

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)
Кафедра приладів і контрольно-вимірювальних систем
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Інформаційна система установки для вимірювання відхилень міжцентрової віддалі пластин ланок провідних ланцюгів з кроком 15,875мм за ГОСТ 13568-75

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи РНм-61
напряму підготовки (спеціальності) 153

« Мікро-та наносистемна техніка

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Галайко С.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник Зелінський І.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Яворська Є.Б.
(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2019

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ДОСЛІДНИЦЬКО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	6
1.1 Аналіз поставленої задачі.....	6
1.2 Схеми установки вимірювання.....	7
1.2.1 Принцип роботи установки.....	7
1.3 Вібраційні завантажувальні пристрої.....	10
1.4 Вибір ВЗП і його попередній розрахунок.....	11
1.5 Розрахунок бункерного пристрою.....	15
1.6 Розрахунок похибки установки.....	17
1.6.1 Аналіз причин виникнення похибок.....	21
1.6.2 Сумарна похибка установки.....	25
2 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ.....	27
2.1 Аналіз поставленої задачі.....	27
2.2 Розрахунок соленоїдного перетворювача індуктивного датчика.....	27
3 ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА САПР.....	39
3.1 Розробка функціональної схеми.....	39
3.1.1 Вимоги до параметрів системи та її функціональності.....	39
3.2 Способи реалізації заданих функцій.....	40
3.3 Функціональна схема керування.....	41
3.4 Створення схеми керування.....	43
3.4.1 Оцінка необхідної кількості штифтів мікроконтролера.....	43
3.4.2 Використання контролера.....	44
3.4.3 Будова мікроконтролера.....	46
3.4.4 Вибір рідкокристалічного дисплея.....	49
3.4.5 Розрахунок номіналів елементів.....	54
3.5 Метрологічний аналіз.....	55
3.5.1 Бюджет похибок вимірювального каналу.....	55
3.5.2 Опис алгоритму роботи.....	57

4 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	58
4.1 Планування технічної підготовки виробництва проектного приладу.....	59
4.1.1 Визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва.....	59
4.2.2 Визначення трудомісткості та обсягу робіт технологічної підготовки виробництва.....	60
4.2.3 Складання сіткового графіка технічної підготовки виробництва.....	62
4.3 Визначення економічної ефективності нового приладу.....	66
4.3.1 Розрахунок затрат на виготовлення і використання нового приладу.....	66
4.3.1.1 Розрахунок затрат на виготовлення нового приладу.....	66
4.3.1.2 Визначення лімітної ціни нового приладу.....	73
4.3.1.3 Визначення затрат на експлуатацію приладу.....	74
4.3.2 Розрахунок економічного ефекту від виготовлення і експлуатації приладу.....	78
4.3.2.1 Економічний ефект від виготовлення приладу.....	78
4.3.2.2. Економічний ефект від експлуатації приладу.....	79
4.4 Техніко-економічні показники порівнюваних варіантів.....	79
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	82
5.1 Загальні положення.....	82
5.2 Проектування та розрахунок штучного освітлення виробничих приміщень.....	83
5.3 Пожежна безпека.....	88
5.4 Розроблення заходів підвищення стійкості роботи об'єктів зв'язку, радіомовлення та телебачення в надзвичайних ситуаціях.....	92
5.5 Організація оповіщення робітників і службовців підприємства та населення з використанням систем автоматизованого централізованого оповіщення на об'єкті, що проектується.....	96

6 ЕКОЛОГІЯ.....	102
6.1 Організація охорони навколишнього середовища на приладобудівному підприємстві.....	102
6.2 Забруднення навколишнього середовища при паянні та лудженні.....	104
ВИСНОВКИ.....	108
БІБЛОГРАФІЯ.....	109

ВСТУП

Важливою задачею перед приладобудівною промисловістю є забезпечення виробничих, контрольних, ремонтних структур якісними і надійними приладами. Різні галузі промисловості є тісно взаємозв'язані і тому для виконання вищевказаної задачі перед металургійною і металообробною промисловістю стоїть завдання покращення якості металічних матеріалів і сплавів. Для оцінки механічних властивостей в зв'язку з великим різноманіттям умов експлуатації і обробки проводять випробування, котрі в тій чи іншій мірі імітують ці умови. При цьому для найбільш достовірного прогнозування роботоздатності в конструкції визначає комплекс механічних властивостей.

Розвиток сучасної вимірювальної техніки, орієнтованої на забезпечення вирішення проблеми автоматизації управління різноманітними процесами (технологічними, випробувальними, дослідницькими, діагностичними і т.п.), супроводжується бурхливим ростом різноманіття видів вимірювань при неухильному розширенні діапазонів вимірювань і підвищенні швидкодії і точності. Основною передумовою для розширення функціональних можливостей і принципова особливість сучасної вимірювальної техніки полягає у введенні у вимірювальний ланцюг програмованої обчислювальної потужності переважно у вигляді мікропроцесорного пристрою або ЕОМ. Перехід від цифрових вимірювальних приладів і пристроїв до процесорних вимірювальних засобів привів до того, що вимірювальний пристрій має в своєму складі дві частини – апаратну і програмну, так як значна частина вимірювальної процедури в них реалізується у цифровій формі, тобто з допомогою вимірювальних перетворень цифрових масивів.

1 ДОСЛІДНИЦЬКО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз поставленої задачі

Метою дипломної роботи є сконструювати установку для вимірювання відхилень міжцентрової віддалі пластин привідних ланцюгів з кроком 15,875 мм ГОСТ 13568-75.

Аналогом є авторські свідоцтва:

SU №1606846 А1 “Устройство для измерений отклонений межосевых расстояний отверстий”, та SU №1449835 А1 “Устройство для измерений межосевых расстояний”.

Згідно з описом винаходу ми повинні сконструювати установку для вимірювання відхилень міжцентрової віддалі пластин привідних ланцюгів з кроком 15,875 мм ГОСТ 13568-75.

При цьому повинно бути забезпечено:

- висока точність вимірювання;
- висока точність при переміщенні;
- плавність ходу;
- автоматичний підвід вимірювального вузла при встановленні деталі на вимірювальну позицію.

Установка для вимірювання міжцентрової віддалі пластин привідних ланцюгів має повний цикл автоматизованого контролю за виключенням двох операцій:

- автоматичне сортування на задану кількість груп по розмірам;
- автоматична зупинка установки при закінченні контрольованих деталей в лотку завантаження.

Підберемо головні параметри і тип датчика, що повинен зупинити установку в момент коли проконтрольована остання деталь.

Головні вимоги до механізму сортування:

- гарантоване спрацювання;
- механічний вузол повернення шибера в початкове положення;

- направляючі повинні гарантувати відсутність заклинювання.

Головні вимоги до датчика виключення установки:

- чітке спрацювання в точно заданий момент часу;
 - гарантована відсутність спрацювань в процесі вимірювання;
 - мала інертність датчика;
 - простота розрахунку;
- висока швидкість обробки показів датчика блоком керування

1.2 Схема установки вимірювання

Отже, установка для вимірювання відхилень міжцентрової віддалі пластин привідних ланцюгів з кроком 15,875 мм ГОСТ 13568-75.

Викреслюємо схему установки для вимірювання відхилень міжосьових відстаней отворів, що приведена в графічній частині курсової роботи.

1.2.1 Принцип роботи установки

У конструкцію входять такі вузли та деталі:

- 1 – Вібробункер; 2 – Стіл базовий з вертикальною направляючою;
- 3 - Пневмоциліндр подачі вимірювального блоку; 4 – Притискач;
- 5 - Стіл рухомий; 6 - Пружина центральна;
- 7 - Пневмокамера контролю; 8 - Направляюча повздовжня;
- 9 – Палець; 10 - Індуктивний датчик переміщень;
- 11 - Об'єкт контролю; 12 – Пневмоциліндр притискний;
- 13 – Штанга кріплення притискного пневмоциліндра;
- 14 – Шарнір для кріплення притискного пневмоциліндра;
- 15 - Подаючий пневмоциліндр; 16 - Шибер; 17 - Пружина гальмування.

Принцип роботи установки такий:

1 “ПУСК” установки.

2 Подача деталей (11) на позицію виходу з вібробункера (1).

3 Подача деталей (11) на вимірювальну позицію.

3 допомогою Подаючого пневмоциліндра (15) та Шибера (16) Об'єкт контролю (11) встановлюють на вимірювальну позицію.

4 Подача вимірювального блоку "Вверх" до упора;

Пневмоциліндр подачі вимірювального блоку (3), що встановлений на Столі базовому з вертикальною направляючою (2) через Притискач (4) піднімає Стіл рухомий (5) на якому розміщені Пальці (9), що встановлені на Направляючій повздожній (8), Пневмокамери контролю (7), Пружина центральна (6) і Пружини гальмування (17)

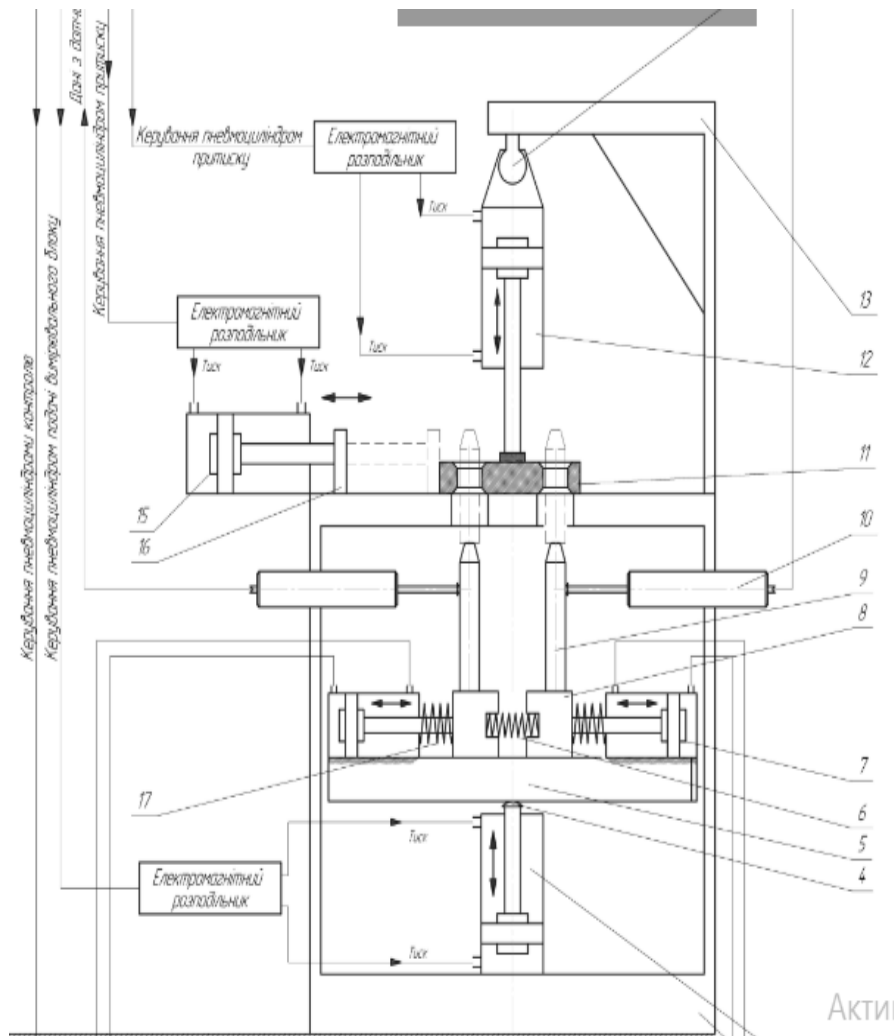


Рисунок 1.1 Функціональна схема пристрою для вимірювання відхилення міжосьових відстаней отворів

5 Подача тиску в пневмокамери контролю на "Розтиск";

Пальці (9), що встановлені на Направляючій повздовжній (8) і будуть контактувати з отворами Об'єкту контролю (11) у крайніх положеннях при розтиску. Це відбувається з допомогою Пневмокамер контролю (7), Пружини центральної (6) і Пружини гальмування (17).

6 Фіксація деталі на позиції контролю;

Пневмоциліндр притискний (12), що закріплений на Штанзі кріплення притискного пневмоциліндра (13) з допомогою Шарніра для кріплення притискного пневмоциліндра (14). Фіксує Об'єкт контролю (11) на вимірювальній позиції.

7 З датчиків знімають покази, що приймають за умовний "нуль";

Покази знімаються з Індуктивних датчиків переміщення (10) і з допомогою блока керування обнуляються і приймається нульове значення.

8 Подача тиску в пневмокамери контролю на "Зтиск";

Пальці (9), що встановлені на Направляючій повздовжній (8) і будуть контактувати з отворами Об'єкту контролю (11) у крайніх положеннях при зтиску. Це відбувається з допомогою Пневмокамер контролю (7), Пружини центральної (6) і Пружини гальмування (17).

9 З датчиків знімають покази і записують результати в пам'ять, та виводять на індикатори;

Покази знімаються з Індуктивних датчиків переміщення (10) і з допомогою блока керування виводяться на ідикацію.

10 Звільняють деталь, пневмокамери контролю в нейтральне положення;

Цей весь процес проводиться з допомогою блока керування, що слідкує через електромагнітні розподільники тиску.

11 Подача вимірювального блоку "Вниз" до упора;

Пневмоциліндр подачі вимірювального блоку (3), що встановлений на Столі базовому з вертикальною направляючою (2) через Притискач (4) опускає Стіл рухомий (5) на якому розміщені Пальці (9), що встановлені на

Направляючій повздожній (8), Пневмокамери контролю (7), Пружина центральна (6) і Пружини гальмування (17).

12 "Стоп" установки.

Після чого робиться висновок про придатність Об'єкта контролю (11), та проводиться розбраковка. Після чого наступна деталь попадає на вимірювальну позицію, весь процес вимірювання може бути безперебійним.

1.3 Вібраційні завантажувальні пристрої

Вібраційні завантажувальні пристрої (ВЗП) знаходять широке застосування в різних галузях машинобудування, зокрема для подачі заготовок в зону обробки, передачі їх від верстату до верстату та інш.

При автоматизації верстатів застосовують різні конструкції бункерних завантажувальних пристроїв, проте із всіх існуючих вібраційні завантажувальні пристрої з круговими бункерами найбільш поширені.

Вони відрізняються простотою конструкції, універсальністю, надійністю і довговічністю роботи, економічністю.

ВЗП з круговим бункером легко вмонтовуються в автоматичні лінії, дозволяють здійснювати дистанційне управління швидкостями переміщення, а видача заготовок в них повністю узгоджена з циклом роботи верстату.

Характер руху деталей по ланках ВЗП не залежить від маси деталей, а це означає, що як масивні, так і досить легкі і мілкі деталі рухаються в вібраційних живильниках з однаковими швидкостями.

Вібрація вносить ряд нових позитивних особливостей в процесі подачі штучних заготовок:

- дозволяє проводити вибір заготовок з бункера без захватних органів;
- зменшує сили тертя між заготовками і, таким чином сприяє більш вільному їх руху в бункері;

-запобігає пошкодженню поверхні при виборці і є в ряді випадків єдиною можливим способом автоматизації завантаження крихких деталей, деталей з дуже тонкими стінками;

-виключає утворення заторів в бункерах;

-сприяє розв'язанню проблем орієнтування заготовок простими елементами (пазами, щілинами на лотку) без застосування спеціальних орієнтуючих пристроїв;

-покращує процес руху заготовок в лотках, їх універсальність і дозволяє одним і тим же лотком подавати різні деталі за розмірами і формою (шайби, мітчики, мініатюрні зубчаті колеса і осі годинників, підложки інтегральних схем).

ВЗП хоча і досить прості за конструкцією, але разом з тим вимагають виконання складних розрахунків при проектуванні. Це викликано тим, що на процес вібрації лотка одночасно впливає велика кількість різних факторів жорсткість системи, частота коливань, резонансні явища та інші.

1.4 Вибір ВЗП і його попередній розрахунок

При проектуванні ВЗП для певного КСА вихідними даними є:

- 1 Креслення завантажувальної деталі з технологічними вимогами до неї.
- 2 Техніко-економічні показники контрольно-сортувального автомату (КСА), розроблені на основі техніко-економічного аналізу варіантів контролю;

Вихідні дані для розрахунку:

- а) продуктивність КСА, Q_a ;
- б) потрібна тривалість роботи з одного завантаження деталей без втручання оператора, t_p ;
- в) орієнтовна допустима вартість ВЗП, C_3 .

Потрібну середню продуктивність ВЗП визначаємо за формулою:

$$Q_3 = (1,15... 1,25) Q_a \quad (1.1)$$

Виходячи з потрібної тривалості роботи t_p визначають ємність ВЗП

$$W_3 = Q_a \cdot t_p + W_{min} \quad (1.2)$$

де W_{min} - найменше необхідне для нормальної роботи число деталей в ВЗП.

Орієнтовно

$$W_{min} = (0,15.. 0,30) W_3 \quad (1.3)$$

На основі отриманих величин проводять вибір ВЗП. Перш за все визначають, яким буде ВЗП: автоматичним чи напівавтоматичним (бункерним чи магазинним). При цьому враховують продуктивність і вагу деталей.

Заготовки, що подаються магазинними пристроями, по тривалості робочих операцій можуть бути поділені на дві групи: з короткочасними робочими операціями і з тривалими робочими операціями. Деталі з короткочасними робочими операціями потребують постійної присутності робітника біля станка для забезпечення неперервної подачі заготовок в магазин. При обробці деталей з короткочасними робочими операціями на станку з магазинним живленням часто зустрічаються випадки, коли продуктивність станка перевищує продуктивність одного робітника по укладці заготовок в магазин, тому для заправки одного магазину ставлять двох робітників. Такий метод заправки являється нерентабельним. Для деталей з короткочасними робочими операціями вигідніше використовувати не магазинне, а бункерне живлення, при якому досягається висока продуктивність подачі заготовок.

Для деталей з тривалими робочими операціями, що дозволяють виконувати загрузку магазину періодично, через 10-20 хв., магазинне живлення дає великий економічний ефект. Воно дозволяє широко

використовувати багатостатне обслуговування і створює передумови для побудови автоматичних ліній.

На основі дослідних даних, виходячи з практики експлуатації розглянутих систем, встановлено, що бункерний ВЗП використовують для деталей масою не більше 300 г, і при продуктивності контролю більше 1500 штук в год. Для більш масивних деталей або при меншій продуктивності контролю використовують магазинні (напівавтоматичні) ВЗП.

При виборі типу ВЗП необхідно враховувати особливості завантажуваної деталі. Наприклад, деталі складної форми, великі або дуже дрібні (деталі годинникового виробництва) не завжди піддаються бункерній загрузці. У таких випадках, незалежно від потрібної продуктивності автомата, необхідно використовувати магазинні завантажувачі. Не піддаються бункерному завантаженню деталі з особливими вимогами до якості поверхні: оптичні деталі, кварцові резонатори і т.п., які не допускають завантаження "навалом" і примусового зворушування в бункері.

Для бункерних ВЗП потрібний корисний об'єм бункера визначається залежністю:

$$V_{\sigma} = \sigma \cdot l_g \cdot b_g \cdot h_g \cdot W_3, \quad (1.4)$$

де $\sigma = 2 \dots 4$ - коефіцієнт щільності укладки деталей в бункері;

l_g, b_g, h_g - найбільші довжина, ширина, висота деталей;

Певний об'єм бункера:

$$V'_{\sigma} = (1.5 \dots 2) \cdot V_{\sigma} \quad (1.5)$$

де $(1,5 \dots 2)$ - коефіцієнт, що враховує, який об'єм бункера має бути вільним (надлишковим), щоб деталі при зворушуванні не випадали з бункера.

$$\text{У відомих конструкціях} \quad V'_{\sigma} = 0,05 \dots 0,25 \text{ м}^3. \quad (1.6)$$

Сумарна маса деталей в бункері також не повинна бути надто великою.

$$M_{\Sigma} = W_3 \cdot m_{\partial} < 6,0 \dots 10,0 \text{ кг}, \quad (1.7)$$

де m_{∂} - маса однієї деталі, кг.

Якщо для розрахунку бункера обмеження (6) і (7) не виконуються, то необхідно зменшити вихідну ємкість W_3 , або використати декілька паралельно працюючих завантажувальних пристроїв.

Останнє рішення можна використовувати і у тому випадку, коли вибраний ВЗП не забезпечує заданої продуктивності.

1.5 Розрахунок бункерного пристрою

Конструкція бункера показана на рисунку 1.3

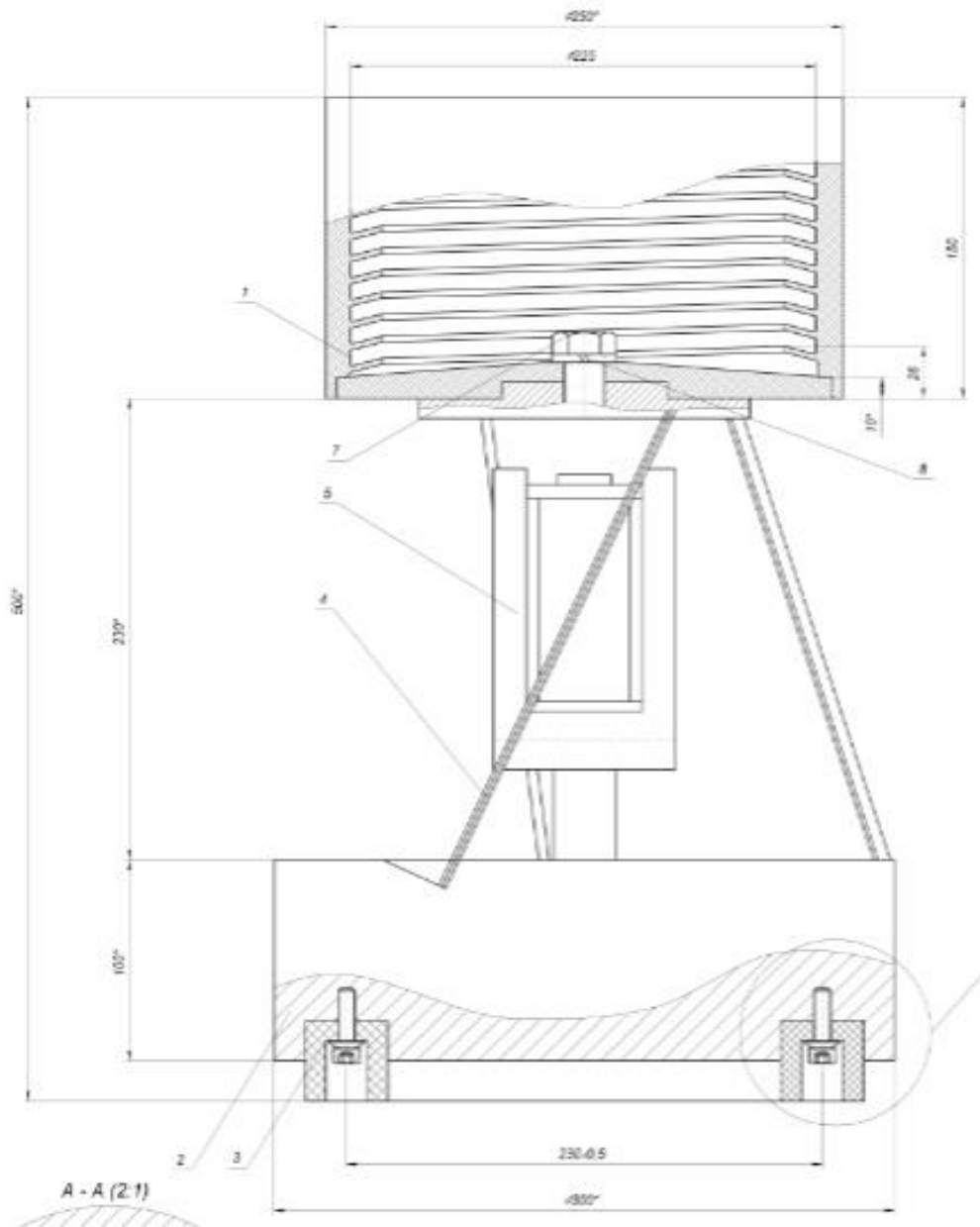


Рисунок 1.2 –Вібробункер

У нашому випадку ми повинні розрахувати та спроектувати вібро завантажувальний пристрій установки для вимірювання відхилень міжцентрової віддалі пластин привідних ланцюгів з кроком $15,875$ мм ГОСТ

13568-75, призначеного для контролю міжцентрової віддалі Пластини внутрішньої привідних ланцюгів з кроком 15,875 - Робоче креслення ДР234.00.00.011СБ. Отже розміри 30,65 · 13,6 · 2 мм із сферичними кінцями. Необхідно забезпечити продуктивність контролю не менше 1800 шт/год при умові, що час роботи установки з одного завантаження не менше 2 год.

