

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Інформаційно-вимірювальна система установки

для розсортування деталей за внутрішнім діаметром отворів.

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РНм

спеціальності 153 -«Мікро- та наносистемна

техніка»-

(шифр і назва спеціальності)

Баргош Т.Т.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Наконечний Ю.І.  
(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)



6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина			
Основна частина			
Науково-дослідна частина			
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Аналітична частина		
	Основна частина		
	Науково-дослідна частина		
	Охорона праці		
	Безпека в надзвичайних ситуаціях		
	Загальні висновки до кваліфікаційної роботи		
	Графічний матеріал до кваліфікаційної роботи		

Студент \_\_\_\_\_ Бартош Т.Т.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Наконечний Ю.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

В даній кваліфікаційній роботі магістра розроблена інформаційно-вимірювальна система установки для розсортування деталей за внутрішнім діаметром отворів і належить до галузі машинобудування.

При використанні лінійної градуювальної характеристики точність вимірювань переміщень індуктивним давачем зберігається в допустимих межах лише в певному діапазоні.

У випадку переміщень, коли рухомий сердечник попадає в неоднорідне магнітне поле на краях котушки, залежність індуктивності від його переміщення носить явний нелінійний характер.

Отже, при збільшенні параметра  $l_c$  індуктивність котушки перетворювача зменшується, і чутливість також зменшується, а діапазон лінійної характеристики функції  $L = f(l)$ , який придатний для вимірювання, збільшується.

Використання мікро ЕОМ у даній системі дозволить спростити її схемну конструкцію, а за допомогою програмного забезпечення та спряження по послідовному порту з персональним комп'ютером типу IBM PC значно розширити можливості приладу.

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Аналіз аналогів.....	8
1.2 Результати патентного пошуку .....	13
2 Основна частина.....	17
2.1 Вимоги до роботи приладу .....	17
2.2 Схема та принцип роботи приладу .....	17
2.3 Механізм подачі деталей та розсорткування .....	19
2.4 Механізм подачі деталей.....	20
2.5 Механізовані приводи установок.....	22
2.6 Побудова циклограми роботи установки .....	25
2.7 Аналіз об'єкту вимірювання і технічних вимог до метрологічних параметрів системи.....	31
2.8 Аналіз і оцінка похибки схеми .....	32
2.9 Похибка установки .....	35
2.10 Повірка пристрою .....	38
2.11 Проведення повірки.....	39
3 Науково-дослідна частина.....	41
3.1 Розрахункова частина.....	41
4 Спеціальна частина .....	51
4.1 Опис роботи приладу.....	51
4.2 Опис структурної схеми і алгоритму роботи електричної схеми.....	55
4.3 Опис роботи принципової схеми приладу .....	57
4.4 Розрахунок параметрів схеми.....	58
4.5 Електронна принципова схема .....	62
4.6 Опис роботи принципової схеми .....	63
4.7 Опис роботи програми .....	67
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	69
5.1 Охорона праці.....	69
5.1.1 Заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт .....	69

5.1.2 Санітарно-гігієнічне та побутове обслуговування робітників.....	70
5.1.3 Розрахунок штучного освітлення.....	70
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	75
5.2.1 Організація безпеки в надзвичайних ситуаціях при автоматизації технологічного процесу .....	75
5.2.2 Створення цивільного захисту на ОГД .....	77
5.2.3 Галузеві системи управління охороною праці. Мета та принципи функціонування.....	82
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ .....	85
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	86
ДОДАТКИ.....	88

## Вступ

В основі проектування вимірювальних приладів лежить метрологія. Наука про вимірювання, методах та засобах забезпечення їх відносності та способах досягнення їх необхідної точності.

Вимірювання – це знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом з допомогою спеціальних технічних засобів.

Існують такі вимірювання:

- пряме при якому значення вимірюваної величини знаходять безпосередньо з дослідних даних;

- не пряме, при якому значення вимірюваної величини знаходять на основі відомої залежності між цією величиною та величинами, які знаходяться прямим методом.

Наприклад, визначення діаметру по довжині кола;

- сукупне, одночасно або послідовно проведені вимірювання декількох однойменних величин, при яких вимірювальні значення знаходять рішенням системи рівнянь ГОСТ 13600-88 "ГСН. Средства измерений. Класи точности. Общее требование", розповсюджуються на міри, вимірювальні прилади та вимірювальні перетворювачі.

Ряди класів точності приладів встановлюються у стандартах на окремі види засобів вимірювань.

Результати вимірювань можуть бути використані для різних цілей:

- при дослідницьких та повірочних роботах для оцінки похибок, як самих засобів та досліджуваних приладів, механізмів, машин і т. д.,

- при приймальному контролі для оцінки якостей деталей, заготовок, вузлів;

- при технологічному контролі для настроювання і підтримання технологічного процесу на певному рівні точності.

## 1 Аналітична частина

### 1.1 Аналіз аналогів

Існують наступні методи контролю та вимірювань:

- універсально-координатний, який характеризується чисельною оцінкою розташування окремих точок або участків поверхні відносно заданих баз та відносно одна одної;

- безконтактний: фіксація проводиться частіше всього оптичним способом;

- порівняння взірцем, характеризується тим, що розташування точки профілю або поверхні контрольованого об'єкту порівнюється з взірцем (шаблоном, копіром і т. д)

По цим методам прилади вимірювання діляться на контактні та безконтактні.

Вимірювальні прилади та пристрої виконують такі функції: управляють роботою обладнання, стенда або установки, сортують готові деталі на групи (по розмірам, вазі і т. д.).

Самим універсальним приладом для вимірювання діаметрів попередньо оброблених отворів являється штангенциркуль.

Штангенциркулі (ГОСТ 166-89) виготовляють чотирьох типів:

- ШЦ-1 – з двостороннім розташуванням губок – для зовнішніх та внутрішніх вимірювань;

- ШЦТ-1 – з одностороннім розташуванням губок з твердого сплаву для зовнішніх вимірювань;

- ШЦ-2 – з двостороннім розташуванням губок – внутрішніх вимірювань і для розмітки;

- ШЦ-3 – з одностороннім розташуванням губок для зовнішніх та внутрішніх вимірювань.

Діапазон вимірювань: (0-125, 0-160, 0-250, 0-450)мм ціна ділення: (0,1 та 0,05) мм.



З мікрометричних інструментів для вимірювання внутрішніх діаметрів застосовується мікрометричний нутромір. Він має мікрометричну головку з ціною ділення 0,01 мм та діапазонів показів 0-25 мм.

Мікрометричні нутроміри стандартизовані ГОСТ 10-88 (ЧЗМК). Вони призначені для вимірювання внутрішніх розмірів. Діапазон вимірювання:

(50-75, 75-175, 75-600, 150-1250, 800-2500, 1250-4000, 2500-6000, 4000-10000) мм.

Нутромір складається подовжувача (може бути декілька, які скручуються один з одним), мікрометричної головки та жорсткого наконечника.

Для нутроміра з діапазонами вимірювання 1250 мм та більше, добавляється індикаторна головка з ціною ділення 0,01 мм. Подовжувачі мають теплоізолюючі накладки.

В комплект нутроміра входять: установчі міри, призначені для нульового положення вимірювальної мікрометричної головки та установки на нуль індикатора. Розміри установчих мір: (63+0,002, 75+0,002, 150+0,004 та 500+0,007) мм.

Нутроміри відносяться до важільно-механічних приладів з індикаторною-головкою. Вони призначені для вимірювання діаметрів отворів. Заводом випускаються індикаторні нутроміри по ГОСТ 868-83.

Нутромір має вимірювальну головку по шкалі якої відраховується відхилення діаметра вимірювального отвору від розміру на який попередньо настроюється прилад.

Настроювання здійснюється по блоку кінцевих мір з спеціальними боровичками, по мікрометру або взірцевому кільцю.

Нутромір має один рухомий та один нерухомий наконечники та центруючи місток, забезпечуючи установку наконечників по діаметру вимірювального отвору.

Пневматичні вимірювальні прилади.

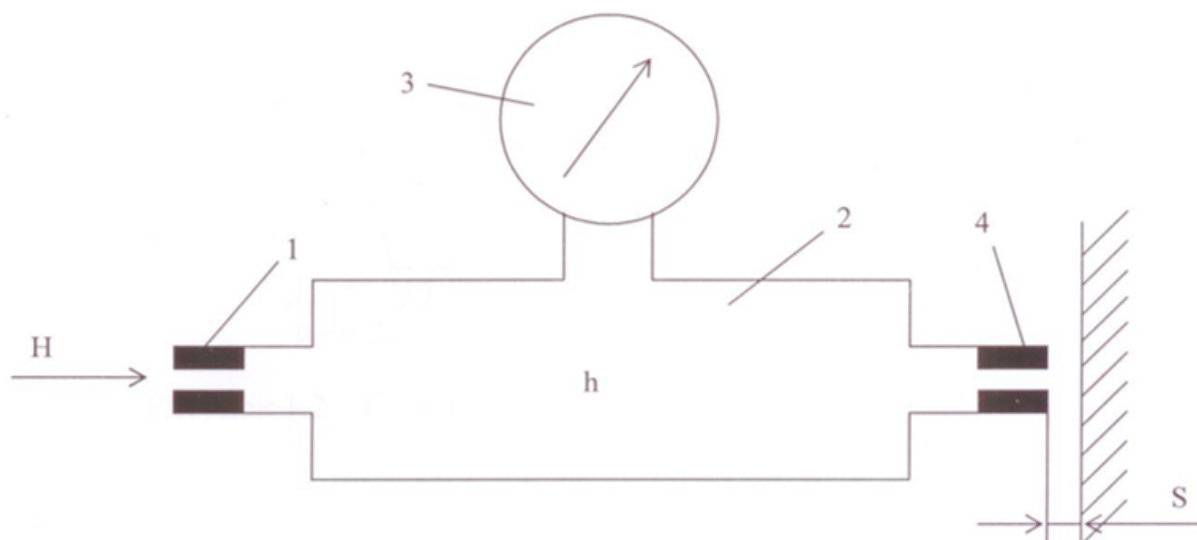


Рисунок 1.1 – Схема манометричного приладу.

Застосовуються для контролю та вимірювання методом порівняння розмірів, відхилень форми та розташування поверхонь виробів. Вони забезпечують високу точність та продуктивність контролю та дозволяють здійснювати безконтактні та контактні вимірювання. Прилади поділяються на: манометричні та фотометричні (поплавкові).

В манометричних приладах (рис. 1.1) через вхідний отвір (сопло) 1 в пневматичну камеру 2 поступає повітря постійного тиску  $H$ . Зміна зазору  $S_{\min}$  вихідним соплом 4 та поверхнею вимірювального виробу 5 виникає зміна розходу повітря.

Відповідно змінюється робочий тиск  $h$  повітря в камері 2, яке вимірюється манометром 3, градуйованим в одиницях довжини. В якості чутливого елементу в манометрі використовується рідина, трубка Бурдона, мембрана або сільфон.

В ротаметричних (рис. 1.2) приладах зміна розходу повітря приводить до зміни положення поплавка в кінчній скляній трубці, через яку проходить повітря постійного тиску. Частота підйому повітря (поплавка), яка

визначається по шкалі, розташованій поруч з трубкою, характеризує значення зазору, а відповідно і величину вимірювального розміру виробу.

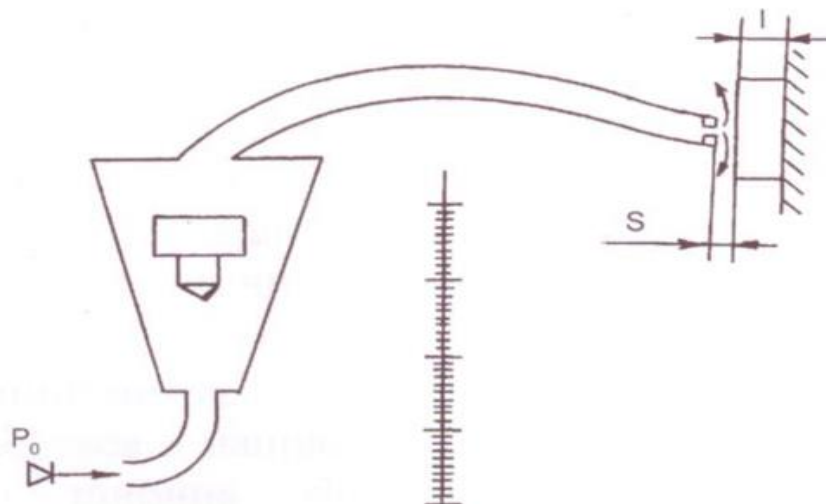


Рисунок 1.2 – Схема ротаметричного приладу.

Отвори з діаметром менше 3 мм контролюють, пропускаючи повітря безпосередньо через них, а з діаметрами від 3 до 160 мм – з допомогою пневматичних калібрів – пробок (ГОСТ 14864-89).

Пробка для вимірювання діаметрів від 6 до 16 мм складається з вставки та ручки з приєднаним кінцем.

Для вимірювання діаметрів отворів завод “Калібр” випускає також пневматичні нутроміри типу НП з діапазоном вимірювання: (75-100, 100-125, 125, -175) мм. Нутроміри оснащені центруючим містком, який забезпечує їх установку, як в діаметральній так і в осьовій площині вимірювального отвору.

Прямі вимірювання величин внутрішніх діаметрів здійснюються нутромірами різних типів та конструкцій.

Для розмірів від 1500 до 10000 мм знаходять застосування збірні “сигароподібні” та телескопічні нутроміри. Корпус “сигароподібного” нутроміра складається з двох усічених конусів, зварених з листової сталі

товщиною 0,5...0,8 мм. До корпусу пригвинчується мікрометрична головка та подовжувачі.

Існують такі методи вимірювання діаметрів:

Метод оптико-електронного прощупування

При вимірюванні діаметру вимірювальні головки переміщуються навкруги об'єкту вимірювання. Вимірювальні імпульси передаються з вимірювальної головки у обчислюванні розміру, який проводить цифрове порівняння з встановленою заданою величиною.

Метод порівняння інтенсивності світлових потоків.

Система, яка складається з ламп та фокусує лінз, формує два паралельних пучки променів, що поступають у фотоприймач. Один пучок світла служить в якості порівняльного сигналу, інший перекривається об'єктом вимірювання.

Метод порівняння імпульсів.

Розпечений об'єкт вимірювання поміщають в зону видимості за вертикально розташовану відносно нього прорізь. Між прорізю та приймачем обертається решітчастий диск з сходячими конічними прорізами. Вісь диска переміщається сервомотором поперек повздовжньої осі прорізів до тих пір, поки темні частини диска не почнуть точно перекривати об'єкт вимірювання.

Оптико-механічний метод.

Об'єкт освітлюється в напрямку, перпендикулярному його повздовжній осі. Вимірюється ширина тіні від об'єкту переміщення фотоелемента. Тривалість сигналу являється мірою діаметра. Вимірювання діаметра з допомогою телекамери.

Мікрохвильовий метод.

Вимірювання діаметра з допомогою роликів щупів.

В цьому випадку поверхню об'єкту вимірювання обкатують роликом відомого діаметра. Число обертів ролика прямо пропорційне діаметру. Вимірювання діаметра з допомогою стрілочних індикаторів. Вимірювання діаметра з допомогою іонізуючого випромінювання. Об'єкт проходить між джерелом радіоактивного випромінювання та джерелом.

## 1.2 Результати патентного пошуку

Метою розробки являється підвищення точності вимірювання. Схема приладу представляє собою двох крапочу схему (рис. 1.3, 1.4).

