачі	19
1.2.7 Розрахунок проміжного валу	22
1.2.7.1 Вибір матеріалу	22
1.2.7.2 Попередній розрахунок вала	22
1.2.7.3 Виконуємо компоновку з'єднання вала і визначаємо основні його розміри	
1.2.7.4 Перевірка статичної міцності вала	22
1.2.8 Перевірний розрахунок підшипників	28
1.2.8.1 Визначення розрахункового навантаження на підшипник	28
1.2.8.2 Перевірка на динамічну вантажність правого підшипника	29
1.2.9 Вибір і розрахунок пневмоциліндра на навантажувальну здатність	30
1.2.10 Розрахунок кріплення навантажувальної ланки	31

1.2.10.1	Вибір матеріалу	31
1.2.10.2	Визначаємо розміри осі з умови міцності на зріз	31
1.2.11	Розрахунок навантажувальної ланки	33
1.2.11.1	Вибір матеріалу	33
1.2.11.2	Розрахунок геометричних параметрів навантажувальної ланки	33
1.2.12	Розширення діапазону контрольованих підшипників	35
1.2.13	Розрахунок циклограми	38
1.2.14	Розрахунок шпонкового з'єднання	40
1.2.15	Розрахунок точності прикладання навантаження	41
1.2.16	Технічне обслуговування приладу	42
1.3	Технологічна частина	43
1.3.1	Опис конструкції та призначення деталі	43
1.3.2	Аналіз конструкції деталі та її технологічності	44
1.3.3	Визначення типу виробництва	48
1.3.4	Розрахунок припусків на обробку	51
1.3.5	Вибір варіанта структури технологічних операцій та компоновок обладнання	
1.3.6	Вибір ріжучих та вимірювальних інструментів	57
1.3.7	Технологічний процес виготовлення печатної плати	61
1.3.7.1	Матеріали основ друкованих плат	61
1.3.7.2	Виготовлення слоєваних пластиків, фольгова них міддю	61
1.3.7.3	Виготовлення друкованих плат	64
1.3.7.4	Параметри конструкції друкованих плат	65
2.	Наукові дослідження та математичне моделювання	69
2.1	Огляд основних методів контролю	69
2.1.1	Метод ПІК-фактору	69

2.1.2	Метод прямого спектру	69
2.1.3	Метод спектру згинаючої	70
2.1.4	Метод ударних імпульсів	70
2.1.5	Метод усереднення металоконтактів на одну кульку	70
2.2	Опис функціональної схеми роботи приладу	73
2.3	Геометрична модель досліджуваного об'єкта	74
2.4	Імітаційна модель процесу контролю якості	76
2.5	Аналіз отриманих результатів моделювання	80
2.6	Висновки	82
3	Розділ електроніки , мікропроцесорної техніки та САПР	83
3.1	Технічне завдання	83
3.2	Вимоги до виробу	85
3.3	Функціональна схема	86
3.4	Вибір елементної бази	89
3.5	Розрахунок номіналів елементів	101
3.6	Принципова схема	103
3.7	Моделювання роботи оптопари МОСД217	104
4	ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	106
4.1	Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР	106
4.2	Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи	108
4.3	Розрахунок витрат на електроенергію	112
4.4	Розрахунок витрат на матеріали	112
4.5	Розрахунок суми амортизаційних відрахувань	113
4.6	Обчислення накладних витрат	114

4.7	Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР	114
4.8	Визначення економічної ефективності терміну окупності капітальних вкладень	116
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	118
5.1	Охорона праці	118
5.1.1	Організація ведення робіт в аварійних умовах	118
5.1.2	Суть і зміст управління охороною праці	119
5.1.3	Заходи з техніки безпеки при роботі на лазерних установках	121
5.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	123
5.2.1	Концепція БЖД	123
5.2.2	Заходи та способи захисту від соціально-політичних небезпек	126
5.2.3	Війни	127
5.2.4	Тероризм	128
6	ЕКОЛОГІЯ	131
6.1	Актуальність охорони навколишнього середовища	131
6.2	Шумові ефекти	132
6.3	Виробнича вібрація	134
	Висновки	138
	Бібліографія	139

ВСТУП

Автоматизація процесу виробництва і контролю має важливе значення. Особливо це важливо при вимірюванні розмірів і інших параметрів виробів для виключення суб'єктивної похибки вимірювання, яка залежить від оператора, що проводить це вимірювання. Тому перед інженерами-прилодобудівниками постає вимога конструювати прилади, які контролюють певні параметри в автоматичному режимі. Важливим також є використання нових і неосвоєних ще методів контролю.

На дану дипломну роботу було видане авторське свідоцтво № 2282171 в якому було описано новий метод контролю якості поверхні тіл та доріжок кочення підшипників. Проаналізувавши існуючі методи контролю я дійшов до висновку, що даний метод є перспективним і може використовуватись у виробництві для вимірювання і контролю.

Пристрій, розроблений в даному курсовому проекті, використовує цей метод контролю для контролю якості поверхні тіл та доріжок кочення кулькових підшипників.

1 Дослідницько-конструкторська частина

1.1 Літературний огляд відомих теоретичних і практичних рішень за темою роботи.

В авторському свідоцтві виданому мені для курсового проектування описано спосіб контролю якості поверхні тіл та доріжок кочення підшипників .

Цей метод створений для підвищення швидкості контролю якості поверхні тіл та доріжок кочення підшипників, і оснований на провідності підшипником електричного струму. Тому даний метод є перспективніший від інших методів з прикладанням механічних зусиль. Крім того він легко піддається автоматизації .

Існує подібний прилад , який би міг проводити контроль якості поверхні тіл та доріжок кочення підшипників.

Прилад описаний у авторському свідоцтві №2282171

Спосіб полягає в тому, що обертають одне з кілець змащеного підшипника з робочою частотою, навантажують підшипник постійної за величиною радіальної силою, напрямок дії якої змінюють у напрямку обертання кільця спочатку з частотою, рівною частоті обертання кільця, а потім з частотою, рівною нулю, при кожній частоті вимірюють середньоквадратичне значення змінної складової і середнє значення нормованого інтегрального часу електричного контактування в підшипнику, а про якість підшипника судять за значеннями квадрата відносини середньоквадратичного значення змінної складової до середнього значення вказаного параметра при кожній частоті зміни напрямку дії радіальної навантаження.

1.1.1 Встановлення критеріїв порівняння

Основними критеріями порівняння є точність та швидкість контролю якості поверхні тіл та доріжок кочення кулькових підшипників. Точність

повинна бути високою. Тому що, це буде суттєво відобразатись на пристроях які будуть використовувати підшипники які були проконтрольовані на даному приладі.

Важливим також є можливість автоматизації процесу вимірювання. Крім того критерієм порівняння є одержання сигналу у формі, яка необхідна для подальшої обробки і оцінки результату. Не останнє місце займає продуктивність контрольованого процесу, також вартість обладнання та економічність використаного методу.

1.1.2 Вибір і обґрунтування найбільш раціонального варіанту

Використовуючи інформацію з авторського свідоцтва можна зробити висновок, що описаний в ньому метод задовольняє необхідну точність при правильному виборі точності відлікових пристроїв і легко піддається автоматизації. Тому вигідно би було розробити конструкцію приладу в якому б реалізувався цей метод. В порівнянні з аналогами цей метод є найраціональнішим по критеріях точності, продуктивності.

1.2 Аналіз об'єкту вимірювання

Із авторського свідоцтва, виданого мені для розробки курсового проекту по предмету «конструювання приладів», можна виділити такі тези. Перш за все винахід відноситься до засобів контролю поверхні. Мета винаходу – забезпечення точного контролю. Точність підшипників залежить від таких трьох факторів:

- Точність виготовлення
- Радіальне та торцеве биття
- Шорсткість поверхонь тіл та доріжок кочення.

Даний метод дозволяє контролювати якість поверхні кульок та доріжок кочення підшипників.

На рисунку 1.1 представлена схема пристрою для реалізації цього способу

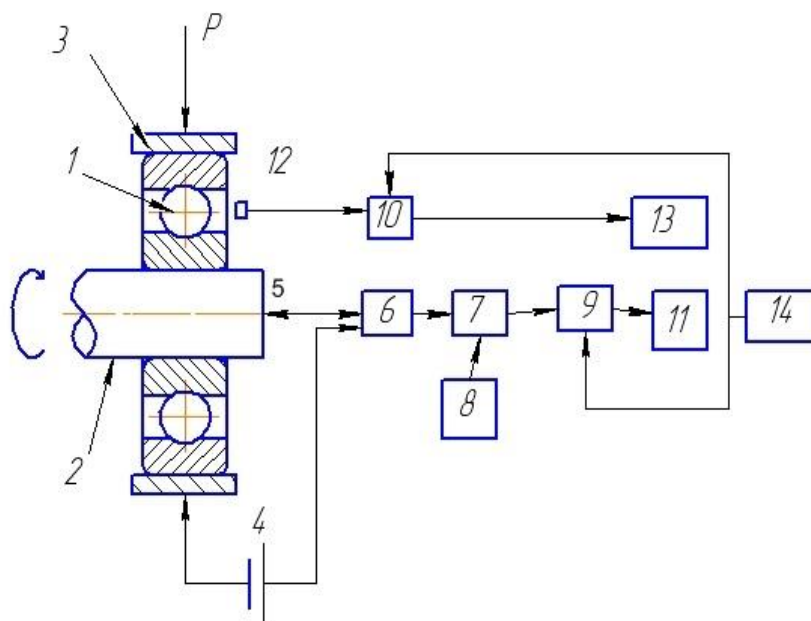


Рисунок 1.1 – Схема контролю тіл та доріжок кочення підшипників

1. об'єкт контролю;
2. вал;
3. корпус;
4. джерело живлення;
5. струмознімач;
6. генератор імпульсів;
7. часовий селектор;
8. генератор високочастотних імпульсів;
9. електронні ключі;
10. електронні ключі;
11. лічильник довжини імпульсів;
12. безконтактний датчик;
13. лічильник тіл кочення;
14. блок задання часу.

Контроль якості робочих поверхонь підшипників кочення здійснюється наступним чином.

Приводять змащений контрольований підшипник 1 в обертання за допомогою приводного валу 2, навантажують радіальною навантаженням P . При обертанні підшипника 1 між контактними поверхнями бігових доріжок і тіл кочення виникає гідродинамічна масляна плівка. Наявність на контактних поверхнях деталей підшипника дефектів у вигляді рисок,

вм'ятин, забоїн і т.п. призводить до різкого зменшення товщини масляної плівки або її розриву, тобто до появи так званих металоконтактів. У результаті цього електричний опір підшипника різко зменшується, що призводить до появи імпульсів напруги на виході формувача 6 імпульсів, який представляє собою струмовопороговий пристрій. Імпульси напруги мають тривалість, що дорівнює тривалості різкого зменшення електричного опору масляної плівки, тобто тривалості металоконтактів, викликаних наявністю дефектів на контактних поверхнях бігових доріжок і тіл кочення підшипника. .

Сформовані імпульси напруги надходять на перший вхід часового селектора 7, а на його другий вхід надходять високочастотні імпульси з генератора 8. Часовий селектор 7 виконує функцію логічного множення, отже, на його виході з'являються високочастотні імпульси генератора 8 тільки при наявності на вході селектора імпульсів напруги, тобто в результаті металоконтактів. Високочастотні імпульси з генератора 8 поступають на перший вхід електронного ключа 9, який має два стани: ключ замкнутий (включений) і ключ розімкнений (виключений). Перехід ключової схеми з одного стану в інший відбувається внаслідок надходження керуючих імпульсів напруги з блоку 14 задання часу. Тривалість імпульсу, який відкриває електронні ключі 9 і 10, дорівнює заданому часу контролю підшипника 1. У відкритому стані електронного ключа 9 високочастотні імпульси з виходу тимчасового, селектора 7 надходять на лічильник 11 тривалості імпульсів, який, визначає сумарну кількість імпульсів n за час контролю t_k . Враховуючи те, що при контролі кожного підшипника час контролю t_k і період проходження високочастотних імпульсів $t_{ген}$ генератора 8 величина постійна, то сумарна кількість імпульсів, виміряна лічильником 11 тривалості імпульсів, пропорційна інтегральному часу контактування

$$t_{н\dot{ч}} = n * t_{ген} / t_k \quad (1.1)$$

де $t_{ніч}$ - нормований інтегральний час контактування; Так як другі входи електронних ключів 9 і 10 електрично з'єднані між собою, то імпульсом напруження з блоку 14 задання часу одночасно відкриваються обидва електронних ключі.

Отже, за час контролю t_k на лічильник 13 тіл кочення надходять імпульси напруги, сформовані у безконтактному датчику 12 при проходженні повз нього тіл кочення обертового підшипника 1.

Обчислення відносного сумарного часу контакту тіла кочення $T_{всчк}$ визначається у відповідності з наступним виразом:

$$T_{всчк} = t_{ніч} / N \quad (1.2)$$

N - сумарна кількість тіл кочення, що прокочуються повз безконтактного датчика 12 при обертанні підшипника 1 за заданий час контролю.

Нормований інтегральний час контактування $t_{ніч}$ за час контролю визначається за допомогою блоку 11, а сумарна кількість тіл кочення N за цей же час визначається за допомогою блоку 13. Після обчислення їх відношення, тобто відносного сумарного часу контакту тіл кочення $T_{всчк}$ контрольованих підшипників, отримані значення порівнюють з попередньо обчисленими значеннями $T_{всчк}$ еталонного підшипника, на якому попередньо виконувалися зазначені операції, і за їх різницею судять про якість робочих поверхонь контрольованого підшипника.

При контролі підшипників заданий час контролю може бути будь-яким, так як параметр $T_{всчк}$ є відносним і не залежить від часу контролю. Крім цього, сумарна тривалість металоконтактів і сумарна кількість тіл кочення, що проходять повз безконтактного датчика 12, вимірюється за одиниці і той же час, тобто за час, коли відкриваються електронні ключі 9 і 10.

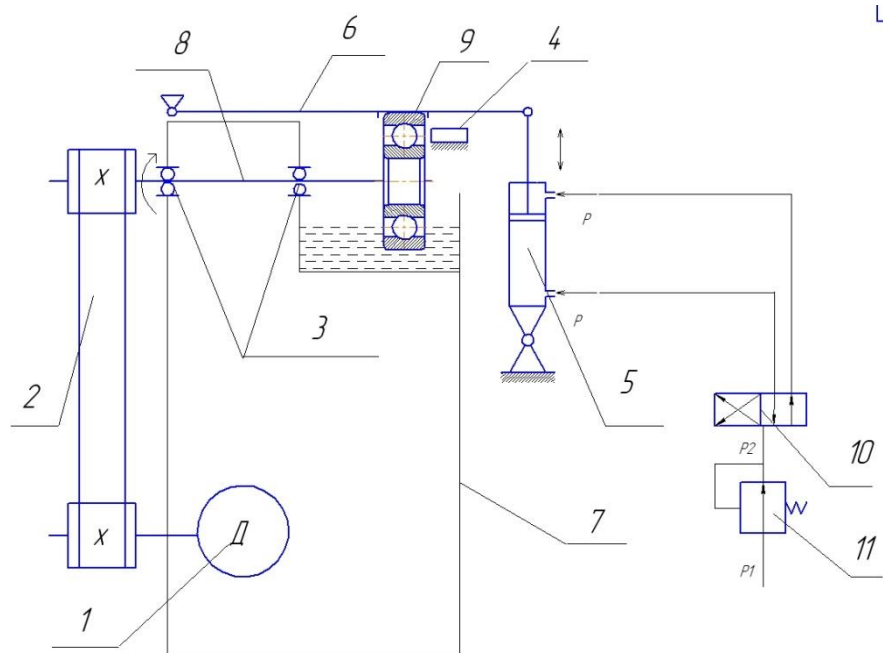
Запропонований спосіб дозволяє підвищити точність контролю якості робочих поверхонь підшипників кочення, оскільки враховує зміну кінематичних характеристик підшипників, викликаних зносом їх деталей.

1.2.1 Принципова схема приладу

Опис кінематичної принципової схеми

Наглядно кінематична принципова схема приладу представлена на рисунку 3.1. В дану схему входять: двигун (1), який через клинопасову передачу(2) приводить в рух вал(8) на якому кріпиться досліджуваний підшипник(9), разом із центрувальною втулкою та обоймою, пристрій навантаження(5,6), вимірювальний вузол(5), корпус (7).

Двигун приводить в рух вал, який обертає встановлений на ньому підшипник. Вимірювальний вузол складається з електронної схеми та індуктивного безконтактного датчика присутності. Контрольований підшипник навантажується через важільний механізм, що приводиться в рух пневмоциліндром. Контроль та підвід електричних імпульсів здійснюється за допомогою електронної схеми, та індуктивного датчика SIEN-4.



Позиція	Найменування
1	Двигун АИР63В2
2	Клинопасава передача
3	Підшипник 409 ГОСТ 8338-75
4	Датчик присутності індуктивний SIEN-4
5	Пневмоциліндр PЕС-80
6	Навантажувальна ланка
7	Карпс
8	Проміжний вал
9	Досліджуваний підшипник
10	Пневмоперемикач В63-11А
11	Пневмаклапан Pulstrinic 605-1006

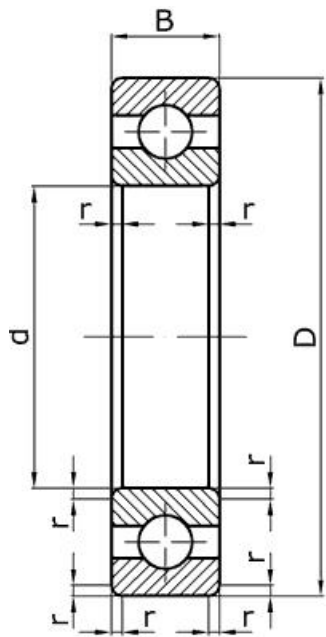
Рисунок 1.2 Кінематична схема приладу

1.2.2 Розрахункова частина

Вибір підшипника

Для конструювання приладу вибираємо підшипник радіальний кульковий 305 серії

Конструкційні дані :



$$d=25\text{мм}$$

$$D=62\text{ мм}$$

$$B=17\text{ мм}$$

$$r=2\text{ мм}$$

$$d_k=9,525\text{ мм}$$

$$C_0=11400\text{ Н}$$

$$C=22500\text{ Н}$$

$$m=0,23\text{кг}$$

$$\eta=10000\text{ об/хв}$$

Рисунок 1.3 Креслення та розміри підшипника

Приймаєм навантаження та швидкість обертання 30% від максимальних значень для даного підшипника

$$C=0.3*22500=6750\text{ Н}$$

$$\eta=0,3*10000=3000\text{ об/хв.}$$

1.2.3 Розрахунок моменту тертя в підшипнику

$$M_{TP} = M_0 + k(1,5Fa_n + 1,25Fr_{II}) \frac{D_{cp}}{d_k}, \quad (1.3)$$

Де:

M_0 - момент тертя не навантаженого підшипника, визначається експериментально або по емпіричних залежностях

$M_0 \approx 0,04D_{cp}$ – для однорядних кулькових підшипників з круглими біговими доріжками;

$D_{cp} \approx (D+d)/2$ – діаметр центрів кульок;

d_k – діаметр кульок;

k - коефіцієнт тертя кочення, $k = 0,01...0,04$ мм.

Fr – радіальне навантаження на підшипник

Fa – осьове навантаження на підшипник, в моєму приладі осьове навантаження відсутнє, $Fa=0$.

$$D_{cp} = (62+25)/2 = 43,5 \text{ мм.}$$

$$M = 0,04 \cdot 43,5 + 0,04 \cdot (1,25 \cdot 6750) \cdot (43,5/9,525) = 1543,1 \text{ Н*мм} = 1,5431 \text{ Н*м}$$

1.2.4 Момент тертя приведений до валу двигуна

Розраховуємо загальний ККД.

ККД пасової передачі $\eta_{п.п.}=0,94$

ККД підшипників $\eta_{п}=0,99$

Загальний ККД

$$\eta_{заг} = \eta_{п} * \eta_{п.п.} \quad (1.4)$$

$$\eta_{заг} = 0,99 * 0,94 = 0,93$$

Момент приведений до валу двигуна , оскільки передаточне відношення пасової передачі ми приймаєм $i=1$, то приведений момент до валу двигуна обчислюється за формулою

$$M_{прив} = M / \eta_{заг} \dots \dots \dots (1.5)$$

$$M_{прив} = 1,5431 / 0,93 = 1,66 \text{ Н*м}$$

Кутова швидкість обертання валу з досліджуваним підшипником

$\eta = 3000$ об/хв.

$$\omega = \pi * \eta / 30 \quad (1.6)$$

$$\omega = 3000 * 3,14 / 30 = 314 \text{ рад*сек}^{-1}$$

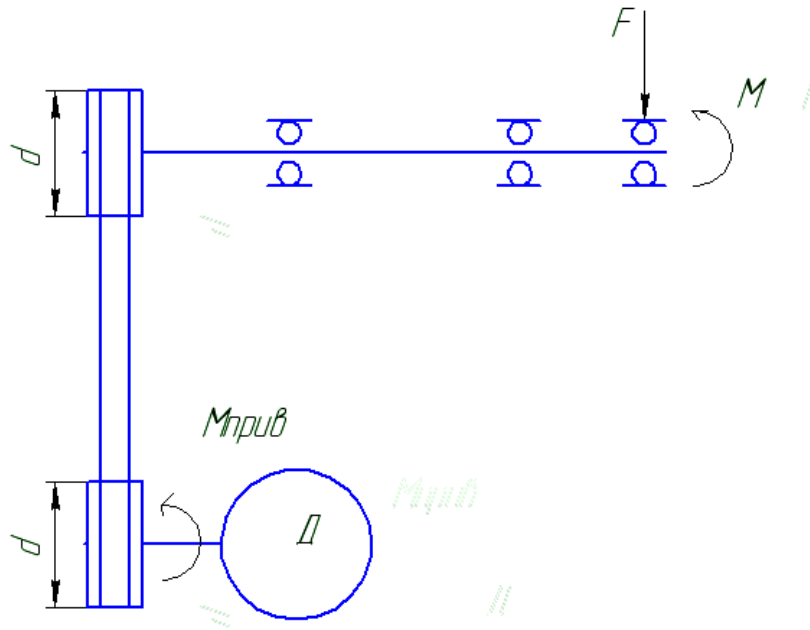


Рисунок 1.4 Схема приведення моменту тертя до валу двигуна

1.2.5 Вибір електродвигуна

Розрахункова потужність двигуна:

$$N = M * \omega \quad (1.7)$$

$$N = 1,66 * 314 = 521,24 \text{ Вт}$$

Коефіцієнт запасу потужності

$$K = 1,05$$

Необхідна потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = k * N \quad (1.8)$$

$$N_{\text{дв}} = 1,05 * 521,24 = 547 \text{ Вт}$$

Приймаємо двигун :

AIP63B2 - http://td-helz.com.ua/motor_AIR63.html

$$N_{\text{дв}} = 550 \text{ Вт}$$

1.2.6 Розрахунок пасової передачі.

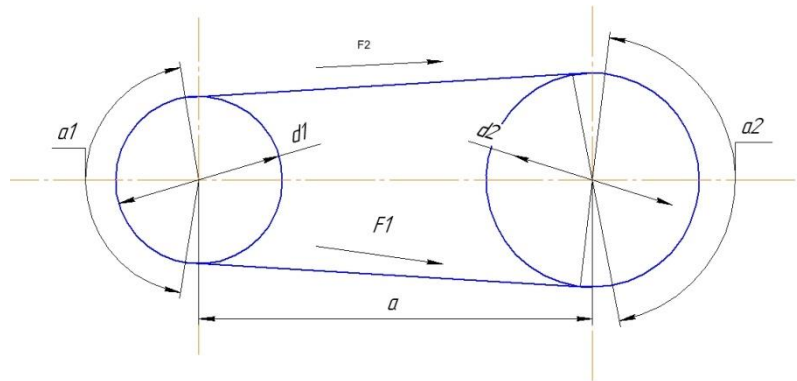


Рисунок 1.5 Схематичне зображення пасової передачі

Передаточне відношення механізму :

$$i=1$$

Мінімальний радіус меншого шківів :

$$d_1=d_2=90\text{мм}$$

Вибираємо мінімальну міжосьову відстань з умови:

$$a > 1 \dots 2(d_1+d_2) \quad (1.9)$$

$$a = 1.4 \cdot (90+90) = 252\text{мм}$$

Швидкість руху точок паса

$$V = \omega \cdot d_1 / 2 \quad (1.10)$$

$$V = 314 \cdot 0.09 / 2 = 14\text{м/с}$$

Кути обхвату :

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \pi - (d_2 - d_1) / 2 \geq [\alpha] \quad (1.11)$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \pi - (d_2 - d_1) / 2 = \pi \quad (1.12)$$

$$[\alpha] = (0.5 \dots 0.7) * \pi \quad (1.13)$$

Умова виконується.

Довжина паса

$$L = 2a + \pi \frac{d_1 + d_2}{a} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} \quad (1.14)$$

$$L = 2 * 252 + \pi(90 + 90) / 2 = 786,6$$

Приймаємо найближчу стандартну довжину :

$$L = 800$$

Уточнюємо міжосьову відстань:

$$a = \frac{2L - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{(2L - \pi(d_1 + d_2))^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} \quad (1.15)$$

$$a = (800 - 3,14 * 90) / 2 = 258,7$$

Розраховуємо попередній натяг пасу:

$$F_0 = 0,85 * P_1 * C_1 / V * C_a * C_p \quad (1.16)$$

$C_1 = \sqrt[5]{l/l_0} = \sqrt[5]{800/800} = 1$ – Коефіцієнт фактичної довжини паса

$C_p = 0,9$ – незначні коливання навантаження

$C_a = 1 - 0,003(180 - \pi) = 1$ - коефіцієнт, що враховує кут обхвату

$$F_0 = 0,85 * 547 * 1 / 14,1 * 0,9 = 36,6 \text{ Н}$$

Знаходимо колову силу

$$F_t = M/d \quad (1.17)$$

$$F_t = 1543,1 / 45 = 34,3 \text{ Н}$$

Визначаємо силу натягу віток паса

$$F_1 = F_0 + F_t \quad (1.18)$$

$$F_2 = F_0 - F_t \quad (1.19)$$

$$F_1 = 36,6 + 17,15 = 53,75 \text{ Н}$$

$$F_2 = 36 - 17,15 = 19,45 \text{ Н}$$

Щоб ведена вітка паса залишалась натягнутою, потрібно дотримуватись умови :

$$F_0 \geq 0,6 F_t \quad (1.20)$$

$$36,6 \geq 0,6 * 34,3$$

Умова виконується

1.2.7. Розрахунок проміжного валу

1.2.7.1. Вибір матеріалу

Вибираємо Сталь 40Х, для якої $\sigma_T = 690 \text{ МПа}$ і $\sigma_B = 930 \text{ МПа}$. [2, с.34].

1.2.7.2 Попередній розрахунок вала

Оскільки внутрішній діаметр досліджуваного підшипника становить 25 мм, то діаметр валу приймаємо $d = 21 \text{ мм}$.

1.2.7.3 Виконуємо компоновку вала і розрахуємо його розміри

Діаметр кріпильного валу для підшипника $d_{II} = 45 \text{ мм}$.

Вибираємо кульковий радіальний однорядний підшипник 409 по ГОСТ 8338-57.