Знайдемо необхідну продуктивність завантажувального пристрою:

$$Q_3 = (1,15 \dots 1,25) Q_a = 1,15 \cdot 1800 = 2070 \text{ шт/год}$$

Знайдемо необхідну ємність завантажувального пристрою:

$$W_3 = Q_a \cdot t_p + W_{min}$$

$$W_{min} = (0,15 \dots 0,30) W_3$$

$$W_3 = \frac{Q_a \cdot t_{\text{д}}}{0,85} = \frac{2070 \cdot 2}{0,85} = 4870 \text{ шт}$$

Найбільша маса деталей, що завантажуються у ВЗП становить

$$\begin{aligned} M_{\Sigma} &= W_3 \cdot m_{\text{д}} = W_3 \cdot \rho \cdot V = W_3 \cdot \rho \cdot l_g \cdot b_g \cdot h_g = \\ &= 4870 \cdot 7,8 \cdot 10^3 \cdot 30,65 \cdot 13,6 \cdot 2 = 3166 \text{ г.} \end{aligned}$$

Таблиця 1.2 - Вибір завантажуючого пристрою установки

Бункерний тип	Магазинний тип
1) Використовується при контролю > 1500 шт. 2) Маса < 300 г. 3) Не використовується для: — деталей складної форми; — масивних деталей; — дрібних деталей; — деталей, до яких вимоги до поверхні	1) Використовується при контролю < 1500 шт. 2) Більш масивні деталі. 3) Простота конструкції. 4) Мала вартість ЗП, велика вартість контролю.

Отже вибрана нами конструкція бункерного завантажуючого пристрою приведена у графічній частині курсової роботи.

1.6 Розрахунок похибки установки

Засіб вимірювань має вхідні і вихідні похибки. Вхідними називаються похибки вхідних параметрів. До них належать параметри застосовуваних елементів і деталей, неінформативні параметри вимірюваних сигналів або вимірюваної фізичної величини, параметри джерела живлення, параметри зовнішніх впливів та ін.

Вихідні параметри об'єднують техніко-економічні і метрологічні характеристики, а також показники якості. Вихідні параметри зумовлюються вхідними параметрами і схемно-конструктивним виконанням засобу вимірювань. Різниця між потрібними і дійсними значеннями вхідних параметрів називається *похибкою вхідних параметрів*. Різниця між потрібними і дійсними значенням вихідних параметрів називається *похибкою вихідних параметрів*.

Похибки вхідних параметрів, внесені в процесі проектування, конструювання і виготовлення, називаються *первинними*.

Похибки, внесені на стадії проектування і конструювання й зумовлені спрощеним поданням використовуваних фізичних законів або неточністю схемно-конструктивної реалізації потрібних функціональних залежностей, називаються *теоретичними*. Теоретичні похибки складаються з параметричних і функціональних. *Параметричні* похибки — це похибки функціонального перетворювача, зумовлені спрощеним поданням використовуваних фізичних законів і неточністю конструктивної реалізації функціонального перетворювача. До *функціональних* належать похибки, спричинені функціональним незстикуванням окремих функціональних перетворювачів. Функціональне незстикування характеризується також неузгодженістю навантаження на виході ФП і діапазонів вхідних і вихідних параметрів.

На стадії виготовлення вносяться *технологічні похибки*, зумовлені випадковим характером формування параметрів при виконанні технологічного процесу або недостатністю технологічного процесу. На стадії експлуатації виникають *експлуатаційні похибки*, зумовлені відхиленням

діючих експлуатаційних умов від розрахункових або зміною параметрів елементів у процесі експлуатації.

За ступенем впливу на значення вихідних параметрів первинні похибки поділяють на *діючі, або істотні, і недіючі, або неістотні*. До діючих первинні похибки відносять у тому випадку., коли параметр із розглядуваною похибкою бере участь у формуванні

Проте слід зазначити, що при вимозі більш якісного функціонування засобу вимірювань або при зміні умов експлуатації недіючі первинні похибки можуть стати діючими.

Похибку в показах засобу вимірювань можна зобразити у вигляді суми двох складових (випадкової Δ і систематичної Δ_c):

$$\Delta = \Delta_c + \Delta.$$

Якщо розглядати партію засобів вимірювань, то систематична складова похибки буде для кожного екземпляра виробу випадковою величиною.

За родом дії зовнішніх факторів похибки бувають *температурні, від впливу вологи, вібрацій та ударних навантажень*. Ці похибки характеризують ступінь впливу зміни умов експлуатації на покази засобу вимірювань.

Залежно від умов експлуатації похибки поділяються на основні і додаткові. Похибка засобу вимірювань в нормальних умовах експлуатації називається *основною*. Відповідно до ГОСТ 12997—84 нормальними умовами випробувань є такі: температура навколишнього повітря (20 ± 5) °С; відносна вологість 30...80 %; атмосферний тиск 86... 106,7 кПа; відхилення напруги живлення від номінального значення не повинно перевищувати ± 2 %; максимальний допустимий коефіцієнт вищих гармонік 5 %, відхилення частоти змінного струму ± 1 % для 50 Гц і ± 3 % для 400 Гц; зовнішніх електричних і магнітних полів не повинно бути або вони мають бути в таких межах, щоб не впливати на роботу виробу; механічні навантаження (вібрації, удари, прискорення) мають відповідати визначеним у стандартах і технічних

умовах на виробі конкретних груп. Похибка, спричинена відхиленням умов роботи від нормальних, називається *додатковою*.

Прийнятий метод вимірювання не завжди має абсолютну вибірність щодо інформативного параметра вимірюваної величини. Застосований первинний перетворювач, що визначається методом і принципом вимірювання, вносить похибку вимірювання внаслідок певної чутливості до неінформативних параметрів. Похибки, зумовлені недостатньою чутливістю до вимірюваного параметра, надмірною чутливістю до неінформативних параметрів і нестабільністю прийнятого методу перетворення вхідного сигналу, називаються *методичними*.

Похибки, зумовлені принципом побудови вимірювальної схеми, конструкторською реалізацією засобу вимірювань, називаються *інструментальними*. Інструментальні похибки містять три основні складові похибки: теоретичні, технологічні й експлуатаційні. Тому коли кажуть про інструментальні похибки, то розуміють похибку в цілому розглядуваного засобу вимірювань.

Розглянуті вище класифікаційні ознаки похибок не охоплюють усіх можливих причин і ознак відхилення фактичних показів засобу вимірювань від справжніх значень вимірюваної фізичної величини. Похибку вимірювання фізичної величини можна зобразити як таку, що складається із кількох складових:

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4,$$

де Δ_1 — похибка, зумовлена «розпливчастою» вибірковістю ЧЕ первинного перетворювача до інформативної характеристики вимірюваної фізичної величини (це основна частина методичної похибки);

Δ_2 — похибка перетворення у вимірювальному колі вхідного сигналу;

Δ_3 — похибка перетворення виміряного сигналу у відліково-реєструючому пристрої засобу вимірювань;

Δ_4 — похибка відліку (зняття) інформації оператором з індикаторного

пристрою засобу вимірювань. Похибки Δ_1 , Δ_2 і Δ_3 визначають у сумі інструментальну похибку. Похибка Δ_4 називається похибкою відліку показів.

Якщо похибка засобу вимірювань не залежить від значення вимірюваного параметра, вона називається *адитивною* (адитивний — лат. *additio* — додавання). Покази засобу вимірювань відхилятимуться від дійсного значення вимірюваної величини на одне й те саме значення в усьому діапазоні вимірювання (наприклад, при зміщенні нульової точки шкали). Якщо похибка залежить від значення вимірюваного параметра, вона називається *мультиплікативною* (мультиплікація — лат. *multiplicatio* — множення). У цьому випадку покази засобу вимірювань немов множаться на певний коефіцієнт $k = 1 \pm \gamma$. Вираз для мультиплікативної похибки можна зобразити у вигляді

$$\Delta_M = y - y_0 = k(1 \pm \gamma)x - kx = \pm \gamma x.$$

У ГОСТ 8.051—81 наведено 15 рядів границь допустимих похибок вимірювання, визначених залежно від номінальних розмірів і допусків на виготовлення. Значення допустимих похибок вимірювання лежать у межах 20...35 % значень допусків. Допустимі похибки вимірювання охоплюють не тільки похибки засобів вимірювань, а й можливі похибки внаслідок інших причин, наприклад впливу температури, базування, установочних мір. У процесі вимірювання можуть з'являтися випадкові і невраховані систематичні похибки. Відокремити випадкову складову практично неможливо при обмеженій кількості вимірювань. Систематичну складову похибки визначають періодично, і вона може мати випадковий характер. Тому треба, щоб випадкова складова не перевищувала 0,6 від нормованої границі допустимої похибки вимірювання.

Допустимі границі вимірювання нормуються незалежно від способу вимірювання і прийнятого методу контролю.

У механічних вимірювальних пристроях можуть бути похибки внаслідок вимірювального зусилля, зумовлені пружними деформаціями установочного

вузла і деформаціями в зоні контакту наконечника з деталлю. Тому в нормативних документах зусилля нормуються, проте їх можуть додержувати наближено тільки досвідчені оператори. Ці похибки називаються *контактними* і їх треба враховувати при високоточних вимірюваннях, коли похибка вимірювання сумірна з допустимою.

Гранична абсолютна похибка засобу вимірювань повинна бути приблизно в п'ять разів меншою, ніж найменше значення фізичної величини, вимірюване цим засобом вимірювань. Наприклад, при вимірюванні найменшого допуску деталі приладу $\pm 1,0$ мкм гранична абсолютна похибка засобу вимірювань не повинна перевищувати $\pm 0,2$ мкм

1.6.1 Аналіз причин виникнення похибок

Похибки засобу вимірювань завжди зумовлюються однією або кількома причинами. Тому першим етапом організації експлуатації засобів вимірювань, розробки методів підвищення їх точності при створенні нових засобів вимірювань є з'ясування найхарактерніших причин для цього виду і конструктивного виконання засобу вимірювань. Причини похибок засобів вимірювань можна поділити на три групи: 1) конструктивної недосконалості; 2) виробничі, 3) експлуатаційні. Розглянемо ці групи причин.

1. Причини конструктивної недосконалості охоплюють:

- недосконалість використовуваного принципу вимірювання фізичної величини і прийнятого методу перетворення інформації про вимірювану величину в первинному перетворювачі;
- несталість перетворення вимірювальним колом засобу вимірювань інформації про інформативний параметр вимірюваної фізичної величини;
- втрату інформації про вимірюваний інформативний параметр у вимірювальному колі засобу вимірювань внаслідок спотворень при перетворенні функціональними перетворювачами вимірювальної інформації;

- втрату інформації про вимірюваний інформативний параметр у відліково-реєструючому пристрої засобу вимірювань;
- незадовільний захист вимірювального кола від впливу зовнішніх факторів, які спотворюють інформацію про вимірюваний інформативний параметр;
- нелінійність перетворення вимірюваного інформативного параметра у вимірювальному колі або перетворення його не за заданою функцією через недосконалість схемно-конструктивного виконання функціонального перетворювача;
- невідповідність шкали відліково-реєструючого пристрою законів перетворення інформативного параметра вимірювальним колом засобу вимірювань;
- недосконалість методу зчитування інформації з відліково-реєструючого пристрою;
- різночитання оператором інформації про вимірюваний інформативний параметр на відліково-реєструючому пристрої засобу вимірювань.

2. До основних виробничих причин належать:

- недосконалість застосовуваних технологічних процесів, які не забезпечують формування якісних характеристик заданої стабільності і запасу міцності;
- нестабільність технологічних процесів, які не забезпечують сталості значень формованих показників якості;
- порушення вимог технічної документації або технологічних процесів;
- неправильний вибір засобів виробництва і незадовільна їх робота;
- незадовільна система технічного контролю, яка пропускає на складання або на експлуатацію елементи і виріб з технологічними дефектами.

3. Основними експлуатаційними причинами є:

- порушення умов експлуатації, вимог технічних умов і супровідної документації;

- незадовільний захист засобу вимірювань від впливу зовнішніх факторів в умовах експлуатації;
- порушення вимог технічного обслуговування;
- зміна параметрів елементів або функціональних перетворювачів під впливом зовнішніх факторів в умовах експлуатації.

Залежно від конструктивного виконання та якості виготовлення можуть переважати ті чи інші причини похибок. Тому важливою умовою створення засобу вимірювань високої точності є аналіз причин та їх впливу на покази засобу вимірювань.

Другим етапом організації роботи щодо підвищення точності засобу вимірювань є узагальнення методів запобігання впливові характерних причин на вимірювання заданого інформативного параметра і розробка відповідних схемно-конструктивних особливостей, які забезпечують підвищення точності. Можуть бути розроблені також спеціальні вимоги щодо підвищення технічного рівня виробництва, його метрологічного забезпечення, вдосконалення застосовуваних засобів виробництва.

Діаметру охоплюючого елемента кінематичної пари індекс «к», а діаметру охоплюваного — індекс «м». Тоді зазор

$$\Delta I_{к.м.} = I_k - I_m - 2c_{к.м.},$$

де I_k — розмір охоплюючого елемента;

I_m — розмір охоплюваного елемента;

$c_{к.м.}$ — товщина шару мастила.

Розміри I_k і I_m мають свої номінальні значення і відповідні відхилення ΔI_k і ΔI_m внаслідок похибки при виготовленні і навмисних відступів для створення рухомої посадки. Запишемо

$$l_k = I + \Delta I_k; \quad l_m = I - \Delta I_m$$

де I — номінальний розмір; ΔI_k — відхилення від номінального значення

охоплюючого розміру; ΔI_M — відхилення від номінального значення охоплюваного розміру.

Тоді

$$\Delta I_{к.м.} = \Delta I_к + \Delta I_M$$

і з урахуванням товщини шару мастила $c_{к.м.}$ зазора

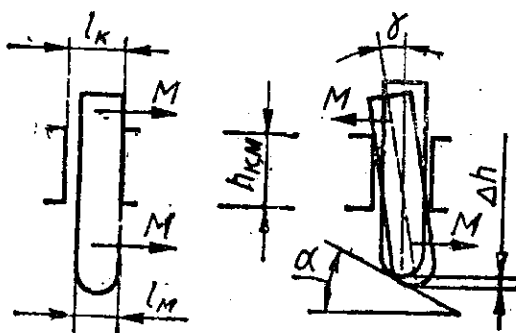
$$\Delta I_{к.м.} = \Delta I_к + \Delta I_M - 2c_{к.м.}$$

Для визначення похибок, що їх спричинює зазор треба знати напрям дії сил у кінематичних парах. Залежно від характеру прикладання сил один елемент пари відносно другого може поступально переміщуватись із теоретично правильного положення на величину, що дорівнює половині зазора

$$\Delta = \frac{1}{2} I_{к.м.} = \frac{1}{2} (\Delta I_к + \Delta I_M - 2c_{к.м.}),$$

або повернутись на кут

$$\Delta \gamma = \frac{\Delta l_{к.м.}}{h_{к.м.}} = \frac{\Delta l_к + \Delta l_M - 2c_{к.м.}}{h_{к.м.}}$$



де $h_{к.м.}$ — довжина короткого елемента шарніра або поступальної пари

Рисунок 1.3

Знайдемо похибку в положенні штовхача, що настає від спільної дії поступального зміщення і перекосу штовхача, спричинених наявністю зазора.

Вертикальне зміщення штовхача становить на величину

$$\Delta h = \left[\frac{1}{2}(\Delta l_k + \Delta l_m - 2c_{k.m.}) + \frac{l}{h_{k.m.}}(\Delta l_k + \Delta l_m - 2c_{k.m.}) \right] \operatorname{tg} \alpha = \left(\frac{1}{2} + \frac{l}{h_{k.m.}} \right) (\Delta l_k + \Delta l_m - 2c_{k.m.}) \operatorname{tg} \alpha$$

або $\Delta h = (I \sin \gamma) \operatorname{tg} \alpha$,

$$\text{де. } \gamma = \Delta I_{k.m.} / h_{k.m.}$$

1.6.2 Сумарна похибка устанівки

У нашій устанівці похибка пристроїв буде складатись з двох елементів:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{вст.}} + \varepsilon_{\text{вим.}}$$

де ε - відносна похибка устанівки, %

$\varepsilon_{\text{вст.}}$ - похибка встановлення,

$\varepsilon_{\text{вим.}}$ - похибка вимірювання.

В свою чергу $\varepsilon_{\text{вст.}}$ складається з наступних складових:

$$\varepsilon_{\text{вст.}} = \varepsilon_{\text{в1}} + \varepsilon_{\text{в2}}$$

де $\varepsilon_{\text{в1}}$ - похибка внаслідок фіксації деталі на вимірювальній позиції;

$\varepsilon_{\text{в2}}$ - похибка встановлення індуктивного датчика, тобто відхилення від основної осі.

$$\varepsilon_{\text{вст.}} = 0.2 + 0.2 = 0.4\%$$

Похибка вимірювання:

$$\varepsilon_{\text{вим.}} = \varepsilon_{\text{АЦП}} + \varepsilon_{\text{підс.}} + \varepsilon_{\text{Інд.дат.}} + \varepsilon_{\text{ел.}}$$

де $\varepsilon_{\text{АЦП}}$ - похибка АЦП;

$\varepsilon_{\text{підс.}}$ - похибка диференціального підсилювача;

$\varepsilon_{\text{Інд.дат.}}$ - похибка індуктивного датчика;

$\varepsilon_{\text{ел.}}$ - похибка, яка враховує вплив інших елементів блоку реєстрації.

$$\varepsilon_{\text{АЦП}} = 0.48\%; \quad \varepsilon_{\text{під.}} = 0.32\%; \quad \varepsilon_{\text{Інд.дат.}} = 0.2\%; \quad \varepsilon_{\text{ел.}} = 0.3\%.$$

Сумарна похибка:

$$\varepsilon = 0.4 + 0.48 + 0.32 + 0.2 + 0.3 = 1.7\%.$$

2 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ

2.1 Аналіз поставленої задачі

В данному розділі роботи проводиться розрахунок соленоїдного перетворювача індуктивного датчика. Соленоїдний перетворювач представляє собою котушку індуктивності, всередині якої переміщується розімкнуте феритове осердя. Переміщення осердя пов'язується із зміною вимірюваного розмірного параметру і приводить до зміни індуктивності котушки від положення осердя.

2.2 Розрахунок соленоїдного перетворювача індуктивного датчика

Соленоїдний перетворювач представляє собою котушку індуктивності, всередині якої переміщується розімкнуте феритове осердя. Для визначення характеристики перетворювача розглянемо його розрахункову схему на рисунку 2.1.

Згідно з розрахунковою схемою для напруженості поля в точці А осердя, яка створюється котушкою:

$$H_A = \frac{I \cdot \omega \cdot R^2}{4p_K} \cdot \int_{-p_K}^{p_K} \frac{dp}{\left(\sqrt{(l+p-p')^2 + R^2}\right)^3} = \quad (2.1)$$

$$= \frac{I \cdot \omega}{4p_K} \cdot \left(\frac{p_K + l - p'}{\sqrt{(p_K + l - p')^2 + R^2}} - \frac{l - p_K - p'}{\sqrt{(l - p_K - p')^2 + R^2}} \right),$$

де R – середній радіус витка;

I – величина струму у витку;

l – відстань між центром витка і розглядуваною точкою на його осі;

ω – кількість витків котушки;

p_K – половина довжини котушки.

Розглянемо розподіл магнітного поля по поперечному сеченню осердя. В крайньому випадку розглядуване сечення осердя буде лежати в площині витка котушки, через який проходить струм I . Розглянемо сечення витка котушки рисунок 1.2.

Елемент витка, який має радіус-вектор OB , створює в довільній точці A сечення з радіусом-вектором ρ магнітне поле напруженістю dH_A . При цьому сумарна напруженість магнітного поля:

$$H_A = \frac{I}{8\pi} \cdot \int_0^{2\pi} \frac{(R^2 - \rho^2) + (R^2 + \rho^2 - 2R\rho \cdot \cos\theta)}{(\sqrt{R^2 + \rho^2 - 2R\rho \cdot \cos\theta})^3} d\theta = \quad (2.2)$$

$$= \frac{I}{2\pi} \cdot \left[\frac{1}{R - \rho} \cdot E\left(c, \frac{\pi}{2}\right) + \frac{1}{R + \rho} \cdot F\left(c, \frac{\pi}{2}\right) \right],$$

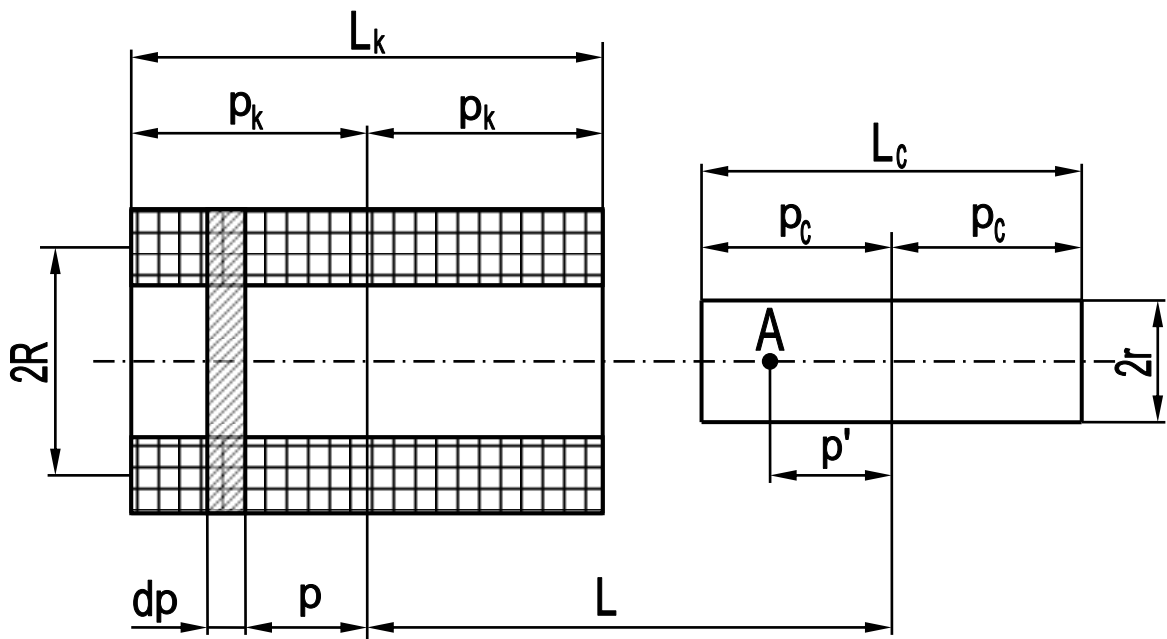


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема соленоїдного перетворювача

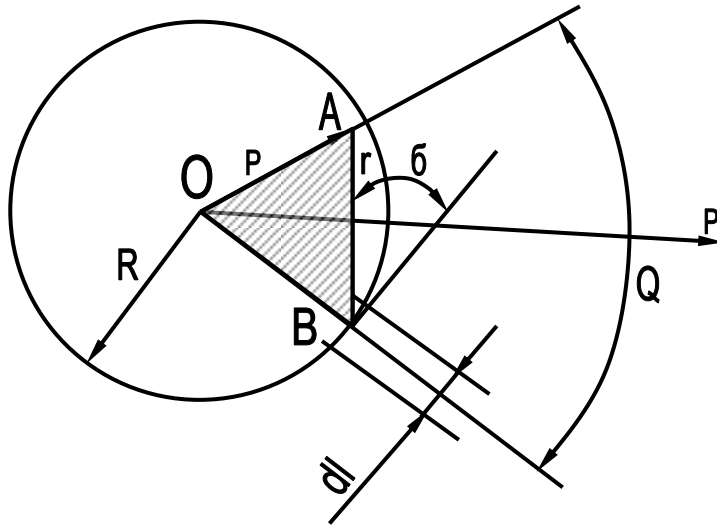


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема витка із струмом

де $c = \sqrt{\frac{4 \cdot R \cdot \rho}{(R + \rho)^2}}$, $E\left(c, \frac{\pi}{2}\right)$, $F\left(c, \frac{\pi}{2}\right)$ - еліптичні інтеграли.

