

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

Факультет прикладних технологій

(назва факультету )

Кафедра приладів та контрольовано-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до дипломного проекту (роботи)

магістра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Інформаційно-вимірювальна система для контролю деталей,  
що містять зовнішні кутові та конусні поверхні

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи РІм-61  
спеціальності (напряму підготовки) 152

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка  
(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Порядко А.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Паламар М.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Апостол Ю.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Дедів Л.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2019

# ЗМІСТ

## ВСТУП

### 1 ДОСЛІДНИЦЬКО - КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

#### 1.1 Опис засобів вимірювання

##### 1.1.1 Аналіз методів та засобів дослідження по темі завдання

#### 1.2 Опис конструкції та принципу роботи вимірювального приладу

##### 1.2.1 Розрахунок підводу електромагніта до контрольованої поверхні

#### 1.3 Розрахунково – конструкторська частина

##### 1.3.1 Розрахунок електро – контактного датчика

##### 1.3.2 Розрахунок передачі гвинт-гайка

##### 1.3.3 Розрахунок електромагніта

##### 1.3.4 Розрахунок магніторезистивного перетворювача

##### 1.3.5 Розрахунок пневмоциліндра

### 2 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ

#### 2.1 Особливості моделювання процесів в технічних системах

#### 2.2 Моделювання процесів засобами Matlab

2.2.1 Оцінка чутливості алгоритму обчислення кута конусної поверхні до точності вимірювання лінійного переміщення  $x$

##### 2.2.2 Оцінка точності обчислення кута конусної поверхні

##### 2.2.3 Моделювання вхідної дії при дослідженні динамічних процесів

#### 2.3 Генерування стаціонарних коливальних процесів

### 3 ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА САПР

#### 3.1 Розробка схеми керування

##### 3.1.1 Загальні вимоги до системи керування

3.2 Реалізація розглянутих функцій

3.3 Функціональна схема керування установкою

3.4 Розробка та розрахунок елементів схеми електричної принципової

3.4.1 Визначення кількості портів в/в мікроконтролера

3.5 Вибір конкретного типу мікроконтролера

3.6 Вибір і характеристики дисплею

3.7 Опис алгоритму роботи

4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6 ЕКОЛОГІЯ

ВИСНОВКИ

БІБЛІОГРАФІЯ

## ВСТУП

Процес вимірювання характеризується з одного боку сприйняттям та зображенням фізичної величини, а з іншого боку – нормуванням, а саме присвоєння їй певного числового значення (розміру). Розмір  $x$  величини  $X$  представляє собою відношення вимірювальної величини до величини  $N$ , яка приймається за еталон (одиницю вимірювання):

Для проведення вказаних операцій повинні задовольнятися дві основні передумови:

- підлягаюча вимірюванню фізична величина повинна бути однозначно визначена

- одиниці вимірювання повинні бути встановлені узгодженням

Автоматизація технічного контролю є не лише засобом підвищення якості продукції, що виробляється, але і суттєвим етапом автоматизації промисловості, так як питома вага технічного контролю в сучасних виробництвах досить значна.

Автоматичний контроль розмірів та інших фізичних величин (зусилля, деформації, ваги) може здійснюватися до обробки, в процесі обробки, та після обробки виробу. Контрольні пристрої виконують функції: управляють роботою обладнання, стенда або установки, сортують готові деталі на групи (по розмірах, вазі)

Автоматичним пристроєм для контролю називається пристрій, який без втручання людини при контролі кожного виробу виконує всю сукупність операцій, необхідних для порівняння дійсних величин із заданими (необхідними), та в залежності від результатів такого порівняння сортують деталі на кілька груп, або змінюють режим роботи основного технологічного обладнання.

Підвищення ефективності промислових об'єктів йде по шляху вдосконалення як технологічних процесів, так і процесів управління ними.

# 1 ДОСЛІДНИЦЬКО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Опис засобів вимірювання

Лінійкою синусною називають спеціальну лінійку, яка виглядає як прямокутний паралелепіпед з двома циліндричними кульками на кінцях, зображено на рисунку 1.1. Лінійка синусна призначена для того, щоб для встановити певний кут у разі, якщо необхідно виміряти або виготовити різні деталі. Це стосується, у першу чергу, клинів та конусів.

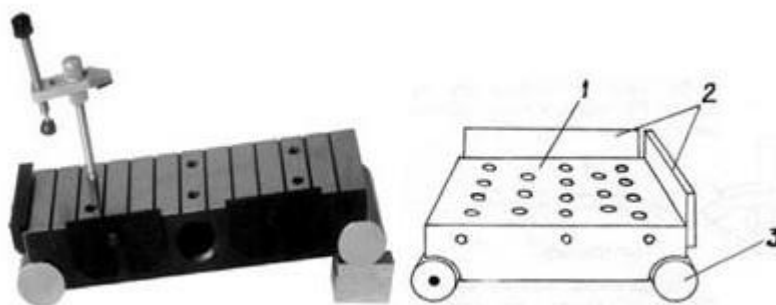


Рисунок 1.1 - Лінійка синусна (1 - стіл; 2 - планки опорні; 3 - кулька)

Лінійку синусну, як правило, розташовують на плиті, під одну кульку на плиті встановлюють блок кінцевих мір довжини, за формулою  $h = L \cdot \sin a$ , обчислюється розмір  $h$ , ( $L$  - відстань між осями кульок,  $a$  - кут, на який встановлюється площина лінійки синусної). Як правило, відстань між кульками буде становити від 100 до 500 мм, для того, щоб встановити кут, необхідно вибрати один, або два напрямки (взаємно перпендикулярні). Деталь, яка піддається вимірюванню чи обробці, слід встановити на поверхні лінійки синусної, бажано вибрати плоску, також практикується встановлення в центрах. Найоптимальнішим варіантом є спосіб використання лінійки синусної в поєднанні з головкою відліку для того, щоб краще визначити похибку кута у калібрах конусних.

У лінійці синусній проводиться налаштування на номінальний кут конуса. Згідно з шкалою головки відліку визначають відхилення від

горизонтального положення твірної лінії конуса відносно базової плити синусної. Як правило, з використанням лінійки синусної відбувається встановлення кутів від  $0$  до  $45^\circ$  при умовах, що похибка становить від 4 до 15. Це залежить від розміру кута установки лінійки синусної, відстані між роликками (номінальної), а також і від точності виготовлення даної лінійки. Принцип лінійки синусної використовується для різних випадків. У пристроях, які використовуються у металорізальних верстатах для обробки деталей, що містять похилі поверхні, а також у конструкціях різних приладів, у яких відбувається передача рухів під певним кутом до напрямку основного руху, також використовується принцип лінійки синусної.

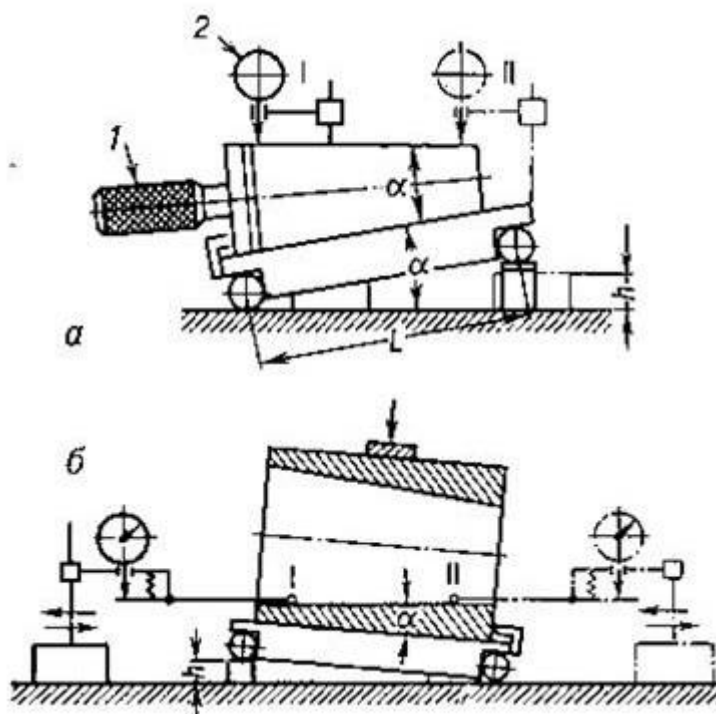


Рисунок – 1.2. Вимірювання кута при використанні синусної лінійки:  
 а - зовнішнього конуса; б - внутрішнього конуса; 1 - конусний калібр; 2 -  
 головка відліку; I і II - положення головки відліку

Конус інструментальний – це хвостовик конічний інструменту ріжучого - дріль, млин, стійка, скануючий пристрій, картридж затискний, і отвір конічний відповідного розміру у задній головці або шпинделі.

Призначається для зміни інструмента у швидкому темпі, при високій точності його центрування та надійністю закріплення інструмента. Існують

різні види конусів інструментальних, що розрізняються за ступінню конусності.

Так званий конус Морзе — це одне із найбільш поширеніших кріплень для інструменту. Він був запропонований винахідником спірального свердла Стівеном А. Морзе приблизно у 1865 році. Конус Морзе має наступний набір розмірів: від № 0 до №6 тобто всього сім. Конусність вимірювання становить від 1:19,002 до 1:20,047, це дає діапазон кутів від 1°25'43" до 1°30'26". Конусність залежить від типорозміру. Аналогічними стандартами є DIN 228 та ISO 296. Виготовляють конуси згідно з метричними та дюймовими стандартами. Конуси взаємозамінні, але різь хвостовика не є взаємозамінною.

На даний момент існує кілька варіантів виконання хвостовиків: або з лапкою, або з різью, або без них. Інструмент, що має лапку, зафіксують в шпинделі за допомогою заклинювання даної лапки. Для фіксації в рукаві шпинделя існує спеціальний паз. Інструмент, що має різь, зафіксують у шпинделі за допомогою штока (штревеля). Даний шток вкручують у торець конуса. За допомогою лапки вдається передавати інструменту значний крутний момент. Конуси різьбові дають гарантію того, що інструмент не буде випадати. Також різь створює умови для полегшення витягування конуса у разі заклинювання останнього. Створена регламентація конусів, їх забезпечують системою канавок та отворів для того, щоб подавати змащувальні та охолоджуючі рідини.

Безшкальний вимірювальний інструмент для перевірки лінійних розмірів, кутів, форми і взаємного розташування поверхонь називають калібрами. На практиці розрізняють декілька різних видів калібрів.

Калібри конусні призначені для того, щоб контролювати гладкі конічні поверхні. Найчастіше за допомогою калібрів конусних контролюють хвостовики конічні для різних інструментів (калібри-втулки) та отвори конічні для кріплення інструментів (калібри-пробки). Положення граничні для калібрів відносно контрольованої поверхні визначаються згідно з двома рисками, що наносять на даний калібр. Як правило, калібри такого типу застосовують у комплекті. Даний комплект складається з калібру-втулки, калібру-пробки, а

також контркалібру-пробки. Контркалібр-пробка призначений для визначення припасування калібру-пробки до калібру-втулки по пофарбованій поверхні.



### 1.1.1 Аналіз засобів та методів дослідження по темі завдання

На даний час відбуваються помітні зміни в науці та техніці, викликані бурхливим розвитком комп'ютерної техніки. Але, за умови відсутності точних вхідних даних навіть найбільш складна система втрачає можливість виконувати поставлені задачі. У випадку неможливості виконання процедури аналітичного опису параметрів контрольованого об'єкта з достатньою точністю, єдиним способом отримання вимірювальної інформації є експериментальні дослідження, а єдиною кількісною оцінкою, що оцінює відповідність результату контролю до дійсного стану параметра об'єкта є лише вірогідність контролю. До параметрів контрольованого об'єкта відносять також і параметри обертального руху: кутова швидкість, кутове прискорення, кутове положення та биття. Першою йде операція порівняння зі зразковою величиною, а вже тоді операція порівняння з нормою, тоді для оцінки кількісної різних параметрів обертального руху використовують різні вимірювальні засоби. Обов'язковими складовими процесу вимірювання є контрольований об'єкт, вторинний прилад для вимірювання, та елементи поєднання з давачем. На даний час застосовуються і контактні, і безконтактні контролюючі засоби, які здійснюють контроль параметрів. У разі, якщо відсутні елементи з'єднання сенсора давача та об'єкта в засобах контролю, які працюють за безконтактним принципом, забезпечується відсутність впливу інерційних властивостей давача, та різного плану похибок на результати вимірювань. Контроль положення кутового (візьмемо для прикладу двигун кроковий) призводить до необгрунтованого зменшення швидкодії вимірювання. Дане зменшення відбувається за рахунок тривалого перехідного процесу муфти, що здійснює спряження. Конструкція, що складається з муфти спряження та давача, призводить ускладнення процесу контролю параметрів вимірюваної деталі за умов експлуатації з навантаженням.

Тому однією з найважливіших та однією із найбільш актуальних задач є задача, пов'язана з розробкою контролюючих засобів, що характеризуються підвищеною точністю, широким вимірювальним діапазоном та значно зменшеною інерційністю. Найперспективнішим шляхом розв'язання даної

задачі є розробка нового методу вимірювання, що полягає у використанні мікропроцесорів як засобів для контролю параметрів вимірюваної деталі, що суміщують у собі переваги існуючих безконтактних засобів при якому більшому усуненні недоліків, притаманних контактним засобам.

## 1.2 Опис конструкції та принципу роботи вимірювального приладу

### 1.2.1 Розрахунок підводу електромагніта до контрольованої поверхні

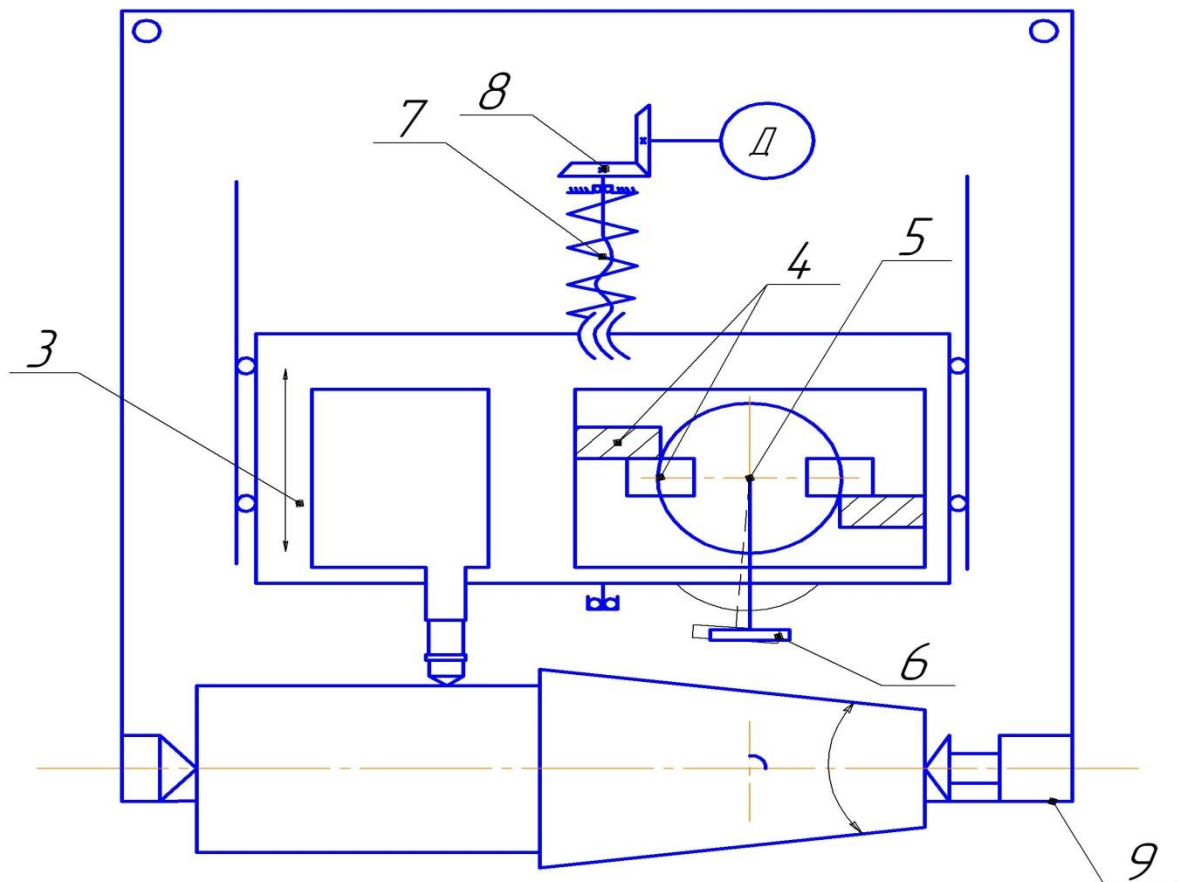


Рисунок 1.3 - Кінематична схема пристрою для вимірювання зовнішніх кутів конусів.

- 1-платформа;
- 2-направляючі;
- 3-каретка;
- 4-відліковий пристрій;
- 5-важіль;
- 6-магніт;

7-гвинт 1;

8-конічна передача 1;

9-пневмоциліндр;

Пристрій працює наступним чином (рисунок. 2.1):

Платформу 1 за допомогою гвинтової передачі 13 виставляємо таким чином, щоб важіль 5 знаходився в горизонтальній площині, яка проходить через повздовжню вісь контрольованого конуса.

Виставлення проводиться по максимальному сигналу відлікового пристрою 4 (магніторезистивного перетворювача). Потім каретку 3 починають переміщувати до конуса в напрямку, перпендикулярному його осі.

Важіль 5 при цьому починає відхилятися силами магнітної взаємодії таким чином, щоб зазор між магнітом 6 і поверхнею конуса був мінімальним, тобто важіль встановлюється перпендикулярно до твірної конуса. При цьому відліковий пристрій 4 фіксує кут, що дорівнює половині кута при вершині конуса.

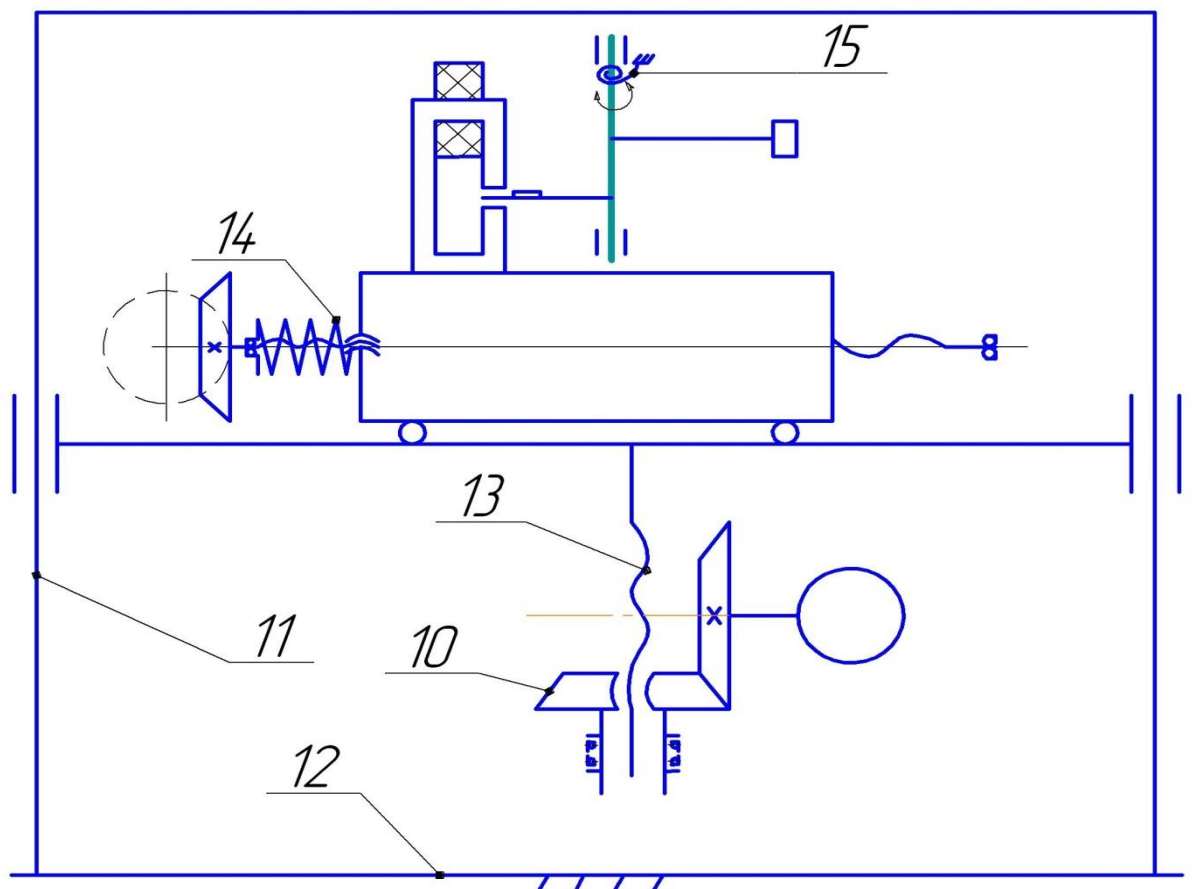


Рисунок 1.4 - Кінематична схема пристрою для вимірювання кутів конусів в площині XOZ.