Розміри обранного підшипника:

$$d = 45 \text{ мм}; D = 120 \text{ мм}; B = 29 \text{ мм}$$

$$C = 76100 \text{ Н}; C_0 = 45500 \text{ Н}$$

1.2.7.4 Перевірка статичної міцності вала

Сили що передаються на вал через пасову передачу.

колова сила: $F_{t1} = 34,3 \text{ Н}$;

радіальна сила: $F_{r1} = 36,6 \text{ Н}$;

Сили, що діють на вал зі сторони вимірювального підшипника:

колова сила тертя: $F_{t2} = 35,3 \text{ Н}$;

радіальна сила: $F_{r2} = 6750 \text{ Н}$.

Крутний момент: $T = 1,5431 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Знаходимо реакції опор:

Знаходимо реакції у вертикальній площині (z-x):

$$\sum M_{(1)} = 0,$$

$$-F_{r1} \cdot 32,5 = -F_{r2} \cdot 88 + R_{z2} \cdot 53$$

$$R_{z2} = \frac{88 \cdot 6750 - 32,5 \cdot 36,6}{53} = 11185,1 H$$

$$\sum M_{(2)} = 0,$$

$$-35F_{r2} = -85,5F_{r1} - 53R_{z1}$$

$$R_{z1} = \frac{85,5 \cdot 36,6 - 35 \cdot 6750}{-53} = 4398,5 H$$

Перевірка:

$$\sum z = 0,$$

$$-F_{r1} - R_{z1} + R_{z2} - F_{r2} = 0$$

$$-36,6 - 4398,5 - 6750 + 11185,1 = 0$$

Знаходимо реакції опор у горизонтальній площині (y-x):

$$\sum M_{(1)} = 0,$$

$$F_{t1} \cdot 32,5 = -F_{t2} \cdot 88 + R_{y2} \cdot 53$$

$$R_{y2} = \frac{88 \cdot 35,4 + 32,5 \cdot 34,3}{53} = 78,9 H$$

$$\sum M_{(2)} = 0,$$

$$-35F_{t2} = 88F_{t1} - 53R_{y1}$$

$$R_{y1} = \frac{85,5 \cdot 34,3 + 35 \cdot 35,4}{53} = 78,7 H$$

Перевірка:

$$\sum z = 0,$$

$$F_{t1} - R_{y1} + R_{y2} - F_{t2} = 0$$

$$34,4 - 78,7 + 79,8 - 35,4 = 0$$

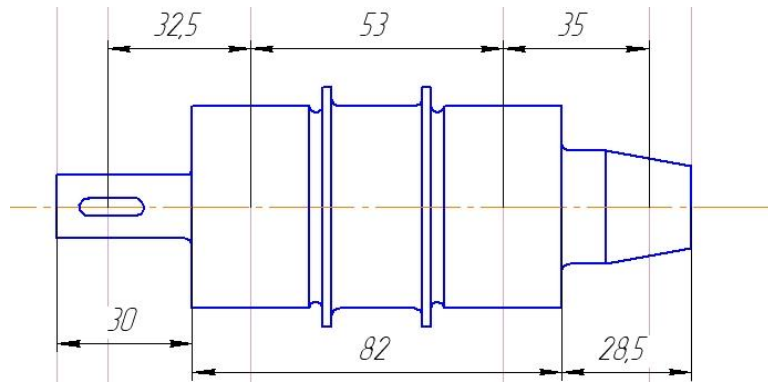


Рисунок 1.6 Екскіз проміжного валу

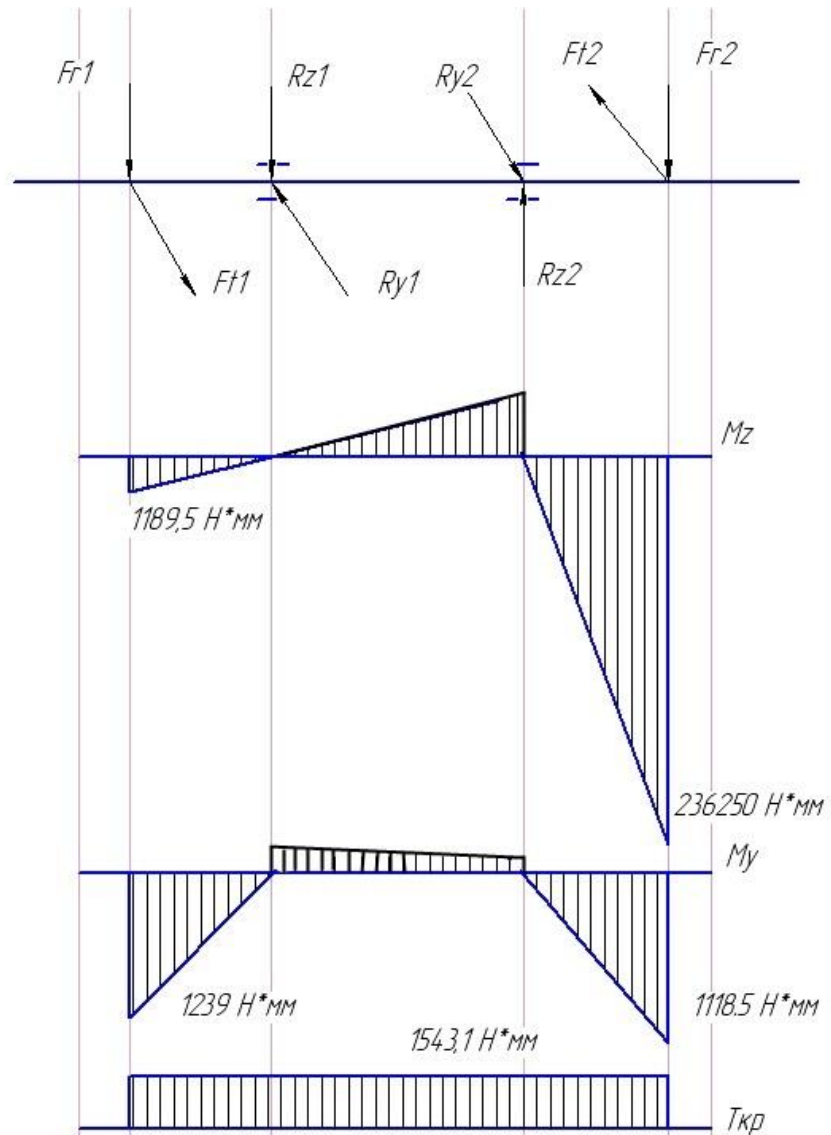


Рисунок 1.7 Навантаження проміжного валу та епюри згинальних моментів

Виконуємо перевірку для небезпечного січення вала під шестірньою.

Границі зношення матеріалу для вала:

$$\begin{aligned}\sigma_{-1} &= 0.45 \cdot \sigma_{\dot{a}} \\ \sigma_{-1} &= 0.45 \cdot 930 = 418,5 \text{ МПа}\end{aligned}\tag{1.21}$$

$$\begin{aligned}\tau_{-1} &= 0.25 \cdot \sigma_{\dot{a}} \\ \tau_{-1} &= 0.25 \cdot 930 = 232,5 \text{ МПа}\end{aligned}\tag{1.22}$$

Амплітуди нормальних і дотичних напружень:

$$\sigma_{\dot{a}} = \frac{\dot{I} \sum \zeta \bar{A}}{W_0} = \frac{\sqrt{\dot{I}^2 z^2 + M^2 y^2}}{0.1 \cdot d^3}\tag{1.23}$$

$$\sigma_{\dot{a}} = \frac{\sqrt{236250^2 + 1200,5^2}}{0.1 \cdot 25^3} = 151 \text{ МПа}$$

$$\tau_{\dot{a}} = \frac{T_{\dot{e}\delta}}{2 \cdot 0.2 d^3}\tag{1.24}$$

$$\tau_{\dot{a}} = \frac{15431}{2 \cdot 0.2 \cdot 25^3} = 0,247 \text{ МПа}$$

Середні значення нормальних і дотичних напружень:

$\sigma_m = 0$ - нормальні напруження змінюються по симетричному циклі,

$\tau_m = \tau_a = 0,247$ - оскільки передача не реверсивна.

Ефективні коефіцієнти концентрації напружень:

$$K_\sigma = 1,32; K_\tau = 1,13.$$

Коефіцієнти, що характеризують чутливість матеріалу вала до асиметрії циклу напружень:

$$\psi_\sigma = 0,02 + 2 \cdot 10^{-4} \sigma_{\dot{a}}\tag{1.25}$$

$$\psi_{\tau} = 0,5 \cdot \psi_{\sigma} \quad (1.26)$$

$$\psi_{\sigma} = 0,02 + 2 \cdot 10^{-4} \cdot 930 = 0,206$$

$$\psi_{\tau} = 0,5 \cdot 0,206 = 0,103$$

Коефіцієнт, що враховує вплив абсолютних розмірів перерізу вала
 $K_d = 0,86$ [3, с.416]

Коефіцієнти запасу міцності за нормальними і дотичними
 напруженнями:

$$S_{\sigma 2} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma} \cdot \sigma_{a2}}{K_d} + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m} \quad (1.27)$$

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau} \cdot \tau_a}{K_d} + \psi_{\tau} \cdot \tau_m} \quad (1.28)$$

$$S_{\sigma 2} = \frac{418,5}{\frac{1,32 \cdot 151}{0,86} + 0,206 \cdot 0} = 1,81$$

$$S_{\tau} = \frac{232,5}{\frac{1,13 \cdot 0,247}{0,86} + 0,103 \cdot 0,247} = 662$$

Загальний розрахунковий коефіцієнт запасу міцності вала:

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} \quad (1.29)$$

$$S = \frac{1,81 \cdot 662}{\sqrt{1,81^2 + 662^2}} = 1,81$$

Оскільки мінімальний допустимий коефіцієнт запасу міцності $[S]_{\min} = 1,5$,
 втомна міцність вала забезпечується.

1.2.8 Перевірний розрахунок підшипників

1.2.8.1 Визначення розрахункового навантаження на підшипник

Знаходимо сумарні радіальні навантаження на опори вала:

$$F_{r1} = \sqrt{R_{1z}^2 + R_{1y}^2} \quad (1.30)$$

$$F_{r2} = \sqrt{R_{2z}^2 + R_{2y}^2} \quad (1.31)$$

$$F_{r1} = \sqrt{4398,5^2 + 78,7^2} = 4399,2H$$

$$F_{r2} = \sqrt{11185,1^2 + 79,8^2} = 11185,3H$$



Рисунок 1.8 - Сили що діють на підшипники на проміжному валу
Визначаємо еквівалентне навантаження для правого підшипника:

$$F_{екв2} = (X \cdot V \cdot F_{m2} + Y \cdot F_a) \cdot K_\sigma \cdot K_T, \quad (1.32)$$

Згідно з умовами роботи підшипників беремо: $V=1$ - обертається внутрішнє кільце підшипника; $K_\sigma=1,2$ - коефіцієнт безпеки при короткочасних перевантаженнях до 120%; $K_T=1$ - температурний коефіцієнт при робочій температурі підшипників до 100° С.

$$X=1, Y=0, \text{ оскільки } F_a=0$$

$$F_{екв3} = (1 \cdot 1 \cdot 11185,3 + 0) \cdot 1,2 \cdot 1 = 13422H$$

1.2.8.2 Перевірка на динамічну вантажність правого підшипника

Виконуємо перевірку на довговічність. Максимальна довговічність правого підшипника визначається по формулі:

$$L_{h\max} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{F} \right)^3 \quad (1.33)$$

$$L_{h\max} = \frac{10^6}{60 \cdot 3000} \cdot \left(\frac{76100}{13422} \right)^3 = 1020 \text{ год}$$

1.2.9 Вибір і розрахунок пневмоциліндра на навантажувальну здатність

Для даного приладу вибираємо стандартний пневмоциліндр PEC80NA100DM.

Максимально допустимий тиск $P = 10$ бар.

Діаметр робочої поверхні $d=80$ мм.

Розрахунок зусилля:

Приймаєм тиск $P=4$ бар, тиск, що створюють стандартні пневмосистеми

Тоді розрахункове зусилля становить

$$F=P*S \quad (1.34)$$

$$F = 400000*3,14*0,04*0,04 = 2010 \text{ Н}$$

де S – площа робочої поверхні.

1.2.10 Розрахунок осей кріплення навантажувальної ланки

1.2.10.1 Вибір матеріалу

Вибираємо матеріал Сталь45Х

$$\sigma_m = 830 \text{ МПа}$$

1.2.10.2 Визначаємо розміри осі з умови міцності на зріз

$$F = F_H = 6750 \text{ Н}$$

$$[\tau]_{зр} = (0,25 \dots 0,35) \sigma_m ; [\tau]_{зр} = 0,3 * 830 = 249 \text{ МПа.}$$

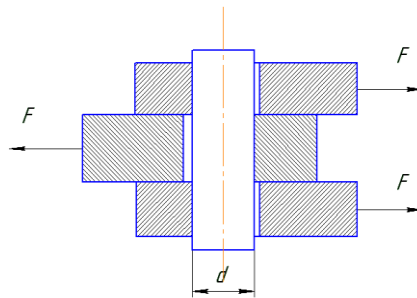


Рисунок 1.9 Схематичне зображення зрізу

Умова міцності:

$$\tau_{с\delta} = \frac{F}{A_{с\delta}} \leq [\tau]_{с\delta} \Rightarrow A_{с\delta}, d \quad (1.35)$$

$$A_{зр} = S * N. \quad (1.36)$$

N- кількість площин зрізу.

S-площа зрізу.

$$R = \sqrt{\frac{F}{2 \cdot \pi \cdot [\tau]_{\text{зр}}}} \quad (1.37)$$

$$R = \sqrt{\frac{6750}{2 \cdot 3,14 \cdot 249 \cdot 10^6}} = 2,1 \text{ мм}$$

З конструктивних міркувань приймаємо радіус в 2,5 рази більший

$$R = 5 \text{ мм}$$

$$D = 2 \cdot R = 10 \text{ мм}$$

1.2.11 Розрахунок навантажувальної ланки

1.2.11.1 Вибір матеріалу

Для даної деталі вибираємо Сталь 45.

$\sigma_m = 690 \text{ МПа}$ – для Сталь 45.

$F_{\text{пц}} = 2010 \text{ Н}$ - навантаження, що створюється пневмоциліндром.

$F_{\text{н}} = 6750 \text{ Н}$ – навантаження на досліджуваний підшипник

1.2.11.2 Розрахунок геометричних параметрів навантажувальної ланки.

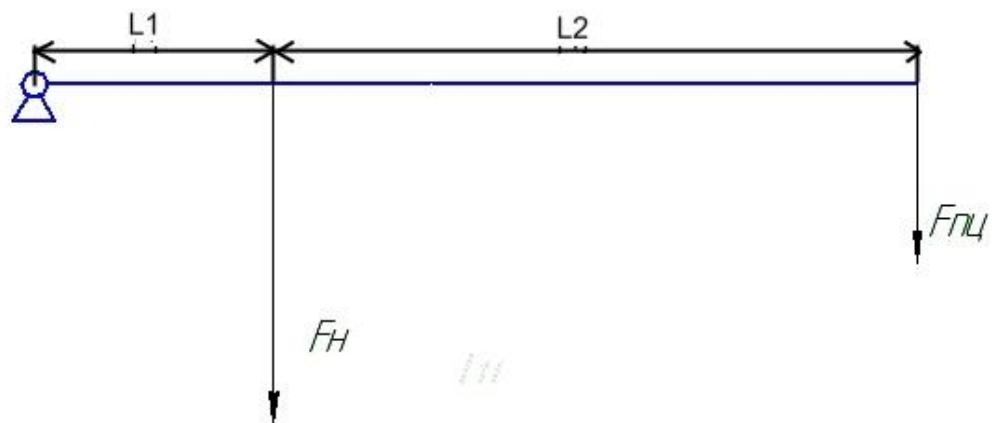


Рисунок 1.10 Кінематична схема навантаження

Розрахунок довжини даної ланки

$$L1 * F_{\text{н}} = (L1 + L2) * F_{\text{пц}} \quad (1.38)$$

$$L1 = 80 \text{ мм}$$

$$L2 + L1 = (L1 * F_{\text{н}} / F_{\text{пц}}) \quad (1.39)$$

$$L2 + L1 = 80 * 6750 / 2010 = 269 \text{ мм.}$$

$$L2 = 269 - 80 = 189 \text{ мм}$$

Мінімальна розрахункова довжина становить $L_{\text{min}} = 269 \text{ мм}$.

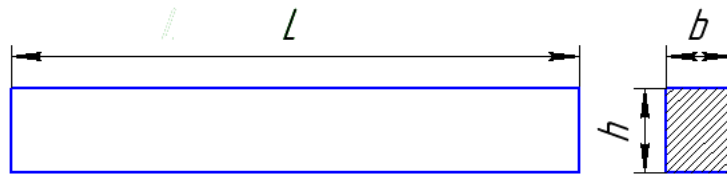


Рисунок 1.11 Ескіз навантажувальної ланки

Визначення мінімальних розмірів поперечного січення ланки проводяться з розрахунку на втомний згин.

$$\sigma_{зг. \max} = \frac{M_{зг}}{W_0} \leq [\sigma]_{зг} \quad (1.40)$$

де W_0 - осьовий момент опору січення,

Для прямокутного січення:

$$W_0 = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (1.41)$$

$$[\sigma]_{зг} = 0,45 \sigma_m = 0,45 \cdot 690 = 310 \text{ МПа.}$$

$$M_{зг} = F_{пц} \cdot L_{\min} \dots \dots \dots (1.42)$$

$$M_{зг} = 2010 \cdot 0,269 = 540,69 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$W_0 = 540,39 / 310 \cdot 10^6 = 1,74 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Підбираєм висоту та ширину навантажувальної ланки:

Задаємося шириною даної ланки $b=24$ мм, визначаємо мінімальну висоту

$$h = \sqrt{6 \cdot W_0 / b} = \sqrt{6 \cdot 1,74 \cdot 10^{-6} / 0,024} = 0,021 \text{ м} = 21 \text{ мм.}$$

За конструктивних міркувань приймаємо висоту $h=25$ мм.

1.2.12 Розширення діапазону контрольованих підшипників.

Для розширення діапазону були підбрані такі підшипники як :

202, 300, 203, 104, 301, 302, 204, 303, 205, 106, 107, 108, 206, 109, 403, 305.

Підшипники розміщені в порядку зростання динамічного навантаження.

Визначаємо межі навантажень по динамічному навантаженні 202 та 305 підшипнику:

$$F_{d202}=7840\text{Н}$$

$$F_{d305}=22500\text{Н}$$

Оскільки вимірювання проводяться при 30% навантаженні розраховуємо силу навантаження на підшипник під час вимірювання:

$$F_{n202}= F_{d202} * 0,3 = 7840 * 0,3 = 2352\text{Н}$$

$$F_{n305}= F_{d305} * 0,3 = 22500 * 0,3 = 6720\text{Н}$$

Для даного приладу вибираємо стандартний пневмоциліндр PЕС80NA100DM. (додаток 3)

Максимально допустимий тиск $P = 10$ бар.

Діаметр робочої поверхні $d=80$ мм.

Тиск в лабораторних пневмосистемах становить 0.4 МПа. Розраховуємо верхню і нижню межу тиску.

Оскільки навантаження передається через важіль, розраховуємо коефіцієнт підсилення через важіль:

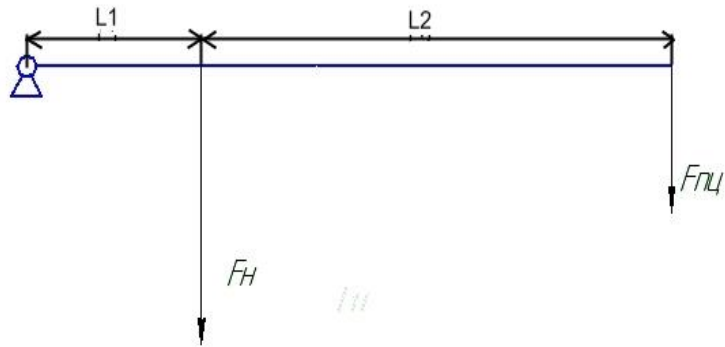


Рисунок 1.12 Кінематична схема навантаження

$$F_n = F_{nц} * (L_1 + L_2) / L_1 \quad (1.43)$$

де F_n – навантаження на підшипник;

$F_{nц}$ – навантаження створюване пневмоциліндром;

$L_1 = 80$ мм, $L_2 = 189$ мм – довжини плечей навантаження.

$$K = (L_1 + L_2) / L_1 \quad (1.44)$$

$$K = (189 + 80) / 80 = 3.36$$

Розрахунок навантаження, що має створювати пневмоциліндр:

$$F_{max} = F_{n305} / K \quad (1.45)$$

$$F_{max} = 6750 / 3,36 \approx 2000 \text{ Н}$$

$$F_{min} = F_{n202} / K \quad (1.46)$$

$$F_{min} = 2352 / 3,36 \approx 700 \text{ Н}$$

Розрахунок мінімального та максимального тиску:

$$P_{max} = F_{max} / S \quad (1.47)$$

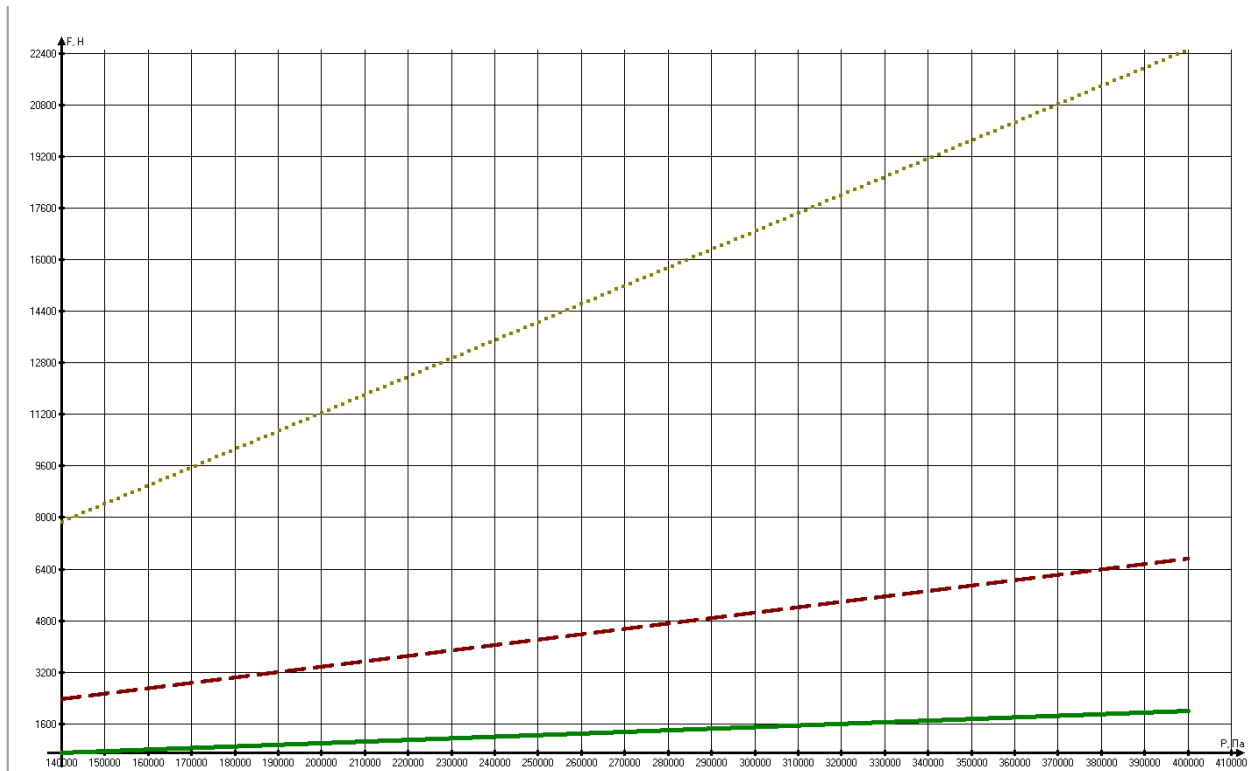
$$P_{max} = 2000 / (3,14 * 0,04 * 0,04) \approx 0,4 \text{ МПа}$$

$$P_{min} = F_{min} / S \quad (1.48)$$

$$P_{min} = 700 / (3,14 * 0,04 * 0,04) \approx 0,14 \text{ МПа}$$

На рисунку 1.2.13 Зображено графіки залежностей навантаження, що створюється пневмоциліндром і навантаження на підшипник в залежності

від прикладеного тиску, а також графік допустимих динамічних навантажень підшипників.



----- навантаження на підшипник

———— навантаження створюване пневмоциліндром

*** графік допустимих динамічних навантажень на підшипник

Рисунок 1.13 Графіки залежності тиску та навантаження створюваного пневмоциліндром та навантаження на підшипник і допустимих динамічних навантажень.

1.2.13 Розрахунок циклограми.

Для розрахунку циклограми нам потрібні такі невідомі елементи як:

- 1) час розгону та час зупинки двигуна
- 2) час перемикання пневмоперемикача
- 3) час вимірювання
- 4) час прикладання та зняття навантаження пневмоциліндром
- 5) час встановлення та зняття досліджуваного підшипника.

Час розгону та зупинки двигуна

$T_M = 1$ сек для двигунів з полим немагнітним ротором.

T_M -час за який двигун розганяється до швидкості $0.633\omega_0$.

Оскільки дана швидкість не є максимальною то приймаємо $T_{\text{двиг}}$ в 3 рази більшу. $T_{\text{двиг}} = 3 * T_M = 3$ сек.

Час вибігу двигуна становить $T_{\text{виб}} = 9$ сек.

Частота перемикання пневмоперемикача становить $n = 300$ разів/хв.

Час одного перемикання $T = 60/300 = 0.2$ сек.

Час прикладання навантаження становить $T_{\text{прикл.нав}} = 3$ сек.

Час вимірювання становить $T_{\text{вим}} = 30$ сек.

Час встановлення та зняття досліджуваного підшипника $T_{\text{вст/знт}} = 50$ сек.