Підставивши $\delta = \frac{\rho}{R}$, вираз (2) можна переписати так:

$$H_A = H_o \cdot \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{1-\delta} \cdot E + \frac{1}{1+\delta} \cdot F \right], \quad (2.3)$$

де H_o – напруженість поля в центрі витка.

Неоднорідність поля по січенню витка можна оцінити коефіцієнтом неоднорідності:

$$k_H = \frac{1}{\pi \cdot \delta \cdot H_o} \cdot \int_0^\delta H_o \cdot \left[\frac{1}{1-\delta} \cdot E + \frac{1}{1+\delta} \cdot F \right] d\delta \quad (2.4)$$

Для знаходження коефіцієнта k_H необхідно знайти залежність $H_A = f(\delta)$ і далі виконати графічне інтегрування. Розрахунок k_H показує, що оскільки

практично $\delta \leq 0,8 \div 0,9$, неоднорідністю поля в поперечному січенні осердя допустимо знехтувати, так як $k_H \leq 1,5$. Тоді середнє значення напруженості магнітного поля в об'ємі осердя визначиться наступним чином:

$$H_{\text{сеп}} = \frac{1}{2\rho_C} \cdot \int_{-p_c}^{p_c} H_A = \frac{I \cdot \omega}{8 \cdot p_C \cdot p_K} \left(\sqrt{(l_C + (p_C + p_K))^2 + R^2} + \sqrt{(l - (p_C + p_K))^2 + R^2} - \sqrt{(l + (p_C - p_K))^2 + R^2} - \sqrt{(l - (p_C - p_K))^2 + R^2} \right) \quad (2.5)$$

Оскільки магнітна проникність осердя $\mu_C > \mu_0$ індуктивність котушки при внесенні в її поле осердя збільшиться на:

$$\Delta L = \frac{\pi \cdot r^2}{8} \cdot \mu_0 \cdot (\mu_C - 1) \cdot \frac{\omega^2 \cdot R}{p_C \cdot p_K} \cdot \left(\sqrt{(m + p_1)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_1)^2 + 1} - \sqrt{(m + p_2)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_2)^2 + 1} \right) \quad (2.6)$$

$$\text{де } m = \frac{l}{R}; \quad p_1 = \frac{p_C + p_K}{R}; \quad p_2 = \frac{p_C - p_K}{R},$$

μ_C - питома магнітна проникність осердя;

μ_0 - магнітна стала;

r - радіус осердя.

З врахуванням (1.6) характеристика соленоїдного перетворювача буде мати наступний вигляд:

$$L = L_0 + A \cdot \left[\sqrt{(m + p_1)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_1)^2 + 1} - \sqrt{(m + p_2)^2 + 1} - \sqrt{(m - p_2)^2 + 1} \right] \quad (2.7)$$

де L_0 - індуктивність котушки перетворювача при відсутності осердя:

$$A = \frac{\pi \cdot r^2}{8} \cdot \mu_0 \cdot (\mu_C - 1) \cdot \frac{\omega^2 \cdot R}{p_C \cdot p_K} \quad (2.8)$$

Характеристика перетворювача (2.7) не враховує неоднорідність магнітного поля в поперечному сеченні осердя і припускає, що магнітна проникність осердя в різних сеченнях однакова. Для оцінки похибки, яка виникає в другому припущенні, оцінимо реально можливо величину коливання магнітної проникності по довжині осердя через те, що різні ділянки стержня працюють на різних ділянках кривої намагнічування матеріалу стержня.

Допустимо гірший випадок, коли проникність по довжині стержня змінюється від початкової μ_H до максимальної μ_{\max} .

В цьому випадку, наприклад, при виконанні осердя з електротехнічної сталі Э12, магнітна проникність рівна $\mu_H = 200$, $\mu_{\max} = 3500$. Якщо відносна довжина осердя $\eta = 5$, то з врахуванням коефіцієнта розмагнічування магнітна проникність осердя буде змінюватись в межах $\mu_C = 21,6 \div 24,0$, тобто всього на 10 %. Тому прийняте $\mu = \text{const}$ допустиме, і реальна похибка буде значно менша 10 %.

У виразі (2.7) необхідно підставляти величину відносної магнітної проникності з врахуванням розмагнічування осердя:

$$\bar{\mu}_C = \frac{\mu_C}{1 + \frac{N}{4\pi} \cdot (\mu_C - 1)}, \quad (2.9)$$

де μ_C - відносна магнітна проникність матеріалу осердя;

$$\frac{N}{4\pi} = \left[1 + 0,211 \cdot \left(\frac{l_K}{l_C} \right)^{-1,116} \right] e^{(6,855 - 8,074 \lambda - 0,1353)} \quad (2.10)$$

де l_K - довжина котушки перетворювача;

l_C - довжина осердя;

λ - відносна довжина осердя,

$$\lambda = \frac{l_c}{d_c} = \frac{l_c}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{S_c}}, \quad (2.11)$$

де d_c - діаметр круглого осердя;

S_c - площа поперечного січення призматичного осердя.

Розрахункова формула (2.11) дає найкраще наближення до експериментальних даних при $p_K \geq R$ і $p_C > p_K$.

Похибка розрахунку індуктивності при цьому лежить в межах $\pm 20\%$.

По заданих величинах z і f з використанням, що

$$L_m = \frac{A}{R} \left[\sqrt{(2p_C + p_K)^2 + R^2} - \sqrt{(2p_C - p_K)^2 + R^2} \right] \quad (2.12)$$

можна визначити необхідну кількість витків обмотки ω і уточнюють радіус осердя r :

$$L_m = \frac{z}{2\pi \cdot f \cdot \sqrt{\frac{1}{Q^2} + 1}} \quad (2.13)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{8 \cdot L_m \cdot p_C \cdot p_K}{\pi \cdot r^2 \cdot \mu_0 \cdot (\mu_c - 1) \cdot \left[\sqrt{(2p_C + p_K)^2 + R^2} - \sqrt{(2p_C - p_K)^2 + R^2} \right]}} \quad (2.14)$$

Величину добротності перетворювача приймають $Q = 1 \div 2$ для осердя із суцільного металу і $Q \geq 4$ для осердя з фериту і магнітодіелектрика.

При виборі осердя із суцільного металу доцільно мати $r > h$, де

$$h = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{10^7}{f \cdot \mu_c \cdot j}}, \quad [\text{м}],$$

де f – частота, Гц;

$\bar{\mu}_c$ - відносна проникність осердя;

j – питома електропровідність матеріалу осердя, $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$;

$$j = \frac{10^6}{\rho} [\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}],$$

де ρ – питомий електроопір матеріалу осердя, $\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Розрахуємо соленоїдний перетворювач по наступних вихідних даних:

$$z = 0,5 \div 2 \text{ кОм}; f = 2 \div 4 \text{ кГц}; \Delta l_4' = 1 \text{ мм}; D' = 1,5 \text{ мм}.$$

Перетворювач в ескізованому проекті має $l_c = 30 \text{ мм}$; $l_k = 15 \text{ мм}$; $R = 4 \text{ мм}$.
Осердя феритове з $\mu_c = 2000$. Перетворювач диференційний.

Визначимо необхідну індуктивність перетворювача, прийнявши $Q = 4$ по (3.13) ($z = 1 \text{ кОм}$, $f = 2 \text{ кГц}$):

$$L = \frac{0,1 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{1}{4^2} + 1}} = 0,0773 \text{ Гц} = 77 \text{ мГц}.$$

Розрахуємо кількість витків при $r = 1,5 \text{ мм}$ по формулі (2.14):

$$\omega = \sqrt{\frac{8 \cdot 0,0773 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1,5^2 \cdot 10^{-6} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 43 \left[\sqrt{(30 + 7,5)^2 + 4^2} - \sqrt{(30 - 7,5)^2 + 4^2} \right] \cdot 10^{-3}}} = 3499$$

де $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Г}}{\text{м}}$, а магнітна проникність осердя знаходиться по формулі (2.9) для $\mu_c = 2000$,

$$\lambda = \frac{p_c}{r} = \frac{30}{3} = 10, \quad \bar{\mu}_c = 44.$$

Розрахунки на вмістимість такої кількості витків в габарити котушки при діаметрі провідника $d_n = 0,08$ мм, показують, що така кількість витків не поміщається у проєктованих габаритах. Тому зменшимо необхідну індуктивність котушки, прийнявши найменше допустиме значення $z = 0,5$ кОм і збільшивши частоту до 4 кГц:

$$L = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{1}{4^2} + 1}} = 0,0193 \text{ (Г)}.$$

В цьому випадку $\omega = 1749$ витків. Обмотка розміщується на сердечнику без труднощів.

Побудуємо графічну залежність величини індуктивності від m , підставивши в (1.7) і $L' = S_T \cdot \left(m - \frac{P_C}{R} \right) + L_m$ фіксовані величини.

$$L_m = \frac{5,19287}{4} \cdot \left(\sqrt{(30 + 7,5)^2 + 4^2} - \sqrt{(30 - 7,5)^2 + 4^2} \right) = 19,2914 \text{ мГ}.$$

$$L(m) = 5,19287 \cdot \left(\sqrt{(m + 5,625)^2 + 1} + \sqrt{(m - 5,625)^2 + 1} - \sqrt{(m + 1,875)^2 + 1} - \sqrt{(m - 1,875)^2 + 1} \right) \quad (2.15)$$

Максимальна чутливість:

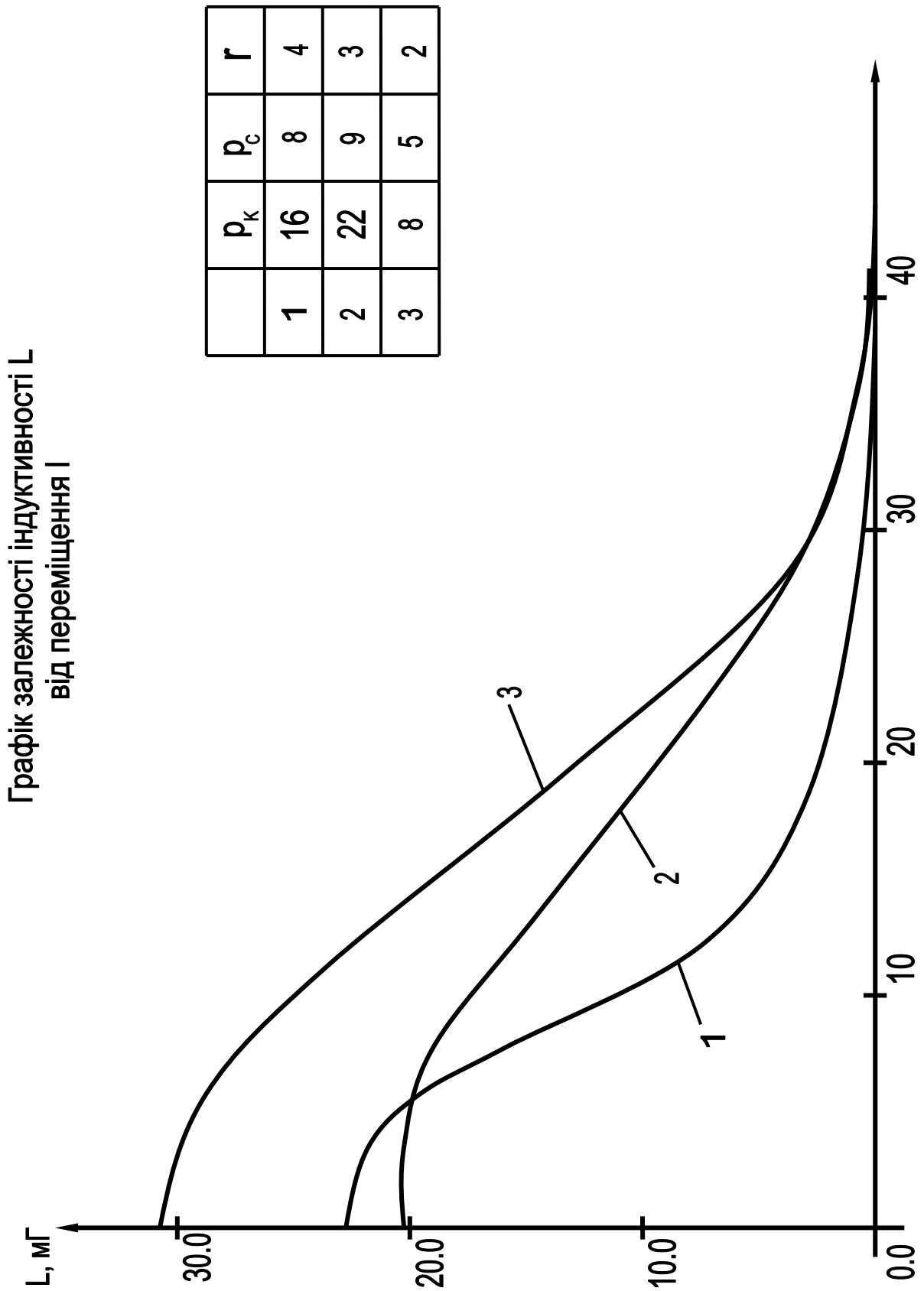
$$S_{\max} = \delta \cdot S_{\max} \cdot L_m = -0,1181 \cdot 19 \cdot 2914 = 2,2783 \left(\frac{\text{мГ}}{\text{мм}} \right).$$

Одержане значення S_{\max} є функцією перетворення від l і для підстановки в формулу необхідно визначити чутливість в функції від m :

$$S_{\max}(m) = \frac{S_{\max}(l)}{\frac{dm}{dl}} = S_{\max}(l) \cdot R = -9,1133 \text{ (мГ)}.$$

Приймаємо $S_m = S_{\max}$ і знаходимо лінійне наближення:

$$L'(m) = -9,1133 \cdot (m - 3,75) + 19,2914. \quad (2.16)$$

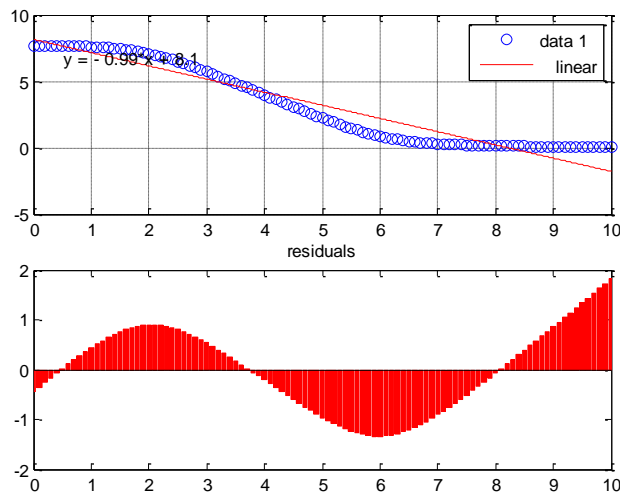


2.3 Висновок з розрахунку соленоїдного перетворювача індуктивного

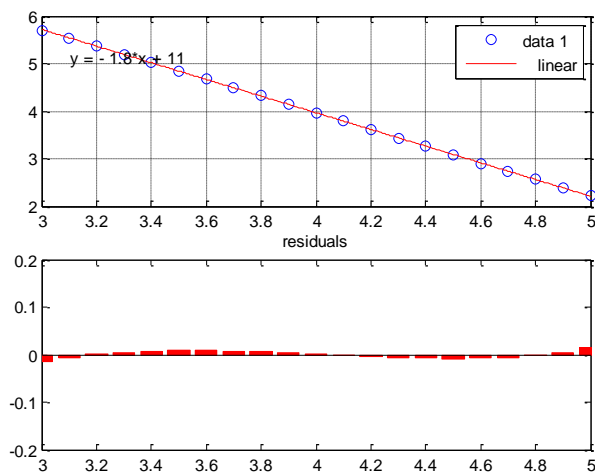
датчика

При збільшенні l_C індуктивність котушки перетворювача зменшується, чутливість також зменшується, а лінійна ділянка градуовальної характеристики функції $L = f(l)$ збільшується.

Найоптимальніший діапазон лінійної характеристики спостерігається при таких даних: $p_K = 22 \text{ мм}$, $p_C = 9 \text{ мм}$, $r = 3 \text{ мм}$ в межах $l = 9,5 \text{ мм}$ до $l = 17 \text{ мм}$, тобто в діапазоні лінійних переміщень сердечника до $D = 7,5 \text{ мм}$.

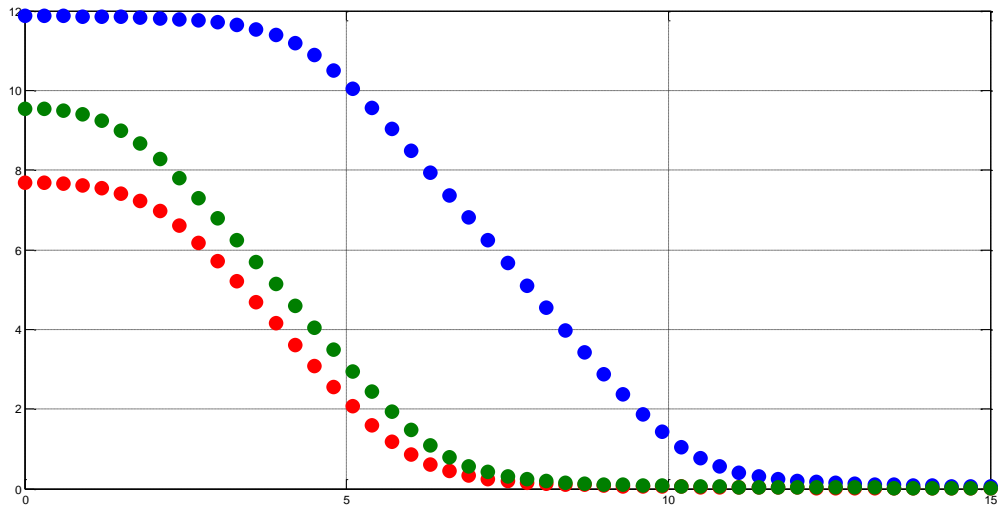
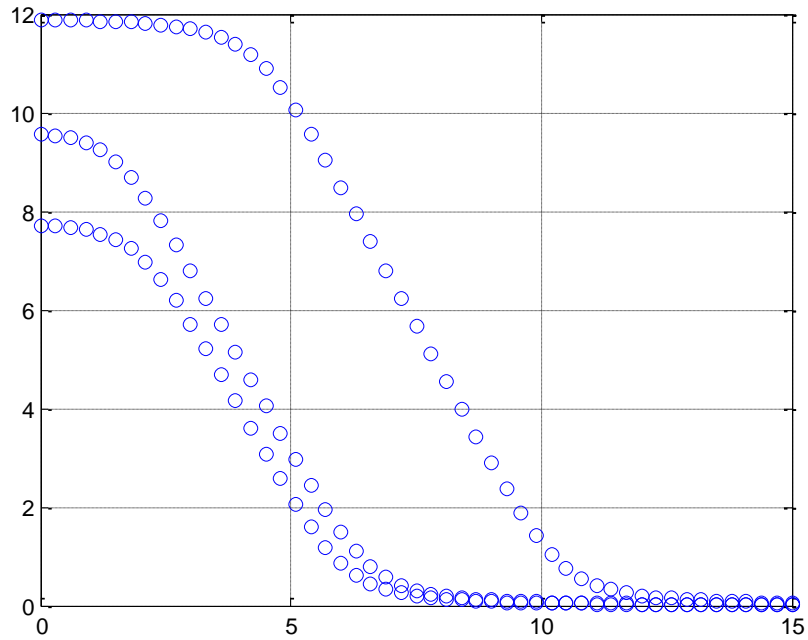


a)



б)

Лінійні апроксимації градуовальної характеристики індуктивного перетворювача (а)-на всій ділянці, б)- в робочому діапазоні)



Градуовальні характеристики індуктивного перетворювача

Програмне забезпечення

```
clear all
```

```
A=1
```

```
R=4
```

```
pk=16
```

```
pc=8
p1=(pc+pk)/R
p2=(pc-pk)/R
m=[0:.3:15]
L=A*(sqrt((m+p1).^2+1)+sqrt((m-p1).^2+1))-sqrt((m+p2).^2+1)-sqrt((m-p2).^2+1)
plot(m,L,'o')
hold on
R=3
pk=22
pc=9
p1=(pc+pk)/R
p2=(pc-pk)/R
L=A*(sqrt((m+p1).^2+1)+sqrt((m-p1).^2+1))-sqrt((m+p2).^2+1)-sqrt((m-p2).^2+1)
plot(m,L,'o')
R=2
pk=8
pc=5
p1=(pc+pk)/R
p2=(pc-pk)/R
L=A*(sqrt((m+p1).^2+1)+sqrt((m-p1).^2+1))-sqrt((m+p2).^2+1)-sqrt((m-p2).^2+1)
plot(m,L,'o')
grid
```

3 ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА САПР

3.1 Розробка функціональної схеми

3.1.1 Вимоги до параметрів системи та її функціональності

Цільлю даної роботи є розробка універсальною системою керування пристроєм для вимірювання відхилень міжцентрової віддалі пластин привідних ланцюгів з кроком 15,875 мм. Завдяки сучасному застосуванню

Елементарна база та рішення нових схем можуть підвищити точність вимірювання на помірному рівні виробничих витрат на їх вироблення. Розробка повинна забезпечити впровадження автоматичного збору вимірювання інформації та викидання деталей. Керувати пристроєм можна як в ручному, так і в автоматичному режимах.

Система повинна реалізувати наступні функції:

- Прилад має проводити вимірювання міжцентрової віддалі пластин привідних ланцюгів з кроком 15,875 мм.

- Пристрій повинен включати автоматичну калібровку датчика.

- Результат вимірювань відобразатиметься на РК-дисплеї і: min - відхилення, max - неприйняття, небракований.

- Пристрій повинен забезпечувати можливість дистанційного керування через інтерфейс, протокол RS-232, перевірка повинна включати "Пуск", "Зупинка", вимірювання та повернення результату.

- Програма управління ПК повинна працювати в на операційних системах Windows XP, 7.10.

У програмі управління на ПК є

Керуюча програма для ПЕОМ має:

- відображення поточного стану пристроїв;

- управління виконавчими приладами в неавтоматизованому режимі;

- відображення звичайного стану виконавчого пристрою;

- проводити статистичні вимірювання;

- вводити журнал неточностей.

Система повинна задовольняти такі параметри:

- гранична помилка обчислення 0.1мм;

- автоматичне проведення розрахунку, збір та обробка отриманих результатів вимірів .