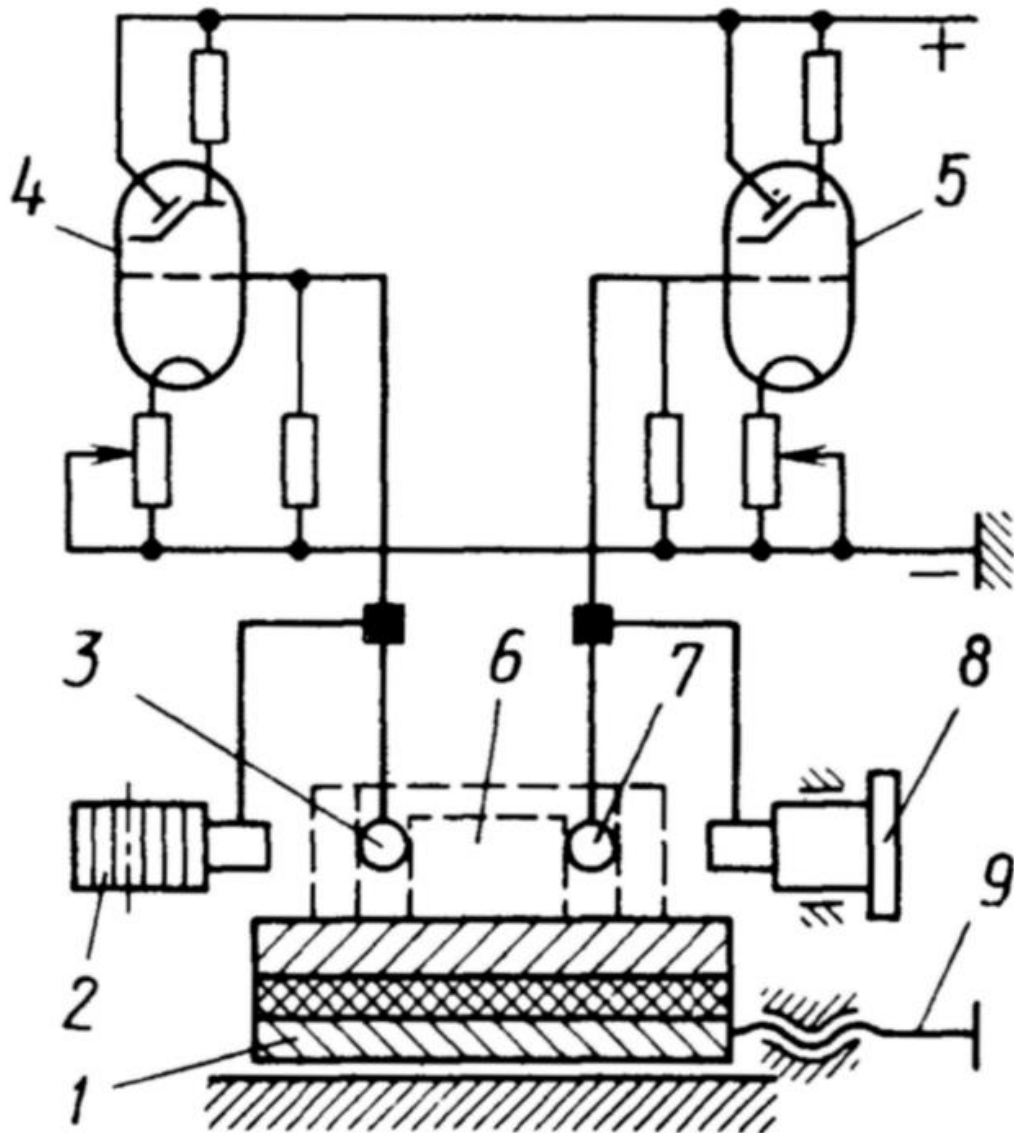


Рисунок 1.3 – Схема вимірювання.

Вимірювальні наконечники 2 та 9 (кожний окремо) підключені до електронних ламп 4 та 5. Зміщення наконечника 9 визначається з допомогою вимірювального засобу, який складається з датчика 6 та показуючого приладу 7 (рис. 1.4) (принципі можна встановити любую вимірювальну головку або інший відліковий пристрій).

Контакт з наконечником 2 здійснюється переміщенням стола 1 з допомогою гвинта 10. Верхня частина стола ізолювана від решти частин приладу. Наконечник 2 та 9 також ізолювані. Таким чином, кожний з наконечників утворює разом зі своєю лампою електричне коло.

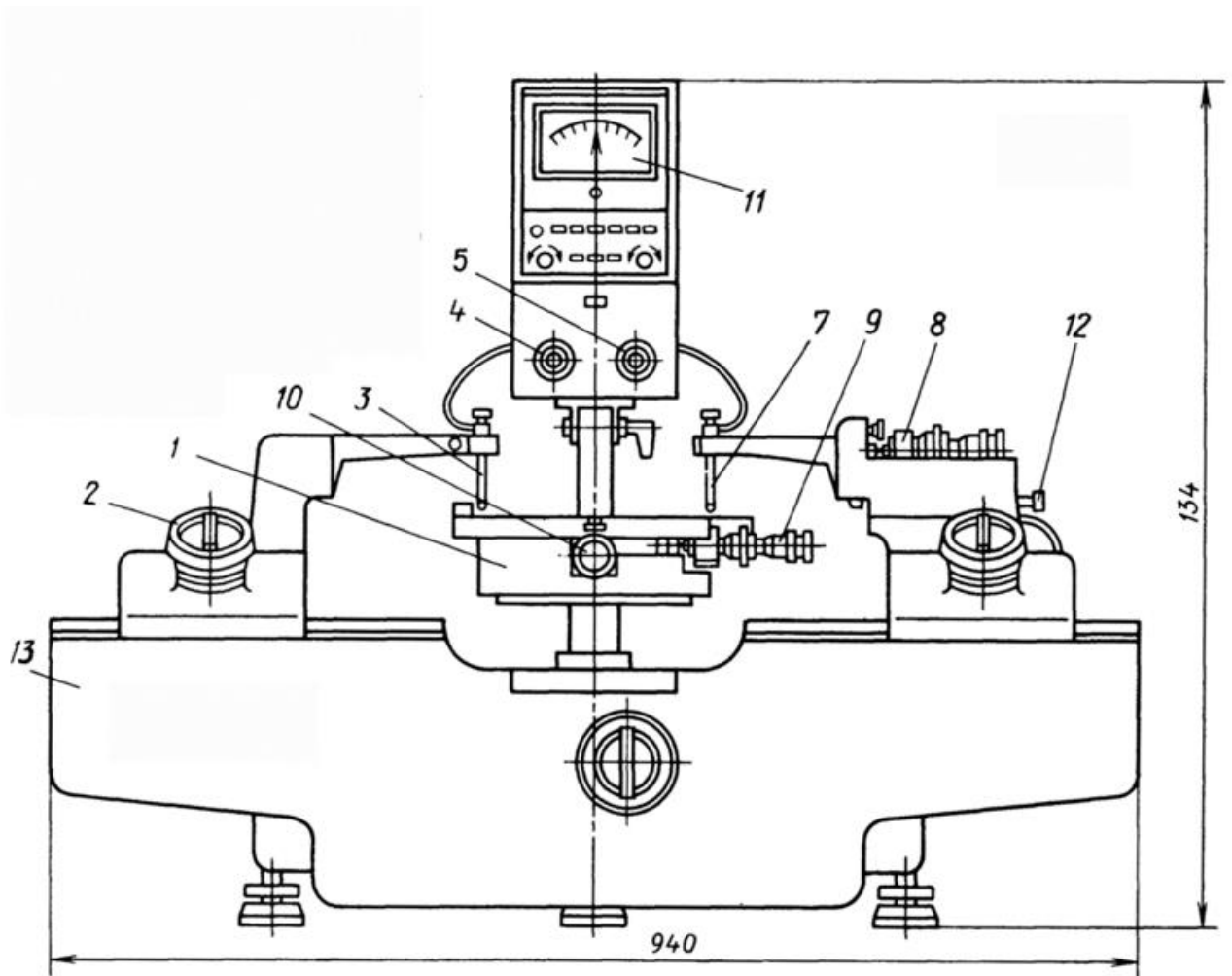


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд приладу БВ-2024.

Конструкція приладу (рис. 1.4) базується на станині 12 горизонтального оптичного довжиноміра. Вимірювальні позиції на рис. 1.4 такі ж, як на рис. 1.5. Для зручності користування в цьому приладі індуктивний відліковий пристрій 7 зроблений в одному корпусі 3 індикаторними лампами 4 та 5.

Для забезпечення невеликих переміщень стола 1 та наконечника 9 в приладі використовують механізми для створення малих лінійних переміщень 8 та 10. В корпусі 1 цього механізму (рис. 1.5) монтується мікрометрична пара 2, переміщення від мікро гвинта через кульку 6 передається на проміжний стержень 4. На іншому торці стержня 4 розташовується штир 7, зміщений відносно осі стержня 4. Штир 7 контактує з елементом ланки 3, яке для конкретного випадку може бути упором на каретці. Поверхня, з якою контактує штир 7, не перпендикулярна осі стержні 4 та вихідної ланки 3.

Робота механізму для малих переміщень здійснюється наступним чином: відносно великі переміщення проводяться з допомогою мікрометричної пари 2, гвинт якої через кульку 6, стержень 4, упор 7 та вихідну ланку 3 отримує поступальне переміщення.

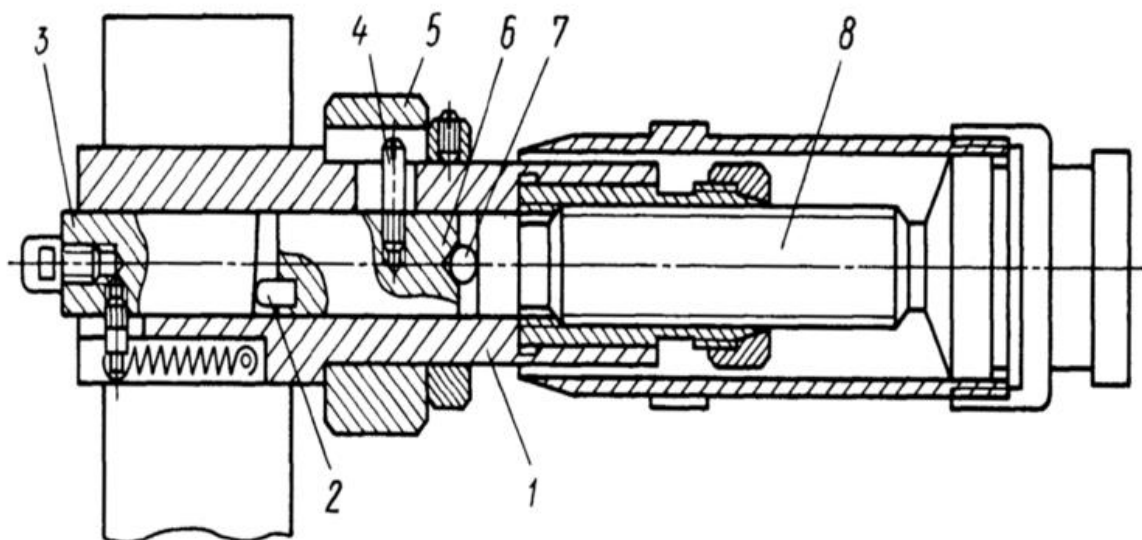


Рисунок 1.5 – Конструкція механізму для створення малих переміщень.

Коли необхідні малі переміщення, то при зупиненому мікро гвинті проходить поворот кільця 8 та штиря 5, а разом з ним і стержня 4. Який через упор 7 діє на скошений торець вихідної ланки 3, даючи їй малі приміщення.



## 2 Основна частина

### 2.1 Вимоги до роботи приладу

Сконструйований прилад призначений для вимірювання внутрішніх діаметрів.

Прилад призначений для роботи в цехах та лабораторіях підприємств машинно та тракторобудування, металургійних заводах.

Також можуть застосовуватись в лабораторіях науково-дослідних інститутів.

Умови роботи:

- Температура навколишнього середовища повинна бути: +10 °С до +35 °С;
- Відносна вологість від 50% до 80%;
- Діапазон вимірювання внутрішніх діаметрів 10...60 мм, квалітет Н7 (діапазон пояснюється тим, що для діаметрів менше 10 мм та більше 60 мм необхідно застосувати інші схеми вимірювання).

При вимірюванні діаметрів з більшою шорсткістю поверхні (Н8-Н,) виникають похибки, які суттєво впливають на результат вимірювання.

На приладі не рекомендується проводити вимірювання:

- Виробів, які мають забруднену поверхню;
- Виробів з овальністю внутрішньої поверхні та не перпендикулярності осі отворів до торців;
- Виробів, що мають на поверхні раковини, сліди грубої обробки, інші дефекти отвору.

### 2.2 Схема та принцип роботи приладу

Функціональна схема показана на листі формату А1 в графічній частині.

Принцип роботи приладу полягає в наступному:

На столик 12 встановлюється плоско паралельні кінцеві міри 14 необхідного діаметра. За допомогою грубої доводки 22 і пари крокових двигунів виставляємо прилад на даний розмір.

Потім за допомогою рейкової передачі 2-3 опускаємо столик і знімаємо кінцеві міри. В трафарети встановлюємо деталь 15, внутрішній діаметр якої необхідно проконтролювати. Піднімаємо підставку 5, так, щоб вимірювальні головки розмістилися в середині деталі. Для цього кроковий двигун 8 переміщає підставку на чотири міліметра.

Після цього за допомогою маховика 22 піднімаємо підставку. Методом “хорд” знаходимо середину деталі, а саме найбільшу вісь симетрії.

Для цього застосовується привід від крокових двигунів, які переміщують каретку з розташованою на ній деталлю в поздовжньому і поперечному напрямках.

Потім за допомогою крокового двигуна підводимо праву вимірювальну головку до контакту з поверхнею деталі по внутрішньому діаметрі.

За допомогою крокового двигуна, який забезпечує повздовжнє переміщення деталі, підводимо ліву вимірювальну головку 19, до контакту з внутрішнім діаметром деталі.

В момент контакту спрацьовує електроніка, зупиняючи при цьому крокові електродвигуни, і фіксує при цьому переміщення електронних головок.

За допомогою сигналу електроніки відбувається зведення вимірювальних головок на розмір чотири міліметра.

Розмір внутрішнього діаметру:

$$D_{вн.} = D_{км.} + 2d_k + \Delta l_1 + \Delta l_2; \quad (2.1)$$

де  $D_{км.}$  - діаметр набору кінцевих мір;

$d_k$  - діаметр кульки вимірювальної головки;

$\Delta l_1, \Delta l_2$ , – відповідно переміщення лівої і правої вимірювальної

головок до контакту з внутрішньою поверхнею деталей.

### 2.3 Механізм подачі деталей та розсортування

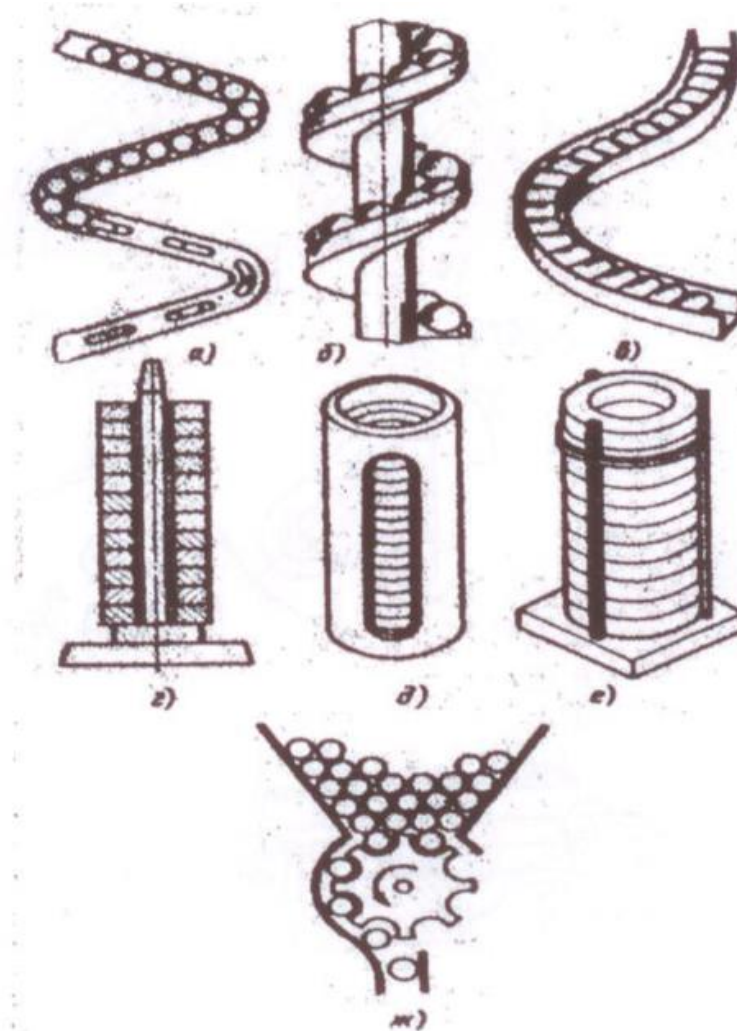


Рисунок 2.1 – Магазины.