10-конічна передача<sup>2</sup> ;

11-направляюча ;

12-основа ;

13-гвинт<sup>2</sup> ;

14-пружина стиску ;

15-повертаюча пружина.

### 1.3 Розрахунково – конструкторська частина

#### 1.3.1 Розрахунок електро – контактного датчика

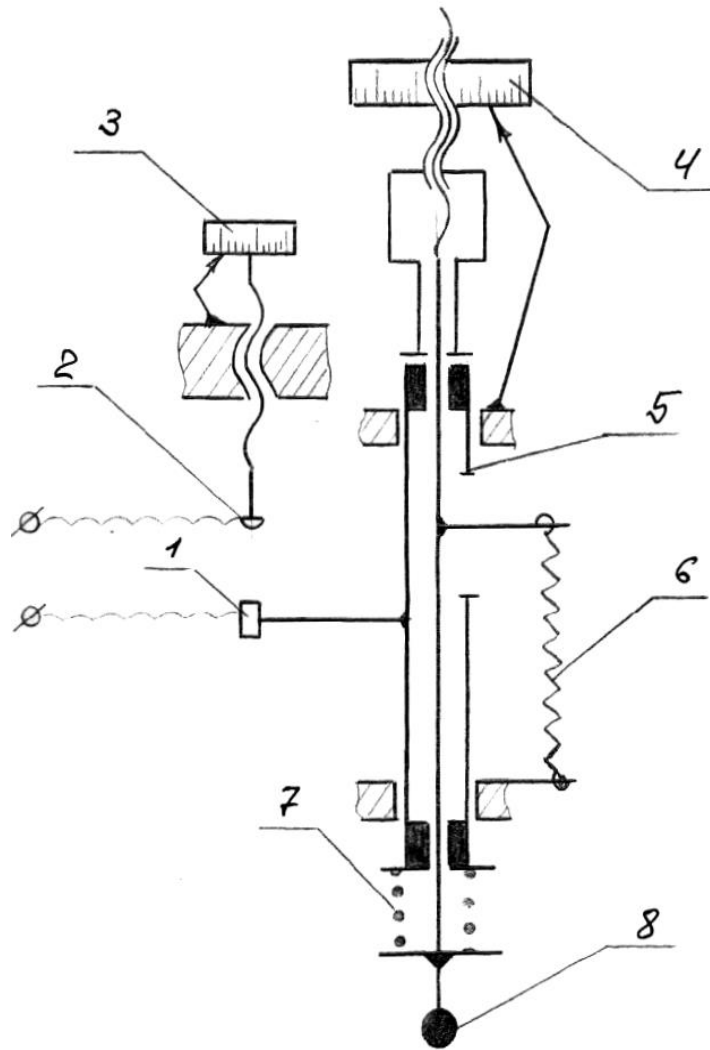


Рисунок 1.4 - Кінематична схема електро-контактного датчика.

- 1-рухомий контакт ;
- 2-контакт ;
- 3-настроєчний гвинт ;
- 4-настроєчний гвинт ;
- 5-втулка ;
- 6-пружина ;
- 7-пружина стиску ;
- 8-вимірювальний стержень.

### 1.3.2 Розрахунок передачі гвинт-гайка

1. Визначення потрібних параметрів електро-двигуна.

Силу, що навантажує гвинт визначаємо за формулою:

$$F = F_{\text{пр}} + KF_1;$$

Де  $F_{\text{пр}} = 7\text{Н}$  – максимальне осьове зусилля, яке розвиває пружина;

$F_1 = 6\text{Н}$  – сумарна дія сил тертя в направляючих і ваги каретки;

$K = 1.3$  – коефіцієнт запасу;

$$F = 7 + 1.3 \cdot 6 = 15\text{Н};$$

ККД механізму

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 0.45 \cdot 0.95 \cdot 0.99 = 0.42$$

де  $\eta_1$  – ККД передачі гвинт-гайка;

$\eta_2$  – ККД конічної передачі;

$\eta_3$  – ККД опор гвинта;

Потрібна потужність електродвигуна:

$$P_{\text{дв}} = \frac{F \cdot v}{\eta} = \frac{15 \cdot 0.005}{0.42} = 0.18 \text{ Вт};$$

Потрібна кутова швидкість гайки:

$$\omega = \frac{2\pi \cdot v}{P} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 0.005}{0.5 \cdot 1 \cdot 10} = 62.83 \text{ рад/с};$$

Де  $v$  – лінійна швидкість каретки;

$P$  – крок різьби;

$Z$  – кількість заходів різьби;

Для приводу можна застосовувати електродвигун постійного струму

ДПР – 32-Н6-03 з такими характеристиками:

-корисна потужність  $P = 0.4 \text{ Вт}$ ;

-частота обертання  $n_{\text{ном}} = 1000 \text{ об/хв}$ ;

-номінальний момент навантаження  $5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;

-пусковий момент  $22.5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;

-напруга навантаження  $U = 110\text{В}$ ;

-частота струму  $f = 50 \text{ Гц}$ ;

-номінальна напруга керування  $U_1 = 5.5 \text{ В}$ ;

Кутова швидкість двигуна:

$$\omega_{об} = \frac{\pi n}{30} = \frac{3.14 \cdot 1000}{30} = 104.7 \text{ рад/с ;}$$

Тоді передаточне число конічної передачі :

$$U = \omega_{дв} / \omega = 104.7 / 62.83 = 1.7$$

Проектний розрахунок передачі гвинт-гайка.

Для виготовлення передачі вибираємо матеріали:

- гвинт – із сталі 45, нормалізованої, для якої :

$$\sigma_B = 598 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_T = 365 \text{ МПа;}$$

- гайка – різьба нарізається в отворі каретки, яка виготовляється з легованої сталі 35ХГСА для якої :

$$\sigma_B = 1616 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_T = 1280 \text{ МПа;}$$

Вибираємо для передачі гвинт-гайка трапецеїдальну різьбу. Середній діаметр різьби гвинта:

$$d_2 = \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot \varepsilon \cdot \lambda [p]}} = \sqrt{\frac{15}{3.14 \cdot 1.2 \cdot 0.5 \cdot 4}} = 1.4 \text{ мм;}$$

$$d_e = H / d_2 = 1.2;$$

$$\lambda = H_1 / p = 0.5;$$

[p]=4 - допустимий тиск у контактні витків гвинта і гайки;

$$\text{Висота гайки } H_2 = 1.23 \cdot 675 = 4.41 \text{ мм;}$$

Беремо  $H = 5 \text{ мм;}$

Вибираємо трапецеїдальну різьбу з такими самими параметрами:

Крок різьби  $p = 0.5 \text{ мм;}$

Номинальний діаметр  $d = 4 \text{ мм;}$

Внутрішній діаметр  $d_1 = 3.459 \text{ мм;}$

Середній діаметр  $d_2 = 3.675 \text{ мм;}$

Число витків у гайці:

$$Z_b = H / p = 5 / 0.5 = 10$$

Кут підйому витків різьби за їх середнім діаметром:

$$\text{tg} \psi = P_z / (d_2) = 0.51 / (3.143 \cdot 675) = 0.043307;$$

$$\psi = 2.47978^\circ;$$

Зведений кут тертя в різьбі при коефіцієнті тертя  $f=0.05$  для змашених деталей та при  $\delta=15^\circ$  визначаємо за формулою:

$$\operatorname{tg}\varphi = f/\cos\delta = 0.05/\cos 15^\circ = 0.051764;$$

$$\varphi = 2.963203;$$

Умова самогальмування різьбової пари виконується, оскільки  $\varphi > \psi$ ;

Фактичний ККД передачі гвинт гайка:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}\psi}{\operatorname{th}(\varphi + \psi)} = \frac{0.043307}{\operatorname{tg}(2.9632 + 2.4797)} = 0.45;$$

### 1.3.2.1 Розрахунок передачі на стійкість проти спрацювання витків.

Розрахунковий тиск у контакті витків передачі з вибраними розмірами при робочій висоті витків:

$$H_1 = 0.5p = 0.5 \cdot 0.5 = 0.25 \text{ мм};$$

$$P = \frac{F}{\pi d \cdot H_1 \cdot z_b} = \frac{15}{3.14 \cdot 3.675 \cdot 0.25 \cdot 10} = 0.5 \text{ МПа};$$

Стійкість витків проти спрацювання забезпечується, оскільки:

$$p = 0.5 \text{ МПа} < [p] = 4 \text{ МПа}.$$

### 1.3.1.3 Розрахунок конічної передачі (поз.8 кінематична схема).

1. Параметри навантаження зубчастої конічної передачі.

Номінальний обертовий момент на валу двигуна:

$$T_1 = T_{1н} = T_{1ф} = 510^{-3} \text{ Нм};$$

2. Матеріали для зубчастих колі беремо ті самі, що в попередньому розрахунку конічної передачі.

3. Допустимі напруження для розрахунку конічної зубчастої передачі.



Розрахункове допустиме контактне напруження для прямозубої конічної передачі:

$$[\sigma]_H = 223.6 \text{ МПа};$$

Допустиме напруження на згин:

$$[\sigma]_F = 54 \text{ МПа};$$

4. Проектний розрахунок передачі.

Вибираємо коефіцієнт ширини зубчастих вінців  $K_{\text{вк}} = 0.27$ . Тоді коефіцієнт:

$$K_{\text{вд}} = K_{\text{вк}} \cdot \left( \frac{U}{2} - K_{\text{вк}} \right) = 0.25 \cdot 1.7 / 2 - 0.25 = 0.24;$$

Де  $U = 1.7$  - передаточне число зубчастої конічної передачі;

В залежності від  $K_{\text{вд}}$  визначаємо коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по ширині зубчастих вінців  $K_{\text{н}\beta} = 1.2$ .

Мінімальний зовнішній ділительний діаметр конічного колеса визначаємо за формулою:

$$d_{e2\text{min}} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_{1H} \cdot K_{\text{н}\beta} \cdot u^2}{K_{\text{вк}} (1 - K_{\text{вк}}) [\sigma]_H^2}} = 1116.61 \cdot \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 1.2 \cdot 1.7^2}{0.29 \cdot (1 - 0.29) \cdot 223.6^2}} = 19.9 \text{ мм};$$

Вибираємо число зубців шестерні  $z_1 = 18$ . Тоді число зубців колеса

$$z_2 = U z_1 = 1.718 \cdot 18 = 30.6;$$

Візьмемо  $z_2 = 31$ . Тоді фактичне передаточне число

$$U = z_2 / z_1$$

Потрібний зовнішній коловий модуль

$$m_e = d_{e2\text{min}} / z_2 = 19.9 / 31 = 0.64 \text{ мм};$$

Вибираємо стандартне значення модуля  $m_e = 0.7 \text{ мм}$ ;

1.1.4(5) Розрахунок параметрів конічної передачі.

Зовнішні ділительні діаметри шестерні та колеса

$$d_{e1} = m_e z_1 = 0.718 = 12.6 \text{ мм};$$

$$d_{e2} = m_e z_2 = 0.731 = 21.7 \text{ мм};$$

Зовнішня конусна відстань:

$$R_e = 0.5 \cdot m_e \sqrt{(z_1^2 + z_2^2)} = 0.5 \cdot 0.7 \sqrt{18^2 + 31^2} = 12.55;$$

Ширина зубчастих вінців

$$b_1 = b_2 = b = K_{be} \cdot R_e = 0.25 \cdot 12.55 = 3.14 \text{ мм};$$

Середня конусна відстань

$$R_m = R_e - 0.5b = 12.55 - 0.5 \cdot 3.14 = 10.98 \text{ мм};$$

Середні ділильні діаметри шестерні та колеса

$$d_{m1} = m_m \cdot z_1 = 0.6 \cdot 18 = 10.8 \text{ мм};$$

$$d_{m2} = m_m \cdot z_2 = 0.6 \cdot 31 = 18.6 \text{ мм};$$

де  $m = 0.6 \text{ мм}$  – середній модуль зубців;

$$m_m = m_e R_m / R_e = 0.6 \text{ мм};$$

Кути при вершинах ділильних конусів шестерні та колеса:

$$\delta_1 = \arctg z_1 / z_2 = \arctg 18 / 31 = 30.141385^\circ;$$

$$\delta_2 = 90 - \delta_1 = 90 - 30.141385^\circ = 59.858615^\circ;$$

Розміри елементів зубців

Зовнішня висота головки зубця:

$$h_{ae} = m_e = 0.7 \text{ мм};$$

Зовнішня висота ніжки зубця:

$$h_{fe} = 2.2 m_e = 2.2 \cdot 0.7 = 0.84 \text{ мм};$$

Зовнішня висота зубця:

$$h_e = 2.2 m_e = 2.2 \cdot 0.7 = 1.54 \text{ мм};$$

радіальний зазор:

$$c = 0.2 m_e = 0.2 \cdot 0.7 = 0.14 \text{ мм};$$

Кут профілю зубців:

$$\alpha = 20^\circ;$$

Розміри зубчастих вінців кінчних коліс.

Зовнішні діаметри вершин зубців :

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2m_e \cos \delta_1 = 12.6 + 2 \cdot 0.7 \cos 30.141385^\circ = 13.81 \text{ мм};$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2m_e \cos \delta_2 = 21.7 + 2 \cdot 0.7 \cos 59.868515^\circ = 22.4 \text{ мм};$$

Зовнішні діаметри впадин :

$$\operatorname{tg} \theta_a = \frac{h_{ae}}{R_e} = \frac{0.7}{12.55} = 0.0577; \quad \theta_a = 3.192473^\circ;$$

$$\operatorname{tg}\theta_f = \frac{h_{fe}}{R_e} = \frac{0.84}{12.55} = 0.066932; \theta_f = 3.829225;$$

Кути вершин конуса, зубців шестерні та колеса:

$$\delta_{\theta 1} = \delta_1 + \theta_a = 30.141385^\circ + 3.192473^\circ = 33.333858^\circ;$$

$$\delta_{\theta 2} = \delta_2 + \theta_a = 59.858615^\circ + 3.192473^\circ = 63.051088^\circ;$$

Кути конуса впадин :

$$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_f = 30.141385^\circ - 3.829225^\circ = 26.31216^\circ;$$

$$\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_f = 59.858615^\circ - 3.829225^\circ = 56.02939^\circ$$

Сили в зачепленні зубців конічної передачі:

Колова сила:

$$F_t = F_{Ht} = F_{Ft} = 2T_1 / d_{m1} = 0.005 / (10.8 \cdot 10^{-3}) = 0.46 \text{ Н};$$

Радіальна сила на шестерні дорівнює осьовій силі на колесі:

$$F_{r1} = F_{a2} = F_t \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \cos\delta_1 = 0.46 \cdot \operatorname{tg}20^\circ \cdot \cos30.141385^\circ = 0.14 \text{ Н};$$

Осьова сила на шестерні дорівнює радіальній силі на колесі

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \cos\delta_2 = 0.46 \cdot \operatorname{tg}20^\circ \cdot \cos 59.858615^\circ = 0.08 \text{ Н};$$

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну втому

Попередньо визначимо коефіцієнти:

$Z_m = 201.945 \text{ МПа}^{1/2}$  – коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів зубчастих коліс;

$$Z_H = 1.77;$$

$$Z = 0.88;$$

$$K_{H\alpha} = 1;$$

$$K_{H\beta} = 1.2;$$

$$K_H = 1.06;$$

Питома розрахункова колова сила:

$$\omega_{HT} = \frac{F_{HT}}{0.85b} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\delta} = \frac{0.46}{0.85 \cdot 3.14} \cdot 1.2 \cdot 1 \cdot 1.06 = 0.22 \frac{\text{Н}}{\text{м}};$$

Розрахункове контактне напруження :

$$\sigma_h = Z_m \cdot Z_h \cdot Z_e \cdot \sqrt{\frac{\omega_{Ht}}{d_{n1}}} \cdot \sqrt{\frac{1+u^2}{u}} = 201.945 \cdot 1.77 \cdot 0.88$$

$$\sqrt{\frac{0.22}{10.8}} \cdot \sqrt{\frac{1+172^2}{172}} = 48.28 \text{ МПа};$$

Стійкість зубців проти втомного викришування їхніх активних поверхонь забезпечується, оскільки  $\sigma_h = 48.28 \text{ МПа} < [\sigma] = 223.6 \text{ МПа}$ ;

Розрахунок зубців на втому при згині.

Розрахункові коефіцієнти:

$$Y_{F1} = 4.01;$$

$$Y_{F2} = 3.62;$$

$$Y = 1;$$

$$Y_\beta = 1;$$

$$K_{F\alpha} = 1;$$

$$K_{F\beta} = 1.25;$$

$$K_F = 1.01;$$

Питома розрахункова колова сила:

$$\omega_{Ft} = F_{Ft} / (0.85b \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\delta}) = \frac{0.46}{0.85 \cdot 3.14} \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1.01 = 0.22 \frac{H}{m};$$

Розрахункове напруження згину в зубцях шестерні та колеса:

$$\sigma_{F1} = Y_{F1} Y_\epsilon Y_\beta \cdot \omega_{Ft} / m_m = 4.01 \cdot 1 \cdot 1.1 \cdot 0.22 / 0.6 = 1.47 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{F2} = Y_{F2} Y_\epsilon Y_\beta \cdot \omega_{Ft} / m_m = 3.62 \cdot 1 \cdot 1.1 \cdot 0.22 / 0.6 = 1.33 \text{ МПа};$$

Стійкість зубців проти втомного руйнування при згині забезпечується, оскільки роз-рахункові напруження в зубцях шестерні а колеса менші за відповідне допустиме напруження  $[\sigma]_F = 54 \text{ МПа}$ ;

### 1.3.2.3 Розрахунок пружини

Задаємось витривалістю пружини  $N = 1 \cdot 10^{-3}$ ;

При заданій витривалості пружину слід віднести до I-го класу. Для пружин I-го класу відносний інерційний зазор пружини стиску лежить в інтервалі

$\delta = 0.05:0.25$ . Використовуючи цей інтервал, знаходимо граничне значення сили пружини при максимальній деформації  $P_3$ , кгс:

$$P_3 = P_2 / 1 - 0.05 : P_2 / 1 - 0.25 = 0.74 : 0.93;$$

Де  $P_2 = 0.7$  кгс – сила пружини при робочій деформації (відповідає найбільшому ви-мушеному переміщенню рухомої ланки в механізмі);

З таблиці 11(том3, ст.111) вибираємо пружину з номером 139, для якої сила

$P_3 = 0.8$  кгс, тобто лежить в заданому інтервалі.

Параметри пружини 139:

- Сила пружини при максимальній деформації  $P_3 = 0.8$  кгс;
- Діаметр дроту  $d = 0.6$  мм;
- Зовнішній діаметр пружини  $D = 8$  мм;
- Жорсткість одного витка  $z_1 = 0.32$  кгс/мм;
- Максимальна деформація одного витка  $f_3 = 2.5$  мм;

Для пружини I-го класу допустиме дотичне напруження  $\tau_3 = 0.3$   $\sigma_B$ ;

Знаходимо, що для знайденого діаметра дроту із кремне-марганцевої бронзи Бр.КМЦ 3-1 ГОСТ 5222-72;

$$\tau_3 = 0.3 \cdot 210 = 63 \text{ кгс/мм}^2;$$

Належність до I-го класу перевірена шляхом визначення відношення  $\delta_0 / \delta_{кр}$ , для якого попередньо знаходимо критичну швидкість по наступній формулі, при

$\delta = 0.25$ :

$$v_{кр} = \frac{\tau \left( 1 - \frac{P_2}{P_3} \right)}{3.58} = \frac{63 \cdot 0.25}{3.58} = 4.4 \text{ м/с};$$

Де  $v_{кр} = 0.005$  м/с – найбільша швидкість руху рухомого кінця пружини при

навантаженні чи розвантаженні;

Одержана величина вказує на відсутність співударення витків, і, як наслідок, вибрана пружина задовільняє умови використання.

