

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

приладів та контрольно-вимірювальних систем
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

**Розробка автоматизованого приладу
для вимірювання лінійних розмірів
з використанням механічного методу**

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

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва спеціальності)

Шевчук М.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Стрембіцький М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Апостол Ю.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Паламар М. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

- 1.1 Аналіз поставленої задачі
- 1.2 Вимоги до роботи пристрою
- 1.3 Висновки по аналогах

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

- 2.1 Функціональна схема і опис роботи приладу
- 2.2 Розрахунок переміщення штока
- 2.3 Розрахунок пружини стиску
- 2.4 Розрахунок гвинтової пари
- 2.5 Мікрометрична головка
- 2.6 Повірка пристрою
- 2.7 Похибка пристрою

3 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ

- 3.1 Статистичний аналіз похибки діаметру визначеного по декількох вимірах
- 3.2 Аналіз похибок автоматизованого приладу для вимірювання лінійних розмірів

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

- 4.1 Розробка схеми роботи пристрою
- 4.2 Схема керування приладом
- 4.3 Підрахунок мінімальної кількості виводів мікроконтролера
- 4.4.Опис алгоритму роботи

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему: на тему: Розробка автоматизованого приладу для вимірювання лінійних розмірів з використанням механічного методу:

Об'єкт дослідження – лінійні розміри деталей.

Мета роботи – розробка пристрою для автоматизації контролю лінійних розмірів.

Під час виконання даної роботи вирішені такі питання:

- підготовлено опис конструктивного креслення виробу та пояснення принципу дії схеми цього пристрою;
- елементи в пристрої були підібрані та розраховані;
- розраховано основні технічні параметри даного пристрою;
- розроблено математичну модель відмови автоматичного лінійного вимірювального приладу;
- виконано опис роботи системи керування, а також розроблено функціональну та структурну схеми.

ВСТУП

Якість продукції, виробнича ефективність та рівень технічного прогресу значною мірою залежать від ранньої розробки нового обладнання, нових інструментів, машин, верстатів і шляхом широкого застосування техніко-економічних методів аналізу, які забезпечують вирішення проблем. технічні рішення. Від них залежать і проблеми та ефективність економічна конструкторських та технологічних розробок.

Всі ці проблеми слід вирішити шляхом підготовки команди кваліфікованих виробничих професіоналів, які повністю знайомі з інженерними принципами проектування виробничого процесу.

Автоматичний процес керування пристроєм може бути забезпечений двома способами:

- автоматизація післяопераційного контролю (пасивна);
- автоматизація технологічного контролю (активна).

За способом вимірювання прилади активного контролю поділяються на прилади прямого вимірювання та прилади непрямого вимірювання.

У прямому методі розмір виготовленої деталі безпосередньо контролюється та включається в розмірний ланцюжок інструменту. У цьому випадку основа шкали збігається з поверхнею правильної частини.

Середній метод контролює не розмір деталі, а положення поверхні деталі, або положення ріжучої кромки інструмента або корпусу машини відносно основи інструмента.

Важливою ланкою забезпечення високої надійності проектного обладнання є попереднє випробування вузлів, особливо приводних двигунів, для встановлення найкращого співвідношення їх характеристик і режимів роботи та режимів роботи. Крім того, наявність даних про поточні вібраційні характеристики приводу дозволяє створити найбільш підходящі умови для функції вимірювання положення вже на етапі проектування.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз поставленої задачі

Згідно з технічним завданням повинні розробити пристрій для автоматизації контролю лінійних розмірів. Винахід відноситься до технічних лінійних вимірювань, а саме: до пристроїв автоматичного контролю лінійних вимірювань. Мета винаходу—підвищення точності контролю, що досягається за рахунок забезпечення пристрою плоско пружинним шарнірним паралелограмом 4, виконаним у вигляді двох Г-подібних штанг, на одній з яких закріплений вимірювальний шток 5, взаємодіючий з контрольною деталлю 17. Полиці обох штанг виконані в з'єднанні через пружину 6. На полиці однієї штанги закріплена скоба 7, у стійках якої виконані нарізні отвори. На полиці іншої штанги закріплена сережка 8 з отвором, співвісним отвору скоби 7. Стержень 9 пропущений через отвори скоби 7 та сережки 8, та призначений для взаємодії одним кінцем з мікроперемикачем 10. Стержень 9 встановлений в отворах скоби 7 та серги 8 із зазором, що характеризує поля допуску розміру контрольованої деталі.

Відповідно до технічного завдання необхідно розробити засіб для автоматизації контролю лінійних параметрів. Винахід відноситься до категорії вимірювань лінійних в технічній галузі, а саме: пристроїв для того, щоб здійснювати контроль автоматичний вимірювань лінійних розмірів. Метою винаходу є збільшення точності контролю. Це можна досягнути шляхом забезпеченням пристрою елементом пружинним 4, виготовленим із двох стрижнів Г-подібних, один з яких з'єднаний із вимірювальною колонкою 5, зверненої до деталі для контролю 17. Полиці брусків обох з'єднані через пружини 6. До полиці однієї з штанг, в ложах яких зроблені отвори, прикріплена скоба 7. На іншій штанзі приєднана сережка 8 що має отвір, паралельний отвору скоби 7. Проходять через отвори скоби 7 стержень 9 та серга 8, призначена для контакту з одного боку. з мікроперемикачами позначеними як 10. В отвори скоби 7 і серги 8

встановлюється стержень 9, при цьому визначаються поля допуску розміру штатної деталі за допомогою зазору.

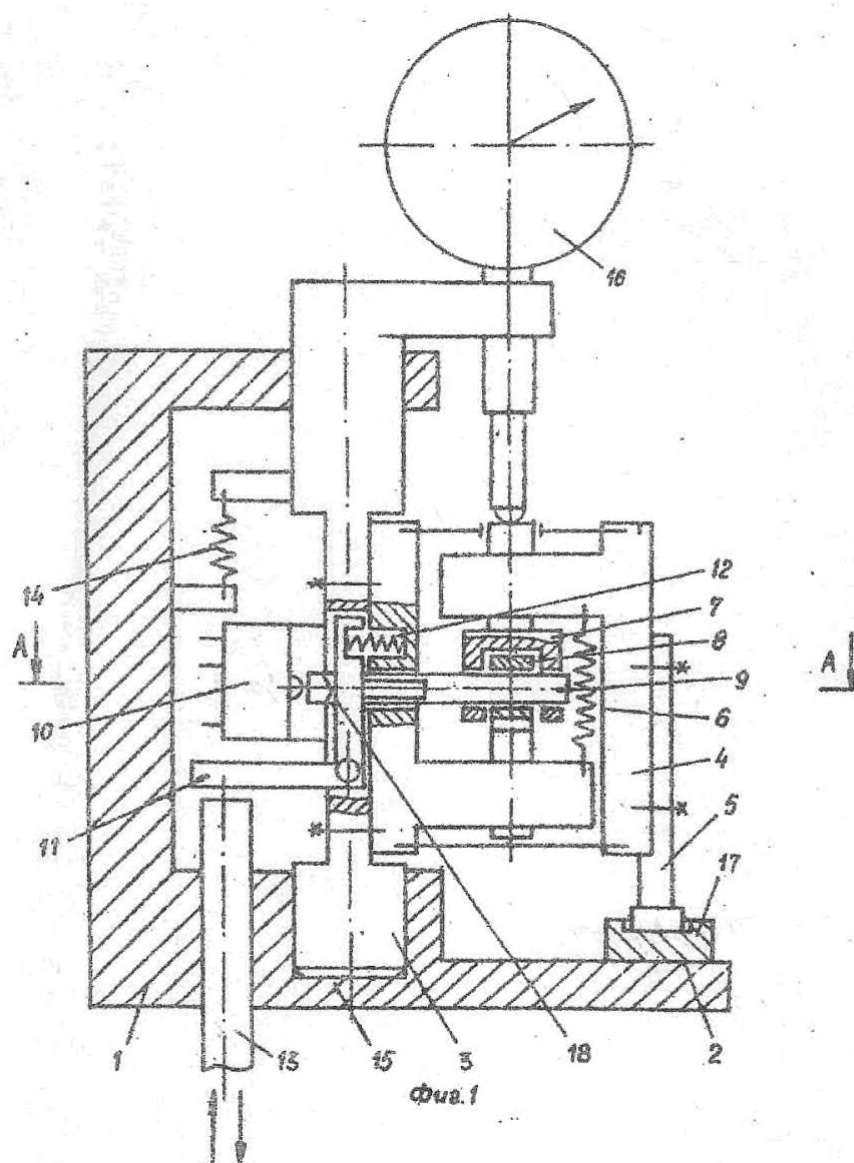


Рисунок 1.1 – Варіант приладу для вимірювання, що пропонується

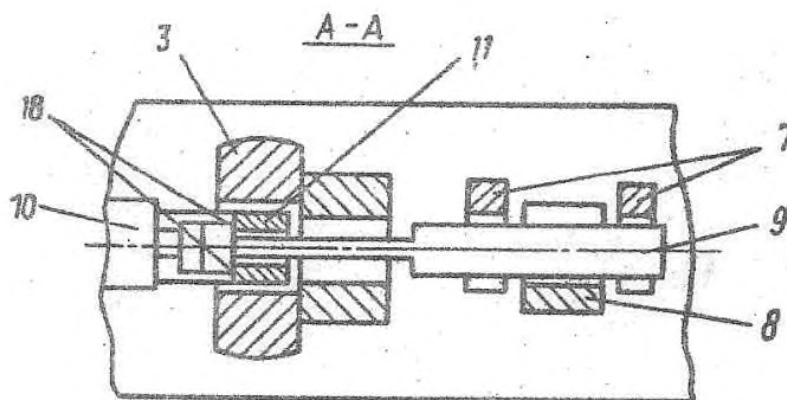


Рисунок 1.2 – Вигляд зверху

Аналіз аналогів

- Штангенциркулі

Існують штангенциркулі 2 основних типів:

- Ноніусні серії ШЦ – на таких класичних моделях для відліку показань вимірів використовується штрихова шкала. Вони здатні забезпечити точність: 0,1 мм, 0,05 мм, 0,02 мм.

- Цифрові штангенциркулі серії ШЦЦ – більш прогресивні вимірювачі. Встановлене на них цифрове електронне табло дає можливість визначати розмір з досить високою точністю. До того ж, на ньому можна встановлювати «0» в будь-який момент вимірювання і при необхідності змінити одиниці виміру з метричної системи на дюймову.

Виробники, намагаючись значно розширити функціональні можливості цього вимірювального приладу, випускають його у кількох конструкційних виконаннях:

- Механічні штангенциркулі серії ШЦ-I. Головна особливість таких вимірювачів – наявність верхніх і нижніх губок і глибиноміра. Цей універсальний і поширений міряльний інструмент дозволяє заміряти не тільки зовнішні та внутрішні діаметри, але і висоту уступів, канавок.

- Серія ШЦ-II. В них передбачені верхні розмічальні і нижні вимірювальні губки. Основна особливість їх – верхні губки зроблені з гостро заточеними краями, що дають можливість легко і швидко розмічати металеві, пластикові та інші поверхні. Однак при вимірі внутрішніх розмірів необхідно до показань вимірювача додавати ширину губок в зоні виміру. Як правило, цей параметр вказується безпосередньо на них.

- Серія ШЦ-III – ці вимірювальні прилади мають лише нижні вимірювальні губки. Також як і у вимірювальних інструментів попереднього виду, при визначенні внутрішніх діаметрів необхідно до показань вимірювача додавати ширину губок в зоні виміру.

Вибираючи цей вимірювальний прилад, необхідно звернути увагу ще на один важливий параметр – довжина губок. На моделях зі стандартною довжиною губок цей показник має наступні значення:

- штангенциркуль 125 мм – має довжину робочої частини від 35 до 42 мм;
- штангенциркуль 150 мм – 38 – 42 мм;
- штангенциркуль 200 мм – 50 – 63 мм;
- штангенциркуль 250 мм – 60 – 80 мм;
- штангенциркуль 300 мм – має довжину губок в діапазоні 63...100 мм;
- штангенциркуль 500 мм – має цей показник не більше 160 мм.

Штангенциркуль з подовженими губками. Штангенциркулі з діапазоном вимірювань 0-300 мм, 0-500 мм, 0-600 мм і губками від 125 мм до 200 мм

Штангенциркуль для вимірювання внутрішніх канавок. Головна їх особливість – нижні губки мають спеціальну форму, що дає можливість вставляти робочу частину у канавки.

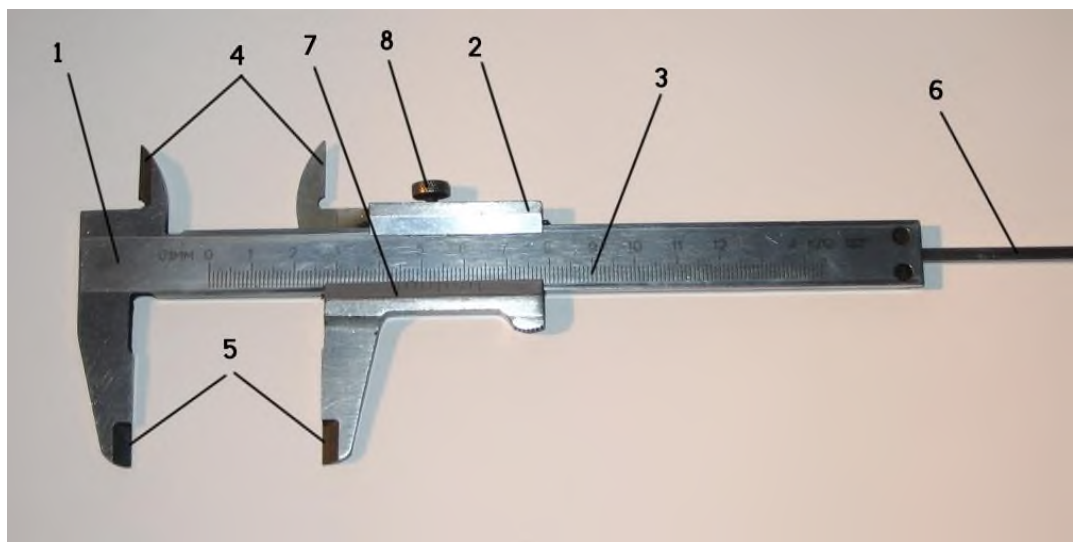


Рисунок 1.2 – Штангенциркуль

1 – штанга; 2 – рухома рамка; 3 – шкала штанги; 4 – губки для внутрішніх вимірювань; 5 – губки для зовнішніх вимірювань; 6 – лінійка глибиноміра; 7 – ноніус; 8 – гвинт для фіксації рамки.