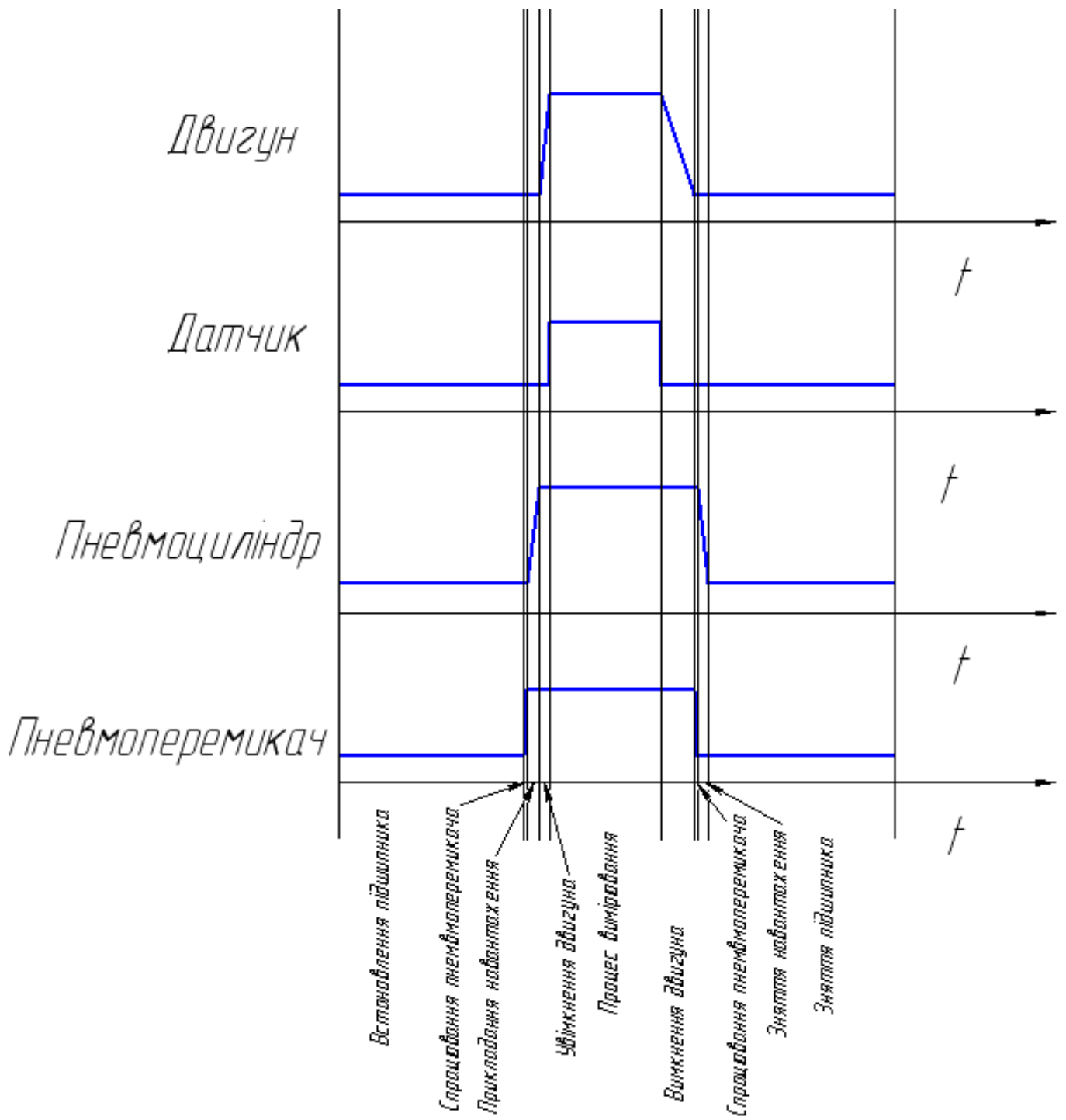


Рисунок 1.14 Циклограма роботи пристрою

1.2.14 Розрахунок шпонкового з'єднання.

Оскільки діаметр валу двигуна і проміжного валу однакова, то для обох з'єднань підбираємо однакові шпонки.

Перевіримо на міцність шпонку під колесом, що розміщена на вихідному валі оскільки тут найбільший крутний момент. Враховуючи не великий діаметр валу вибираємо сегментну шпонку.

Умова міцності шпонкового з'єднання:

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{dl_0(h-t_1)} \leq [\sigma]_{зм}, \quad (1.49)$$

де $[\sigma]_{зм} = 150 \text{ МПа}$ - для сталевого колеса та різко змінного навантаження;

$T = 1,543 \text{ кН} \cdot \text{м}$ - крутний момент на вхідному валі;

$d = 14 \text{ мм}$ - діаметр валу;

l_0 - робоча довжина шпонки;

$$l_0 = 0,95 \cdot D = 14,4 \text{ мм}$$

$D = 16 \text{ мм}$ - діаметр шпонки;

$b = 4 \text{ мм}$ - ширина шпонки;

$h = 6,5 \text{ мм}$ - висота шпонки;

$t_1 = 4,5 \text{ мм}$ - глибина паза на валу;

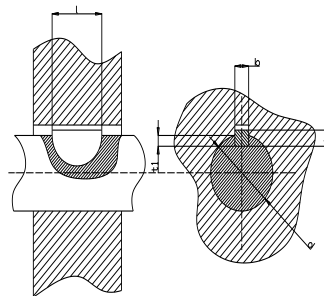


Рисунок 1.15 - З'єднання шпонкою

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{dl_0(h-t_1)} \quad (1.50)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 1,5431 \cdot 10^3}{14 \cdot 14,4 \cdot (6,5 - 4,5)} = 7,65 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{зм} = 150 \text{ МПа}$$

Отже міцність з'єднання шпонкою достатня, бо розрахункове напруження менше від допустимого для вибраної сегментної шпонки 4×6,5×16 ГОСТ 24071-97.

1.2.15 Розрахунок точності прикладання навантаження.

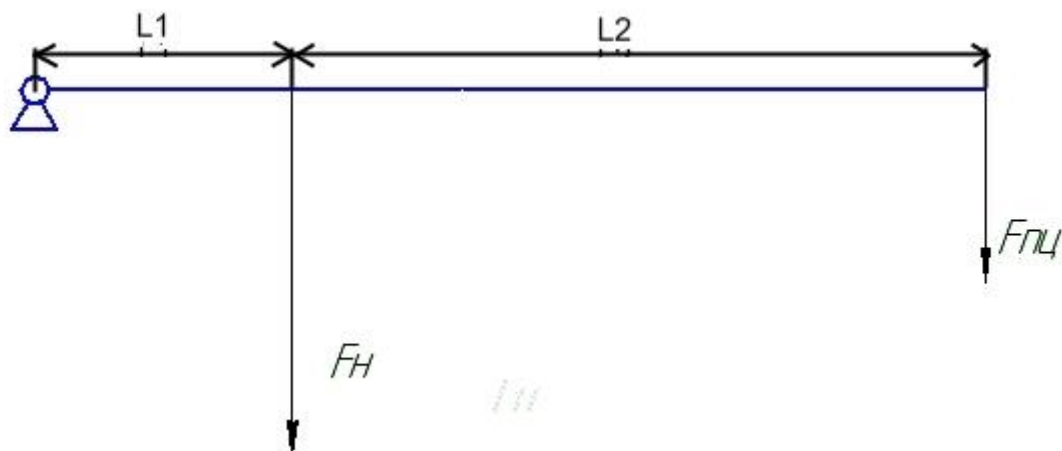


Рисунок 1.16 Кінематична схема навантаження

Відхилення розмірів $L_1=80$ мм та $L_2=189$ мм становить $dL_1 = \pm 0,37$ мм та $dL_2 = \pm 0,575$ мм .

Тиск в лабораторних пневматичних системах становить $P=4 \pm 0.1$ Бар.

Похибка відхилення розмірів значно менша ніж похибка відхилення тиску в пневматичних системах, і ними можна знехтувати.

$$F=P*S = (400000 \pm 10000) * 3,14 * 0,04 * 0,04 = 2010 \pm 50,24 \text{ Н}$$

1.2.16 Технічне обслуговування приладу

Основою пристрою є вимірювальні перетворювачі, які для нормального використання вимагають обережного експлуатування. Робоча температура датчика від -20°C до $+175^{\circ}\text{C}$.

Двигун живиться від мережі 220В. Пневмоциліндр живиться від звичайних компресорів або лабораторних пневмосистем. Підшипники змастити мастилом RENOLIT LX-OS 3. Також потрібна гідростанція, для подачі мастила під час контролю підшипників.

1.3 Технологічна частина

1.3.1. Опис конструкції та призначення деталі

Конструкція обойми призначена для установки в неї досліджуваного підшипника, а також для кріплення індуктивного датчика наближення. Для виготовлення виробу можна застосовувати багато матеріалів. В даному випадку використано Сталь 45.

Максимальні розміри деталі:	
Висота	74,4 мм,
Товщина	22 мм,
Ширина	78 мм.

Дана деталь має вигляд пустотілого циліндра зі знятою лискою на висоті 74.4 мм, що допомагає фіксувати обойму від обертового руху під час роботи приладу. Обойма виготовляється пустотілою, забезпечуючи простір куди вставляється досліджуваний підшипник. В торці циліндру обойма має 2 отвори із нарізаною нарізью, щоб забезпечити приєднання кріплення для індуктивного датчика наближення.

1.3.2. Аналіз конструкції деталі та її технологічності

Деталь «Обойма ТНТУ – 066.00.00.004» входить до складальної одиниці - Кріпильна обойма.

На обоймі монтується кріплення для індуктивного датчика наближення ТНТУ-066.00.00.005 та сам індуктивний датчик.

Заготовка виготовляється з круглого металопрокату Ø80 мм відрізанням, деталь – методом точіння. Так як дана деталь застосовується в машино будівній промисловості загального призначення до неї ставляться не надто високі вимоги щодо точності і шорсткості поверхонь. Квалітет точності розмірів деталі 14, шорсткість поверхонь що обробляються Ra=6,3. У внутрішню циліндричну поверхню вставляється досліджуваний підшипник. Тому на внутрішній поверхні згідно креслення деталі встановленні підвищені вимоги до шорсткості і точності цієї поверхні Ø 62H7(+0.03)

Деталь піддається термічній обробці для досягнення твердості НРС, 35..40 одиниць.

Контроль деталі проводимо штанген циркулем ШЦ-I -125-0,1 ГОСТ 166-89, для розмірів що не потребують високої точності, контроль діаметру отвору використовуємо калібр-пробку. Для даної деталі можна використовувати високопродуктивні методи обробки так як деталь при її розмірах має достатню жорсткість можливість обробки отворів на прохід.

При поставлених вимогах до точності оброблювальних поверхонь жорсткість деталі достатня для виконання поставлених операцій. Деталь Обойма ТНТУ – 066.00.00.004 виготовляється із Сталь 45. Хімічний склад приведений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Хімічний склад сталі 45 (ГОСТ 1050-71)

Основні компоненти, %			Домішки, %					
C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			Не більше					
0,42- 0,50	0,17- 0,37	0,5-0,8	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механічні властивості матеріалу деталі приведені в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 Механічні властивості

$\delta_{0,2}$	δ_B	δ_g	φ	КСУ
МПа		%		Дж/см ²
440	590	14	40	59

Технологічні властивості матеріалу деталі:

Температура ковки, °C: початку 1200, кінця 700 Січення до 400 мм охолоджуються на повітрі.

Зварюваність – важкозварюєма. Способи зварки: РДС і КТС. Необхідний підігрів і наступна термообробка.

Обробка різанням – в гарячекатаному стані при НВ 170-179 і $\delta_B = 640$ МПа

$K_{тв.стл} = 1$, $K_{уб.ст} = 1$.

Флокеночутливість – малочутлива.

Схильність до відпускної крижкості – не схильна.

За допомогою показників точності, шорсткості і коефіцієнту уніфікації можна провести кількісну оцінку технологічності – ці показники ми зводимо в таблицю

1.3

Таблиця 1.3 – Кількісні показники технологічності

Назва поверхні	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих поверхонь	Квалітет точності	Шорсткість по ГОСТ 2789-73 Ra, мкм	Клас шорсткості
Торцева поверхня 1	1	0	14	6,3	4
Торцева поверхня 2	1	0	14	6,3	4
Зовнішня циліндрична поверхня	1	0	14	6,3	4
Лиска	1	0	14	6,3	4
Різьба М5	2	0	6	0,8	6
Внутрішня циліндрична поверхня d=62	1	0	6	0,8	6
Внутрішня циліндрична поверхня d=56	1	0	14	6,3	4

Середній квалітет точності:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1.51)$$

де ΣT – квалітет точності відповідної поверхні деталі;

n_i – кількість поверхонь відповідного квалітету;

Σn_i – кількість усіх поверхонь деталі.

Підставивши значення у формулу (1.3.51), одержимо:

$$T_{cp} = 14 \cdot 5 + 2 \cdot \frac{6}{7} = 11.7$$

Округливши, середній квалітет точності обробки деталі буде рівним. $T_{cp} = 12$

Коефіцієнт точності обробки:

$$k_t = 1 - \frac{1}{T_{cp}} \tag{1.52}$$

$$k_t = 1 - 1/12 = 0.92$$

При $k_t > 0.8$ деталь відноситься до виробів середньої точності. Тому можемо сказати що деталь є технологічною, з точки зору точності обробки.

Середній клас точності:

$$B_{cp} = \frac{n_i \cdot z}{\Sigma n_i} \tag{1.53}$$

де $n_i = (5, 2)$ кількість поверхонь з відповідним класом шорсткістю поверхні;

$\Sigma n_i = 7$ загальна кількість поверхонь деталі;

$z = (4, 6)$ клас шорсткості відповідної поверхні.

$$B_{cp} = 5 \cdot 4 + 2 \cdot \frac{6}{7} = 4.57$$

Коефіцієнт шорсткості:

$$k_{sh} = \frac{1}{B_{cp}} \quad (1.54)$$

$$k_{sh} = 0.21$$

При коефіцієнті шорсткості $k_{sh} > 0.16$ деталь не є важко оброблюваною, а відповідно є технологічною.

Коефіцієнт уніфікації:

$$k_y = \frac{N_y}{N} \quad (1.55)$$

$$k_y = 0$$

де $N_y = 0$ кількість уніфікованих поверхонь;

$N = 7$ загальна кількість поверхонь деталі.

При коефіцієнті уніфікації $k_y < 0.6$ деталь відноситься до нетехнологічних.

На основі наведених розрахунків, можемо сказати що деталь достатньо технологічна.

1.3.3. Визначення типу виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій, який показує відношення всіх різних технологічних операцій виконуваних чи підлягаємих виконанню підрозділом в місяць до числа робочих місць.

Основним показником типу виробництва являється коефіцієнт k_c .

$$k_c = \frac{t_s}{T_u} \quad (1.56)$$

де:

t_e - такт випуску виробу

$T_{ин}$ - штучний час

t_e в свою чергу обчислюється за формулою:

$$t_e = \frac{F_d * 60}{N} \quad (1.57)$$

де:

F_d - дійсний річний фонд часу роботи обладнання

N - річна програма випуску деталей (4000)

F_d - при умові що робочі працюють в 1 зміну значення приймемо 2070

$T_{ин}$ - сума часу кожної операції потрібної для виготовлення деталі поділена на їх кількість.

Щоб знайти $T_{ин}$ потрібно провести приблизний розрахунок часів роботи кожної операції.

$T_0 1$ (Торцювання)=1,15 хв

$T_0 2$ (точіння зовнішньої поверхні до Ø78 мм на довжині 22 мм)=0,29 хв

$T_0 3$ (Свердління до Ø8 мм на глибину 22 мм)=0,09 хв

$T_0 4$ (Розсвердлювання до Ø12 на глибину 22 мм)=0,08 хв

$T_0 5$ (Розсвердлювання до Ø16 на глибину 22 мм)=0,1 хв

$T_0 6$ (Розсвердлювання до Ø20 на глибину 22 мм)=0,13 хв

$T_0 7$ (Розсвердлювання до Ø24 на глибину 22 мм)=0,16 хв

$T_0 8$ (Розсвердлювання до Ø28 на глибину 22 мм)=0,19 хв

$T_0 9$ (Розточка отвору до Ø32 на відстані 22 мм) = 0,12хв

$T_0 10$ (Розточка отвору до Ø36 на відстані 22 мм) = 0,14хв

$T_0 11$ (Розточка отвору до Ø40 на відстані 22 мм) = 0,16хв

$T_0 12$ (Розточка отвору до Ø44 на відстані 22 мм) = 0,17хв

$T_0 13$ (Розточка отвору до Ø48 на відстані 22 мм) = 0,19хв

$T_0 14$ (Розточка отвору до $\varnothing 52$ на відстані 22 мм) = 0,20хв

$T_0 15$ (Розточка отвору до $\varnothing 56$ на відстані 22 мм) = 0,22хв

$T_0 16$ (Розточка отвору до $\varnothing 60$ на відстані 17 мм) = 0,18хв

$T_0 17$ (Розточка отвору до $\varnothing 61,8$ на відстані 17 мм) = 0,19хв

$T_0 18$ (Розточка отвору до $\varnothing 62$ на відстані 17 мм) = 0,19хв

$T_0 19$ (Фрезерування (2 проходи)) = $2 * 0,23 = 0,46$ хв

$T_0 20$ (Свердління $\varnothing 5$ на глибину 22 мм (2 отвори)) = $2 * 0,05 = 0,1$ хв

$T_0 21$ (Розвертування $\varnothing 4,134$ на глибину 22 мм (2 отвори)) = $2 * 0,08 = 0,16$ хв

$T_0 22$ (Нарізання нарізі М5*г6 на глибину 22 мм (2 нарізі)) = $2 * 0,04 = 0,08$ хв

Тепер можна обчислити штучний час який нам необхідний в розрахунку.

$$T_{\phi} = 4,07 / 25 = 0,163 \text{ хв.}$$

Знайдемо t_a спираючись на кількість деталей в рік та фондний час

$$t_a = 2070 * 60 / 4000 = 31.05$$

Розрахуємо коефіцієнт k_c :

$$k_c = 31.05 / 0.163 = 190$$

Оскільки $k_c = 190$, що > 20 наше виробництво буде мілко серійним.

1.3.4. Розрахунок припусків на обробку

Розрахуємо припуски на обробку отвору під нарізь М5*G6. Внутрішній номінальний діаметр різьби становить Ø4.1 G6($\begin{smallmatrix} +0.012 \\ +0.004 \end{smallmatrix}$) Технологічний маршрут обробки отвору Ø4.1 G6($\begin{smallmatrix} +0.012 \\ +0.004 \end{smallmatrix}$) складається з двох операцій:

1. свердління;
2. розвертування.

Розрахунок припусків ведемо шляхом складання таблиці 5.1, в яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки та всі значення елементів припуску.

Значення R_z та T (якість поверхні) складає для свердління 50 і 50, для розверстування 30 і 30 (дані значення визначаємо по таблиці 29 [1]).

Сумарне значення просторових відхилень:

$$\rho = \sqrt{C_0^2 + (\Delta y l)^2} \quad (1.58)$$

Значення C_0 та Δy вибираємо по таблиці 35 [1], отримаємо:

$$\rho = \sqrt{10^2 + (2,1 \cdot 22)^2} = 47 \text{ мкм}$$

Знайдемо похибку установки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6 + \varepsilon_3} \quad (1.59)$$

де $\varepsilon_3=0$ – похибка закріплення (таблиця 39 [1]);

$$\varepsilon_6=8/2=360/2=4 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_y=4.$$

Розрахуємо $2Z_{min}$, розрахунок ведемо за основною формулою:

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (1.60)$$

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (30 + 30 + \sqrt{24^2 + 4^2}) = 2 \cdot 84$$

Таблиця 1.4– розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припусків, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ	ε				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}^{ep}$	$2Z_{max}^{ep}$
Свердлі- ння	50	50	20	4	–	3,966	75	3,857	3,932	–	–
Розвер- тування	30	30	20	4	2·84	4,1	8	4,104	4,112	172	255

переходам

Таким чином, маючи розмір креслення після остаточного переходу, для інших переходів отримаємо:

- для свердління: $d_p = 4,1 - 0,084 \cdot 2 = 3,932$ мм.

Значення допусків приймають по таблицям в відповідності з класом точності виду обробки. Так для свердління $\delta = 800$ мкм, для розверстування $\delta = 360$ мкм.

Таким чином:

- абл. та вання $d_{max}=4,112$ мм; $d_{min}=4,146-0,0012=4,104$ мм;
- свердління: $d_{max}=3,932$ мм; $d_{min}=3,966-0,075=3,857$ мм.

Значення $2Z_{min}^{zp}$ рівні різниці найбільших граничних розмірів двох переходів, а $2Z_{max}^{zp}$ – різниці найменших граничних розмірів.

$$2 \cdot Z_{min}^{zp} = 4,104 - 3,932 = 0,172$$

$$2 \cdot Z_{max}^{zp} = 4,112 - 3,857 = 0,255.$$

Загальний номінальний припуск:

$$Z_{ном} = Z_{min} + B_z - B_d = 0,084 + 0,255 - 0,172 = 0,167$$

$$d_{з.ном} = d_{д.ном} - Z_{ном} = 3,933$$

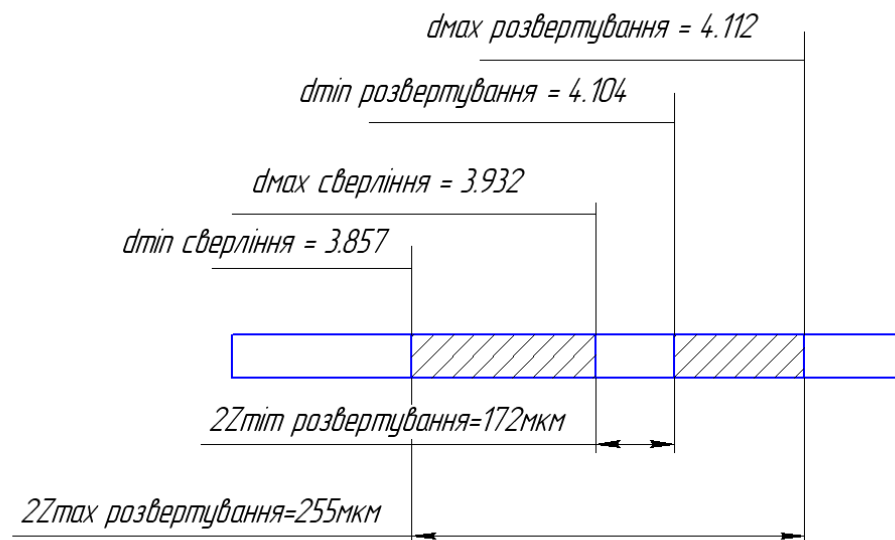


Рисунок 1.16 Схема графічного розміщення припусків та допусків на обробку отвору $\text{Ø}4.1\text{-G6} \left(\begin{matrix} +0.012 \\ +0.004 \end{matrix} \right)$

1.3.5 Вибір варіанта структури технологічних операцій та компонок обладнання

Необхідно дотримуватися правил:

- 1) використати основні процеси обробки;
- 2) не здійснювати обробку деталей на унікальному обладнанні;
- 3) використовувати тільки стандартні ріжучі та вимірювальні інструменти;
- 4) здійснювати і вибирати найбільш сучасні форми організації виробництва;
- 5) обробляти найбільшу кількість поверхонь за одну установку деталі.

Таблиця 1.5 - Проектний варіант технічного циклу та механічної обробки деталі

№ операції/ переходу	Назва операції, переходу	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання
1	<u>2</u>	3	4	5
005	<u>Токарна</u>			Токарний модель 16Б05П
1	Торцювання	Г	В	
2	Точіння зовнішньої поверхні	В	В	
010	<u>Вертикально- свердлильна</u>	Б,Е	В	Вертикально - свердлильний модель 2Н53
1	Свердління			
2	Розсвердлювання			
3	Розсвердлювання			
4	Розсвердлювання			
5	Розсвердлювання			

Продовження таблиці 1.5

6	Розсвердлювання			
020	<u>Токарна</u>	Б,Е	В	Токарний модель 16Б05П
1	Розточування			
2	Розточування	Б,Е		
3	Розточування	Б,Е		
4	Розточування	Б,Е		
5	Розточування	Б,Е		
6	Розточування	Б,Е		
7	Розточування	Б,Е		
8	Розточування	Б		
9	Розточування	Б		
10	Розточування	Б		
11	Відрізання	Д		

Продовження таблиці 1.5

	<u>2</u>	3	4	5
035	<u>Горизонтально-фрезерувальна</u>			Горизонтально-фрезерний 6Н80Г
1	Фрезерування лиски	А	Г, Д	
040	Вертикально-свердлильна			Вертикально-свердильний модель 2Н53
1	Свердлиління	Є	Б, Е, А	
2	Свердлиління	Є		
3	Розвертуванн	Є		
4	Розвертуванн	Є		
5	Нарізання нарізі	Є		
6	Нарізання нарізі	Є		

1.3.6 Вибір ріжучих та вимірювальних інструментів

Під час вибору ріжучих та вимірювальних інструментів необхідно в першу чергу керуватися обраним технологічним маршрутом.

Приймаючи це до уваги, а також матеріал деталі, проводимо вибір ріжучих інструментів (дані записуємо в таблицю).

Вибір вимірювальних інструментів проводимо згідно точності розмірів, для контролю яких вони призначені. Дані по вибору також заносимо в таблицю.

Таблиця 1.6-Ріжучий та вимірювальний інструмент

№ операції/ переходу	Назва операції, переходу	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
1	<u>2</u>	3	4
005	<u>Токарна</u>		
1	Торцювання	Різець відрізний 2130-0454 ГОСТ 8884-73	-
2	Точіння зовнішньої поверхні	Різець прохідний 2101-0001 ГОСТ 18879- 73	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
010	<u>Вертикально- свердлильна</u>		
1	Свердління	Свердло Ø8 ВК6, ГОСТ 10902- 77	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
2	Розсвердлювання	Свердло Ø12 ВК6, ГОСТ 10902- 77	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89

Продовження таблиці 1.6

3	Розсвердлювання	Свердло Ø16, ВК6, ГОСТ 10902- 77	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
4	Розсвердлювання	Свердло Ø20, ВК6, ГОСТ 10902- 77	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
5	Розсвердлювання	Свердло Ø24 ВК6, ГОСТ 10903- 77	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
6	Розсвердлювання	Свердло Ø28 ВК6, ГОСТ 10903- 77	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
020	<u>Токарна</u>		
1	Розточування	Різець розточний 2140-0027 ГОСТ 18882- 73	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
2	Розточування	Різець розточний 2140-0027 ГОСТ 18882- 73	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
3	Розточування	Різець розточний 2140-0027 ГОСТ 18882- 73	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
4	Розточування	Різець розточний 2140-0027 ГОСТ 18882- 73	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4
5	Розточування	Різець розточний 2140-0027 ГОСТ 18882-73	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
6	Розточування	Різець розточний 2140-0027 ГОСТ 18882-73	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
7	Розточування	Різець розточний 2140-0027 ГОСТ 18882-73	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
8	Розточування	Різець розточний 2140-0027 ГОСТ 18882-73	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
9	Розточування	Різець розточний 2140-0027 ГОСТ 18882-73	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
10	Розточування	Різець розточний 2140-0027 ГОСТ 18882-73	Калібр пробка Ø62-Н7
11	Відрізання	Різець відрізний правий 13592 ГОСТ 18884 - 73	- ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
035	<u>Горизонтально- фрезерувальна</u>		
1	Фрезерування лиски	Фреза циліндрична 2200-0301 ГОСТ 29092-91	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
040	Вертикально- свердлильна		

Продовження таблиці 1.6

1	Свердління	Свердло Ø4 ВК6, ГОСТ 10902- 77	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
2	Свердління	Свердло Ø4 ВК6, ГОСТ 10902- 77	ШЦ I – 0...125– 0,1 ГОСТ 166-89
3	Розвертування	Розвертка Ø4.1 ГОСТ 16086- 70	Калібр пробка Ø4.1-G6
4	Розвертування	Розвертка Ø4.1 ГОСТ 16086- 70	Калібр пробка Ø4.1-G6
5	Нарізання нарізі	Мечик М5*G6 ГОСТ 3266-81	Калібр різьбовий М5-G6
6	Нарізання нарізі	Мечик М5*G6 ГОСТ 3266-81	Калібр різьбовий М5-G6

1.3.7 Технологічний процес виготовлення печатної плати.