Жорсткість пружини:

$$Z = \frac{P_2 - P_1}{h} = \frac{0.7 - 0.1}{27} = 0.026 \text{ кг/мм};$$

Де  $P_1 = 0.01$  кгс – сила пружини при попередній деформації;

$h = 27$  мм – робочий хід;

Число робочих витків пружини:

$$n = Z_1 / Z = 0.32 / 0.026 = 12.312.5;$$

Тоді фактична жорсткість:

$$Z = Z_1 / n = 0.32 / 12.5 = 0.0256 \text{ кг/мм}.$$

При 1.5 робочих витків повне число витків:

$$n_1 = n + n_2 = 12.5 + 1.5 = 14;$$

Середній діаметр пружини:

$$D_0 = 8 - 0.6 = 7.4 \text{ мм};$$

Визначаємо деформації висоти і крок пружини:

$$F_1 = P_1 / Z = 0.01 / 0.026 = 0.39 \text{ мм};$$

$$F_2 = P_2 / Z = 0.7 / 0.0256 = 27.34 \text{ мм};$$

$$F_3 = P_3 / Z = 0.8 / 0.0256 = 31.25 \text{ мм};$$

$$H_3 = (n_1 + 1 - n_3) d = (14 + 1 - 1.5) \cdot 0.6 = 8.1 \text{ мм};$$

$$H_0 = H_3 + F_3 = 8.1 + 31.25 = 39.35 \text{ мм};$$

$$H_1 = H_0 - F_1 = 39.35 - 0.39 = 38.96 \text{ мм};$$

$$H_2 = H_0 - F_2 = 39.35 - 27.34 = 12.01 \text{ мм};$$

Крок пружини:

$$t = f_3 + d = 2.5 + 0.6 = 3.1 \text{ мм};$$

В цих формулах:

$F_1$  – попередня деформація;

$F_2$  – робоча деформація;

$F_3$  – максимальна деформація;

$H_3$  – висота пружини при максимальній деформації;

$H_0$  – висота пружини у вільному стані;

$H_1$  – висота пружини при попередній деформації;

$H_2$  – висота пружини при робочій деформації.

### 1.3.3 Розрахунок електромагніта.

Розрахунок електромагніта заключається в визначенні діаметра і марки провідника обмотки, числа витків і опору обмотки  $R$ , при заданому значенні магніторухомої сили. Для електромагнітів постійного струму знаходимо по такій наближеній формулі:

$$\theta = (1,2 \dots 1,6) \frac{B\delta - \delta}{\mu_0};$$

де  $B = 1.2 \text{ Тл}$  – магнітна індукція в зазорі;

$\delta = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  – величина зазору між електромагнітом і конусом;

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Г/м}$  – магнітна стала;

$$\theta = 1.6 \cdot \frac{1.2 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 3.14 \cdot 10^{-7}} = 477 \text{ А};$$

1. Знаходження площі перерізу провідника обмотки:

$$S_m = \frac{\theta \cdot l_B \cdot c_p}{U_{\min}};$$

де  $g_t$  – питомий опір матеріалу обмотки при температурі  $t = 90^\circ\text{C}$ ;

$$g_t = g_{20} [1 + \alpha(t - 20)] = 0.0175 \cdot 10^{-6} \cdot [1 + 0.0043(90 - 20)] = 0.0227 \cdot 10^{-6} = \text{Ом} \cdot \text{м};$$

де  $g_{20}$  – питомий опір матеріалу обмотки при температурі  $t = 20^\circ\text{C}$ ;

$g_{20} = 0.0175 \cdot 10^{-6}$  (для міді);

$\alpha$  – температурний коефіцієнт опору, для міді  $\alpha = 0.00431 / \text{C}^\circ$ ;

$l_{\text{ср}} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  – середня довжина витка обмотки;

$U_{\min} = 6 \text{ В}$  – мінімальна напруга живлення;

$$S_m = \frac{477 \cdot 0.0227 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{6} = 3.6 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2;$$

2. Визначення діаметра провідника без ізоляції:

$$d = \sqrt{\frac{4S_m}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3.6 \cdot 10^{-8}}{3.14}} = 0.214 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0.214 \text{ мм};$$

Вибираємо стандартний провідник ПЭЛЛО ГОСТ 16507-71.

Номинальний діаметр по міді – 0.2 ... 0.25 мм;

Товщина ізоляції – 0.09мм;

Клас нагріву – А(105°C);

3. Визначення кількості витків обмотки:

$$\omega = K_{з.об} \cdot \frac{L_{об} \cdot h_{об}}{S_m};$$

де  $K_{з.об}=0.6$  – коефіцієнт заповнення обмоточного простору;

$l_{об}=10$ мм ,  $h=5$ мм – сторони перерізу обмотки;

$$\omega = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{3.6 \cdot 10^{-8}} \cdot 0.6 = 1388,9 = 1389;$$

4. Визначення електричного опору обмотки:

$$R_t = \rho_t \frac{l_{с.р} \cdot \omega}{S_m} = 0.0227 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 1389}{3.6 \cdot 10^{-8}} = 17.52 \text{ Ом};$$

Максимальний струм обмотки :

$$I_{\max} = \frac{U_{\max}}{R_t} = \frac{6.5}{17.52} = 0.37 \text{ А};$$

Споживана потужність:

$$P_{\max} = I_{\max} \cdot R_t = 0.372 \cdot 17.52 = 2.4 \text{ Вт};$$

5. Визначення перевищення температури котушки:

$$\tau = g_t \frac{\theta^2}{2K_{з.об} \cdot Kl_{об}^2 h_{об}} = \frac{477^2}{2 \cdot 0.6 \cdot 10 \cdot 10^2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-3}} \cdot 0.0227 \cdot 10^{-6} = 86^\circ \text{C};$$

де

$K=10 \frac{B_m}{\mu^2 \cdot ^\circ C}$  коефіцієнт тепловіддачі котушки;

### 1.3.4 Розрахунок магніторезистивного перетворювача

Вимірювання і зняття даних проводиться за допомогою магніторезистивного перетворювача.

Вибираємо магніторезистор із арсеніду індію InA3 з такими характеристиками:

1. Опір при відсутності магнітного поля  $R=200$  Ом;

2. Опір в магнітному полі  $R_b=400$  Ом;



3. Візносна зміна опору при магнітній індукції в зазорі електромагніта  
 $B=1.0$  Тл,  
 $R_b/R_0=10$ .

4. Розміри з підкладкою :  
довжина  $Q - 5$ мм;  
ширина - 6мм;  
товщина  $d - 0.3$ мм;

5. Температурний коефіцієнт опору при  $B=0$   
 $0.5$  %/°C;

6. Максимально допустима температура  $T_{max}=420$  К;

7. Допустимий струм живлення, при  $B=0$   
 $I_{доп}=15$ мА;

Значення допустимого струму живлення магніторезистора, що знаходиться в магнітному полі з індукцією  $B=1.0$  Тл визначається за формулою:

$$I_{доп} = I_{0доп} \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{\Delta g}{g_0}\right) B}};$$

де  $\Delta g = 6.25$  – відносна зміна питомого опору при магнітній індукції  $B=1.0$  Тл;

$$I_{доп} = 15 \sqrt{\frac{1}{1 + 6.25}} = 5.57 \text{ мА.};$$

Магніторезистори підключаємо по диференціальній схемі.

Для диференціальної схеми підключення, при живленні від джерела струму  $I_{вх} = \text{const}$ , вихідна напруга при магнітній індукції  $B=1,0$  буде рівна:

$$U_{вих} = \frac{R_0}{2} I_{вх} A_{\Phi} (\mu B)^m = \frac{R_0}{2} I_{вх} \Delta g / g_0;$$

$$U_{вих} = \frac{200}{2} \cdot 5.57 \cdot 10^{-3} \cdot 6.25 = 3.48 \text{ В};$$

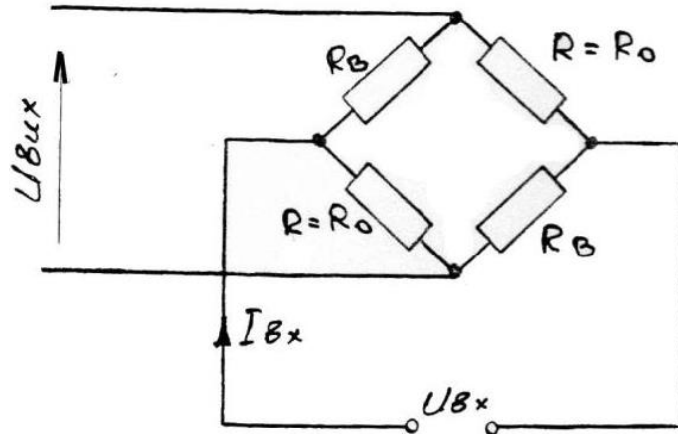


Рисунок 1.5 - Диференціальна схема підключення магніторезисторів.

Мінімальне переміщення, на яке реагує магніторезистор можна визначити з такої формули:

$$d_x = 4 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{KT}{P_{max} \cdot S}}$$

де  $K = 1.381 \cdot 10^{-23}$  Дж/К – стала Больцмана;

$T = 370$  К – робоча температура.

$P_{max} = 0.04$  Вт/м<sup>2</sup> – максимальна потужність розсіювання;

$S = 3 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup> – площа магніторезистора;

$$d_x = 4 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{1.381 \cdot 10^{-23} \cdot 370}{0.04 \cdot 3 \cdot 10^{-5}}} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ м};$$

Мінімальний кут, на який може зреагувати магніторезистор можна визначити за формулою:

$$\alpha = \arctg \frac{dx}{18 \cdot 10^{-3}} = \arctg \frac{4 \cdot 10^{-9}}{18 \cdot 10^{-3}} = 0.0013^\circ$$

Де  $\alpha = 0.0013^\circ = 00'0.05''$ .

Знайдена точність нам підходить, тому, що контроль конусів Морзе здійснюється з точністю до сотих долей секунди.

Розрахунок точнісних характеристик спроектованого приладу

На точність приладу будуть впливати такі фактори:

- точність базування вимірювального конуса;

- момент опору вертаючої пружини-волоска;
- точність спрацювання електроконтактного датчика;
- відхилення від перпендикулярності до осі вимірювального конуса напрямних;
- температурна похибка магніторезисторів;
- похибка встановлення магніторезисторів на осі 5(див. кінематичну схему);

Перевагою вибраного патенту, а отже і розробленого приладу є те, що вхідне кутове переміщення дорівнює вихідному -  $\varphi_{вх} = \varphi_{вих}$ , тобто немає функції перетворення.

### 1.3.5 Розрахунок пневмоциліндра

Розрахунок діаметра силового поршня пневмоциліндра виконується за наступним рівнянням:

$$(0,9 \cdot P_m - P_a) \cdot S = (x + a)^n = \sum_{i=1}^4 F_i ;$$

Де  $S = \pi \cdot d^2 / 4$  - площа торця поршня діаметром  $D$  без урахування площі перетину штока;

$P_m = 0,4$  МПа – тиск у пневмомагістралі;

$P_a = 0,1$  МПа – тиск атмосферного повітря;

$\sum_{i=1}^4 F_i = F_g + F_{тр} + F_{к.о.} + F_{пр}$  - сума сил, які протидіють рушійній силі пневмоциліндра:

тут  $F_g = m \cdot g$  – сила ваги;

$F_{тр} = \mu \cdot N$  – сила тертя;

$F_{к.о.}$  – сила корисного опору (визначається експериментально);

$F_{пр} = k \cdot x$  – пружна сила (сила пружних елементів).

Після перетворення рівняння (1) отримаємо розрахункову формулу для визначення діаметра поршня силового пневмоциліндра:

$$D = 1,13 \cdot x = \frac{\sum_{i=1}^4 F_i}{0,9 \cdot P_m - P_a};$$

Розрахунок, діаметра штока пневмоциліндра виконується за допустимими

напруженнями матеріалу штока при поздовжньому згині:

$$d = 1.13 \sqrt{\frac{\sum F_i}{\sigma_{зг}}};$$

Приймаємо тиск поршня 0.4 МПа. Тоді, відповідно до рисунку діаметр поршня  $D_{п} = 6$  мм.

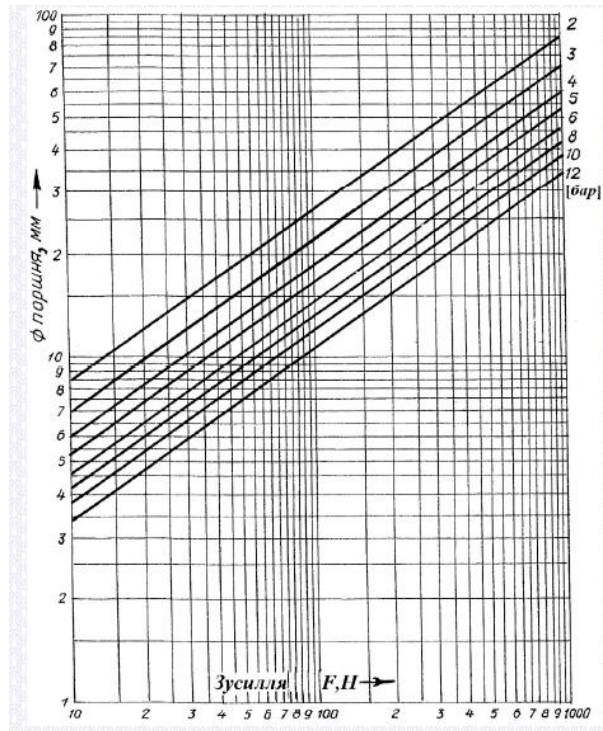


Рисунок 1.6 - Діаграма для визначення діаметрів поршнів пневмоциліндрів технологічних машин.

## 2 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ

### 2.1 Особливості моделювання процесів в технічних системах

Технічний об'єкт – це штучний об'єкт, призначений самостійно виконувати задані дії з перетворення руху, енергії чи інформації. Для користувача важливо, щоб технічний об'єкт був стійким (функціонував при заданих збуреннях, змінюванні зовнішніх умов у заданих межах), довговічним – забезпечував виконання покладених на нього функцій протягом усього заданого терміну використання, керованим – забезпечував вихід у функціональний режим за наперед означеної множини початкових станів, спостережуваним – забезпечував можливість оцінити початковий стан

досліджуваного об'єкта, тощо. Це, звичайно, далеко не усі вимоги, що накладаються на проєктований технічний об'єкт. Але однією з найхарактерніших рис технічного об'єкта є те, що під час функціонування в ньому завжди протікають різноманітні процеси.

Деякі з цих процесів суттєво впливають на характеристики функціонування. Крім того завданням інженера при проєктуванні є передбачення впливу різних факторів зовнішнього середовища на функціонування проєктованого технічного об'єкта а також передбачення в його конструкції засобів зменшення шкідливих впливів настільки, щоб відхилення найважливіших характеристик від запланованих значень не виходило за задані межі.

Протікання фізичних і технічних процесів в динамічних системах описується диференційними або інтегро диференційними рівняннями, сформульованими в часових або часових і просторових координатах. У переважній більшості випадків з задовільною для практики точністю можна обмежитися диференційними рівняннями з єдиним аргументом (часом). Такі рівняння у математиці називають звичайними диференційними рівняннями (технічні системи, поведінку яких можна описати звичайними диференційними рівняннями, називають динамічними системами). У подальшому буде йти мова лише про моделювання процесів, що мають місце у динамічних системах.

Основним засобом моделювання динамічної системи на ЕОМ є розв'язання диференційних рівнянь шляхом чисельного інтегрування. Таке моделювання застосовується переважно на етапі ескізного проєктування, коли опрацьовуються принципові можливості нового утворюваного технічного об'єкта і первинна документація на вироблення перших (макетних) його зразків. До нього звертаються і тоді, коли виникає необхідність розібратися у причинах незапланованих дій технічного об'єкта, виявлених протягом його випробувань чи експлуатації.

Окремим класом є випадкові процеси, які не піддаються детермінованому опису і які використовують для моделювання частини зовнішніх впливів з боку оточуючого середовища, зміни внутрішніх параметрів об'єкта з часом і т.п.

чинників. Потрібно змоделювати, як себе буде вести технічний об'єкт при такому наборі умов, які близькі до реальних експлуатаційних умов. Необхідно зважати на те, що на роботу технічного об'єкта впливають три основні фактори:

1. зовнішні дії, які здійснює навколишнє середовище, серед яких виділяють корисні дії, під дією яких також виникають всередині об'єкта потрібні процеси, а також шкідливі дії, які впливають на некоректну роботу технічного об'єкта;

2. джерела енергії, під дією яких виникають всередині об'єкта потрібні процеси;

3. приймач, яким є інший об'єкт, що сприймає енергію, або рух, а також і інформаційний сигнал, що надходить від даного технічного об'єкта; як правило, приймач впливає на те, як веде себе технічний об'єкт (як у позитивному, так і у негативному сенсі).

Підсумовуючи вищевказане, слід зауважити, що у моделі, яка здійснює моделювання технічного об'єкта при умовах, які близькі до реальних експлуатаційних умов, мають бути передбачені

наступні складові :

1. моделі, що імітують дії джерел енергії на технічний об'єкт;
2. імітатори зовнішніх корисних дій;
3. імітатори зовнішніх шкідливих дій;
4. модель функціонування власне технічного об'єкта;
5. імітатор приймача, який дозволяв би, по-перше, сприймати вихідні фізичні величини технічного об'єкта, а по-друге, імітувати дію реального приймача на поведінку технічного об'єкта.

Тому і при створенні моделі на ЕОМ теж потрібно мати засоби, що дозволяють утворювати чисельні імітатори дій різноманітної форми, які можна розглядати як сигнали, що є функціями поточного моменту часу. Такі імітатори називатимемо генераторами сигналів.

## 2.2 Моделювання процесів засобами Matlab

2.2.1 Оцінка чутливості алгоритму обчислення кута конусної поверхні до точності вимірювання лінійного переміщення  $x$ :

Робоча формула для оцінки чутливості обчислювального алгоритму до точності вимірювання лінійного переміщення:

$$df = 1 / (2 * (1 - x^2/4)^{(1/2)})$$

Градувальна характеристика (залежність кута нахилу конусної поверхні від вимірюного лінійного переміщення): лінійна апроксимація і похибки наближень.

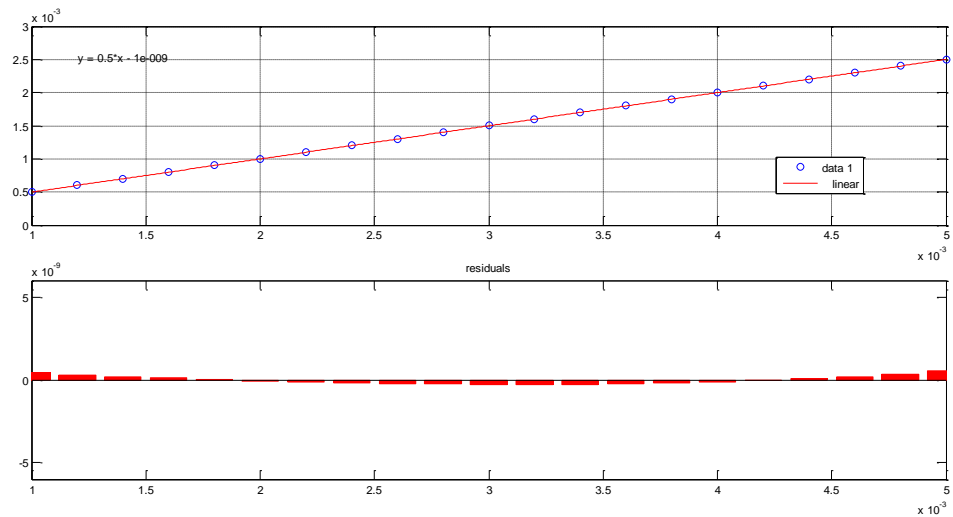


Рисунок 2.1 – Градувальна характеристика вимірювального пристрою і її лінійна апроксимація

### 2.2.2 Оцінка точності обчислення кута конусної поверхні:

Робоча формула для обчислення точності вимірювань в робочому діапазоні:

$$Df = 3 / (20000 * (1 - x^2/4)^{1/2})$$

Залежність точності вимірювання від вимірюваних значень (абсолютна похибка).