- Мікрометри.

Мікрометричні вимірювальні інструменти засновані на використанні точної гвинтової пари (гвинт - гайка), яка перетворює обертальні рухи мікрогвинта в поступальні. До мікрометричних інструментів відносяться: мікрометри, мікрометричні глибиноміри, мікрометричні нутроміри.

Мікрометричні інструменти призначені для абсолютного контактного методу вимірювання. Ціна поділки приладу - 0,01 мм. Похибка вимірювання залежить від меж вимірювання мікрометра і становить: від 3 мкм для мікрометрів 0-25 мм до 50 мкм для мікрометрів з межами виміру 400-500 мм. Принцип мікрометричної пари використовується в конструкціях багатьох вимірювальних приладів.

Загальний вигляд гладкого мікрометра показаний на рис. 1.3.

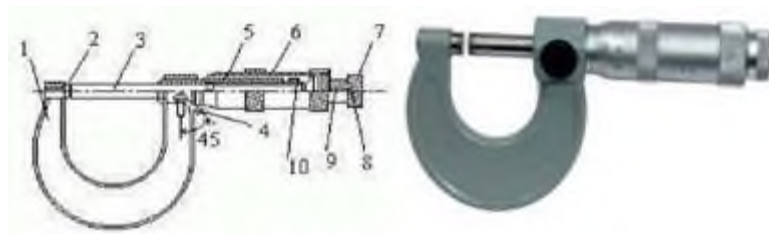


Рисунок 1.3 – Мікрометр гладкий

Корпусом інструмента служить скоба (1), в яку запресовані з одного боку п'ята (2), з іншого - стебло (5), на якому закріплено мікрогайку і нанесено поздовжню шкалу. Однією вимірювальною поверхнею є торець мікрометричного гвинта (3), що висувається зі стебла, іншою - торець п'яти (2). Мікрогвинт пов'язаний з корпусом барабана (6), який має на конусному кінці кругову шкалу. Закінчується барабан різьбою, на яку нагвинчується гайка (9), що є корпусом механізму тріскачки. Основне призначення тріскачки - забезпечувати сталість вимірювального зусилля за рахунок храповика (7) і підпружиненого стрижня (8). Мікрометр забезпечений пристроєм (4), що дозволяє стопорити мікрогвинт гайкою (10).

Вони мають мікрометричну головку з ціною ділення 0,01мм (інколи 0...5, 0...10 та 0...15мм). Найбільш поширеним є гладкий мікрометр, який призначений для того, щоб вимірювати зовнішні розміри.

Діапазон вимірювань мікрометрів становить від 0...15, 0...25, 25...50, 50...75 і т.д., до 300мм, 300...400, 400...500 відповідно.

- Оптико-механічні та оптичні прилади.

Оптиметри призначені для вимірювання методом порівняння калібрів, плоско паралельних кінцевих мір довжини та точних виробів. Прилади оснований на принципі оптичного важеля. Оптична схема трубки оптиметра показана на рис. 11. Пучок променів від джерела світла А, розташованого поза приладом, дзеркальна до Б направляється в щілину, що знаходиться в корпусі трубки, переломлюється в трикутній призмі і проходить через нанесену шкалу на прозорій пластині 2. Пластина 2. фокальної площини об'єктива 3. Головна оптична вісь об'єктива проходить через центри перерізу пластини 2 і дзеркала 5. Шкала на пластині 2 нанесена на відстань Б від головної оптичної осі.

На схемі суцільною лінією показано перебіг одного з променів пучка. Розбіжний пучок променів входить у призму 4 повного внутрішнього відбиття і, відбившись від неї під кутом 90° , потрапляє в об'єктив 3. Об'єктив 3 перетворює пучок променів, що розходяться в пучок паралельних променів, що потрапляють на дзеркало 5. Дзеркало 5 приладу. При вимірі деталі стрижень 7 зміщуючись, повертає дзеркало навколо осі, що проходить через центр кульки 8 на будь-який кут.

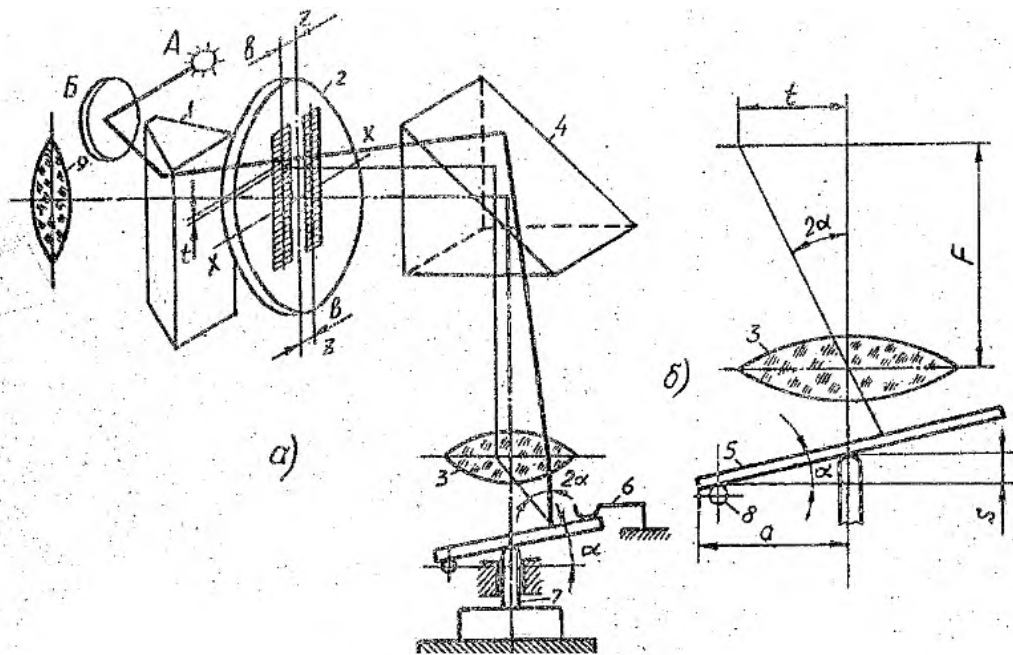


Рис. 1.4 – Оптична схема трубки оптиметра

Таким чином, пучок паралельних променів потрапляє на дзеркало під кутом перпендикуляра до площини дзеркала проведеного до точки падіння. Отже, кут між падаючим і променем відображення дорівнюватиме 2α . Хід одного з променів відбитого пучка показаний штрих-пунктиром.

Відбитий пучок паралельних променів, проходячи через об'єктив, перетворюється на пучок променів, що сходиться, який у фокальній площині об'єктива дає зображення шкали. Зображення шкали на пластині 2 буде зміщено щодо самої шкали як осі Z, так і осі X.

По осі X зображення шкали буде зміщено постійну величину рівну зміщенню скелі щодо головної оптичної осі об'єктива. Це зміщення дає можливість спостерігати в окулярі зображення шкали окремо від самої шкали. При спостереженні в окуляр зображення шкали буде переміщатися у правій частині пластини 2. Ліва частина пластини, з боку, зверненої до спостерігача, заекранована.

При переміщенні вимірювального наконечника зображення шкали, яке ми бачимо в окулярі, зміщується відносно нерухомого індексу.

- Пневматичні вимірювальні прилади

Використовуються для контролю та вимірювання методом порівняння розмірів, відхилень форми та розміщення поверхонь. Вони забезпечують високу точність та продуктивність контролю та дозволяють здійснювати безконтактні та контактні вимірювання. Прилади поділяються на манометричні та ротаційні (поплавкові).

Принцип дії манометра, заснований на трубці Бурдона.

Принцип дії манометра наступний. Коли внутрішній простір знаходиться під тиском, поперечний переріз, таким чином, змінюється в напрямку кругової форми. Це відхилення є величиною тиску. за допомогою вказівника, робить це видимим по шкалі. Існують різні варіанти трубок Бурдона С-подібна вигнута трубка Бурдона може працювати при тиску до 60 бар. 7000 бар.

Принцип дії манометра з вимірювальним мембранним елементом.

Принцип дії даного манометра виглядає наступним чином – або привареної до верхньої частини камери мембрани, або зафіксованої між двома фланцями, це дозволяє їй сприймати зусилля тиску з одного боку. Цей принцип дії манометра забезпечує те, що витримується високий тиск перевантаження, а досягається внаслідок того, що верхня частина камери виступає як обмежувач.

Принцип дії манометра з капсульним вимірювальним елементом.

Схожий на принцип дії манометрів з трубкою Бурдона. Тут як чутливий елемент використовуються два зварені між собою круглі гофровані листи металу. Вимірюване середовище впливає на внутрішню частину капсули і по результуючому переміщенню чутливого елемента тиск, що визначається, відображається на циферблаті.

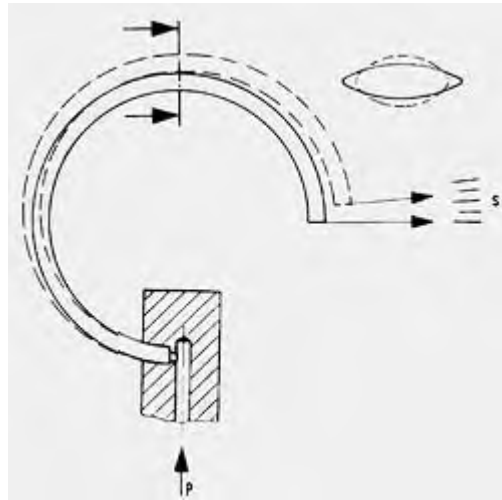


Рисунок 1.5 – Манометричний прилад.

Вимірювання лінійних розмірів

Принцип вимірювання та приладова техніка.

Використання цього методу вимагає, щоб вимірюваний об'єкт рухався. Залежно від вимірювальних завдань використовуються чутливі фотоелектричні або інфрачервоні приймальні матриці, радіоактивні, магнітні, пневматичні або механічні зонди. з'єднані один з одним, як показано на рис. 1.4. Відповідно до рахункової схеми і грубої і точної ми скористаємось головкою вимірювальною, зображеною на рис. 1.5.

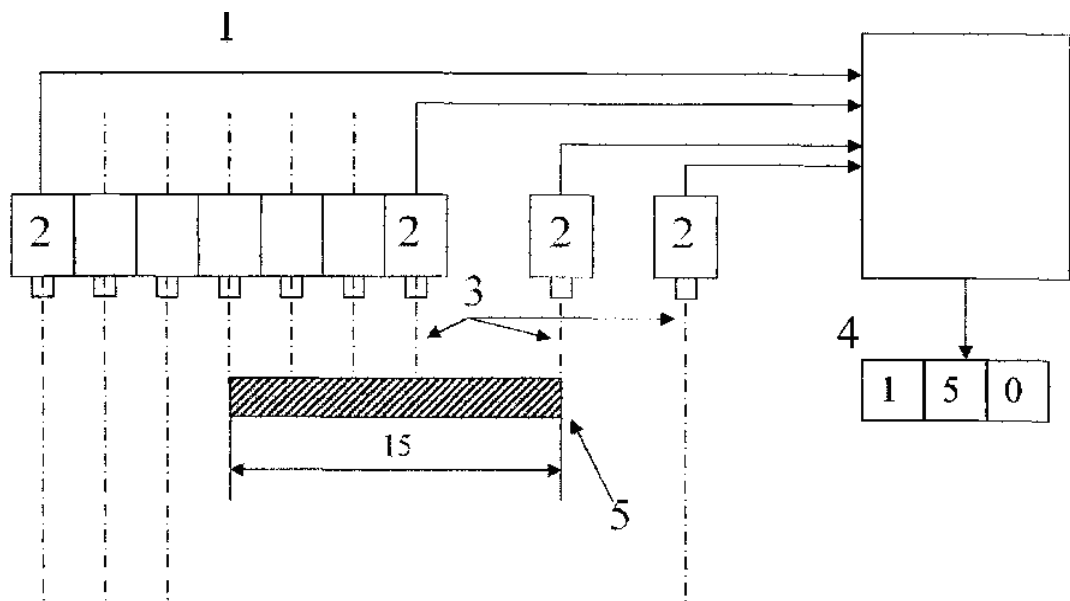


Рисунок 1.4

Схема приладу, складеного для того, щоб для вимірювати довжину з растрами точним і грубим.

- 1) растр точний
- 2) елемент прийому
- 3) растр грубий
- 4) зображення довжин
- 5) вимірювальний об'єкт.