а, б, в- лоткові; г- стержневий; д, е- трубчасті; ж – бункерний.

В автоматичних завантажувальних та між операційних транспортних пристроях деталі частіше всього переміщують під дією власної ваги.

В останній час досить широко почало використовуватись транспортування силами інерції (вібрація), з допомогою яких деталі можна переміщати горизонтально або навіть під деяким кутом ввєрх.

Під дією власної ваги деталі переміщуються по лотку коченням або ковзанням, у відповідності з чим і розрізняють два види лотків: скати та склізи.

Січення лотка залежить від форми деталі та способу його орієнтування в лотку.

При конструюванні лотка коробчастого типу необхідно вибирати значення розмірів поперечного січення лотка, кут нахилу та висоту бортів.

#### 2.4 Механізм подачі деталей

Подача деталей на вимірювальну позицію здійснюється пристроєм, який набирає деталі з магазину (касети) та через певні інтервали подає їх в зону контролю.

Цикл роботи цього подаючого пристрою узгоджений та відповідає циклу роботи приладу для контролю.

Таким чином, подаючий механізм являється зв'язуючою ланкою між бункером та приладу контролю. Такі подаючі механізми орієнтують заготовки в часі.

Найбільш розповсюдженими являються шибєрні механізми, здійснюючі подачу Конструкції живильників різноманітні, багатоланкові і просторові і залежать від конструкції верстату, форми і розмірів заготовок, продуктивності.

За характером руху подаючої ланки живильники розділяють на чотири групи: із зворотно-поступальним, зворотно коливальним (коливальним), обертовим і складним рухом.

Основною особливістю живильників є переміщення деталей в цих механізмах під дією зовнішньої сили. Для забезпечення стабільної величини переміщення деталі без її викидання, руху деталі без втрати її орієнтації і недопущення заклинювання сила дії на деталь і надане їй прискорення повинні бути обмеженими.

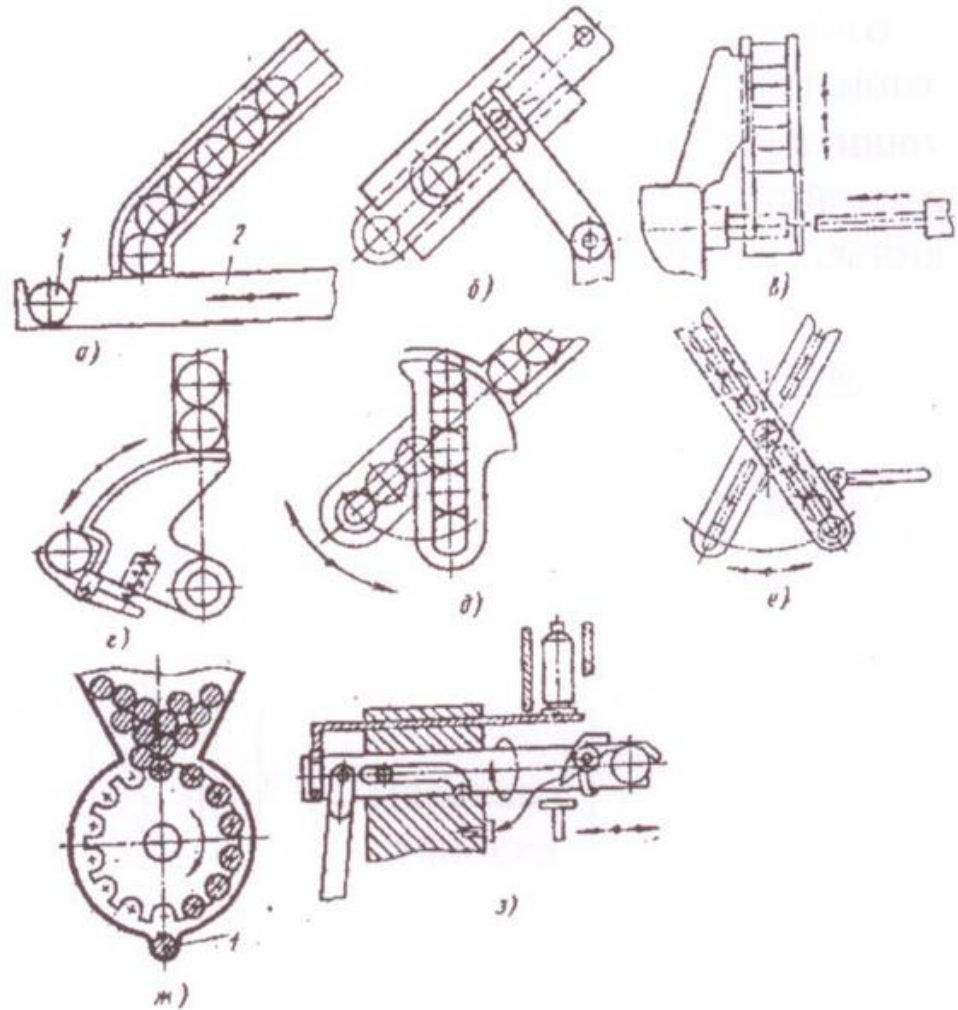


Рисунок 2.2 – Живильники із зворотно-поступальним, коливальним, обертальним і комбінованим рухом.

При цьому перш за все накладають обмеження на прискорення розгону і зупинки деталі. Його вибирають, виходячи з максимально допустимої сили, яка може діяти на поверхню деталі без її пошкодження, і сили, з якою деталь може взаємодіяти з елементами автомату без створення недопустимих вібрацій і деформацій.

## 2.5 Механізовані приводи установок

Механізовані приводи – це пристрої, які служать для приведення в дію робочих органів (силових) установки, без прикладення фізичної сили оператора. Роль оператора зводиться до управління.

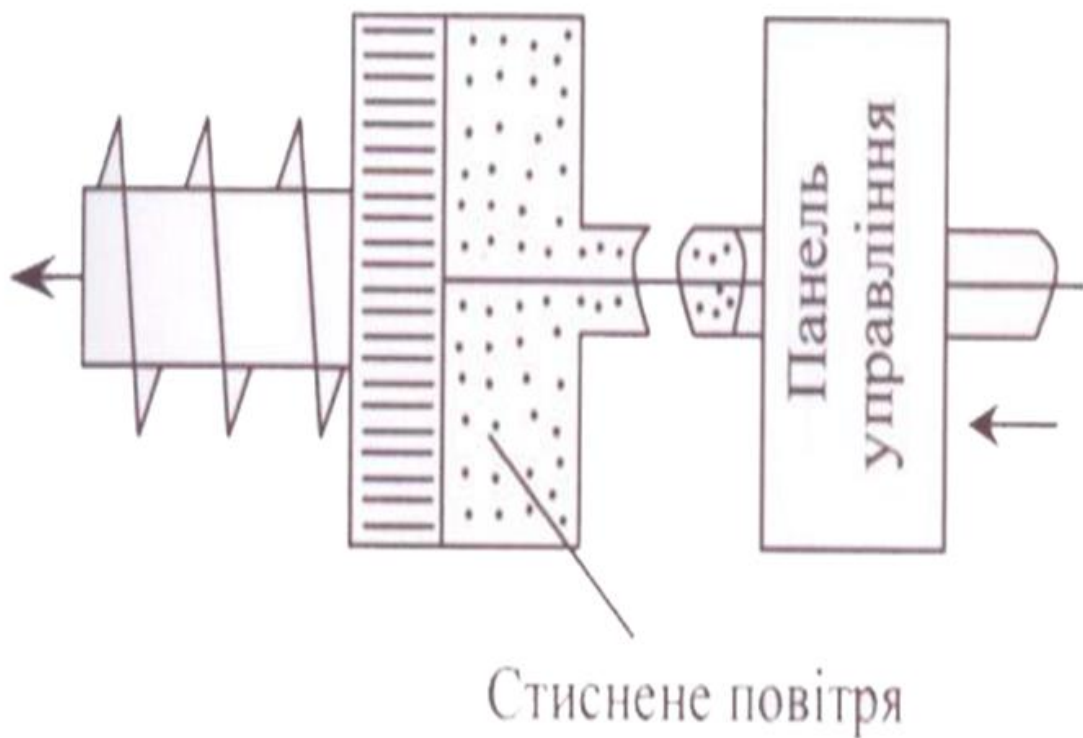


Рисунок 2.3– Привід пневматичний з компресорним джерелом живлення.

Застосовують при тиску повітря

$$p_H = 2 \dots 6 \text{ кг/см}^2$$

З використанням підсилювача гальмуючого клинового або важільного механізму.

Конструктивно може бути вбудований корпус пристосування або служити самостійним механізмом.

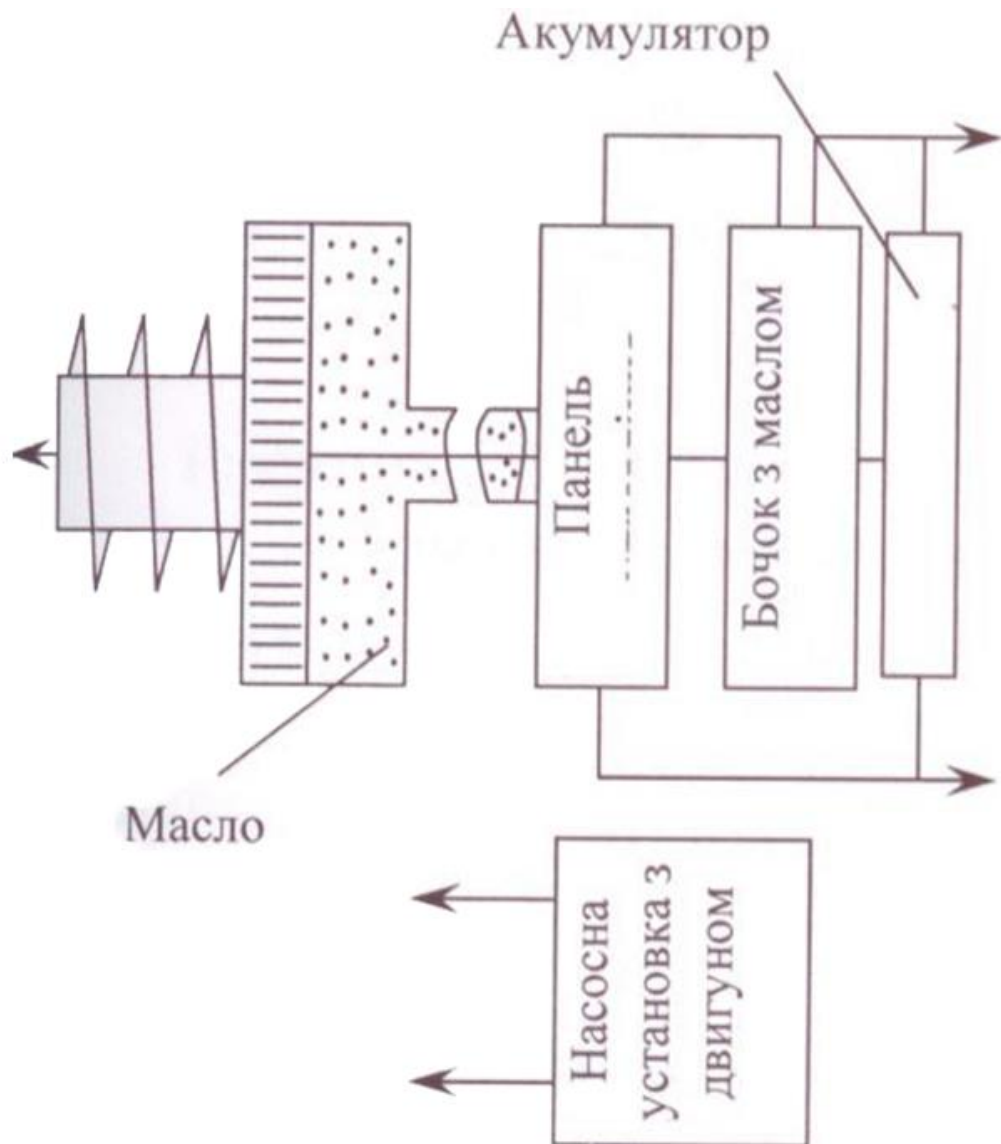


Рисунок 2.4– Привід гідравлічний з джерелом живлення – насосна установка.

Тиск масла:

$$p_H = 20 \dots 80 \text{ кг/см}^2$$



може бути окремим агрегатом обслуговуванням декількох механізмів.

Механізований привід дозволяє автоматизувати процес. Для механізованих приводів частіше всього служить стиснене повітря або масло, які знаходяться під тиском.

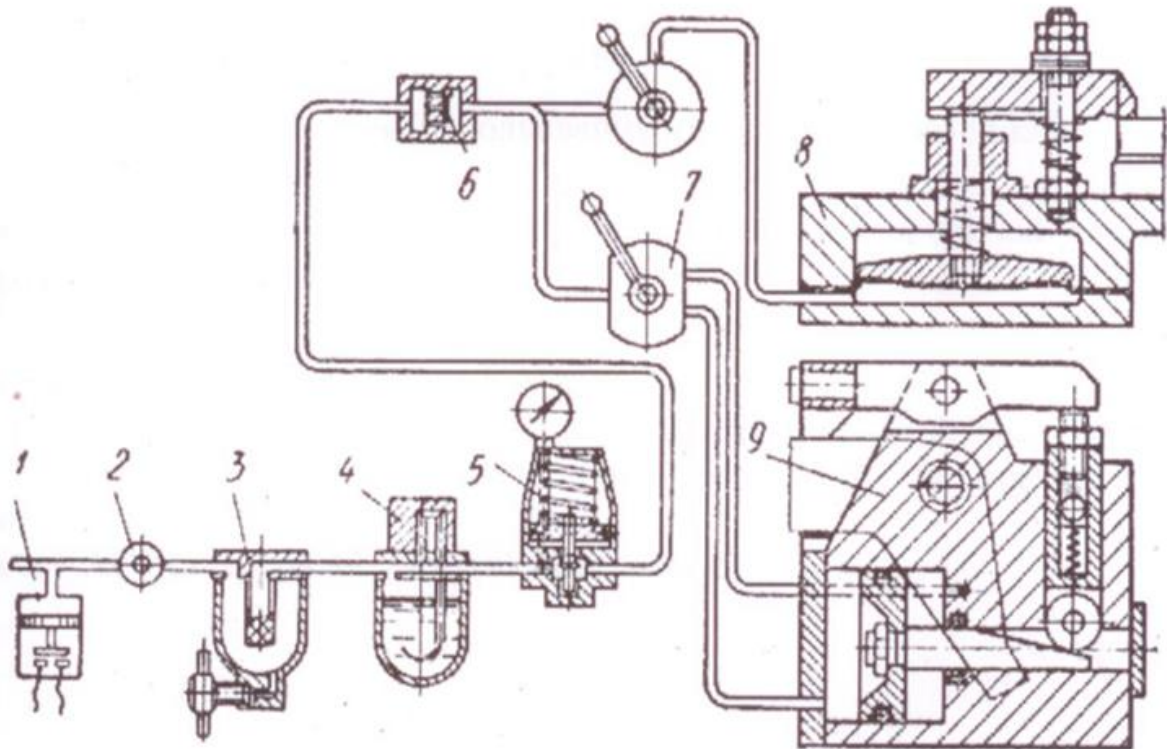


Рисунок 2.3 - Схема включення апаратури в пневмомасу.

1 – пневмо-електричний вимикач; 2 – кран; 3 – волого відокремлювач з фільтром; 4 – масльонка; 5 – регулятор тиску повітря в сітці; 6 – зворотній клапан; 7 – повітро-розподільний пристрій; 8 – пристрій з пневмокамерою; 9 - пристрій з поршневым приводом.