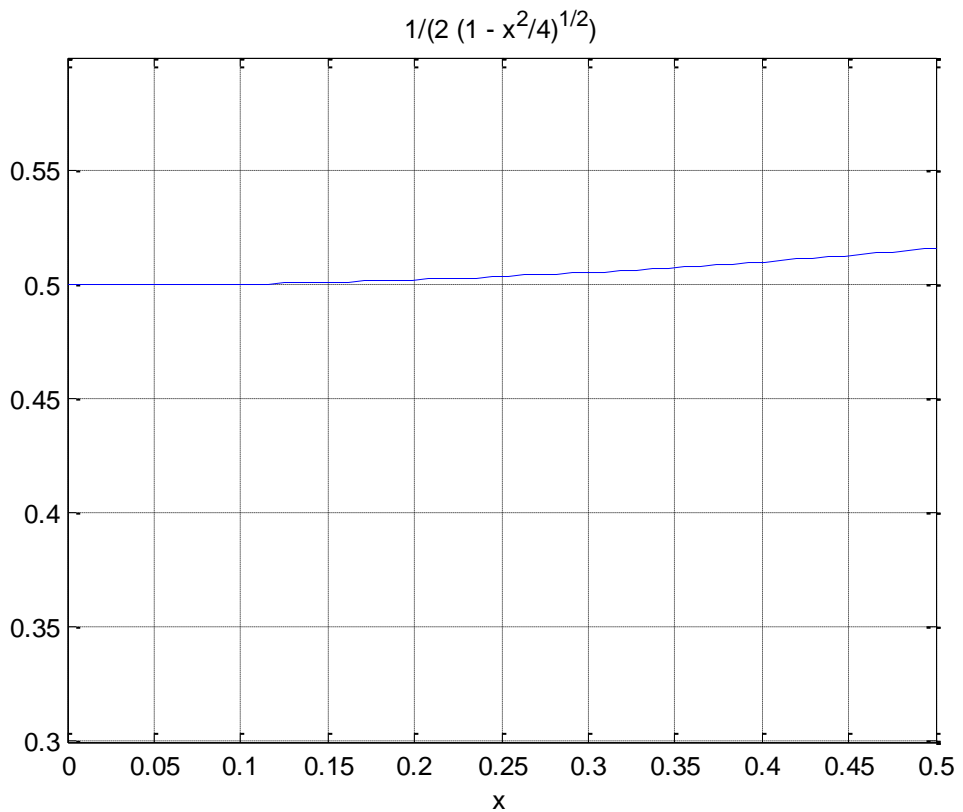


Рисунок 2.2 – Залежність абсолютної похибки від результатів вимірювань.

### Робоча програма моделювання

```
clear all
dh=.0003
d=2;
h=[.001:.0002:.005];
f=asin(h/d)
plot(h,f,'o'),grid
figure
df=diff('asin(x/2)')
ezplot(df),axis([0,.5,.3,.6]),grid
Df=df*dh
```

### 2.2.3 Моделювання вхідної дії при дослідженні динамічних процесів

Одиничний імпульс та періодичні сигналів:

- 1) Спектральний аналіз періодичного вхідного сигналу.

Представлення періодичного сигналу скінченним числом гармонік ряду Фурє, при дотриманні заданої точності:

```
t=[0:.01:1];
y1=.3*rectpuls(t-.3,.1)+.9*rectpuls(t-
.5,.2)+.3*rectpuls(t-.7,.1);
y2=.3*tripuls(t-.3,.1,.15)+.9*tripuls(t-
.5,.2,.15)+.3*tripuls(t-.7,.1,.15);
y3=.8*square(4*pi*t,40);
y4=.9*sawtooth(4*pi*t,.5);
d=[0:.5:1];
y5=.9*pulstran(t-.3,d,'gauspuls',15,.2);
d=[0:.5:1];
y6=.9*pulstran(t-.3,d,'tripuls',.3,1);
y7=y1+y4
subplot(3,1,1)
plot(t,y1)
grid
subplot(3,1,2)
plot(t,y2)
grid
subplot(3,1,3)
plot(t,y3)
```

```

grid
figure
subplot(3,1,1)
plot(t,y4)
grid
subplot(3,1,2)
plot(t,y5)
grid
subplot(3,1,3)
plot(t,y6),grid
figure
plot(t,y7),grid
xlabel('t')
ylabel('Y(t)')
title('my signal')
gtext my comment

```

2) Побудова частотних характеристик заданої ланки вимірювального кола. Дослідження процесу проходження періодичного сигналу через ланку вимірювального кола, із заданими частотними характеристиками:

```

%період вхідного сигналу
Tk=1;
dt=0.01;
t=0:dt:Tk;
%вхідний сигнал
%t=[0:.01:1];
g=.3*rectpuls(t-.3,.1)+.9*rectpuls(t-
.5,.2)+.3*rectpuls(t-.7,.1);

```

```

%g=.3*tripuls(t-.3,.1,.15)+.9*tripuls(t-
.5,.2,.15)+.3*tripuls(t-.7,.1,.15);
%g=.8*square(4*pi*t,40);
%g=.9*sawtooth(4*pi*t,.5);
%d=[0:.5:1];
%g=.9*pulstran(t-.3,d,'gauspuls',15,.2);
%d=[0:.5:1];
%g=.9*pulstran(t-.3,d,'tripuls',.3,1);
%g=1.5*rectpuls(t-.6,0.2);
%g=square(2*pi*t,50)+1;
%g=sawtooth(2*pi*t,0.4)+1;
%d=[0:50/10:50];
%g=pulstran(2*pi*(t-.5),d,'rectpuls',2.5);
%g=[.1 .1 .1 .1 .1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4
4 4 9 9 9 9 9 9 9 9 9 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16
25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 16 16 16 16 16 16 16 16
16 16 9 9 9 9 9 9 9 9 9 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 .1 .1 .1 .1 .1 .1];
%g=z;
%g=[.1 .1 .1 .1 .1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 4 4 4 4 4 4 6 6
6 6 9 9 9 9 9 13 13 13 13 13 16 16 16 16 16 16 16 22 22
22 25 25 25 25 25 20 20 20 20 20 16 16 16 16 16 16 10 3
10 10 10 9 9 9 9 9 7 7 7 7 4 4 4 4 4 4 3 3 3 3 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 .1 .1 .1 .1 .1 .1];
% for i=1:101
% g(i)=g(i)+.1*randn(1);
%
end

```

					<b>КР 204.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

```

%кількість гармонік апроксимаційного ряду Фур'є
n=20;
%розклад в ряд Фурє
y=fft(g);
df=1/Tk;
FK=1/dt;
F=-FK/2:df:FK/2;
l=length(F)
y=fft(g);
z=fftshift(y);
a=abs(z);
b=angle(z);
a=a*2*dt/Tk;
a(51)=a(51)/2
% спектральні характеристики сигналу
subplot(2,1,1);
stem(F(51:70),a(51:70)),grid
gtext('Ampl.Sp.')
subplot(2,1,2)
stem(F(51:70),b(51:70)),grid
gtext('Phfse.Sp.')
%відтворення вхідного сигналу за n гармоніками ряду
Фур'є
s=a(51)
for i=1:n
    s=s+a(51+i)*cos(2*pi*i*t+b(51+i))
end
figure

```

```
%plot(t,g,t,s),grid  
plot(g)  
hold on  
plot(s,'r')  
grid  
gtext('input.signal')  
gtext(' signal.aproximation')
```

## 2.3 Генерування стаціонарних коливальних процесів

Формування коливань, що складаються з певної скінченної кількості гармонійних складових (полігармонічних коливань), можна здійснити за допомогою звичайних процедур  $\sin(x)$  і  $\cos(x)$ .

```
t=0:0.01:50;  
y1=0.7*sin(pi*t/5);  
plot(t,y1), grid,set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',16);  
title('Гармонічні коливання Y(t) = 0.7* SIN(pi*t/5)'), xlabel('Час (  
с)') ylabel ('Вихідний процес')
```

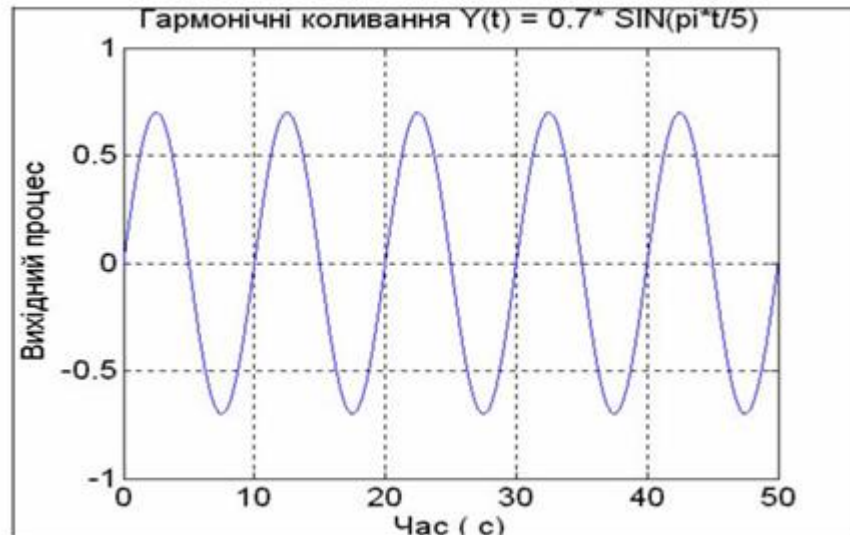


Рисунок 2.3 – Гармонічний процес

Процес, що описується послідовністю прямокутних імпульсів із періодом  $2\pi$  (значення вихідного сигналу  $y$  обчислюються для заданої послідовності відліків часу  $t$ ) можна сформувати за допомогою процедури *square*:

$$y = \text{square}(t, \text{duty}),$$

де аргумент *duty* визначає тривалість додатної напівхвилі у відсотках від періоду хвилі. Наприклад:

```
t=0:0.01:50;
```

```

y=0.7*square(pi*t/5, 40);
plot(t,y),
grid, set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',16)
title('Прямокутні імпульси  $Y(t) = 0.7 * \text{SQUARE}(\pi/5*t, 40)$ ')
xlabel('Час ( с)'), ylabel('Процес  $Y(t)$ ')

```

генерує періодичний процес, що складається з симетричних відносно нуля прямокутних імпульсів амплітуди 0.7 з тривалістю додатної напівхвилі яких має у 40% від тривалості періоду (4 с), а від'ємної – решту 60% періоду (6с).

Аналогічно, генерування пилкоподібних і трикутних коливань можна здійснювати процедурою *sawtooth*:

$$y = \text{sawtooth}(t, \text{width}),$$

Вектор  $y$  містить, значення сигналу з періодом  $2\pi$  (у моменти часу, що задаються вектором  $t$ ) . При цьому параметр *width* визначає частину періоду, протягом якого відбувається зростання сигналу. Наприклад у результаті процедур:

```

t=0:0.01:50;
y=0.7*sawtooth(pi*t/5, 0.7);
plot(t,y),
grid,set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',16) title('Трикутні
хвилі  $Y(t) = 0.7 * \text{SAWTOOTH}(\pi/5*t, 0.7)$ ') xlabel('Час (
с)')ylabel('Вихідний процес  $Y(t)$ ')

```

Одержимо процес, зображений на рис. 3.3.



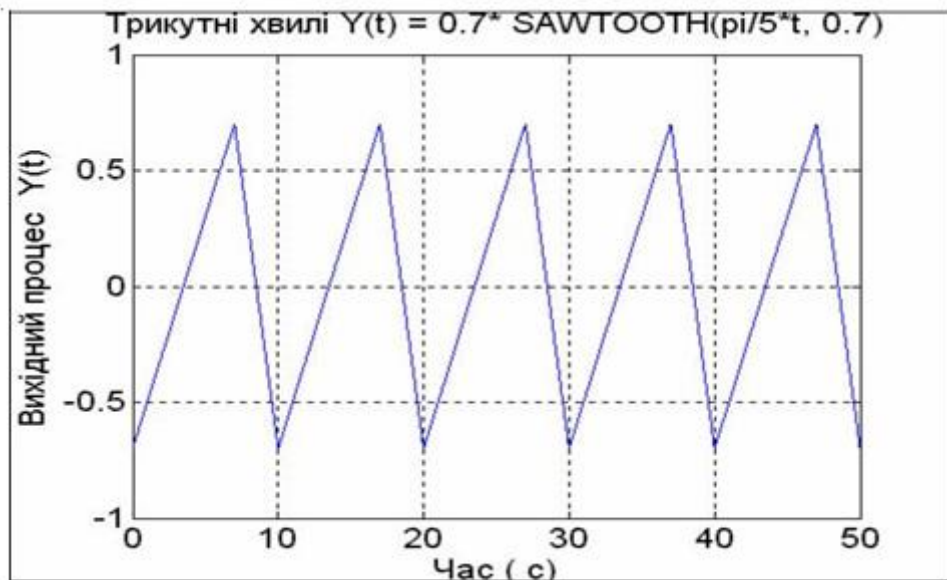


Рисунок 2.4 – Процес із центрованих трикутних хвиль

В попередніх процедурах розглядалося формування коливних процесів, із симетричним відхиленням відносно нуля.

Розглянемо процедуру *pulstran*, яка дозволяє формувати коливні процеси, що є послідовністю або прямокутних, або трикутних, або гауссових імпульсів, сформованих вище:

$$y = \text{pulstran}(t, d, \text{'func'}, p1, p2, \dots),$$

де  $d$  визначає вектор значень тих моментів часу, де мають бути розташовані центри відповідних імпульсів; параметр *func* задає форму імпульсів і може мати одне з наступних значень: *rectpuls* (для прямокутного імпульсу), *tripuls* (для трикутного імпульсу) і *gauspuls* (для гауссового імпульсу); параметри  $p1, p2, \dots$

задають необхідні параметри імпульсу у відповідності з формою звернення до процедури, яка визначає цей імпульс.

Нижче приведені три приклади застосування процедури *pulstran* для різних форм імпульсів.

По-перше, згенеровано процес (Рисунок. 3.4), що складається з послідовності трикутних імпульсів, які мають висоту 0,7, ширину імпульсу 5 с, центри цих імпульсів знаходяться на відстань 10 с один від одного (див.

значення вектора **d**) і з відхиленням вершини трикутного імпульсу ліворуч від центру імпульсу на (-0,5) напівширини імпульсу:

```
t=0:0.01:50
d=[0:50/5:50]';
y=0.7*pulstran(t, d,'tripuls',5,-0.5);
plot(t,y),
grid,set(gca,'FontName','ArialCyr','FontSize',16) title('Y(t) =
0.7*PULSTRAN(t,d,"tripuls",5,-0.5)') xlabel('Час ( с)') ylabel('Вихідний процес Y(t)')
```

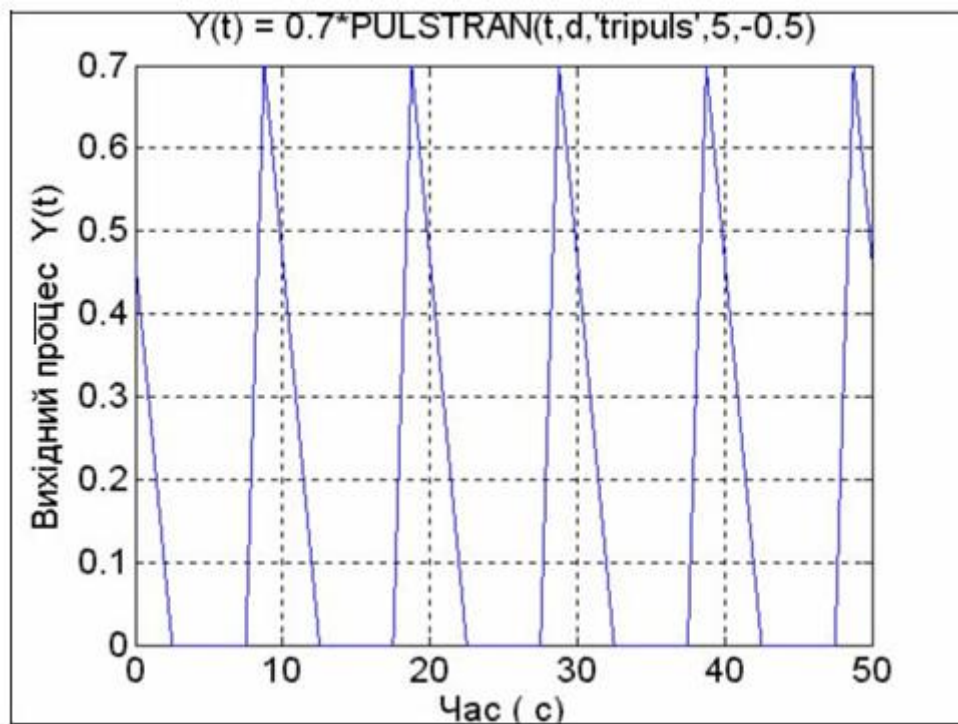


Рисунок 2.5 – Послідовність трикутних імпульсів

Сформуємо послідовність прямокутних імпульсів (Рисунок 3.6):

```
t=0:0.01:50
d=[0:50/5:50]';
y=0.75*pulstran(t, d,'rectpuls',3);
```

```

plot(t,y), grid,set(gca,'FontName','ArialCyr','FontSize',16)
title('Y(t) = 0.75*PULSTRAN(t,d,"rectpuls",3)') xlabel('Час ( c)')
ylabel('Вихідний процес Y(t)')

```

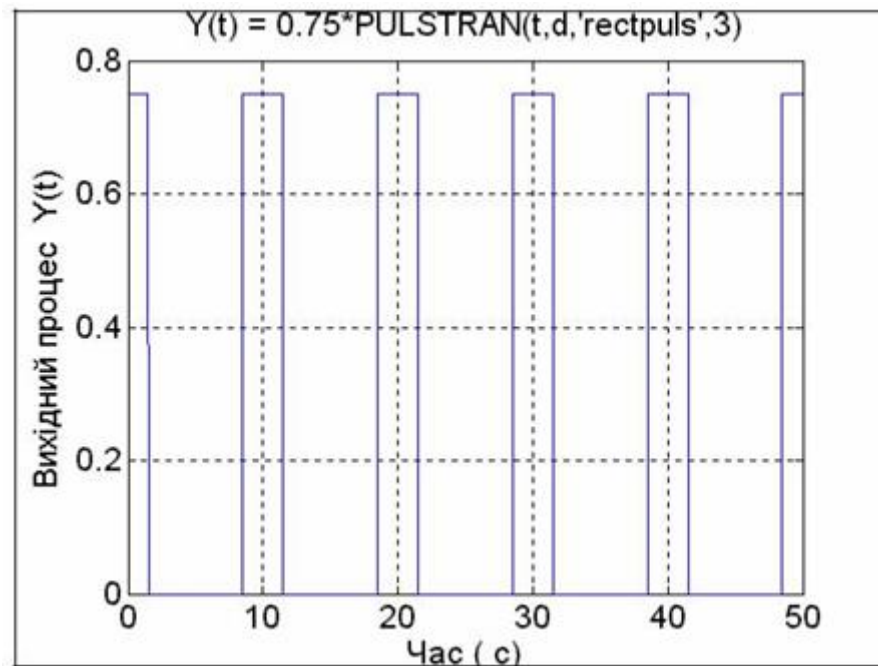


Рисунок 2.6 – Послідовність прямокутних імпульсів

Формування послідовності Гауссових імпульсів (Рисунок 3.7)

```

t=0:0.01:50
d=[0:50/5:50]';
y=0.7*pulstran(t, d,'gauspuls',1,0.5);
plot(t,y),
grid,set(gca,'FontName','Arial Cyr','FontSize',16) title('Y(t) =
0.7*PULSTRAN(t,d,"gauspuls",1,0.5)') xlabel('Час ( c)') ylabel('Вихідний
процес Y(t)')

```

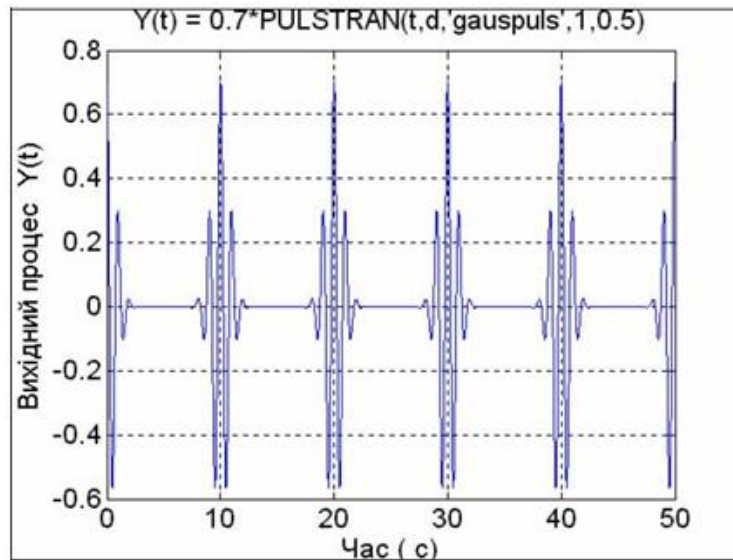


Рисунок 2.7 – Послідовність гауссових імпульсів

Процедура **diric** формує масив значень функції Діріхле. Функція Діріхле є періодичною. За непарних  $n$  період дорівнює  $2\pi$ , за парних -  $4\pi$ . Максимальне значення функції дорівнює 1, мінімальне -1. Параметр  $n$  повинний бути цілим додатним числом. Звернення до функції має вид:

$$y = \text{diric}(t, n).$$

Нижче приведені оператори, що ілюструють використання процедури **diric** і виводять графіки функції Діріхле для  $n=3, 4$  і  $5$  (Рисунки 3.8 – 3.10):