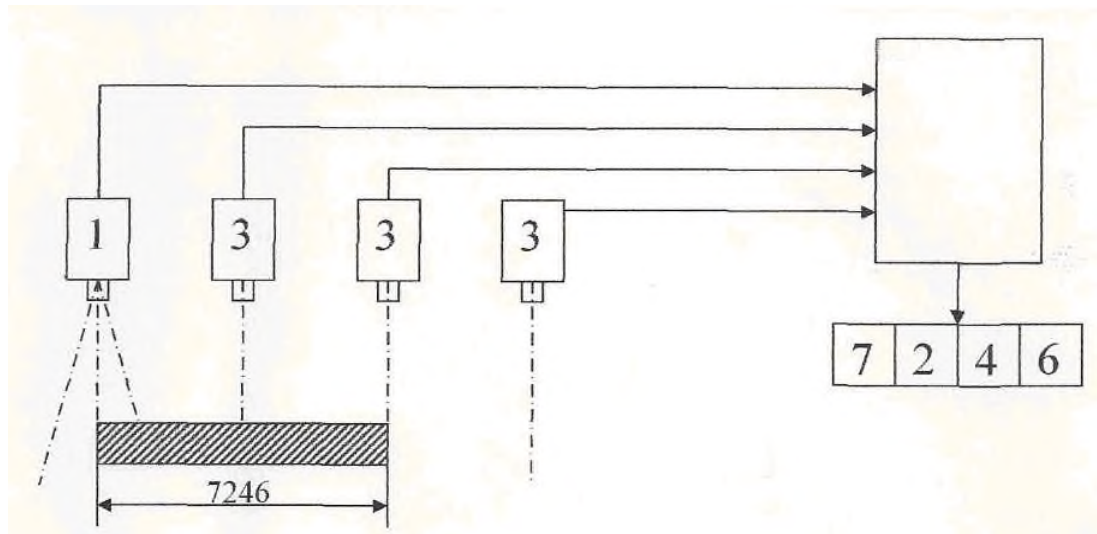


Рисунок 1.5

Схема приладу, складеного для того, щоб для вимірювати довжину з растрами грубим і головки для вимірювання:

- 1) головка;
- 2) зображення довжин;
- 3) растр грубий;
- 4) вимірювальний об'єкт.

Коли об'єкт вимірювання при русі попадає в зону приймачів точного відліку або вимірювальної головки, то зчитування результатів вимірювання відбувається при проходженні найбільш віддаленого приймача. Результат вимірювання з постійної та перемінної величин у відповідності з числом збуджених приймачів точного растра або вихідним сигналом вимірювальної головки.

Якщо вимірюваний об'єкт під час руху потрапляє в зону прецизійних еталонних приймачів чи головки вимірювальної, то результати вимірювання зчитуються при проходженні найдальшого приймача. Значення результату вимірювання є постійним і змінним залежно від кількості приймачів збудження чи вихідного сигналу головки для вимірювання.

Роздільна здатність точного растра може бути підвищена введенням поправки, розрахованої по швидкості руху об'єкта та часу, який минув з моменту проходження останнього приймача точного відліку.

Роздільну здатність растру точнішого можна збільшити шляхом вводу поправки, обчисленої на основі зміни швидкості об'єкта та часу, що пройшов з часу проходження останнього точного опорного приймача.

Характеристики загальні

Здатність роздільну визначають за розміром кроку прецизійного растру, особливостями головки для вимірювання і гістерезисом зондів чи приймачів.

Характеристики динамічні слід визначити за час відгуку приймачів і значенням постійним часу головки для вимірювання. Коригування значень здійснюється шляхом зміни розміщення приймачів.

Вимірювальна точність є залежною в першу чергу від точності установки приймачів, а також від їх точності перемикання і гістерезису.

1.3 Висновки по аналогах

Зображені вище інструменти та діаграми для вимірювання лінійних параметрів підходять для вимірювання, але на основі наведених нижче діаграм ми створимо табличний інструмент, який дозволить нам автоматизувати процес контролю.

Характеристики динамічні визначалися на підставі часу активації приймачів і значення часу головки, що виконує вимірювання. Зміна положення приймачів дає можливість здійснити передачу.

Вимірювальна точність залежить в першу чергу від точності передачі і гістерезису приймачів, а також від правильного способу установки.

2 ДОСЛІДНИЦЬКО - КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Функціональна схема і опис роботи приладу

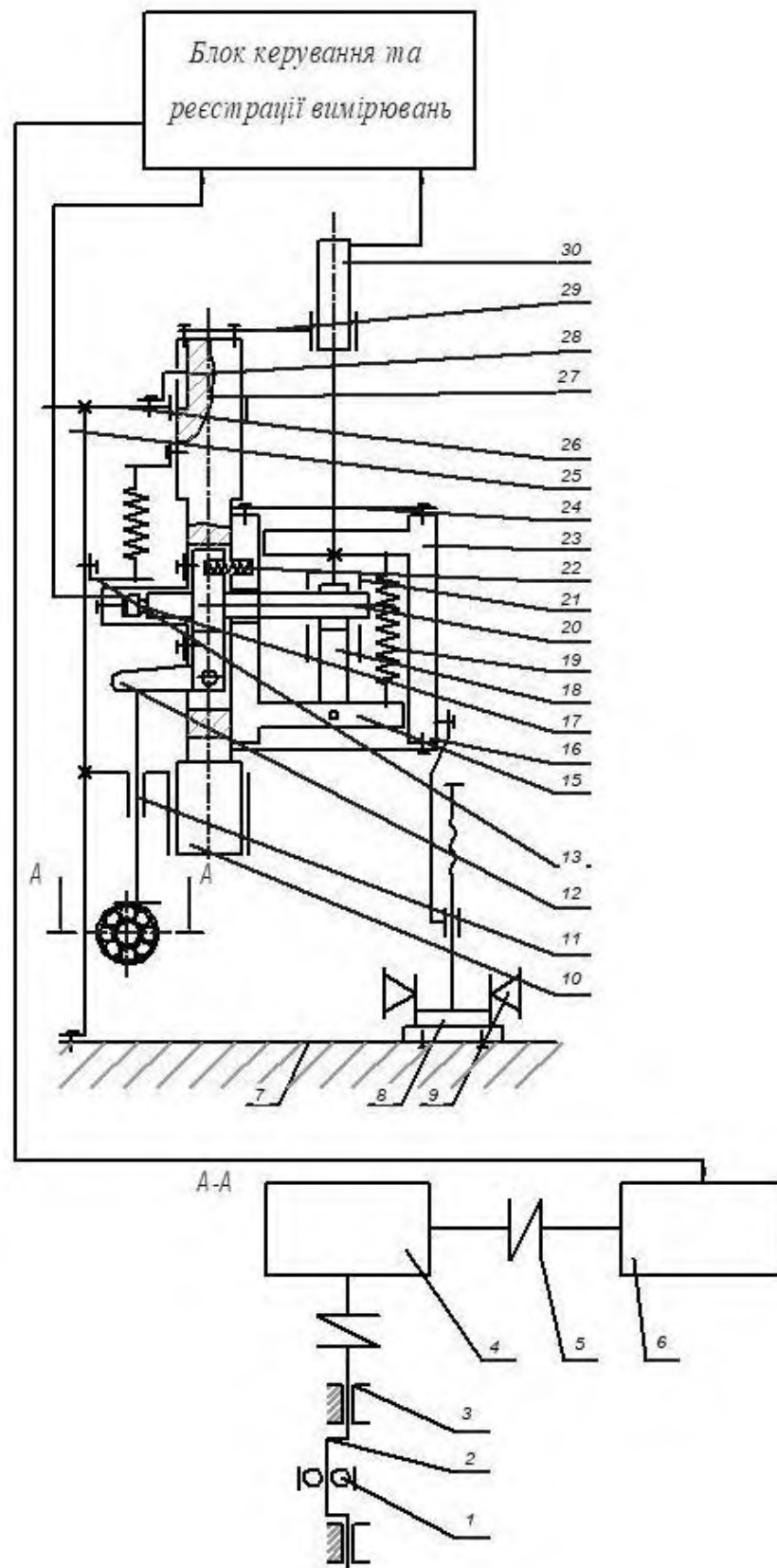


Рисунок 2.1 – Функціональна схема

Пристрій працює наступним чином. Шток 11 від приводу (двигун кроковий, муфта, редуктор черв'ячний, муфта та вал ексцентриковий з підшипником) піднімається вгору, важіль 12 стискає пружину 22, впирається плоскoprужинний паралелограм та піднімає його разом з штоком 27 у верхнє положення. Деталь 8, що контролюється, встановлюється в призмах під вимірювальний шток мікрометричного гвинта. Під час наступного етапу циклу штовхач (шток 11) переміщується вниз, за ним під дією пружини переміщується шток 27 до дотику з базуючим упором та зупиняється в цьому положенні. Вимірювальний шток, входячи у дотик з придатною деталлю, що контролюється, встановлюється в такому положенні, що стержень 20 звільняється від блокування скоби (вилки 21) та пальця 18. Під дією пружини 19 важіль 12 повертається та за торці лисок стержень 20 переміщує останній вліво до упора в провідний елемент мікроперемикача 17. Мікроперемикач видає сигнал про те, що деталь, яка контролюється, виготовлена у межах поля.

Друга границя забезпечується автоматично при вірно встановленому зазорі між поверхнями отворів вилки та пальця з поверхнею стержня.

2.2 Розрахунок переміщення штока

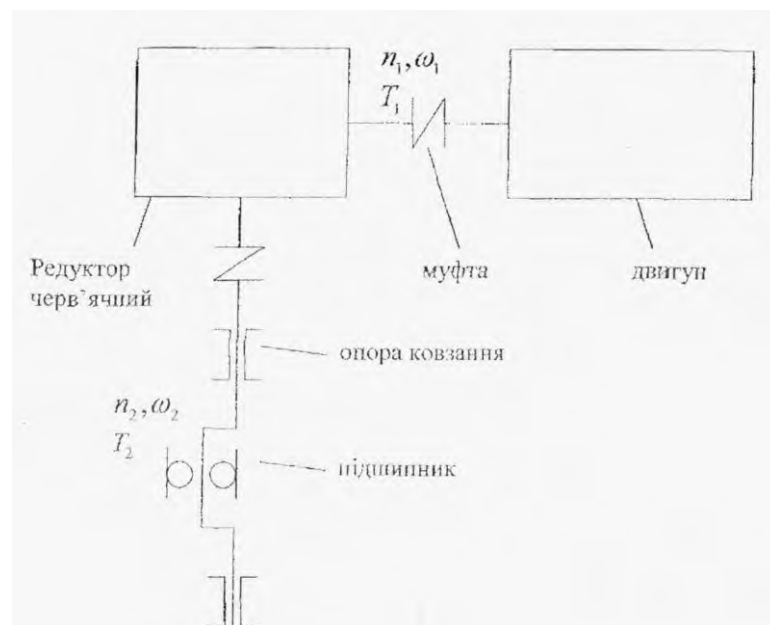


Рис. 2.2 – Схема переміщуючого механізму

Сила на осі $P=30$ Н.

$$P = n \cdot G = 1.5 \cdot 20 = 30 \text{ Н}$$

Припустимо, діаметр середній гвинта $d_{cp} = 6,75$, значить потрібний момент гвинта обертовий буде.

$$T_1 = P \frac{d_{cp}}{2} = 30 \frac{0,00675}{2} = 0,101$$

Припустимо, що ми використовуємо це значення для приводу, крокового двигуна із значеннями:

$\alpha = 3^\circ$ крок обертання

$U = 27$ потужність живлення:

$f_{п.ном} = 0,1$ частота обертання.

$M_{ном} = 0,1$ момент на валу;

За 1 оберт валу двигуна визначимо кількість кроків

$$m = \frac{360^\circ}{\alpha} = \frac{360^\circ}{3^\circ} = 120$$

Число обертів ходового гвинта (валу двигуна)

Гвинт (вал двигуна) має обертів

$$n = \frac{60 f}{m} = \frac{60 \cdot 0,1}{120} = 0,05$$

Швидкість кутова для того, щоб вал обертався

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 0,05}{30} = 0,0052$$

2.3 Розрахунок пари гвинтової

Визначаємо діаметр гвинта так як крім напружень стиску в стержні будуть виникати і напруження кручення, то розрахунок будемо вести по розрахунковій силі.

Слід визначити діаметр гвинта, тому що в стержні крім напружень стиску виникають також напруги кручення, тому ми повинні розрахувати силу розрахункову.

$$P_v = \beta \cdot p$$

$$P_v = \beta \cdot p = 1,3 \cdot 30 = 39$$

Орієнтуємось на гвинт діаметром до 10 мм. тоді допустимі напруження стиску можна прийняти рівними

Ми орієнтуємось на шурупи з максимальним діаметром 10 мм. то напруги стиску допустимі приймемо такими що рівні

$$[\sigma_{cm}] = \beta \cdot p = 0,3 \cdot 270$$

Слід визначити різьбові параметри.

Товщина

$$a = b = \frac{P}{2} = \frac{1,5}{2} = 0,75$$

Крок різьби

$$P_1 = \frac{d_1}{4} = \frac{6}{4} = 1,5$$

Діаметр зовнішній різьби

$$d_3 = d + 2b = 6 + 0,75 = 7,5$$

Діаметр середній

$$d_{cp} = \frac{d + d_1}{2} = \frac{6 + 7,5}{2} = 6,75$$

Слід визначити діаметри внутрішні гвинта при таких заданих умовах міцності на стиск

$$d_{\epsilon} = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\sigma_{cm}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 39}{3,14 \cdot 81}} = 0,92$$

Конструктивно буде $d_{\epsilon} = 6 \text{ мм}$

$$d_{cp} = \frac{d + d_1}{2} = \frac{6 + 7,5}{2} = 6,75$$

Розміри гайки треба визначити:

Згідно формули висота гайки така буде:

$$H = S \cdot z$$

Слід визначити необхідне число витків гайки з умови не видавлювання мастила при допустимому питомому тиску

Слід визначити необхідну частоту обертання гайки за умови, що масло не натискається проти заданого допустимого тиску

$$[q] = 12$$

Кількість витків:

$$z > \frac{4P}{\pi(d^2 - d_1^2)[q]} = \frac{4 \cdot 30}{3,14 \cdot (7,5^2 - 6^2) \cdot 12} = 2,4$$

Прийняти треба $Z=3$, значить $H = 1,5 \cdot 3 = 4,5$

Конструктивно буде $H=25 \text{ мм}$.