1.3.7.1 Матеріали основ друкованих плат

Слойні пластики можна розділити на дві групи: на паперовій основі і на основі склотекстоліту. Ці матеріали у вигляді жорстких листів формуються з декількох слоїв паперу або скловолокна, що склеєні між собою шляхом гарячого пресування. Склеювальна речовина зазвичай – це фенольна смола для паперу і епоксидна смола для склотекстоліту; в окремих випадках можливе використання полієфірних, сіліконових смол і протопласту (політетрафторетилену). Слойовані пластики покривають з однієї або обох сторін мідною фольгою стандартної товщини. Характеристики готової друкованої плати залежать від конкретної пропорції вихідних матеріалів, а також від технології, яка і механічну обробку плат.

1.3.7.2 Виготовлення слойованих пластиків, фольгованих мідю

Основою слойованого пластика може бути папір або скловолокно. Спочатку основа пропускається через вану, заповнену смолою (фенольною або епоксидною), де вона просочується; далі матеріал пропускається між валками, осідаючи на рівномірній величині і подається до сушильної печі. Тут певні компоненти смоли видаляються і передполімеризована основа стає не липкою в готова до процесу пресування.

Мідна фольга виготовляється шляхом електрохімічного осідання тонкого слою міді на великий барабан з нержавіючої сталі. При обертанні барабану шар міді неперервно відділяється і змотується в рулон. Для забезпечення хорошої адгезії між фольгою і матеріалом слойного пластика зазвичай виконують оксидування поверхні мідної фольги для підвищення ступеня її шорсткості. Для отримання слойованого пластика, фольгованого з обох сторін, пресований пакет має зверху ще один шар мідної фольги, поверх

якого накладається полірована фольга. Для отримання односторонніх друкованих плат стална плита розміщується безпосередньо на верхній шар, попередньо покритого яким-небудь складником, що захищає від прилипання при пресуванні. Отримана конструкція поміщається в прес-форму з паровим обігрівом, пресування і полімеризація на гідравлічному пресі призначено для отримання хисткого листа, який пізніше обрізається по заданих розмірах.

Існує велика кількість типів фольгованих мідю слойованих пластиків і декілька систем їх позначення:

- *фенольний гетинакс* – це паперова основа, просякнута фенольною смолою, колір зазвичай коричневий, матеріал непрозорий; плати призначенні для використання в побутовій апаратурі оскільки є недорогими;
- *епоксидний гетинакс* – матеріал також на паперовій основі, но просякнутий епоксидною смолою; колір часто жовтий або білий, прозорість залежить від товщини, матеріал марки FR3 є самозотухаючим і широко використовується в побутовій техніці;
- *епоксидний склотекстоліт* – даний матеріал характеризується високою механічною міцністю, яка забезпечена структурою скловолокна і зміцнена полімеризованою епоксидною смолою; матеріал напівпрозорий, колір зазвичай зелений; епоксидний склотекстоліт марки G10 має широке застосування;
- *мідна фольга* – використовується для фольгування основи, виготовляється електролізом і має чистоту 99,5%, випускається різної товщини, в Великобританії і США товщина фольги позначається в унціях на квадратний фут (oz/ft^2), а в інших країнах – в мікрометрах (мкм); стандартні товщини які найбільш широко використовуються: $1/2 oz/ft^2 \sim 17,5$ мкм, $1 oz/ft^2 \sim 35$ мкм, $2 oz/ft^2 \sim 70$ мкм і надтонка фольга 5 мкм.

Як правило слоївані пластика на фенольному і епоксидному гетинаксі не використовуються в спеціальній апаратурі, а також в платах з металізованими отворами.

Основні механічні характеристики склотекстолітів і фенольних гетинаксів:

- *міцність на згин і ударну стійкість*, плата без пошкодження повинна навантажуватися елементами які на ній монтуються, міцність на згин основи товщиною 1,6 мм складає: для фенольного гетинаксу – 80 МПа, а для склотекстоліту – 350 МПа; удврана стійкість для основ із фенольного гетинаксу – 7 кДж/м², з епоксидного склотекстоліту – 10 кДж/м²;
- *температурни коефіцієнт лінійного розширення* – зазвичай це коефіцієнт який не відноситься до основних, для слоїваних пластиків його значення знаходиться в межах 1×10^{-5} і $2 \times 10^{-5} 1^\circ\text{C}$ при зміні в площині плати, це означає що якщо друковану плату довжиною 250мм нагрівати до 40⁰С, то її довжина збільшить на 0,1-0,2мм;
- *механічна деформація при дії навантаження* – дана характеристика є важливою при встановлені плати в корпус на шасі; плати виконані з епоксидного склотекстоліту характеризуються значно меншою деформацією ніж плати виконані з фенольних епоксидних гетинаксів;
- *максимальна робоча температура* – це найбільше значення температури, яке основа може витримати при неперервній роботі, варто зауважити що робота в межах максимальних температур приводить до зміни кольору і розм'ягчення матеріалу, максимальна робоча температура для:
 - фенольного гетинаксу – 110...120 ⁰С;
 - епоксидного гетинаксу FR3 – 110...120 ⁰С;
 - епоксидного склотекстоліту G10 I FR4 – 130 ⁰С;
 - епоксидного склотекстоліту G1q I FR5 – 150 ⁰С
- *час пайки* – властивість плати витримувати без пошкодження високі температури, дії яких плата сприймає при груповій пайці елементів;
- *міцність на розрив* – дуже важливо щоб між мідною фольгою і матеріалом основи друкованої плати було добре зчеплення, чим

складніший і насичений рисунок друкованої плати, тим більший ризик відділення контактних площадок або провідників від матеріалу основи..

1.3.7.3 Виготовлення друкованих плат

Окремі операції, які необхідно виконати при виготовленні друкованої плати:

1.Перенесення зображення – рисунок друкованої плати переноситься з оригіналу за допомогою фотографічного процесу на фотошаблон в масштабі 1:1, наступною операцією є точне перенесення зображення на мідну фольгу основи плати.

Методи перенесення зображення на фольгу:

- *трафаретний друк* – найпростіший (сітковий спосіб), запозичений з поліграфічної промисловості, даними методом на мідну фольгу переноситься позитив;
- *спосіб фородруку* – використовується суха плівка фото полімерного матеріалу, з допомогою даного способу є можливість формування «тонких» провідників, тобто провідники ширина яких так як і відстань між ними зменшена до $0,1$ мм.

2.Травлення – являє собою хімічний процес, в якому непотрібні ділянки мідної фольги видаляються з поверхні фольгової основи (розчиняються), в той час ділянки захищені травним резистом зберігають форму рисунка друкованої плати.

3.Металізація – призначена для покриття металом поверхні монтажних отворів для того щоб зробити їх стінки провідниками, і захистити мідну поверхню рисунка друкованої плати від окислення.

4.Видалення резисту – важливим моментом є те щоб до кінця травлення весь захисний резист, що нанесено для селективного травлення, був видалений з поверхні плати; видалення резисту який нанесений

трафаретним методом проводиться легко при використанні промислових розчинників, для видалення сухоплівкових резистів необхідне використання хімічного розчину з механічною очисткою.

1.3.7.4. Параметри конструкції друкованих плат

При конструюванні радіоелектронної апаратури, пристроїв промислової автоматики особлива увага приділяється розробці друкованих плат. Використання інтегрованих мікросхем і прагненню до мінітюаризації приладів призводить до підвищення густини провідного рисунка друкованого монтажу, що в свою чергу викликає ряд конструктивно-технологічних ускладнень при реалізації друкованих плат.

Вирішення цих проблем і випуску друкованих плат високої якості можливе лише при комплексному врахуванні всіх особливостей процесу конструювання і виробництва плат.

ГОСТ 53432-2009 «ПЛАТЫ ПАЧАТНЫЕ. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ», даний стандарт поширюється на односторонні, двосторонні і багатослойні друковані плати на жерсткій або гнучкій основі.

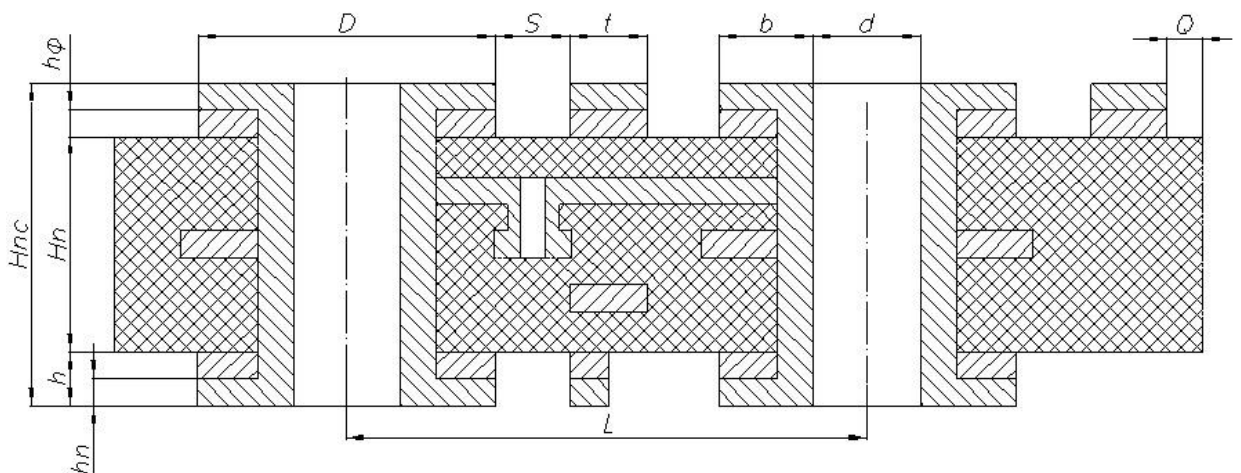


Рисунок 1.17 – Основні параметри друкованої плати

Hn – товщина друкованої плати;

Hnc – сумарна товщина друкованої плати;

hn – товщина хіміко-гальванічного покриття;

$h\phi$ – товщина фольги;

h – загальна товщина провідника;

l – відстань між центрами (осями) елементів конструкції друкованої плати;

D – діаметр контактної площадки;

d – діаметр отвору;

S – відстань між краями сусідніх елементів провідників;

t – ширина друкованого провідника;

b – гарантований поясок;

Q – відстань від краю друкованої плати, вирізу, паза до елемента провідника.

2. Основні параметри і розміри друкованих плат

Розміри сторін друкованих плат повинні відповідати ГОСТу 53429-2009 «ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОНСТРУКЦИИ».

Розміри кожної із сторін друкованої плати повинні бути кратними:

- 2,5 мм – при довжині до 100 мм включно;
- 5,0 мм – при довжині до 300 мм включно;
- 10,0 мм – при довжині до 350 мм включно.

При цьому відхилення на спряжені розміри контура друкованої плати не повинно бути більшим 12-го квалітету. Граничне відхилення на неспряжуванні розміри контуру друкованої плати не повинно бути більшим 14-го квалітету. Товщина односторонньої друкованої плати (ОДП), двосторонньої друкованої плати (ДДП) визначається товщиною матеріалу основи з врахуванням товщини фольги. Товщина багатослойної друкованої плати (БДП) визначається по загальному.

Граничні відхилення товщини БДП не повинні бути більші ніж:

$\pm 0,2\text{мм}$ – для БДП товщиною до 1,5мм включно;

$\pm 0,3\text{мм}$ – для БДП товщиною понад 1,5мм і до 3,0мм включно;

$\pm 0,5\text{мм}$ – для БДП товщиною понад 3,0мм і до 4,5мм включно;

$\pm 0,65\text{мм}$ – для БДП товщиною вище 4,5мм.

Таблиця 1.7 – Найменші номінальні розміри елементів провідникового рисунка друкованих плат в залежності від класу точності

Найменування параметрів	Найменші номінали значення розмірів для класу точності						
	1	2	3	4	5	6	7
Ширина провідника	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10	0,075	0,050
Відстань між провідниками	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10	0,075	0,050
Гарантійний поясок контактної посадки	0,30	0,20	0,10	0,05	0,05	0,020	0,015

2 Наукові дослідження та математичне моделювання

2.1 Огляд основних методів контролю

1. Основні методи контролю:
2. Метод ПСК-фактору
3. Метод прямого спектру
4. Метод спектру огинаючої
5. Метод ударних імпульсів
6. Детальніше про кожен метод

2.1.1 Метод ПСК-фактору.

Оцінка якості знаходиться за показниками віброметра, а саме :

- а) Середньоквадратичний рівень вібрацій
- б) Пікову амплітуду вібрацій

Відношення цих двох параметрів і називається ПСК-фактором.

Переваги : Простота.

Недоліки: Мала завадостійкість і тривалий час вимірювання.

2.1.2 Метод прямого спектру.

Для контролю якості підшипників за цим методом необхідний аналізатор спектру вібрації (віброаналізатори). Метод базується на аналізі спектру вібрації – виявленні періодичності (частоти) появи амплітудних сплесків. Вібраційний сигнал аналізується вузько смуговим віброаналізатором, і по частотному складу спектра можна ідентифікувати виникнення і розвиток дефектів підшипника. Кожному дефекту на елементах підшипника (тіла кочення, внутрішнє і зовнішнє кільце, сепаратор), відповідають свої частоти, які залежать від кінематики підшипника і швидкості його обертання.

Переваги : Висока завадостійкість та інформативність.

Недоліки: Дороговизна реалізації.

2.1.3 Метод спектру згинаючої

Метод базується на аналізі високочастотної складової вібрації та виявленні модулюючих її низькочастотних сигналів.

Переваги : Висока завадостійкість та інформативність.

Недоліки: Дороговизна реалізації.

2.1.4 Метод ударних імпульсів

Метод ударних імпульсів зводиться до вимірювання та реєстрації механічних ударних хвиль, викликаних зіткненням двох тіл. Прискорення частинок матеріалу в точці удару викликає ударну хвилю , яка розповсюджується у з ультразвуковою частотою. Прискорення частинок матеріалу в початковій фазі удару залежить тільки від швидкості зіткнення і не залежить від співвідношення розмірів тіл. Оскільки період часу малий, то помітної деформації не відбувається. Величина фронту хвилі є мірою швидкості зіткнення (удару) двох тіл. У другій фазі удару поверхні двох тіл деформуються, енергія руху відхиляє тіло і викликає в ньому коливання.

Переваги : Висока завадостійкість та інформативність.

Недоліки: Існують конструктивні проблеми в реалізації методу.

2.1.5 Метод усереднення металоконтактів на одну кульку

В даній роботі аналізуємо ще один метод контролю підшипників, який базується на усередненні металоконтактів на одну кульку.

Реалізація методу:

При обертанні підшипника між контактними поверхнями бігових доріжок і тіл кочення існує гідродинамічна масляна плівка. Наявність на контактних поверхнях деталей підшипника дефектів у вигляді виступів

призводить до різкого зменшення товщини масляної плівки або її розриву , тобто до появи так званих металоконтактів між тілами кочення та біговою доріжкою. Результатом цього є різке зменшення електричного опору підшипника, що призводить до появи імпульсів напруги на виході формувача імпульсів, який представляє собою струмовопороговий пристрій. Імпульси напруги мають тривалість, що дорівнює тривалості різкого зменшення електричного опору масляної плівки, тобто тривалості металоконтактів, викликаних наявністю дефектів на контактних поверхнях бігових доріжок і тіл кочення підшипника. .

Сформовані імпульси напруги надходять на перший вхід часового селектора , а на його другий вхід надходять високочастотні імпульси з генератора . Часовий селектор виконує функцію логічного множення, отже, на його виході з'являються високочастотні імпульси генератора тільки при наявності на вході селектора імпульсів напруги, обумовлених металоконтактами. Високочастотні імпульси з генератора поступають на перший вхід електронного ключа, який має два стани: ключ замкнутий (включений) і ключ розімкнений (виключений). Перехід ключової схеми з одного стану в інший відбувається внаслідок надходження керуючих імпульсів напруги з блоку задання часу. Тривалість імпульсу, який відкриває електронні ключі , дорівнює заданому часу контролю підшипника . У відкритому стані електронного ключа високочастотні імпульси з виходу часового, селектора надходять на лічильник тривалості імпульсів, який, визначає сумарну кількість імпульсів n за час контролю t_k . Враховуючи те, що при контролі кожного підшипника час контролю t_k і період проходження високочастотних імпульсів $t_{ген}$ генератора величина постійна, сумарна кількість імпульсів, виміряна лічильником тривалості імпульсів, пропорційна інтегральному часу контактування

$$t_{ніч} = n * t_{ген} / t_k \quad (2.1)$$

де $t_{ніч}$ - нормований інтегральний час контактування; Так як другі входи електронних ключів електрично з'єднані між собою, то імпульсом напруження з блоку задання часу одночасно відкриваються обидва електронних ключі.

Отже, за час контролю t_k на лічильник тіл кочення надходять імпульси напруги, сформовані у безконтактному датчику при проходженні повз нього тіл кочення обертового підшипника, що обертається

Обчислення відносного сумарного часу контакту тіла кочення $T_{всчк}$ визначається у відповідності з наступним виразом:

$$T_{всчк} = t_{ніч} / N \quad (2.2)$$

N - сумарна кількість тіл кочення, що прокочуються повз безконтактний датчик при обертанні підшипника за заданий час контролю.

Нормований інтегральний час контактування $t_{ніч}$ за час контролю визначається за допомогою таймера, а сумарна кількість тіл кочення N за цей же час визначається за допомогою окремого блоку. Після обчислення їх відношення, тобто відносного сумарного часу контакту тіл кочення $T_{всчк}$ контрольованого підшипника, отримані значення порівнюють з попередньо обчисленими значеннями $T_{всчк}$ еталонного підшипника, на якому попередньо виконувалися зазначені операції, і за їх відхиленням судять про якість робочих поверхонь контрольованого підшипника.

При контролі підшипників заданий час контролю може бути будь-яким, так як параметр $T_{всчк}$ є відносним і не залежить від часу контролю. Однак процедура усереднення, використана для формування кількісної оцінки накладає обмеження на часу контролю: він повинен бути достатнім для забезпечення певної кількості метало контактів. Крім цього, сумарна тривалість металоcontactів і сумарна кількість тіл кочення, що проходять повз безконтактний датчик, вимірюється протягом одного і того ж часу, протягом якого електронні ключі відкриті.

2.2 Опис функціональної схеми роботи приладу.

Дана математична модель розроблена для аналізу вихідного сигналу під час роботи приладу для перевірки тіл та доріжок кочення підшипників.

На рисунку 2.2.1 наведена функціональна схема роботи приладу:

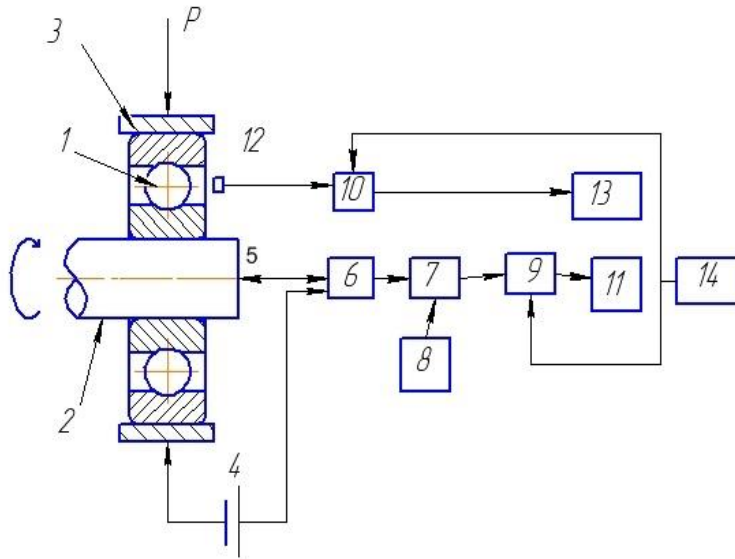


Рисунок 2.1 Функціональна схема приладу.

- 1 — об'єкт контролю;
- 2 — вал;
- 3 — корпус;
- 4 — джерело живлення.
- 5 — струмознімач.
- 6 — генератор імпульсів.
- 7 — часовий селектор
- 8 — генератор високочастотних імпульсів
- 9, 10 — електронні ключі.
- 11 — лічильник довжини імпульсів.
- 12 — безконтактний датчик.
- 13 — лічильник тіл кочення.
- 14 — блок задання часу.

2.3 Геометрична модель досліджуваного об'єкта.

Моделювання об'єкту дослідження відбувається за допомогою програми, розробленої в середовищі MatLab рис 2.2



```
Editor - D:\МатЛаб\pidshypnyk305got.m
File Edit Text Go Cell Tools Debug Desktop Window Help
1 - clear all
2 - f=[0:.011:1];
3 - R=[25,62];
4 - f1=[0:.01:1];
5 - for i=1:2
6 -     x=R(i).*sin(2*pi*f1);
7 -     y=R(i).*cos(2*pi*f1);
8 -     grid
9 -     hPlot=plot(x,y);
10 -     set(hPlot,'LineWidth',25)
11 -     hold on
12 - end
13 - rd=43.5
14 - x0t=rd*sin(2*pi*f);
15 - y0t=rd*cos(2*pi*f);
16 - grid
17 - plot(x0t,y0t,'-.');
18 - r=9.525
19 - for i=1:7:98
20 -     xr=r*sin(2*pi*f)+x0t(i);
21 -     yr=r*cos(2*pi*f)+y0t(i);
22 -     hold on
23 -     hPlot=plot(xr,yr,'k');
24 -     set(hPlot,'LineWidth',2)
25 -     plot(0,0,'o')
26 - end
27
28
```

Рис 2.2 Приклад програми

Результатом роботи програми є змаштабоване зображення підшипника(рис 2.3)

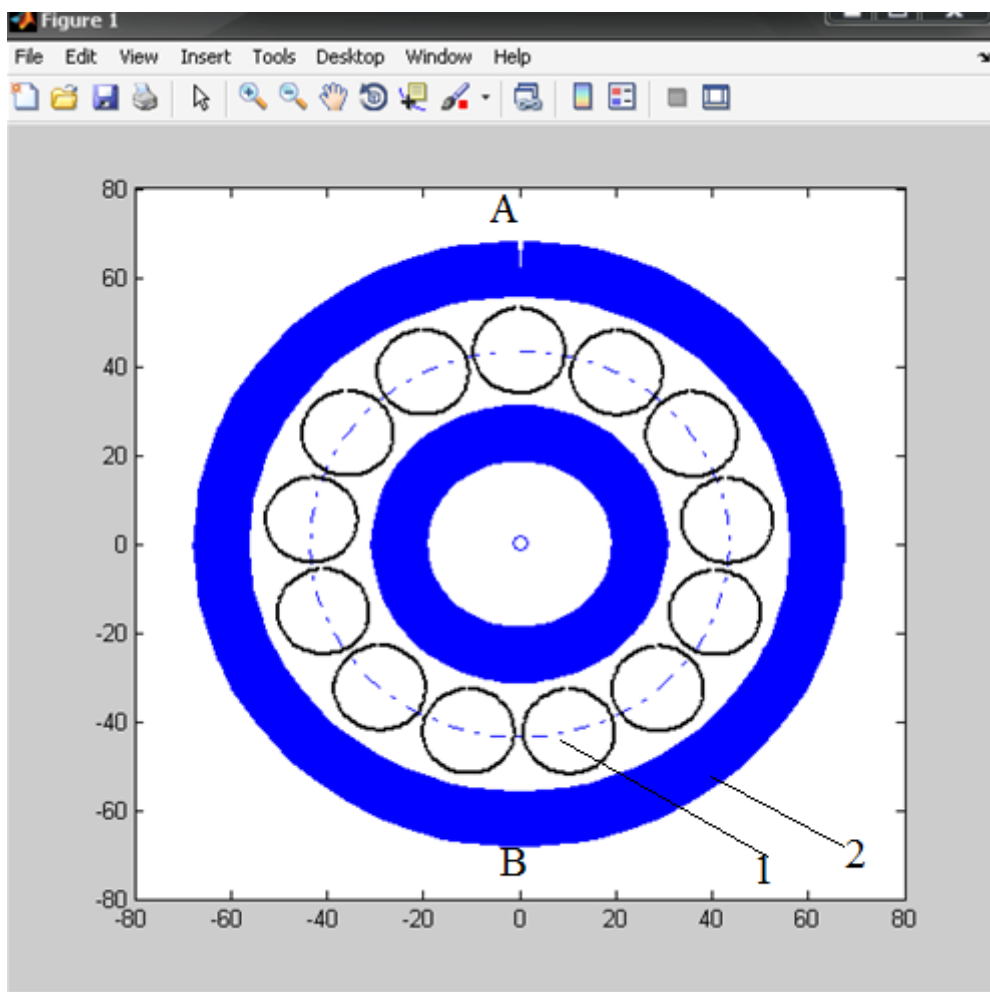


Рис 2.3 Змаштабоване зображення досліджуваного об'єкта.

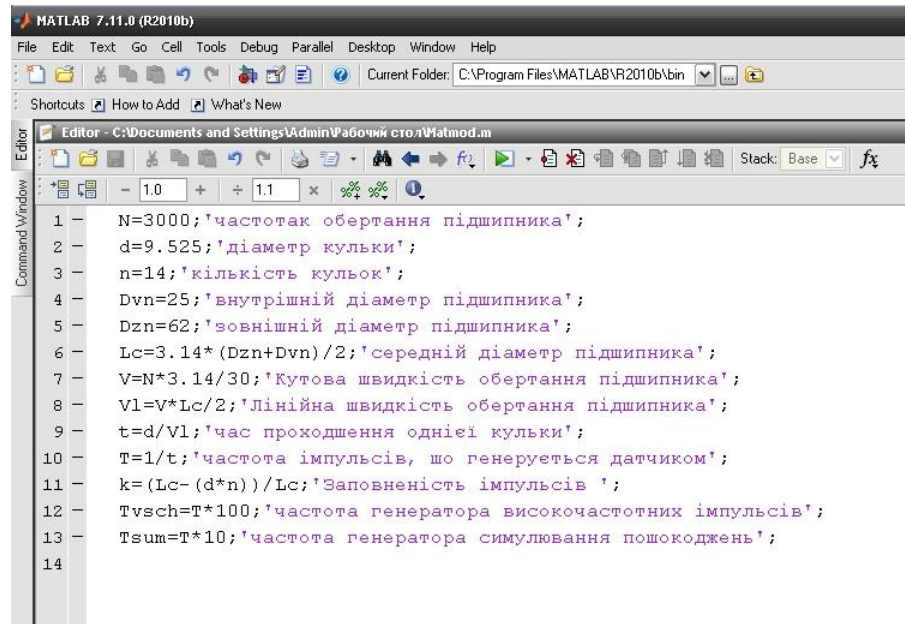
Тут кількісна оцінка якості підшипника визначається як усереднене число виступів на поверхні тіл кочення 1 і доріжок 2, протягом заданого часу. Підрахунок ведеться за кількістю металоконтактів між тілами кочення і доріжкою.

2.4 Імітаційна моделювання процесу контролю якості.

Нехай :

Для розрахунку параметрів схеми було використане середовище математичного моделювання Matlab 7.1.