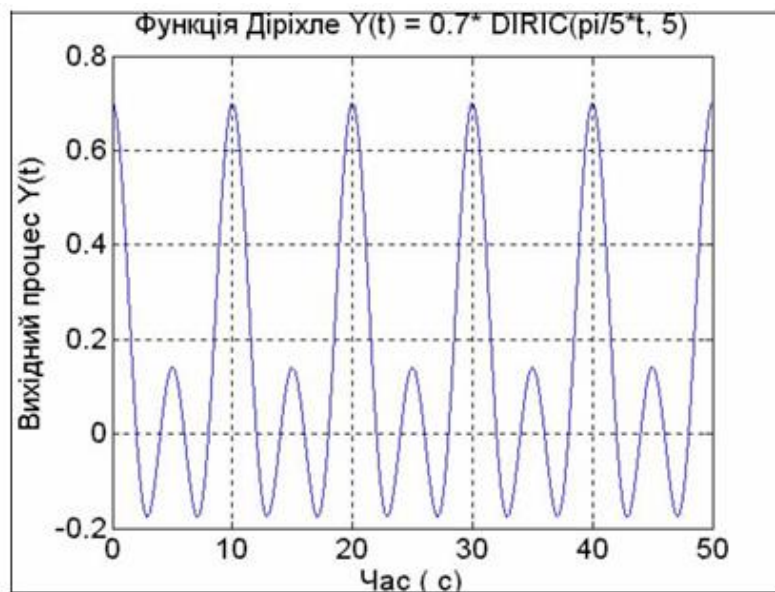


Рисунок 2.8 – Процес функції Діріхле при  $n= 5$

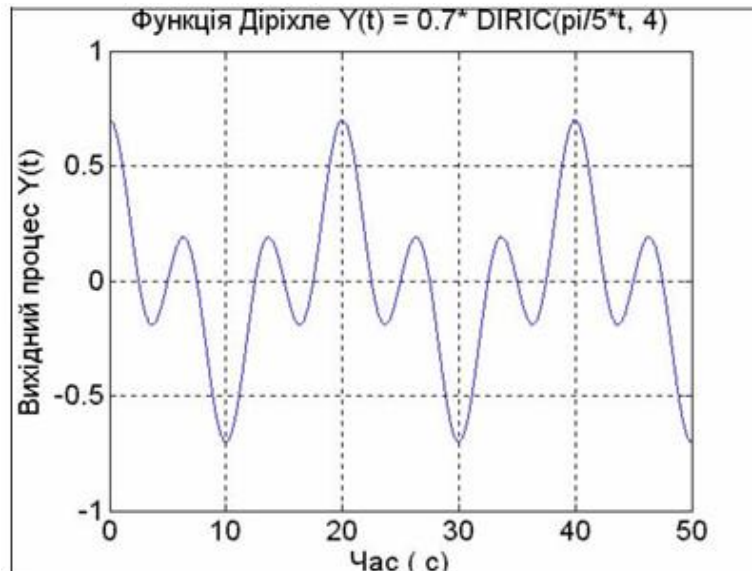


Рисунок 2.9 – Процес функції Діріхле при  $n=4$

**t=0:0.01:50;**

**y1=0.7\*diric(pi\*t/5, 3);**

**plot(t,y1),**

**grid,set(gca,'FontName','ArialCyr','FontSize',16)**

**title('Функція Діріхле Y(t) = 0.7\* DIRIC(pi/5\*t, 3)') xlabel('Час (с)'), ylabel('Вихідний процес Y(t)')**

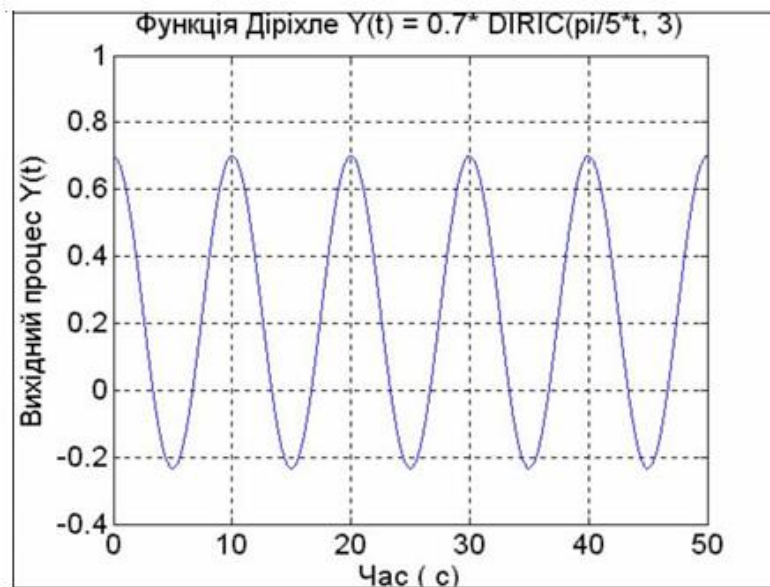


Рисунок 2.10 – Процес функції Діріхле при  $n=3$

## 3 РОЗДІЛ ЕЛЕКТРОНІКИ, МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ ТА САПР

### 3.1 Розробка схеми керування

#### 3.1.1 Загальні вимоги до системи керування

Мета роботи - це розробка автоматизованої системи керування пристроєм для вимірювання кутів конусів, для підвищення точності вимірювання. З одночасним заощадженням коштів, що витрачаються на виготовлення системи керування необхідно використовувати сучасну базу для вибору елементів системи та нові рішення для задачі побудови схеми. Дана схема повинна забезпечувати проведення автоматизації процесу зняття та відображення вимірювальної інформації, а також підвищити точність відбракування деталей. Система керування приладом повинна забезпечити роботу в автоматичному та ручних режимах роботи.

Система автоматичного контролю повинна забезпечувати наступні функції: проводити автоматичне вимірювання конусності в заданому діазоні, проводити автоматичне калібрування показів давачів. Потрібно забезпечити відображення процесу вимірювання, а саме: максимальне/мінімальне значення відхилення розміру від заданого, а також відсутність браку при контролюванні параметрів.

У даному приладі слід забезпечити дистанційне керування для якого використаємо інтерфейс RS-422, перевагою якого є можливість організації зв'язку на відстань понад 1200м. В процесі розробки протоколу керування доцільно реалізувати команди: запуску вимірювання, зупинки, відбракування деталей і передачі вимірювальної величини.

Для прикладного програмного забезпечення доцільно буде використовувати ПЕОМ із конвертером RS-422/USB, для ПК доцільно використовувати ОС не нище Windows 7.

Програма повинна виконувати наступні операції:

- ручне керування (вимірювання, переміщення, відсортування);
- автоматичне керування з можливістю встановлення параметрів контролю;

- відображення діагностичних повідомлень, попереджень про режими роботи та стан обладнання в цілому;
- збереження статистики операцій вимірювань;
- відображення поточного стану виконавчих органів та елементів вимірювання;
- відображення типу помилок, попередження, аварійних ситуацій.

Система повинна забезпечити вимірювання з точність не гірше 0.1мм, при цьому забезпечувати автоматичну процедура вимірювання, збору та обробку отриманих результатів.

### 3.2 Реалізація розглянутих функцій

Будемо використовувати магнітні перетворювачі лінійного переміщення, які краще за аналогічні (потенціометричні) забезпечують більшу точність вимірювання. Перевагою дааного типу перетворювачів є просте поєднання в цифрову систему вимірювання та інформації. Відображення виміряних значень, а також виводити сервісну інформацію і повідомлення доцільна на графічний рідкокристалічний монохромний індикатор. Для реалізації керування окремими елементами та створення навігаційного меню використаємо тактові кнопки, які обєднаємо в матричну клавіатуру 4x3.

Живлення системи забезпечимо віж мережі 220В, для цього використаємо блок живлення на 24В постійної напруги і потужністю до 100В.

### 3.3 Функціональна схема керування установкою

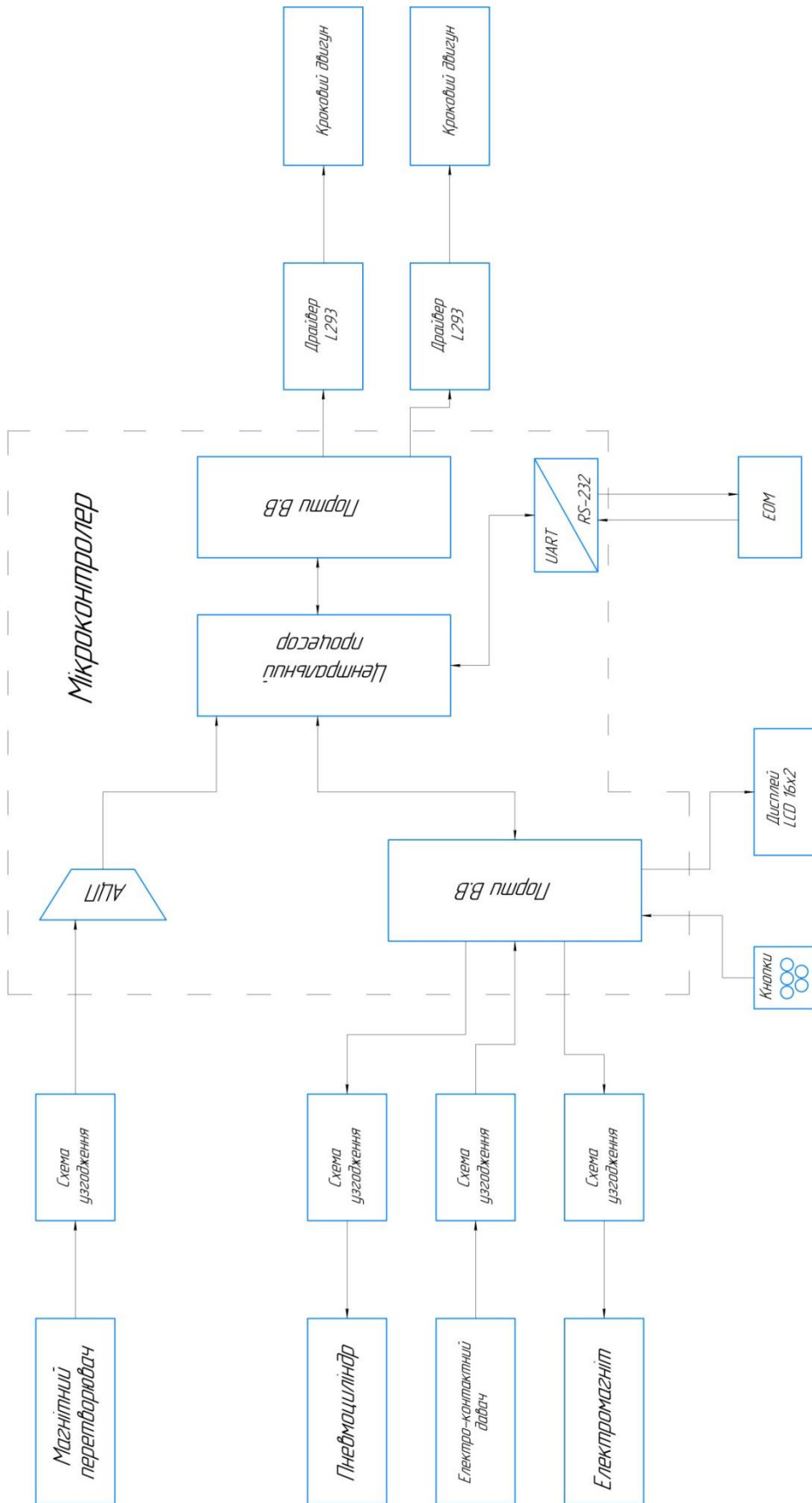


Рисунок 3.1 – Функціональна схема керування установкою



Пристрій встановлюється на супорт станка, так щоб вимірювальні елементи знаходилися в площині осі досліджуваної деталі. Пристрій переміщають за допомогою супорту до положення коли обидва вимірювальні ролики торкнуться твірної конуса. Далі починають обертати конус в патроні за допомогою крокового двигуна. Швидкість обертання деталі визначають за допомогою відлікового диску. Внаслідок обертання конуса починають обертатись вимірювальні ролики за допомогою крокового двигуна, що передають обертовий рух до датчиків кута повороту через кінцевий редуктор. Швидкості обертання роликів та конуса передаються в блок обробки інформації, де відбувається їхня обробка та вивід на дисплей персонального компютера графіку відхилення від еталонної деталі.

Пристрій працює наступним чином:

Платформу 1 за допомогою гвинтової передачі 13 виставляємо таким чином, щоб важіль 5 знаходився в горизонтальній площині, яка проходить через повздовжню вісь контрольовного конуса. Виставлення проводиться по максимальному сигналу відлікового пристрою 4 (магніторезистивного перетворювача). Потім каретку 3 починають переміщувати до конуса в напрямку, перпендикулярному його осі. Важіль 5 при цьому починає відхилятися силами магнітної взаємодії таким чином, щоб зазор між магнітом 6 і поверхнею конуса був мінімальним, тобто важіль встановлюється перпендикулярно до твірної конуса. При цьому відліковий пристрій 4 фіксує кут, що дорівнює половині кута при вершині конуса.

### 3.4 Розробка та розрахунок елементів схеми електрично принципової

#### 3.4.1 Визначення кількості портів в/в мікроконтролера

Для того щоб вибрати тип і конкретну марку одно кристальної OEM проведемо аналіз кількості вимірювальних пристроїв та виконавчих елементів:

- магнітний перетворювач (1 шт.);
- електроконтактний давач (1 шт.);
- електромагніт (1 шт.);
- пневмоциліндр (1 шт.);
- кроковий двигун;
- матрична клавіатура 3x4.

Магнітний перетворювач з'єднується з входом аналого-цифрового перетворювача (АЦП) мікроконтролера через підсилювальний каскад, перетворення значення поступає на один вхід. Для підключення електроконтактного давача до портів вводу/виводу потрібно один вивід контролера. Пневмоциліндр підключаються через драйвер, яким виступає електромагнітне реле, для цього потрібен один цифровий вихід. Таким самим чином підключаються електромагніт через драйвер електромагнітного реле до одного виводу контролера. Крокові двигуни підключаються через драйвер біполярного крокового двигуна до 8-ми цифрових виходів контролера. Рідкокристалічний дисплей підключений по паралельній шині, для того, щоб забезпечити його роботу, потрібно 8 виходів для даних і 4-для керування. Для підключення клавіатури потрібно 7 портів, щоб забезпечити опитування 12 клавіш підключених в матрицю 3x4. Для зв'язку з ПК використаємо 2 виводи відповідно до інтерфейсу RS-422.

Мінімальна кількість виводів потрібна для роботи складає 30 виводів.

Враховуючи точність вимірювання, яка була приведена в попередніх розділах роботи доцільно буде використати 12-ти розрядне АЦП, для забезпечення доадекватної роздільної здатності вимірювання .

### 3.5 Вибір конкретного типу мікроконтролера

Для реалізації розроблених раніше завдань використаємо мікроконтролера. На сьогоднішній день у виробництві є велика кількість однокристалних мікроконтролерів, які відрізняються як по ціні так і по типу периферії, швидкодії, реалізації модулів та інтерфейсів.

За останні роки набули популярності МК сімейства MSC-51, найпоширеніша модель ADUC8xx, основною перевагою є висока точність АЦП, внутрішньо схемна відладка, достатня кількість портів вводу/виведення. Недоліком даного типу МК – низька швидкодія, висока ціна, 8-ми бітна архітектура.

Також варто відмітити широке використання платформ на базі Atmel, а саме Arduino, однак дані модулі більш підходять для простих завдань і не призначені для використання у висоточних приладах (основний недолік 10-ти бітний АЦП, низька швидкодія за рахунок використання мови програмування високого рівня при написанні коду).

Тому вибір залишаємо на сучасній лінійці МК серії STM32, а саме STM32F107RCT6.

#### 3.3 Структура мікроконтролера STM32F107RCT6

МК STM32F107RCT6 має наступні характеристики:

- 9-ти каналний мультиплексний 12-розрядний АЦП;
- вбудована пам'ять даних на 126 кБ;
- вбудовану пам'ять програм на 4 кБ;
- програмування із можливістю внутрішньо схемного налагодження по інтерфейсу WSD;
- інтерфейси UART (5 шт.), SPI (2 шт.), I2C (2 шт.), CAN (2 шт.).



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд корпусу КМ STM32F107RCT6

### 3.4 Вибір і характеристики дисплею

Дисплей повинен виконувати відображення:

- результатів вимірювання;
- кількості пройдених вимірювання деталей, відбракованих і придатних;
- параметрів налаштування;
- поточного стану системи установки (Робота, Пауза, Сортування, Відбраковування, Вимірювання).

Вибираємо графічний дисплей марки ST7920 128x64. Перевагою даного дисплею є графічний модуль, за допомогою якого можна засвічувати довільну точку на матриці розміром 128 на 64 пікселі. Підключення даний дисплей використовує паралельну 8-ми бітну шину, а також 4-ри цифрових порти для керування режимами.

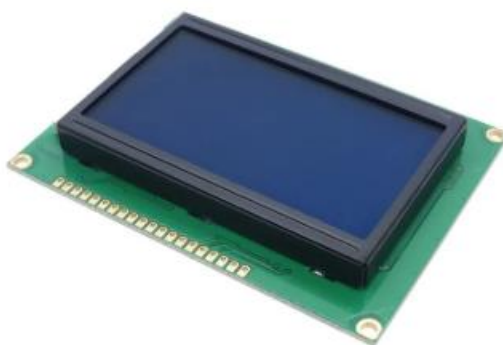


Рисунок 3.3 – Вигляд дисплею ST7920

### 3.5 Опис алгоритму роботи

Робочий алгоритм має забезпечувати злагоджену роботу всіх вузлів електричної схеми і виконавчих органів, обміном інформації, її обробку, попередження від небезпечних випадків. Робота стенду для вимірювання конусності. Саме чітке розуміння завдання є важливою передумовою складення якісного виваженого алгоритму. Пристрій встановлюється на супорт станка, так щоб вимірювальні елементи знаходяться в площині осі досліджуваної деталі.

Пристрій переміщують за допомогою супорту до положення коли обидва вимірювальні ролики торкнуться твірної конуса. Далі починають обертати конус в патроні. Швидкість обертання деталі визначають за допомогою відлікового диску. Внаслідок обертання конуса починають обертатись вимірювальні ролики, що передають обертовий рух до датчиків кута повороту через конічний редуктор. Швидкості обертання роликів та конуса передаються в блок обробки інформації, де відбувається їхня обробка та вивід на дисплей.

## 4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Розрахунок повної собівартості проектованого виробу, аналіз і шляхи зменшення собівартості.

Одним з найважливіших показників ефективності виробництва є собівартість продукції. Ми знаємо різні види собівартості:

- технологічна,
- цехова,
- заводська або виробнича,
- повна.

На заводі береться до уваги величина повної собівартості виробу, оскільки вона враховує всі грошові затрати підприємства на випуск та реалізацію продукції і служить основою для встановлення вільної оптової ціни підприємства. Розрахунок собівартості нової продукції може здійснюватися різними методами, наприклад, методом нормативної планової калькуляції (за наявності відповідних даних) або методом питомої ваги. Використовуємо метод нормативної калькуляції.

Вартість основних матеріалів в новому виробі визначаємо методом прямого розрахунку на основі норм їх витрат по кресленнях та відповідних оптових цінах. Калькуляція собівартості продукції починається з розрахунку вартості матеріалів [10]. Матеріали власного виробництва є основними. Їх перелік подано у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вартість основних матеріалів

Назва	К-сть шт.	Вартість (грн.)	
		1 шт.	всіх
Стіл	1	124,00	124,00
Клин проміжний	1	12,00	12,00
Підставка	1	52,00	52,00
Стійка	1	62,00	62,00
Підставка	2	54,00	108,00
Магазин	1	56,00	56,00
Всього			414,00

Вартість основних матеріалів на наш вибір складає:  $V_{om} = 438,00$  грн.