Прийняли для бронзи при згину та зрізу

$$[\sigma_{32}] = 50 \quad [\tau_{cp}] = 30$$

$$\sigma_{32} = \frac{3Pb}{\pi daZ} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0,75}{3,14 \cdot 7,5 \cdot 0,75 \cdot 3} = 1,7$$

$$[\sigma_{32}] < \sigma_{32}$$

$$\sigma_{32} = \frac{P}{\pi daZ} = \frac{3}{3,14 \cdot 7,5 \cdot 0,75 \cdot 3} = 0,82$$

$$[\tau_{32}] < \tau_{32}$$

Гальмування самостійне пари гвинтової згідно умови буде:

$$\varphi < p - 1^\circ$$

p - кут тертя

де φ -кут на який різьба підніметься;

Отже:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{S}{\pi d_{cp}} = \frac{1,5}{3,14 \cdot 6,75} = 0,0707$$

Таким чином буде:

$$\varphi = 4^{\circ} 3'$$

$$\operatorname{tg} p = f = 0,1 \text{ тоді } p = 5^{\circ} 43'$$

значить

$$4^{\circ} 3' < 5^{\circ} 43' - 1^{\circ}$$

виконана умова.

2.3 Розрахунок для пружини, що стискається

Для пружини, що стискається:

$$S_{opt} = \psi_{opt} \cdot d$$

$$P_1 = 1 \text{ кгс};$$

$$P_2 = 3.5 \text{ кгс};$$

$$h = 10 \text{ мм хід пружини};$$

$$V_0 = 5 \text{ м/с швидкість початкова};$$

$$M = 1 \cdot 10^{-3} \text{ значення витривалості пружини};$$

$$15 \dots 20 \text{ мм діаметр зовнішній.}$$

Використовуючи таблицю 1 [4]. Ми переконалися, що для заданого опору пружина має клас 1.

Відповідно до формули (2). використовуючи діапазон значень δ від 0.05 до 0.25 знаходимо межу потужності P для формули (1).

$$P_3 = \frac{P}{1 - 0,05} \dots \frac{P}{1 - 0,25} = \frac{3,5}{0,95} \dots \frac{3,5}{0,95} = 3,6 \dots 5 \text{ кгс}$$

У межах даних значень оберемо пружину №272 по ДСТУ 13766-78, для

$$P_3 = 4.5 \text{ кгс- сила максимальна для пружини};$$

$$f_3 = 3,949 \text{ мм найбільший прогин витка};$$

$$Z_1 \text{ значення жорсткості витка};$$

$$m4 \text{ мм значення діаметру дроту};$$

При розрахунку пружин 1 класу нормативні значення для напружень оберемо згідно таблиці 2, бачимо діаметр дроту, для якого знайдено розраховане напруження

$$3*210\ 63\ \text{кгс/ммІ}$$

Якщо ми визначимо залежність, де ми спочатку знаходимо критичну швидкість відповідно до цієї формули, можна побачити, що пружина має І клас.

$$V_{кр} = \frac{\tau \left(V - \frac{P_q}{P} \right)}{3,58} = \frac{63 \cdot 0,25}{3,58} = 5,1$$

$$\frac{V_0}{V_{кр}} = \frac{5}{5,1} = 0,98 < 1$$

Отримана величина вказує на те, що витки не будуть битися один об другий. Основні розміри пружини визначаємо за формулами табл. 10 [4].

Значення жорсткості для пружини:

$$Z = \frac{P_2 - P_1}{h} = \frac{3,5 - 1}{10} = 0,25\ \text{кгс·мм}$$

Жорсткість з уточненням

$$z = \frac{z_1}{n} = \frac{2,013}{8,5} = 0,24\ \text{кгс·мм}$$

При $n=1,5$ (витки не є робочими) витків число загальне:

$$n = n_1 + n_2 = 8,5 + 1,5 = 10$$

Число робочих витків пружини:

$$n = \frac{z_1}{z} = \frac{2,013}{0,25} = 8,5$$

Діаметр пружини середній:

$$D_0 = D + d = 17 + 1,4 = 18,4\ \text{мм}$$

Слід обчислити крок пружини, висоту і значення деформацій

$$F_1 = \frac{P_1}{z} = \frac{1}{0,24} = 4,2 \text{ мм}$$

$$F_2 = \frac{P_2}{z} = \frac{3,5}{0,24} = 14,6 \text{ мм}$$

$$F_3 = \frac{P_3}{z} = \frac{4,5}{0,24} = 18,8 \text{ мм}$$

$$H_3 = (n_1 + 1 - n_2)d = (10 + 1 - 1,5) \cdot 1,4 = 18,7 \text{ мм}$$

$$H_0 = H_3 \cdot F_3 = 18,7 + 18,8 = 37,5 \text{ мм}$$

$$H_1 = H_0 - F_1 = 37,5 - 4,2 = 33,3 \text{ мм}$$

$$H_2 = H_0 - F_2 = 3,5 - 14,6 = 22,9 \text{ мм}$$

$$t = f + d = 3,949 + 1,4 = 5,349 \text{ мм}$$

2.4 Головка мікрометрична

Гвинт мікрометра 1 (рис. 2.3) проходить через напрямний отвір стовпчика 2 і вставляється в міні-гайку 4. Затягуємо гайку 5, щоб усунути зазор у парі гвинтів. Барабан 3 утримується на місці регулювальним ковпачком 6 на мікрогвинті. Палець 9, який входить в глухий отвір ковпачка, притискається пружиною 10 до поверхні зуба щелепи 7, яка обертається гвинтом 8. При обертанні палець тягне стрижень по колу, що забезпечує пересув гвинта 1 із зусиллям 5..9Н. Якщо сила більша, стрижень обертається з специфічним звуком. Гвинт 12 врізається у втулку 11 і розміщує мікрогвинт у потрібному місці.

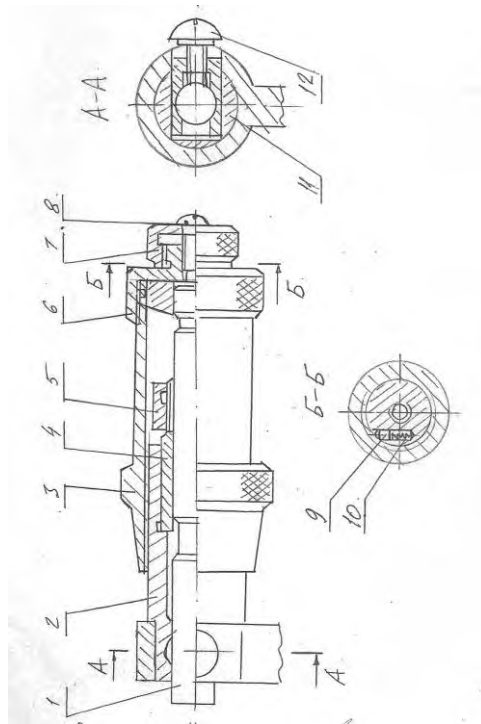


Рисунок 2.3 – Гвинт мікрометричний

2.5 Повірка пристрою

Умови пристрою та її підготування.

Під час перевірки повинні бути дотримані такі вимоги:

- температура повітря повинна бути від $+15^{\circ}\text{C}$ до $+28^{\circ}\text{C}$;
- атмосферний тиск 85-105 кПа.
- відносна вологість повітря - $65 \pm 15\%$;

Випробуваний прилад ставлять на стіл, що захищає від вібрації.

2.5.1 Контроль.

Це необхідно визначити після зовнішнього огляду.

Обладнання є з такими вимогами:

- прилад повинен бути підготовлений за паспортом;
- не повинно бути ніяких механічних пошкоджень, які можуть вплинути на його продуктивність, а також дефекти кольору та фактури і стійкість до корозії

Слід спробувати взаємодію пристрою з кожним його елементом.

Випробування буде проведено на частині зразка в нормальному робочому стані. При цьому особливу увагу слід приділити безперебійній роботі всіх вузлів пристрою, а також розрахунку показань датчиків.

Визначення похибки приладу буде проводитися з частиною зразка в такому порядку:

- чистити поверхні столів і робочі поверхні обладнання;
- підняття вантажу переміщенням його вгору;
- встановити контрольовану частину:

Виконайте п'ять вимірювань товщини на ділянці зразка, що перевіряється.

Похибку абсолютну визначали за середнім арифметичним п'яти тестів.

Похибка не повинна перевищувати значення, вказане в розділі «Похибка пристрою».

2.6 Похибка пристрою

Похибка пристрою буде похибкою налаштування підключення "стержень-вилка", з розміром:

$$d = 9 \frac{H6}{g5}.$$

Допуски цього розміру:

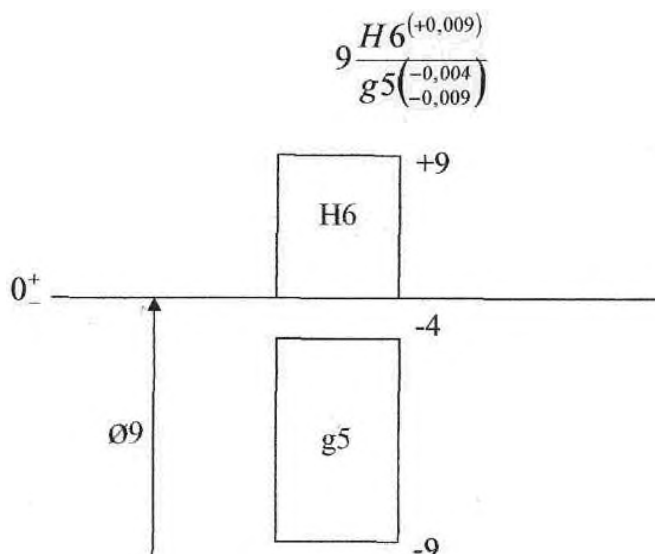


Рисунок 2.3 – Значення допусків

Зазор максимальний:

$$S_{\max} = ES - ei = 9 - (-9) = 18 \text{ мкм.}$$

Похибка для пристрою та для виготовлення:

$$S_{\max} = ES - ei = 9 - (-9) = 18 \text{ мкм.}$$

Похибка приладу залежить тільки від значення величин зазору у з'єднанні ""стержень-вилка"", оскільки всі з'єднання приладу розглядаються на зразку, отож буде похибка "0" або наближене до неї значення.

3 НАУКОВО- ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1 Статистичний аналіз похибки діаметру визначеного по декількох вимірах

Індуктивний датчик вимірює довжину ділянки. Спочатку відбувається обнулення датчика, після того вимірювання проводять, і в кінці згідно значень показів датчика індуктивного висновки роблять про посадку деталі.

Під час контролю на результати вимірювання впливають не тільки фактичні розміри деталі, але і похибка вимірювання.

Параметри технічні мають певне узгодження відносно з законом Максвелла та нормальним законом розподілу.

Так як технологія та фактичний розмір компонентів має закон розподілу, а вимірювальна похибка залежить від умов вимірювання, конструкції, стану, та вимірювального приладу, то теж закон розподілу у ній присутній. Спільне значення розміру технологічного деталі контрольованої і похибки вимірювання підпорядковується законам ймовірності та є подією випадковою.

Коли закон розподілу невідомий, то для проведення виміру змін масштабу рекомендується використовувати нормальний закон для відхилень для зміни розміру, а закони Максвелла для зміни розміру (зміна поверхні та зміни форми: неокруглість, нерівність).

У більшості випадків похибка вимірювання закон нормалізує.

У даному випадку n – це значення кількості вимірювань систематичної похибки, і ми припускаємо, що нормально розподілені результати даних вимірювань. Визначається значення точності приладу як середня квадратична похибка випадкових похибок вимірювання. Тому проблема полягає в знаходженні довірчого інтервалу, який включає середній квадрат випадкової похибки δ з заданою надійністю.

Згідно формули знайдемо довірчий інтервал:

$$S(1 - q) < \delta < S(1 + q) \quad (3.1)$$

при $q < 1$,

$$0 < \delta < S(1+q) \quad (3.2)$$

при $q > 1$,

q - згідно значень табличних:

де S – відхилення середнє квадратичне похибок випадкових (коректоване).

$$q = q(\gamma, n) \quad (3.3)$$

де n - кількість вимірювань.

γ - надійність точності приладу, що є заданою,

Скориговане стандартне відхилення S є квадратним коренем зі скоригованої дисперсії та визначається згідно формули:

$$S = \sqrt{\frac{n}{n-1} D_b} \quad (3.4)$$

де n – значення кількості вимірювань,

D_b – дисперсія вибіркова для значення при появі похибки випадкової.

Для вибіркової дисперсії значення можна згідно формули:

$$D_b = \frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i^2}{n} - \left(\frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i}{n} \right)^2 \quad (3.5)$$

де k – значення кількості варіантів вимірювальних результатів;

x_i, n_i – параметр вимірювання та відповідну кількість входжень цього параметра в процес вимірювання.

Для даного випадку в партії буде кількість деталей рівна 20.

При значеннях надійності $\gamma=0.95$ згідно таблиць буде $q=0.37$.

При $q < 1$, інтервал довірчий буде таким:

$$S(1-0.37) < \delta < S(1+0.37)$$

$$0.6S < \delta < 1.37S$$

При підстановці формули (2.5) у формулу (2.4) ми будемо мати:

$$0.63 \sqrt{\frac{n}{n-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i^2}{n} - \left(\frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i}{n} \right)^2 \right)} < \delta < 1.37 \sqrt{\frac{n}{n-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i^2}{n} - \left(\frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i}{n} \right)^2 \right)} \text{ або}$$

$$0.63 \sqrt{\frac{n}{n-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i^2}{n} - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^k n_i x_i \right)^2 \right)} < \delta < 1.37 \sqrt{\frac{n}{n-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i^2}{n} - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^k n_i x_i \right)^2 \right)}$$

(2.6)

де n – кількість випробувань, $n=20$

γ - відхилення середнє квадратичне для значення вимірювальної похибки.