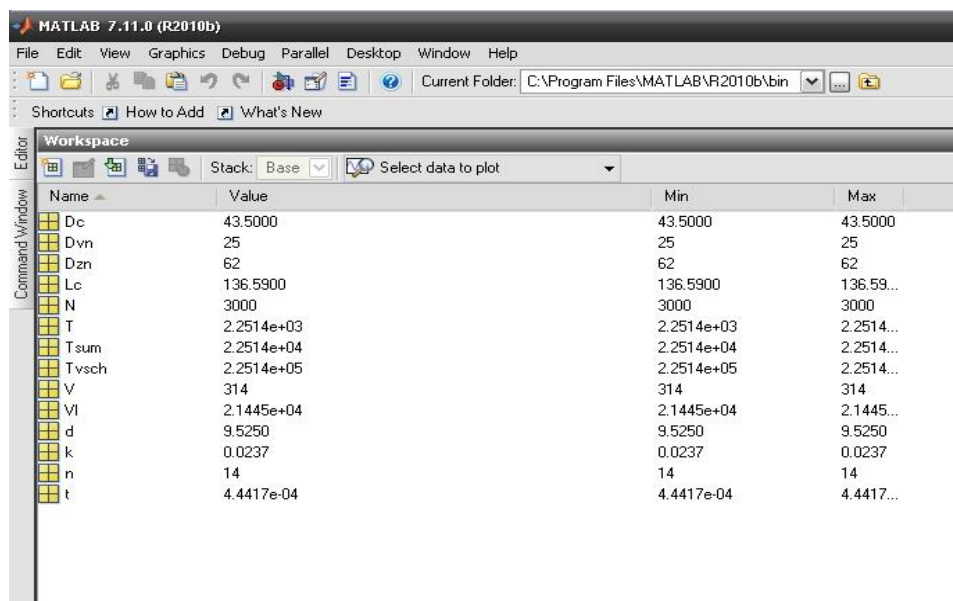
На рисунку 2.4 зображений приклад програми розрахунку параметрів схеми.



```
1 N=3000;'частота к обертавання підшипника';
2 d=9.525;'діаметр кульки';
3 n=14;'кількість кульок';
4 Dvn=25;'внутрішній діаметр підшипника';
5 Dzn=62;'зовнішній діаметр підшипника';
6 Lc=3.14*(Dzn+Dvn)/2;'середній діаметр підшипника';
7 V=N*3.14/30;'кутова швидкість обертавання підшипника';
8 Vl=V*Lc/2;'лінійна швидкість обертавання підшипника';
9 t=d/Vl;'час проходження однієї кульки';
10 T=1/t;'частота імпульсів, що генерується датчиком';
11 k=(Lc-(d*n))/Lc;'заповненість імпульсів';
12 Tvsch=T*100;'частота генератора високочастотних імпульсів';
13 Tsum=T*10;'частота генератора симулювання пошкоджень';
14
```

Рисунок 2.4 Приклад програми розрахунку параметрів схеми.

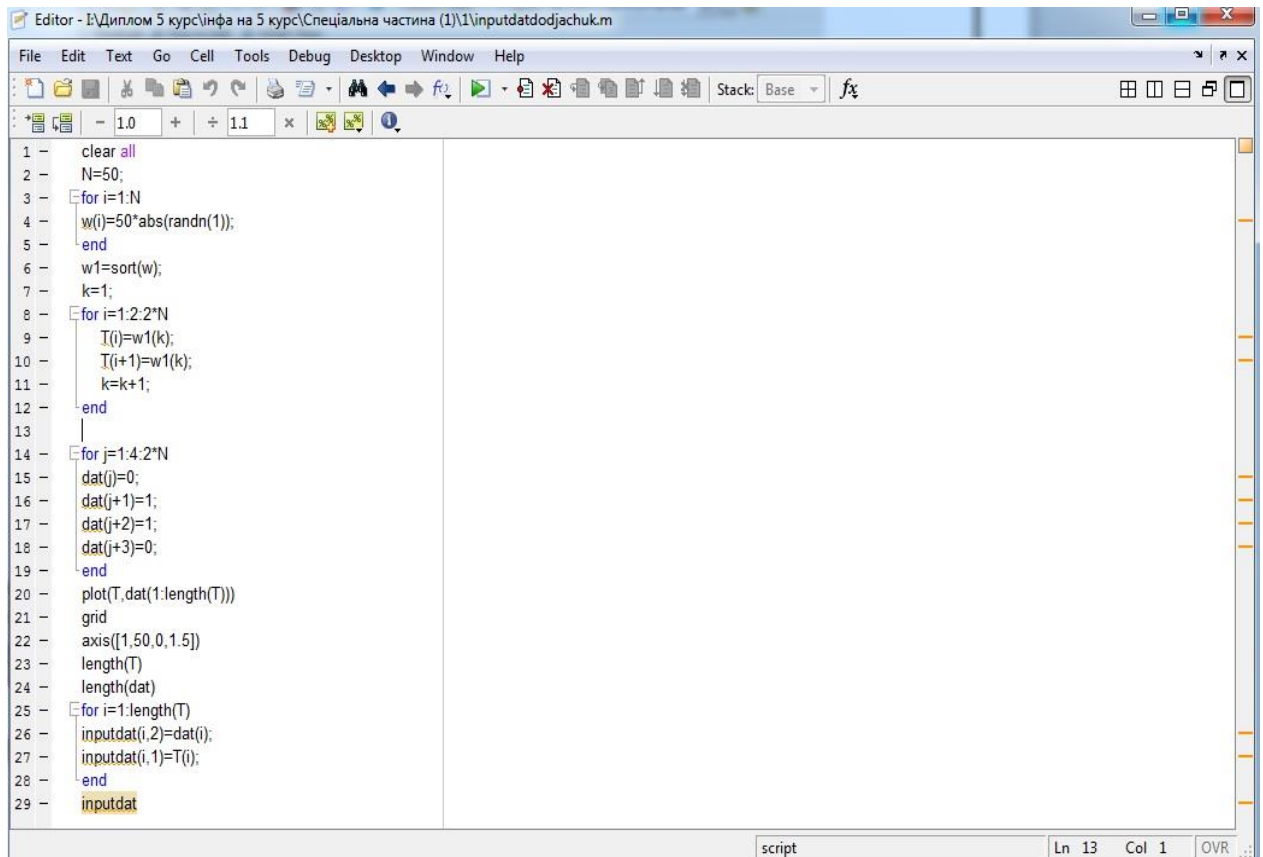
На рисунку 2.4 подано розрахункові дані моделі.



Name	Value	Min	Max
Dc	43.5000	43.5000	43.5000
Dvn	25	25	25
Dzn	62	62	62
Lc	136.5900	136.5900	136.5900
N	3000	3000	3000
T	2.2514e+03	2.2514e+03	2.2514e+03
Tsum	2.2514e+04	2.2514e+04	2.2514e+04
Tvsch	2.2514e+05	2.2514e+05	2.2514e+05
V	314	314	314
Vl	2.1445e+04	2.1445e+04	2.1445e+04
d	9.5250	9.5250	9.5250
k	0.0237	0.0237	0.0237
n	14	14	14
t	4.4417e-04	4.4417e-04	4.4417e-04

Рисунок 2.4 Розрахункові дані моделі.

Моделювання реальної ситуації відхилення розміру кульки від номінального в процесі контролю відбувається при допомозі програми, яка представляє собою генератор випадкових (за тривалістю) імпульсів одиничної амплітуди і описує блок «inputdat» для імітаційної моделі розробленої в SIMULINK.



```
1 - clear all
2 - N=50;
3 - for i=1:N
4 -     w(i)=50*abs(randn(1));
5 - end
6 - w1=sort(w);
7 - k=1;
8 - for i=1:2:2*N
9 -     T(i)=w1(k);
10 -    T(i+1)=w1(k);
11 -    k=k+1;
12 - end
13 -
14 - for j=1:4:2*N
15 -     dat(j)=0;
16 -     dat(j+1)=1;
17 -     dat(j+2)=1;
18 -     dat(j+3)=0;
19 - end
20 - plot(T,dat(1:length(T)))
21 - grid
22 - axis([1,50,0,1.5])
23 - length(T)
24 - length(dat)
25 - for i=1:length(T)
26 -     inputdat(i,2)=dat(i);
27 -     inputdat(i,1)=T(i);
28 - end
29 - inputdat
```

Рисунок 2.5 Програма для генерування випадкових імпульсів.

Отримані розрахункові параметри використовуються для задання параметрів блоків імітаційної моделі.

Процес контролю відтворимо за допомогою імітаційної моделі у програмному пакеті SIMULINK.

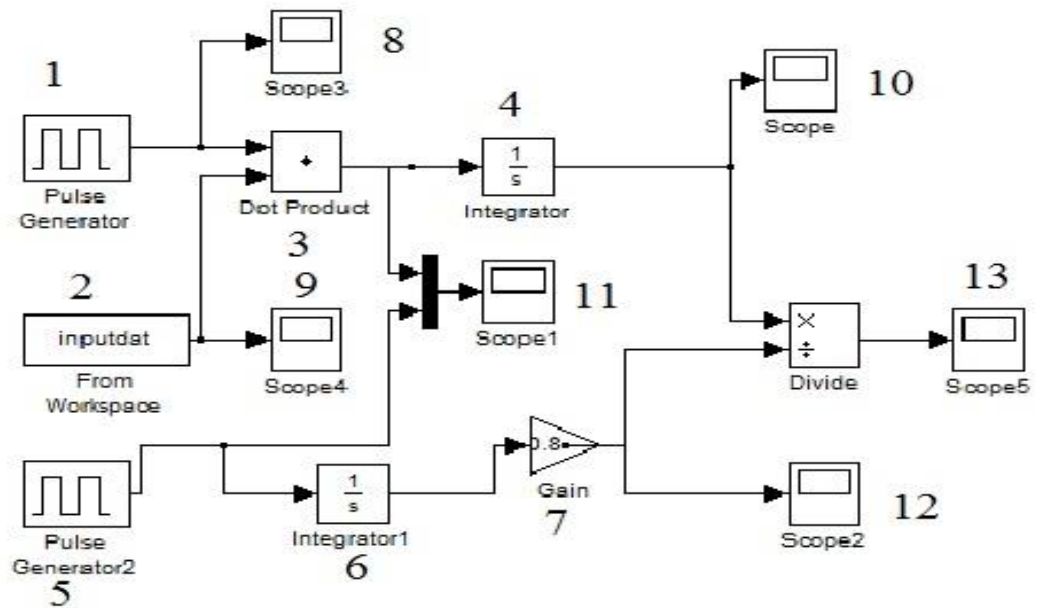


Рисунок 2.6 Імітаційна модель роботи приладу.

Сигнали генератора ВЧ імпульсів одиничної амплітуди (1) і блоку випадкових сигналів (2), отриманого при допомозі MATLAB поступають на блок перемноження (3).

Оскільки амплітуда сигналів генераторів становить 1, тоді тривалість імпульсів становить

$$T = \int U_{\text{вх}} dt = \int_0^T 1 dt = t_0^T$$

Сумарний час металоконтактів протягом певного періоду обчислюється після проходження сигналу з блоку (3) через блок інтегрування (4).

Лічильник тіл кочення імітують блоки : 5 – генератор імпульсів, 6 – інтегратор, 7 – коефіцієнт рівний тривалості проходження тіла кочення повз датчик.

Блоки 8-13 введені для відслідковування сигналу на різних етапах контролю.

Загальний принцип роботи моделі зображень на рисунку 2.7:

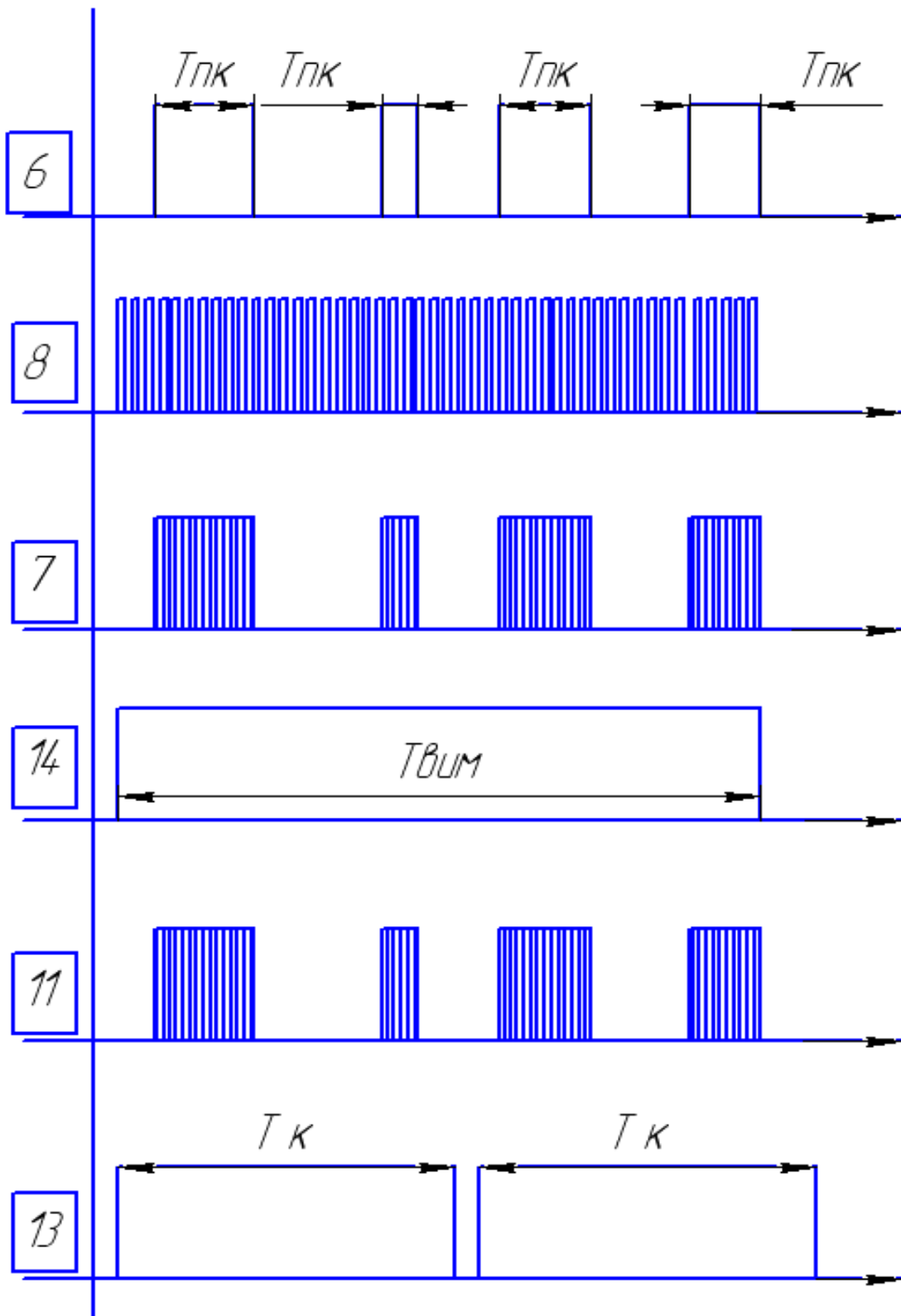


Рисунок 2.7 Загальний принцип роботи моделі

2.5 Аналіз отриманих результатів моделювання

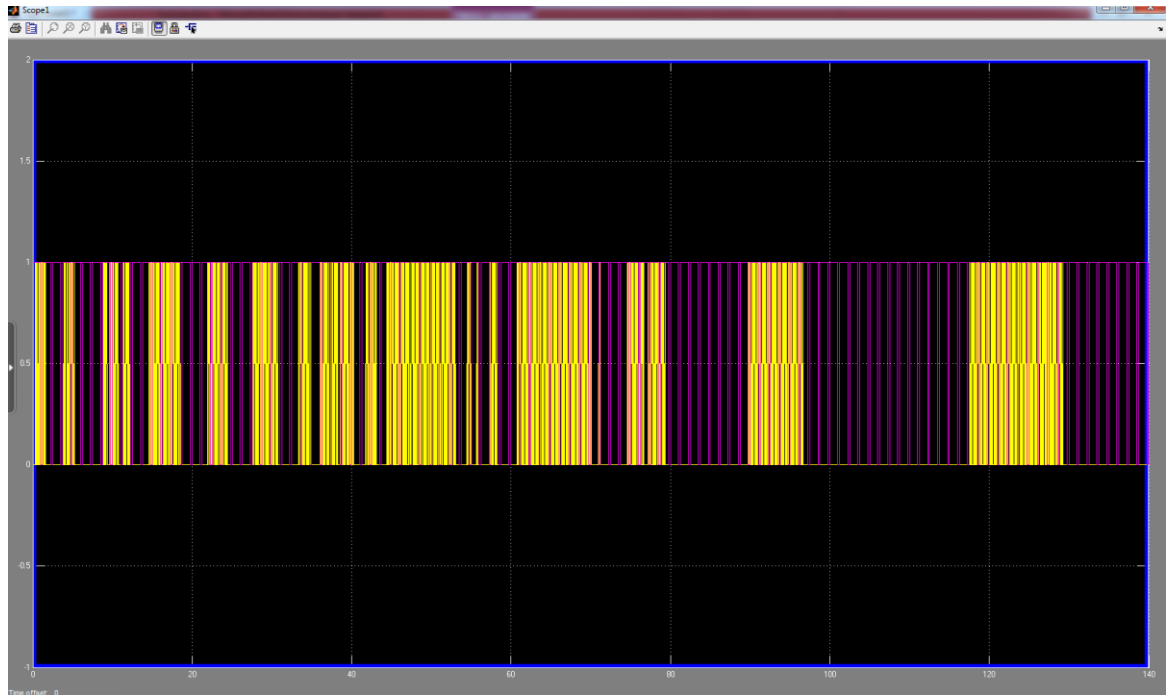


Рисунок 2.8 Графік накладання сигналу металоконтактів та лічильника тіл кочення

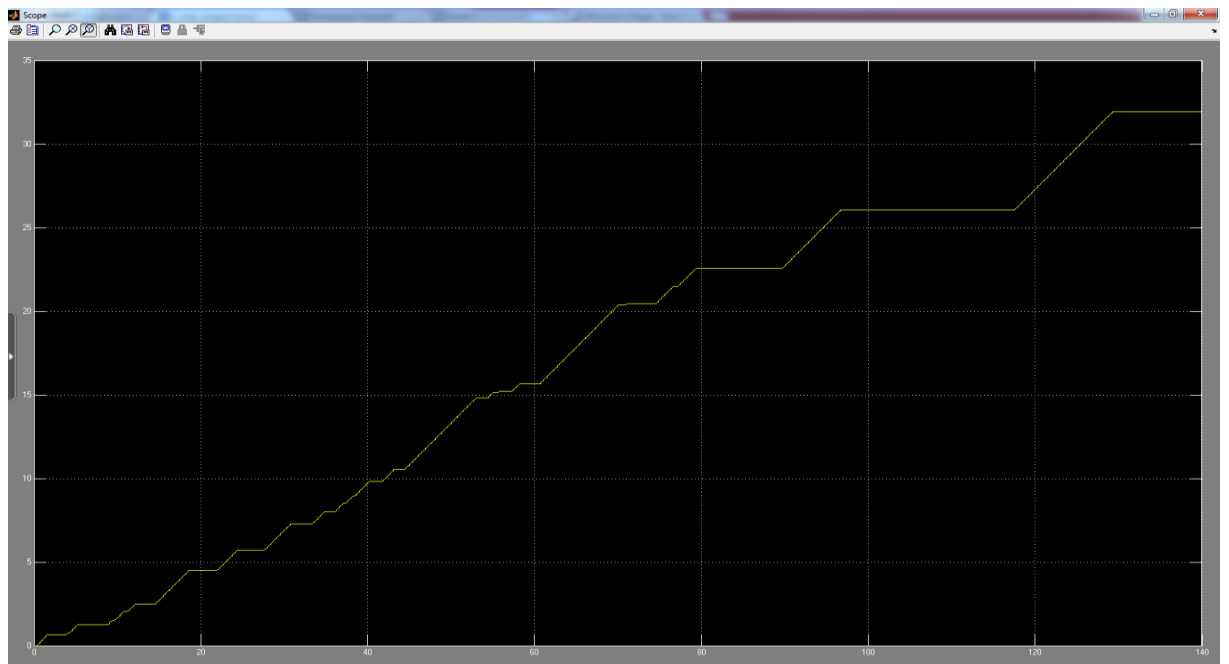


Рисунок 2.9 Сумарний час метало контактів протягом заданого часу моделювання

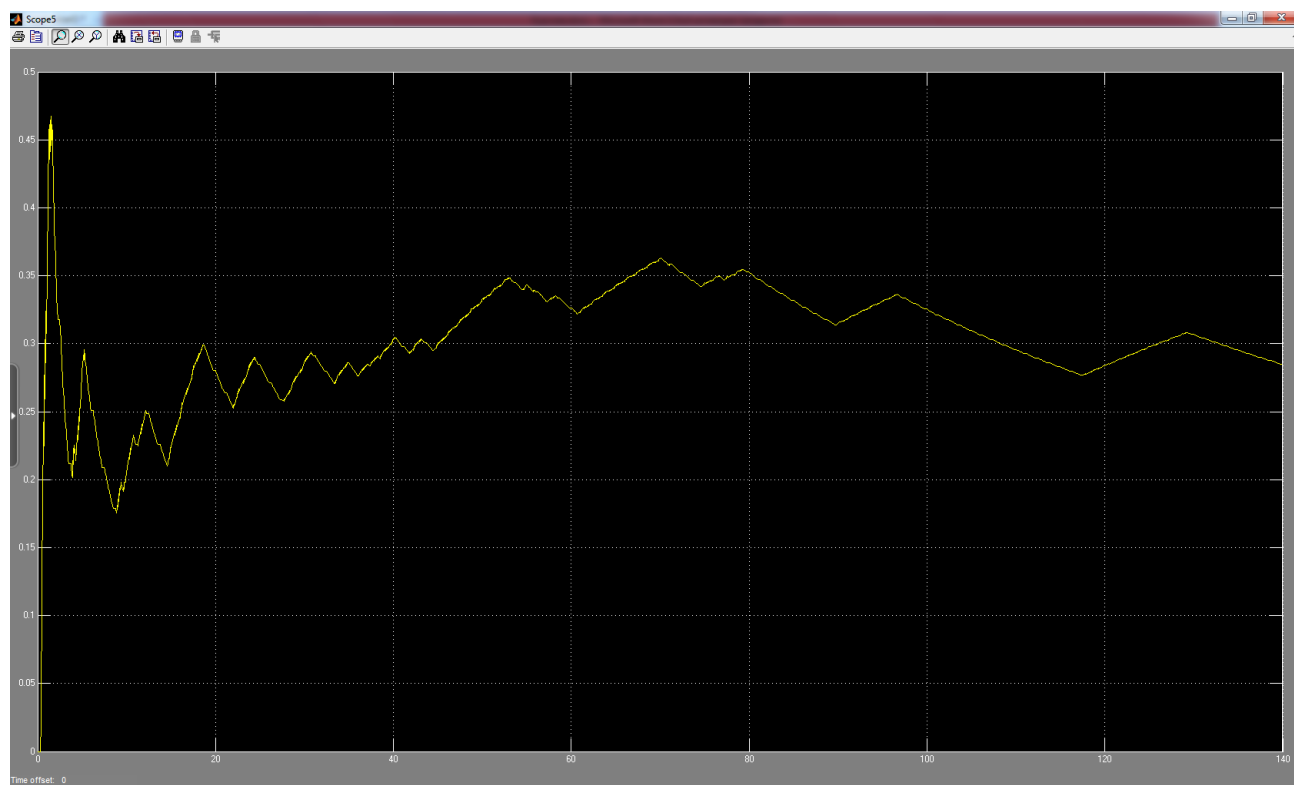


Рисунок 2.10 Усереднений час тривалості метало контакту на одну кульку в залежності від тривалості контролю

2.6 Висновки

Проаналізувавши функціонування приладу на побудованій математичній моделі можна зробити такі висновки:

Точність оцінки зростає із збільшенням відношення $\nu_r/\nu_{п}$, де ν_r – частота ВЧ-генератора (Рисунок 2.8), $\nu_{п}$ – частота обертання підшипника.

На точність оцінки також впливає тривалість процедури контролю (рисунок 2.9)

Перевагами даного методу контролю якості поверхні тіл та доріжок кочення є :

- висока інформативність методу,
- завадостійкість,
- простота,
- дешевизна.
- можливість оцінки якості деталей методами не руйнівного контролю.

Недоліками реалізованого підходу полягають у :

- Відносно великих габаритах установки
- Складності в монтажу досліджуваного об'єкта в установку
- Необхідність попереднього нормування установки (оцінки тривалості контролю для отримання об'єктивних даних).

3. Розділ електроніки , мікропроцесорної техніки та САПР

3.1. Технічне завдання

Метою є розробка вузла керування установкою для контролю якості поверхні тіл та доріжок кочення підшипників.

Зокрема потрібно розробити вузли частоти обертання внутрішньої обойми вальниці кочення на основі частотного регулювання асинхронного двигуна, прикладання навантаження на підшипник, а також отримання вимірюваних сигналів з датчика та підшипника

Виріб складається з:

1. Органів управління (навчальний стенд)
2. Програмного забезпечення
3. Комплектуючого пристрою керування ALV18
4. Пропорційного пневмоклапана
5. Пневморозподілювача
6. Установки для контролю якості поверхні тіл та доріжок кочення підшипників

Вузол керування призначений для управління асинхронним двигуном УАД-32, пневморозподілювачем та пропорційним пневмоклапаном.

Програмне забезпечення вузла керування має реалізовувати наступні режими роботи:

- Ручне задання частоти обертання валу двигуна
- Задання напрямку обертання двигуна;
- Задання розміру навантаження
- Прикладання навантаження
- Отримання сигналів з підшипника та датчика.

Частота і напрям обертання відобразатиметься на семисигментному індикаторі, а також напрям буде відобразатись з допомогою світло-діодної лінійки

3.2. Вимоги до виробу

Даний вузол керування призначений для установки контролю якості тїл та дорїжок кочення вальниць. Двигун приводиться в рух за допомогою комплектуючого пристрою Altivare 18, який у свою чергу отримує керуючі сигнали від мікроконтроллера. Пристрій керується вручну, тобто оператор задає частоту та напрям обертання двигуна.

Частота обертання має лежати в межах : 0,5 ... 50 Гц.

Крок керуючої частоти : 1Гц.

Пневмоциліндр керується пневморозподільвачем та пропорційним пневмоклапаном.

Діапазон навантажень має лежати від 100 до 3000 Н

Крок навантажень 100 Н

В даній роботі буде розроблений метод ручного керування , запропонований алгоритм роботи програми, розроблена сама програма керування, виконаний підбір елементної бази.

Програмне забезпечення повинне бути виконане виходячи з умов надійності, для уникнення збоїв та неполадок. Також основане на принципі модульованості для спрощення процесу редагування, зміни, налаштування під інші однотипні завдання.

3.3. Функціональна схема

Функціональну схему потрібно складати керуючись різними факторами які можуть бути важливими в роботі. В готовому виробі повинен бути присутній семисегментий індикатор для можливості відображення частоти та напрямку обертання двигуна момент часу. Також необхідна клавіатура для введення необхідних параметрів. Порт RS232/UART для програмування мікроконтролера. Комплектуючий пристрій Altivare 18. Об'єкт керування. А також елементи, що будуть забезпечувати коректну роботу всього вузла керування.