Найбільш об'ємним є перелік покупних напівфабрикатів, які завод одержує по кооперації з інших заводів. Вартість цих виробів подано в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Перелік покупних матеріалів

НАЗВА	К-сть.	Вартість (грн.)	
		один	Всіх
Гвинти М5х20.58, шт	4	0,05	0,20
Гвинти М6х20.58, шт	7	0,15	1,05
Гвинти М4х25.58, шт	3	0,15	0,45
Штифти 5m6x20	4	0,12	0,48

Продовження таблиці 4.2

НАЗВА	К-сть.	Вартість (грн.)	
		один	Всіх
Пробка М8х1.5	2	0,10	0,20
Пружина №314, шт	2	0,30	0,60
Датчик переміщень опт. MS30	3	15,00	45,00
Болт М4х25, шт	1	0,10	0,10
Болт М6х16, шт	22	0,10	2,20
Болт М10х30, шт	1	0,20	0,20
Болт М10х60, шт	1	0,35	0,35
Гайка М10, шт	6	0,05	0,30
Підшипник 1000900, шт	1	5,50	5,50
Шайба М10,5, шт	2	0,10	0,20
Шпонка 4х4х14, шт	2	0,12	0,24
Конденсатори КТ4-23, шт.	1	0,60	0,60
Конденсатори К10-17, шт.	27	0,4	10,4
Конденсатори К50-35, шт.	1	0,50	0,50
Мікросхеми SP8704, шт.	1	3,00	3,00
Мікросхеми LM311, шт.	1	1,70	1,70



## Продовження таблиці 4.2

НАЗВА	К-сть.	Вартість (грн.)	
		один	Всіх
Мікросхеми 75L05, шт.	1	2,00	2,00
Мікросхеми 74НС02N, шт.	1	2,00	2,00
Мікросхеми PIC16F84, шт.	1	25,00	25,00
Мікросхеми 74НС04N, шт.	1	2,00	2,00
Електромагнітне реле РГК48, шт.	1	1,5	1,50
Індуктивність ЕС24-101К, шт.	1	0,50	0,50
Резистори С2-23, шт.	26	0,02	0,52
Перемикачі PSM-1/1, шт.	4	3,47	13,88
Діоди 1N4148, шт.	7	0,08	0,56
Транзистори 2N3704, шт.	2	1,74	3,48
Роз'єми PLS2, шт.	1	0,40	0,40
Роз'єми PLS5, шт.	1	0,50	1,00
Роз'єми PLS10-R, шт.	1	1,00	1,00
Роз'єми BNСI-BJ, шт.	2	11,84	23,68
Кварц НС49/S, шт.	1	5	5
Індикатор RC1602В, шт.	1	17	17

НАЗВА	К-сть.	Вартість (грн.)	
		один	Всіх
Батарейка “Крона” 9В, шт	2	7	14
Кабель В6201, м	2	1,30	2,60
Дріт монтажний, м	1	0,50	0,50
Всього			138,35

Вартість покупних матеріалів складає:  $V_{ом} = 138,35$  грн.

При виготовленні проектового виробу користуються допоміжними матеріалами, перелік їх вартість подано у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Перелік допоміжних матеріалів

№	НАЗВА	К-сть, кг	Вартість (грн.)	
1	Флюс АТИ-120	0,03	8,25	0,25
2	Припой ПОС-61	0,05	23,8	1,19
3	Фарба ГУМС-01 чорна	0,01	12	0,12
4	Каніфоль	0,09	8,25	0,74
5	Кислота	0,09	8,96	0,80
	Всього			3,10

Вартість основних, допоміжних матеріалів і покупних напівфабрикатів на виріб складає:

$$V_M = V_{ом} + V_{пм} + V_{дм}, \quad (4.1)$$

де  $V_M$  – вартість матеріалів,  $V_{ом}$  – вартість основних матеріалів,  $V_{пм}$  – вартість покупних матеріалів,  $V_{дм}$  – вартість допоміжних матеріалів.

$$V_M = 438,0 + 138,35 + 3,10 = 579,45 \text{ (грн.)}$$

Транспортно-заготівельні витрати на базовому підприємстві складають 10% від вартості всіх матеріалів:

$$B_{т/з} = B_{м} \cdot 0,1 \quad (4.2)$$

$$B_{т/з} = 579,45 \cdot 0,1 = 57,95 \text{ (грн.)}$$

Основна заробітна плата на виріб складає на заводі:

$$P_{від} = \sum T_{шт} \cdot T_{ст} / 60 \quad (4.3)$$

$$P_{від пр} = 70 \cdot 5,2 / 60 = 6,07, \quad P_{від зав} = 84 \cdot 5,2 / 60 = 7,28,$$

де  $P_{від}$  – це комплексна відрядна розцінка на виріб;

$\sum T_{шт}$  – трудомісткість виробу;

$T_{ст}$  – тарифна ставка розряду робіт.

Таблиця 4.4 – Собівартість продукції

№п/п	СТАТТІ ВИТРАТ	% витрат	Сума витрат	
			Базовий	Проектований
1	Матеріали		252	175,76
2	Транспортно-заготівельні витрати	10%	25,2	17,6
3	Основна зарплата		7,28	6,07
4	Додаткова зарплата	11% від $z_{осн}$	0,8	0,66
5	Відрахування на соціальне страхування	40% від $(z_{осн} + z_{дод})$	3,23	2,7
6	Загальновиробничі витрати	250% від $z_{осн}$	18,2	15,175
7	Загальногосподарські витрати	340% від $z_{осн}$	24,75	20,64
8	Виробнича собівартість		331,46	238,58
9	Інші витрати	5% від $C_{б.вир.}$	16,6	12
10	Повна вартість		349	250,5

Розрахунок собівартості робимо в таблиці 4.4. Калькуляція собівартості продукції.

#### 4.2 Визначення оптової ціни виробу

На заводі на вибір затверджується величина прибутку у розмірі 15% від повної собівартості виробу. Це складає:

$$P_p = C_n \cdot 0,15, \quad (4.4)$$

де  $P_p$  – прибуток,  $C_n$  – повна собівартість.

$$P_p = 250,5 \cdot 0,15 = 37,57 \text{ (грн.)}$$

Вільна оптова ціна для заводу – це сума повної собівартості і прибутку:

$$C_o = C_n + P_p \quad (4.5)$$

де  $C_o$  – вільна оптова ціна.

$$C_o = 250,5 + 37,57 = 288,1 \text{ (грн.)}$$

В часи економічної стабільності оптова ціна служила основою для розрахунків підприємства з товарно-збутовими організаціями. Тепер у час нестабільності підприємство продає свою продукцію здебільшого по договірній ціні, враховуючи ще податок на добавлену вартість, який складає 20% від вільної оптової ціни:

$$ПДВ = C_o \cdot 0,2 \quad (4.6)$$

$$ПДВ = 288,1 \cdot 0,2 = 57,6 \text{ (грн.)}$$

ПДВ – розрахунок договірної ціни, є сумою вільної оптової ціни і прибутку на добавлену вартість. Вона складає для нашого виробу:

$$C_d = C_o + ПДВ \quad (4.7)$$

де  $C_d$  – договірна ціна.

$$Ц_d = 288,1 + 57,6 = 345,7 \text{ (грн.)}$$

Нормативно чиста продукція – це вартість виробу за мінусом матеріальних затрат. Цей показник завжди характеризував величину трудових затрат підприємства на виготовлення виробу. Оскільки трудомісткість і заробітна плата персоналу, що служать основою для розрахунку НЧП не постійні, тому розрахунок НЧП не є реальним і його в часи інфляції і економічної нестабільності на підприємствах не роблять.

4.3 Розрахунок економічного ефекту від впровадження проєктованого виробу

Розрахунок економічного ефекту від впровадження у виробництво проєктованого виробу включає розрахунок зниження собівартості продукції, розрахунок зниження трудомісткості виробу та ріст продуктивності праці.

Оскільки заводська собівартість вища від проєктної і становить 349 грн., то зниження собівартості визначимо за формулою:

$$C_{\sigma} = (C_{\sigma z} - C_{\sigma pr}) \cdot 100\% / C_{\sigma z} \quad (4.8)$$

де  $C_{\sigma z}$  – заводська собівартість,  $C_{\sigma z} = 349$  грн.;

$$C_{\sigma pr} = 250,5 \text{ грн.};$$

$$C_{\sigma} = (349 - 250,5) / 349 \cdot 100\% = 28,02 \%$$

Зниження трудоемкості виробу рахуємо за формулою:

$$T = (T_{шт зав} - T_{шт пр}) \cdot 100\% / T_{шт зав} \quad (4.9)$$

де  $T_{шт пр}$  – трудомісткість проєктного виробу,  $T_{шт пр} = 70$  хв;

$T_{шт зав}$  – трудомісткість заводського виробу,  $T_{шт зав} = 84$  хв.

$$T = (84 - 70) \cdot 100\% / 84 = 16,66 \%$$

Ріст продуктивності праці на основі зниження трудомісткості розраховується за формулою:

$$P_p = (100 \cdot T) / (100 - T) \quad (4.10)$$

$$P_p = (100 \cdot 16,66) / (100 - 16,66) = 19,99 \%$$

Умовно-річна економія по собівартості розраховується за формулою:

$$E_{y,p} = (C_{бзав} - C_{бпр}) \cdot N_{річ} \quad (4.11)$$

При рівномірному випуску продукції, виходячи з трудомісткості виробу, завод має змогу при однозмінній роботі випускати таку кількість виробів:

де  $N_{річ}$  – річний фонд робочого часу при однозмінній роботі.

$$E_{y,p} = (349 - 250,5) \cdot 10000 = 975535,96 \text{ тис. (грн.)}$$

#### 4.4 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники проектного виробу зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Техніко-економічні показники виробу

Назва показників	Одиниці вимірювання	Показники
Річна виробнича програма	шт.	10000
Трудомісткість виготовлення	Н / хв.	70
Заробітна плата на виріб	грн.	6,07
Повна собівартість виробу	грн.	250,5
Вільна оптова ціна	грн.	288,1
Ціна з врахуванням ПДВ	грн.	345,7
Габаритні розміри.	мм.	400×220×118
Маса виробу	г.	500

Назва показників	Одиниці вимірювання	Показники
Зниження трудомісткості	%	16,66
Зниження собівартості	%	28,02
Ріст продуктивності праці.	%	19,99
Умовно-річна економія	тис. грн.	975535

Згідно проведених розрахунків повна собівартість системи для контролю деталей, що містять зовнішні кутові та конусні поверхні. становить 250,5 грн., вільна оптова ціна 288,1 грн., зниження собівартості 28,02%, а ріст продуктивності праці становить 19,99%, при річній виробничій програмі 10 тис.шт.

На основі отриманих остаточних результатів можна зробити висновок про економічну доцільність впровадження у виробництво системи для контролю деталей, що містять зовнішні кутові та конусні поверхні.

. Поряд із зменшенням затрат, на впровадження і експлуатацію, новий пристрій має покращені технічні характеристики, надійність, зменшились витрати на ремонт і обслуговування даного приладу, що збільшило економічний ефект. Отже впровадження проектного варіанту є економічно та технічно обґрунтованим.

Враховуючи економічні і технічні показники можна стверджувати, що даний пристрій є конкурентоспроможним.

## 5.1 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Розрахунок місцевого освітлення для спроектованого пристрою

Організація раціонального освітлення робочих місць – одне з важливіших питань охорони праці. При незадовільній освітленості різко знижується продуктивність праці, можливі нещасні випадки, поява близорукості, скоро проходить втома. Раціональне освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці, його безпеки. При недостатньому освітленні і поганій його якості відбувається швидке стомлення зорових аналізаторів, підвищується травматичність. Занадто висока яскравість викликає явище осліплення, порушення функції ока.

В залежності від джерела світла освітлення буває трьох видів: природне, штучне і змінне. Штучне освітлення передбачається в всіх виробничих і побутових приміщеннях, де не достатньо природного світла, а також для освітлення приміщень в нічний час роботи. Для освітлення робочого місця оператора, при роботі з розроблюваною установкою для вимірювання шорсткості, використовуємо додаткове штучне освітлення.

Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла двох видів: ламп накаливання і люмінесцентних ламп. Будемо використовувати люмінесцентні лампи, що у порівнянні з лампами накаливання мають ряд істотних переваг:

- по спектру випромінювання вони близькі до денного, природного світла;
- володіють більш високим ККД (у 1,5-2 рази вище, ніж ККД ламп накаливання);



- мають підвищену світловіддачу (у 3-4 рази вище, ніж у ламп накаливання);

- більш тривалий термін служби.

Розрахунок освітлення розробляється для кімнати площею 15м<sup>2</sup>, довжина якої 5м, ширина - 3 м. Скористаємося методом визначення світлового потоку.

Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, що падає на поверхню по формулі:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n}, \text{ де} \quad (5.1)$$

F - світловий потік, що розраховується, Лм;

E - нормована мінімальна освітленість, Лк (E = 300Лк);

S - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S = 15м<sup>2</sup>);

Z - відношення середньої освітленості до мінімального (звичайно приймається рівним 1,1...1...1,2, нехай Z = 1,1);

K - коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку K = 1,5);

n - коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін і стелі (характеризуються коефіцієнтами відбивання від стін (СН) і стелі (СТ)), СН=40%, СТ=60%. Значення n визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A+B)}, \text{ де} \quad (5.2)$$

S - площа приміщення, S = 15 м<sup>2</sup>;

h - розрахункова висота підвісу, h = 2.92 м;

A - ширина приміщення, A = 3 м;

В - довжина приміщення, В = 5 м.

Підставивши значення отримаємо:

$$I = \frac{15}{2,92 \cdot (3+5)} = 0,64$$

Знаючи індекс приміщення I, по таблиці 7 [ 18 ] знаходимо n = 0,22

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку F:

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 15 \cdot 1,1}{0,22} = 33750 \text{ Лм}$$

Для освітлення вибираємо люмінесцентні лампи типу ЛБ40-1, світловий потік яких F = 4320 Лк.

Розрахуємо необхідну кількість ламп по формулі:

$$N = \frac{F}{F_l} \quad (5.3)$$

N – необхідна кількість ламп;

F - світловий потік, F = 33750 Лм;

F<sub>л</sub>- світловий потік лампи, F<sub>л</sub> = 8320 Лм.

$$N = \frac{33750}{8320} = 4 \text{ шт.}$$

При виборі освітлювальних приладів використовуємо світильники типу ОД. Кожен світильник комплектується двома лампами. Отже для відповідного освітлення робочого місця оператора пристрій для контролю довжини стрічки рулетки у приміщенні площею 15 м<sup>2</sup> необхідно встановити 2 світильники типу ОД.

## 5.2 Використання і опис дії систем пожежогасіння, які використовують на підприємствах приладобудування

Пожежа - неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, яке призводить до матеріальної шкоди.

Причинами пожеж та вибухів на підприємстві є порушення правил і норм пожежної безпеки, невиконання Закону “Про пожежну безпеку”.

Небезпечними факторами пожежі і вибуху, які можуть призвести до травми, отруєння, загибелі або матеріальних збитків є відкритий вогонь, іскри, підвищена температура, токсичні продукти горіння, дим, низький вміст кисню, обвалення будинків і споруд.

Пожежу, яка виникла можна ліквідувати, якщо забрати один з трьох факторів необхідних для горіння: горючу речовину, окислювач, джерело тепла.

Існують два способи гасіння пожеж: фізичний та хімічний.

До фізичних способів припинення горіння відносяться:

охолодження зони горіння або горючих речовин;

розбавлення реагуючих речовин в зоні горіння негорючими речовинами;

ізоляція реагуючих речовин від зони горіння.

Хімічний спосіб припинення пожежі – це хімічне гальмування реакції горіння. До основних засобів гасіння пожежі (з допомогою яких здійснюється той чи інший спосіб припинення горіння) відносяться:

вода (у вигляді струменя або у розпиленому стані);

інертні гази (вуглекислий газ, азот);

піни хімічні та повітряномеханічні;

порошкові суміші;

покривала з брезенту та азбесту.

Вибір тих чи інших способів та засобів гасіння пожеж визначається в кожному конкретному випадку залежно від стадії розвитку пожежі, масштабів загорянь, особливостей горіння речовин та матеріалів.

Вода - найбільш дешева та поширена вогнегасна речовина. Це пояснюється:

- великою теплоємністю, високою термічною стійкістю (розкладається при температурі вище 1700°C);
- значним збільшенням об'єму при пароутворенні (1л води при випаровуванні утворює більше 1700л пари);
- охолоджує зону горіння.

Воду застосовують у вигляді потужних струменів і як пару. Струменем води збивають полум'я і одночасно охолоджують поверхню. Струменем води гасять тверді спалені речовини; дощем і водяним пилом – тверді, волокнисті сипучі речовини, а також легкозаймисті та спалені рідини (спирт, трансформаторна олія, тощо). Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 м<sup>3</sup> невеликих загорянь на відкритих установках.

Промислові підприємства мають зовнішнє і внутрішнє протипожежне водопостачання. Необхідний тиск води створюється стаціонарними пожежними помпами, котрі забезпечують подання компактних струменів на висоту не менше 10 м або рухомими пожежними помпами і мотопомпами, що забирають воду із гідрантів. Внутрішній протипожежний водогін обладнується пожежними кранами, які встановлюються на висоті 1,35 м від підлоги всередині приміщень біля виходів, у коридорах, на сходах. Кожний пожежний кран споряджається прогумованим рукавом та пожежним стволом.

Для гасіння пожеж всередині будівель, крім пожежних кранів встановлюються автоматично діючі спринклерні або дренчерні установки. Спринклерна установка водяної системи являє собою розгалужену мережу труб під стелею зі спринклерними головками (розбризкувачами), які закриті легкоплавкими замками, що розраховані на спрацювання при температурі 72, 93, 141, 182 °C. Установки мають контрольно-сигнальний клапан, який пропускає воду в спринклерну мережу, при цьому одночасно подає звуковий сигнал, контролює тиск води до і після клапану.

Дренчерні установки обладнуються розбризкуючими головками, які постійно відкриті. Вода подається в дренчерну систему вручну або автоматично при спрацюванні пожежних давачів, які відкривають клапан групової дії.

Інертні гази (вуглекислота, азот, аргон, інш.) особливо доцільно застосовувати тоді, коли застосування води може викликати вибух або поширення горіння, або ж пошкодження апаратури, обладнання, цінностей.

Вуглекислота виконує дві функції: охолоджуючу та ізолюючу.

Вуглекислота – газ без кольору і запаху. Він важчий від повітря в 1.5 рази; при  $0^{\circ}\text{C}$  і  $P=3\text{батм}$  легко переходить у рідкий стан, тоді його називають вуглекислотою. З 1л рідкої вуглекислоти при  $t^{\circ}=0^{\circ}$  утворюється 50л газу. Зберігаються в сталевих балонах. подача кислоти проводиться через раструби – диффузори, внаслідок чого відбувається переохолодження кислоти, що виходить і утворення вуглекислого снігу.

При використанні вуглекислоти необхідно врахувати її токсичність. При вдиханні повітря, яке містить 10%  $\text{CO}_2$ , і не має запаху настає параліч дихання і смерть.

Азот не має ні кольору ні запаху. Порівняно з  $\text{CO}_2$  в рідкий стан переходить при дуже низькій температурі ( $-195.8^{\circ}\text{C}$ ). Азот як засіб гасіння використовується по методу розбавлення спалимої речовини.

Вуглекислоту і азот застосовують в порівняно невеликих по об'єму приміщеннях, головним чином при гасінні речовин, що горять полум'ям (рідини, гази).

Оскільки вуглекислота відновлюється лужноземельними металами, її не можна застосовувати при гасінні цих металів.

Азот застосовують для заповнення вільних об'ємів з метою запобігання вибухів у виробничих установках.

Піни для гасіння пожеж являють собою суміш газу з рідиною. Пухирці газу можуть утворюватися всередині рідини в результаті хімічних процесів або механічного змішування газу (повітря) з рідиною. Гасіння піною

заключається в тому, що пінне покриття є якби екраном, який запобігає дії тепла зони горіння на поверхню речовини. Піна запобігає виходу рідини в зону горіння, виявляючи ізолюючу дію. Піна виявляє і деяку охолоджуючу дію.

Хімічна піна утворюється в результаті такої реакції, при якій в рідкому середовищі утворюється будь-який газ. При змішуванні порошка з водою відбувається реакція з утворенням вуглекислого газу. Цю піну застосовують для гасіння нафтопродуктів.