3.2 Способи реалізації заданих функцій

Для вимірювання відхилень міжцентрової віддалі пластин привідних ланцюгів з кроком 15,875 мм використовуємо індуктивні та тензометричні давачі лінійного переміщення так як вони можуть забезпечити задану точність та легко інтегрується в цифрову інформаційно-вимірювальну систему. Функції відображення виміряних значень та інтерфейсу із користувачем реалізуємо за допомогою багатофункціонального графічного дисплея на рідких кристалах. Для ручного керування використовуємо дискретні тактові кнопки. Для віддаленого керування обрано інтерфейс RS-232. Для живлення всієї системи вимірювання відхилень міжцентрової віддалі пластин привідних ланцюгів з кроком 15,875 мм використовуємо 96 Вт блок живлення, робоча напруга якого складає 220В, а вихідна напруга 24В.

3.3 Функціональна схема керування

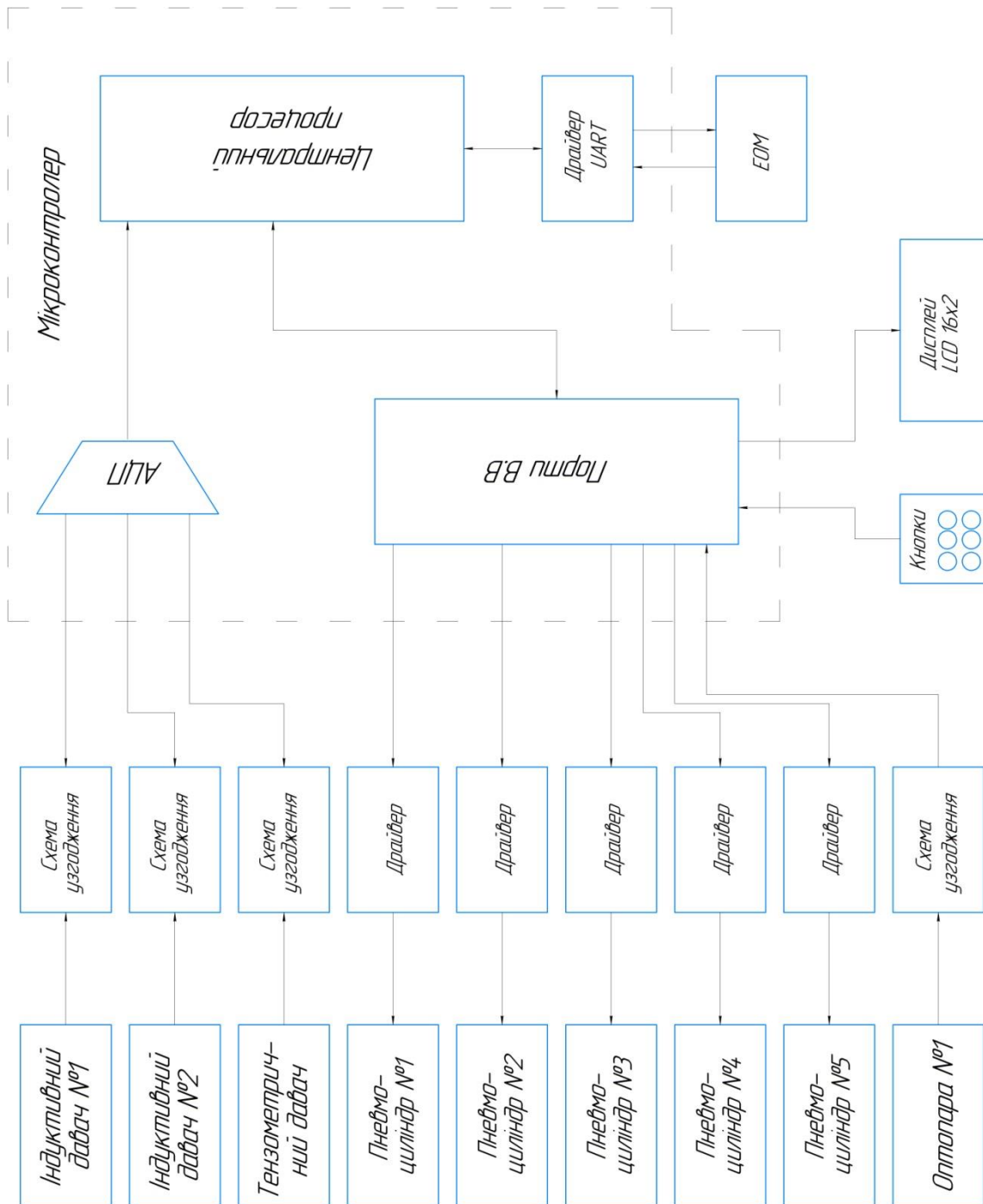


Рисунок 3.1 - Функціональна схема приладу

Функціональна схема блоку керування показана на рисунку 1.1. Відхилення від співвісності — найбільша відстань між віссю контролюваною поверхні і віссю базової поверхні або загальною віссю на довжині нормованої ділянки. Величину допуску співвісності, симетричності, перетину осей і позиційного допуску вказують в радіусній або діаметральній мірі. Допуск

розміщення в радіусній мірі вказують перед його чисельним значенням знаком $T/2$ або R , наприклад, $T/2 0.1$ або $R 0.1$. Допуск розміщення в діаметральній мірі вказують перед його чисельним значенням знаком T або \varnothing , наприклад $T 0,2$ або $\varnothing 0,2$.

Відхилення розміщення визначають, виходячи із розміщення прилягаючих прямих і площин. Для цього використовують площини повірочних плит, на яких встановлюються деталі і площини повірочних лінійок, кутників, оправок, які встановлюються на деталях.

Для вимірювання відхилення від співвісності використовуються два одиникових індуктивних датчиків. Зокрема це покращує такий показник конструктивності приладу як використання однотипних деталей. Діапазон вимірювань $\pm 1,5$ мм; вільний хід вимірювального наконечника 8 мм. Точність такої схеми є достатньо високою і задовільняє вимогам дослідження відхилення від співвісності. В результаті вимірювання здійснюється запис графіку зміни співвісності в залежності від номінального зразка. Аналіз отриманого графіку дозволяє визначити якість досліджуваного зразка. Дані про вимірювання виводяться на LCD дисплей, та передаються через послідовний асинхронний інтерфейс UART на персональний комп'ютер.

3.4 Створення схеми керування

3.4.1 Оцінка необхідної кількості штифтів мікроконтролера

Для підрахунку кількості виходів мікроконтролера необхідно враховувати кількість виконавчих механізмів в пристрій для вимірювання відхилення відстані між пластинами приводного ланцюга з кроком 15,875 мм та кількість виходів мікроконтролерів для його підключення. Виконавчими приладами тут вимальовується:

- індуктивний датчик (2 шт);
- тензометричний датчик (1 шт);
- оптопара (1 шт);
- пневмоциліндри (5 шт);
- клавіатури;
- дисплей;
- персональний компютер.

Індукційний датчик з'єднується з аналогово-цифровий перетворювач контролера через резистивний подільник та RC – фільтр з одним виходом контролера. Для під'єднання тензометричного датчика цифрового перетворювача до АЦП контролера сигнал бажано змаштабувати з допомогою операційного підсилювача та подати сигнал на вхід АЦП контролера.

Оптопара під'єднується до мікроконтролера контролера через струмообмежуючий резистор до одного штиря.

Пневмоциліндри з'єднуються за допомогою драйвера електромагнітного реле до п'яти штирів контролера.

Дисплей LSD підключений у чотирибітнім режимі, для забезпечення його роботи потрібно сім штифтів контролера.

Для з'єднання клавіатури потрібно чотири штирі мікроконтролера.

Для організації передачі даними між комп'ютером та приладом через компютер потрібні два виходи контролера, а саме RxD та TxD виходи.

Мінімальна кількість потрібних нам виходів мікроконтролера складає двадцять два виводи. Для з'єднання з комп'ютером нам потрібно один послідовний асинхронний інтерфейс UART. Його часто використовують у зв'язці з інтерфейсом RS-231.

Для вибору АЦП необхідно порахувати помилку, яка виникає під час вимірювання зміщення за порядком, вибрати роздільну здатність АЦП (8,10,12,16 біт).

Областю вимірювання датчика 0...1.5 мм;

Увихід 0-2.5 В;

Обираємо 12 біт АЦП, найменш значущим бітом перетворення є рівняння вимірюваного розміру.

Використовуючи цей тип АЦП, ми одержимо точність обчислення переміщення $\pm 0,36$ мкм, є допустимою.

3.4.2 Використання контролера

Реалізація функціональних діаграм може бути абсолютно апаратним трюком. Переваги такої процедури є швидкість і надійність у роботі. Але це складно, масивно і потребує значних витрат часу і коштів.

Другий шлях – використати апаратних та програмних засобів, тобто використати мікроЕОМ. На теперішньому періоді існує тенденція для більшого залучення однокристальними ЕОМ їх мета – портів, АЦП, ЦАП, це комутатори.

До цих ОЕОМ входить і сім'я мікросхем ADuC8x. Їхня основна перевага є висока точність цифро-аналогового перетворювача та аналого-цифрового видозміннення, у поєднанні з можливістю прямої обробки даних з базовою архітектурою MCs51.

Таблиця 3.1 – Порівняння властивостей процесора

Параметри	KP1816BE51(2)	ADuC841 (3)	ATmega16 (4)
Архітектура ядра MCs51	MCs51	MCs51	AVR
Швидкість, MIPS	<1	<22	<16
Пам'ять програм	4k (EPROM)	64k (flash)	16k (flash)
Пам'ять RAM	128	256 RAM+2046 RAM	1024
Пам'ять даних	–	2k	512
Зовнішня пам'ять	до 64k	до 16m	–
Таймер	2	3	3, RTC
Паралельні порт	4	4	4
UART	–	1	1
SPI	–	1	1
ШИМ	–	3	4
АЦП	–	12bit/420ksp/8ch/DMA	10bit/30kps/8ch
ЦАП	–	2X12bit/14µs	–
Допоміжні	–	Монітор напруги, WDT	BOD
Програмування	Синхронне	Синхронне/UART /користувач	Синхронне/SPI
Ціна, грн	49	669	76

Спостерігаємо, що експлатація KP1826BE51 в нових розробках нерентабельне.

ATmega16 виграє відносно слабкою ціною, високою швидкістю, великим вмістом внутрішньої пам'яті.

ADuC841 розроблена аналогова підсистема. Хоча це коштує дорожче порівняно з ATmega16. Оскільки для нас важлива точність вимірювань, ми обираємо ADuC841.

3.4.3 Будова мікроконтролера

Використовується однокристальний мікроконтролер ADuC842 з такими характеристиками:

- Одноцикловий 16-ти ядерне MIPS 8052;
- 12-бітний АЦП 420 kSPS високої швидкості;
- Два 12-бітових ЦАП напруги на виході;
- До 62 кБайт на мікросхемі програми Flash;
- 4 кБайт на мікросхемі Flash / ЕЕ пам'яті даних;
- Лічильник часових інтервалів (TIC)
- UART, I2C та SPI Serial;
- Програмування та перспектива відладки через інтерфейс UART.

Для роботи із пристроєм необхідне знання архітектури контролера, його регістрів та периферії. Проведемо короткий огляд найбільш важливих вузлів.

ADuC842 це функціонально завершеним перетворювач, що інтегрує висококаліберний багатоканальний АЦП, подвійний ЦАП і оптимізований одноцикл 20 МГц 8-бітний MCU (сумісний набір інструкцій 8051) на одному чіпі ADuC841 і ADuC842 ідентичні за винятком тактового генератора; ADuC841 синхронізується безпосередньо від зовнішнього кристала до 20 МГц, тоді як ADuC842 використовує 32 кГц кристал з мікросхемою PLL, що генерує апрограмований тактовий частота до 16,78 МГц. ADuC843 ідентичний ADuC842, за винятком цього ADuC843 не має аналогових виходів ЦАП.

Мікроконтролер - це оптимізований серцевник 8052, який пропонує до 20 пікових показників MIPS. Три різні варіанти пам'яті доступні, пропонуючи до

62 кбайт енергонезалежного Flash / ЕЕ програмна пам'ять. Чотири кбайт енергонезалежних даних Flash / ЕЕ пам'ять, 256 байт оперативної пам'яті та 2 кбайт розширеної оперативної пам'яті також інтегрований на мікросхемі.

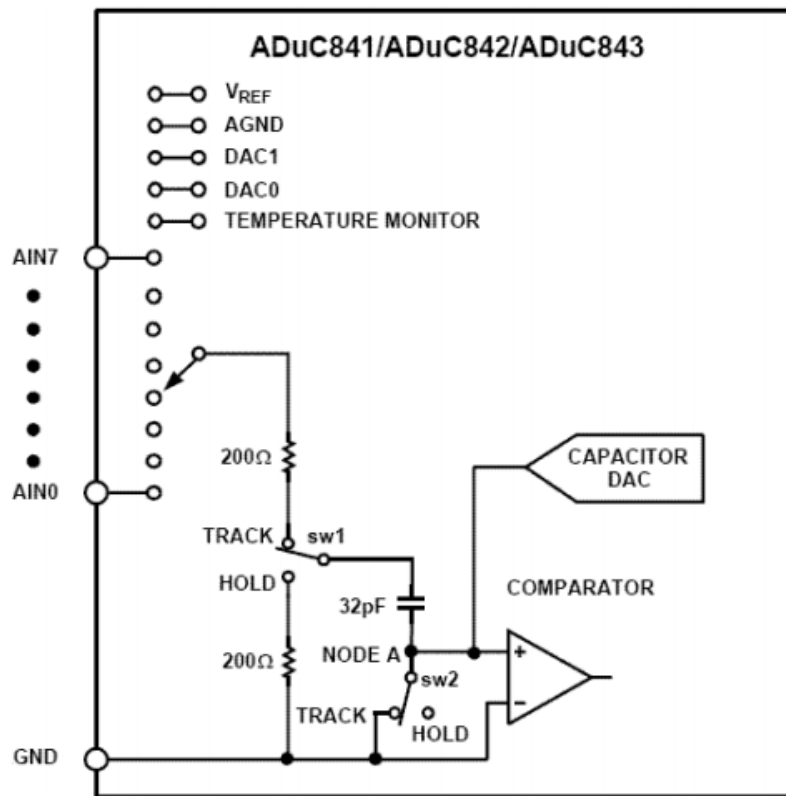


Рисунок 2.1 - Скорочена схема АЦП контролера ADuC842

До ADuC842 входять також додаткові аналогові прилади : два 12-бітових ЦАП напруги на виході. Високопродуктивний одноциклічний сердечник 32 кГц зовнішній кристал, програмований PLL на мікросхемі 12 джерел переривання, 2 рівня пріоритетності.

Далі приведена функціональна схема ADuC842.

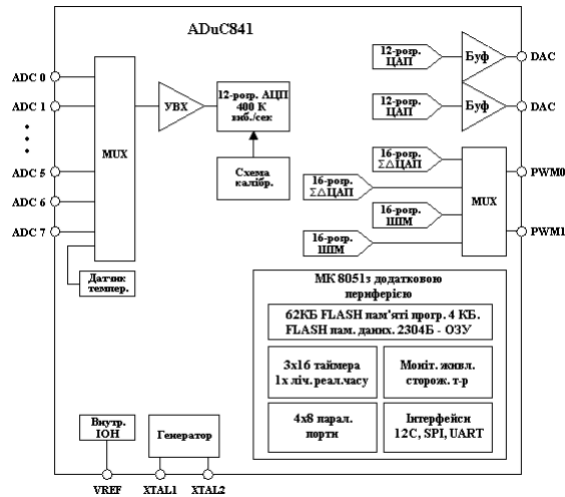


Рисунок 3.2 - Функціональна схема контролера ADuC842.

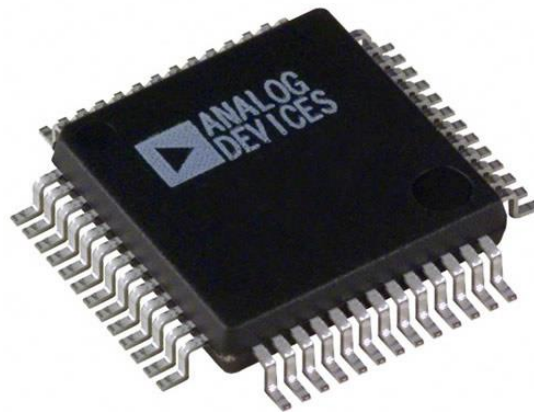


Рисунок 3.3 - Зовнішній вигляд контролера ADuC842

Для спряження індуктивного датчика PS50-30DN [5] (рисунок 2.4) із аналого – цифровим перетворювачем мікроконтролера та датчика використовується спеціальний контролер в якому ми використовуємо вихід з відкритим колектором. (рисунок 2.5).



Рисунок 3.4 – зовнішній вигляд давача PS50-30DN



Рисунок 3.5 – зовнішній вигляд контролера індуктивного давача PA10-U [6]

3.4.4 Вибір рідкокристалічного дисплея

Рідкокристалічні дисплеї користуються великою популярністю через простий метод роботи з ними та низьку ціну. Дані в рідкокристалічний дисплей TC1602A-2 завантажуються по шині (D0 – D7) при цьому мікроконтролер контролер підтримує як 8-и бітне так і 4-и бітне зеднання. 4-х бітне зеднання заощаджує виводи контролера і часто цього вистачає для

дроблення багатьох задач, але щоб спростити цю систему написання програми для підключення його в 8-и бітному режимі роботи.

Рідкокристалічний дисплей містить вмонтований LSI-контролер, у цьому мікроконтролері є два 8-бітних регістри, регістри інструкції і даних. Регістр інструкцій приберігає коди інструкцій, такі як очищення дисплея, переміщення курсору, інформація про відеодані (DDRAM) з основної пам'яті та генератора символів (CGRAM). Реєстр припису можна зберігати лишнь з контролера. Реєстр даних тимчасово зберігає дані для запису і читання в DDRAM або CGRAM.

Дисплей має відображати результати вимірювань у наступному вигляді:

- навантаження згин;
- навантаження кручення;
- навантаження змішане;

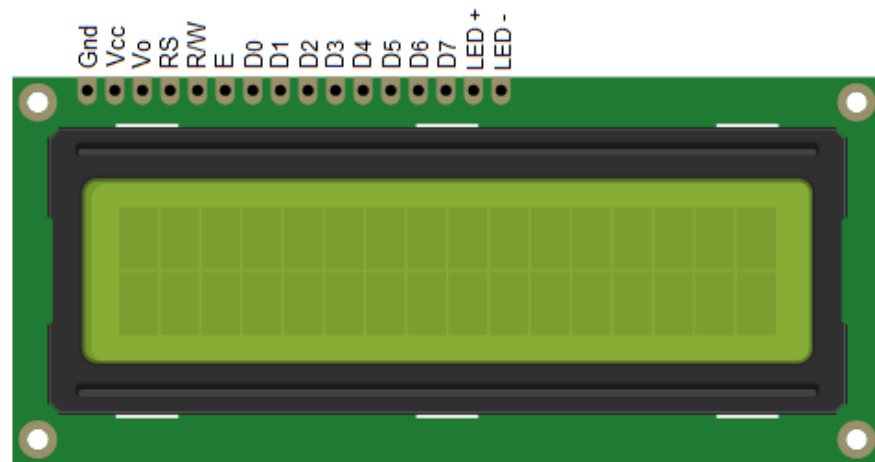


Рисунок 3.6 – Вигляд рідкокристалічного дисплея TC1602A-2

Програма завантажується на мікроконтролер універсальним асинхронним приймачем-передавачем (UART) - периферійним пристроєм мікроконтролера, що дозволяє послідовно надсилати та приймати дані по двох однопроводових лініях. UART має змогу працювати у режимі повного дуплексу та не використовує додаткову лінію для синхронізації.

Часто UART використовується спільно з інтерфейсом RS-232C для периферійного зв'язку з комп'ютером.

Сигнали UART та RS-232C відрізняються в основному за рівнем логічної одиниці та рівнем нуля. Якщо UART використовує стандартні логічні рівні CMOS або TTL, стандарт RS-232C передбачає використання напруги від -3,5 В до -24 В для кодування послідовного блоку та напруги від 3.5 В до 24 В для кодування логічного нуля.

Схема MAX232C забезпечує рівень вихідної напруги, які використовуються в інтерфейсі RS-232C. Вони повинні бути підключені, як показано на малюнку 3.7, і штифт 9 до RxD, а штифт 10 - TxD до мікроконтролера, а шпильки 7 та 8 - 2 та 3 штифта роз'єму DB-9.

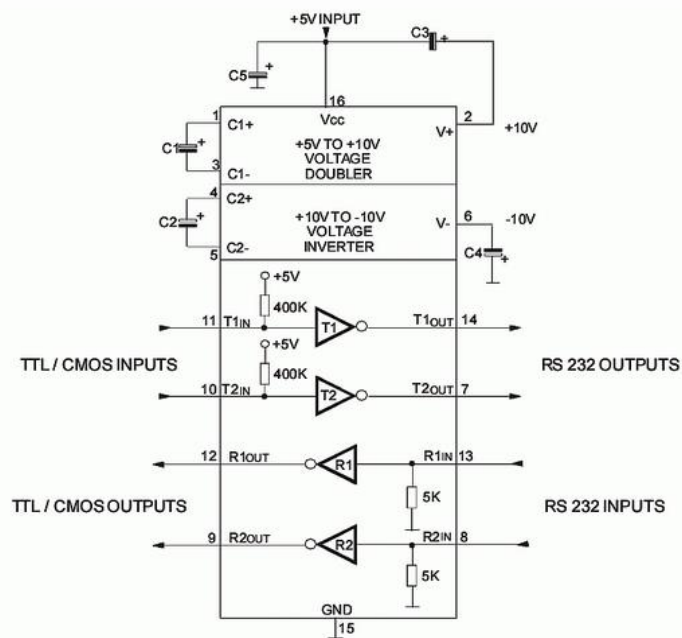


Рисунок 3.7 – Схема включення MAX232C

В RS-232C для передачі даних використовується роз'єм DB-9.



Рисунок 3.8 - Зовнішній вигляд роз'єму RS-232C (мама)



Рисунок 3.9 - Зовнішній вигляд роз'єму RS-232C (папа)

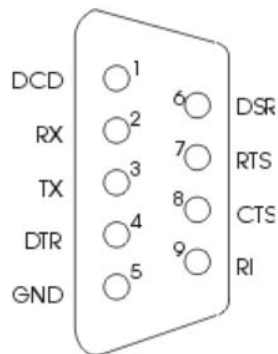


Рисунок 3.10 – Розподіл виводів для RS-232C

Таблиця 3.2 – Зображення сигналів даних інтерфейсу

Назва	Шлях	Опис	Контакти
DCD	IN	Carrie Detect [Вираховує несучий біт]	1
RXD	IN	Receive Data [Отримання даних]	2
TXD	OUT	Transmit Data [Передачі даних]	3
DTR	OUT	Data Terminal Ready [Готовність терміналу]	4
SG	-	System Ground [Загальний вивід]	5

Продовження попередньої таблиці 3.2 – Зображення сигналів даних інтерфейсу

DSR	IN	Data Set Ready [Готовність усіх даних]	6
RTS	OUT	Request to Send [Запит на надсилання]	7
CTS	IN	Clear to Send [Готовність до прийому]	8
RI	IN	Ring Indicator [Індикатор]	9

Сигнали мають такі цілі:

- DCD – розкривання даних (здійснювати детектування сигналу);
- RxD - відомості, які приймає на себе персональний комп'ютер в послідовному коді ;
- TxD - відомості, які передає персональний комп'ютер в послідовному коді (негативна логіка);
- DTR – готовність даних для виводу;
- SG – нульовий провід;
- DSR – розкривання даних. Використовується для встановлення режиму модему;
- RTS – сигнал запиту на переказ. Активний цілий час передачі;
- CTS – чіткий сигнал для передачі. Активний цілий час передачі. Дає сигнал що приймач сигналу готовий;
- RI – індикатор підключення.