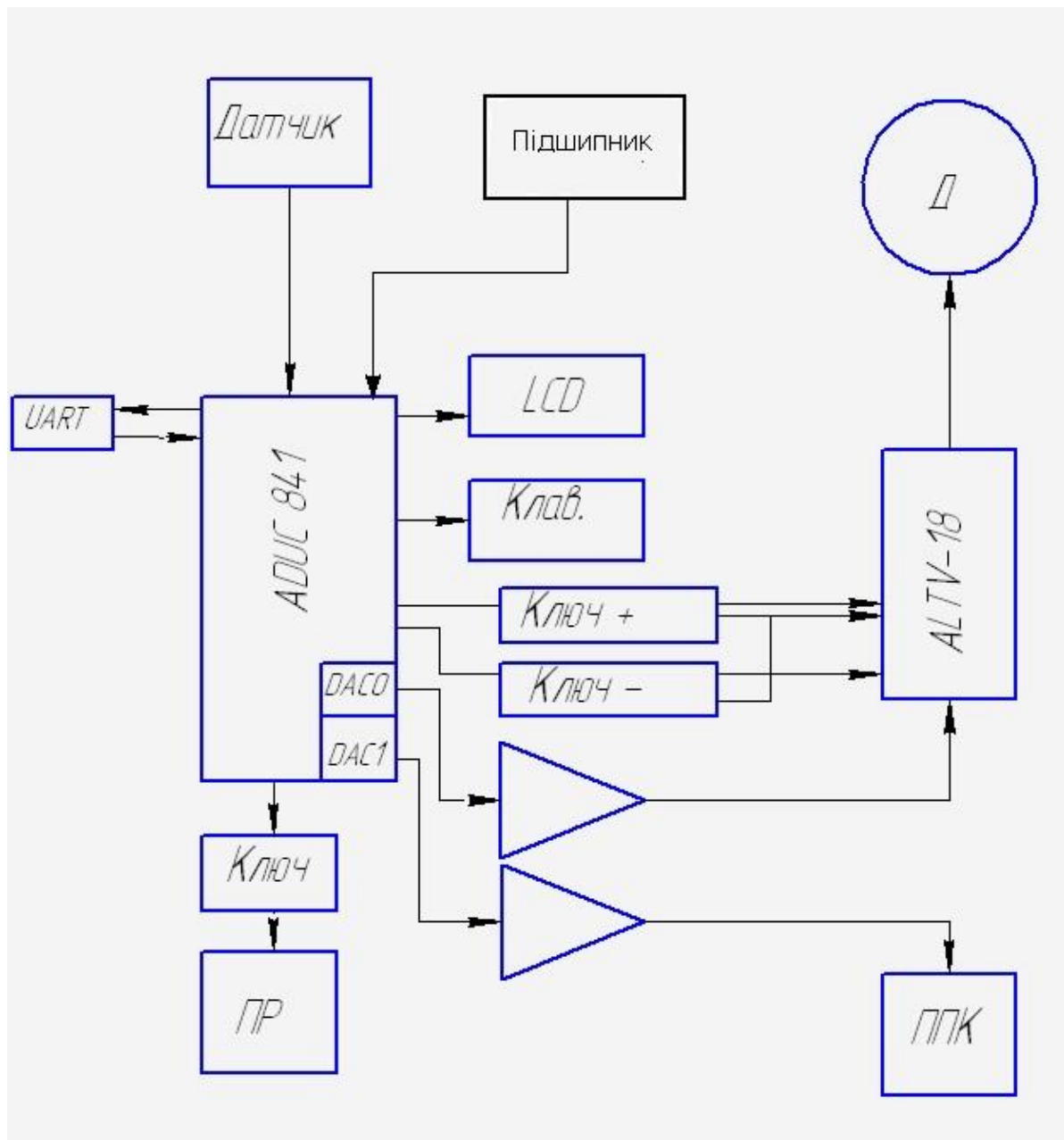


Рисунок 3.1 Функціональна схема вузла керування.

В центральній частині блоку керування розміщений мікроконтролер із вбудованим ЦАП, який виконуватиме основну обчислювальну роботу по програмі. Зліва розміщений порт RS232/UART для програмування мікроконтроллера. Окремими блоками винесені клавіатура, LCD-дисплей на якому відображається інформація у формі зрозумілій оператору. Також відображені ключі прямого і реверсивного напрямку обертання двигуна, а також ключ перемикання пневморозподільвача. Зображений сам об'єкт

керування двигун УАД-32. На функціональній схемі також присутні комплектуючий пристрій керування Altivare 18, що приймає керуючий сигнал від блоку керування і здійснює управління безпосередньо двигуном, пневмоперемикач PNEUMAX 464/1.52.01.M2, пропорційний пневмоклапан PULSTRONIC 605-1006. На схемі також знаходяться підсилювачі, що підсилюють сигнали від DAC0 та DAC1, для коректної роботи Altivare 18 та пропорційного пневмоклапана PULSTRONIC 605-1006.

3.4 Вибір елементної бази

В ролі мікроконтролера для даної курсової роботи був вибраний ADuC 841. MicroConverter® ADUC841 – повністю інтегрована 12 бітна однокристална система збору даних з високошвидкісним ядром (машинний цикл рівний тактовому циклу), являючийся розвитком систем ADuC812 і ADuC831. Як і другі пристрої сімейства MicroConverter компанії ADI, Цей пристрій має високоточний АЦП, ЦАП і перепрограмований мікроконтролер. Пристрій випускається в 52 вивідному PQFP корпусі або 56 вивідному CSP кристалі і має напругу живлення 3 В або 5 В.

Його функціональна схема має вигляд:

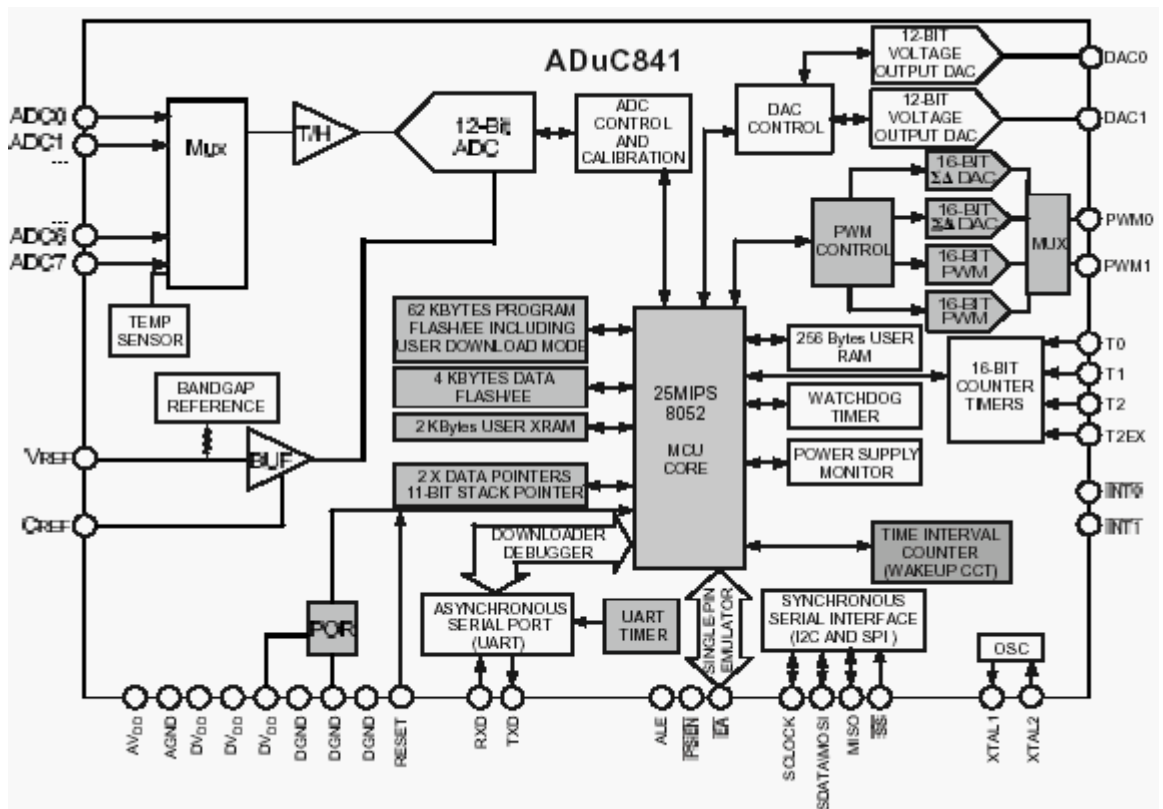


Рисунок 3.2 Функціональна схема ADuC 841.

А положення виводів :

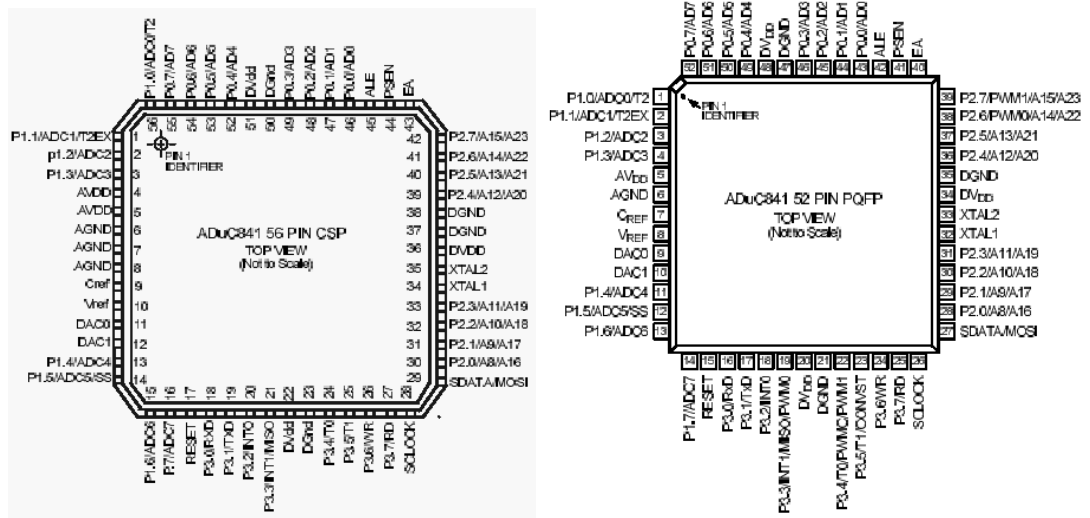


Рисунок 3.3 Положення виводів в ADuC 841.

Особливості ADuC 841:

- 8 каналний 400 kSPS 12 бітний АЦП з самокалібровкою.
- Два 12 бітних ЦАП з потенціальними виходами з динамічним діапазоном, рівним напрузі живлення.
- Два вихода ШИМ/ 16 бітного сігма- дельта ЦАП.
- Ядро стандарту 8052 з машинним циклом, рівним тактовому, і продуктивністю 25 MSPS (16 MSPS при 3 В живлення).
- 62 кБ FLASH пам'яті програми.
- 4 кБ FLASH пам'яті даних.
- 2 кБ статичного ОЗУ (в доповнення до 256 байтам ядра 8052).
- Температурний датчик.
- Прецизійний ІОН (20 ppm/ °C), послідовні інтерфейси (UART, I²C і SPI), сторожевий таймер, таймер виміру періоду, монітор напруги живлення, схема збросу по включенню живлення (POR) і т. д.
- Встроєна система загрузки, відладки і емуляції.
- Сумісність по виводам з пристроями [ADuC812](#) і [ADuC831](#).

Саме вбудований ЦАП є найвагомішою перевагою даного продукту.

Комплектуючий пристрій для широтно-імпульсної модуляції Altivar 18.



Рисунок 3.4 Загальний вигляд Altivar 18.

Технічні характеристики:

Таблиця 3.1 Умови експлуатації

Ступінь захисту	IP 31 IP 21 без заглушки на верхній кришці перетворювача
Стійкість до вібрацій	0,6 g від 10 до 50 Гц 2,0 g від 50 до 150 Гц
Максимальна ступінь забрудненості	2 степінь відповідно до МСК664. Березти від попадання пилюки, корозійних газів, води.

Продовження таблиці 3.1

Максимальна відносна вологість	93% без конденсатів і крапель води.
Температура навколишнього середовища	При зберіганні : -25 С до 65С При роботі : -10 С до +40С з заглушкою -10С до +50 без заглушки.
Максимальна робоча висота над рівнем моря	Без обмежень на висоті до 1000м. Після перевищення , зменшення робочого струму на 3% на кожні 1000м.

Таблиця 3.2 Електричні параметри

Живлення : Напруга:	1-фазне: від 200В – 15% до 240В+10% 3-фазне : від 200В-15% до 230В+10% від 380В-15% до 460 +10%
Частота:	50/60Гц ±5%
Вихідна напруга	Максимальне значення вхідної напруги
Діапазон частоти вихідної напруги	0.5....320 Гц.
Максимальний перехідний струм	150% від перехідного струму перетворювача на протязі 60 сек.


Гальмівний момент	30% від номінального гальмівного без гальмівного опору. 150% при наявності гальмівного опору
-------------------	--

Продовження таблиці 3.3

Дозвіл по частоті	Відображення : 0.1 Гц Аналогові входи : 0,1 Гц для 100Гц максимум
Частота модуляції	Настроюється 2.2 Гц до 12 кГц
Функції захисту і безпеки перетворювача	Гальванічна розв'язка силового та керуючого ланцюга Захист від короткого замикання Внутрішніх джерел Між вихідними фазами U-V-W Між вихідними фазами і землею Тепловий захист від перегрівання і струму перегрівання Захист від перенавантажень мережі та пониженої напруги мережі Захист від перенавантаження при гальмуванні
Захист двигуна	Інтегрований захист в перетворювачі з

	розрахунком I^2t .
--	----------------------

Таблиця 3.4 Призначення клем

Клема	Призначення	Тип AVT 18
L1	Силове живлення	Всі типи
L2		
L3		3-фазні
	Заземлення	Всі типи
	Не використовувати	Всі типи
PA PB	Підключення гальмівного опору	Всі типи
U V W	Підключення двигуна	Всі типи

Даний комплектуючий прилад задовільняє всі технічні вимоги і є одним з найбільш оптимальних при створенні даного вузла. Його перевагами є широкий діапазон вихідних частот. Важливо те, що є наявність варіантів як для 1-фазного так і для 3-х фазного живлення. Варто звернути увагу, на те, що даний прилад може працювати в широкому діапазоні температур. Ступінь захисту самого пристрою є на високому рівні. Також він є досить безпечним для самого оператора.

В даній роботі також використовується датчик SIEN -4



Рис 3.5 Загальний вигляд датчика

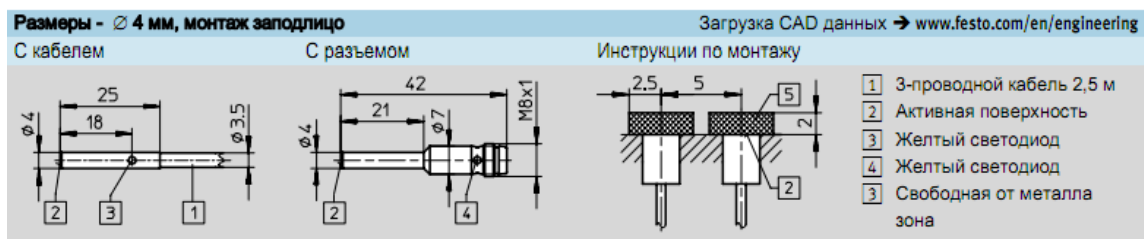


Рис 3.6 Креслення та габаритні розміри датчка

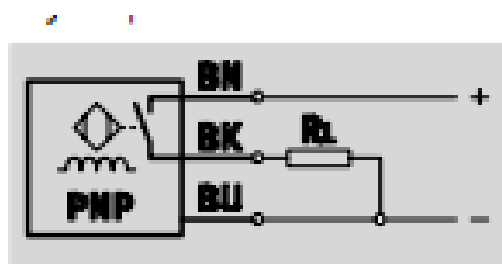


Рис 3.7 Принципова схема датчика

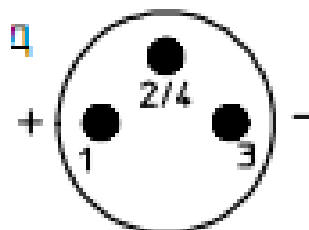


Рис 3.8 Призначення контактів на роз'ємі

Основні характеристики датчика наведені в таблицях 3.5 та 3.6

Таблиця 3.5 Конструктивні та електричні характеристики

Основные характеристики								
Размер		∅ 4	M5	∅ 6,5	M8	M12	M18	M30
Конструкция								
Тип монтажа		Заподлицо			Заподлицо или выступающий			
Номинальная дистанция переключения S_n	заподлицо [мм]	0,8	0,8	1,5	1,5	2,0	5,0	10,0
	выступающие [мм]	–	–	–	2,5	4,0	8,0	15,0
Гарантированная дистанция переключения S_d	заподлицо [мм]	0,64	0,64	1,21	1,21	1,62	4,05	8,1
	выступающие [мм]	–	–	–	2,03	3,24	6,48	12,15
Воспроизводимость точки переключения	заподлицо [мм]	±0,04	±0,04	±0,075	±0,075	±0,1	±0,15	±0,3
	выступающие [мм]	–	–	–	±0,125	±0,2	±0,2	±0,4
Тип монтажа		Зажим		Гайкой		Зажим		Гайкой
Момент затяжки [Нм]		–	2	–	5	12	25	50
Индикация готовности		–						
Индикация состояния		Желтый светодиод						
Положение монтажа		Любое						
Соответствуют		DIN EN 60947-5-2						
Электрические характеристики								
Тип переключения на выходе		PNP или NPN						
Функция переключающего элемента		Нормально замкнутый или нормально разомкнутый контакт						
Электрическое присоединение	Разъем	M8x1, 3-полюсный				M12x1, 3-полюсный		
	Кабель	3-проводной						
Длина кабеля [м]		2,5						
Диапазон рабочего напряжения [В DC]		10 ... 30			15 ... 34			
Остаточная пульсация [%]		10						
Макс. частота переключения	заподлицо [Гц]	3 000	3 000	1 500	1 500	1 200	800	350
	выступающие [Гц]	–	–	–	900	800	300	300
Макс. выходной ток	[mA]	200 при $T \leq 70^\circ \text{C}$			150 при $T \leq 85^\circ \text{C}$			
	[mA]	–			200 при $T \leq 50^\circ \text{C}$			
Падение напряжения [В]		≤2,0			≤3,2			
Холостой ток [mA]		10			30			
Защита от короткого замыкания		Да, пульсирующая						
Защита от смены полярности		Для всех присоединений						
Класс защиты по EN 60 529		IP67						
CE символ		89/336/EEC (EMC)						

Таблиця 3.6 Додаткові характеристики

Факторы снижения номинальной дистанции переключения S_n (относительно тестовой пластины)							
Размер	∅ 4	M5	∅ 6,5	M8	M12	M18	M30
Монтаж заподлицо							
Сталь St 37	1,0						
Нерж. сталь St 18/8	0,7	0,7	0,78	0,78	0,7	0,7	0,7
Латунь	0,4	0,4	0,45	0,45	12	0,4	0,4
Алюминий	0,4	0,4	0,38	0,38	0,4	0,4	0,4
Медь	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Монтаж выступающий							
Сталь St 37	–	–	–	1,0			
Нерж. сталь St 18/8	–	–	–	0,7	0,8	0,7	0,7
Латунь	–	–	–	0,4	0,5	0,4	0,4
Алюминий	–	–	–	0,4	0,5	0,4	0,4
Медь	–	–	–	0,3	0,4	0,3	0,3

Материалы							
Размер	∅ 4	M5	∅ 6,5	M8	M12	M18	M30
Корпус	Легированная сталь				Никелированная латунь		
Оплетка кабеля	Полиуретан						
Примечания по материалам	Не содержат меди, тефлона и кремния						

Условия рабочей и окружающей среды							
Размер	∅ 4	M5	∅ 6,5	M8	M12	M18	M30
Окружающая температура [°C]	–25 ... +70		–25 ... +85				

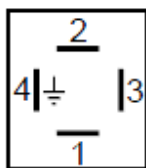
Вес [г]							
Размер	∅ 4	M5	∅ 6,5	M8	M12	M18	M30
Со штекером [г]	9	9	20	20	30	40	100
С кабелем [г]	48	48	60	60	80	120	170

Для задання навантаження яке буде прикладатись на підшипник був використаний пропорційний пневмоклапан Pulstronic 605-1006



Рис. 3.9 Зовнішній вигляд Pulstronic 605-1006

Призначення контактів на роз'ємі



- 1 - + 24V (POWER)
- 2 - GND (POWER)
- 3 - Setpoint (0 - 10 V / 0 - 20 mA / 4 - 20 mA)
- 4 - Option: Feedback output or pressure switch
(4 pin is not a connection to protection earth)

Загальні характеристики

FLUID	: air or neutral gases, filtered at 50 µm, lubricated or not
CONNECTION	: instant fittings for flexible hose O.D. 4 mm G 1/8, G 1/4, G 1/2
OPERATING PRESSURE	: see "pressure range"
TEMPERATURE - FLUID	: 0 °C to 60 °C
- AMBIENT	: 0 °C to 50 °C
ANALOG SETPOINT	: 0 - 10 V, 0 - 20 mA, 4 - 20 mA
SECURITY FUNCTION	: pressure hold at power supply shut-off , without control
HYSTERESIS	: < 1 % of maximum output pressure (PMR)
REPEATABILITY	: 0.5 % of maximum output pressure (PMR)

Електричні характеристики

Voltage (residual ripple: max.10 %)	Max. consumption (W)	Max. current (mA)	Insulation class	Protection degree	Electrical connection
24 V= +/-10%	3.6	150	F	IP 65	Spade plug size 15 connector, DIN 43650, 9,4 mm, industry standard B, rotatable by 90° (delivered with solenoid valve)

Керування пневмоциліндром здійснюється за допомогою пневморозподільвача PNEUMAX 464/1.52.01.M2

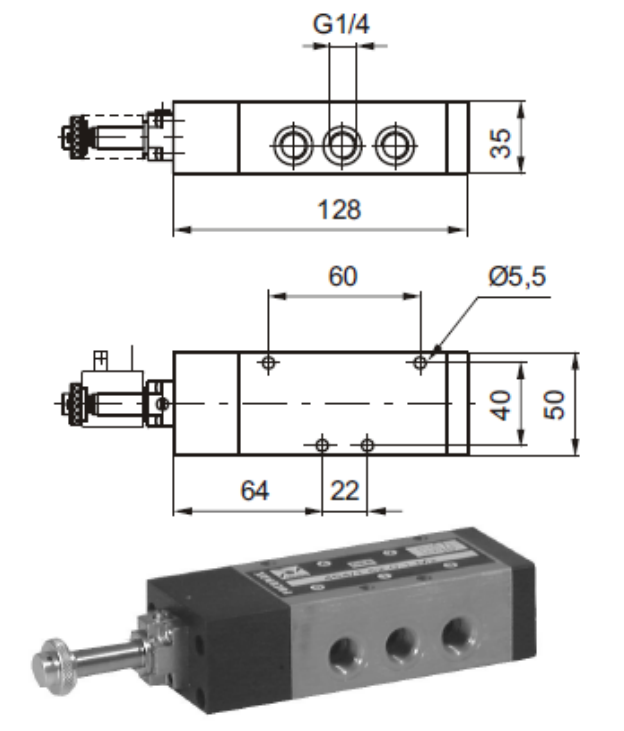


Рисунок 3.10 Загальний вигляд та габаритні розміри PNEUMAX 464/1.52.01.M2

Таблица 3.7 Технічні характеристики

Технические характеристики		
Пневматическая часть	Рабочее давление	0 - 10 бар
	Условный проход	1,3мм (0,9 мм для M2/9; 2,5 мм для M2/V)
	Макс. температура энергоносителя	+50°C
	Макс. температура окружающей среды	+50°C
	Макс. расход при 6 барах и $\Delta p = 1$ бар	53 нл/мин (20 нл/мин для M2/9 с катушкой MB9)
	Количество циклов в минуту	700
	Рабочая среда	Воздух - Инертные газы (вакуум для M2/V)
	Распыление масла в энергоносителе	не требуется
	Гарантированная наработка до отказа	45...50 миллионов циклов
	Электрическая часть	Мощность при пуске - пост. ток
Мощность при пуске - перемен. ток		9 ВА
Мощность при удержании - пост. ток		5 Вт (2 Вт с катушкой MB9 и клапаном M2/9)
Мощность при удержании - перемен. Ток		6 ВА
Рабочий допуск по напряжению		$\pm 10\%$
Время срабатывания при открытии		40 мс
Время срабатывания при закрытии		21 мс
Класс изоляция медного провода		H
Класс изоляция соленоида		F
Степень защита электроразъема		IP 65
Тип кабельного ввода в разъеме	PG 9	

3.5.Розрахунок номіналів елементів.

Розрахунок номіналів резисторів для забезпечення коефіцієнту підсилення підсилювача LM2904М.

Схема включення LM2904М зображена на рис 3.11

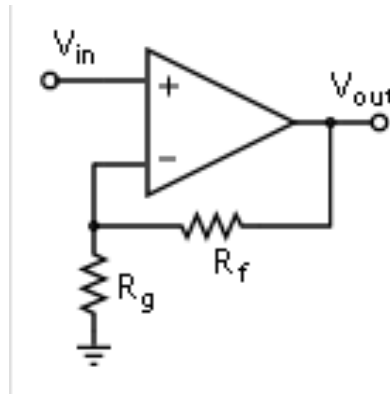


Рис. 3.11 Схема включення LM2904М

Діапазон вихідної напруги:

$$V_{out} = 0 \dots 10 \text{ V.}$$

Діапазон вхідної напруги :

$$V_{in} = 0 \dots 1 \text{ V}$$

Коефіцієнт підсилення:

$$K = V_{out} / V_{in}$$

$$K = 10 / 1 = 10$$

$$K = (1 + R_f / R_g)$$

Розраховуємо номінали резисторів

$$R_f/R_g=9/1$$

З ряду E192 підбираєм резистори

$$R_f=9,88 \text{ кОм}, R_g=1.1 \text{ кОм}$$

Дійсний коефіцієнт підсилення

$$K=(1+9,88/1,1)=9,98$$

3.6. Принципова схема.

Для успішної роботи даного вузла керування було розроблено принципову схему блоку керування.