Стиснене повітря з компресора поступає у водовідділяючий пристрій 3, втрачає частину вологи та в осушеному вигляді поступає через редукційний клапан 2, регулюючи його тиск, потім поступає в масльонку 4, в якій



зміщується з розпиленням маслом, необхідним для змащування механізму приводу.

Роботою приводу управляє кран 3. Обернений клапан 6 не дає швидко впасти тиску повітря в приладі у випадку порушення роботи в мережі.

Для автоматизації робочого циклу апаратура повинна бути поповнена трьох ходовими клапанами або шляховими вимикачами (ППВ), а також пневмоклапанами, які дозволяють регулювати час спрацювання.

Розглянемо пневматичний привід рис. 2.3.

## 2.6 Побудова циклограми роботи установки

Для ізольованої контрольної автоматизованої системи (КАС) та системи, яка працює в лінії, циклова продуктивність  $Q_y$  визначається кількістю деталей, які вона могла б проконтролювати та розсортувати за одиницю часу при безперервній роботі (без урахування пристроїв, викликаних наладкою, мащенням, засипанням деталей в бункер і т. д.).

Циклова продуктивність КАС:

$$Q_y = 60 \frac{P_0}{T}; \quad (2.2)$$

де:  $P_0$  – число деталей, проконтрольованих на протязі даного циклу;

$T$  – тривалість циклу.

Дійсна продуктивність  $Q_d$  визначається кількістю виробів, які установка розсортує в реальних умовах роботи:

$$Q_d = Q_y \cdot \eta; \quad (2.3)$$

де:  $\eta$  – коефіцієнт використання КАС.

Продуктивність може бути збільшена за рахунок зміни часу робочого циклу, а іноді і збільшення чисел проконтрольованих на протязі циклу деталей.

Для КАС безперервної дії тривалість циклу:

$$T = \frac{h}{V}; \quad (2.4)$$

де  $h$  – крок між виробами в потоці;

$V$  – швидкість транспортування.

У випадку нашої установки тривалість циклу будемо визначати, як для КАС певної дії.

Для такої КАС повний цикл повинен вмещувати такі складові у відповідності з структурною схемою (повний цикл з всіма можливими складовими):

$$T = t_3 + t_{p1} + t_y + t_a + t_k + t_{pa} + t_{zn} + t_{p2} + t_v + t_{x.x}; \quad (2.5)$$

де:  $t_3$  – час завантаження виробі в транспортну систему;

$t_{p1}$  – час руху виробу від завантажуючого органу на вимірювальну позицію;

$t_y$  – час установки виробу на вимірювальну позицію;

$t_a$  – час арстування наконечників;

$t_k$  – час контролю виробу;

$t_{pa}$  – час розарстування наконечників;

$t_{zn}$  – час знімання виробу з вимірювальної позиції;

$t_{p2}$  – час руху виробу до вимірювальної позиції до виконавчого органу;

$t_v$  – час викидання виробу при його розбраковці;

$t_{x.x}$  – час повернення елемента транспортуючої системи від позиції викидання виробу до завантажуючого пристрою(час холостого ходу).

КАС з повним циклом виходять малогабаритними та достатньо простими ала вони мають дуже малу продуктивність.

Для збільшення продуктивності необхідно, з одного боку, зменшити число складових циклу, а з іншого – сумісність їх виконання в часі.

В граничному випадку КАС перервної дії цикл складається з двох елементів:

$$T = t_{cn.} + t_p; \quad (2.6)$$

де:  $t_{cn.}$  – час спокою системи КАС;

$t_p$  – час руху транспортуючого органу.

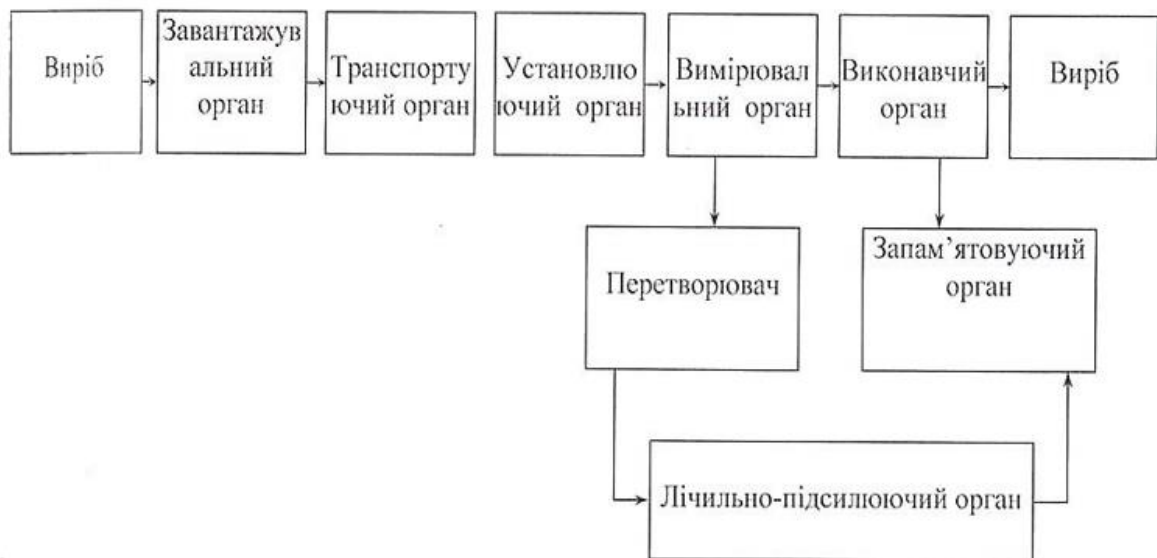


Рисунок 2.4 – Структурна схема системи автоматичного контролю (КАС).

Для розроблюваної установки час циклу почнемо рахувати з того моменту, коли гідро циліндр моменту, коли гідроциліндр механізму подачі шибером подасть деталь на вимірювальну на вимірювальну позицію (перед

цим необхідно зробити два холостих ходи). з цього моменту структура циклу контролю діаметра деталі буде складатися з слідуючих операцій:

- Піднімання деталі до вимірювальних головок.
- Автоматичне переміщення правої вимірювальної головки до її контакту з внутрішнім діаметром деталі.
- Ручне переміщення лівої вимірювальної головки до її контакту з внутрішнім діаметром деталі.
- Контроль величини внутрішнього діаметру деталі.
- Переміщення вимірювальних головок до їх контакту з набором плоско паралельних мір.
- Опускання платформи.
- Транспортування наступної деталі на позицію вимірювання.
- Операція розбраковки в нашому випадку суміщена з подачею деталі.

Отже, повний цикл роботи установки буде складатися з слідуючих елементів:

$$T = t_n + t_{p1} + t_{p2} + t_k + t'_{p1} + t'_{p2} + t_0 + t_{tp}; \quad (2.7)$$

де:  $t_n, t_0$  ( $t_n = t_0$ ) – час опускання та піднімання платформи;

$t_{p1} = t'_{p1}$  – час руху правої головки;

$t_{p2} = t'_{p2}$  – час руху лівої головки;

$t_k$  – час контролю величини внутрішнього діаметру;

$t_{tp}$  – час транспортування деталі наступну вимірювальну позицію.

Визначимо час виконання всіх операцій.

Для піднімання-опускання платформи необхідний хід зубчастої рейки  $S_p = 30$  мм.

Визначимо довжину кола шестерні по діаметру ділільних кіл при  $d = 20$  мм.

$$l = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 20 = 62,8 \text{ мм}; \quad (2.8)$$

Отже, шестерню необхідно повернути на  $1/2$ , оберта (0,5 оберта маховика).

Для маховика приймаємо швидкість обертання:

$$n = 0,2 \text{ об/с}; \quad (2.9)$$

Час повного оберту маховика:

$$t_m = \frac{1}{n} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ сек}; \quad (2.10)$$

Отже, час:

$$t_n = t_0 = 0,5 \cdot t_m = 0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ сек}; \quad (2.11)$$

Час переміщення правої вимірювальної головки при шляхові три міліметри:

$$t_{p1} = t'_{p1} = \frac{l_p}{V} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ сек}; \quad (2.12)$$

Час переміщення лівої вимірювальної головки (вручну) приймаємо:

$$t_{p2} = t'_{p2} = 3 \text{ сек}; \quad (2.13)$$

При електроконтактному методі час на контроль приймаємо:

$$t_{mp} = \frac{H}{V_m}; \quad (2.14)$$

де:  $H$  - крок транспортуючої системи;

$$H = D_{дет.} = 50 \text{ мм};$$

$V_m$  – швидкість переміщення шибера механізму подачі (штока гідроциліндра).

Маємо:

$$V_m = 10 \frac{\text{мм}}{\text{с}}; \quad (2.15)$$

Тоді

$$t_{mp} = \frac{H}{V_m} = \frac{50}{10} = 5 \text{ сек};$$

Після підстановки всіх даних будемо мати:

$$\begin{aligned} T &= t_n + t_{p1} + t_{p2} + t_k + t'_{p1} + t'_{p2} + t_0 + t_{tp} = \\ &= 2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 3 + 0,1 + 5 = 19,1 \text{ сек}. \end{aligned} \quad (2.16)$$

Продуктивність теоретична:

$$Q_y = 60 \frac{\Pi_0}{T} = 60 \frac{1}{19,1} = 3,14 \frac{\text{дет}}{\text{хв}} \approx 188 \frac{\text{дет}}{\text{год}}. \quad (2.17)$$

Дійсна продуктивність установки, приймаючи коефіцієнт використання КАС  $= \eta = 0,9$ .

$$Q_d = Q_y \cdot \eta = 3,14 \cdot 0,9 = 2,8 \frac{\text{дет}}{\text{хв}} \approx 170 \frac{\text{дет}}{\text{год}}. \quad (2.18)$$

В нашій установці столик з деталлю має горизонтальне переміщення вздовж та поперек осі  $X$ ,  $Y$ . Час на ці переміщення в цикл не враховуємо, тому, що ці переміщення виконуються тільки для першої деталі для знаходження осі симетрії методом хорд.

## 2.7 Аналіз об'єкту вимірювання і технічних вимог до метрологічних параметрів системи

У нашому випадку проводиться вимірювання внутрішнього діаметра деталей.

В якості чутливого елемента, що визначає положення вимірювальної головки є індуктивний перетворювач малих переміщень.

Найпростішим і найоптимальнішим варіантом у даному випадку буде підсилення сигналу з індуктивного перетворювача та перетворення його у двійковий код.

Даний код можна передати без спотворень на вхід мікро ЕОМ.

Похибку підсилення схеми підсилювача можна зменшити за рахунок використання прецизійних малошумних підсилювачів та опорів та застосування у схемі налаштування напруги зміщення та коефіцієнта підсилення, програмного калібрування нуля.

Похибку АЦП можна зменшити за рахунок вибору АЦП певного типу з різною розрядністю.

Перевагою даного методу є:

- процес вимірювання можна проводити з різною швидкістю без зміни похибки вимірювання (верхня межа швидкості вимірювання обмежується лише максимальною швидкістю перетворення АЦП);

– низька ступінь функціональної складності вимірювального модуля, низьке енергоспоживання та тепловиділення, відсутність у необхідності гальванічної розв'язки;

– висока надійність та завадостійкість від впливу зовнішнього середовища та низький рівень шумів від впливу інших вузлів.

Використання мікро ЕОМ у даній системі дозволить спростити її схемну конструкцію, а за допомогою програмного забезпечення та спряження по послідовному порту з персональним комп'ютером типу ІВМ РС значно розширити можливості приладу.

## 2.8 Аналіз і оцінка похибки схеми

Проведемо розрахунок похибки обробки сигналу від датчика електричною схемою. В даній електричній схемі проводиться вимірювання величини переміщення. Тому похибка вимірювання схеми буде визначатись за формулою:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \quad (2.19)$$

де  $\varepsilon_1$  - похибка датчика;

$\varepsilon_2$  - похибка підсилювача;

$\varepsilon_3$  - похибка АЦП.

Похибка індуктивного датчика визначається його фізичними параметрами і становить 0,2%.

Похибка підсилювача містить адитивну і мультиплікативну складові.

Мультиплікативна похибка підсилювача виникає через нестабільність коефіцієнта підсилення і неточність резисторів, що задають коефіцієнт підсилення підсилювача:



$$\varepsilon_{оп} = \varepsilon_R + \varepsilon_{кон}; \quad (2.20)$$

Похибка нестабільності коефіцієнта підсилення:

$$\varepsilon_{кон} = \frac{\delta_K}{K_o \cdot \beta + 1}; \quad (2.21)$$

де  $K_o$  - коефіцієнт підсилення підсилювача,  $K=39810$  (90 дБ);

$\delta_K$  – нестабільність коефіцієнта підсилення за технічними характеристиками ОП;  $\delta_K=0.1\%$ ;

$\beta$  – коефіцієнт зворотного зв'язку,  $\beta \approx 0.001$ .

$$\varepsilon_{кон} = \frac{0.1}{39810 \cdot 0.001 + 1} = 0.0029\%; \quad (2.22)$$

Похибка від впливу неточності і нестабільності опорів підсилювача:

$$\varepsilon_R = \sqrt{\varepsilon_{R4}^2 + \varepsilon_{R5}^2 + \varepsilon_{R6}^2 + \varepsilon_7^2 + \varepsilon_{R9}^2 + \varepsilon_{10}^2}; \quad (2.23)$$

Для резисторів похибка рівна 0.05%:

$$\varepsilon_R = \sqrt{0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2} = 0.12\%; \quad (2.24)$$

Аддитивна складова визначається в основному напругами і струмами зміщення і їх температурними дрейфами, а також синфазною завадою і шумами.

У нашій схемі підсилювача застосовано стабілізоване живлення, підстройка напруги зміщення, а також проводиться програмне калібрування при встановленні штока датчика з камерою у початкове положення, остання

впирається в упор на корпусі приладу, завдяки чому усуваються і враховуються всі дрейфи в тому числі і температурні.

Тому суттєвою складовою адитивної похибки залишаються тільки шуми і не лінійності.

Тому формула адитивної складової похибки буде:

$$\varepsilon_U = \frac{(U_{вх.ш} + I_{вх.ш} \cdot R_{вх} + \kappa_{нел} \cdot U_{вх}) \cdot \kappa}{U_{вих}}; \quad (2.25)$$

де  $\kappa_{нел}$  - коефіцієнт не лінійності підсилення підсилювача,  $\kappa_{нел}=0.001\%$ ;

$U_{вх.ш}$  -вхідна напруга шумів, В;

$I_{вх.ш}$  - вхідний струм шумів, А;

$R_{вх.}$  - вхідний опір підсилювача, Ом;

$\kappa$  - коефіцієнт підсилення підсилювача,  $\kappa=21$ ;

Для підсилювача типу КР140УД26А  $\kappa_{нел}=0.001\%$ ,  $U_{вх.ш}=0,3$  мкВ,  $I_{вх.ш}=0,02$  нА,  $R_{вх.}=1,3$  МОм.

Отже маємо:

$$\varepsilon_U = \frac{(0.3 \cdot 10^{-6} + 0.02 \cdot 10^{-9} \cdot 1.3 \cdot 10^6 + 10^{-5} \cdot 0.02) \cdot 21}{10} \cdot 100\% = 0.01\%; \quad (2.26)$$

Отже загальна похибка підсилювача буде:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_R + \varepsilon_{кон} + \varepsilon_U = 0.12 + 0.0029 + 0.01 = 0.133\%; \quad (2.27)$$

Похибка АЦП визначається похибкою квантування і групою інструментальних похибок спричинених не ідеальністю електронних вузлів. Якщо прийняти, що розподіл значень даних похибок є рівномірним, то тоді значення похибки АЦП становить:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{\varepsilon_{KB}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_d^2 + \varepsilon_{3M}^2}{3}}; \quad (2.28)$$

де  $\varepsilon_{KB}$  – похибка квантування,  $\varepsilon_{KB}=0,1\%$  (1 м.р.);

$\varepsilon_i$  – інтегральна похибка,  $\varepsilon_i=0,2\%$  (2 м.р.);

$\varepsilon_d$  – диференціальна похибка,  $\varepsilon_d=0,075\%$  (3/4 м.р.);

$\varepsilon_{3M}$  – похибка від впливу напруги зміщення (для зменшення даної похибки введена схемна і програмна корекція напруги зміщення, що забезпечує зменшення останньої до рівня похибки квантування)  $\varepsilon_{3M}=0,1\%$ .