На основі результатів у таблиці 3.1 ми виконали чисельний розрахунок для визначення довірчого інтервалу..

Таблиця 3.1 – Значення x_i та n_i

Варіант вимірювання, x_i	Кількість появи, n_i
750,2	5
753,2	4
741,5	1
757,3	2
746,7	3
743,2	2
754,3	3

Ми вставили дані значення згідно таблиці 2.1 до формули (2.6) та маємо:

$$0.63 \sqrt{\frac{1}{19} \left(11266160 - \frac{1}{20} * 38338960 \right)} < \delta < 1.37 \sqrt{\frac{1}{19} \left(11266160 - \frac{1}{20} * 38338960 \right)} \text{ або}$$

$$441,9 < \delta < 961.$$

Як видно із результату, інтервал довірчий, який містить середню квадратичну зміну випадкової похибки, дорівнює δ , при значенні надійності 0,95 буде у значеннях від 441,9 до 961.

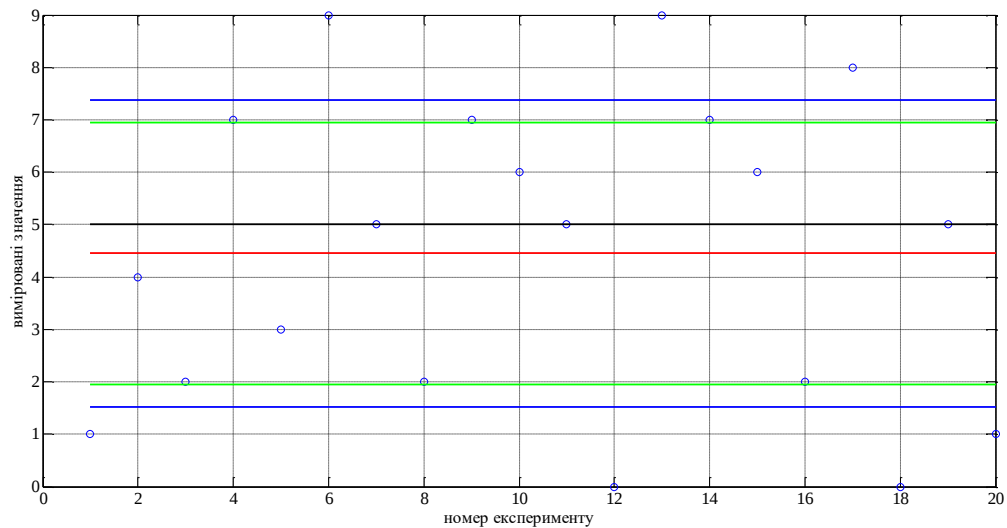


Рисунок 3.1 – Характеристики статистичні для вимірювальних даних

3.2 Аналіз похибок автоматизованого приладу для вимірювання лінійних розмірів

Продуктивність і ефективність роботи технічних засобів багато в чому залежать від точної метрологічної оцінки як обладнання, так і продукції, що випускається. Програмне забезпечення запропоновано для перевірки метрологічних характеристик перспективного автоматизованого лінійного вимірювального приладу. Похибки вимірювань визначають шляхом оцінки лінійних параметрів еталонних зразків або порівнянням вимірювань більш точними приладами. Отримані результати піддаються статистичному аналізу за допомогою передового програмного забезпечення. Після обчислення середнього значення та вилучення квадратного кореня з виміряного ряду (ми відфільтруємо ті результати, де екстремальне відхилення від середнього перевищує трьохкратне квадратичне відхилення (Рис. 3.2 б)).

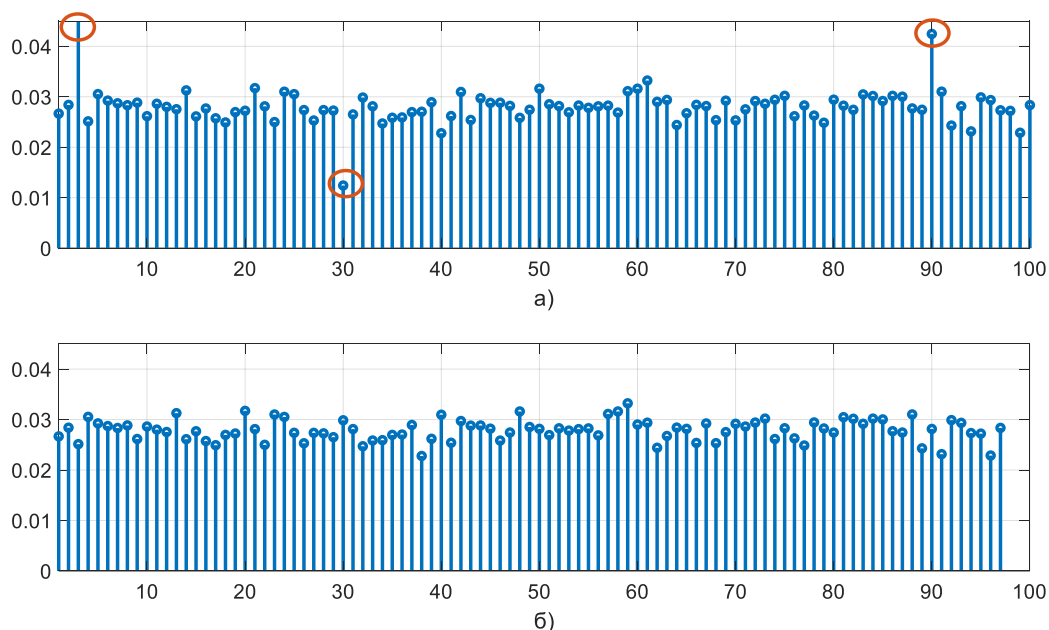


Рисунок. 3-2 - Вихідні дані: до відсіювання екстремальних значень (а) і після (б)

Використовуючи гістограми розподілу вимірних значень похибок (рисунок 3.3), відтворюємо параметри нормального розподілу: виправлене середнє значення і виправлене значення дисперсії. Останнє можна використовувати для робочих оцінок, таких як ймовірність виявлення несправності пристрою в заданих межах (рис. 3.4).

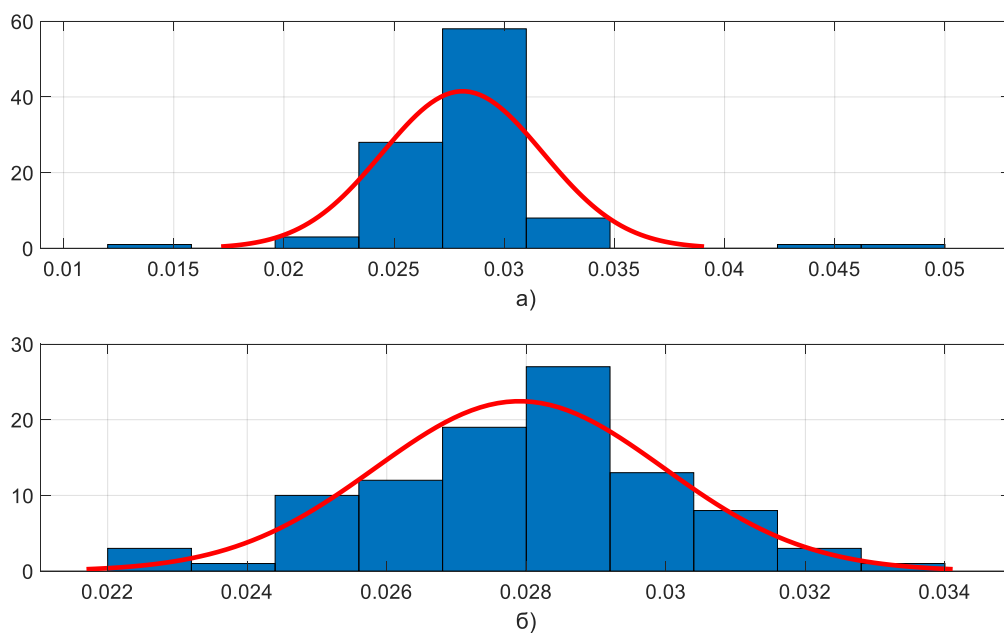


Рисунок. 3-3 - Гістограми: розподілу значень вимірних похибок до відсіювання екстремальних значень (а) і після (б)

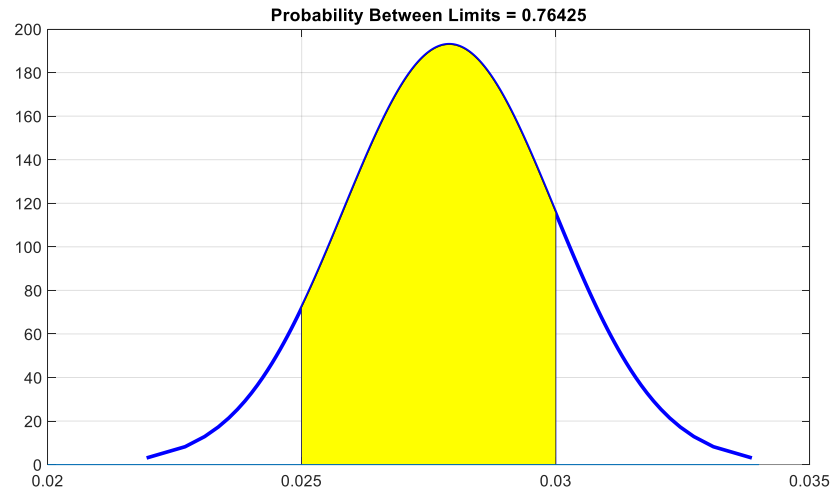


Рисунок 3.4 - Оцінка імовірності знаходження похибки біжучого вимірювання в межах $[0.025, 0.03]$. $P = 0.7642$

Статистичні оцінки числового ряду можна отримувати в середовищі Matlab як на рівні окремих операторів, так і з використанням проблемно орієнтованого модуля STATISTIC.

Зміст і взаємне співвідношення статистичних оцінок вимірювальних даних можемо побачити на рис. 3.5.

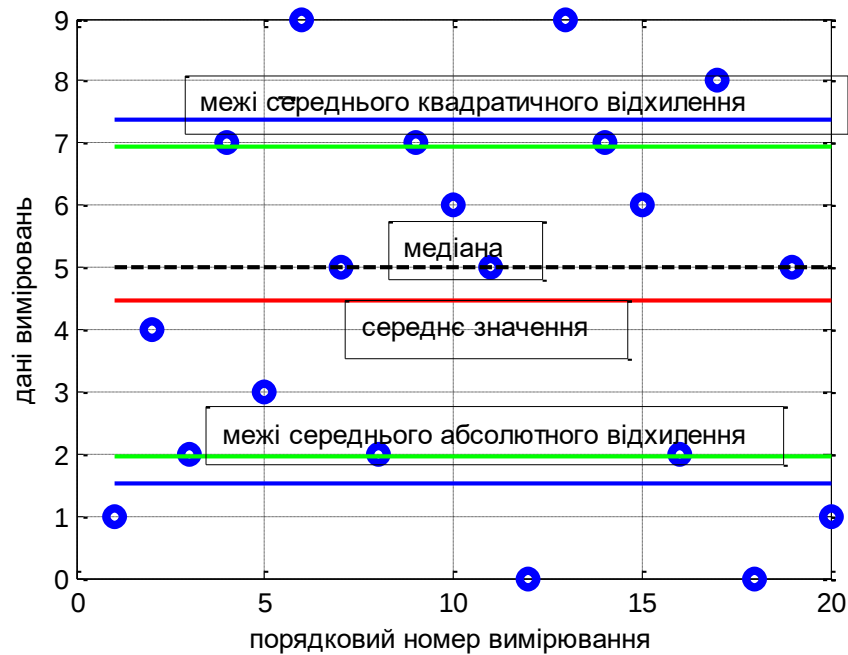


Рисунок 3.5 - Зміст і взаємне співвідношення статистичних оцінок вимірюваних даних

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Розробка схеми роботи пристрою

У даній роботі розглянуто побудову блоку керування пристроєм, для автоматичного контролю лінійних розмірів.

Прилад відноситься до групи вимірювальних приладів, тобто приладів для вимірювання і дослідження відхилень лінійних розмірів.

Пристрій працює наступним чином: значення тертя зразків 3 і 4 визначають згідно шкали відхилення стрілки, підключеної до статора двигуна 2.

На рисунку 4.1 зображена схема роботи пристрою.

Цей прилад працює таким чином, щоб автоматично контролювати нанесені розміри. Випробувальний зразок 1 — циліндрична деталь довжиною 80 мм і діаметром 16 мм утримується в патроні 8 за допомогою пневмоциліндра 9. Потім двигун 13 постійного струму здійснює обертання каруселі 11 разом із нерухомою частиною в місці вимірювання. Повітророзподільна муфта 14 забезпечує тиск на пневматичний підйомний циліндр 12 для руху вниз. Відбувається в нижньому положенні фіксація деталі. Потім кроковий двигун 10 здійснює обертання валу, який шляхом використання механізму підйому і опускання ємності 7 здійснює процес підйому ємності 3. Потім відбувається процес занурення деталі в рідину з магнітною чутливістю 4. Показання знімаються з давачів 6.

На блок керування надходить інформація, де відбувається порівняння даних значень із еталонними. Згодом робиться висновок щодо відхилення від норми.

На наступному етапі деталь, що піддається контролю перевіряється на придатність.

Механізм підйому 7 опускає ємність 3. Пневмоциліндр підйому 12 піднімає карусель з контрольованою деталлю, а двигун постійного струму 1 обертає на чверть оберта. Якщо деталь бракована то цанга відпускає деталь, а коли ні то придатна деталь падає при наступному повороті на чверть оберта.