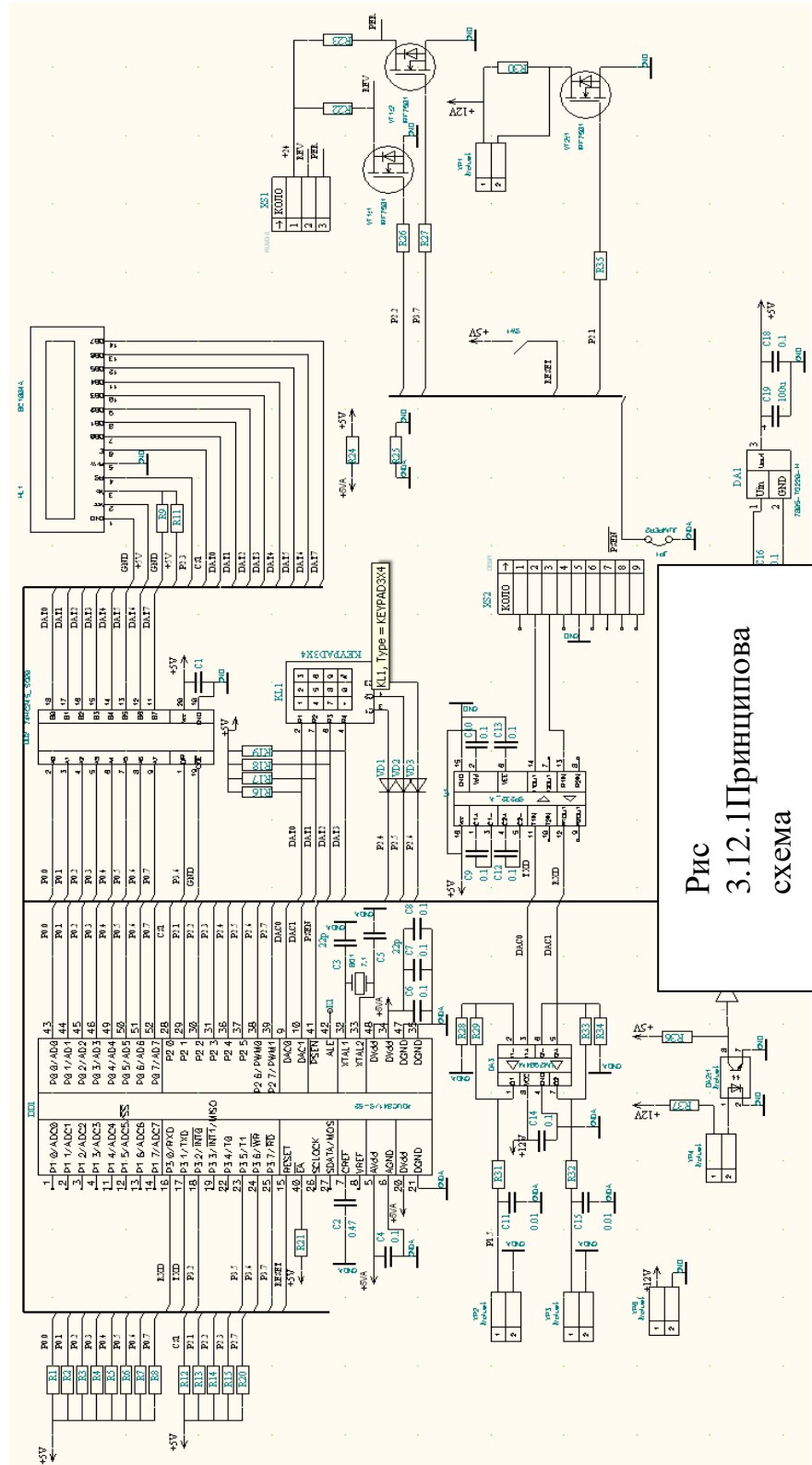


Рис 3.12.1 Принципова схема

3.7 Моделювання роботи оптопари MOC217

На рис 3.13 зображена схема моделювання роботи оптопары MOC217/

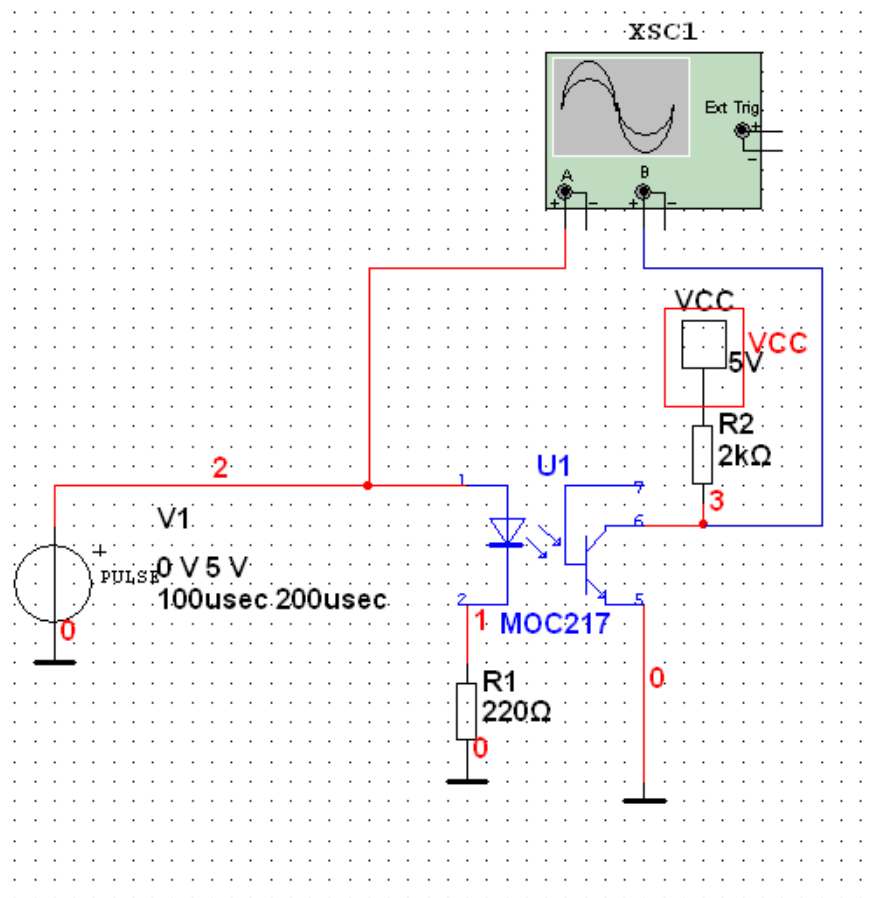


Рис 3.13 Схема моделювання оптопары MOC217

Моделювання проводиться в середовищі Multisim.

Вхідний сигнал:

Форма – прямокутний

Амплітуда – 5В;

Вихідний сигнал знімається на виході оптопари осцилографом.
Результат відображений на рис. 3.14

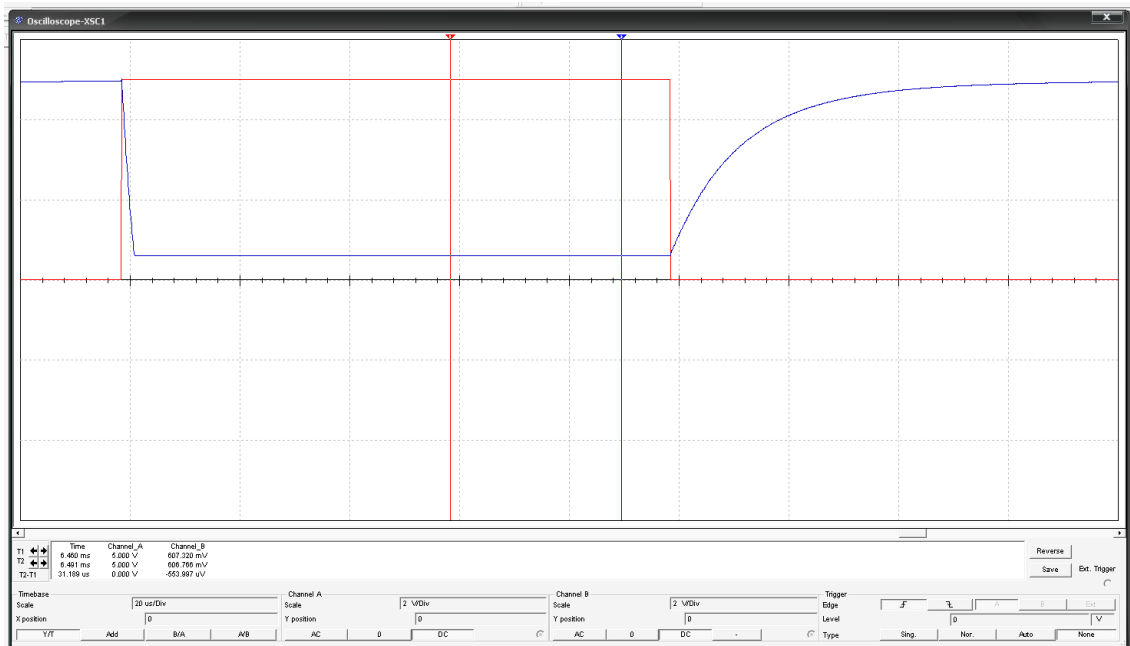


Рис.3.14 Графіки отримані з осцилографа. Червоний сигнал імпульси генератора. Синій реакція оптопари.

Час переходу із вимкненого стану у вімкнений становить 30 мікрсекунд

Час переходу із вімкненого стану в вимкнений становить 2 мікрсекунди.

4. Обґрунтування економічної ефективності

4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР

Економічне обґрунтування дипломної роботи магістра є суттю даного розділу, оскільки, дозволяє встановити доцільність проведення науково-дослідних робіт і економічно обґрунтувати доцільність застосування тих чи інших засобів.

Метою дипломної роботи магістра є дослідження інформаційно-вимірювальної системи приладу для контроль тіл кочення та доріжок кочення підшипників.

Як відомо, розробка надійної і ефективної інформаційної системи вимагає значних затрат часу. Слід зауважити, що затрати часу залежать від кваліфікації розробника і його можливостей. Розробник повинен у достатній мірі володіти навиками програмування, вміти адекватно застосовувати математичний апарат, бути добре обізнаним з об'єктом дослідження.

Розробку даної інформаційної системи можна поділити на такі етапи:

- 1) постановка задачі;
- 2) збір потрібної інформації і наступне її опрацювання;
- 3) прийняття рішень щодо вибору оптимального шляху розв'язання поставленої задачі;
- 4) аналіз математичної моделі інформаційної системи;
- 5) розробка алгоритму програми інформаційної системи;
- 6) налаштування середовища розробки і роботи вже готової програми;
- 7) написання програми;
- 8) написання і оформлення документації (електронної і паперової).

Для оцінки тривалості виконання окремих робіт використовують нормативи часу або попередній досвід. До таких нормативів відносять тривалість написання

операцій (команд), які в деяких підприємствах становлять: для одної операції - 0,5-1,6 год та 8 годин для п'яти операцій (тривалість зміни).

У разі їх відсутності звертаються до експертних оцінок по встановленню тривалості кожного етапу (стадії):

при трьох оцінках:

$$T_{ec} = (t_{min} + 4t_{н.і.} + t_{max}) / 6,$$

при двох оцінках:

$$T_{ec} = (3t_{min} + 2t_{max}) / 5,$$

де T_{ec} - очікуване (середнє) значення тривалості виконання етапу (стадії); t_{min} , $t_{н.і.}$, t_{max} - відповідно мінімальна, найбільш імовірна і максимальна оцінки тривалості виконання етапу (стадії).

Для визначення загальної тривалості проведення НДР (розробки програмного продукту) доцільно дані витрат часу на виконання окремих стадій (етапів) звести у таблицю 4.1.

Витрати часу наукового керівника на виконання окремих стадій (етапів) при недостатній кількості інформації доцільно приймати в межах 5% сумарних витрат часу інженерів на виконання цих стадій (етапів).

Таблиця 4.1 Основні етапи і час їх виконання у НДР

№ з/п	Етап	Середній час виконання етапу, год	
		інженер	керівник
1	постановка задачі	5	10
2	збір потрібної інформації і наступне	10	5

	її опрацювання		
--	----------------	--	--

Продовж. табл. 4.1

№ з/п	Етап	Середній час виконання етапу, год	
		інженер	керівник
3	прийняття рішень щодо вибору оптимального шляху розв'язання поставленої задачі	7	4
4	аналіз математичної моделі інформаційної системи	15	10
5	розробка алгоритму програми інформаційної системи	15	5
6	налаштування середовища розробки і роботи вже готової програми	3	1
7	написання програми	80	5
8	написання і оформлення документації (електронної і паперової)	30	10
разом		165	50

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Відповідно до Закону України “Про оплату праці” заробітна плата – це “винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу”.

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та господарської

діяльності підприємства. Заробітна плата складається з основної та додаткової оплати праці.

Основна заробітна плата нараховується на виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами і не залежить від результатів господарської діяльності підприємства.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов'язані з виплатами за фактично відпрацьований час. Нараховують додаткову заробітну плату залежно від досягнутих і запланованих показників, умов виробництва, кваліфікації виконавців. Джерелом додаткової оплати праці є фонд матеріального стимулювання, який створюється за рахунок прибутку.

Основна з/п складається із прямої з/п і доплати, яка при укрупнених розрахунках становить 25% - 35% від прямої з/п. При розрахунку з/п кількість робочих днів в місяці слід приймати – 25,4 дні/міс., що відповідає 203,2 год./міс. Розмір місячних окладів керівника та інженерів слід приймати згідно існуючих на даний час норм. Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн} = T_c \times K_z, \quad (4.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_z - кількість відпрацьованих годин.

Посадові оклади (тарифні ставки) за розрядами Єдиної тарифної сітки визначаються шляхом множення окладу (ставки) працівника 1 тарифного розряду на відповідний тарифний коефіцієнт. У разі коли посадовий оклад (тарифна ставка) визначені у гривнях з копійками, цифри до 0,5 відкидаються, від 0,5 і вище - заокруглюються до однієї гривні. У 2019 році посадові оклади (тарифні ставки) розраховуються згідно з Законом України "Про Державний бюджет України на 2019 рік".

Мінімальна зарплата в 2019 р. 4173 гривень, в погодинному розмірі 28,31 гривень, прийємо 60 грн. для інженера, для керівника — 80 грн.

Тарифні ставки: керівник проекту – 80 грн./год., інженер – 60,0 грн./год.

Основна заробітна плата становитиме:

$$Z_{осн} = T_{осн} \times K_{год}$$

Керівник проекту

$$Z_{осн} = 80 \times 50 = 4000 \text{ грн.}$$

Інженер

$$Z_{осн} = 60 \times 165 = 9900 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати:

$$Z_{дод} = Z_{осн} \times K_{додл}, \quad (4.2)$$

Керівник проекту

$$Z_{дод} = 4000 \times 0.1 = 400 \text{ грн.}$$

Інженер

$$Z_{дод} = 9900 \times 0.1 = 990 \text{ грн. ,}$$

де $K_{додл}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам 0,1.

Звідси загальні витрати на оплату праці ($V_{оп.}$) визначаються за формулою, і становлять:

$$V_{оп} = Z_{осн} + Z_{дод}, \quad (4.3)$$

Керівник проекту:

$$B_{ОП}=4000+400=4400 \text{ грн.}$$

Інженер :

$$B_{ОП}=9900+990=10890 \text{ грн. .}$$

Таким чином загальна сума становить 15290 грн. Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи:

- фонд страхування від безробіття – 2,1%;
- пенсійний фонд - 32%;
- фонд соціального страхування - 2,9%;
- фонд соціального страхування від нещасних випадків і професійних захворювань — 1%.

У сумі зазначені відрахування становлять 38 %. Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{с.з.} = ФОП \times 0,375,$$

$$B_{с.з.} = 15290 \times 0,38 = 5810 \text{ грн.},$$

де *ФОП* – фонд оплати праці, грн.

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у наступну табл. 4.2.

Таблиця 4.2 Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№	Категорія	Основна заробітна плата, грн.	Додат-	Нарах.	Всього
---	-----------	-------------------------------	--------	--------	--------

п/п	працівників	Тарифна ставка, грн.	К-сть відпрацьов. год.	Фактично нарахов. з/пл., грн.	чиста заробітна плата, грн.	на ФОП, грн.	витрати на оплату праці, грн. 6=3+4+5
1	2	3	4	5	6	7	8
А	Б	1	2	3	4	5	6
1.	Керівник проекту	80	50	4000	400	1672	6072
2.	Інженер	60	165	9900	990	4138	15028
Разом				13900	1390	5810	21100

4.3 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1-ці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \times T \times S, \quad (4.4)$$

де W – необхідна потужність, кВт;

T – кількість годин роботи обладнання;

S – вартість кіловат-години електроенергії.

Згідно з постановою НКРЕ України від 01.10.2019 р. вартість для побутових користувачів електроенергії становить 180,217 коп./кВт.год.

Потужність комп'ютера – 300 Вт з підключеним маршрутизатором, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 4.1 – 215 годин.

$$Z_e = 0,3 \times 215 \times 1,8217 = 117,49 \text{ грн.}$$

4.4 Розрахунок витрат на матеріали

Результати розрахунку затрат на матеріали зводяться в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 Визначення величини затрат на матеріали

Найменування матеріальних ресурсів	Одиниця виміру	Норма витрат	Ціна за одиницю грн	Затрати матеріалів грн	Транспортозаготівельні витрати, грн	Загальна сума витрат на матеріали, грн
Папір А4-80	Пачка	1	100	100	-	100
Ватман	Штук	8	17	119	-	119
Коректор	Штук	1	20	20	-	20
Картки інтернет Київстару	Штук	1	200	200	-	200
Разом						439

4.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 % (квартальна – 15 %).

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100}, \quad (4.5)$$

де A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн..

B_B – балансова вартість комп'ютера, на початок звітного періоду, грн..

H_A – норма амортизації, %.

$$A = \frac{20000 * 15\%}{100\%} = 3000$$

4.6 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління підприємства (фірми) та створення необхідних умов праці.

Накладні витрати можуть становити 20% від суми основної та додаткової заробітної плати працівників:

$$H_B = B_{O.II} * 0.2, \quad (4.6)$$

$$H_B = 15290 * 0,2 = 3058 \text{ грн.}$$

4.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Результати проведених вище розрахунків зведемо у табл. 4.4. Собівартість (C_B) НДР розрахуємо за формулою:

$$C_B = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.e.} + Z_e + T_B + A + H_B, \quad (4.7)$$

$$C_B = 15290 + 5810 + 117,49 + 439 + 3000 + 3058 = 27714,49 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.4 Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної
--------------	------------	------------------

		суми
1	2	3
Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату)	15290	55,17
Відрахування а соціальні заходи	5810	20,96
Матеріальні витрати	439	1,58
Витрати на електроенергію	117,49	0,43
Амортизаційні відрахування	3000	10,82
Накладні витрати	3058	11,04
Собівартість	27714,49	100

Ціну НДР можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{C_B \cdot (1 + P_{рен}) + K \cdot B_{н.і.}}{K} \cdot (1 + ПДВ), \quad (4.8)$$

де $P_{рен.}$ – рівень рентабельності, 30 %;

K – кількість замовлень, од. (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем);

$B_{н.і.}$ – вартість носія інформації, грн. (встановлюється лише при розробці програмного продукту);

$ПДВ$ – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Оскільки розробка є прикладною, і використовуватиметься тільки для одного підприємства, то для розрахунку ціни не потрібно вказувати коефіцієнти K та V_i , оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

$$C = C_B \cdot (1 + P_{pen}) \cdot (1 + ПДВ) \quad (4.9)$$

Звідси ціна на проект складе:

$$C = 27714,49 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 43234,60 \text{ грн.}$$

Визначимо величину прибутку за формулою:

$$П = C - C_B, \quad (4.10)$$

Згідно даної формули отримаємо 15520,11 грн.

4.8 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Економічна ефективність (E_p) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = П / C_B, \quad (4.11)$$

де Π – прибуток;

C_B – собівартість.

$$E_p = 15520,11 / 27714,49 = 0,56.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \quad (4.12)$$

$$T_p = 1 / 0,56 = 1,79 \text{ р.}$$

Про доцільність розробки програми можна сказати при врахуванні наступних критеріїв:

Таблиця 4.5 Техніко-економічні показники НДР

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	27714,49
2.	Плановий прибуток, грн.	15520,11
3.	Ціна, грн.	43234,60
4.	Економічна ефективність	0,56
5.	Термін окупності, рік	1,79 року

У результаті проведення розрахунків можна зробити висновок: розробка матиме оптимальну економічну ефективність 0,56 і термін окупності становитиме майже два роки (1,79 року). Варто зазначити, що дані розрахунки носять номінальний характер і основна їх мета оцінити приблизну вартість дослідження

та створення даного продукту. Номінальний характер розрахунків зумовлений тим, що даний програмний продукт має дослідницьке призначення.

Раздел 1.01

5. Охорона праці та

безпека в надзвичайних ситуаціях

Раздел 1.02

5.1 Охорона праці

(а) 5.1.1 Організація ведення робіт в аварійних умовах

Унаслідок надзвичайних ситуацій у населених пунктах країни і на підприємствах можуть виникнути руйнування, зараження місцевості радіоактивними та хімічними речовинами. Люди можуть опинитися у завалах, пошкоджених та палаючих будинках, інших непередбачуваних ситуаціях. У зв'язку з цими обставинами буде потрібне проведення заходів із рятування людей, надання їм допомоги, локалізації аварій та усунення пошкоджень. При вирішенні цих проблем виходять з того, що в осередках ураження і районах лиха будуть проводитися не тільки суто рятувальні роботи, а й деякі невідкладні, що не пов'язані з рятуванням людей. Рятувальні та інші невідкладні роботи (РіНР) проводяться з метою порятунку людей та надання допомоги ураженим, локалізації аварій та усунення пошкоджень, створення умов для наступного проведення відновлювальних робіт. При проведенні РіНР великого значення має дотримання певних умов. Такими умовами є: своєчасне створення угруповань, сил, що залучаються для проведення РіНР, своєчасне ведення розвідки, швидкий рух і введення сил у осередок ураження, безперервне проведення РіНР до їх повного завершення, тверде й оперативне управління силами, що залучаються до проведення РіНР, і всебічне забезпечення їх діяльності.

Заходи, що

відносяться до рятувальних робіт:

- розвідка маршрутів, за якими вводяться або виводяться формування ЦО;
- локалізація і гасіння пожеж;
- пошук і рятування людей з-під завалів;

- відкриття зруйнованих захисних споруд і рятування людей;
- подача повітря у завалені захисні споруди;
- надання ураженим першої медичної допомоги та їх евакуація;
- санобробка людей та знезараження їх одягу;
- знезараження місцевості, споруд, техніки.

Керівництво проведенням усіх цих робіт у надзвичайних ситуаціях проводяться надзвичайними комісіями держави, області, міста тощо. При аваріях на об'єктах народного господарства, установах, якщо їх наслідки не виходять за межі об'єктів захисних зон, керівництво роботами проводиться адміністрацією підприємств. Виникнення стихійних лих, а також аварій та катастроф можна в деяких випадках прогнозувати. Ці прогнози, як правило, закладаються в плани ЦО підприємств, установ, що передбачають попереджувальні заходи, які повинні зменшити наслідки аварій і катастроф.

Способи і послідовність проведення цих робіт залежать від обставин, що склались у районі аварії чи катастрофи, та наявності сил і засобів для проведення таких робіт.

Ліквідація наслідків надзвичайної ситуації проводиться для відновлення роботи підприємств, організацій, навчальних закладів тощо. При ліквідації наслідків надзвичайної ситуації здійснюються такі заходи:

- розвідка осередків надзвичайних ситуацій;
- локалізація і гасіння пожеж;
- відбудівля споруд і шляхів сполучення;
- проведення ізоляційне обмежених заходів в осередках інфекційного зараження;
- проведення спецобробки населення;
- дезактивація, дегазація техніки, майна, доріг, місцевості тощо.

Раздел 1.03

5.1.2 Суть і зміст управління охороною праці

Створення повністю безпечних та здорових умов праці – одне з основних задач нашої держави, що тісно пов'язане з розробкою та удосконаленням методів управління охороною праці на всіх рівнях її функціонування. Основні положення щодо управління охороною праці започатковані в ЗУ «Про внесення змін до Закону України «Про охорону праці» прийнятому 21.11.2002р. №229-IV та Концепцією управління, затвердженою наказом Міністерства праці та соціальної політики України. Концепція управління охороною праці спрямована на реалізацію положень Конституції та законів України щодо забезпечення охорони життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, створення безпечних і нешкідливих умов праці на кожному робочому місці, належних умов для формування у працівників свідомого ставлення до особистої безпеки та безпеки оточуючих, запровадження нових і вдосконалення існуючих механізмів управління в галузі охорони праці. Управління охороною праці – це підготовка, прийняття та реалізація правових, організаційних, науково-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Метою впровадження Концепції є реалізація конституційного права працюючих на належні, безпечні та здорові умови праці.

Управління охороною праці у загальному ланцюгу виробничої діяльності тієї чи іншої організації незалежно від форми власності та виду діяльності є складовою частиною, підсистемою загальної системи управління установою, бо тільки при високому рівні організації охорони праці можливо ефективно вирішувати усі інші поставлені перед нею завдання.

У кожній системі управління є об'єкт, яким керують, а також орган, який здійснює управління об'єктом. Розглянемо структурну схему управління охороною праці на прикладі Державної податкової інспекції .

У процесі управління орган управління отримує певну інформацію про стан об'єкта управління, а також про стан зовнішнього середовища, в якому знаходяться даний об'єкт. На сонові отриманої інформації, її аналізу орган управління приймає певні рішення (управлінське рішення). Виконавчий орган, який отримав це рішення здійснює керуючий вплив на об'єкт управління. Організаційно-методичну роботу з управління охороною праці, підготовку управлінських рішень та контроль за їх своєчасною реалізацією здійснює спеціаліст служби з охорони праці ДПП. Ця служба згідно з Законом України про внесення змін до Закону України «Про охорону праці» від 21.11.02 року та Типового положення про службу охорони праці НПАОП 0.00-4.35-04 від 15.11.04 року створюється в підрозділах податкової служби при кількості 50 працюючих і більше.

5.1.3 Заходи з техніки безпеки при роботі на лазерних установках

1. Робота з лазером дозволяється тільки особам, що досягли 18-літнього віку, пройшли медичний огляд і визнаними гідними для роботи з ОКГ, пройшли інструктаж на робочому місці, здали екзамен з ПТБ і ПТЕ, що мають кваліфікаційну групу не нижче III і отримали допуск до роботи у встановленому порядку.
2. При роботі на лазерній установці необхідно дотримуватися правил внутрішнього розпорядку. Забороняється курити, розпивати спиртні напої, лишати установку без нагляду.
3. Установка та устаткування повинні бути закріплені за відповідальною особою, яка відповідає за технічний стан що гарантує безпечну роботу з ними.

4. Усі придбані та утворені установки з ОКГ повинні бути представлені комісії з ОП та ТБ Інституту, яка приймає їх і видає дозвіл на право їх експлуатації.

5. До небезпечних і шкідливих факторів, які діють на робітника, належать (в залежності від конструкції лазера):

- лазерне випромінювання (пряме, розсіяне, відбите);
- світлове випромінювання від імпульсних ламп накачки або кварцевих розрядних трубок;
- ультрафіолетове випромінювання від ламп накачки або кварцевих розрядних трубок;
- іонізуюче випромінювання;
- висока напруга;
- електромагнітні поля ВЧ- і НВЧ-діапазону від генераторів накачки;
- ІК випромінювання і виділення тепла від устаткування і нагрітих поверхностей;
- агресивні і токсичні сполуки, які використовуються в конструкції лазера.

6. Для забезпечення безпеки в робочому приміщенні повинні знаходитись:

- діелектричні коврики біля пульту і щитка керування;
- діелектричні перчатки;
- заземлювачі (штанги для накладання заземлення);
- захисні окуляри з фільтрами які мають смугу поглинання відповідну основним частотам випромінювання ОКГ та їх інтенсивним гармонікам;
- укомплектована аптечка;
- предмети сангігієни (умивальник, мило, рушник);
- засоби пожежогасіння (вуглекислотний вогнегасник).

7 В робочому приміщенні при роботі установки повинні знаходитись не менше ніж два співробітника одночасно.

8. На входній двері приміщення і на установці повинні знаходитись знаки "ЛАЗЕРНА НЕБЕЗПЕКА"

9. Внутрішня відділка стін приміщення повинна мати світло поглинаючу поверхню.

10. Підлога повинен відповідати вимогам СН и П Ш-В-14-72.