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{0.1^2 + 0.2^2 + 0.075^2 + 0.1^2}{3}} = 0.148\%; \quad (2.29)$$

Отже загальна похибка вимірювання величини переміщення камери електричної схеми буде:

$$\varepsilon = 0.05 + 0.133 + 0.148 = 0.331\% \quad (2.30)$$

## 2.9 Похибка установки

Загальна похибка установки складається з похибки вимірювання  $\Delta_{вим}$  та технологічної частини похибки  $\Delta_{тех}$ :

$$T_{табл.} = \Delta_{вим} + \Delta_{тех}. \quad (2.31)$$

При нетривалому часі роботи контрольної системи:

$$T_{табл.} = \sqrt{(\Delta_{вим})^2 + (\Delta_{тех})^2}. \quad (2.32)$$

Межа похибки приладу (установки), що допускається:

$$\Delta_n = \pm(\delta_{сн} + \Sigma\delta_c) + \sqrt{\delta_{ср}^2 + \delta_n^2 + \Sigma\delta^2}; \quad (2.33)$$

де  $\Sigma\delta_c$  – сума систематичних складових похибок, що виникають додатково;

$\Sigma\delta^2$  – квадратична сума систематичних складових похибок, що виникають додатково.

Основні складові похибки приладу  $\delta_{сн}$ ,  $\delta_{сн}$  та  $\delta_n$ , нормовані по ГОСТ 8517-70 і ГОСТ 9376-74, додатково іноді вказуються в технічних умовах на прилад.

Для класу точності приладу 2 по ГОСТ 8517-70 маємо значення похибок:

$$\delta_{ср} = \pm 0,001 \text{ мм}; \delta_n = \pm 0,001 \text{ мм}; \delta_{сн} = \pm 0,0015 \text{ мм}.$$

Похибка спрацювання  $\delta_{ср}$  складає – 0,5 мкм.

Сумарна похибка приладу вважається наміченою випадковою.

Тоді:

$$\Delta_n = \pm \Delta_c + \sqrt{\Delta_n^2 + \Delta_\theta^2 + \Delta_p^2 + \Delta_c^2 + \Delta_\theta^2}. \quad (2.34)$$

Коли додаємо окремо систематичні випадкові похибки, то:

$$\Delta = \pm(\delta_{cm} + \delta_{mc} + \Delta_c) + \delta_u + \sqrt{\delta_{cp}^2 + \delta_n^2 + \delta_o^2 + \Sigma\delta_n^2 + \delta_m^2 + \Delta_o^2 + \Delta_p^2 + \Delta_c^2 + \Delta_o^2}; \quad (2.35)$$

де:  $\delta_{cp}$  – похибка спрацювання: 0,1...0,5 мкм;

$\delta_n$  – похибка настроювання: +0,3...0,5 мкм;

$\delta_{cn}$  – похибка від зсуву рівня настроювання: +0,8 мкм;

$\delta_o$  – динамічна похибка: +0,1...0,2 мкм;

$\delta_n$  – похибка положення другого порядку;

$\delta_m$  – температурна похибка:  $b = 0$ ; ;

$\delta_u$  – похибка від зношення вимірювального наконечника: 0,2...0,4 мкм;

Похибки обробки прийmemo  $\Sigma\Delta_{обр} = 0$ .

Тоді:

$$\begin{aligned} \Delta &= \pm(0,8) + 0,3 + \sqrt{0,2^2 + 0,5^2 + 0,2^2 + 0,5^2 + 0} = \\ &= \pm(0,11 + 0,74) = \pm 0,85 \text{ мкм}. \end{aligned} \quad (2.36)$$

Це складає  $\approx 0,1\%$  від вимірювальної величини.

Загальна похибка приладу:

$$\Delta_n = \sqrt{(2\Delta_{зв})^2 + (\Delta_{mex})^2} = \sqrt{2 \cdot 1^2 + 0,1^2} = 1,4\%. \quad (2.37)$$

– Похибки, що виникають в кінематичному ланцюгу:

– Похибки кроку електродвигуна.

Для кроку  $\alpha = 0,5^\circ$  допуск рівний  $+ 0,5'$  тоді похибка кроку:

$$\delta_{\partial\theta} = \frac{0,5'}{30'} \cdot 100\% = 0,66\%. \quad (2.38)$$

– Похибка кроку гвинтової пари.

Для кроку  $S = 1,5 \text{ мм}$ .

Допуск рівний  $\pm 0,02 \text{ мм}$ ,  $\delta = 1,5 \pm 0,01 \text{ мм}$ ,

Похибка рівна:

$$\delta_{2\theta} = \frac{0,5}{30} \cdot 100\% = 0,66\%. \quad (2.39)$$

Сумарна похибка рівна:

$$\delta_{2\theta} = 0,66 + 0,66 = 1,32\%. \quad (2.40)$$

Похибка установки рівна:

$$\delta_{уст} = \sqrt{2 \cdot 1^2 + 1,32^2} = 2,4\% \quad (2.41)$$

## 2.10 Повірка пристрою

Умова повірки та підготовка до неї

При проведенні повірки слід дотримуватись наступних вимог:

- Температура навколишнього середовища:  $+15 \dots +28 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- Відносна вологість повітря:  $65 \dots 15\%$ ;
- Атмосферний тиск:  $84 \dots 106 \text{ кПа}$ .

Перевірений прилад слід встановити на стіл, який захищає його від вібрації.

## 2.11 Проведення повірки

1 При зовнішньому огляді повинно бути встановлено відповідність приладу наступним вимогам:

- Прилад повинен бути укомплектований згідно з паспортом;
- Прилад не повинен мати механічних пошкоджень, які впливають на його працездатність, а також дефектів лакофарбових покриттів і корозії.

2 Попробувати прилад з метою перевірки взаємодії його окремих елементів. Опробування проводити в нормальному робочому положенні на зразковій деталі. При цьому особливу увагу звернути на плавність переміщення усіх гвинтових передач, рейкової пари та забезпечення підрахунку результатів вимірювання на цифровому табло.

3 Визначення похибки приладу:

- Старанно протерти поверхні установочної пластини, вимірювальних наконечників головки та внутрішнього діаметру деталі;
- Встановити кінцеві міри;
- Виставити прилад на даний розмір;
- Опустити столик;
- Встановити деталь;
- Підняти столик;
- Правою вимірювальною головкою знайти внутрішню поверхню;
- Лівою вимірювальною головкою визначити внутрішній діаметр деталі;
- Опустити столик;
- Зняти деталь;

Повіряти ПВП слід, як правило, в нормальних умовах, які виключають можливість появи додаткових похибок вимірювання. Якщо нормальні умови забезпечити неможливо і повірка проводиться в робочих умовах, то необхідно врахувати додаткові похибки ПВП, що перевіряється і зразкового засобу вимірювання.

При температурі навколишнього середовища в межах  $+10...+30$  °C співвідношення границі допустимої основної абсолютної похибки зразкового приладу і ПВП повинно бути не менше 1:5 (а при повірці в нормальних умовах це співвідношення рівне 1:3).

Збільшення співвідношення похибок робочого та зразкового засобів вимірювання при переході від повірки в нормальних умовах до повірки в робочих умовах пояснюється намаганням не допустити зменшення достовірності повірки.

Адже при цьому збільшується сумарна похибка зразкових засобів вимірювання (внаслідок зростання додаткових, а саме температурних складових).

Щоб реальне співвідношення похибок не стало нижчим 1:3, вибирають більш точний зразковий засіб вимірювання з меншою відносно засобу вимірювання, який підлягає повірці основною похибкою.

Якщо температура навколишнього середовища знаходиться в межах  $+5...+35$  °C, то потрібно спочатку впевнитись, що цей діапазон температур є робочим для зразкового засобу вимірювання.

Потім потрібно або визначити точність зразкового приладу в цьому діапазоні температур шляхом врахування додаткової температурної похибки, або підвищити вимоги, щодо визнання ПВП придатним.

В цьому випадку за границю допустимої основної похибки ПВП приймають значення.

На кожній зразковій деталі провести по п'ять вимірювань і знайти їх середнє арифметичне. Це і буде абсолютна похибка приладу. Вона не повинна перевищувати паспортного значення похибки приладу.



### 3 Науково-дослідна частина

#### 3.1 Розрахункова частина

Математичне модель індуктивного датчика переміщень.

Індуктивний перетворювач представляє собою котушку індуктивності, всередині якої переміщується розімкнуте феритове осердя. Переміщення осердя пов'язується із зміною вимірюваного розмірного параметру і приводить до зміни індуктивності котушки від положення осердя.

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

$$H_A = \frac{I \cdot \omega \cdot R^2}{4p_K} \cdot \int_{-p_K}^{p_K} \frac{dp}{\left(\sqrt{(l+p-p')^2 + R^2}\right)^3} = \frac{I \cdot \omega}{4p_K} \cdot \left( \frac{p_K + l - p'}{\sqrt{(p_K + l - p')^2 + R^2}} - \frac{l - p_K - p'}{\sqrt{(l - p_K - p')^2 + R^2}} \right), \quad (3.1)$$

де:  $R$  – середній радіус витка;

$I$  – величина струму у витку;

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

$w$  – кількість витків котушки;

$p_K$  – половина довжини котушки.

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

Елемент витка створює в довільній точці сечення магнітне поле напруженістю  $dH_A$ . При цьому сумарна напруженість магнітного поля:

$$H_A = \frac{I}{8\pi} \int_0^{2\pi} \frac{(R^2 - \rho^2) + (R^2 + \rho^2 - 2R\rho \cdot \cos \theta)}{\left(\sqrt{R^2 + \rho^2 - 2R\rho \cdot \cos \theta}\right)^3} d\theta = \frac{I}{2\pi} \cdot \left[ \frac{I}{R-\rho} \cdot E\left(c, \frac{\pi}{2}\right) + \frac{I}{R+\rho} \cdot F\left(c, \frac{\pi}{2}\right) \right], \quad (3.2)$$

де:

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

Підставивши

$$\delta = \frac{\rho}{R},$$

вираз (3.2) можна переписати так:

$$H_A = H_O \cdot \frac{I}{\pi} \cdot \left[ \frac{1}{1-\delta} E + \frac{1}{1+\delta} F \right], \quad (3.3)$$

де:  $H_O$  - напруженість поля в центрі витка.

Неоднорідність поля по сиченню витка можна оцінити коефіцієнтом неоднорідності:

$$k_H = \frac{1}{\pi \cdot \delta \cdot H_O} \cdot \int_0^\delta H_O \cdot \left[ \frac{1}{1-\delta} \cdot E + \frac{1}{1+\delta} \cdot F \right] d\delta \quad (3.4)$$

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

Розрахунок  $k_H$  показує, що оскільки практично  $\delta \leq 0,8 \div 0,9$ , неоднорідністю поля в поперечному сиченні осердя допустимо знехтувати, так як  $k_H \leq 1,5$ .

Тоді середнє значення напруженості магнітного поля в об'ємі осердя визначиться наступним чином:

$$H_{сер} = \frac{l}{2\rho_C} \cdot \int_{-P_C}^{P_C} H_A = \frac{l\omega}{8\rho_C\rho_K} \left( \sqrt{(l_C + (p_C + p_K))^2 + R^2} + \sqrt{(l + (p_C + p_K))^2 + R^2} - \sqrt{(l + (p_C - p_K))^2 + R^2} - \sqrt{(l + (p_C - p_K))^2 + R^2} \right) \quad (3.5)$$

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

$$\Delta L = \frac{\pi r^2}{8} \cdot \mu_0 \cdot (\bar{\mu}_C - 1) \cdot \frac{\omega^2 \cdot R}{\rho_C \rho_K} \cdot \left( \sqrt{(m + p_1)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_1)^2 + 1} - \sqrt{(m + p_2)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_2)^2 + 1} \right), \quad (3.6)$$

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

Де:  $\bar{\mu}_C$  – питома магнітна проникність осердя;

$\mu_0$  – магнітна стала;

$r$  – радіус осердя.

З врахуванням (3.6) характеристика соленоїдного перетворювача буде мати наступний вигляд:

$$L = L_0 + A \left[ \sqrt{(m + p_1)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_1)^2 + 1} - \sqrt{(m + p_2)^2 + 1} - \sqrt{(m - p_2)^2 + 1} \right] \quad (3.7)$$

де:  $L_0$  – індуктивність котушки перетворювача при відсутності осердя:

$$A = \frac{\pi r^2}{8} \cdot \mu_0 \cdot (\bar{\mu}_C - 1) \cdot \frac{\omega^2 \cdot R}{\rho_C \rho_K}. \quad (3.8)$$

Характеристика (3.7) перетворювача не враховує магнітного поля в поперечному сеченні осердя і припускає, що магнітна неоднорідність проникності осердя в різних сеченнях однакова.

Для оцінки похибки, яка виникає в другому припущенні, оцінимо реально можливо величину коливання магнітної проникності по довжині осердя через те, що різні ділянки стержня працюють на різних ділянках кривої намагнічування матеріалу стержня.

Допустимо гірший випадок, коли проникність по довжині стержня змінюється від початкової  $\mu_H$  до максимальної  $\mu_{max}$ .

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

У виразі (3.7) необхідно підставляти величину відносної магнітної проникності з врахуванням розмагнічування осердя:

$$\bar{\mu}_C = \frac{\mu_C}{1 + \frac{N}{4\pi} \cdot (\mu_C - 1)}, \quad (3.9)$$

де:  $\mu_C$  – відносна магнітна проникність матеріалу осердя;

$$\frac{N}{4\pi} = \left[ 1 + 0,211 \cdot \left( \frac{l_K}{l_C} \right)^{-1,116} \right] e^{(6,855 - 8,074 \cdot \lambda \cdot 0,1353)} \quad (3.10)$$

де:  $l_K$  – довжина котушки перетворювача;

$l_C$  – довжина осердя;

$\lambda$  – відносна довжина осердя,

$$\lambda = \frac{l_C}{d_C} = \frac{l_C}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{S_C}} \quad (3.11)$$

де:  $d_C$  - діаметр круглого осердя;

$S_C$  - площа поперечного січення призматичного осердя.

Розрахункова формула (3.7) дає найкраще наближення до експериментальних даних при  $p_K \geq R$  і  $p_C > p_K$ .

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

По заданих величинах  $z$  і  $f$  з використанням, що:

$$L_m = \frac{A}{R} \left[ \sqrt{(2p_C + p_K)^2 + R^2} - \sqrt{(2p_C - p_K)^2 + R^2} \right] \quad (3.12)$$

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

$$L_m = \frac{z}{2\pi \cdot f \cdot \sqrt{\frac{1}{Q^2} + 1}}; \quad (3.13)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{8 \cdot L_m \cdot p_C \cdot p_K}{\pi \cdot r^2 \cdot \mu_0 \cdot (\bar{\mu}_C - 1) \cdot \left[ \sqrt{(2p_C + p_K)^2 + R^2} - \sqrt{(2p_C - p_K)^2 + R^2} \right]}}; \quad (3.14)$$

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

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

$$h = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{10^7}{f \cdot \bar{\mu}_C \cdot j}}, [\text{М}], \quad (3.15)$$

де :  $f$  – частота, Гц;

$\bar{\mu}_C$  – відносна проникність осердя;

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

$$j = \frac{10^6}{\rho} [\text{Ом}^{-1} \cdot \text{Ом}^{-1}], \quad (3.16)$$

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

Розрахуємо соленоїдний перетворювач по наступних вихідних даних:

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

Перетворювач в ескізному проекті має

$$l_c = 30 \text{ мм}; l_k = 15 \text{ мм}; R = 4 \text{ мм}.$$

Осердя феритове з  $\mu_C = 2000$ . Перетворювач диференційний.