3.4.5 Розрахунок номіналів елементів

Для підключення датчика до виводу мікроконтролера необхідно зменшити напругу на виводі датчика з 5В до рівня 2.5В, та пропускати сигнал з частотою 170 Гц. Для цього ми розрахуємо резистивний подільник напруги та RC ланку для фільтрації вихідного сигналу з датчика (рисунок 3.11).

Для розрахунку подільника використаємо наступну формулу:

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (3.1)$$

Тут необхідно підібрати номінали резисторів R_1 та R_2 . Вибираємо $R_1 = 1k$, та

$$R_2 = 1k.$$

$$V_{out} = 5V \times \frac{1k}{1k + 1k} = 2.5V$$

$$f = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 1 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-6}} = 166 \text{ Гц}$$

З розрахунку видно, що частота зрізу вхідного сигналу рівна 166 Гц.

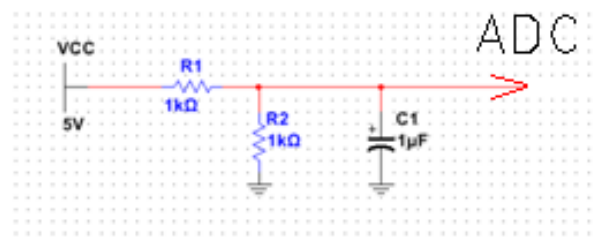


Рисунок 3.11 – Схема включення датчика

3.5 Метрологічний аналіз

3.5.1 Бюджет похибок вимірювального каналу

Щоб оцінити статичну похибку аналогово-цифрового перетворення слід визначити вклад кожного джерела в приведену похибку а потім оцінити сумарну похибку додавши їх квадратично.

Оцінимо сумарну похибку АЦП ADuC841. Опір джерела сигналу –

$$R_{IN}=R1+R2/R1 \times R2=500 \text{ Ом}$$

Діапазон зміни вхідної напруги – $V_{FS}=2.5 \text{ В}$.

Діапазон переміщення штока давача – $L_{fs}=5\text{мм}$.

Таблиця 3.3 – Бюджет похибок АЦП

№	Джерело	Розрахунок	Приведена похибка, ppm	Х-р зміни	Калібр.
1	Розрядність (Resolution)	$1/2 \cdot 2^{-N}$	610	нелінійна	-
2	Інтегральна нелінійність (Integral Nonlinearity)	$N_L \cdot 2^{-N}=245$	245	нелінійна.	-
3	Диференційна нелінійність (Differential NonLinearity)	$N_{LP} \cdot 2^{-N}=610$	610	нелінійна	-
4	Похибка зміщення (Offset error)	$LBS=C_{05} \cdot 2^{-N}=733$	733	адитивна	+
5	Похибка підсилення (Gain Error) $Cq=3LBS$	$Cq \cdot 2^{-N}=733$	733	мульти.	+
6	Струм входів (Leakage current) $I_{in}=1\text{mA}$	$\frac{I_{in} \times R}{V_{fs}} = 200$	200	адитивна	+
7	Похибка опорної напруги $\Delta V_{ref}=10\text{mV}$	$\frac{\Delta V_{ref}}{V_{ref}} =$	4000	адит.	+

Продовження таблиці 3.3 – Бюджет похибок АЦП

8	Температурний дрей опорної напруги $\alpha V_{\text{ref}}=15\text{ppm}\times 1^\circ\text{C}$ $\Delta T=10^\circ\text{C}$	$\frac{\alpha V_{\text{ref}}}{\Delta T} =$	150	мульти.	-
9	Коефіцієнт подавлення напруги живлення V_{ref} $\text{psrr}=65\text{db}$ $\Delta V_s=0.1\text{V}$	$V_{\text{ref psrr}}/20\times\Delta V_s=602\text{ppm}$	602	адитивна.	-
10	Резистори $\varepsilon R = 0.01\%$ $0.01=100\text{ppm}$	$\varepsilon K = \sqrt{2}\varepsilon R \frac{R_1}{R_1 + R_2} =$	7 070	мульти.	-

Приведена та абсолютна (приведена до входу та виходу) похибка без калібрування (вкінці діапазону)

$$\gamma_N = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2 + \gamma_4^2 + \gamma_5^2 + \gamma_6^2 + \gamma_7^2 + \gamma_8^2 + \gamma_9^2 + \gamma_{10}^2} = 14953 \text{ ppm} = 1.4\%$$

Приведена та абсолютна (приведена до входу та виходу) похибка без калібрування (на початку діапазону)

$$\gamma_{N0} = \sqrt{\gamma_5^2 + \gamma_7^2} = 933 \text{ ppm} = 0.093\%$$

Приведена та абсолютна (приведена до входу та виходу) похибка після калібрування (вкінці діапазону)

$$\gamma_C = \sqrt{\gamma_2^2 + \gamma_3^2 + \gamma_4^2 + \gamma_7^2 + \gamma_8^2 + \gamma_{10}^2} = 9287 \text{ ppm}$$

$$\Delta_C = \gamma_C \times L_{fs} = 9287 \times 10^{-6} \times 5 \text{ мм} = 0.046 \text{ мм}$$

Отримане значення приведеної похибки вимірювального каналу забезпечує задані вимоги до точності приладу (допустима похибка 0.1 мм).

3.5 .2Опис алгоритму роботи

Даний алгоритм повинен забезпечувати злагоджену роботу всіх вузлів електричної схеми і виконавчих органів, обміном інформації, її обробку, попередження від небезпечних випадків. Робота стенду для вимірювання відхилень міжцентрової віддалі пластин привідних ланцюгів з кроком 15,875 мм. Саме чітке розуміння завдання є важливою передумовою складення якісного виваженого алгоритму. В ньому реалізовано слідкування за часом проведення вимірювання по його закінченні, ініціалізація, запити до ЕОМ. Це є важливим, оскільки деякі дані проведення експерименту заносяться із клавіатури. Після ініціалізації проводиться опитування кожного датчика і для зменшення часу виконання запитується попереднє значення цього датчика. Якщо відбулися певні зміни, то вони аналізуються, перевіряються на допустимість, при необхідності опитуються додаткові дані. Результат виводиться на рідкокристалічний дисплей у певній формі та по послідовному порті на ЕОМ для ведення статистичних даних по якість деталей та оцінку технологічного процесу їх виготовлення.

4 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Метою економічної частини є проведення техніко-економічного аналізу розробки, виготовлення та використання нового виробу, порівняння техніко-економічних показників нового виробу з відповідними показниками базового виробу, визначення економічної ефективності нового виробу при його виготовленні та експлуатації та визначення на основі проведених розрахунків доцільності впровадження даного приладу у виробництво і експлуатацію.

За рахунок нових конструктивних рішень та нових, більш надійних елементів, точність контролю параметрів та надійність приладу значно вищі, мають нищу трудомісткість операцій ніж у базовому варіанті.

Техніко-економічний розрахунок проводиться після завершення конструкторсько-технологічної частини

Основні завдання, які підлягають вирішенню в цій частині є такими:

- характеристика технічного рівня установки;
- планування технологічної підготовки виробництва спроектованої установки (визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва, визначення трудомісткості і обсягу робіт технологічної підготовки виробництва);
- визначення економічної ефективності нової установки (розрахунок затрат на виготовлення і використання нової установки, розрахунок затрат на виготовлення нової установки, визначення лімітної ціни нової установки, визначення затрат по експлуатації нової установки);
- розрахунок економічного ефекту від виготовлення і експлуатації приладу за розрахунковий період.

4.1 Планування технічної підготовки виробництва проектного приладу

4.1.1 Визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва

Величина трудових затрат розраховується в розрізі етапів конструкторської підготовки виробництва.

Трудомісткість виконання окремого етапу конструкторської підготовки визначається за формулою:

$$T_{ki} = N_{чк} \cdot O_{п} \cdot K_c \cdot K_r \cdot K_f,$$

де, $N_{чк}$ - норма часу на одну облікову одиницю конструкторської підготовки в розрахунку на одну деталь і-го вузла в залежності від ступеня складності і новизни цього вузла;

$O_{п}$ - об'єкт конструкторської підготовки виробництва;

Кількість умовних деталей визначається за формулою:

$$D_{ум} = \sum D \cdot K_{п},$$

де, $D_{ум}$ - кількість умовних деталей; D - число деталей даного виду; $K_{п}$ - коефіцієнт переводу в умовні деталі, який становить: для оригінальних деталей $K_{п} = 1,0$; для деталей, що розробляються як уніфіковані для інших моделей даної групи $K_{п} = 1,2$; для уніфікованих деталей, які запозичені з інших виробів $K_{п} = 0,9$; для уніфікованих вузлів, що використовуються при проектуванні виробів $K_{п}=0,1$.

K_c - коефіцієнт серійності виробництва проектуючих виробів; (із додатку 1 [26] при $N_p = 500$ штук, отримаємо: $K_c = 1,2$ (серійне виробництво)).

K_r - коефіцієнти габаритності в залежності від маси конструкцій, що проектуються.

K_{ϕ} - поправочний коефіцієнт при невідповідності фактичних і нормативних форматів технічної документації.

Розрахуємо трудомісткість проектування робочих креслень деталей 2-ої групи складності, що входять в прилад, що проектується. В проектування виробів із значними конструктивними змінами окремих складальних частин з новими розмірними параметрами.

Для вузлів групи новизни В і Г. Кількість оригінальних деталей 2-ої групи складності - $D_o = 8$. Кількість запозичених уніфікованих деталей $D_z = 10$. Обчислюємо кількість облікових одиниць: $D_{ум} = 8 \cdot 1,0 + 10 \cdot 0,3 = 11$.

Норма часу на одну облікову одиницю 2-ої групи складності, групи новизни В становить: $N_{чк} = 3,1$ люд.-год, $K_c = 1,2$; $K_r = 1,0$; $K_{\phi} = 1,0$.

Тоді трудомісткість загального обсягу робіт по даному етапу конструкторської підготовки складає:

$$T_{кі} = 3,1 \cdot 11 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 40,92 \text{ люд.-год} = 5,8 \text{ люд.-днів.}$$

Результати обчислень зводимо в таблицю 4.1. (для інших етапів конструкторської підготовки виробництва).

Таблиця 4.1

Назва конструкторської документації	Стадії проектування	К-сть облік. Одиниць	Норма часу на 1 обл.один. люд.-год.	Труд-сть заг.обсягу робіт люд.-год	Квалі-фікац. Виконавців
1	2	3	4	5	6
Технічне завдання	технічне завдання	1	46,0	46,0	ведуч.інж.-конструк.
Робочі креслення деталей 1-ї групи складності	робочий проект	6,5	2,6	16,9	інж.-кон. III катег.
Робочі креслення деталей 2-ї групи складності	-//-	11,0	3,1	34,1	-//- III-катег.
Робочі креслення деталей 3-ї групи складності	-//-	6	4,2	25,2	-//- III-катег.

Продовження попередньої таблиці 4.1

Робочі креслення деталей 4-ї групи складності	-//-	2	6,0	12,0	-//- II-катег.
1	2	3	4	5	6
Складальні креслення вуз-лів 2-ї групи складності	-//-	4,2	3,1	13,0	-//- III-катег.
Складальні креслення вуз-лів 3-ї групи складності	-//-	2,4	4,2	10,0	-//- II-катег.
Складальні креслення приладу	-//-	6,2	4,2	26,0	-//- II-катег.
Технічний паспорт на пристрій	-//-	1	96,0	96,0	ведуч.інж. -конструк
Монтажні креслення	-//-	2	4,0	8,0	-//- II-катег.
Електричні схеми	-//-	1	85,0	85,0	-//- I-катег.
Участь у відладці дослідного взірця		-	6% Нч роб.пр.	22,3	-//- II-катег.
Коректування технічної документації		-	14% Нч доб.роб.	52,1	-//- III-катег.
Копірувально-монтажні роботи		-	9% Нч кон.роб.	37,6	копіру- вальники
СУМАРНА ТРУДОМІСТКІСТЬ		-		530,2 люд.-год	-

4.2.2 Визначення трудомісткості та обсягу робіт технологічної підготовки виробництва

У відповідності з ЄСТПВ встановлені такі етапи технологічної підготовки виробництва: технологічний контроль креслень (враховано при визначенні трудомісткості конструкторської підготовки), складання міжцехових технологічних маршрутів, розробка технологічних процесів, проектування та виготовлення технологічного оснащення, наладка і впровадження технологічних процесів.

Трудомісткість окремих етапів технологічної підготовки визначається за формулою:

$$T_{ti} = N_{чт} \cdot N_d,$$

де, $N_{чт}$ - норма часу на проектування технологічного процесу виготовлення однієї деталі; N_d - кількість облікових одиниць (найменувань деталей).

Результати обрахунку трудомісткості технологічної підготовки зводимо в таблицю 4.2.

Етапи технологічної підготовки	К-сть облікових одиниць	Норма часу на 1 обл.один. люд.-год	Трудоміст. Загал.обс. робіт, люд.-год	Кваліфікація виконав.
Розробка маршрутної технології для деталей 1-ї групи складання	2	0,9	1,8	інж.-техн. III катег.
Розробка маршрутної технології:				
-деталей 2-ї групи складності	8	1,8	14,4	інж.-техн. III катег.
-деталей 3-ї групи складності	10	3,2	32,0	III катег.
-деталей 4-ї групи складності	2	5,7	11,4	II катег.
Розробка операційної технології:				
-деталей 1-ї групи складності	2	8,0	16,0	інж.-техн. III катег.
-деталей 2-ї групи складності	8	16,8	134,4	III катег.
-деталей 3-ї групи складності	10	27,6	276,0	III катег.
-деталей 4-ї групи складності	2	43,6	87,2	II катег.
Розробка операційної технології складання:				
-вузлів 2-ї групи складності	2	16,8	33,6	інж.-техн. II катег.
-вузлів 3-ї групи складності	2	27,6	55,2	Ведуч. інж.-техн.
-пристрою	1	27,6	27,6	

Продовження попередньої таблиці 4.2

Проектування оснащення	2	13,9	27,8	ведуч. інж.-техн.
Виготовлення оснащення	2	32,9	65,8	-
ВСЬОГО	-	-	755,4 люд.-год	

4.2.3 Складання сіткового графіка технічної підготовки виробництва

Визначаємо перелік подій і робіт по технічній підготовці та їх тривалість. При цьому приймаємо, що конструкторська підготовка виробництва здійснюється конструкторською групою у складі: ведучий інженер-конструктор - 1; інженер-конструктор I категорії - 1; інженер-конструктор II категорії - 1; інженер-конструктор III категорії - 2; копірувальники - 1; ВСЬОГО: 6 чоловік.

Технологічна підготовка здійснюється технологічним бюро у складі: ведучий інженер-технолог - 1; інженер-технолог II категорії - 2; інженер-технолог III категорії - 3; ВСЬОГО: 6 чоловік.

Будуємо сітковий графік та розраховуємо параметри сіткового графіка. На сітковому графіку над стрілкою, що сполучає кружки з вказуванням подій, показуємо тривалість роботи в днях, а під стрілкою в кружку - чисельність виконавців та їх кваліфікацію. Наприклад КIII - конструктор III-ї категорії, Вт - ведучий технолог і т.д. Фіктивні роботи показано лініями штриховими.

Аналізуючи сітковий графік технологічної підготовки виробництва, визначаємо: критичний шлях, що визначається послідовністю виконання таких робіт: 0-1-2-5-12-20; довжина критичного шляху становить:

$$T_{кр} = 5,75 + 8,01 + 2,0 + 20,85 + 6,11 = 42,7 \text{ днів.}$$

Проводимо оптимізацію сіткового графіка. Її можна виконати з метою скорочення кількості виконавців, або з метою зменшення критичного шляху, який визначає тривалість ТПВ. Так як чисельність виконавців задана, будемо зменшувати тривалість робіт, які лежать на критичному шляху, але при цьому враховуємо, що не допускається перекидати з однієї роботи на іншу виконавців

різних професій. Правда, при необхідності роботу нижчої кваліфікації може виконувати фахівець вищої кваліфікації.

З сіткового графіка видно, що повний резерв часу мають роботи 8-11 та 1-3. Ці резерви становлять: $T_{p8-11} = (8,01+2,0+20,85) - (1,5+1,43+10,9) = 17,03$ днів.
 $T_{p1-3} = 8,01 - 1,5 = 6,51$ днів.

Номер події	Перелік події	Код робіт	Етапи робіт	Труд-сть робіт, люд.-год	Чисел-сть виконавця	Тривалість робіт, днів
1	2	3	4	5	6	7
0	Початок ТПВ	0-1	Розробка технічного завдання	5,75	1 (вед.інж.-констр)	5,75
1	Технічне завдання на проектування видано	1-2	Розробка робочих креслень деталей 1-3-ї груп складності	16,15	2 (констр. III катег.)	8,01
		1-3	Розробка креслень на деталі 4-ї групи складності	1,5	1 (констр. II катег.)	1,5
		1-14	Розробка електричних схем	21,25	1 (констр. I катег.)	21,25
2	Робочі креслення деталей виконано	2-4	Розробка складальних креслень вузлів 2-ї групи складності	2,86	2 (констр. III катег.)	1,43
		2-5	Складальні креслення вузлів 3-ї складності	2,0	1 (констр. II катег.)	2,0
		2-6	Проектування оснащення на оригінальні деталі	5,21	1 (вед.інж.-технол.)	5,21
		2-7	Розробка маршрутної технології для деталей 1-3 груп складності	7,2	2 (технол.. III катег.)	3,6
3	Робочі креслення деталей 4-ї групи складності виконано	3-8	Розробка маршрутної технології для деталей 4-ї групи складності	1,43	1 (технол.. II катег.)	1,43
1	2	3	4	5	6	7

5	Складальні креслення вузлів виконано	5-9	Розробка складальних пристрою	5,35	1 (констр. II катег.)	5,35
7	Маршрутна технологія для деталей 1-3-ї груп складності	7-10	Розробка операційної технології для деталей 1-3-ї груп складності	70,85	3 (технол. II катег.)	23,6
8	Маршрутна технологія для деталей 4-ї групи складності	8-11	Розробка операційної технології для деталей 4-ї групи складності	10,9	1 (технол. II катег.)	10,9
		5-12	Розробка операційної технології для деталей 2-3-ї груп складності	20,85	1 (технол. II катег.)	20,85
9	Складальні креслення пристрою виконано	9-13	Розробка операційної технології складання та випробування пристрою	3,45	1 (вед.інж.-технол.)	3,45
		9-15	Розробка технічного паспорту на пристрій	12,0	1 (вед.інж.-технол.)	12,0
6	Оснащення на виготовлення деталей спроектовано	6-16	Виготовлення оснащення	12,34	-	12,34
14	Електричні схеми розроблено	14-17	Розробка монтажних схем	1,0	1 (констр. II катег.)	1,0
15	Технічний паспорт на пристрій розроблено	9-18	Відладка дослідного взірця	3,73	1 (констр. II катег.)	3,73
18	Дослідний взірець відладжено	18-19	Коректування конструкторської документації	8,7	2 (констр. III катег.)	4,3
19	Конструкторська документація спроектована	12-20	Копірувально-монтажні роботи	6,11	1 (копірув.)	6,11

Після виконання роботи 1-3 виконавця цієї роботи підключаємо на виконання роботи 1-2. Тоді тривалість роботи 1-2 після систематизації складає:
 $t_{1-2} = (8,01 - 6,51) + (6,51 \cdot 2/3) = 5,84$ днів.

Виконавця роботи 8-11 після її виконання перекидаємо на виконання роботи 5-12. Тоді тривалість роботи після оптимізації буде становити:

$$T_{p8-11} = (5,84 + 2,0 + 20,85) - (1,5 + 1,43 + 10,0) = 14,86 \text{ днів.}$$

$$T_{5-12} = (20,85 - 14,86) + (14,86 \cdot 1/2) = 13,42 \text{ днів.}$$

Будуємо сітковий графік після оптимізації. Переносимо копійчальні роботи із 12-20 на 15-20. Тоді довжина критичного шляху після оптимізації буде становити: $T_{кр}^0 = 5,75 + 5,84 + 2,0 + 5,35 + 12,0 + 6,11 = 37,5$ днів.

4.3 Визначення економічної ефективності нового приладу

4.3.1 Розрахунок затрат на виготовлення і використання нового приладу

4.3.1.1 Розрахунок затрат на виготовлення нового приладу

Затрати на виробництво нового приладу включають в себе наступні статті:

- сировина і матеріали (за мінусом повернутих відходів);
- куповані напівфабрикати і комплектуючі прилади;
- паливо і енергія на технологічні цілі;
- основна і додаткова заробітна плата виробничих робітників;
- нарахування на зарплату (органам соціального страхування, в фонд зайнятості);
- витрати на підготовку і освоєння виробництва;
- витрати на експлуатацію і утримання обладнання;
- цехові (загальновиробничі) витрати;
- заводські (загальногосподарські) витрати;
- інші виробничі витрати;
- позавиробничі витрати.

Затрати на сировину і матеріали розраховуються на основі норм їх витрат і відповідних оптових цін за формулою:

$$M_3 = \sum N_{Mi} \cdot C_{oi},$$

де, N_{Mi} - норма затраті і-х сировини і матеріалу на прилад; C_{oi} - оптова ціна за одиницю і-го матеріалу; n - кількість найменувань сировини і матеріалу.

Із визначеної суми затрат вираховуємо величину повернутих відходів (2-3% від затрат сировини і матеріалів). До отриманого результату додаємо транспортно-заготівельні затрати на рівні 10% преїскурантної вартості.

Результати розрахунку затрат на сировину і матеріали зводимо в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Одиниці виміру	Норма витрат на виг. прил.	Ціна за одиницю грн.	Затрати матер. грн.	Величина відход. грн.	Затрати матер. без від. грн.	Транс.-загот. Витрати грн.	Загал. сума витрат на 1 пр. грн.
1.	Лист 0,5мм, ст.3	Кг	0,729	0,92	0,670	0,033	0,637	0,064	0,701
2.	Лист 1,5мм, ст.3	Кг	0,9	0,825	0,742	0,037	0,705	0,07	0,775
3.	Лист 6мм, ст.4	Кг	0,545	0,785	0,427	0,021	0,406	0,04	0,41
4.	Лист 12мм, ст.3	Кг	1,04	0,78	0,811	0,041	0,77	0,077	0,847
5.	Лист 40мм, ст3	Кг	1,34	0,78	1,04	0,05	0,99	0,01	1,00
6.	Лист 2,5мм, 30ХГТ	Кг	0,121	2,16	0,261	0,013	0,248	0,025	0,273
7.	Дріт d1,2мм, 60Г	м/п	0,235	0,88	0,206	0,01	0,196	0,02	0,216
8.	Круг d5мм, 40 ХВ	Кг	0,5	2,05	1,02	0,05	1,97	0,02	2,01
9.	Круг d30мм, ст.3	Кг	0,206	0,75	0,155	0,005	0,15	0,015	0,165
10.	Круг d25мм, АЛ4-1	Кг	0,06	2,40	0,144	0,004	0,14	0,014	0,154
11.	Круг d1,0мм, Бр..52	Кг	0,082	4,60	0,377	0,011	0,366	0,037	0,403
12.	Круг d6мм, 38НС	Кг	0,123	5,11	0,628	0,03	0,598	0,06	0,604
13.	Політилен в.тиску	Кг	0,6	1,22	0,732	0,07	0,662	0,07	0,732
14.	Трубка ПВХ	м/п	0,34	0,22	0,075	-	0,075	0,008	0,083
15.	Емаль МЛ12	Кг	0,04	3,67	0,147	-	0,147	0,015	0,162
	ВСЬОГО	-	-	-	7,435	0,37	8,01	0,525	8,535

Розраховуємо вартість купованих напівфабрикатів і виробів.