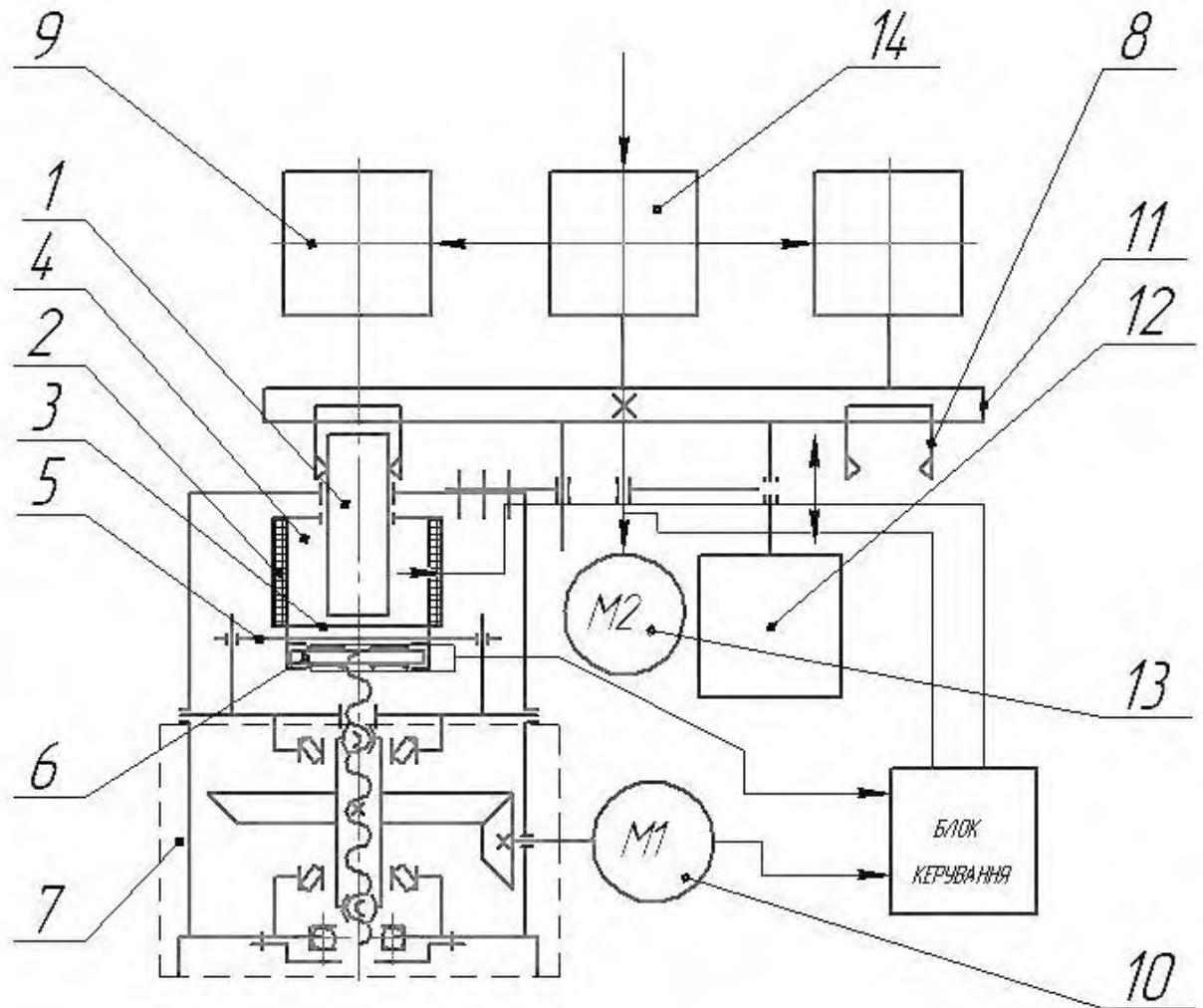


Рисунок 4.1 – Схема роботи пристрою

Програма керування ПК працює в середовищі операційної системи Windows 7, Windows 10.

ПК-екран відображає стан пристрою та команди.

Пристрій забезпечує можливість підключення віддаленого вузла керування (комп'ютера) через інтерфейс.

4.2 Схема керування приладом

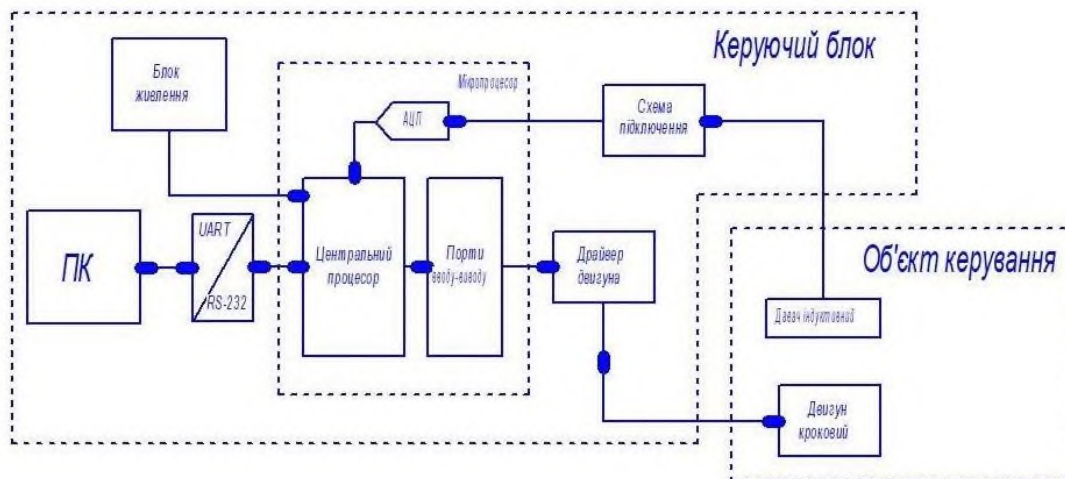


Рисунок 4.2 - Функціональна схема керування приладом

Схема роботи допоможе нам краще зрозуміти, як працює блок керування. На малюнку 4.2 показана функціональна схема. Його принцип дії полягає в наступному. Вихідний сигнал тензомоста надходить на центральний процесор через вхід, а цифровий сигнал зберігається в центральному процесорі. Оброблені дані виводяться на РК-екран. Керування пристроєм здійснюється за допомогою клавіатури, яка використовується для введення необхідних команд. Пристроєм також можна керувати за допомогою комп'ютера, а також можна записувати дані на комп'ютер. Передача даних між блоком керування і комп'ютером відбувається через порт UART в мікроконтролері і мікросхему, підключену до рівнів сигналу між COM-портом комп'ютера і UART. Робота крокового двигуна забезпечується драйвером двигуна.

4.3 Підрахунок мінімальної кількості виводів для мікроконтролера

Для підрахунку кількості виводів мікроконтролера потрібно врахувати кількість виконавчих пристроїв в приладі для автоматичного контролю лінійних розмірів та кількість виводів мікроконтролера для їхнього підключення. Виконавчими пристроями тут виступають:

Для того, щоб розрахувати кількість виводів мікроконтролера необхідно здійснити розрахунок кількості виконавчих механізмів в пристрої

автоматичного регулювання лінійних розмірів, а також кількість виводів мікроконтролера, необхідних для підключення. Тут можна знайти такі інструменти керування:

- пневмоциліндр (5 шт.);
- тензометричний давач;
- кроковий двигун;
- UART;
- LCD;
- клавіатура.

Вимірювання напруги підключається до АЦП мікроконтролера через вимірювальний підсилювач, підключений до одного з контактів контролера.

Пневматичний циліндр підключається до мікроконтролера через п'ять транзисторних ключів.

Кроковий двигун підключений до чотирьох контактів контролера через керуючий драйвер.

Паралельна клавіатура підключена до LCD, який підключений в чотирирозрядному режимі.

Для організації обміну даними між комп'ютером і пристроєм через UART потрібні два керуючі виводи, а саме RxD і TxD.

Мінімальна кількість контактів на мікроконтролері становить двадцять шість контактів.

Для зв'язку з персональним комп'ютером нам потрібен UART. Зазвичай використовується з посередником.

Діапазон вимірювання давача 0...2 мм;

U_{вих} 0...1 В;

Вибираємо 12 біт АЦП, зрівняння величини вимірювальної припадає на молодший розряд перетворення:

$$\frac{2\text{мм}}{4096} = \frac{x}{1} \Rightarrow x = \frac{2\text{мм}}{4096} = 0.4 \text{ мкм} \quad (4.1)$$

Використовуючи цей тип АЦП, ми отримуємо прийнятну для нас точність вимірювання переміщення $\pm 0,4$ мкм..

4.4 Опис алгоритму роботи

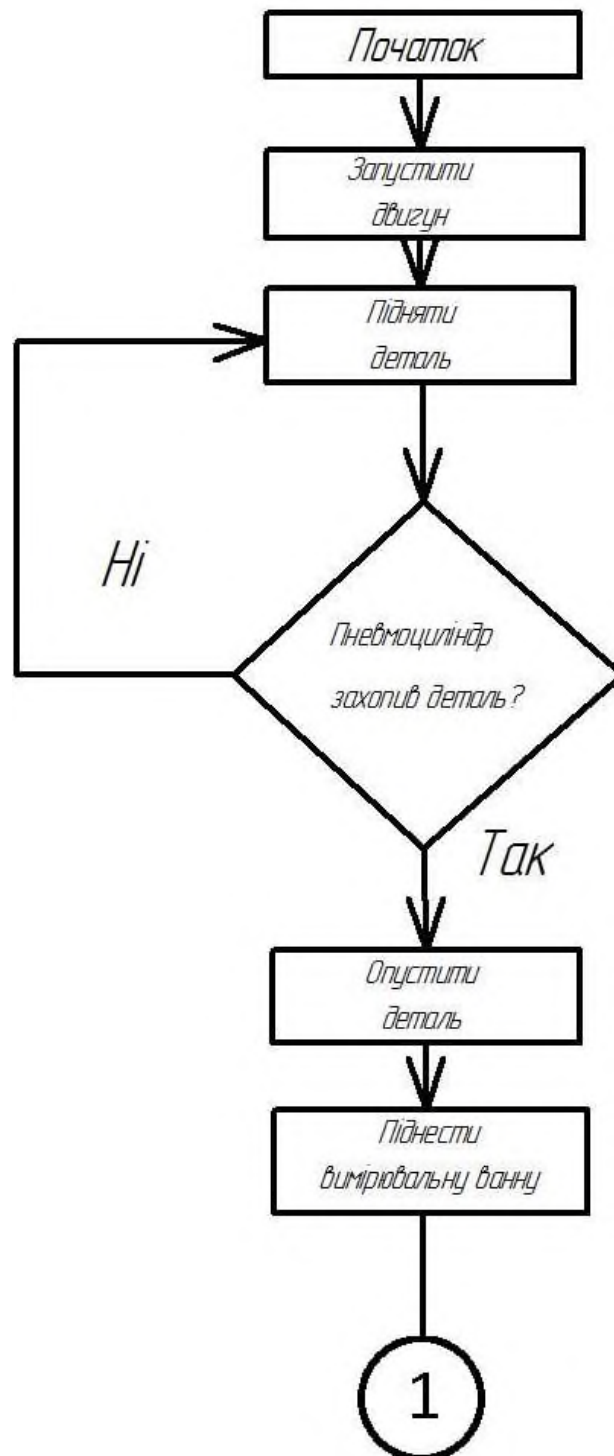


Рисунок 4.1 – Блок схема алгоритму роботи

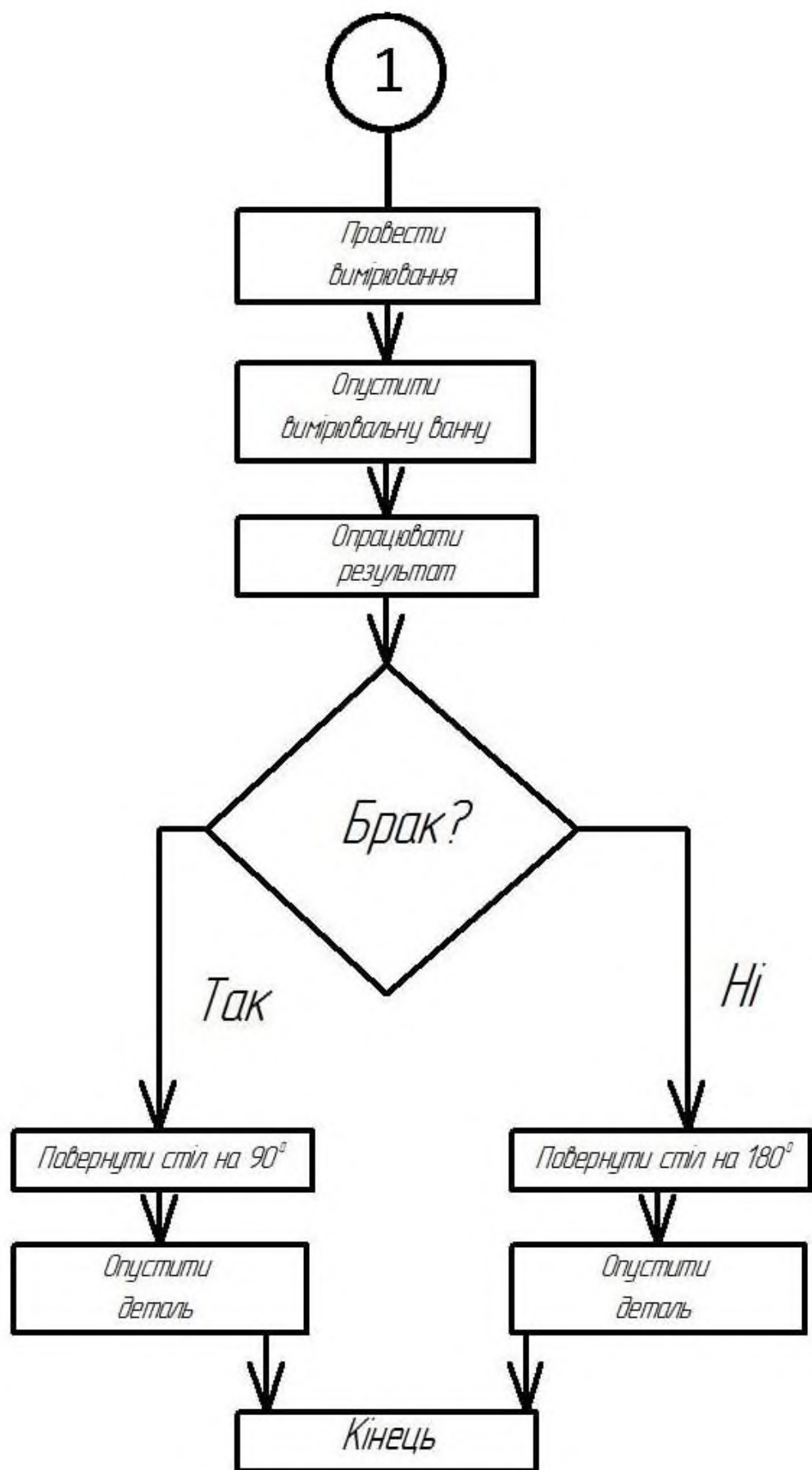


Рисунок 4.1 – Блок-схема робочого алгоритму

Принцип роботи пристрою автоматичного контролю накреслених розмірів, згідно з блок-схемою, полягає в наступному. Апарат включається, з клавіатури надходить команда. Після цього запускається двигун і мірна ємність піднімається за умови, що вимірювальна секція утримується пневмоциліндром. Після вимірювання ємність подається вниз, результати обробляються і виводяться у відповідному форматі на РК-екран. Наступним кроком є оцінка несправності деталі. Дані про випромінювання зчитуються та записуються системою протягом заданого періоду часу. Після цього двигун зупиняється. При необхідності дані передаються на комп'ютер для подальшої обробки.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Підвищення стійкості роботи підприємств приладобудівної галузі у воєнний час