Визначимо необхідну індуктивність перетворювача, прийнявши  $Q = 4$  по (13) ( $z = 1 \text{ кОм}, f = 2 \text{ кГц}$ ):

$$L = \frac{0,1 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{1}{4^2} + 1}} = 0,0773 \text{ Гц} = 77 \text{ мГц}. \quad (3.17)$$

Розрахуємо кількість витків при  $r = 1,5 \text{ мм}$  по формулі (14):

$$\omega = \sqrt{\frac{8 \cdot 0,0773 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1,5^2 \cdot 10^{-6} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 43 \left[ \sqrt{(30+7,5)^2 + 4^2} - \sqrt{(30-7,5)^2 + 4^2} \right] \cdot 10^{-3}}} = 3500; \quad (3.18)$$

де:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\Gamma}{\text{м}}$ , а магнітна проникність осердя знаходиться по формулі (3.14) для  $\mu_C = 2000$ ,

$$\lambda = \frac{p_C}{r} = \frac{30}{3} = 10, \bar{\mu}_C = 44. \quad (3.19)$$

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

$$L = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{1}{4^2} + 1}} = 0,0193(\Gamma). \quad (3.20)$$

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

Побудуємо функцію точках, підставивши в (3.7) і  $L' = S_T \cdot \left(m - \frac{p_C}{R}\right) + L_m$  фіксовані величини.

$$L_m = \frac{5,19287}{4} \cdot \left( \sqrt{(30+7,5)^2 + 4^2} - \sqrt{(30-7,5)^2 + 4^2} \right) = 19,2914 \text{ мГ}; \quad (3.21)$$

$$L(m) = 5,19287 \cdot \left( \sqrt{(m+5,25)^2 + 1} + \sqrt{(m-5,25)^2 + 1} - \sqrt{(m+1,875)^2 + 1} - \sqrt{(m+1,875)^2 + 1} \right); \quad (3.22)$$

Максимальна чутливість:

$$S_{max} = \delta \cdot S_{max} \cdot L_m =$$

$$= -0,1181 \cdot 19 \cdot 2914 = 2,2783 \left( \frac{MГ}{MM} \right); \quad (3.23)$$

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

$$S_{max}(m) = \frac{S_{max}(l)}{\frac{dm}{dl}} = S_{max}(l) \cdot R = -9,1133 (MГ). \quad (3.24)$$

Приймаємо  $S_m = S_{max}$  і знаходимо рівняння лінеаризуючої прямої:

$$L'(m) = -9,1133 \cdot (m - 3,75) + 19,2914. \quad (3.25)$$

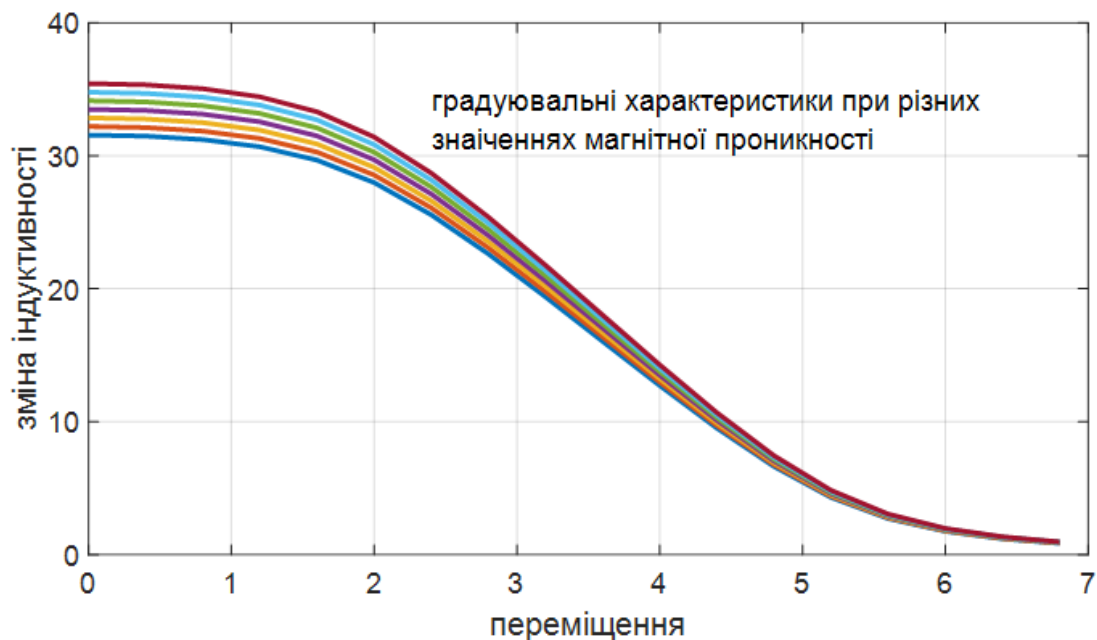


Рисунок 3.1– Залежність зміни індуктивності котушки від переміщення сердечника за різних значень магнітної проникності



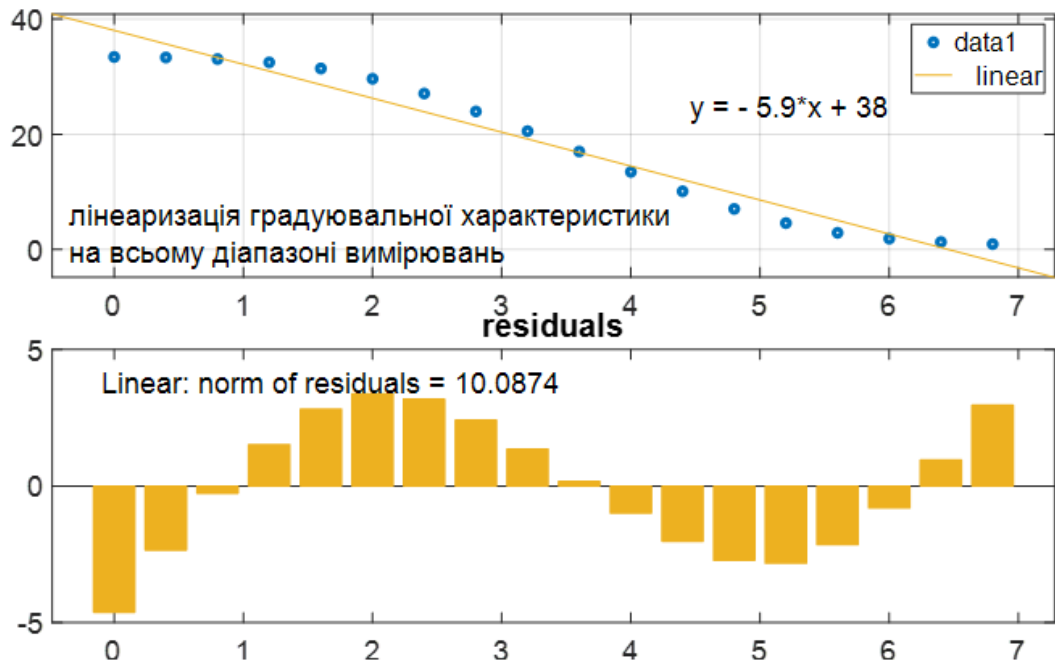


Рисунок 3.2—Похибки використання характеристики, лінеаризованої на широкому діапазоні вимірювань

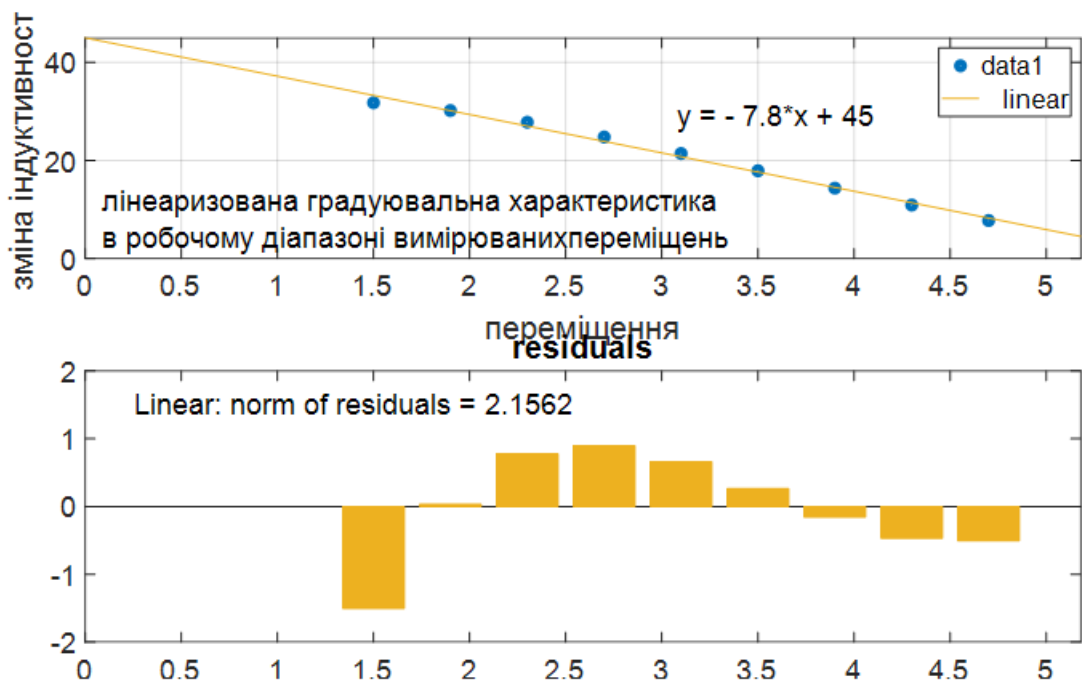


Рисунок 3.3 – Похибки від використання лінеаризованої градуовальної характеристики iндуктивного перетворювача в адекватному діапазоні вимірювань

Висновок: отже, при збільшенні параметра  $l_c$  індуктивність котушки перетворювача зменшується, і чутливість також зменшується, а діапазон лінійної характеристики функції  $L = f(l)$ , який придатний для вимірювання, збільшується.

Найбільш оптимальна лінійна характеристика є при таких даних:

$r_K = 22$  мм,  $r_C = 9$  мм,  $r = 3$  мм в межах  $l = 9,5$  мм до  $l = 17$  мм, тобто в діапазоні переміщень  $D = 7,5$  мм.

## 4 Спеціальна частина

### 4.1 Опис роботи приладу

ОМЕОМ, принципова схема складається із таких основних функціональних вузлів: блоку керування, арифметико-логічного пристрою (АЛП), блоку таймерів/лічильників, послідовного інтерфейсу і переривань, програмного лічильника, пам'яті даних і пам'яті програм.

Для тактування роботи ОМЕОМ застосовується генератор. Один машинний цикл, який задається блоком синхронізації і керування, складається із дванадцяти тактів частоти генератора. Всі команди ОМЕОМ виконуються за один, два або три машинних цикли.

Двосторонній обмін інформацією між функціональними блоками виконується за допомогою внутрішньої 8 – розрядної магістралі даних.

Пам'ять програм (EPROM) призначена для збереження кодів інструкцій ОМЕОМ. Кожна інструкція має свій унікальний двійковий код.

Лічильник команд (РС) вказує на адресу інструкції, яка вибирається із пам'яті програм. Пам'ять даних (ОЗП або ОЗУ) призначена для тимчасового зберігання інформації. Вона складається із восьми бітних регістрів, які можна умовно поділити на такі частини: регістри загального, спеціального призначення, робочі регістри. Крім того існує область пам'яті даних в межах якої можна звертатись до окремих бітів.

Регістри ОЗП часто використовуються як операнди інструкцій ОМЕОМ. При виконанні багатьох операцій використовується арифметико-логічний пристрій (АЛП). Для зберігання інформації про стан виконуваної програми використовується регістр PSW.

Вихідні дані можуть братись із коду операції, із акумулятора, регістрів пам'яті даних, регістрів спеціальних функцій.

Результати виконання інструкції можуть зберігатись в акумуляторі, регістрах пам'яті даних, регістрах спеціальних функцій.

OMEOM може працювати із різною периферією. Для цього призначенні чотири восьми розрядні порти. До кожного з них можна звертатись, як по бітно, так і до всіх восьми ліній одночасно.

Порт P3, крім того, має альтернативні функції вводу/виводу. Він дає можливість працювати з каналом послідовного інтерфейсу, використовуючи зовнішні переривання та сигнали для керування внутрішнім таймером.

OMEOM має два таймери/лічильники, систему переривань, можливість роботи з зовнішньою і внутрішньою пам'яттю даних і програм.

Принципова електронна схема приладу для вимірювання внутрішнього діаметру складається з таких елементів:

- Трьох індуктивних датчиків руху;
- Двох вимірювальних головок;
- Комутатора (K590KN6);
- АЦП (K1113PW1);
- Мікро контролера (1816WE51);
- Тактового генератора;
- Електронного табло;
- Чотирьох асинхронних електродвигунів;
- Двох пневмо електровключателі.

Вимірювання проводиться наступним чином. За допомогою електричного сигналу, що подається з МК спрацьовує пневмо-елктро включатель, який включає пневматичний пристрій, що подає деталь на вимірювальну позицію.

Асинхронний електродвигун, який забезпечує рух в вертикальному напрямку, піднімає столик з деталлю, так щоб вимірювальні головки розмістилися в середині деталі, це відбувається за допомогою індуктивного датчика руху який подає електричний сигнал через підсилювач і комутатор на МК, а потім на МК, який подає сигнал через порт про зупинку електродвигуну.

Електродвигун який забезпечує переміщення в поперечному напрямку рухає столик до контакту деталі з вимірювальною головкою, яка подає сигнал

на підсилювач і комутатор на МК, а потім на МК, який подає сигнал про зупинку електродвигуну, потім МК подає через порт сигнал електродвигуну, щоб забезпечити рух столика з деталлю в протилежному напрямку, до контакту з протилежною стінкою деталі.

Відстань між двома контактами вимірювальної головки міряється індуктивним датчиком руху і заноситься в пам'ять даних, за допомогою МК ця відстань ділиться по половині і МК подає сигнал двигуну про рух столика на цю відстань (це буде вісь деталі).

За допомогою електродвигунів які забезпечують почергове переміщення в повздовжньому напрямку відбувається рух столика і вимірювальної головки до контакту деталі з вимірювальними головками, що подають сигнал на підсилювач і комутатор на МК, а потім на МК, який подає сигнал про зупинку електродвигунів, відстань, що пройшли вимірювальні головки заноситься в пам'ять даних.

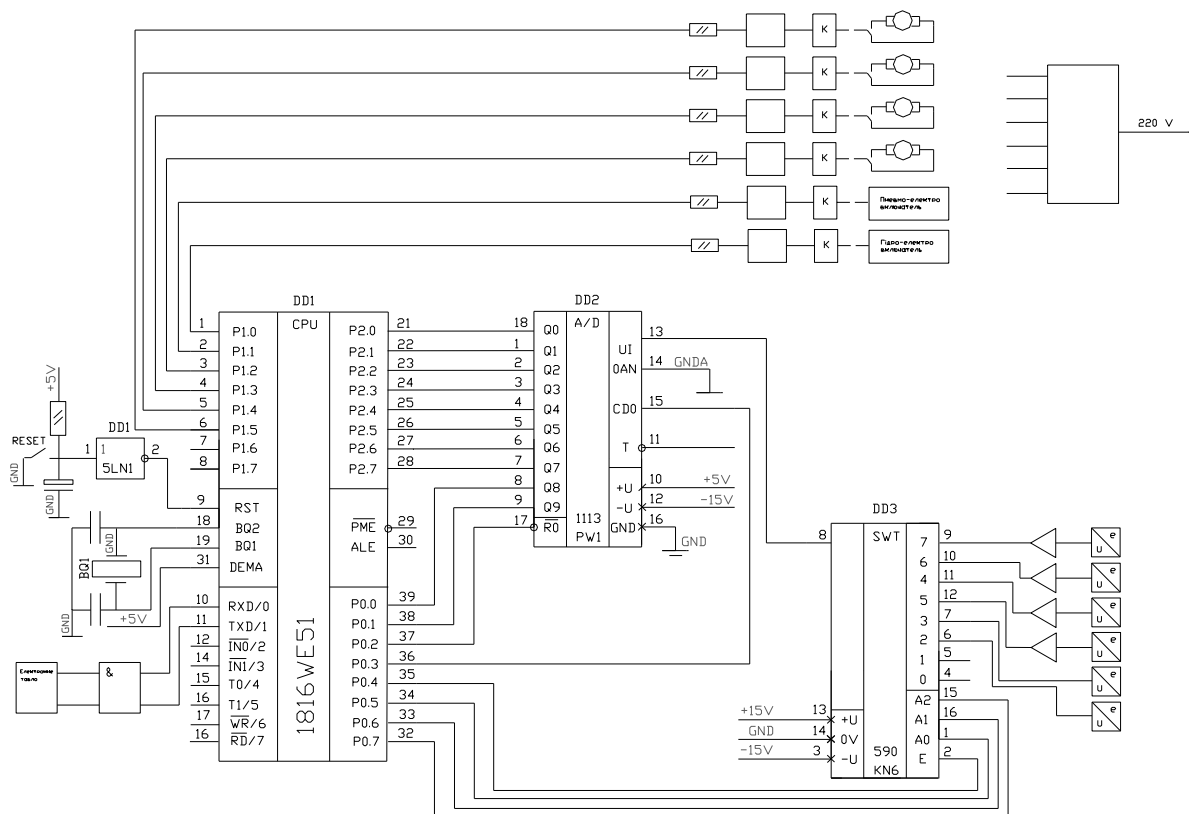


Рисунок 4.1 - Принципова електронна схема приладу для вимірювання внутрішніх діаметрів отворів

Потім МК за допомогою логічних операцій рахує дійсний діаметр деталі (порівнює його з допустимим) і передає результат на акумулятор, звідки інформація передається на порт, дешифратор і електронне табло яке відображає діаметр в десятковому вигляді.