Розраховану вартість збільшуємо на величину транспортно-заготівельних витрат в розмірі 10% від преїскурантної вартості. Результати зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Одиниці виміру	Кі-сть виробів на вигот. 1 приладу	Ціна за одиницю грн.	Затрати матер. грн.	Транс.-загот. витрати грн.	Загал. сума витрат на 1 пр. грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Манометр	Шт	1	35,80	35,80	3,58	39,38
2.	Елемен. R6 ГОСТ 12333-74	Шт	4	5,48	21,92	2,19	24,11
3.	Ложемент	Шт	1	2,35	2,35	0,23	2,58
4.	Мембрана МК-12	Шт	1	1,15	1,15	0,11	1,26
5.	Ніпель	шт	1	2,68	2,68	0,26	2,94
6.	Окуляр	шт	2	4,35	8,70	0,87	9,57
7.	Пружина d2мм, 100x40	Шт	3	1,50	4,50	0,45	4,95
8.	Шток	Шт	1	3,18	3,18	0,32	3,50
9.	Штуцер	Шт	1	2,70	2,70	0,27	2,97
10.	Кільце ущільнююче 007-010-19-2-3	Шт	5	0,28	1,40	0,14	1,54
11.	Гайка М8	Шт	10	0,12	1,2	0,12	1,32
12.	Гвинт М4x16	Шт	10	0,25	2,5	0,25	2,75
13.	Гвинт М5x16	Шт	2	0,27	0,54	0,05	0,59
14.	Резистор МЛТ-0,125-1,5кОм	Шт	2	0,10	0,20	0,02	0,22
15.	Світлодіод АЛ-102Б	Шт	2	0,25	0,50	0,05	0,55
16.	Футляр (шкірозамін.)	Шт	1	8,72	8,72	0,87	9,59
	ВСЬОГО				98,06	9,76	107,82

Затрати на паливо на технологічні цілі і даному приладі відсутні.

Затрати на електроенергію розраховуємо за формулою:

$$Z_{\text{ет}} = H_e \cdot T_e,$$

де H_e - норма витрат електроенергії на одиницю виробу, кВт · год; $T_e = 0,143$ грн. - тариф за 1 кВт · год на момент виробництва. $Z_{\text{ет}} = 112,5 \cdot 0,143 = 16,08$ грн.

Затрати на основну заробітну плату виробничих робітників, що зайняті у виготовленні приладу, визначаються на основі даних про трудомісткість виготовлення всіх деталей по видах робіт, величину тарифних ставок відповідних розрядів та процент доплат, що входять до основної зарплати робітників за формулою:

$$Z_o = \sum T_i \cdot T_{ci} \cdot K_d \quad (i = 1 \text{ до } n),$$

де: Z_o - затрати на основну зарплату; T_i - трудомісткість і-х видів робіт по виготовленню приладу; T_{ci} - величина тарифної ставки, яка відповідає середньому тарифному розрядові і-х видів робіт; K_d - коефіцієнти доплат, що входять до основної заробітної плати (премії, доплати за роботу в нічний час, доплати незвільненим бригадирам і т.п.); n - кількість видів робіт.

Величина тарифної ставки, яка відповідає середньому тарифному розрядові і-х видів робіт визначається за формулою:

$$T_{ci} = T_{c1} \cdot T_{kc},$$

де: T_{c1} - величина тарифної ставки 1-го розряду;

T_{kc} - середній тарифний коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$T_{kc} = \sum (K_i \cdot T_{ij}) / \sum T_{ij} \quad (i = 1 \text{ до } p),$$

де: K_i - тарифні коефіцієнти і-х розрядів; T_{ij} - трудомісткість і-х робіт j-х розрядів; p - кількість розрядів.

Результати розрахунку трудомісткості робіт по виготовленню приладу зводимо в таблицю 4.6.

Таблиця 4.6

№ п/п	Перелік деталей та вузлів, що виготовляються	Трудомісткість робіт, нормо-год							
		Загот.	Мех.	Гальв.	Терм.	Слюс.-склад.	Елект. МОНТ.	Фарбу-вальн.	Регулюв.
1.	Основи, шасі, кронш-тейни, планки, пластини	1,42	19,54	3,12	2,03	-	-	-	-
2.	Осі, валики, стержні	2,19	9,6	2,08	4,4	-	-	-	-
3.	Шаби, гвинти, гайки, прокладки	1,55	6,1	1,16	1,4	-	-	-	-
4.	Пружини, фіксатори	0,95	0,64	0,22	0,64	-	-	-	-
5.	Корпуси	2,65	18,15	3,03	3,5	-	-	0,40	-
6.	Базовий вузол	-	-	-	-	1,66	-	-	-
7.	Вимірювальний пристрій	-	-	-	-	2,42	-	-	0,25
8.	Вузол діагностики	-	-	-	-	1,12	2,15	-	0,35
	ВСЬОГО нормо-год	8,76	54,03	9,61	11,97	5,2	2,15	0,40	0,7

Коефіцієнт доплат, що входять до основної зарплати приймаємо рівним 1,35.

Додаткова зарплата виробничих робітників розраховується в процентах до основної зарплати, і приймаємо її рівною 10% від основної.

Розрахунок затрат на зарплату основних робітників зводимо в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7

№ п/п	Види робіт та розряди	Труд-сть робіт, нор.-год	Год.та р. ставка відп.р оз. грн.	Велич и-на тар. Зарп-ти, грн.	Кое-ент доплат и до снов-ного	Основ на зарпла т.грн.	Кое-ент додатк. зарплат и	Додат к. зарпла -та, грн.	Сума основ. і додат., грн
1.	Заготівельні	8,76	-	5,15					
	2-й розряд	6,57	0,56	3,68	x	x	x	x	x
	3-й розряд	2,19	0,67	1,47					
2.	Механічні	54,03	-	38,38					
	2-й розряд	19,54	0,59	11,52	x	x	x	x	x
	3-й розряд	16,34	0,71	11,60					
	4-й розряд	18,15	0,84	15,25					

Продовження попередньої таблиці 4.7

3.	Гальванічні 3-й розряд 4-й розряд	9,61 3,46 6,15	- 0,61 0,73	6,6 2,11 4,49	x x x	x x x	x x x	x x x	x x x
4.	Термообробк а 3-й розряд	11,97 11,97	- 0,61	7,30 7,30	x x	x x	x x	x x	x x
5.	Слюсарно- склад. 3-й розряд	5,2 5,2	- 0,64	3,33 3,33	x x	x x	x x	x x	x x
6.	Електромонт ажні 3-й розряд	2,75 2,75	- 0,69	1,90 1,90	x x	x x	x x	x x	x x
7.	Фарбувальні 2-й розряд	0,40 0,40	- 0,58	0,23 0,23	x x	x x	x x	x x	x x
8.	Регулювальн і 5-й розряд	0,7 0,7	- 0,93	0,65 0,65	x x	x x	x x	x x	x x
	ВСЬОГО	93,42	x	63,54	1,35	85,78	0,1	8,58	94,36

Затрати на підготовку і освоєння виробництва розраховуємо по основній і додатковій зарплаті працівників, зайнятих ТПВ.

Визначаємо чисельність працівників по професіях і кваліфікації за формулою:

$$\text{ЧП}_{\text{Ті}} = \text{T}_{\text{Ті}} / \text{Б}_\text{ч} \cdot \text{К}_{\text{ВН}},$$

де: $\text{T}_{\text{Ті}}$ – трудомісткість і-го етапу технічної підготовки (беремо із таблиць 1.2, 1.3); $\text{Б}_\text{ч}$ - плановий річний бюджет часу одного працівника; $\text{К}_{\text{ВН}} = 1,05$ - коефіцієнт виконання норм часу працівниками.

Чисельність конструкторів III категорії: $\text{Ч}_{\text{кIII}} = 221,7/1860 \cdot 1,05 = 0,114$.

Чисельність конструкторів II категорії: $\text{Ч}_{\text{кII}} = 108,6/1860 \cdot 1,05 = 0,056$.

Чисельність конструкторів I категорії: $\text{Ч}_{\text{кI}} = 170,0/1860 \cdot 1,05 = 0,087$.

Ведучих конструкторів: $\text{Ч}_{\text{вк}} = 142,0/1860 \cdot 1,05 = 0,073$.

Чисельність технологів III категорії: $\text{Ч}_{\text{тIII}} = 532,2/1860 \cdot 1,05 = 0,272$.

Чисельність технологів II категорії: $\text{Ч}_{\text{тII}} = 654,0/1860 \cdot 1,05 = 0,33$.

Ведучих технологів: $\text{Ч}_{\text{вт}} = 124,2/1860 \cdot 1,05 = 0,06$.

Копірувальників: $\text{Ч}_{\text{кп}} = 48,9/1860 \cdot 1,05 = 0,025$.

Розраховуємо суму зарплати працівників за окладами:

$$\text{З}_{\text{по}} = \sum O_i \cdot \text{Ч}_{\text{пті}} \cdot 12 \quad (i = 1 \text{ до } p),$$

де: O_i - розмір місячних окладів i -ї категорії працівників.

$$\begin{aligned} \text{З}_{\text{по}} = & (145 \cdot 0,114 + 165 \cdot 0,056 + 180 \cdot 0,087 + 200 \cdot 0,073 + 140 \cdot 0,272 + 160 \cdot 0,33 + 195 \cdot 0,06 + \\ & + 100 \cdot 0,025) \cdot 12 = (16,53 + 9,24 + 15,66 + 14,60 + 38,08 + 52,8 + 11,7 + 2,5) \cdot 12 = 1933,32 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Визначаємо величину основної і додаткової зарплати працівників:

$$\text{З}_{\text{под}} = \text{З}_{\text{по}} \cdot (1 + \text{К}_{\text{д}}) = 1933,32 \cdot (1 + 0,15) = 2223,32 \text{ грн.}$$

Знаючи питому вагу (процентне співвідношення) основної і додаткової зарплати в зарплатах на підготовку і освоєння приладу-аналога, величина затрат на підготовку і виробництво нового приладу визначається за формулою:

$$\text{З}_{\text{по}} = \text{З}_{\text{под}} \cdot 100 / \text{З}_{\text{гв}} = 2223,32 \cdot 100 / 55 = 4042,4 \text{ грн.}$$

Затрати на експлуатацію обладнання приймаємо на рівні 200% від основної зарплати робітників.

Аналогічно: цехові затрати - 160%; загальнозаводські затрати - 210%. Інші виробничі затрати приймаємо на рівні 2% від заводської собівартості, позавиробничі затрати - 1% цієї собівартості. Відрахування соцстраху 37% від суми основної і додаткової зарплати Розрахунок поточних затрат на виготовлення приладу зводимо у таблицю 4.8.

Таблиця 4.8

Таблиця 4.8

№ п/п	Калькуляційні статті	Сума затрат по варіантах	
		базовий варіант	Проектний варіант
1.	Сировина і матеріали за мінусом відходів	10,15	8,54
2.	Куповані напівфабрикати і комплектуючі вироби	123,46	107,82
3.	Енергія на технологічні цілі	18,24	16,08
4.	Основна і додаткова зарплати виробничих робітників	108,14	94,36
5.	Нарахування на зарплату	40,01	34,91
6.	Витрати на підготовку і освоєння виробництва	3844,5	4042,4
7.	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	216,28	171,56
8.	Цехові витрати	173,02	137,25
9.	Загальнозаводські витрати	227,1	180,14
10.	Інші виробничі витрати	95,17	95,86
11.	Позавиробничі витрати	47,59	47,93
	ПОВНА СОБІВАРТІСТЬ	4901,66	4936,85

4.3.1.2 Визначення лімітної ціни нового приладу та затрат на експлуатацію

Лімітна ціна - це максимальна оптова ціна, яка відповідає певним техніко-економічним параметрам нового приладу, відображає покращення його споживчих властивостей в порівнянні із зразками, що замінюються і зацікавлює споживача нового приладу в його використанні. Вона розраховується за формулою:

$$Ц_{л} = C_{мп} + П_{н},$$

де $C_{мп}$ - максимальний рівень повної собівартості нового приладу; $П_n$ - нормативна величина прибутку.

Приймаємо $П_n = 0,15 \cdot C_{пн}$, де $C_{пн}$ - повна собівартість нового приладу.

Максимальний рівень повної собівартості нового приладу дорівнює:

$$C_{мп} = 0,85 \cdot C_{па} \cdot П_k,$$

де $C_{па}$ - повна собівартість приладу-взірця, що замінюється новим; 0,85 - нормативний коефіцієнт відносного здешевлення нового приладу.

Лімітна ціна нового приладу складе: $Ц_l = C_{мп} + П_n = 0,85 \cdot C_{па} \cdot П_k + 0,15 \cdot C_{пн}$

де $П_k = 1,35$ - комплексний показник якості нового приладу.

Тоді отримаємо: $Ц_l = 0,85 \cdot 4901,66 \cdot 1,35 + 0,15 \cdot 4936,85 = 6365,17$ грн.

4.3.1.3 Визначення затрат на експлуатацію приладу

Визначаємо затрати на експлуатацію за один рік його експлуатації за формулою:

$$З_{еп} = ПЗ_{ев} + K_t - Л_t,$$

де $ПЗ_{ев}$ – поточні затрати по експлуатації приладу за 1 рік; K_t – разові (капітальні) затрати при використанні приладу за цей же період. Ці затрати складаються із його оптової ціни з врахуванням затрат на доставку і монтаж в розмірі 10%:

- для базового приладу: $Ц_б = C_{па} + 0,15 \cdot C_{па} = 1,15 \cdot 4901,66 = 5636,91$ грн.

$$K_t^б = 1,1 \cdot Ц_б = 1,1 \cdot 5636,91 = 6200,60 \text{ грн.}$$

- для нового приладу: $Ц_n = C_{па} + 0,15 \cdot C_{па} = 1,15 \cdot 4936,85 = 5677,37$ грн.

$$K_t^n = 1,1 \cdot Ц_n = 1,1 \cdot 5677,37 = 6245,11 \text{ грн.}$$

$Л_t$ – залишкова вартість приладу на кінець першого року експлуатації:

- для базового варіанту: $Л_t^б = Ц_б - K_a \cdot Ц_б$, де $K_a = 11\%$ (додаток 11, л.[26]) – норма амортизаційних відрахувань на прилади для вимірювання герметичності вузлів.

$$Л_t^б = 5636,91 - 0,11 \cdot 5636,91 = 5019,52 \text{ грн.}$$

- для нового приладу: $L_t^H = 5677,37 - 0,11 \cdot 5677,37 = 5052,86$ грн.

Величина поточних експлуатаційних затрат за рік служби приладу складається з таких статей:

$$ПЗ_{ев} = Z_{мо} + Z_{мд} + Z_{зп} + Z_{е} + Z_{р} + Z_{і} + Z_{б} + Z_{п} + Z_{уп},$$

де $Z_{мо}$ - затрати на основні матеріали за рік; $Z_{мд}$ - затрати на допоміжні матеріали; $Z_{зп}$ - затрати на основну і додаткову зарплату з нарахуванням; $Z_{е}$ - затрати по всіх видах енергії як приладу, так і технологічного процесу, де застосовується прилад; $Z_{р}$ - затрати на ремонт приладу і технологічного обладнання, якщо використання приладу вплинуло на виробничий процес; $Z_{і}$ - затрати на інструмент, використаний для обробки і вимірювання; $Z_{б}$ - затрати від браку на першому році експлуатації; $Z_{п}$ - затрати на періодичні перевірки і наладку приладу; $Z_{уп}$ - умовно-постійні затрати на перший рік експлуатації приладу.

При експлуатації розрахунку поточних затрат по експлуатації приладу враховуємо наступні фактори:

1. В зв'язку з тим, що прилад використовується на останньому етапі технологічного процесу для контролю герметичності з'єднань деталей, то затрати на основні та допоміжні матеріали в базовому і проектному варіантах не відрізняються. Тому ці затрати при розрахунку не визначаємо.
2. Визначаємо затрати на основну і додаткову зарплату для базового приладу по формулі:

$$Z_{зп}^6 = (t_1/60) \cdot TC_i \cdot (1+K_{до}) \cdot (1+K_{дд}) \cdot (1+K_{вз}) \cdot П_1,$$
 де $t_1 = 1,05$ хв - час вимірювальної дії приладу по базовому варіанті; ($t_2 = 0,9$ хв - час вимірювальної дії нового приладу); $TC_i = 0,84$ грн. - годинна тарифна ставка оператора IV розряду; $K_{до} = 0,4$ - коефіцієнт доплат до основної зарплати; $K_{дд} = 0,11$ - коефіцієнт додаткової зарплати; $K_{вз} = 0,37$ - сума відрахувань від основної зарплати; $П_1 = 500$ шт/рік - річна програма контролю

виробів при використанні базового приладу; $\Pi_2 = 800$ шт/рік - річна програма контролю виробів при використанні нового приладу.

Тоді для базового варіанту отримуємо: $Z_{зп}^6 = 1,05/60 \cdot 0,84 \cdot (1+0,4) \cdot (1+0,11) \cdot (1+0,37) \cdot 500 = 15,65$ грн.

Для проектного варіанту отримуємо: $Z_{зп}^H = 0,9/60 \cdot 0,84 \cdot (1+0,4) \cdot (1+0,11) \cdot (1+0,37) \cdot 800 = 21,45$ грн.

3. Розраховуємо затрати на електроенергію за формулою:

$$Z_e = M_1 \cdot (t_1/60) \cdot \Pi_1 \cdot E_e,$$

де $M_1 = 0,85$ кВт - потужність, яку споживає базовий прилад ($M_2 = 1,2$ кВт - потужність, яку споживає новий прилад).

Для базового приладу: $Z_e^6 = 0,85 \cdot (1,05/60) \cdot 500 \cdot 0,143 = 1,06$ грн.

Для нового приладу: $Z_e^H = 1,2 \cdot (0,9/60) \cdot 800 \cdot 0,143 = 2,06$ грн.

4. Затрати на ремонт приладу і технологічного обладнання обрховується за формулою:

$$Z_p = Z_{рп} + Z_{ро},$$

де $Z_{рп}$ – затрати на ремонт приладу; $Z_{ро}$ – затрати на ремонт технологічного обладнання.

Затрати на ремонт базового приладу приймаємо в процентах від його оптової ціни: $Z_p^6 = 0,09 \cdot Ц_6 = 0,09 \cdot 6200,60 = 558,05$ грн.

Для базового приладу: $Z_{рп}^6 = Z_p^6 \cdot \Pi_2/\Pi_1 \cdot K_{пн} \cdot K_{еф},$

де $K_{пн}$ – коефіцієнт, що характеризує зростання продуктивності робочого процесу, в якому використані нові прилади підвищеної надійності; $K_{пн} = 1,2$; $K_{еф} = 1,1$ – коефіцієнт, який характеризує долю зменшення затрат на ремонт нового приладу при підвищенні його надійності.

$Z_{рп}^6 = 558,05 \cdot 800/500 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 1178,60$ грн.

Для нового приладу: $Z_{рп}^H = 0,09 \cdot Ц_н^H = 0,09 \cdot 5677,37 = 510,96$ грн.

Затрати на ремонт технологічного обладнання:

- для базового варіанта: $Z_{ро}^6 = (B_{то}^6 \cdot P)/100 \cdot \Pi_2/\Pi_1$, $P=8\%$ - процент затрат на всі види ремонтів до вартості технологічного обладнання.

Дані затрати розраховуємо для обладнання операції контролю: $Z_{po}^{\delta} = (840 \cdot 8)/100 \cdot 800/500 = 107,52$.

- для проектного варіанту необхідно враховувати вартість ремонтів додаткового технологічного обладнання (гідравліки): $Z_{po}^H = ((740,8 + 325,2) \cdot 8)/100 = 85,28$ грн.

Сумарні затрати на всі види ремонтів складають:

- для базового приладу: $Z_p^{\delta} = 1178,60 + 107,52 = 1286,12$ грн.

- для нового приладу: $Z_p^H = 510,96 + 85,28 = 596,24$ грн.

5. Затрати на обробний і вимірювальний інструмент в обох варіантах однакові, тому їх не розраховуємо.

6. Втрати від браку визначаємо по методиці л.[26], стор.23,24. При цьому визначаємо для базового приладу:

Втрати обумовлені певним рівнем: $Z_H^{\delta} = V_{бр} \cdot T_p \cdot P_{вб}$,

де $V_{бр} = 2,64$ грн. - вартість браку в результаті одного відказу; $T_p = (t_1/60) \cdot \Pi_2 = 1,05/60 \cdot 800 = 14,0$ - число годин роботи приладу на протязі року; $P_{вб} = 0,038$ - параметр потоку відказів приладу, що замінюється визначається:

$Z_{бн}^{\delta} = 2,64 \cdot 14,0 \cdot 0,038 = 1,40$ грн.

- втрати обумовлені відповідними рівнями точності вимірювання параметру при пасивному контролі браку:

$Z_{бт}^{\delta} = C_6 \cdot \Pi_2 \cdot V_6/100$,

де $C_6 = 2,30$ грн. - вартість одиниці контрольованої продукції; V_6 - процент невикористаного браку, який обумовлений неточністю вимірювання.

$Z_{бт}^{\delta} = 2,30 \cdot 800 \cdot 3,2/100 = 58,88$ грн.

Для нового приладу: $Z_{бн}^H = 2,64 \cdot 800 \cdot 1,05/100 \cdot 0,051 = 1,13$ грн

$Z_{бт}^{\delta} = 2,64 \cdot 800 \cdot 1,8/100 = 38,01$ грн.

Сумарні втрати від браку складають: - для базового приладу:

$Z_6^{\delta} = 1,40 + 58,88 = 60,22$ грн.

- для нового приладу: $Z_6^H = 1,13 + 38,01 = 39,14$ грн.

7. Затрати на періодичні перевірки приладу визначаємо на основі преїскуранту перевірочних робіт Держстандарту.

- для базового приладу: $Z_{п}^{\text{б}} = N_{п} \cdot Z_{пш}^{\text{б}} \cdot \Pi_2/\Pi_1 = 1 \cdot 15,8 \cdot 800/500 = 25,28$ грн.

де $N_{п}$ – кількість перевірок на рік; $Z_{пш}^{\text{б}}$ – затрати на одну перевірку приладу.

- для нового приладу: $Z_{п}^{\text{н}} = N_{п} \cdot Z_{пш}^{\text{н}} = 1 \cdot 22,34 = 22,34$ грн.

8. Величина умовно-постійних затрат з врахуванням зростання продуктивності нового приладу визначається за формулою:

- для базового приладу: $Z_{п}^{\text{б}} = Z_{уп}^{\text{'}} \cdot (\Pi_2/\Pi_1 - (\Pi_2/\Pi_1 - 1) \cdot K_{уп})$,

де $Z_{уп}^{\text{'}}$ – величина умовно-постійних затрат без врахування приросту продуктивності нового приладу; $K_{уп}$ – коефіцієнт, який враховує долю приросту умовно-постійних затрат на 1% приросту продуктивності нового приладу.

$Z_{п}^{\text{б}} = 68,4 \cdot (800/500 - (800/500 - 1) \cdot 0,6) = 84,81$ грн.

- для нового приладу: $Z_{п}^{\text{б}} = Z_{уп}^{\text{'}} = 68,4$ грн.

Визначаємо сумарні поточні затрати на експлуатацію приладу, сумуючи величини, розраховані в п.п.1-8 даного підрозділу:

- для базового варіанту: $\Pi Z_{\text{ев}} = 15,65 + 1,06 + 1286,12 + 60,22 + 25,28 + 84,81 = 1473,14$ грн.

- для проектного варіанту: $21,45 + 2,06 + 596,24 + 39,14 + 22,34 + 68,4 = 749,63$ грн.

З врахуванням разових капітальних затрат за мінусом залишкової вартості, одержимо:

- для базового приладу: $Z_{\text{ет}}^{\text{б}} = 1473,14 + 6200,60 - 5019,52 = 2654,22$ грн.

- для проектного приладу: $Z_{\text{ет}}^{\text{н}} = 749,63 + 6245,11 - 5052,86 = 1941,88$ грн.

4.3.2 Розрахунок економічного ефекту від виготовлення і експлуатації приладу

4.3.2.1 Економічний ефект від виготовлення приладу

Економічний ефект від виготовлення приладу розраховуємо за формулою:

$E_{\text{в}} = (\Pi_{\text{н}} - Z_{\text{нв}}) - (\Pi_{\text{б}} - Z_{\text{бв}}) = (5677,91 - 4936,85) - (5636,91 - 4901,66) = 5,81$ грн.