Під стійкістю роботи підприємства приладобудівної галузі розуміють здатність його в умовах надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу випускати продукцію в запланованому обсязі й номенклатурі, а при одержанні слабких і середніх руйнувань, порушенні зв'язків по кооперації і постачанням відновлювати виробництво в мінімальний термін.

Ефективність економіки держави залежить від того, наскільки окремі галузі господарства здатні стійко працювати не тільки у звичайних умовах, а й в умовах НС мирного та воєнного часу. Значні руйнування, пожежі та втрати серед населення, викликані наслідками НС, можуть стати причиною різкого скорочення випуску промислової та сільськогосподарської продукції, а отже і зниження економічного потенціалу держави. Виникає потреба завчасного вживання заходів щодо забезпечення стійкої роботи промислових об'єктів на випадок виникнення НС. Знання можливих НС, характерних для даної місцевості та виробництва, дозволяє диференційовано і цілеспрямовано розробляти та здійснювати заходи, які можуть запобігти аваріям, катастрофам та стихійним лихам або пом'якшити їх наслідки.

Підвищення стійкості роботи об'єкта господарювання є складною задачею, що вимагає великих матеріальних витрат і постійної уваги з боку всіх органів ЦЗ. Заходи щодо підвищення стійкості роботи об'єкта господарювання в умовах воєнного часу проводяться як у мирний час, воєнний час так і при погрозі нападу супротивника. На мирний час плануються, головним чином, трудомістні заходи, що вимагають значних матеріальних витрат і часу.

Підвищення стійкості об'єкта досягають проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних, організаційних заходів. До інженерно-технічних заходів належать роботи, що забезпечують стійкість виробничих будівель і споруд, обладнання та комунально-енергетичних систем. Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості об'єкта спрощенням

технологічного процесу виробництва кінцевої продукції та виключенням або обмеженням розвитку аварій. Організаційні заходи передбачають розробку ефективних дій керівного складу, служб та формувань ЦЗ, спрямованих на захист виробничого персоналу, проведення рятувальних та інших невідкладних робіт, а також відновлення виробництва.

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

1. Забезпечення захисту людей та їх життєдіяльності. Створення на об'єкті надійної системи оповіщення про загрозу нападу противника, радіоактивне забруднення та руйнування виробництва.

2 Підготовка до евакуації населення, розміщеного в зонах можливих руйнувань. Завчасна підготовка місць евакуації, організація прийому евакуйованого населення на територію населених пунктів.

3 Постачання працівників продуктами харчування, питною водою, предметами першої необхідності; обслуговування працівників з урахуванням проведення евакуаційних заходів, забезпечення захисту продовольчих запасів.

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

Для цього необхідна чітка інформація про обстановку та правила дій і поведінки населення в надзвичайних ситуаціях воєнного часу.

5 Захист цінного й унікального устаткування. Слід захистити цінне і унікальне устаткування можна завдяки проведенню інженерно-технічних заходів, щоб зменшити небезпеку пошкодження і руйнування цінного й унікального устаткування. Варіантами такого захисту є розміщення зазначеного устаткування в заглиблених приміщеннях а також використання спеціальних захисних пристосувань, закріплення станків на фундаментах, застосування контрфорсів для підвищення стійкості проти перекидання обладнання.

6 Підвищення стійкості мереж підприємства. Для забезпечення стійкості роботи об'єктів повинні проводитись інженерно-технічні заходи на мережах

комунального підприємства з метою захисту джерел тепла із заглибленням у ґрунт комунікацій. Котельні слід розміщувати в спеціальному окремо розміщеному приміщенні. Якщо об'єкт одержує тепло з міської теплоцентралі, необхідно провести заходи для забезпечення стійкості трубопроводів і розподільних пристроїв, підведених до об'єкта.

Теплова мережа має будуватися за кільцевою системою з прокладанням труб у спеціальних каналах зі з'єднанням паралельних ділянок. Для відключення пошкоджених ділянок мають бути встановлені запірно-регулюючі засувки, вентилі та ін. Ці пристосування необхідно розміщувати в оглядових колодязях, на території, що не завалюється при руйнуванні будівель.

6. Забезпечення стійкості роботи паливно-енергетичного комплексу і водопостачання, створення резерву енергетичних потужностей за рахунок автономних пересувних електростанцій, а також місцевих джерел електроенергії. Також необхідна підготовка автономних електростанцій до роботи за спеціальним режимом (графіком) для забезпечення технологічних процесів виробництва, для яких неможливі тривалі перерви в електропостачанні.

7. Стійкість роботи автотранспортної та іншої техніки, технологічного обладнання і механізмів. Організація своєчасного оповіщення гаража, технологічного парку, їх керівників, водіїв, механізаторів про загрозу ядерного удару.

8. Забезпечення стійкого постачання об'єкта. Для забезпечення виробництва продукції необхідні електроенергія, паливо, мастила, засоби індивідуального захисту, перев'язочні та лікувальні препарати, запасні частини, сировина та інші матеріально-технічні засоби. Забезпечення об'єктів цими ресурсами дасть можливість випускати необхідну продукцію в умовах воєнного часу. Тому повинні проводитись такі заходи, які б забезпечили стійкість постачання і сприяли підвищенню захисту мережі електро-, водо-, газопостачання, транспортних комунікацій і джерел постачання всім необхідним для забезпечення функціонування підприємства в умовах воєнного часу.

Перераховані фактори визначають собою й основні, загальні для всіх об'єктів господарювання, шляхи підвищення стійкості роботи в надзвичайних ситуаціях, а саме:

- забезпечення надійного захисту робітників та службовців від вражаючих факторів зброї масового ураження;
- захист основних виробничих фондів від вражаючих факторів, у тому числі й від вторинних; – підвищення надійності й оперативності керування виробництвом;
- забезпечення стійкості постачання всім необхідним для випуску запланованої на час надзвичайних ситуацій продукцією; – підготовка до відновлення порушеного виробництва.

Для забезпечення умов підвищення стійкості роботи підприємств приладобудівної галузі у воєнний час необхідно провести оцінку та розробити і втілити необхідні заходи по захисту працівників та обладнання від наслідків ураження різними видами зброї.

Захист робітників та службовців від зброї масового ураження в сучасних умовах здійснюється трьома основними способами:

- укриття людей у захисних спорудженнях (сховищах, протирадіаційних укриттях);
- проведення евакуації робітників, службовців і членів їхніх родин;
- використання засобів індивідуального захисту, а також проведенням заходів щодо протирадіаційного, протихімічного і протибактеріологічного захисту з урахуванням конкретних обставин.

Захист засобів виробництва полягає в підвищенні фізичної опірності будинків, споруджень і конструкцій об'єкта до впливу вражаючих факторів ядерного вибуху, захисту технологічного і верстатного устаткування, засобів зв'язку й інших засобів, що складають матеріальну основу виробничого процесу.

Підвищення надійності й оперативності керування підприємством приладобудівної галузі і цивільним захистом досягається створенням на об'єкті стійкої системи керування, високої підготовки керівного і особового складу ЦЗ

до виконання покладених функціональних обов'язків, своєчасним прийняттям рішень і постановкою задач підлеглим відповідно до обставин, що складаються.

Підготовка до відновлення порушеного виробництва здійснюється завчасно і передбачає планування відбудовних робіт по декількох варіантах: підготовку ремонтних бригад, створення необхідного запасу матеріалів і устаткування, надійний його захист.

Для підвищення стійкості роботи підприємства в мовах війни необхідно дотримуватися таких вимог:

1. Будівлі і споруди розміщують розосереджено, з протипожежними розривами між ними $L_p = H_1 + H_2 + (15 \dots 20)$ м, де H_1, H_2 – висота сусідніх будівель, м.

2. Найбільш важливі промислові будівлі та споруди будують з меншою кількістю висотності та з використанням вогнетривких матеріалів.

3. Склади для зберігання палива та легкозаймистих матеріалів розміщують біля межі об'єкта або за його межами, в підземних спорудах.

4. Дороги на території об'єкта мають бути з твердим покриттям, забезпечувати найкоротше сполучення між виробничими будівлями та мати не менше двох виїздів з різних боків об'єкта.

Для забезпечення надійного постачання об'єкта господарювання електроенергією, водою та газом в комунально-енергетичних системах слід передбачати:

- дублювання джерел постачання;
- кільцювання систем;
- прокладання комунікацій під землею;
- створення резервних джерел постачання або резервних запасів;
- використання пристроїв для автоматичного вимикання пошкодженої ділянки.

Дослідження стійкості підприємства проводиться силами інженерно-технічного персоналу із залученням фахівців Організатором і керівником дослідження є голова підприємства – начальник ЦЗ об'єкта.

5.2 Поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища

Метою програми є комплексне розв'язання проблем у сфері охорони праці, формування сучасного безпечного та здорового виробничого середовища, мінімізація ризиків виробничого травматизму, професійних захворювань і аварій на виробництві, що сприятиме сталому економічному розвитку та соціальній спрямованості, збереженню і розвитку трудового потенціалу України.

Шляхи і способи розв'язання проблем

Проблеми у сфері охорони праці передбачається розв'язати шляхом:

- підвищення ефективності державного управління охороною праці, зокрема шляхом приведення нормативно-правової бази у сфері охорони праці у відповідність із сучасними вимогами та законодавством ЄС;
- удосконалення системи державного нагляду і громадського контролю за додержанням вимог законодавства з охорони праці, оптимізації діяльності структурних підрозділів з охорони праці центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування;
- удосконалення державного управління охороною праці через реформування державних органів управління охороною праці;
- проведення моніторингу розроблення, впровадження та функціонування систем управління охороною праці на державному, галузевому та регіональному рівні, зокрема шляхом застосування принципів управління професійними та виробничими ризиками;
- дерегуляції підприємницької діяльності шляхом спрощення дозвільної системи у сфері охорони праці та запровадження декларативного принципу нагляду за станом охорони праці та промислової безпеки на підприємствах;
- розроблення та впровадження механізму економічного стимулювання роботодавців залежно від рівня безпеки, травматизму, професійної захворюваності та фактичного стану охорони праці на виробництві;

- підвищення рівня відповідальності роботодавців за створення безпечних і здорових умов праці, своєчасність подання достовірної інформації про стан охорони праці на підприємствах;
- удосконалення системи ведення обліку та проведення аналізу даних про випадки травматизму на виробництві та професійних захворювань;
- удосконалення механізму виявлення фактів приховування випадків травматизму на виробництві та професійних захворювань;
- розроблення та впровадження у діюче виробництво інноваційних технологій, нових видів засобів індивідуального та колективного захисту з використанням сучасних матеріалів, наукових досягнень у сфері охорони праці;
- відновлення та модернізації медичних служб на виробництві, у тому числі з важкими, шкідливими та небезпечними умовами праці, забезпечення розвитку системи медико-санітарної допомоги працівникам, розроблення та вдосконалення методів діагностики, профілактики і лікування професійних захворювань;
- розроблення державних вимог до системи підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів з питань охорони праці;
- розроблення та впровадження сучасних технологій, новітніх методик навчання, галузевих стандартів освіти, видання навчальних програм, підручників, довідників, навчально-методичних та навчально-наочних посібників, електронних засобів навчання, призначених для вдосконалення системи підготовки фахівців у сфері охорони праці, зокрема тих, які виконують роботи підвищеної небезпеки та роботи, де є потреба у професійному доборі;
- розроблення та впровадження моделі навчального семінару з питань охорони праці для суб'єктів господарювання малого та середнього бізнесу під час їх державної реєстрації;
- розширення системи інформаційного забезпечення громадськості з питань охорони праці;
- підвищення рівня культури безпеки праці шляхом пропагування безпеки праці та способів запобігання виникненню ризиків виробничого травматизму, професійних захворювань та аварій на виробництві, формування

відповідального ставлення працівників до особистої безпеки та безпеки оточуючих, а також до виробничого середовища та навколишнього природного середовища;

- підвищення рівня наукових і науково-технічних досліджень стану охорони праці, розв'язання проблем профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань, координації науково-технічної діяльності у цій сфері та забезпечення впровадження в практику позитивних результатів такої діяльності;

- використання передового вітчизняного та зарубіжного досвіду з питань поліпшення умов і безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

З метою поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища необхідно:

- Здійснювати моніторинг проведення обстежень щодо дотримання законодавства з охорони праці, а також виконання рекомендацій, наданих під час обстежень, на підприємствах, в організаціях та установах районів міста.