Повітряно-механічна піна утворюється при механічному змішуванні повітря, води і поверхнево-активної речовини (наприклад, піноутворювача ПО-1).

### 5.3 Суть і зміст управління охороною праці

В умовах сучасного виробництва окремі приватні заходи щодо поліпшення умов праці, для попередження травматизації є неефективними. Тому їх здійснюють комплексно, створюючи в загальній системі керування виробництвом, підсистему керування безпекою праці. Таким чином, керування охороною праці - це програмно-цільовий комплекс по підготуванню, прийняттю і реалізації рішень (організаційно-технічних, і лікувально-профілактичних заходів), спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Об'єкт керування - це безпека праці на робочому місці, ділянці, цеху, у всій системі людина-виробництво, характеризується взаємодією людей із предметами і знаряддями праці, виробничим середовищем.

Управлінням охороною праці займається начальник підприємства, який зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

З цією метою забезпечується функціонування системи управління охороною праці, для чого начальник підприємства:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій;

- розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, і виконання профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організовує проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці в порядку і строки, що встановлюються законодавством, вживає за їх підсумками заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці, забезпечує безплатно працівників нормативними актами про охорону праці;

- здійснює постійний контроль за додержанням працівниками технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів

колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог щодо охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці.

В разі відсутності в нормативних актах про охорону праці вимог, які необхідно виконати для забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці на певних роботах, зобов'язаний вжити погоджених з органами державного нагляду заходів, що забезпечать безпеку працівників.

У разі виникнення на підприємстві надзвичайних ситуацій і нещасних випадків, керівник зобов'язаний вжити термінових заходів для допомоги потерпілим, залучити при необхідності професійні аварійно-рятувальні формування.

Розроблення режимів радіаційного захисту робітників і службовців та виробничої діяльності приладобудівного підприємства в умовах радіаційного забруднення місцевості

Режим радіаційного захисту - це порядок дій людей, використання заходів і засобів захисту в зонах радіоактивного зараження, який включає радіаційні ураження і опромінювання людей більше встановлених доз. Режими радіаційного захисту людей передбачають послідовність і тривалість використання людьми захисних споруд, житлових і виробничих будинків, перебування на відкритій місцевості з використанням засобів індивідуального захисту.

Режими радіаційного захисту розраховані для використання їх в умовах радіоактивного зараження місцевості внаслідок застосування противником ядерної зброї або при виникненні аварій з викидом радіоактивних речовин на підприємствах, які їх використовують. Режими захисту опрацьовані для типових за характером забудов населених пунктів у вигляді таблиць. Всього розроблено 8 типових режимів радіаційного захисту:



режими № 1, 2, 3 — для непрацюючого населення;

режими № 4, 5, 6,7 — для захисту робітників, службовців і виробничої діяльності підприємства (об'єкту);

режим № 8 — для захисту сил цивільної оборони (загонів, ланок і т.п.) при проведенні РіНР в зонах радіоактивного зараження.

Режими захисту розроблені для умов одно- або двозмінної роботи об'єкту (підприємства) протягом 10-12 год на добу. При розробці режимів захисту враховувались дози опромінювання за час перебування робітників і службовців у захисних спорудах, виробничих, житлових і адміністративних будинках, а також при пересуванні із місць відпочинку на робочі місця, виходячи з того, що вони не перевищують межі допустимих величин. Типові режими захисту № 1-7 складаються з трьох етапів, які виконуються в строгій послідовності:

1 етап - визначає час зупинки роботи об'єкту (термін безперервного перебування людей в захисних спорудах),

2 етап - визначає тривалість роботи об'єкту з використанням для відпочинку робітників і службовців захисних споруд (працюють в цеху — відпочивають у сховищі або ПРУ),

3 етап - визначає тривалість режиму захисту з обмеженим перебуванням людей на відкритій місцевості (не більше 2 год на добу). Працюють у цеху, відпочивають у житлових будинках (вдома).

Режими 4, 5, 6, 7 для робітників та службовців об'єктів господарювання (ОГ), які продовжують виробничу діяльність в умовах радіаційного зараження (працюють у закритих приміщеннях) включають 3 етапи:

1-й етап – тривалість зупинки роботи на СГ (час безперервного перебування людей в захисних спорудах);

2-й етап – тривалість роботи на СГ з використанням для відпочинку захисних споруд;

3-й етап – тривалість роботи на СГ з обмеженим перебуванням людей на відкритій місцевості.

Тривалість кожного етапу визначається з урахуванням захищеності людей, рівнями радіації (РР) на місцевості та їх спаду впродовж часу.

Спад РР:	через 7 годин	в 10 разів;
	через 1 добу	в 45 разів;
	через 2 доби	в 100 разів;
	через 2 тижні	в 1000 разів.

Режим № 8 для особового складу формувань ЦЗ при веденні рятувальних та інших невідкладних робіт (Р і НР) на зараженій місцевості передбачає:

1. Сувору регламентацію часу перебування особового складу в зоні радіоактивного забруднення з високим рівнем радіації.
2. Організацію позмінної праці.
3. Безперервний контроль за отриманими дозами опромінення.
4. Використання ЗІЗ.
5. Використання властивостей техніки, транспорту, уцілілих будинків і споруд.

Користуючись режимами, необхідно вважати, що робоче місце повинно бути розташовано в закритому приміщенні. Якщо люди працюють на відкритій місцевості, то запроваджується режим № 8, який передбачає позмінну роботу особового складу формувань ЦЗ в умовах радіаційного зараження.

Якщо на території населеного пункту або об'єкта різні рівні радіації, то режим вибирається за найбільшим рівнем.

При наявності на об'єкті захисних споруд з різними  $K_{\text{посл}}$ , режим захисту визначається за найменшим  $K_{\text{посл}}$ , або окремо для кожної захисної споруди.

При рівні радіації, коли захист не може бути забезпечений введенням режиму, проводиться евакуація. Рішення на евакуацію приймає старший начальник.

Таким чином, завчасне розроблення та впровадження режимів радіаційного захисту робітників та службовців об'єктів, а також населення зменшить або повністю виключить ураження людей.

Рішення на введення режимів радіаційного захисту приймають:

– для населення – керівник ЦЗ міста, району, сільської (селищної) Ради;

– для робітників та службовців – керівник ЦЗ об'єкта.

У Законі України НР 15/98 – ВР “Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань”, прийнятого 14 січня 1998 року, визначені заходи щодо захисту людей, з тимчасової евакуації та йодної профілактики населення у випадку ускладнення радіаційної обстановки на АЕС, а також передбачені тимчасові норми (режими захисту).

Заходи щодо укриття людей: якщо протягом перших десяти діб сукупна ефективна очікувана доза опромінення може перевищити 5 мЗв (0,5 бер).

Тимчасова евакуація людей: якщо протягом одного тижня ефективна доза опромінення може досягти 50 мілізівертів (5бер).

Йодна профілактика застосовується: якщо очікувана поглинута доза опромінення щитовидної залози від накопичення в ній радіоактивного йоду може перевищити 50 мілігрей (5 рад) згідно з встановленими міністерством охорони здоров'я України нормами.

Якщо на території населеного пункту або об'єкта різні рівні радіації, то режим вибирається за найбільшим рівнем.

При наявності на об'єкті захисних споруд з різними  $K_{\text{посл}}$ , режим захисту визначається за найменшим  $K_{\text{посл}}$ , або окремо для кожної захисної споруди.

При рівні радіації, коли захист не може бути забезпечений введенням режиму, проводиться евакуація. Рішення на евакуацію приймає старший начальник.

Таким чином, завчасне розроблення та впровадження режимів радіаційного захисту робітників та службовців об'єктів, а також населення зменшить або повністю виключить ураження людей.

### **Використання єдиної національної системи зв'язку під час здійснення оповіщення у надзвичайній ситуації**

Одним із головних заходів захисту населення від надзвичайних ситуацій (НС) є його своєчасне оповіщення про небезпеку, обстановку, яка склалася внаслідок її реалізації, а також інформування про порядок і правила поведінки в умовах НС. Під час організації оповіщення і доведення інформації до населення України необхідно керуватися вимогами Положення про організацію оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 15 лютого 1999 року № 192[5]. Кожний громадянин України повинен знати порядок подавання сигналу "**Увага всім!**", діяти за ним та іншими сигналами цивільного захисту (ЦЗ) в умовах НС та особливого періоду.

**Метою роботи** є оптимізація організації і порядку оповіщення та опрацювання зразків текстів повідомлень, що доводяться до населення, у разі загрози або виникнення НС та введення в Україні особливого періоду.

**Матеріали і методи дослідження.** Для розробки оптимальної системи організації і порядку оповіщення населення та опрацювання зразків текстів повідомлень були проаналізовані організаційні засади систем оповіщення та тексти повідомлень про загрозу або виникнення НС на 375 об'єктах підвищеної небезпеки Запорізької області і матеріали перевірок об'єктів проведених Управлінням з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи Запорізької ОДА.

**Результати досліджень та їх обговорення.** З метою забезпечення життя і здоров'я громадян, зменшення матеріальних втрат та недопущення шкоди підприємствам, установам і організаціям, матеріальним і культурним цінностям та довкіллю у разі загрози або виникнення НС проводиться оповіщення та інформування населення [4]. Процес оповіщення включає доведення в стислий термін сигналів і повідомлень органів ЦЗ та МНС про загрозу та виникнення НС до центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ, організацій і населення [3]. Проведеним дослідженням встановлено, що система оповіщення та інформування у сфері ЦЗ України включає:

- оперативне доведення до відома населення інформації про виникнення або можливу загрозу виникнення НС, у тому числі через загальнодержавну, територіальні і локальні автоматизовані системи централізованого оповіщення;
- завчасне створення та організаційно-технічне поєднання постійно діючих локальних систем оповіщення та інформування населення із спеціальними системами спостереження і контролю (включаючи державну мережу спостереження і лабораторного контролю) в зонах можливого ураження;
- централізоване використання мереж зв'язку, радіомовлення, телебачення та інших технічних засобів передачі інформації незалежно від форми власності та підпорядкування в разі виникнення НС.

З'ясовано, що системи оповіщення населення України мають державний, регіональний, місцевий і об'єктовий рівні. Управління системою оповіщення кожного рівня організовується безпосередньо відповідними органами повсякденного управління системи ЦЗ. Рішення на застосування системи оповіщення приймає відповідний голова державної адміністрації (начальник територіальної підсистеми Єдиної системи цивільного захисту). Відповідальність за організацію і практичне здійснення оповіщення несуть керівники органів виконавчої влади, місцевого самоврядування, підприємств,

установ і організацій. Тому керівник об'єкта господарської діяльності і кожний громадянин повинні знати сигнали ЦЗ і уміти правильно за ними діяти.

В результаті наукової розвідки встановлено, що в Єдиній системі ЦЗ України оповіщення населення передбачає спочатку, за будь-якого характеру небезпеки, включення електричних сирен, переривчастий звук яких означає єдиний сигнал небезпеки **"Увага всім!"**. Для вирішення завдань оповіщення на всіх рівнях Єдиної системи ЦЗ створюються спеціальні системи централізованого оповіщення (СЦО). Системою оповіщення будь-якого рівня є організаційно-технічне об'єднання оперативно чергових служб органів управління ЦЗ, спеціальної апаратури управління і засобів оповіщення, а також каналів (ліній зв'язку), які забезпечують передачу команд управління і мовної інформації у НС.

СЦО регіонального рівня є основною ланкою системи оповіщення в цілому. Саме з цього рівня планується організація централізованого оповіщення. Завданням СЦО регіонального рівня є оповіщення посадових осіб і сил даного рівня, органів управління, сил місцевого і об'єктового рівнів та їх посадових осіб, а також населення, яке проживає на території, на яку поширюється дія СЦО цього рівня. Інформація, яка доводиться до органів управління і посадових осіб, має оперативний характер, а до населення доводиться інформація про характер і масштаби загрози та про дії в умовах НС, які склалися.

СЦО регіонального рівня мають забезпечувати як циркулярне, так і вибіркоче включення СЦО місцевого і об'єктового рівня. Передача сигналів та мовної інформації здійснюється по каналах зв'язку на основі їх перехоплення на час передачі сигналів і мовної інформації. Час перехоплення визначається технологічними характеристиками апаратури управління, на основі якої побудована СЦО і встановленою тривалістю передачі мовного повідомлення. Вищі ланки СЦО регіонального рівня встановлюються на робочих місцях

оперативно-чергових служб територіальних органів управління за місцем їх постійного розташування і у позаміській зоні. Елементи комплексу апаратури СЦО середньої ланки встановлюються на місцевих підприємствах органів зв'язку (міжміські станції, міські і районні вузли зв'язку).

**СЦО місцевого рівня**(місто, сільський район) забезпечують оповіщення посадових осіб даного рівня і органів управління об'єктового рівня, а також населення, що проживає на території, яку охоплює система оповіщення цього рівня. Управління СЦО місцевого рівня може здійснюватись безпосередньо від оперативно-чергової служби у місті або через чергового зміни вузла зв'язку міста.

В результаті проведеного наукового дослідження з'ясовано, що **Система оповіщення сільського району створюється значно складніше, ніж система оповіщення міста. Це пов'язане з рядом причин:** сільські телефонні мережі менш розвинені, ніж міські; територія сільського району значно більша ніж територія міста; на території району розташована значна кількість населених пунктів; частина, хоча і незначна, сільських населених пунктів взагалі не має телефонного зв'язку; телефонні виходи на сільські населені пункти організовуються за одним-двома міжміськими каналами зв'язку; сільські населені пункти у значній кількості не мають трифазної мережі електропостачання, що обмежує використання електромереж. Все це обмежує можливості щодо використання існуючої апаратури управління і засобів оповіщення, потребує залучення значних фінансових і матеріальних ресурсів. Тому, в територіальні СЦО включено лише районні центри, а населення інших населених пунктів сільської місцевості оповіщається, в основному, по мережі радіо і телебачення, за допомогою стільникового зв'язку та сільської телефонної мережі, мобільними звукопідсилюючими засобами сил ЦЗ, відділів внутрішніх справ і подвірними обходами [1].

**Системи оповіщення об'єктового рівня** поділяються на локальні, які створюються на об'єктах підвищеної небезпеки (атомні електростанції, хімічно небезпечні об'єкти, гідроспоруди тощо), і системи оповіщення, які

створюються на інших об'єктах економіки, не віднесених до потенційно небезпечних. Перш за все, слід мати на увазі, що в Україні зареєстровано понад 8 тисяч потенційно небезпечних об'єктів, аварії на яких становлять небезпеку для мільйонів людей. Дослідженням з'ясовано, що у разі виникнення на потенційно небезпечному об'єкті аварії (катастрофи) оповіщення населення, яке проживає поблизу нього, шляхом залучення територіальної системи є дуже проблематичним. Адже в територіальній системі майже неможливо виділити необхідну ділянку, яка потрібна для оповіщення безпосередньо в зоні небезпечного об'єкта. У цьому випадку оповіщається весь район або місто, що на переконання авторів дослідження, є небажаним, як за часом, так і наслідками. В цих умовах найбільш ефективною, на думку авторів, є організація оповіщення населення безпосередньо черговим диспетчером об'єкта самого підприємства. Особливістю організації оповіщення у разі аварій на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО) є надзвичайно жорсткі вимоги до оперативності проведення захисних заходів, оскільки перебування людей упродовж навіть декількох хвилин у зараженій хмарі може призвести до тяжких отруєнь з летальними наслідками. Зона відповідальності (зона дії) в локальній системі оповіщення (ЛСО) для ХНО становить 2,5 км. Якщо такий об'єкт побудовано за межами населеного пункту, то для приоб'єктового селища оповіщення здійснюється засобами радіовузла самого об'єкта. А, якщо об'єкт знаходиться в межах житлового масиву, застосовується система оповіщення міста.

Нормативними документами зона дії ЛСО на атомній електростанції визначена в радіусі 5 км навколо неї, з обов'язковим включенням до неї селища станції. Безпосереднє управління ЛСО організовується від начальника зміни, як правило, начальника зміни першого енергетичного блока. У разі аварії, наслідки якої можуть вийти за межі станції, начальник зміни самостійно і за допомогою чергової зміни вузла зв'язку АЕС здійснює дистанційне включення засобів оповіщення посадових осіб і персоналу станції, а також населення селища станції і населених пунктів, розташованих у п'ятикілометровій зоні. По



прямому телефону начальник зміни оповіщає відповідний орган управління з питань НС через його оперативного чергового. У разі виходу наслідків аварії за межі зони відповідальності ЛСО, оперативний черговий органу управління з питань НС здійснює вибіркоче оповіщення міст і районів, які потрапляють в зону можливого радіоактивного забруднення за допомогою територіальної СЦО.

Для організації оповіщення у разі НС гідродинамічного характеру на великих гідротехнічних спорудах також створюються ЛСО. Включення ЛСО здійснюється або у ручний спосіб безпосередньо від диспетчера гідровузла, або автоматично від апарату аварійної сигналізації у разі раптового заповнення нижнього б'єфа. Екстреному оповіщенню підлягають населені пункти, нижче греблі за течією на відстані до 6 км, а також селище працівників даного гідровузла. На Дніпровському каскаді гідротехнічних споруд оповіщаються всі населені пункти, які потрапляють в зону можливого катастрофічного затоплення.

Дослідженням встановлено, що основним способом оповіщення населення про НС в умовах мирного та воєнного часу є передача інформації з використанням державних мереж провідного, радіо і телевізійного мовлення. Для зосередження уваги населення перед передачею інформації вмикаються сирени, виробничі гудки та інші сигнальні засоби, що буде означати подання попереджувального сигналу **"Увага всім!"**, після якого негайно приводяться в готовність радіотрансляційні вузли, радіомовні і телевізійні станції, вмикаються мережі зовнішньої звукофікації. За сигналом населення зобов'язане увімкнути радіотрансляційні та телевізійні приймачі для прослуховування нагального повідомлення. У всіх випадках використання систем оповіщення, з увімкненням сирен, негайно доводиться до населення відповідне повідомлення засобами провідного, радіо та телевізійного мовлення. Тексти повідомлень передаються протягом 5 хвилин державною мовою і мовою, якою користується більшість населення в регіоні з припиненням іншої передачі. Тексти звернень записуються на магнітних стрічках на весь обсяг касети з обох сторін.

Фонограми і друковані тексти звернень зберігаються в запечатаних конвертах в оперативних чергових з питань НС, які в необхідних випадках доводяться до населення. Дублікати фонограм і друкованих текстів звернень зберігаються в запечатаних конвертах на радіотрансляційних вузлах, в апаратних радіомовлення, студіях телебачення і використовуються в разі виходу з ладу апаратури оповіщення або аварії на з'єднувальній лінії зв'язку.

Ефективність оповіщення населення, за даними дослідження, буде досягнуто у тому випадку, коли **почувши звуки електросирен, виробничих гудків, інших сигнальних засобів, кожний громадянин виконає наступне:** увімкне радіоприймач, телевізор включить на канал місцевого віщання; уважно прослухає звернення до населення, яке пролунає після відключення сирен, гудків тощо; продумає і ретельно виконає усі запропоновані рекомендації; винайде можливість сповістити про отриману інформацію сусідів чи знайомих, а за змогою надасть їм допомогу [2].

**Оповіщення на воєнний час про загрозу застосування противником зброї масового ураження або виникнення НС здійснюється за сигналами:** ракетна і авіаційна небезпека – **ПОВІТРЯНА ТРИВОГА**; радіаційне зараження – **РАДІАЦІЙНЕ ЗАРАЖЕННЯ**; хімічне зараження – **ХІМІЧНЕ ЗАРАЖЕННЯ**; біологічне зараження – **БІОЛОГІЧНЕ ЗАРАЖЕННЯ**.

**Оповіщення у мирний час про загрозу та виникнення НС здійснюється за повідомленнями:** у разі аварії на АЕС; у разі аварії на хімічно небезпечному об'єкті; у разі можливого землетрусу; у разі повені; у разі урагану та інших НС.

За даними проведеного дослідження розроблені та пропонуються зразки текстів повідомлень, які доводяться до населення у разі повітряної тривоги, хімічного, радіаційного та біологічного зараження.

**У разі повітряної тривоги:** "Увага! Говорить Головне управління (управління, відділ) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації). Громадяни! Повітряна тривога! Відключіть світло, газ,

погасіть вогонь у печах. Візьміть засоби індивідуального захисту, документи, запас харчів та води. Попередьте сусідів і допоможіть хворим та людям похилого віку вийти на вулицю. Якнайшвидше дістаньтеся захисної споруди або заховайтеся на місцевості. Дотримуйтеся спокою та порядку. Уважно слухайте повідомлення Головного управління (управління, відділу) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації)".