4.3.2.2. Економічний ефект від експлуатації приладу

Економічний ефект від експлуатації приладу визначаємо за формулою:

$$E_e = Z_{\text{еп}}^{\text{б}} \cdot T_{\text{C1}} / T_{\text{C2}} - Z_{\text{еп}}^{\text{н}},$$

де $T_{\text{C1}}, T_{\text{C2}}$ – строки служби відповідно базового і нового приладів.

Строк служби приладу визначається за формулою:

$$T_c = 100 \cdot (P_B + B_d - L_B) / P_B \cdot N_a,$$

де P_B – початкова вартість приладу, яка визначається оптовою ціною з включенням до неї затрат на доставку і монтаж в розмірі 10% від ціни.

$$P_B^{\text{б}} = 5636,91 \cdot 1,1 = 6203,90 \text{ грн. } P_B^{\text{н}} = 5677,31 \cdot 1,1 = 6245,04 \text{ грн.}$$

B_d - вартість демонтажу (приймаємо 1% від оптової ціни);

$$B_d^{\text{б}} = 5639,91 \cdot 0,01 = 56,40 \text{ грн. } B_d^{\text{н}} = 5677,31 \cdot 0,01 = 56,77 \text{ грн.}$$

L_B - ліквідаційна вартість (2% від оптової ціни);

$$L_B^{\text{б}} = 5639,91 \cdot 0,02 = 122,80 \text{ грн. } L_B^{\text{н}} = 5677,31 \cdot 0,02 = 123,54 \text{ грн.}$$

$N_a = 11\%$ (додаток 11, л.[1] – норма амортизації. Тоді отримаємо:

$$T_{\text{C1}} = 100 \cdot (6203,90 + 56,40 - 122,80) / 6203,90 \cdot 11 = 9 \text{ років.}$$

$$T_{\text{C2}} = 100 \cdot (6245,04 + 56,77 - 123,54) / 6245,04 \cdot 11 = 9,1 \text{ років.}$$

Економічний ефект від експлуатації приладу складає:

$$E_e = 2654,22 \cdot 9,1/9 - 1941,88 = 741,6 \text{ грн}$$

Загальний економічний ефект від виробництва і експлуатації приладу становить: $E_{\text{вс}} = E_B + E_e = 5,81 + 741,6 = 747,41 \text{ грн.}$

4.4 Техніко-економічні показники порівнюваних варіантів

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Показники		Результат +/-
			Базовий	Проект.	
1.	Строк служби	Років	9	9,1	+0,1
2.	Комплексний показник якості	-	1	1,05	+0,35
3.	Оптова ціна	грн.	5636,91	5677,31	+40,4
4.	Затрати на виготовлення	грн.	4901,66	4936,85	+35,19
5.	Поточні експлуатаційні затрати	грн.	2654,22	1941,88	-712,43
6.	Разові (капітальні) експлуатаційні затрати	грн.	6200,60	6245,11	+44,51
7.	Залишкова вартість	грн.	5019,52	5052,86	+33,34
8.	Економічний ефект	грн.	-	747,41	+747,41

Висновки

Проведений техніко-економічний аналіз проектування, виготовлення та експлуатації нового приладу можна зробити наступні висновки.

1. Затрати на технічну підготовку нового приладу вищі ніж у базовому варіанті.
2. Собівартість нового приладу вища, ніж у базовому варіанті, по причині більших затрат на ТПВ.
3. Економічний ефект від виробництва нового приладу є практично однаковий, як і в базовому варіанті.
4. Економічний ефект при експлуатації приладу досягається за рахунок суттєвого зменшення затрат на ремонт нового приладу, втрат від браку при застосуванні, а також підвищення продуктивності нового приладу, що впливає на всі види експлуатаційних затрат в сторони їх зменшення.

Перелічені фактори і дані техніко-економічних показників дають можливість зробити висновок про доцільність впровадження нового приладу у виробництво і експлуатацію.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Загальні положення

Поняття охорони праці визначається ст.1 Закону України "Про охорону праці". Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності."

Законодавство України про охорону праці складається із: Закону України "Про охорону праці", "Кодексу законів про працю України", Закону "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", Закону України "Про пожежну безпеку", "Норм радіаційної безпеки України" та інших нормативно-правових актів, які регулюють взаємовідносини між різними суб'єктами права у сфері охорони праці.

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до законодавства України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв;
- соціального захисту працівників, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- адаптації трудових процесів до можливостей працівника.

5.2 Проектування та розрахунок штучного освітлення виробничих приміщень

Проектування та розрахунок штучного освітлення здійснюється у наступній послідовності:

1. Обирається система освітлення.

Штучне освітлення проектується двох систем: загальне та комбіноване (коли до загального освітлення додається місцеве освітлення робочих місць). Система загального освітлення застосовується у виробничих приміщеннях з невисоким рівнем освітленості (до 150 лк, V - VIII розряд зорових робіт).

В приміщеннях з I-IV розрядом зорових робіт слід застосовувати, як правило, систему комбінованого освітлення. Передбачати для них систему загального освітлення допускається при технічній неможливості або недоцільності місцевого освітлення.

2. Обираються нормовані параметри освітлення (освітленість, якісні показники освітлення: коефіцієнт пульсації, коефіцієнт нерівномірності освітлення) згідно [] БНіП II-4-79. Освітленість робочої поверхні, що створюється світильниками загального освітлення у системі комбінованого, повинна складати 10% нормованої.

3. Обирається тип джерела світла та тип світильника. В освітлювальних установках, призначених для освітлення підприємств, у якості джерела світла широко використовуються лампи розжарювання та газорозрядні лампи.

Порівняльна характеристика ламп розжарювання та газорозрядних ламп приведена нижче:

Лампи розжарювання

Переваги:	Недоліки:
<ul style="list-style-type: none"> - простота включення; - низька вартість; - безінерційність; - простота утилізації; - широкий діапазон потужностей та напруг. 	<ul style="list-style-type: none"> - низький коефіцієнт корисної дії (5%), відносяться до теплових джерел світла; - низька світловіддача - до 20 лм/Вт; - низький час служби (до 1000г); - промені переважно червоної та оранжевої частини спектра; - великий нагрів (до 1400 С та вище), що робить їх пожежобезпечними.

Газорозрядні лампи

Переваги:	Недоліки:
<ul style="list-style-type: none"> - більш високий час служіння (8-14 тис. г); - може бути отриманий люмінесцентний спектр; - світлова віддача (до 100 лм/Вт); - температура нагрівання ламп до 30-600 С. 	<ul style="list-style-type: none"> - складність включення; - пульсація світлового потоку; - інерційність; - працюють тільки від мережі змінного струму; - впевнена робота тільки при температурі більше +10°С; - стробоскопічний ефект.

До основних характеристик джерел світла відносяться:
номінальна напруга, В;

електрична потужність, Ват;

світловий потік, лм;

світлова віддача, лм/Вт (даний параметр є головною характеристикою економічності джерела світла);

час служби ,год.

Тип джерела світла на підприємствах обирають враховуючи техніко-економічні показники (більша світлова віддача при більшому або тому ж часі служби), правильності передачі кольорових об'єктів, що освітлюються (там де це важливо), зручності експлуатації, санітарно-гігієнічних, естетичних та протипожежних вимог, що пред'являються до освітлення.

Лампи розжарювання звичайно передбачають для місцевого освітлення, а також освітлення приміщень з тимчасовим перебуванням людей. Для загального освітлення виробничих приміщень, як правило, передбачаються газорозрядні лампи.

Світловий прилад, що складається з джерела світла (лампи) та освітньої арматури називається світильником. Основне призначення світильників укладається у перерозподілі світлового потоку джерела світла у потрібних для освітніх установок напрямках та захисту ламп та електричних апаратів від впливу оточуючого середовища.

Класифікація світильників:

По призначенню: загального та місцевого освітлення (залежно від конструктивного призначення): відкриті, закриті, пило та вологозахисні, вибухонебезпечні.

Від умов експлуатації. Світильники поділені на сім експлуатаційних груп, причому чим вище номер групи, тим світильники менше підвладні впливу середовища і тим у більш важких умовах доцільно їх використовувати.

По розподілу світлового потоку: прямого світла, переважно прямого, розсіяного та відбитого світла.

Тип світильників обирається враховуючи: вимоги до його світлорозподілу, умови середовища по ступеню захисту від поразки електричним струмом, захист від пилу та води, економічності установки у цілому.

Розміщення світильників у приміщенні

При системі загального освітлення застосовується рівномірне та локалізоване розміщення світильників. При рівномірному розміщенні забезпечується достатня рівномірність освітленості по всій площі у цілому. У цьому випадку відстань між світильниками у кожному ряді та між рядами береться однаковою (див. рис. 3.1).

Найкращим варіантом рівномірного розміщення є шахове розміщення світильників та по сторонах квадрата (відстані між світильниками у ряду та між рядами світильників рівні).

Розміщення світильників по сторонах квадрата слід здійснювати по оптимальних значенням відносної відстані у залежності від типу світильника

$$L/H_p=1.4 / 2$$

де L - відстань між світильниками; H_p - висота підвісу світильників над робочої поверхнею.

Оптимальна відстань від крайнього ряду світильників до стін (1)
 $l = (0,24 - 0,3) * L$ - при розташуванні робочих місць у стін;
 $l = (0,4 - 0,5) * L$ - вдалині від стін.

При рівномірному розміщенні люмінесцентних світильників останні розставляють рядами - паралельно рядам обладнання. При високих рівнях нормуемого освітлення люмінесцентні світильники розташовують безперервними рядами, для чого їх ставлять один з другим торцями.
 5.Обирається число світильників та потужність ламп, необхідних для створення нормованої освітленості на робітничому місці.

Число світильників заздалегідь призначають, виходячи з їх розташування на плані поперечного розрізу приміщення (див п. 4).

Розрахунок потужності освітньої установки проводиться 3-я основними методами:

- а). Методом коефіцієнта використання світлового потоку - застосовується для розрахунку загального рівномірного освітлення.
- б). Точковим методом - застосовується для розрахунку місцевого освітлення та перевірки рівномірності загального освітлення, нахилених поверхней локалізованого загального освітлення.
- в). Методом питомої потужності - застосовується для орієнтовних розрахунків.

Найбільш простий та найменш точний.

Метод коефіцієнта використання світлового потоку

Коефіцієнт використання освітньої установки показує, яка частина світлового потоку ламп падає на робочу поверхню. Перевіряють умову достатнього освітлення $E_p = (0,9 - 1,2) E_n$, якщо $E_p > 1,2 E_n$ - зменшують число світильників при $E_p < 0,9 E_n$ - збільшують. Перевірочний розрахунок. У цьому випадку визначають очікувану освітленість при відомих параметрах освітньої установки.

Точковий метод.

Його застосовують для розрахунку локалізованого загального освітлення, освітлення нахилених поверхней та для перевірки освітлення у обраних точках. У цьому випадку відображенням світлового потоку від стін, стелі, підлоги, обладнання зневажають, що вносить визначені похибку у розрахунки. Для розрахунку використовуються такі залежності:

$$E_A = \frac{I_\alpha \cdot \cos \alpha}{r^2}$$

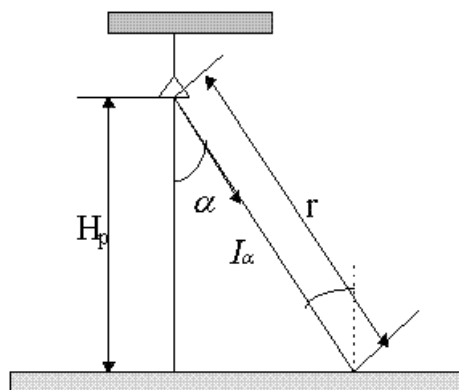


Рис. 5.1 – Відстань між світильниками

Сила світла, визначається з довідкових таблиць по характеристиках світлорозподілу світильника з умовною лампою, світловий потік якої дорівнює $\Phi_l = 1000$ лм.

Враховуючи те, що $r = H_p / \cos \alpha$, вираз для освітленості в точці А прийме вигляд

$$E_A = I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha \div H_p^2$$

Реальна освітленість від конкретної лампи визначається по формулі:

$$E_{A^P} = \frac{E_P \cdot \Phi_P \cdot K_s}{1000}$$

де Φ_P - світловий потік реальної лампи;

У випадку, коли одна точка освітлюється від декількох світильників, то тоді підраховується освітленість E_i від кожного i -го світильника, а потім значення сумуються.

$$E_\Sigma = \sum_{i=1}^N E_i$$

де N - число світильників, від яких світловий потік падає у контрольну точку.

Метод питомої потужності

Цей метод є найбільш простим, але найменш точним і тому застосовується для орієнтовних розрахунків.

5.3 Пожежна безпека

Відповідальність за дотримання необхідного протипожежного режиму і своєчасне виконання протипожежних заходів покладається на керівника підприємства і начальників цехів (лабораторій, майстерень, складів і т.д.). Керівники підприємства зобов'язані:

- забезпечити повне і своєчасне виконання правил пожежної безпеки і протипожежних вимог будівельних норм і правил при проектуванні, будівництві й експлуатації підвідомчих їм об'єктів;

- організувати на підприємстві пожежну охорону, добровільну пожежну дружину і пожежно-технічну комісію і керувати ними;

- передбачати необхідні асигнування на утримання пожежної охорони, придбання засобів пожежегасіння;

- призначити осіб, відповідальних за пожежну безпеку цехів, лабораторій, виробничих ділянок, баз, складів та інших будівель і споруджень.

Керівникам підприємств надане право накладати дисциплінарні стягнення на порушників правил і вимог пожежної безпеки. У випадку порушення правил і вимог пожежної безпеки керівник підприємства має право порушити питання про залучення винного до кримінальної відповідальності.

Інженерно-технічний персонал, який відповідає за пожежну безпеку на окремих ділянках, зобов'язаний знати пожежну небезпеку технологічного процесу виробництва і точно виконувати правила і вимоги протипожежного режиму, установлені на підприємстві, стежити за справністю приладів опалення, вентиляції, електроустановок, забезпечити справне утримання і постійну готовність до дії наявних засобів пожежегасіння, зв'язку і сигналізації.

На підприємствах відповідними наказами, розпорядженнями чи указівками встановлюється порядок проведення протипожежного інструктажу і занять з пожежно-технічного мінімуму з працівниками та службовцями.

Протипожежний інструктаж проводять у два етапи. На першому етапі інструктаж проводить начальник місцевої пожежної охорони, інструктор пожежної профілактики чи начальник караулу. На об'єктах, де відсутня професійна пожежна охорона, інструктаж проводить інженер з охорони праці.

Працівники та службовці, знову прийняті на роботу, можуть бути допущені до роботи тільки після проходження первинного протипожежного інструктажу. Первинний протипожежний інструктаж проводять по напрямку відділу кадрів підприємства, а особа, що проводила інструктаж, робить про це відмітку на напрямку і записує в журнал прізвище, по батькові й інші дані працівника, що проходив інструктаж і приймається на роботу. Первинний інструктаж проводять в індивідуальному чи груповому порядку.

Начальник цеху (ділянки, лабораторії, майстерні) проводить повторний інструктаж знову прийнятого безпосередньо на місці його майбутньої роботи.

Під час проведення повторного інструктажу працівника знайомлять із загальними правилами пожежної безпеки для даної ділянки виробництва, з пожежною небезпекою технологічних установок і т.д. Повторний пожежний інструктаж проводять також з працівниками та службовцями, яких переводять з однієї ділянки на іншу. Крім того, його проводять періодично не рідше одного разу на рік. При проведенні інструктажів необхідно домагатися того, щоб ті, кого інструктують, вміли практично користуватися первинними засобами гасіння пожеж і засобами зв'язку.

На промислових підприємствах або в окремих цехах чи ділянках, технологічний процес яких має підвищену пожежну небезпеку, наприклад, у деревообробних цехах, на складах легкозаймистих рідин і інших вогненебезпечних складах речовин і матеріалів, крім протипожежного інструктажу варто проводити заняття з пожежно-технічного мінімуму з усіма працівниками та службовцями. У програму занять з пожежно-технічного мінімуму варто включати наступні питання: заходи із забезпечення пожежної безпеки підприємства, цеху, лабораторії, засоби пожежегасіння та їхнє застосування при виникненні пожежі. Закінчується пожежно-технічний мінімум прийняттям заліку у працівників та службовців. Особи, що не здали залік, повинні пройти повторний курс навчання.

Для кожного підприємства (цеху, лабораторії, майстерні, складу тощо) на основі Типових правил пожежної безпеки для промислових підприємств розробляються об'єктова і цехові протипожежні інструкції. В інструкціях повинні бути визначені основні вимоги пожежної безпеки для даного цеху чи ділянки виробництва (з утримання території підприємства, підходів і під'їздів до джерел протипожежного водопостачання, підходів і під'їздів до будівель і споруджень, про порядок руху транспорту по території підприємства, про застосування відкритого вогню і паління і т.д.). У протипожежних інструкціях встановлюється також порядок виклику пожежної охорони на випадок виникнення пожежі на підприємстві. Визначається порядок збереження ЛЗР і ГР, обтиральних матеріалів і виробничих відходів. Тут особливо слід звернути увагу на зменшення кількості ЛЗР і ГР у виробничих приміщеннях. Крім того, варто прагнути до заміни пальних розчинників непальними миючими засобами.

Щоб залучити інженерно-технічний персонал та інших працівників до розробки і проведення заходів, спрямованих на зниження пожежної небезпеки технологічних процесів виробництва, на підприємствах створюють пожежно-технічні комісії. Керівник підприємства наказом призначає пожежно-технічну комісію, до складу якої входять: головний інженер (голова), начальник пожежної охорони об'єкта, енергетик, технолог, механік, інженер з охорони праці, будівельник та інші фахівці. Задачі пожежно-технічної комісії - виявлення порушень і недоліків технологічних режимів, які можуть привести до виникнення пожеж, розробка заходів щодо їх усунення, сприяння органам пожежного нагляду в їхній роботі зі створення необхідного протипожежного режиму, організація масово-роз'яснювальної роботи серед персоналу. Для виконання цих задач пожежно-технічні комісії повинні займатися організацією і проведенням пожежно-технічних конференцій, присвячених забезпеченню пожежної безпеки підприємств, окремих ділянок, цехів, складів, брати активну участь в організації і проведенні оглядів на кращий протипожежний стан цехів.

На підприємствах створюються також добровільні пожежні дружини (ДПД), що займаються попередженням пожеж у цехах і на своїх робочих ділянках і бойові розрахунки, які оснащені на випадок пожеж пожежною технікою.

Крім загальнозаводських добровільних пожежних дружин, на великих підприємствах добровільні пожежні дружини утворюються по цехах, а в цехах - за змінами.

Розробка протипожежних заходів і контроль за їх виконанням, організація профілактичного протипожежного режиму на діючих підприємствах, залучення широких кіл громадськості до попередження і гасіння пожеж складають систему Державного пожежного нагляду. Задачі Державного пожежного нагляду визначені “Законом про пожежну безпеку” і контролюються Державним Департаментом пожежної безпеки МНС України.

5.4 Розроблення заходів підвищення стійкості роботи об'єктів зв'язку, радіомовлення та телебачення в надзвичайних ситуаціях

На основі вивчення факторів, які впливають на стійкість роботи об'єктів, і оцінки стійкості елементів і галузей виробництва проти уражаючих факторів ядерної, хімічної і біологічної зброї, стихійних лих і виробничих аварій, необхідно завчасно організувати і провести організаційні, інженерно-технічні й технологічні заходи для підвищення стійкості роботи.

Здійснення організаційних заходів передбачає завчасну підготовку всіх структур цивільного захисту, служб і формувань до надзвичайних ситуацій.

Вжиттям технологічних заходів підвищується стійкість роботи об'єктів шляхом зміни режимів роботи, можливих в умовах надзвичайних ситуацій.

Інженерно-технічні заходи мають забезпечити підвищену стійкість споруд, технологічних ліній, устаткування, комунікацій об'єкта до впливу уражаючих факторів під час надзвичайних ситуацій.

При проведенні цих заходів необхідно враховувати конкретні умови об'єкта зв'язку. Проте є загальні організаційні інженерно-технічні заходи, які мають проводитись на всіх об'єктах.

1. Забезпечення захисту людей та їх життєдіяльності. Створення на об'єкті надійної системи оповіщення про загрозу нападу противника, радіоактивне забруднення, хімічне і біологічне зараження, загрозу стихійного лиха і виробничої аварії. Організація розвідки і спостереження за радіоактивним забрудненням, хімічним і біологічним зараженням; гідрометеорологічне спостереження за рівнем води, напрямком і швидкістю вітру, рухом і поширенням хмари радіоактивного забруднення, НХР і ОР.

Створення фонду захисних споруд ЦЗ, запасів засобів індивідуального захисту і забезпечення своєчасної видачі їх населенню.

Завчасна підготовка до масової санітарної обробки працівників і знезаражування одягу, організація взаємодії з установами охорони здоров'я для медичного обслуговування населення у надзвичайних ситуаціях.

Постачання працівників продуктами харчування, питною водою, предметами першої необхідності.

Навчання працівників способам захисту, надання першої допомоги, практичним діям в умовах надзвичайних ситуацій, морально-психологічна підготовка населення для виживання.

Забезпечення чіткої інформації про обстановку та правила дій і поведінки населення в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

2. Захист цінного й унікального устаткування. Захистити цінне і унікальне устаткування можна завдяки проведенню інженерно-технічних

заходів, щоб зменшити небезпеку пошкодження і руйнування цінного й унікального устаткування.

Варіантами такого захисту є розміщення зазначеного устаткування в заглиблених приміщеннях а також використання спеціальних захисних пристосувань.

3. Забезпечення стійкого постачання об'єкта. Для забезпечення виробництва продукції необхідні електроенергія та інші матеріально-технічні засоби. Забезпечення об'єктів цими ресурсами дасть можливість працювати в надзвичайних умовах мирного і воєнного часу. Тому повинні проводитись такі заходи, які б забезпечили стійкість постачання і сприяли підвищенню захисту мережі електро-, водо-, газопостачання, транспортних комунікацій і джерел постачання всім необхідним для забезпечення функціонування в надзвичайних умовах.

З метою попередження аварій на електричних мережах необхідно встановити автоматичну систему відключення перенапруги. Повітряні лінії електропостачання слід замінити на підземно-кабельні.

Газ використовується як паливо. Для безперебійного забезпечення газом, газові мережі необхідно підводити до об'єкта з двох напрямків, які мають бути з'єднані в єдине кільце з обладнанням для можливого дистанційного автоматичного управління й у разі необхідності відключення пошкоджених ділянок.

На великих підприємствах необхідно мати підземні ємності із закачаним резервним газом.

4. Забезпечення збереження й відновлення будівель і споруд. Оцінка можливих ступенів руйнування будівель і споруд господарства, населеного пункту. Визначення обсягу невідкладних ремонтних робіт, потреби в будівельних матеріалах.

Розрахунок сил і засобів для проведення невідкладних ремонтних та інших робіт, а також знезаражування приміщень, виробничих ділянок і території.

Створення і підготовка спеціальних формувань для ремонтно-відновних, будівельних та інших робіт на об'єкті. При будівництві нових будівель і захисних споруд врахувати вимоги ЦЗ.

Розробка комплексу протипожежних заходів, які виключали б можливість виникнення масових пожеж.

5. Забезпечення надійності системи управління і зв'язку. Організація захищеного пункту управління, оснащення його засобами зв'язку, які б дали можливість швидко доводити сигнали ЦЗ до всіх виробничих підрозділів і населення у місцях проживання.

Розробка документів, які регламентують чіткі дії персоналу для забезпечення сталої роботи об'єкта в надзвичайних умовах.