Після цього МК подає сигнал і асинхронний електродвигун для вертикальних переміщень опускає столик, пневмо пристрій подає наступну деталь яка виштовхує помірну деталь з вимірювальної позиції. Якщо вимірний діаметр не відповідає допустимому, то тоді МК посилає сигнал на гідро електро-включатель, який включає гідро пристрій, що відкриває заслінку і деталь падає до бракованих деталей, в іншому випадку деталь попадає до добрих деталей.

При на лаштуванні приладу на певний діаметр користуються вертикальними кінцевими мірами при цьому величина діаметра заноситься в пам'ять даних. Для забезпечення входження вимірювальних головок в деталь необхідно звести вимірювальні головки на чотири міліметри, ця величина занесена в пам'ять програм і враховується при обрахунку діаметра в МК.

РСІ плата живиться напругою +5В, +15В, двигуни, пневмо і гідро циліндри живляться напругою 220В.

## 4.2 Опис структурної схеми і алгоритму роботи електричної схеми

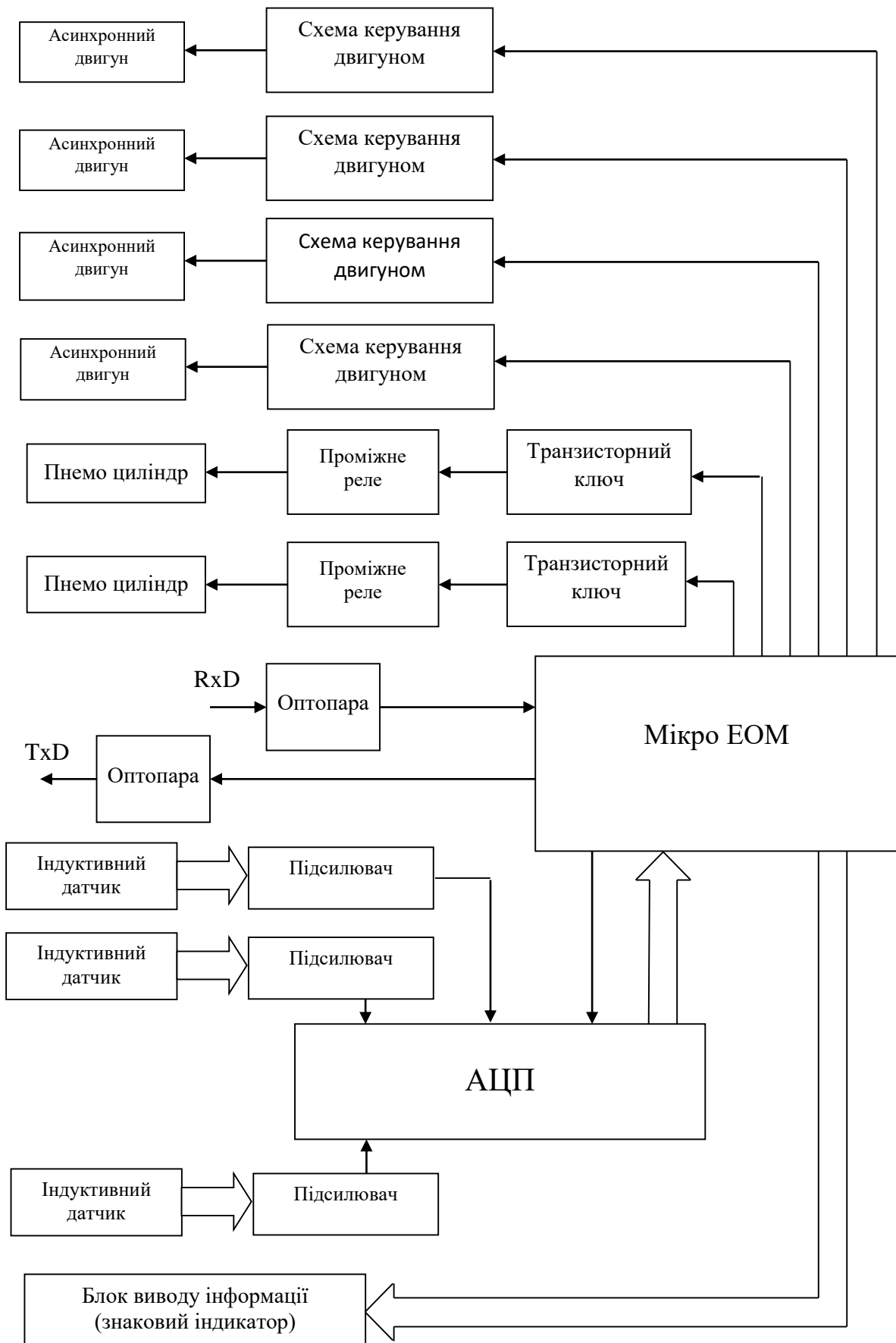


Рисунок 4.2 – Структурна схема електричної схеми приладу

На рисунку 4.1 представлена структурна схема електричної схеми, що складається з таких основних складових: чотирьох асинхронних двигунів приводу горизонтального переміщення деталей та приводу вертикального переміщення столика, блоків керування асинхронними двигунами, двох проміжних реле, що вмикають два пневмо циліндра та їх приводу, транзисторних ключів, що керують роботою проміжних реле, блоку відображення результатів роботи (рідкокристалічний дисплей), послідовного інтерфейсу, що спряжує систему з персональним комп'ютером, аналого-цифрового перетворювача (АЦП), диференційного індуктивного перетворювача (забезпечується лінійна характеристика показів), схеми перетворювача, диференційного підсилювача.

Робота системи полягає в наступному: мікро ЕОМ через транзисторні ключі керує роботою проміжних реле, що в свою чергу вмикає пневмо циліндр, який в свою чергу приводить в рух механізм приводу горизонтального переміщення деталей.

За допомогою схем включення двигунів проводиться переміщення в горизонтальному і вертикальному напрямках.

Також інший пневмоциліндр, який керується мікро ЕОМ через транзисторні ключі, проводить розбраковку деталей.

Текучу інформацію мікро ЕОМ виводить на динамічну індикацію.

Сигнал від індуктивного датчика поступає на підсилювач, де підсилюється до заданого рівня і подається на вхід АЦП, де перетворюється на двійковий код і подається на вхід мікро ЕОМ.

Через послідовний інтерфейс мікро ЕОМ передає текучу інформацію на персональний комп'ютер на якому відповідно можна більш детально проводити подальший аналіз результатів вимірювання.



### 4.3 Опис роботи принципової схеми приладу

Електрична схема приладу складається з таких основних вузлів: блоку обробки інформації і блоку відображення інформації, блоку датчиків і блоку виконавчих механізмів.

В основі блоку обробки інформації є одно кристальна мікро ЕОМ типу KM1816BE751 (мікросхема DD2).

З портів P3.5-P3.6 мікро ЕОМ через гнучкий шлейф виводить на рідкокристалічний модуль IND текучу інформацію про результат роботи та вимірювання.

З портів P2.0-P2.7 мікро ЕОМ керує роботою схем керування індуктивними датчиками BR1-BR4.

Схеми керування датчиками є ідентичними, тому розглянемо роботу лише однієї з них.

Схема керування індуктивним датчиком BR1 зібрана на резисторах R3, R4, R12, R16 і диференційного підсилювача DA1.

Керуючий код з портів мікро ЕОМ P2.0-P2.3 поступає на підсилювач DA1 і підсилений сигнал поступає на обмотку індуктивного датчика. Навантаженням схеми є резистор R12.

Напруга з резистора навантаження R1 поступає на вхід диференційного підсилювача зібраного на мікросхемі DA1 де підсилюється до заданого рівня. Напруга з виходу підсилювача поступає на вхід восьми розрядного АЦП.

З порта P1.3 мікро ЕОМ проводиться запуск АЦП, тоді напруга на вході АЦП перетворюється у двійковий код і на вхід порта P1.2 з АЦП подається сигнал готовності даних після чого мікро ЕОМ у порти P0.0-P0.7 і P1.0-P1.1 зчитує дані з виходу АЦП.

З портів P3.0 і P3.1 мікро ЕОМ через оптопари формує послідовний інтерфейс для обміну даними з персональним комп'ютером.

Через порти P1.5-P1.7 мікро ЕОМ запускає схеми керування виконавчими механізмами приладу.

Схеми керування складаються з трьох інверторів DD2 і трьох транзисторних ключів, що керують роботою проміжних реле P1-P3, які в свою чергу вмикають виконавчі механізми: пневоциліндри.

#### 4.4 Розрахунок параметрів схеми

Проведемо розрахунок елементів схеми.

Підберемо транзистори:

Для ключів вмикання реле транзистори VT2-VT4 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{kmax} > I_n, U_{kmax} > U_{ж}; \quad (4.1)$$

де  $I_n$  – струм, що споживає обмотка реле;

$U_{ж}$  - напруга живлення,  $U_{ж.} = 15$  В.

У нашому випадку реле комутують струм силою 0.5 А і напругу 220 В. З довідника вибираємо реле типу РЭС-46 паспорт РС4.569.351 зі струмом спрацювання 30 мА.

Отже вибираємо транзистори VT2-VT4 типу КТ815В з такими параметрами:

$$U_{kmax} = 30 \text{ В}, I_{kmax} = 0,2 \text{ А}, h_{21Э} \geq 200.$$

Знайдемо опори резисторів баз транзисторів, що комутують обмотки проміжних реле К1-К3. Для повного насичення транзистора струм бази повинен становити:

$$I_{б} > I_{бнас} = \frac{I_K}{h_{21Э}}; \quad (4.2)$$

де  $I_{б}$  - струм бази, А;

$I_k$  - струм колектора,  $I_k=0.03$  А;

$h_{21Э}$ - коефіцієнт підсилення транзистора,  $h_{21Э}=200$ .

$$A I_{\bar{\sigma}} > I_{\bar{\sigma}\text{нас}} = \frac{0,03}{200} = 0,00015 \text{ А.} \quad (4.3)$$

Опір резистора знаходимо за формулою:

$$R_{\bar{\sigma}} = \frac{U_{\mathcal{J}} - 0.6}{I_{\bar{\sigma}}} \quad (4.4)$$

де  $U_{\mathcal{J}}$ - напруга живлення,  $U_{\mathcal{J}}=15$  В.

Підставивши числові значення отримаємо:

$$R_{\bar{\sigma}} = \frac{15 - 0.6}{0.00015} = 96000 \text{ Ом} \quad R_B = \frac{15 - 0.6}{0,00015} = 96 \text{ кОм.} \quad (4.5)$$

Вибираємо опори резисторів R23, R25 і R28 з ряду стандартних значень рівними 91 кОм.

Підберемо АЦП для нашої схеми виходячи з умови:

$$\varepsilon_{\text{АЦП}} \leq \varepsilon - \varepsilon_{\bar{\sigma}} - \varepsilon_{\text{оп}}; \quad (4.6)$$

де  $\varepsilon$  – загальна похибка вимірювання електричної схеми,  $\varepsilon=1\%$

$\varepsilon_{\bar{\sigma}}$  – похибка датчика,  $\varepsilon_{\bar{\sigma}}=0,25\%$

$\varepsilon_{\text{оп}}$  – похибка підсилювача,  $\varepsilon_{\text{оп}}=0,3\%$

$$\varepsilon_{\text{АЦП}} \leq 1 - 0.3 - 0.25 = 0.45\%; \quad (4.7)$$

Як бачимо, максимальна похибка АЦП повинна становити 0,45%.  
Мінімальну розрядність АЦП визначаємо за формулою:

$$N \geq \log_2 \frac{1}{\varepsilon_{\text{АЦП}}}; \quad (4.8)$$

де  $N$  - мінімальна розрядність АЦП.

$$N \geq \log_2 \frac{1}{0.0045} \geq 7.8; \quad (4.9)$$

Вибираємо з довідника 8-розрядний АЦП типу К1113ПВ1 з такими параметрами:

- розрядність—8;
- похибка квантування,  $\varepsilon_{\text{кв}}=0,1\%$  (1 м.р.);
- інтегральна похибка,  $\varepsilon_i=0,2\%$  (2 м.р.);
- диференціальна похибка,  $\varepsilon_d=0,075\%$  (3/4 м.р.);

Похибка від впливу напруги зміщення (для зменшення даної похибки введемо схемну і програмну корекцію напруги зміщення, що забезпечить зменшення останньої до рівня похибки квантування),  $\varepsilon_{\text{зм}}=0,1\%$ .

$$t_{\text{перетв}}=30 \text{ мкс } U_{\text{ж}}=+5\pm 5\% \text{ (В)}; -15\pm 5\% \text{ (В)} \quad U_{\text{оп}}=10 \text{ (В)}.$$

Якщо прийняти, що розподіл значень даних похибок є рівномірним, то тоді значення похибки АЦП становить:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{\varepsilon_{\text{кв}}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_d^2 + \varepsilon_{\text{зм}}^2}{3}} = \sqrt{\frac{0.1^2 + 0.2^2 + 0.075^2 + 0.1^2}{3}} = 0.148\% ; (4.10)$$

Як бачимо, похибка вибраного АЦП не перевищує заданої і тому повністю задовольняє всі умови.

Знайдемо опір резистора зворотного зв'язку R12, R13, R14, R15 диференційного підсилювача на мікросхемі DA1, DA2, DA3, DA4 з формули:

$$K = \frac{R12}{R4}; \quad (4.11)$$

де k- коефіцієнт підсилення підсилювача, що визначається за формулою:

$$K = \frac{U_{вих}}{U_{вх}}; \quad (4.12)$$

де  $U_{вих}$  - напруга на виході підсилювача,  $U_{вих}=10$  В (для мікросхеми АЦП 1113ПВ1 згідно її паспортних даних діапазон зміни вхідної напруги становить 0...10 В);

$U_{вх}$  - напруга на вході підсилювача.

Отже тепер маємо вихідну формулу для знаходження значення резистора R12 підсилювача DA1:

$$R12 = \frac{U_{вих}}{U_{вх}} \cdot R4. \quad (4.13)$$

Підставляючи числові значення, отримаємо:

$$R12 = \frac{10}{0,2} \cdot 1000 = 50000 \text{ Ом}. \quad (4.14)$$

Отже, приймаємо значення R12 з ряду стандартних значень рівним 51 кОм. Значення резисторів:

$$R12=R13 =R14=R15=51 \text{ кОм}, R4=R6 =R8=R10=1 \text{ кОм}.$$

В зв'язку з тим, що параметри датчика змінюються в часі (пливуть), для зменшення похибки вимірювання та для більш точної настройки підсилювача послідовно з резисторами в коло поставимо підстроєні резистори R3, R5, R7, R9 з опором 1,5 кОм.

В даний час дуже часто в якості засобу відображення інформації використовують рідкокристалічні індикатори (РКІ), які в порівнянні з індикаторами інших типів мають ряд переваг:

- низьке споживання електроенергії;
- пасивне джерело світла, нешкідливе для зору;
- простота керування;
- більш широкі функціональні можливості.