**Після повітряної тривоги:** "Увага! Говорить Головне управління (управління, відділ) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації). Відбій повітряної тривоги! Усім повернутися до місць роботи або проживання. Допоможіть у цьому хворим та людям похилого віку. Будьте готові до можливого повторного нападу противника. Завжди майте з собою засоби індивідуального захисту. Уважно слухайте повідомлення Головного управління (управління, відділу) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації)".

**У разі загрози хімічного зараження:** "Увага! Говорить Головне управління (управління, відділ) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації). Громадяни! Виникла безпосередня загроза хімічного зараження. Одягніть протигази, сховайте дітей у дитячих захисних камерах. Для захисту поверхні тіла використовуйте захисний одяг, комбінезони та чоботи. При собі майте плівкові (полімерні) накидки, куртки або плащі. Перевірте герметизацію житлових приміщень, стан вікон та дверей. Загерметизуйте продукти харчування і запасіться водою. Укрийте сільськогосподарських тварин і корми. Допоможіть хворим та людям похилого віку. Сповістіть сусідів про одержану інформацію. Відключіть електронагрівальні прилади. Надалі дійте відповідно до вказівок Головного управління (управління, відділу) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації)".

**У разі загрози радіоактивного зараження:** "Увага! Говорить Головне управління (управління, відділ) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації). Громадяни! Виникла безпосередня загроза

радіоактивного зараження. Приведіть у готовність засоби індивідуального захисту та постійно майте їх із собою. Після команди управління (відділу) з питань НС та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи надягніть їх. Для захисту поверхні тіла від забруднення радіоактивними речовинами використовуйте захисний одяг, комбінезони та чоботи. При собі майте плівкові (полімерні) накидки, куртки або плащі. Перевірте герметизацію житлових приміщень, стан вікон та дверей. Загерметизуйте продукти харчування і запасіться водою. Укрийте сільськогосподарських тварин і корми. Сповістіть сусідів про одержану інформацію. Допоможіть хворим та людям похилого віку. Надалі дійте відповідно до вказівок Головного управління (управління, відділу) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації)".

**У разі загрози біологічного зараження:** "Увага! Говорить Головне управління (управління, відділ) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації). Громадяни! Виникла безпосередня загроза біологічного зараження. Для захисту поверхні тіла використовуйте захисний одяг, комбінезони та чоботи. Із собою майте плівкові (полімерні) накидки, куртки або плащі. Перевірте герметизацію житлових приміщень, стан вікон та дверей. Загерметизуйте продукти харчування і запасіться водою. Укрийте сільськогосподарських тварин і корми. Допоможіть хворим та людям похилого віку. Сповістіть сусідів про одержану інформацію. Відключіть електронагрівальні прилади. Надалі дійте відповідно до вказівок Головного управління (управління, відділу) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації)".

За даними проведеного дослідження розроблені та пропонуються зразки текстів повідомлень, які доводяться до населення в надзвичайних ситуаціях.

**У разі аварії на атомній електростанції:** "Увага! Говорить Головне управління (управління, відділ) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації). Громадяни! Сталася аварія на атомній електростанції. У районі електростанції та населених пунктах (перелік пунктів)

очікується випадання радіоактивних опадів. У зв'язку з цим населенню, яке проживає в зазначених пунктах необхідно перебувати в приміщеннях. Зробити додаткову герметизацію житлових приміщень та місць перебування домашніх тварин. Прийняти йодистий препарат. Про отриману інформацію повідомте сусідів. Надалі діяти відповідно до вказівок Головного управління (управління, відділу) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації)".

**Уразі аварії на хімічно небезпечному об'єкті:** "Увага! Говорить Головне управління (управління, відділ) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації). Громадяни! Сталася аварія на м'ясокомбінаті з виливом сильнодіючої отруйної речовини - аміаку. Хмара зараженого повітря поширюється у напрямку Космічного мікрорайону. У зв'язку з цим населенню, яке проживає на вулицях (перелік вулиць), негайно залишити житлові приміщення, будівлі закладів, підприємств, установ та вийти в район залізничного вокзалу Запоріжжя-І. Про одержану інформацію повідомте сусідів. Допоможіть хворим та людям похилого віку. Надалі діяти відповідно до вказівок Головного управління (управління, відділу) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації)".

**У разі можливого землетрусу:** "Увага! Говорить Головне управління (управління, відділ) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації). Громадяни! У зв'язку з можливим землетрусом виконайте необхідні застережні заходи. Відключіть газ, воду, електроенергію, загасіть вогонь у печах. Про одержану інформацію повідомте сусідів. Візьміть необхідний одяг, документи, продукти харчування, воду і вийдіть на вулицю. Допоможіть людям похилого віку та хворим. Займіть місце подалі від споруд та ліній електропередачі. У разі перебування у приміщенні під час першого поштовху станьте у дверний отвір. Дотримуйтеся спокою та порядку. Уважно слухайте повідомлення Головного управління (управління, відділу) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації)".

**У разі повені:** "Увага! Говорить Головне управління (управління, відділ) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації). У зв'язку з підвищенням води у річці Дніпро очікується підтоплення будинків у районі вулиць (перелік вулиць) Південного мікрорайону. Населенню, яке проживає на відповідних вулицях та в мікрорайоні, зібрати необхідні речі, продукти харчування, воду, відключити газ і електроенергію та вийти в район залізничного вокзалу Запоріжжя-І для реєстрації на збірному пункті (школа № 83 вулиця Барикадна, 2) та відправлення в безпечні райони. Про одержану інформацію повідомте сусідів, допоможіть хворим та громадянам похилого віку. За будь-яких обставин дотримуйтеся спокою, не піддавайтеся паніці. Будьте уважними до повідомлень Головного управління (управління, відділу) з питань НС облдержадміністрації (міськвиконкому, райдержадміністрації)".

Залежно від виду аварії, катастрофи або стихійного лиха, а також від обставин, що склалися, зміст текстів повідомлень може відрізнятися від наведених вище.

## **ВИСНОВКИ**

1. Враховуючи важливість проблеми своєчасного оповіщення та інформування населення про виникнення або загрозу виникнення небезпеки, органи виконавчої влади і місцевого самоврядування, органи управління МНС на всіх рівнях мають вживати заходів щодо створення (модернізації) систем оповіщення з використанням сучасних технічних засобів, які забезпечують найбільш повне оповіщення населення, та утримання цих систем у постійній готовності до використання.

2. Кожний громадянин України повинен знати сигнали оповіщення цивільної оборони та уміти правильно діяти за ними в умовах загрози та виникнення НС.

3. Дисципліна і організованість, суворе виконання без поспіху рекомендацій управління (відділу) з питань НС буде сприяти збереженню здоров'я і життя, а також зменшення матеріальних втрат.

## 6 ЕКОЛОГІЯ

### 6.1 Знешкодження твердих металевих відходів

Для утилізації і знешкодження промислових відходів найбільш поширеними є наступні методи підготовки і переробки відходів: здрібнювання розмірів шматків, укрупнення розмірів часток, класифікація і сортування, збагачення, термообробка, вилуговування, зневоднення, подрібнення відходів. Тверді відходи як органічні, так і неорганічні можна подрібнювати до потрібного розміру роздавлюванням, розколюванням, розламуванням, різанням, розпилюванням, стиранням і різними комбінаціями цих способів.

Помел матеріалів крупністю 1-5 мм здійснюють мокрим і сухим способами за допомогою млинів різного типу. Розмір фракцій після здрібнювання може складати 0,1-0,001 мм.

Класифікацію і сортування по фракціях здійснюють просіюванням та грохоченням шляхом використання різних конструкцій сит, ґрат, грохотів; гідравлічної і повітряної сепарації за допомогою гідроциклонів, спіральних класифікаторів.

Збагачення здійснюють виділенням одного або декількох компонентів із загальної маси відходів. Найпоширенішими є гравітаційні, флотаційні, електричні і магнітні способи збагачення.

Гравітаційні способи збагачення засновані на розходженні густини і швидкості падіння частинок збагачуваного матеріалу в рідкому або повітряному середовищі. Ці методи поділяють на промивання, збагачення відсадків, у важких суспензіях, у переміщаються по похилих поверхнях потоках.

Збагачення у важких суспензіях та рідинах полягає в поділі матеріалів по щільності за допомогою суспензій або рідин, щільність яких є проміжною між щільностями поділюваних часток. Для збагачення застосовують різні типи сепараторів.

Збагачення в потоках на похилих поверхнях здійснюють на концентраційних столах, шлюзах, гвинтових сепараторах. Збагачення матеріалу відбувається в тонкому шарі води під дією різному направлених потоків води.

Термічні методи переробки та знешкодження відходів. До них відносяться піроліз, газифікація, вогневий метод знешкодження і переробки відходів.

Піроліз являє собою процес розкладання органічних сполук під дією високих температур при відсутності або нестачі кисню. В результаті піролізу утворюються піролізний газ, смоли і твердий вуглецевий залишок (сажа, активоване вугілля та ін.)

Кількість і якість продуктів піролізу залежать від складу відходів та температури процесу. Залежно від температури розрізняють три види піролізу:

- низькотемпературний піроліз (450-550 ° C), при якому досягається максимальний вихід смол і твердого залишку, а також мінімальний вихід піролізного газу з високою теплотою згоряння;

- середньотемпературна піроліз (до 800 ° C), при якому вихід газу збільшується при зменшенні його теплоти згоряння, а вихід смол і твердого залишку зменшується;

- високотемпературний піроліз (900-1050 ° C), при якому вихід рідких продуктів і твердого залишку мінімальний, а вихід піролізних газів з невисокою теплотою згоряння максимальний.

В даний час відомо більше 50 систем по піролізу відходів, що відрізняються один від одного видом перероблюваних відходів, температурою процесу і конструктивними рішеннями установок.

Метод вилуговування заснований на витяганні одного або декількох компонентів з комплексного твердого матеріалу шляхом їх виборчого розчинення в рідині-екстрагенті (розчиннику). Цей метод використовується при витяганні металів зі шлаків, піритних недогарків, відходів гірничодобувної промисловості.



В залежності від характеру фізико-хімічних процесів, що протікають при вилуговування, розрізняють просте розчинення і вилуговування з хімічною реакцією. Швидкість вилуговування залежить від концентрації реагентів, температури, інтенсивності перемішування, величини поверхні твердої фази та інших факторів.

В даній дипломній роботі магістра для виготовлення певних деталей використовуються технологічні процеси фрезерування та свердління, а також шліфування. При шліфуванні виділяється пил, кількість якого залежить від діаметра шліфувального круга і становить від 117 до 310г\год. При фрезеруванні та свердлінні утворюються металеві відходи у вигляді стружки, яку по закінченню робочого процесу необхідно ретельно зібрати та відправити на переробку (переплавку).

## 6.2 Роль матеріалу та ресурсозбереження у вирішенні екологічних проблем

На сучасному етапі розвитку людської цивілізації виникають значні екологічні проблеми, причинами яких є результати недбалого, нераціонального господарювання. Рішення таких проблем, особливо актуальних і для України, можливо за рахунок екологізації виробництва та переходу до збалансованого (сталого) розвитку, тобто гармонізації економічних, екологічних та соціальних аспектів розвитку суспільства.

Необхідно не лише ефективно використовувати ресурси, але при цьому розглядається лише ефективність діяльності підприємства, а не його відповідальність перед суспільством за збереження та відтворення матеріальних та трудових ресурсів, навколишнього середовища в контексті переходу до концепції сталого розвитку.

Ресурсозбереження - це прогресивний напрям використання природно-ресурсного потенціалу, що забезпечує економію природних ресурсів та зростання виробництва продукції при тій самій кількості використаної сировини, палива, основних і допоміжних матеріалів.

Стійкість підприємства пов'язана не лише з його фінансовим становищем, але й з його виробничо-технологічними параметрами, з їхньою можливістю реагувати на зміни у зовнішньому середовищі. Також, оскільки розуміння питання забезпечення сталого розвитку на рівні підприємства не може виходити за межі реалізації концепції сталого розвитку національному та світовому рівні, і природні ресурси є визначальним чинником виробництва і споживання, то екологізація виробництва і споживання для підприємств виступає чинниками підвищення конкурентноздатності та відіграє таку ж роль, як і інші чинники (технологія, заробітна плата тощо).

Міжнародна комісія з навколишнього середовища визначає сталий розвиток як такий розвиток, що задовольняє потреби сучасного часу, але не ставить під загрозу майбутні покоління задовольняти свої власні потреби.

Стійкий розвиток підприємства неможливо звести до лише економічної стійкості ігноруючи стійкість соціальну та екологічну.

Для забезпечення сталого розвитку підприємства важливим є визначення зовнішніх та внутрішніх факторів впливу на підприємство, до яких відносяться економічні, екологічні, соціальні та інші. До зовнішніх екологічних факторів відносяться природні умови, стан навколишнього середовища та природних ресурсів, ступінь розвитку законодавства по екологічних питаннях. До зовнішніх соціальних – соціальний розвиток регіону, позитивні демографічні тенденції у регіоні. До внутрішніх екологічних факторів належать наявність необхідних ресурсів, використання ресурсозберігаючих технологій тощо.

Можна також виділити принцип ресурсозбереження, що передбачає раціональне використання наявних ресурсів, застосування у виробництві ресурсозберігаючих технологій, випуск екологічної продукції, для чого необхідно впровадження нових технологій, запровадження мало- та безвідходних технологій; а також принцип раціонального використання ресурсів, що полягає в стабільному підвищенні ефективності використання усіх наявних ресурсів підприємства (трудових, фінансових, матеріальних) у відповідності до цілей підприємства; і принцип цілеспрямованості, що

передбачає встановлення довгострокових, перспективних та короткострокових цілей підприємства, співставлення цілей і завдань кожного підрозділу підприємства не тільки з наявністю ресурсів, але й з принципом ресурсозбереження та раціонального використання ресурсів, як обов'язкової умови досягнення сталого розвитку.

Підприємство, що використовує захисні споруди, піклується про навколишнє середовище має позитивний імідж у покупців, що також сприятиме зростанню попиту на його продукцію.

Використання ресурсозберігаючих технологій допоможе підприємству економити на ресурсах, дотримання підприємством принципів сталого розвитку та турбота про навколишнє середовище є не лише його обов'язком перед суспільством, але й сприятиме покращенню його діяльності, а принцип ресурсозбереження відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку підприємства, поєднуючи економічну, екологічну та соціальну складові.

Природний фактор, жива конкретна праця і виробничі фонди - це фактори виробництва, що склалися історично і доповнюють один одного. Випуск продукції потребує участі всіх цих факторів, але разом з тим в тій чи іншій мірі можливе використання одного фактора замість іншого, тобто діє принцип взаємозамінності факторів виробництва. Ріст витрат праці і засобів виробництва в "позаприродній" переробній, обробній та інфраструктурній галузях теж має певну еластичність по відношенню до обсягів використання природних ресурсів. Розвиток цих галузей дозволяє більш повно використовувати конкретний природний ресурс чи продукцію, одержану на його основі, комплексно їх обробляти, ліквідувати втрати з причин, викликаних недостатнім розвитком інфраструктури і переробки, що в цілому покращує кінцеві результати.

Тож на основі обліку взаємозамінності факторів виробництва і необхідно визначати реальні потреби в природних ресурсах. Якщо оцінювати природні ресурси і одержувану на їх основі виробничу продукцію як єдиний комплекс, як цілісну природно-продуктову систему, то виявиться, що з позицій кінцевих

результатів функціонування цієї системи навантаження на природний фундамент народного господарства можна значно зменшити без зменшення величини споживання кінцевої продукції.

Реалізація такого комплексного підходу до використання природних ресурсів вимагає побудови для кожного природного ресурсу чи групи ресурсів природно-продуктової вертикалі (ланцюжка), що з'єднує первинні природні фактори виробництва з кінцевою продукцією. Дуже часто буває так, що розвиток галузей, які знаходяться далеко від природної сфери, дозволяє суттєво підвищити ефективність природокористування. Отже, удосконалення природокористування є міжгалузеву проблемою, вирішення якої повинно базуватися на урахуванні потенціальних кінцевих результатів альтернативних варіантів, що плануються і передбачають всю сукупність питань - від початкового використання природних ресурсів до споживання кінцевої продукції, одержаної на їх основі.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі магістра є інформаційно-вимірювальна система для контролю деталей, що містять зовнішні кутові та конусні поверхні

В процесі розробки вирішені такі задачі:

- 1.проведено аналіз методів та засобів вимірювання кутових та конусні поверхонь;
- 2.описано конструкцію системи, та роботу установки;
- 3.проведено розрахунки електромагніта, магніторезистивного перетворювача, пневмоциліндра і електро – контактного датчика;
- 4.зроблено розрахунок математичної моделі роботи установки, оцінка чутливості алгоритму обчислення кута конусної поверхні до точності вимірювання лінійного переміщення, ;
- 5.розроблено електронний блок керування приладом для вимірювання конусності;
- 6.обґрунтовано доцільність розробки економічну, вказано що робити для охорони праці, як захищати навколишнє середовище та як організувати цивільний захист.

Якщо ми впровадимо результати роботи, це дасть нам можливість для здійснення автоматизації роботи установки для контролю деталей з кутовими та конусні поверхнями,та досягнути значного підвищення точності роботи.

## БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 Е.Я. Красковский, Ю.А. Дружинин, Е.М. Филатова. Расчет и конструирование механизмов пиборов и вычислительных систем. – М.: Высшая школа, 1991. – 414с.
- 2 А.В. Гордон, А.Г. Сливинская. Электромагниты постоянного тока. – М.: Высшая школа, 1960. – 158с.
- 3 Л.А. Казаков. Электромагнитные устройства РЭА. – М.: Энергия, 1991. – 440с.
- 4 Я.И. Кожевников, Я.М. Есипенко, С.М. Раскин. Механизмы. - М.: Высшая школа, 1960. – 672с.
- 5 В.И. Анурьев. Справочник конструктора машиностроителя. В 3-х Т. – М.: Машиностроение, 1971. –786с.
- 6 Л.И. Якушев, Е.Ф. Бежеликова, В.И. Плиталов. Допуски и посадки ЕСДП СЭВ. – М.: И-во стандартов, 1978. – 236с.
- 7 Навчально-налагоджувальний стенд ST841/CPLD (V4.1) / Паламар М.І., Чайковський А.В., Пастернак Ю.В., Стрембіцький М.О. Паламар А.М. – Тернопіль: ТНТУ, 2011. – 53 с.
- 8 <http://chiplist.ru/chips/KR1816VE51/>
- 9 [https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADUC841\\_842\\_843.pdf](https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADUC841_842_843.pdf)
- 10 <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/doc2466.pdf>
- 11 <https://www.automationsystemsandcontrols.net.au/PDF's%20Autonics/proxi/PS%20Series%20Rectangular%20Proximity%20Sensors%20from%20ASC%20Ph%2003%2009720%200211.pdf>
- 12 <http://www.autoniconline.com/image/pdf/PA10.pdf>
13. Кочін І.В., Кіктенко В.Я., Сидоренко П.І. та інші. Оптимізація потоків інформаційного забезпечення населення при надзвичайних ситуаціях // Актуальні питання медичної науки та практики: Збірник наукових праць Запорізької медичної академії післядипломної освіти. - Вип.69.- (Ювілейний).- Запоріжжя, 2006.- С.119-124.

14. Бровдій В.М. Екологічні проблеми України (проблеми ноогеніки) / В.М. Бровдій, О.О. Гаца. - К.: НПУ, 2000.
15. Волошин В.В. Проблеми сталого розвитку України / В.В.Волошин. - К.: Вид-во "БМТ", 1998.
16. Васюкова Г.Т. Екологія: підручник / Г. Т. Васюкова, О. І. Грошева. – К.: Кондор, 2009. – 524 с.
17. Пономарьова, В.Т. Використання відходів за кордоном / В.Т. Пономарьова, М.М. Лихачова, З.А. Ткачик . - 2008. - № 5. – С. 44 - 48.
18. Структура утворення та накопичення відходів [електронний ресурс] // Студопедия – Режим доступу : <http://www.novaecologia.org/voecos-869-1.html> - Дата додавання : 2016 – 10 – 06 .
19. Злобін Ю.А. Основи екології.- К.: Лібра, 1998. – 249.
20. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології, - К.: МАУП, 2000. – 238 с.
21. Кучерявий В.П. Екологія, - Львів: Світ, - 500 с.
22. Одум Ю. - Экология. - М.: Мир, 1986. - Т. 2.
23. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

**ДОДАТКИ**