11. Для лазерів III-IV класів двері приміщень повинні бути з внутрішніми замками та таблом:

”СТОРОННІМ ВХІД ЗАБОРОНЕНО”

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Концепція БЖД

Концепція "Безпеки життєдіяльності" (БЖД) виступає як система основоположних наукових теоретичних положень і практичних підходів, що забезпечують мінімальний ризик у процесі життя і діяльності будь-якої людини. У більшості країн, і в Україні теж, концепція "БЖД" розробляється як міждисциплінарна, синтетична сукупність додаткових знань, умінь і навичок, яка об'єднує виховно-освітню і професійну функції. Це диктується змінами в суспільстві нашої держави на сучасному етапі її розвитку. Безпека людини - поняття складне, багатогранне і багатофакторне. За обсягом і змістом воно охоплює весь комплекс людських відносин у соціальній і виробничій сферах, саму сутність людського життя, рівень національного розвитку і безпосередньо впливає на основний показник

благополуччя населення - індекс людського розвитку. Тому виховання у кожної людини методологічних навичок організації безпеки власного життя та довкілля повинне починатися з дитинства і продовжуватися в процесі всього життєвого циклу.

Оскільки подальший розвиток цивілізації неминуче пов'язаний з розширенням виробництва, і, як наслідок, виникненням додаткових видів небезпек, що стосуються кожної людини, то одним з актуальних завдань сучасності є подальше підвищення науково-освітнього і виховного рівня населення, його здатності й уміння проводити комплексну оцінку ступеня загроз.

Людина є структурно-невід'ємною частиною соціально-економічного середовища. І, якщо розглядати будь-яку державу як соціально-економічну систему, то слід зазначити, що національний збиток у структурі

внутрішнього валового продукту (ВВП) багато в чому залежить від підвищення освітнього рівня населення в процесі організації життєдіяльності. Чим нижче загальноосвітній рівень суспільства з питань організації безпечної життєдіяльності, тим вищими будуть національні втрати (людські, економічні, екологічні, культурні тощо), і навпаки. Тому забезпечення безпечної життєдіяльності - завдання першочергове не тільки для будь-якої особи, але й суспільства, і держави в цілому.

Однією з основоположних аксіом є твердження, що "абсолютної безпеки для людини не буває", оскільки існують небезпеки, які за своєю природою потенційні (приховані), перманентні (постійні) і тотальні (загальні).

Звідси виникають два погляди, два підходи до питання визначення "БЖД":

- як навчальна дисципліна - це галузь наукових знань про небезпеки, що загрожують кожній людині, і відповідні способи захисту від них у будь-яких умовах проживання;
- як складне фізіологічне поняття, пов'язане з певною сукупністю умов, параметрів і норм середовища проживання, а також усіх зв'язків, взаємозв'язків і взаємозалежностей, за яких буває мінімальна загроза здоров'ю, життю і діяльності людини.

Перший напрям пов'язаний в основному з соціально-природно-техногенними аспектами, то другий додатково повинен включати в себе і питання фізіологічної безпеки в складній структурі "людина - техніка - середовище" (ЛТС), що більш повно відповідає методології системного підходу у формуванні базових знань у галузі "БЖД".

На безпеці як базисній потребі людини наголошено в Концепції ООН „Про сталий людський розвиток”. Метою цієї Концепції є створення умов для збалансованого безпечного існування кожної окремої людини сучасності й наступних поколінь.

Україна заявила про підтримку даної Концепції ООН як програми дій на XXI століття, де пріоритет надається розвитку безпеки кожної людини. Тому, виходячи з незадовільного стану безпеки громадян нашої держави, вдосконалення освіти в Україні з напрямку БЖД є не тільки актуальним, але й першочерговим завданням.

Освіта та виховання у сфері БЖД спрямовані на одержання кожною людиною зокрема, особливо учасниками навчально-виховного процесу, фундаментальних знань, умінь і навичок; формування поглядів, цінностей і поведінки з метою запобігання виникненню ризику для життя та здоров'я людей.

Вирішення цих питань має забезпечити формування адекватного мислення та цілісної системи знань, необхідно для прийняття обґрунтованих рішень на рівні людини, сім'ї, суспільства і т.д. Громадяни всіх вікових груп і сфер діяльності мають глибоко опанувати знання з БЖД, сформувані відповідне мислення, свідомість та культуру.

Соціальне замовлення передбачає підготовку грамотної особистості, яка здатна до творчої діяльності. Вивчення предмета „ОБЖД” вимагає досягнення таких цілей:

- формування особистості „безпечного типу”, що уособлює тенденції світової динаміки, володіє основами захисту людини, суспільства, держави від сучасного комплексу небезпечних чинників і здатна застосувати свої знання на практиці;
- розвитку загальної культури здобуття знань, у тому числі культури безпеки на рівні теоретичних узагальнень і практичного застосування;
- виховання громадської свідомості, патріотизму, моральності, формування досвіду емоційно-ціннісного ставлення до самого себе, інших людей, навколишнього світу, своєї діяльності, довкілля.

Навчання з БЖД організовується в усіх ланках освіти, що зазначені в ст.29 Закону „Про освіту”. Найвища цінність суспільства – людина, її життя

і здоров'я, зазначається в Конституції України. Отже, головною цінністю школи є учень, його інтереси, здоров'я та безпека.

У стратегічній програмі ВООЗ „Здоров'я для всіх у ХХІ столітті” категорія „здоров'я” має економічні, соціальні, політичні ознаки, є критерієм справедливості державної політики у реалізації прав людини. Наука виділяє такі складові здоров'я: фізичне, емоційне (психічне), інтелектуальне, соціальне, особистісне, духовне.

5.2.2 Заходи та способи захисту від соціально-політичних небезпек.

Соціально-політичні небезпеки досить часто виникають при соціально-політичних конфліктах. Існує досить багато визначень конфліктів. Так, у політологічних словниках найпоширенішим є таке трактування конфлікту: зіткнення двох чи більше різноспрямованих сил з метою реалізації їхніх інтересів за умов протидії.

Джерелами конфлікту є: соціальна нерівність, яка існує в суспільстві, та система поділу таких цінностей, як влада, соціальний престиж, матеріальні блага, освіта.

Конфлікт — це зіткнення протилежних інтересів, поглядів, гостра суперечка, ускладнення, боротьба ворогуючих сторін різного рівня та складу учасників.

Конфлікт передбачає усвідомлення протиріччя і суб'єктивну реакцію на нього. Якщо конфлікт виникає в суспільстві, то це суспільний конфлікт.

Будь-який соціальний конфлікт, набуваючи значних масштабів, об'єктивно стає соціально-політичним. Політичні інститути, організації, політичні (конфліктують політичні системи) соціальні (конфліктують соціальні системи) економічні (конфліктують економічні системи (наприклад;

корпорації)) рухи, втягуючись у конфлікт, активно обстоюють певні соціально-економічні інтереси. Конфлікти, що відбуваються в різних сферах, набувають політичної значущості, якщо вони зачіпають міжнародні, класові, міжетнічні, міжнаціональні, релігійні, демографічні та інші відносини.

Існує дві форми перебігу конфліктів:

- відкрита — відверте протистояння, зіткнення, боротьба;
- закрита, або латентна, коли відвертого протистояння нема, але точиться невидима боротьба.

Поняття «соціально-політичний конфлікт» використовується, коли трапляються великомасштабні зіткнення всередині держав (громадянська війна, страйки), та між державами (війни, партизанські рухи).

5.2.3 Війни

* Війна — це збройна боротьба між державами (їх коаліціями) або соціальними, етнічними та іншими спільнотами; у переносному розумінні слова — крайня ступінь політичної боротьби, ворожих відносин між певними політичними силами.

Найбільша кількість жертв через політичні причини є наслідком війни. Так, за час другої світової війни в СРСР (1941 — 1945) загинуло близько 55 млн осіб, було повністю знищено 1710 міст та 70 тисяч селищ. Під час в'єтнамської війни в 1960-ті роки було вбито близько 7 млн місцевих мешканців і 57 тисяч американців. Окрім загибелі людей і великих руйнувань, військові дії завдають величезних збитків навколишньому середовищу.

Учені підраховали, що за більш як чотири тисячоліття відомої нам історії лише близько трьохсот років були абсолютно мирними. Війни на планеті забрали вже понад 4 млрд людських життів. Кількість загиблих різко зростала з розвитком засобів знищення людей та розширенням масштабів військових дій.

Найбільшу потенційну небезпеку для людства та природного середовища становить ядерна зброя. Про це свідчать результати атомного бомбардування в серпні 1945 року міст Хіросіма та Нагасакі в Японії. Окрім смертельного опромінення, сталося радіоактивне зараження ґрунту, рослин, повітря, будівель. Кількість убитих становила 273 тисячі осіб, під смертельне радіоактивне опромінення потрапило 195 тисяч осіб.

Велику небезпеку становлять хімічна та бактеріологічна зброя. Перше досить ефективне застосування хімічної зброї у великих масштабах було здійснене німцями 22 квітня 1915 року на північ від Іпру в Бельгії. Цей хімічний напад зазвичай прийнято вважати початком хімічної війни в сучасному її розумінні. Внаслідок першої газобалонної атаки на Західному фронті було отруєно 15 тисяч осіб, з них 5 тисяч загинуло.

Сучасний світ дуже малий і вразливий для війни. Врятувати і зберегти його неможливо, якщо не покінчити з думками та діями, які століттями будувалися на прийнятності та припустимості війн і збройних конфліктів.

5.2.4 Тероризм

До соціально-політичних конфліктів належить виступ екстремістських угруповань (тобто тероризм). В наш час явище тероризму досить поширене. Якщо донедавна звертання до терору як засобу вирішення політичних або релігійних проблем було винятковим, надзвичайним явищем, то в наші дні практично щоденні повідомлення про терористичні акти сприймаються як

щось неминуче. Терор став органічною складовою сучасного життя і набув глобального характеру.

* Тероризм (від лат. terror — страх, залякування) — це форма політичного екстремізму, застосування найжорсткіших методів насилля, включаючи фізичне знищення людей, для досягнення певних цілей.

Тероризм здійснюється окремими особами, групами, що виражають інтереси певних політичних рухів або представляють країну, де тероризм піднесений до рангу державної політики. Тероризм — антигуманний спосіб вирішення політичних проблем в умовах протиборства, зіткнення інтересів різних політичних сил. Він може застосовуватись і як засіб задоволення амбіцій окремими політичними діячами, і як знаряддя досягнення своїх цілей мафіозними структурами, кримінальним світом.

Визначити тероризм можна як політику залякування, пригнічення супротивника силовими засобами. Існує три основних види тероризму: політичний, релігійний та кримінальний.

Найбільш поширеними у світі терористичними актами є:

- напади на державні або промислові об'єкти, які призводять до матеріальних збитків, а також є ефективним засобом залякування та демонстрації сили;
- захоплення державних установ або посольств (супроводжується захопленням заручників, що викликає серйозний громадський резонанс);
- захоплення літаків або інших транспортних засобів (політична мотивація — звільнення з тюрми товаришів по партії; кримінальна мотивація — вимога викупу);

- насильницькі дії проти особистості жертви (для залякування або в пропагандистських цілях);
- викрадення (з метою політичного шантажу для досягнення певних політичних поступок або звільнення в'язнів; форма самофінансування);
- політичні вбивства (це один з найбільш радикальних засобів ведення терористичної боротьби; вбивства, в розумінні терористів, повинні звільнити народ від тиранів);

вибухи або масові вбивства (розраховані на психологічний ефект, страх та невпевненість людей).

Треба відзначити, що в Україні не виявлено терористичних організацій, орієнтованих на повалення державного ладу. Проблема тероризму в Україні перебуває в іншій площині — це «кримінальний тероризм» всередині країни та діяльність закордонних терористичних організацій на території України.

6 Екологія

6.1 Актуальність охорони навколишнього середовища.

На сьогоднішній час людство знаходиться з досить суперечливим надбанням. З одного боку - бурхливі темпи загальнолюдського прогресу, а з другого - його негативні наслідки прямо протилежної спрямованості. Останні проявляються, насамперед, у надмірному забрудненні навколишнього середовища й інтенсивній його деградації. Регресивні тенденції набули сталого характеру через необхідність випереджаючого зростання витрат на охорону природи, подолання наслідків глобальних екологічних типів Чорнобильської аварії, підвищення безпеки і поліпшення здоров'я населення.

У вирішенні цих проблем особливої актуальності набуває переосмислення людством шляхів подальшого розвитку. Для України це завдання, безперечно, є пріоритетним, якому мають бути підпорядковані державна політика, господарська діяльність, наукові розробки. З цього погляду, наша держава потребує переходу від здійснення комплексних заходів, спрямованих на охорону довкілля, до сталого екологічно-економічного функціонування

Враховуючи актуальність зазначеної проблеми - метою прикладної екології є пізнання законів і закономірностей взаємодії людського суспільства з біосферою з метою запобігання порушенню екологічної рівноваги внаслідок антропогенної дії на навколишнє природне середовище.

Нинішню екологічну ситуацію в Україні можна охарактеризувати як кризову, що формувалася протягом тривалого періоду через нехтування об'єктивними законами розвитку і відтворення природно-ресурсного комплексу України. Відбувалися структурні деформації народного господарства, за яких перевага надавалася розвитку в Україні сировинно-видобувних, найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості.

6.2 Шумові ефекти

Шум - один з більш розповсюджених несприятливих фізичних причин навколишнього середовища, які купують принципове соціально-гігієнічне значення, у зв'язку з урбанізацією, також механізацією і автоматизацією технологічних дій, майбутнім розвитком дизелебудування, реактивної авіації, транспорту. Наприклад, при запуску реактивних двигунів літаків рівень шуму коливається від 120 до 140 дБ при kleпанні й рубання листової сталі - від 118 до 130 дБ, роботі деревообробних верстатів-від 100 до 120 дБ, ткацьких верстатів-до 105 дБ; побутової шум, пов'язаний з життєдіяльністю людей, складає 45-60 дБ.

Для гігієнічної оцінки шум підрозділяють:

за характером діапазону - на широкосмуговий з безперервним діапазоном шириною найбільш однієї октави і тональний, у діапазоні якого є дискретні тони;

за спектральним складом - на низькочастотний (максимум звукової енергії припадає на частоти нижче 400 Гц), середньочастотний (максимум звукової енергії на частотах від 400 до 1000 Гц) і частотний (максимум звукової енергії на частотах вище 1000 Гц);

за тимчасовими рис - на незмінний (рівень звуку змінюється в часі але більш ніж на 5 дБ - за шкалою А) і непостійний.

Методи і засоби захисту від шуму

Одним із напрямків боротьби з шумом є розробка державних стандартів на засоби пересування, інженерне обладнання, побутові прилади, в основу яких покладені гігієнічні вимоги щодо забезпечення акустичного комфорту. ГОСТ 19358-85 «Зовнішній і внутрішній шум автотранспортних засобів.

Допустимі рівні і методи вимірювань »встановлює шумові характеристики, методи їх вимірювання та допустимі рівні шуму автомобілів (мотоциклів) всіх

зразків, прийнятих на державні, міжвідомчі, відомчі та періодичні контрольні випробування. В якості основної характеристики зовнішнього шуму прийнято рівень звуку, який не повинен перевищувати для легкових автомобілів і автобусів 85-92 дБ, мотоциклів - 80-86 дБ. Для внутрішнього шуму наведені орієнтовні значення допустимих рівнів звукового тиску в октавних смугах частот: рівні звуку складають для легкових автомобілів 80 дБ, кабін або робочих місць водіїв вантажних автомобілів, автобусів - 85 дБ, пасажирських приміщень автобусів - 75-80 дБ.

Санітарні норми допустимого шуму обумовлюють необхідність розробки технічних, архітектурно-планувальних та адміністративних заходів, спрямованих на створення відповідає гігієнічним вимогам шумового режиму, як в міській забудові, так і в будівлях різного призначення, дозволяють зберегти здоров'я та працездатність населення. Одним з ефективних засобів боротьби з виробничим шумом є використання демпфуючих металевих і неметалічних матеріалів. Однак неметали не використовуються для зниження шуму зіткнень з-за їх невисоких характеристик міцності, а металеві матеріали, що характеризуються високими міцнісними властивостями, забезпечують зниження шуму досить незначно, тому постало питання про створення принципово нових матеріалів, які могли б мати високі міцнісні характеристики і достатні демпфуючі властивості. Такими матеріалами є біметали, які дозволяють отримувати таке поєднання службових властивостей, яке не можна отримати в одному окремо взятому металі або сплаві, наприклад: високу міцність з корозійною стійкістю, ударну в'язкість з зносостійкістю, міцність з високою електро-і теплопровідністю, високу міцність і достатні демпфуючі властивості і т.д. До цих пір боязкі спроби використовувати біметали для зниження шуму і вібрації не забезпечили вирішення проблеми, тому досить актуальним є наукове дослідження, присвячене розробці біметалів з підвищеними демпфуючими властивостями. Технічні засоби захисту від шуму: звукопоглинання, звукоізоляція, екранування, кошти демпфування і глушники шуму. Засоби індивідуального захисту.

Заходи боротьби з шумом:

- заміна гучних процесів безшумними або менш гучними;
- поліпшення якості виготовлення і монтажу обладнання;
- укриття джерел шуму;
- висновок працюючих людей зі сфери шуму;
- застосування індивідуальних захисних засобів.

6.3 Виробнича вібрація

Вібрація - механічні коливання механізмів, машин або відповідно до ГОСТ 12.1.012-78 вібрацію класифікують наступним чином.

За способом передачі на людину вібрацію поділяють на загальну, що передається через опорні поверхні на тіло сидить або стоїть людини, та локальну, що передається через руки людини.

По напрямку розрізняють вібрацію, що діє вздовж осей ортогональної системи координат для загальної вібрації, що діє вздовж всієї ортогональної системи координат для локальної вібрації.

За джерела виникнення вібрацію поділяють на транспортну (при русі машин), транспортно-технологічну (при поєднанні руху з технологічним процесом, при розкиданні добрив, косовиці або обмолоті самохідним комбайном і т. д.) і технологічну (при роботі стаціонарних машин).

Вібрація характеризується частотою f , тобто числом коливань і секунду (Гц), амплітудою A , тобто (м/с) і пришвидшенням, зміщенням хвиль, або висотою підйому від положення рівноваги (мм), швидкістю V (м / с) і прискоренням. Весь діапазон частот вібрацій також розбивається на октавні смуги: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 Гц. Абсолютні значення параметрів, що характеризують вібрацію, змінюються в широких межах, з цього використовують поняття рівня

параметрів, що представляє собою логарифмічне відношення значення параметра до опорного або порогового його значення.

Методи і засоби захисту від вібрації

Для захисту від вібрації застосовують такі методи: зниження віброактивності машин; відбудова від резонансних частот; вібродемпфування; віброізоляція; гасіння вібрацій, а також індивідуальні засоби захисту.) Зниження віброактивності машин (зменшення F_m) досягається зміною технологічного процесу, застосуванням машин з такими кінематичними схемами, при яких динамічні процеси, викликані ударами, прискореннями і т. п. були б виключені або гранично знижені, наприклад, заміною клепки зварюванням; гарною динамічної та статичної балансуванням механізмів, мастилом і чистотою обробки взаємодіючих поверхонь; застосуванням кінематичних зачеплень зниженою віброактивності, наприклад, шевронних і косозубих зубчастих коліс замість прямозубих; заміною підшипників кочення на підшипники ковзання; застосуванням конструкційних матеріалів з підвищеним внутрішнім тертям.

Налаштування від резонансних частот полягає в зміні режимів роботи машини і відповідно частоти вимушених вібросіли; власної частоти коливань машини шляхом зміни жорсткості системи з наприклад установкою ребер жорсткості або зміни маси системи (наприклад шляхом закріплення на машині додаткових мас).

Вібродемпфування - це метод зниження вібрації шляхом посилення в конструкції процесів тертя, розсіюють коливальну енергію в результаті необоротного перетворення її в теплоту при деформаціях, що виникають у матеріалах, з яких виготовлена конструкція. Вібродемпфіровання здійснюється нанесенням на вібруючі поверхні шару упругов'язких матеріалів, що володіють великими втратами на внутрішнє тертя, - м'яких покриттів (гума, пінопласт ПХВ-9, мастика ВД17-59, мастика «Анти-вібро») та жорстких (листовіпластмаси,

Стеклоїзола, гідроїзол, листи алюмінію); застосуванням поверхневого тертя (наприклад, прилеглих один до одного пластин, як у ресор); установкою спеціальних демпферів.

Гасіння вібрацій (збільшення маси системи) здійснюють шляхом установки агрегатів на масивний фундамент. Гасіння вібрацій найбільш ефективно при середніх і високих частотах вібрації. Цей спосіб знайшов широке застосування при установці важкого устаткування (молотів, пресів, вентиляторів, насосів і т. п.).

Підвищення жорсткості системи, наприклад шляхом встановлення ребер жорсткості. Цей спосіб ефективний тільки при низьких частотах вібрації.

Віброізоляція полягає у зменшенні передачі коливань від джерела до захищається за допомогою пристроїв, які розміщені між ними. Для віброізоляції найчастіше застосовують віброізолюючі опори типу пружних прокладок, пружин або їх поєднання. Ефективність віброізоляторів оцінюють коефіцієнтом передачі КП, рівним відношенню амплітуди вібропереміщення, віброшвидкості, віброприскорення, що захищається, або діє на нього сили до відповідного параметру джерела вібрації. Віброізоляція тільки в тому випадку знижує вібрацію, коли $KП < 1$. Чим менше КП, тим ефективніше віброізоляція.

Профілактичні заходи щодо захисту від вібрацій полягають у зменшенні їх у джерелі освіти і на шляху поширення, а також у застосуванні індивідуальних засобів захисту, проведення санітарних та організаційних заходів.

Зменшення вібрації в джерелі виникнення досягають зміною технологічного процесу з виготовленням деталей з капрону, гуми, текстоліту, своєчасним проведенням профілактичних заходів та мастильних операцій; центруванням і балансуванням деталей; зменшенням зазорів у з'єднаннях. Передачу коливань на підставу агрегату або конструкцію будинку послаблюють допомогою екранування, що є одночасно засобом боротьби і з шумом.

Тривалість роботи з вібруючим інструментом не повинна перевищувати 2 / 3 робочої зміни. Операції розподіляють між працівниками так, щоб тривалість безперервної дії вібрації, включаючи мікропаузи, не перевищувала 15 ... 20 хв. Рекомендується робити перерви на 20 хв через 1 ... 2 год після початку зміни і на 30 хв через 2 години після обіду.

Під час перерв слід виконувати спеціальний комплекс гімнастичних вправ і гідропроцедури - ванночки при температурі води 38 ° С, а також самомасаж кінцівок.

Якщо вібрація машини перевищує припустиме значення, то час контакту працюючого з цією машиною обмежують.

Для підвищення захисних властивостей організму, працездатності і трудової активності слід використовувати спеціальні комплекси виробничої гімнастики, вітамінну профілактику (два рази на рік комплекс вітамінів С, В, нікотинову кислоту), спецхарчування.

Висновки

Для даної дипломної роботи досліджуваним об'єктом являються підшипники кочення.

Підшипники кочення -це деталь опору осей, валів та інших деталей, які здійснюють роботу на використанні принципу сили тертя кочення. Підшипники кочення зазвичай складається з двох кілець з зовнішнього та внутрішнього, тіл кочення і сепаратора. Обертання внутрішнього кільця відносно зовнішнього забезпечується роботу за рахунок наявності тіл кочення між кільцями.

Точність підшипників залежить від таких трьох факторів:

- Точність виготовлення
- Радіальне та торцеве биття
- Шорсткість поверхонь тіл та доріжок кочення.

Основні методи контролю:

- 1) Метод ПК-фактору
- 2) Метод прямого спектру
- 3) Метод спектру огинаючої
- 4) Метод ударних імпульсів

Бібліографія

1. Н.Я.Фабрикант. Аэродинамика . М.Изд."Наука" ,1964
2. Д.Кохеман, И.Вебер. Аэродинамика авиационных двигателей. М.Изд.И.Л., 1956.
3. А.Н. Патрашев и др., Прикладная гидромеханика, М.Воениздат,1970.
4. Хорнер. Аэродинамическое сопротивление.пер."Волна",1984.
5. С.М.Белоцерковский. Тонкая несущая поверхность в дозвуковом потоке газа. М.Изд."Наука",1965.
6. Хорнер. Аэродинамическое сопротивление. Пер. "Волна" 1984г.
7. Н.Е. Кочин, И.А. Кибель, Н.В. Розе. Теоретическая гидромеханика . ч.І. М. ГИТТЛ, 1995.
8. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ. – М.: Высш. Шк., 1988.- 432с.
9. Бова Н. Т., Резников Г. Б. Антенны и устройства СВЧ. – Киев: вища школа, 1982. – 278с.
10. Чернышов В. П. Антенно – фидерные устройства радиосвязи и радиовещания. – М.: Связь, 1972. – 288с.
11. Антенно – фидерные устройства /Г. Н. Кочержевский, Г. А. Ерохин, Н. Д. Козырев. – М.: Радио и связь, 1989. – 352с.
12. Блоки питания / Липовецкий, Г. В. – М.: Высш. шк., 1989. – 210с.

- 13.Измерительная техника / Т. М. Алиев, А. А. Тер-Хачатуров. – М.: Высш. шк., 1991. – 384с.
- 14.Проблемы антенной техники / Под. Ред. Л. Д. Бахраха, Д. И. Воскресенского. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 256с.
- 15.Шимов Ю. А. Определение характеристик антенн по измерениям поля в ближней зоне // Зарубежная радиоэлектроника. – 1983 - №10 – с.58 – 73.
- 16.Рудзит Я. А., Плуталов В. Н. Основы метрологии, точность и надежность в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1991. – 304с.
- 17.Чуб Е.Ф. Крупногабаритные подшипники качения. – М.: Машиностроение, 1976. – 272с.
- 18.Турбо Паскаль 7.0 – К.: Издательская группа ВНУ, 1996. – 448с.
- 19.Ян Белецкий. Турбо Паскаль с графикой для персональных компьютеров. – М.: Машиностроение, 1991. – 320с.
- 20.Однокристалльные микроЭВМ / А. В. Боборыкин, Г. П. Липовецкий, Г. В. Литвинский и др., - М.: МИКАП, 1994. – 400с.
- 21.Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник / С. В. Якубовский, Л. И. Ниссельсон, В. И. Кулешова и др., Под ред. С. В. Якубовского. – М.: Радио и связь, 1989. – 496с.

- 22.Редукторы. Справочное пособие / Краузе Г. Н., Кутилин Н. Д, Сыцко С. А. – Л.: Машиностроение, 1972. – 144с.
- 23.Арменский Б. В., Фалк Г. Б. Электрические машины. – К.: Вища школа, 1985. – 231с.
- 24.Гусев В. Г., Гусев Ю. М. Электроника. – М.: Высшая школа, 1991. – 622с.
- 25.Охрана труда в машиностроении / Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев и др.; Под ред. Е. Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1983. – 432с.
- 26.Павлище В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. – К.: Вища школа, 1993. – 552с.
- 27.Посацький Л. С. Опір матеріалів. – Львів: Видавництво Львівського університету, 1973. – 403с.
- 28.Орлов П. И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие: В 2-хт. Т. 1 – М.: Машиностроение, 1988. – 560с.
- 29.Орлов П. И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие: В 2-хт. Т. 2 – М.: Машиностроение, 1988. – 543с.
- 30.Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-хт. Т. 1 – М.: Машиностроение, 1982. – 736с.

31.Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-хт. Т.
2 – М.: Машиностроение, 1980. – 559с.

32.Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-хт. Т.
3 – М.: Машиностроение, 1979. – 557с.