Підготовка необхідного резерву кадрів спеціалістів, механізаторів і керівних працівників для зміни тим, які будуть мобілізовані.

Планування збору даних про обстановку, передачу команд і розпоряджень в умовах впливу на об'єкт уражаючих факторів. Організація використання радіозасобів, телефонного зв'язку, посильних для зв'язку з віддаленими населеними пунктами, виробничими підрозділами, а також з колонами евакуйованого населення, що перебувають у дорозі, і відповідальними особами, які супроводжують під час евакуації. Забезпечення дублювання ліній і каналів зв'язку. Для підтримання на високому рівні ЦЗ регулярно проводити підготовку населення, спеціалістів, проводити об'єктові тренування і командні навчання.

5.5 Організація оповіщення робітників і службовців підприємства та населення з використанням систем автоматизованого централізованого оповіщення на об'єкті, що проектується

В результаті надмірної концентрації промисловості в окремих регіонах України, ускладнення технологічних процесів, використання значної кількості вибухо-, радіаційно- і хімічно небезпечних речовин, зношення устаткування спостерігається зростання кількості аварій і катастроф, збільшується кількість людських жертв, зростає матеріальний збиток від надзвичайних ситуацій (НС) техногенного характеру [2]. Це змушує підвищити оперативність і надійність управління процесами як попередження, так і ліквідації наслідків НС. Відсутність інформації або її нестача сприяє виникненню чуток і пересудів, що створює сприятливе середовище для виникнення панічних настроїв. Паніка може завдати значно більше негативних наслідків, ніж сама техногенна аварія. Тому своєчасне оповіщення дозволяє зменшити соціально – економічні збитки від НС техногенного характеру і в певному ступені запобігти виникненню медико-санітарних втрат [1, 3].

Система оповіщення складається із загальнодержавної, регіональних і спеціальних систем централізованого оповіщення; локальних та об'єктових систем оповіщення, систем циркулярного виклику [7]. Ці системи забезпечують оповіщення і подальше інформування: чергових служб міністерств та інших центральних органів виконавчої влади по службових телефонах; чергових служб місцевих органів виконавчої влади; чергових аварійно-рятувальних служб; сил цивільного захисту та населення, яке знаходиться в зоні можливого ураження [7].

Основні завдання системи оповіщення, що визначені керівними документами є: забезпечення своєчасного проходження інформації між органами управління щодо ступенів готовності; оповіщення керівного складу про загрозу радіоактивного, хімічного і бактеріологічного ураження, або про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій та постійне інформування його про наявну обстановку; оповіщення населення про загрозу радіоактивного,

хімічного і бактеріологічного ураження або про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій та постійне інформування його про наявну обстановку [4, 5, 7].

Оповіщення і зв'язок у НС забезпечується за допомогою Єдиної національної системи зв'язку (ЄНСЗ) [7]. Сигнали оповіщення ЦЗ, повідомлення про загрозу або виникнення НС, інформація про дії в умовах НС доводяться до працівників підприємств, установ, організацій, населення всіма наявними засобами зв'язку, мовлення, оповіщення. Система оповіщення ЦЗ організовується з урахуванням структури державного управління, характеру і рівня НС, наявності і місця розташування сил, які можуть залучатися до ліквідації наслідків НС. Оповіщення організовується відповідним органом ЦЗ за схемою, яка затверджується начальником цивільного захисту відповідного рівня [5,8].

Для обласних та міських органів державної виконавчої влади розпорядження передаються по системі циркулярного виклику телефонного та телеграфного зв'язку, тобто автоматизованою системою централізованого оповіщення. Такий порядок оповіщення забезпечує циркулярне оповіщення посадових осіб через службові та квартирні телефони міської телефонної мережі. Для оповіщення населення застосовуються електросирени та переключення радіотрансляційних вузлів зв'язку для передачі попереджувального сигналу **«Увага всім!»** через пункти управління ЦЗ [7,10].

Система оповіщення сільських районів об'єднується з існуючими системами оповіщення області. Причому, сигнали оповіщення подаються позачергово по радіо та дротовим каналам зв'язку, а також використовуються автоматизовані системи централізованого оповіщення через мережі радіомовлення та телебачення. Передача сигналів оповіщення може здійснюватись циркулярно і вибірково із міських та запасних пунктів управління ЦЗ [10]. Система оповіщення працює за принципом відбору каналів з ЄНСЗ [7]. Апаратура оповіщення розташована на відповідних об'єктах органів управління, електрозв'язку, чергових відділах МВС, на радіо-, теле-

трансляційних центрах та інших визначених підприємствах і установах. Для оперативного доведення відповідної інформації до керівного складу по телефонам застосовуються стійки циркулярного виклику та апаратура автоматизованого багатоканального оповіщення. Для передачі попереджувального сигналу «**Увага всім!**» застосовуються електричні сирени централізованого і автономного включення, наявна кількість яких в основному забезпечує озвучення території, де проживає населення області[9].

В Україні широко поширена радіотрансляційна мережа. Немає жодного міста, великого населеного пункту, де був би відсутній радіотрансляційний вузол. Переважна більшість підприємств, об'єктів сільського господарства, учбових закладів мають свої місцеві радіовузли. Доповнюються вони не менш потужною системою обласних телевізійних центрів і ретрансляторів, ширококомовних і місцевих радіостанцій[6]. Майже з повною впевненістю можна сказати, що немає жодного будинку, жодної квартири, де б не було радіоприймача, телевізора або радіоточки. Вся ця система доповнюється розвиненою мережею електричних сирен, розташованих на дахах будівель та в цехах на виробництві. Така розгалужена мережа, насичена засобами зв'язку, створює сприятливі умови для оповіщення населення про виникнення НС і дає можливість швидко проінформувати про НС та правила поведінки в умовах НС, що конкретно склалася. На кожен вид НС місцеві органи влади спільно з управліннями МНС розробляють варіанти текстових повідомлень, наближені до своїх специфічних умов. Вони заздалегідь прогнозують (моделюють) імовірний перебіг техногенної НС на кожному ПНО. Тільки після цього може бути складений текст, що більш менш відповідає реальним умовам[1].

Головний спосіб оповіщення населення про дії при виникненні НС – це передача повідомлення по мережі зв'язку через квартирні і зовнішні гучномовці, а також через місцеві радіомовні станції та телебачення. Для привернення уваги населення в екстремальних випадках перед передачею інформації включаються сирени, а також інші сигнальні засоби. Звук сирени і переривисті гудки інших сигнальних засобів означають сигнал ЦЗ «**Увага**

всім!» [7]. Почувши такий сигнал, необхідно негайно увімкнути гучномовець, радіоприймач або телевізор і слухати повідомлення управління ДСНС, штабу ЦЗ області, міста обласного підпорядкування або сільського району. Наприклад, трапилася аварія на хімічнонебезпечному об'єкті (ХНО).

Повідомлення повинно містити наступну інформацію: місце і час виникнення НС; розміри та масштаби НС; час початку та тривалість дії факторів ураження; територія, яка потрапляє в осередки або зони ураження; порядок дій при НС та іншу інформацію. Повідомлення повинні передаватися при наступних видах НС: при загрозі хімічного забруднення при аварії на ХНО; при загрозі радіоактивного забруднення при аварії на радіаційно небезпечному об'єкті (РНО); а також про можливий землетрус, про повінь або катастрофічне затоплення, штормове попередження [7].

На ПНО, зона ураження від яких, у разі виникнення на них НС, досягає селітебної зони або інших підприємств, установ, організацій створюються *локальні системи оповіщення*. Локальна система оповіщення — це система оповіщення, яка створюється в межах санітарно-захисної зони ПНО і призначена для своєчасного виявлення загрози виникнення НС, оповіщення персоналу ПНО та населення, що проживає в санітарно-захисних зонах цього об'єкту. До їх складу входять абонентські радіоточки мережі радіомовлення та відомчих радіотрансляційних вузлів, вуличні гучномовці, пристрої запуску електросирен та самі електросирени, система централізованого виклику, магнітофони, магнітні стрічки із записаними текстами звернень [6, 8]. *Готовність систем оповіщення повинно бути забезпечено шляхом організації цілодобового чергування відповідних служб; налагодження телефонного зв'язку чергових служб ПНО, зона ураження яких може поширюватися на заселені території або території інших підприємств, установ, організацій з оперативно-черговою службою пункту управління облдержадміністрації; чергових служб органів МВС в містах та районах області; завчасної підготовки персоналу чергових служб до дій у НС; впровадження автоматизованих систем оповіщення з використанням сучасних*

технологій; якісного експлуатаційно-технічного обслуговування апаратури і технічних засобів оповіщення та системи зв'язку [7].

Усі місцеві органи виконавчої влади, підприємства, установи і організації незалежно від форми власності і господарювання зобов'язані: забезпечити встановлення електросирен з можливістю їх централізованого запуску (місце їх встановлення визначає відповідний орган управління з питань НС з урахуванням озвучення території); забезпечити встановлення вуличних гучномовців в місцях масового скупчення працівників та населення (за погодженням з відповідним органом управління з питань НС); забезпечити всі виробничі, службові та адміністративні приміщення, а також приміщення навчальних і лікувальних закладів радіотрансляційними точками (радіоприймачами відповідного діапазону для районів, де немає проводового мовлення) для гарантованого приймання програм державного радіомовлення; безперешкодно допускати працівників, які здійснюють експлуатаційно-технічне обслуговування апаратури і технічних засобів оповіщення та зв'язку ЦЗ, за пред'явленими ними посвідченнями особи на територію та в приміщення своїх підприємств, установ і організацій для проведення ремонту або інших робіт, пов'язаних з технічною експлуатацією та обладнанням систем оповіщення.

Найбільш сучасними системами оповіщення є «системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у разі їх виникнення» [10]. Ці системи реагують автоматично в разі підвищення концентрації НХР. Технологічні датчики та сигналізатори указаних систем встановлюються і використовуються відокремлено від аналогічних датчиків промислової автоматики.

Керування такими системами виконують диспетчери чи інші вповноважені особи потенційно небезпечних об'єктів або чергові операторських центрів диспетчерських служб МНС.

ВИСНОВКИ

В даному розділі описано розроблення заходів підвищення стійкості роботи об'єктів зв'язку при надзвичайній ситуації, здійснено перелік загальних інженерно-технічних заходів, які мають проводитися на всіх об'єктах.

Також в цьому розділі розглянуто питання про організацію оповіщення працівників підприємства за допомогою систем автоматизованого оповіщення для проектного об'єкту. Описано складові частини системи оповіщення, сформульовано завдання системи оповіщення, розглянуто основні принципи та послідовність проведення процедури оповіщення за допомогою наявних засобів. Визначено перелік обов'язків, які покладаються на місцеві органи виконавчої влади та керівників підприємств, які полягають у забезпеченні підготовки, перевірки та безперебійної роботи системи оповіщення при надзвичайній ситуації.

6 ЕКОЛОГІЯ

6.1 Організація охорони навколишнього середовища на приладобудівному підприємстві

В Україні головними причинами, що призвели до загрозливого стану довкілля є:

- застаріла технологія виробництва та обладнання,
- висока енергомісткість та матеріаломісткість, що перевищують у два-три рази відповідні показники відповідних країн;
- високий рівень концентрації промислових об'єктів;
- несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією екологічно небезпечних виробництв,
- відсутність належних природоохоронних систем (очисних споруд, оборотних систем водозабезпечення тощо);
- низький рівень експлуатації існуючих природоохоронних об'єктів;
- відсутність належного правового та економічного механізмів, які б стимулювали розвиток екологічно безпечних технологій та природоохоронних систем;
- відсутність належного контролю за охороною довкілля.

Цілі та заходи покращення довкілля

Оскільки виробнича діяльність викликає порушення природного середовища, суспільству випадає взяти на себе турботу щодо відновлення її властивостей та охорони від подальшої деградації.

Цілі охорони природи мають ставитись рівнозначно з іншими цілями використання (виробництвом продуктів харчування, промисловим виробництвом та створенням інфраструктури).

В Україні охорона навколишнього середовища розглядається як самостійно політичне завдання.

Політика щодо навколишнього середовища - це сукупність усіх дій, спрямованих на уникнення втручання в навколишнє середовище, на його зменшення та на усунення пошкоджень довкілля, що вже сталися.

Конкретні цілі та програми, які повинні впроваджуватися керівництвом приладобудівного підприємства, стосуються насамперед:

- визначення граничнодопустимих значень шкідливих для навколишнього середовища викидів;
- економії енергії;
- сприяння використанню відходів тепла;
- утилізація старих матеріалів, а також відходів;
- підтримання здоров'я лісів та природної сили самоочищення водою;
- впровадження автомобілів з мінімальною кількістю відпрацьованих газів і бензинів без вмісту свинцю;
- заохочення бережливого ставлення споживачів до навколишнього середовища.

На приладобудівному підприємстві слід впроваджувати заходи щодо покращення довкілля, а саме:

1) *технологічні* — розробка і впровадження нових, менш забруднюючих технологій, побудова очисних споруд, використання більш екологічних видів палива;

2) *архітектурно-планувальні* — озеленення навколишньої території, організація санітарно-захисних зон, раціональне планування території підприємства;

3) *інженерно-організаційні* - зниження інтенсивності руху транспорту на певних ділянках території підприємства, організація екологічного контролю;

4) *економічні* - вкладання коштів у розвиток нових, ресурсозберезжуваних технологій;

- 5) *правові* — додержання законодавчих актів щодо підтримання якості атмосфери, водойм, ґрунту;
- б) *просвітницькі* - формування екологічної культури, насамперед у працівників підприємства.

Конкретні заходи щодо захисту навколишнього середовища вживаються відповідно до специфіки окремих джерел забруднення.

6.2 Забруднення навколишнього середовища при паянні та лудженні

Нині майже усі електромонтажні з'єднання РЕА здійснюються пайкою. Технологічний процес пайки включає випалювання ізоляції і лудіння.

При виконанні пайки на працюючих можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі виробничі чинники:

- запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- наявність інфрачервоних випромінювань від розплавленого припою у ванні або від паяльника;
- наявність електромагнітного випромінювання високої частоти;
- дія ультразвуку на організм монтажника при пайці хвилею, яка утворюється за рахунок дії ультразвуку на розплавлений припій;
- дія електростатичного заряду; незадовільна освітленість робочих місць або підвищена яскравість; незадовільні метеорологічні умови в робочій зоні; дія бризок і крапель розплавленого припою; поразка електричним струмом; а також група психофізіологічних шкідливих виробничих чинників: фізичні перевантаження (статичні і динамічні) і нервовопсихічні (монотонність праці, емоційні перевантаження).

Операції пайки, лудіння і випалення ізоляції супроводжуються забрудненням повітряного середовища в приміщеннях парами свинцю, олова, сурми і інших елементів, що входять до складу припою; парами каніфолі і різних рідин, вживаних для флюсу, змиву і розчинення різних

лаків, які застосовуються для покриття друкованих плат; парами соляної кислоти; газами(окисел вуглецю, вуглеводня) і т. д. Пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються на аерозоль такої конденсації, частки якої по своїй дисперсності наближаються до димів.

Особливо шкідливі при пайці олов'яно-свинцевими припоями пари свинцю. Свинець і його з'єднання отруйні. Частина свинцю, що поступив в організм, виводиться через кишечник і нирки, а частина затримується в кістковій речовині, м'язах, мозку, печінці. За несприятливих умов свинець починає циркулювати в крові, викликаючи явища свинцевого отруєння. Свинець викликає зміни у складі крові, вражає нервову систему, нирки і печінку.

Властивість свинцю накопичуватися в організмі призводить до хронічного отруєння при систематичному надходженні в організм навіть малих його кількостей. Для запобігання гострим і професійним захворюванням вміст свинцю в повітряному середовищі не повинен перевищувати гранично допустимої концентрації — 0,01 мг/м³.

У виробництві радіоелектронної апаратури окрім олов'яно-свинцевих припоїв знаходять застосування припої, до складу яких входять мідь, літій, срібло, кадмій і інші метали. В деяких випадках пайка здійснюється шляхом занурення в розплавлені хлористі солі кадмію, натрію, бору, літію з додаванням активних присадок — фтористих солей. Пари більшості з перерахованих речовин, що утворюються при пайці, можуть чинити шкідливу дію на організм працюючих.

Найбільш небезпечні пари окислу кадмію, міді і фтористі сполуки. Не байдужі для організму також літій і хлористий цинк, що чинять подразливу дію на шкіру і дихальні шляхи.

Враховуючи шкідливість початкових компонентів, що входять до складу припоїв, флюсів, миючих середовищ, і забруднення атмосфери виробничих приміщень пилом, парами і газами, для досягнення сприятливих умов праці необхідно провести комплекс наступних заходів:

Ділянки, на яких зосереджені операції пайки, виділяють в окремі приміщення. Якщо пайка проводиться на потоковій лінії при чергуванні з іншими технологічними операціями, виробничі приміщення в цьому випадку розглядають як приміщення, призначені для пайки.

1. Стіни, віконні рами, опалювальні прилади, повітропроводи мають бути гладкими і покриваються масляною фарбою світлих тонів (панелі на рівні 1,5...2 м від підлоги краще облицьовувати плиткою). Підлоги мають бути водонепроникними, мати підвищену міцність і опір стиранню і займанню, без щілин і мати ухили до трапів каналізації. На ділянках пайки їх миють після кожної зміни. Не рідше за один раз в тиждень роблять вологе прибирання усього приміщення.

2. При ручній пайці і випалюванні ізоляції в цілях захисту від поразки електричним струмом електропаяльник та електровипалювалька мають працювати від електромережі напругою не вище 42 В.

3. Прибирання устаткування робиться із застосуванням пневмоприбиральної системи. Робочі поверхні столів, ящиків для зберігання інструментів і тара у кінці зміни очищаються і обмиваються гарячим мильним розчином.

4. Використані серветки і ганчір'я після зміни повинні спалюватися, повторне їх використання не допускається.

5. Шафи для зберігання робочого одягу і особистих речей щотижня усередині і зовні обмиваються гарячою водою з милом.

6. Експлуатація ділянок пайки, не обладнаних витяжною вентиляцією, забороняється. Вентиляційні установки повинні вмикатися до початку робіт і вимикатися після їх закінчення.

10. Усі, хто поступають на роботу мають бути проінструктовані про запобіжні заходи при поводженні з припоями і флюсами. Особлива увага при інструктажі слід приділяти питанням особистої гігієни.

Для захисту шкіри рук від дії сенсibiliзуючих речовин, що входять до складу флюсів, застосовують захисні мазі і пасти типу «Миколан»,

пасти ИЕР-1, ХИОТ-14, казеїнову пасту і біологічні рукавички, які наносять на шкіру перед початком роботи і після обідньої перерви. Після роботи для шкіри рук необхідно застосовувати жирні поживні креми.

Питну воду для працюючих на ділянках пайки слід подавати через фонтанчики, які встановлюються за межами паяльних ділянок, але поблизу них.

Паяльні роботи повинні виконуватися робітниками в передбаченому для цього спецодязі, який забороняється відносити додому.

У приміщеннях, де виконується пайка, забороняється зберігати спецодяг, особисті речі, приймати і зберігати їжу, питну воду, а також палити. Знаходитися в приміщеннях для їди, їдальнях і буфетах в робочому одязі забороняється.

Після закінчення роботи необхідно прийняти теплий душ, почистити зуби зубним порошком і прополоскати порожнину рота водою.

Висновки

Метою даного розділу є охорона навколишнього середовища на підприємстві яка характеризується комплексом вжитих заходів, які спрямовані на попередження негативного впливу діяльності підприємства на навколишнє середовище, що забезпечує сприятливі та безпечні умови праці.

Також у цьому розділі розглянуто питання забруднення навколишнього середовища при паянні та лудженні. Описано процеси операції пайки, лудіння і випалення ізоляції супроводжуються забрудненням повітряного середовища в приміщеннях парами свинцю, олова, сурми і інших елементів, що входять до складу припою. Ділянки, на яких зосереджені операції пайки, виділяють в окремі приміщення.

Паяльні роботи повинні виконуються робітниками в передбаченому для цього спецодязі, який забороняється відносити додому.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Результатом роботи над даною дипломною роботою магістра є інформаційна система установки для вимірювання відхилень міжцентрової віддалі пластин провідних ланцюгів з кроком 15,875 мм. ГОСТ 13568-75

В процесі проектування пророблено наступні питання:

1. Описано схему вимірювальної установки;
2. Розроблено опис конструкції, розглянуто принцип роботи установки;
3. Проведено розрахунок бункерного пристрою, та вибір вібраційного завантажувального пристрою;
4. Розроблено розрахунок похибок установки;
5. Розроблено розрахунок математичної моделі індуктивного соленоїдного перетворювача, зроблена оцінка лінійних апроксимацій градувальної характеристики індуктивного перетворювача;
6. Створена функціональна схема керування установкою та здійснений вибір елементів даної схеми;
7. Проведено економічне обґрунтування розробки, розроблено заходи по охороні праці, навколишнього середовища і цивільному захисту.

Конструкторські розрахунки проводились з використанням обчислювальної техніки..

Впровадження результатів дасть можливість покращити ступінь автоматизації вимірювальної установки, підвищити з кутовими та конусні поверхнями, підвищити точність вимірювань, зменшити вплив людського фактору на вимірювання.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Теория и проектирование контрольных автоматов. Учебное пособие для вузов / Под ред. Л.Н.Воронцова, С.Ф. Корндорфа и др. – М.: Высшая школа, 1980.-560с.
- 2.Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электрония: Учебное пособие для приборостроительных специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1991.-622с.
3. Горбунов В.Л., Панфилов Д.Н., Преснухин Д.Л. Справочное пособие по микропроцессорам и микроЭВМ / Под ред. Л.Н.Преснухина. – М.: Высшая школа, 1988.-272с.
4. Тищенко О.Ф., Взалединский А.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1977.
- 5.Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1975.-471с.
- 6.Рабинович А.Н. Автоматизация механосборочного производства.- К.: Высшая школа, 1969.-542с.
- 7.Агейкин Д.И., Костина Е.И., Кузнецова Н.И. Датчики контроля и регулирования. – М.: Машиностроение, 1965. – 928 с.
8. Асс Б.А., Жукова Н.М., Антипов Е.Ф. Детали и узлы авиационных приборов и их расчет. – М.: Машиностроение, 1966. – 415 с
9. Бабаева Н.Ф. и др. Расчет и проектирование элементов гироскопических устройств. – Л.: Машиностроение, 1967. – 477 с.
10. Базжин Ю.М., Цивин А.А., Моторыгина Т.А. Мостовые монолитные полупроводниковые тензорезисторные структуры. Приборы и методы измерения механических величин. – М.: ЦНИИТЭИ приборостроения. Серия ТС. Вып. 1, 1974. – 35 с.
11. Бахмутский В.Ф., Гореликов Н.И., Кузин Ю.Н. Оптоэлектроника в измерительной технике. – М.: Машиностроение, 1979. – 280 с.
12. Белевцев А.Т. Потенциометры. – М.: Машиностроение, 1969. – 328 с.

13. Кочін І.В., Акулова О.М., Шило І.Ф., Ількаєв Д.В., Маліков С.Ж., Сидоренко П.І., Гут Т.М. Наукові принципи організації загальної та медичної евакуації населення при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах // Актуальні питання медичної науки та практики: Збірник наук. праць. - Запоріжжя: ЗМАПО, 2007. - № 71. - Том 2. -Кн.2. - С.104 - 113.
14. Кочін І.В., Черняков Г.О., Сидоренко П.І. Медицина катастроф: Виробниче видання // К.: Здоров'я, 2008. – 724 с.
15. Кочін І.В., Акулова О. М., Гайволя О.О., Ількаєв Д.В., Шило І.Ф., Сидоренко П.І., Гут Т.М. Організація оповіщення населення в разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій та введення особливого періоду // Актуальні питання медичної науки та практики: Збірник наук. праць. – Вип. 76. – Т. 1. - Кн. 1. - Запоріжжя: ЗМАПО, 2009. – С. 295 – 306.