- Здійснювати моніторинг за наданням пільг і компенсацій особам, які працюють у несприятливих умовах (зайняті на роботах зі шкідливими та важкими умовами праці), на підприємствах, в організаціях та установах районів міста.

- Здійснювати моніторинг проведення обов'язкових медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах зі шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, щорічного медичного огляду осіб віком до 21 року на підприємствах, в організаціях та установах районів міста.

- Здійснювати моніторинг наявності кабінетів і куточків з охорони праці та надавати методичну допомогу щодо їх створення на підприємствах, в організаціях та установах районів міста.

- Надавати методичну допомогу засобам масової інформації щодо інформування населення міста з питань охорони праці.

- Здійснювати моніторинг проведення атестації робочих місць за умовами праці (осіб, які працюють зі шкідливими, небезпечними, важкими умовами праці) на підприємствах, в організаціях та установах районів міста.
- Здійснювати моніторинг проведення навчання з охорони праці посадових осіб, працівників, зайнятих на роботах підвищеної небезпеки, на підприємствах, організаціях та установах районів міста.
- Здійснювати моніторинг дотримання чинних колективних договорів, які мають розділи «Охорона праці» та «Комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму, професійного захворювання, аваріям і пожежам», на підприємствах, в організаціях та установах районів міста.
- Здійснювати моніторинг показників виробничого травматизму і професійних захворювань на підприємствах, в організаціях та установах районів міста.

5.3 Заходи цивільного захисту

Зростаючий вплив людини на навколишнє середовище, швидкий розвиток технологій і посилення експлуатації окремих територій земної кулі призводить до істотних змін у навколишньому середовищі, порушує екологічну рівновагу і процеси природної саморегуляції. Ризик виникнення стихійних лих і техногенних аварій стрімко росте. Як наслідок, засоби масової інформації майже щодня повідомляють про надзвичайні ситуації, що відбуваються у світі: стихійні лиха, аварії, катастрофи на підприємствах і транспорті, що супроводжуються загибеллю людей, руйнуванням житлових будинків, об'єктів господарювання, інфраструктури, забрудненням і зараженням довкілля. Аналіз надзвичайних ситуацій свідчить, що найбільші збитки населенню і державі завдають надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру. За багаторічними спостереженнями найбільшу небезпеку в природній сфері становлять надзвичайні ситуації, зумовлені геофізичними чинниками: землетрусами, цунамі, паводками, зсувами, ураганами, лісовими пожежами, а в

техногенній сфері – радіаційними і транспортними аваріями, а також аваріями, пов'язаними з викидами хімічно і біологічно небезпечних речовин, вибухами, пожежами, гідродинамічними аваріями та аваріями на системах комунально-енергетичного господарства. Метою державної політики у сфері цивільного захисту є забезпечення гарантованого рівня безпеки населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій у мирний час та в особливий період в межах науково обґрунтованих критеріїв прийнятного ризику. Останніми роками розроблено і прийнято ряд законодавчих і нормативно-правових актів, які регулюють діяльність у сфері запобігання і ліквідації надзвичайних ситуацій, накопичено значний досвід у проведенні заходів з попередження надзвичайних ситуацій та ліквідації їх наслідків. Прийняття Кодексу цивільного захисту України сприяло врегулюванню відносин, пов'язаних із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, реагуванням на них, функціонуванням єдиної державної системи цивільного захисту. У посібнику розглядаються основи цивільного захисту як комплекс організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, що здійснюються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підпорядкованими їм силами і засобами, підприємствами, установами та організаціями, незалежно від форми власності, а також добровільними рятувальними формуваннями з метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та ліквідації їх наслідків у мирний час та особливий період.

Щоб захиститися від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру підприємства приладобудівної галузі планують і здійснюють заходи для захисту працівників, об'єктів господарювання та довкілля, а також:

- підтримують у готовності до застосування сили й засоби із запобігання надзвичайним ситуаціям та ліквідації їх наслідків;
- створюють та підтримують матеріальні резерви для запобігання і ліквідації надзвичайних ситуацій;

- інформують працівників про необхідність своєчасно повідомляти про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій.

Начальник ЦЗ також повинен вживати організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів.

За яким порядком розробляти плани щодо цивільного захисту, визначає “Порядок розроблення планів діяльності єдиної державної системи цивільного захисту”, затверджений постановою КМУ від 09.08.2017 № 626 (далі — Порядок № 626).

Реагувати на надзвичайні ситуації (НС) означає організувати й координувати роботи й заходи, щоб:

- припинити вплив небезпечних чинників, що спричинила НС;
- урятувати персонал, населення, обладнання і майно;
- локалізувати зону НС;
- ліквідувати або мінімізувати наслідки НС, які загрожують життю або здоров'ю працівників, населення, шкодять території, довкіллю або майну.

Якщо на підприємстві приладобудівної галузі працює 50 осіб і менше, посадова особа з питань ЦЗ розробляє інструкцію щодо дії персоналу суб'єкта господарювання у разі загрози або виникнення НС. Затверджує інструкцію керівник підприємства приладобудівної галузі. Інструкція повинна містити відомості:

- про можливі (прогнозовані) НС;
- сигнали оповіщення про небезпеку;
- дії працівників після отримання таких сигналів;
- маршрути евакуації в безпечні місця, укриття у захисних спорудах ЦЗ;
- заходи зі збереження матеріальних цінностей.

Якщо на підприємстві працює понад 50 осіб, слід розробити план реагування на НС. Затверджує план керівник підприємства приладобудівної галузі.

План реагування на надзвичайні ситуації суб'єкта господарювання — основний документ, що регламентує діяльність персоналу й посадових осіб об'єкта, а також взаємодію територіальних підрозділів ДСНС, підрозділів ЦЗ

територіальної підсистеми та її ланок, територіальних органів функціональних підсистем щодо реагування на НС на об'єктовому рівні.

Розробляють план реагування посадові особи з питань ЦЗ. Їх призначає керівник підприємства приладобудівної галузі.

План реагування на надзвичайні ситуації державного рівня затверджений постановою КМУ від 14.03.2018 № 223 (далі — План № 223). План № 223 має лише текстове оформлення реагування на державному рівні.

План реагування на НС визначає організаційні та практичні заходи щодо порядку дій посадових осіб і персоналу об'єкта суб'єкта господарювання під час загрози або виникнення надзвичайної ситуації на ньому.

Реальність плану реагування на підприємстві приладобудівної галузі забезпечують:

- всебічний і глибокий аналіз стану безпеки на підприємстві, прогнозування можливих проявів небезпечних чинників і побудови сценаріїв розвитку загроз виникнення надзвичайних ситуацій;

- обґрунтовані розрахунки необхідних фінансових і людських ресурсів, а також часу для підготовки та проведення запланованих заходів.

- створення диспетчерських служб, необхідних для забезпечення безпеки об'єктів підвищеної небезпеки (далі – ОПН);

- проведення оцінки ризиків виникнення НС, здійснення заходів щодо відсутності перевищення прийнятних рівнів таких ризиків (прийнятний ризик - кількісна міра небезпеки, що визначається в інтервалі встановлених нижнього (допустимого) і верхнього (бажаного) рівнів з урахуванням соціально-економічних чинників, галузевих та територіальних особливостей);

- розроблення планів локалізації та ліквідації наслідків аварій на ОПН

5.4 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:

- 1 охолодження зони горіння або горючих речовин;
- 2 розбавлення реагуючих речовин в зоні горіння негорючими речовинами;
- 3 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:

- 1 вода (у вигляді струменя або у розпиленому стані);
- 2 інертні гази (вуглекислий газ, азот);
- 3 піни хімічні та повітряномеханічні;
- 4 порошкові суміші;
- 5 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:

- 1 великою теплоємністю, високою термічною стійкістю (розкладається при температурі вище 1700°C);

2 значним збільшенням об'єму при пароутворенні (1л води при випаровуванні утворює більше 1700л пари);

3 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 спалимі речовини; дощем і водяним пилом – тверді, волокнисті сипучі речовини, а також легкозаймисті та спалимі рідини (спирт, трансформаторна олія, тощо). Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 м³ 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 °С. 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.

Норми належності первинних засобів пожежогасіння для об'єктів слід установлювати згідно з нормами технологічного проектування, Типовими

нормами належності вогнегасників (НАПБ Б.ОЗ .001-2004) та Правилами пожежної безпеки в Україні.

Коли від пожежі захищаються приміщення з персональними комп'ютерами, то слід урахувати специфіку вогнегасних речовин у вогнегасниках, які призводять під час гасіння до псування обладнання. Ці приміщення рекомендується оснащувати вуглекислотними вогнегасниками з урахуванням граничнодопустимої концентрації вогнегасної речовини.

Для зазначення місцезнаходження первинних засобів пожежогасіння слід установлювати відповідні знаки згідно з чинними державними стандартами. Знаки слід розміщувати на видних місцях на висоті 2-2,5 м від рівня підлоги як у середині, так і поза приміщеннями (у разі потреби).

Переносні вогнегасники повинні розміщуватися шляхом:

- навішування на вертикальні конструкції на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатній для її повного відчинення;
- установлення в пожежні шафи пожежних кранів, або у спеціальні тумби;
- навішування вогнегасників на кронштейни, розміщення їх у тумбах або пожежних шафах повинне забезпечувати можливість прочитання маркувальних написів на корпусі.

Експлуатація та технічне обслуговування вогнегасників повинно здійснюватися відповідно до вимог Правил експлуатації вогнегасників (НАПБ Б.01.008-2004).

Вогнегасники, введення яких в експлуатацію дозволене, повинні мати:

а) облікові (інвентарні) номери за прийнятою на об'єкті системою нумерації;

б) пломби на пристроях ручного пуску;

в) бирки та маркувальні написи на корпусі, червоне сигнальне пофарбування згідно з державними стандартами.

Заряджання й перезаряджання вогнегасників усіх типів повинно проводитися відповідно до інструкції з експлуатації.

ВИСНОВКИ

Під час створення кваліфікаційної роботи я виконував різноманітні завдання за завданням наукового керівника. Під час виконання даної роботи вирішені такі питання:

- підготовлено опис конструктивного креслення виробу та пояснення принципу дії схеми цього пристрою;
- елементи в пристрої були підібрані та розраховані;
- розраховано основні технічні параметри даного пристрою;
- розроблено математичну модель відмови автоматичного лінійного вимірювального приладу;
- виконано опис роботи системи керування, а також розроблено функціональну та структурну схеми.

Отже, відповідно до тексту даного завдання було створено роботи по створенню конструкції приладу для автоматизації контролю лінійних розмірів.

При розробці цього пристрою були враховані вимоги та потреби щодо необхідних робочих параметрів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Паламар М.І. Методичні вказівки до лабораторних і практичних робіт з дисциплін «Проектування інформаційно-вимірювальних систем», «Мікропроцесори і ЕОМ», «Проектування приладів і систем на основі мікроконтролерів» Проектування пристроїв і вузлів інформаційно-вимірювальних систем та створення програмного забезпечення на базі навчально-налагоджувального стенда / укл. : М.І. Паламар, А.В. Чайковський, М.О. Стрембіцький, Ю.В. Пастернак та інш. – Тернопіль: ТНТУ, 2014. – 76

2. Навчання рекурентної НМ для прямого інверсного керування динамічним об'єктом / Паламар М.І., Стрембіцький М.О.// Матеріали IV Всеукраїнської конференції "GE0-UA" (26-30 травня 2014 р.). — Київ.: Наукова думка, 2014.-с.171-174.

3. Паламар М.І. Комп'ютерні технології штучного інтелекту для прецизійного управління у мехатронних ситемах : навчальний посібник / Паламар М.І., Стрембіцький М.О. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 128 с.

4. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТНТУ, 2014р. 23с.

5. Selection of the efficient video data processing strategy based on the analysis of statistical digital images characteristics / Mykhailo Palamar, Myroslava Yavorska, Mykhailo Strembitskyi, Volodymyr Strembitskyi // Scientific Journal of

6. Батюк В. В. Адаптивна системи керування для мехатронних систем / В. В. Батюк, М. О. Стрембіцький // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 1. — С. 39. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).
<https://www.automationsystemsandcontrols.net.au/PDF's%20Autonics/proxi/PS%20Series%20Rectangular%20Proximity%20Sensors%20from%20ASC%20Ph%2003%209720%200211.pdf>

7. Мілих В. І. Розрахунки магнітних полів в електротехнічних пристроях : навчальний посібник / В. І. Мілих. Харків : ФОП Панов А. М., 2021. 136 с. ISBN 978-617-7947-98-0

8. TNTU. — Tern. : TNTU, 2018. — Vol 91. — No 3. — P. 107–114. — (Instrument-making and information-measuring systems).

9. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/doc2466.pdf>

10. Обробка зображень в динамічних системах / Михайло Паламар, Михайло Стрембіцький, Володимир Стрембіцький // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам’яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті), 22-24 травня 2018. — Т. : ТНТУ, 2018. — С. 271. — (Електротехніка та енергозбереження).

11. <http://www.autonicsonline.com/image/pdf/PA10.pdf>

12. Стрембіцький М.О. Проектування комп’ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. / М. О. Стрембіцький, М. І. Паламар, А. М. Паламар. — Тернопіль: вид-во Джура, 2018. — 150 с.

13. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки: Підручник. - Житомир: ЖІТІ, 2011. - 612 с.