Одним із пріоритетних напрямків в даній галузі є використання індикаторних модулів на основі РКІ.

Модуль рідкокристалічного індикатора представляє собою збірний модуль в склад якого входить рідкокристалічний індикатор і плата керування індикатором (ПКРКІ).

ПКРКІ законтрактована зі знаковим РКІ посередництвом токопровідної гуми через вихідні ламелі, розміщені по периметру ПКРКІ. На ПКРКІ через багатовиводний гнучкий шлейф подається інформація, керуючі сигнали та напруга живлення модуля.

#### 4.5 Електронна принципова схема

ОМЕОМ (мікро контролер) – це мікросхема, що містить в своєму складі мікропроцесор з фіксованою розрядністю і системою команд, а також рядом допоміжних пристроїв, що забезпечують його функціонування в різних системах: пам'ять даних (ОЗГІ), пам'ять програм, таймер, генератор тактів, пристрої вводу/виводу, характерні функціональною закінченістю.

Типова архітектура ЕОМ: фон Неймана (спільна пам'ять програм і даних, спільний адресний простір, в тому числі і регістрів).

Типова архітектура ОМЕОМ: Гарвардська (окремі блоки програмної пам'яті та ОЗП, пам'ять програм значно більша за ОЗП, звертання до ОЗП в два рази частіше ніж до пам'яті програм).

Переваги: зменшення адресного простору ОЗП приводить до зменшення довжини команд.

Відмінність ОМЕОМ від мікропроцесора: на кристалі крім АЛП, лічильника, регістрів керування є ще ПЗУ, ОЗП, порти, таймери і ін. — тобто повний набір блоків, що забезпечують роботу ОМЕОМ, як завершеного пристрою керування. Така архітектура приводить до зменшення габаритів АСОВІ.

Застосування: ОМЕОМ програмується на вирішення конкретних задач, вбудовування в основну систему і забезпечують керування системою (офісна техніка, ксерокси, лазерні принтери, модеми, факси, відео магнітоли, автокомпютери бортові, промислові автоматики в тому числі вимірювальні пристрої).

#### 4.6 Опис роботи принципової схеми

ОМЕОМ, принципова схема складається із таких основних функціональних вузлів: блоку керування, арифметико-логічного пристрою (АЛП), блоку таймерів/лічильників, послідовного інтерфейсу і переривань, програмного лічильника, пам'яті даних і пам'яті програм.

Для тактування роботи ОМЕОМ застосовується генератор. Один машинний цикл, який задається блоком синхронізації і керування, складається із дванадцяти тактів частоти генератора. Всі команди ОМЕОМ виконуються за один, два або три машинних цикли.

Двосторонній обмін інформацією між функціональними блоками виконується за допомогою внутрішньої 8 – розрядної магістралі даних.

Пам'ять програм (EPROM) призначена для збереження кодів інструкцій ОМЕОМ. Кожна інструкція має свій унікальний двійковий код.

Лічильник команд (РС) вказує на адресу інструкції, яка вибирається із пам'яті програм,

Пам'ять даних (ОЗП або ОЗУ) призначена для тимчасового зберігання інформації. Вона складається із восьми бітних регістрів, які можна умовно поділити на такі частини: регістри загального, спеціального призначення, робочі регістри. Крім того існує область пам'яті даних в межах якої можна звертатись до окремих бітів.

Регістри ОЗП часто використовуються як операнди інструкцій ОМЕОМ, При виконанні багатьох операцій використовується арифметико-логічний пристрій (АЛТ). Для зберігання інформації про стан виконуваної програми використовується регістр PSW,

Вихідні дані можуть браться із коду операції, із акумулятора, регістрів пам'яті даних, регістрів спеціальних функцій,

Результати виконання інструкції можуть зберігатись в акумуляторі, регістрах пам'яті даних, регістрах спеціальних функцій.

ОМНОМ може працювати із різною периферією. Для цього призначенні чотири восьми розрядні порти.

До кожного з них можна звертатись, як побітно, так і до всіх восьми ліній одночасно. Порт P3, крім того, має альтернативні функції вводу/виводу.

Він дає можливість працювати з каналом послідовного інтерфейсу, використовуючи зовнішні переривання на сигнали для керування внутрішнім таймером.

ОМЕОМ має два таймери/лічильники, систему переривань, можливість роботи з зовнішньою і внутрішньою пам'яттю даних і програм.

Принципова електронна схема приладу для вимірювання внутрішнього діаметру складається з таких елементів:

- Чотирьох індуктивних датчиків руху;
- Двох вимірювальних головок;
- Комутатора (K590KN6);
- АЦП (K1113PW1);



- Мікро контролера (1816WE51);
- Тактового генератора;
- Електронного табло;
- Чотирьох крокових електродвигунів;
- Пневмо і гідро електро-вмикачі;

Вимірювання проводиться наступним чином. За допомогою електричного сигналу, що подається з МК спрацьовує пневмо-елктро вмикач, який включає пневматичний пристрій, що подає деталь на вимірювальну позицію.

Кроковий електродвигун, який забезпечує рух в вертикальному напрямку, піднімає столик з деталлю, так щоб вимірювальні головки розмістилися в середині деталі, це відбувається за допомогою індуктивного датчика руху який подає електричний сигнал через підсилювач і комутатор на МК, а потім на МК, який подає сигнал через порт про зупинку електродвигуну.

Електродвигун який забезпечує переміщення в поперечному напрямку рухає столик до контакту деталі з вимірювальною головкою, яка подає сигнал на підсилювач і комутатор на МК, а потім на МК, який подає сигнал про зупинку електродвигуну, потім МК подає через порт сигнал електродвигуну, щоб забезпечити рух столика з деталлю и протилежному напрямку, до контакту з протилежною стінкою деталі.

Відстань між двома контактами вимірювальної головки міряється індуктивним датчиком руху і заноситься в пам'ять даних, за допомогою МК ця відстань ділиться по половині і МК подає сигнал двигуну про рух столика на цю відстань (це буде вісь деталі).

За допомогою електродвигунів які забезпечують почергове переміщення в повздовжньому напрямку відбувається рух столика і вимірювальної головки до контакту деталі з вимірювальними головками, що подають сигнал на підсилювач і комутатор на МК, а потім на МК, який подає сигнал про зупинку електродвигунів, відстань, що пройшли вимірювальні головки заноситься в пам'ять даних.

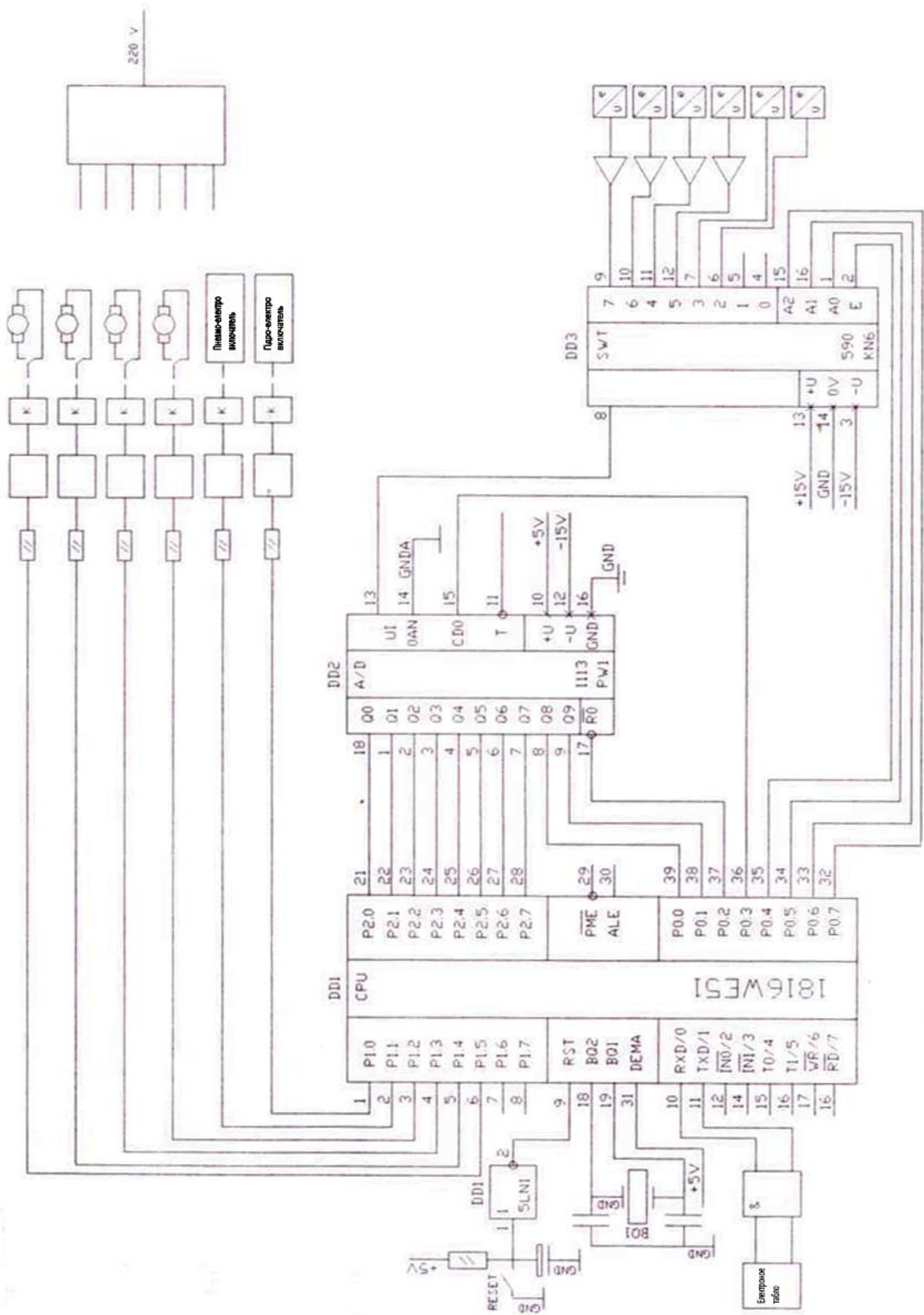


Рисунок 4.3 – Функціональна електронна схема приладу для вимірювання внутрішніх діаметрів.

Потім МК за допомогою логічних операцій рахує дійсний діаметр деталі (порівнює його з допустимим) і передає результат на акумулятор, звідки інформація передається на порт, дешифратор і електронне табло яке відображає діаметр в десятковому вигляді.

Після цього МК подає сигнал і кроковий електродвигун для вертикальних переміщень опускає столик, пневмо-пристрій подає наступну деталь яка виштовхує помірну деталь з вимірювальної позиції.

Якщо вимірний діаметр не відповідає допустимому, то тоді МК посилає сигнал на гідро електро-вмикач, який включає гідро пристрій, що відкриває заслінку і деталь падає до бракованих деталей, в іншому випадку деталь попадає до добрих деталей.

При налаштуванні приладу певний діаметр користуються вертикальними кінцевими мірами при цьому величина діаметра заноситься в пам'ять даних. Для забезпечення входження вимірювальних головок в деталь необхідно звести вимірювальні головки на чотири міліметри, ця величина занесена в пам'ять програм і враховується при обрахунку діаметра в МК.

РСІ плата живиться напругою +5В, +15В, двигуни, пневмо і гідро циліндри живляться напругою 220В.

#### 4.7 Опис роботи програми

Коротко нагадаємо про мікро ЕОМ, що керує роботою системи і для якої написана програма. Це восьми розрядна високопродуктивна одно кристальна мікро ЕОМ (ОМЕОМ) КМ1816ВЕ751, що виконана по високоякісній n - МОП технології.

Дана ОМЕОМ має ППЗУ зін стиранням ультрафіолетовим випромінюванням і зручна на етапі розробки системи при відладці програми, а також при виробництві невеликими партіями або при створенні систем, що вимагають в процесі експлуатації періодичної підстройки.

За рахунок використання зовнішніх мікросхем пам'яті загальний об'єм пам'яті програм може бути розширений до 64 Кбайт.

Також ОМЕОМ має всі вузли, необхідні для автономної роботи:

- центральний восьми розрядний процесор;
- пам'ять програм об'ємом 4096 байт;
- пам'ять даних об'ємом 128 байт;
- чотири восьми розрядних програмованих каналу вводу-виводу;
- два 16-бітових багато режимних таймера/лічильника;
- систему переривань з п'ятьма векторами і двома рівнями;
- послідовний інтерфейс;
- тактовий генератор.

Система команд ОМЕОМ містить 113 базових команд з форматом 1, 2 або 3 байта.

## 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

### 5.1 Охорона праці

#### 5.1.1 Заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт

На ділянках, де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт і знаходження сторонніх осіб.

Не допускається підняття збірних залізобетонних конструкцій, які не мають монтажних петель чи міток, які забезпечують правильне стропування і монтаж. Елементи монтуємих конструкцій під час переміщення утримуються від розкачування і обертання гнучкими відтяжками.

Не допускається перебування людей на елементах конструкцій і обладнання під час їх підймання чи переміщення, а також не допускається знаходження людей під монтажними елементами конструкцій і обладнання до встановлення їх у проектний стан і закріплення.

При переміщенні конструкцій чи обладнання відстань між ними і виступаючими частинами змонтованих конструкцій і обладнання має бути: по горизонталі – 1 м, по вертикалі – 0,5 м.

При виконанні монтажних робіт із застосуванням крану КС-8362 дачу команди машиністу про переміщення вантажу дає спеціально призначений працівник.

Усі конструкції опускаються над місцем їх встановлення не більше ніж на 30 см вище їх проектного положення, після чого монтажники виконують їх встановлення у необхідне положення.

При експлуатації вантажопідйомного крану перевіряється стан канатів та їх кріплення.

### 5.1.2 Санітарно-гігієнічне та побутове обслуговування робітників

Санітарно-гігієнічне та побутове обслуговування робітників на будівельному майданчику розробляється із використанням „Вказівок по проектуванню побутових приміщень, пунктів харчування та здравпунктів будівельно-монтажних організацій”.

Будівельні майданчики із кількістю працюючих у найбільш чисельні зміни менше ніж 25 чоловік мають бути обладнані: гардеробними, умивальниками, кімнатою для обігріву, для приймання їжі, туалетом і душовими. Забезпечення іншими видами побутових приміщень вирішується у кожному окремому випадку в залежності від умов праці.

Санітарно-побутові приміщення мають бути віддалені від завантажувальних пристроїв, бункерів, бетонно-розчинних вузлів, сортувальних та інших об'єктів, які виділяють пил, шкідливі пари та гази на відстань не менше 50 м і розташовані по відношенню до них з навітряного боку вітрів, які переважають у цьому районі. Їх рекомендується розташовувати на ділянках, які не підтоплюються, поблизу входів на будівельний майданчик з максимальним наближенням до основних шляхів руху працюючих. Підходи до них не повинні проходити через небезпечні зони.

### 5.1.3 Розрахунок штучного освітлення

Раціональне освітлення виробничих ділянок є одним з найважливіших факторів попередження травматизму і професійних захворювань. Правильно організоване освітлення створює сприятливі умови праці, підвищує працездатність і продуктивність праці.

Так як спроектована система може використовуватись на будь-якому підприємстві, то візьмемо розміри приміщення, які зустрічаються в більшості випадків: довжина 6м, ширина 3м, висота 3м.

Розрахунок освітленості виконаємо методом коефіцієнта використання. Цей метод використовується для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь виробничих приміщень при відсутності затемнень.

Розрахунок освітлення методом коефіцієнта використання виконується по формулі:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta} \quad (5.1)$$

де:  $\Phi$  - необхідний світловий потік ламп у кожному світильнику, лм;

$E$  - нормативна мінімальна освітленість, лк, визначається з довідників;

$k$  - коефіцієнт запасу, вибирається з довідників;

$S$  - освітлювана площа,  $m^2$ ;

$z$  - коефіцієнт мінімальної освітленості, величина якого знаходиться в межах

від 1.1 до 1.5;

$N$  - число світильників у приміщенні;

$\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку.

Приймаємо:

$$E=300\text{лк}; k=1.3; z=1.1$$

Для освітлення приміщення застосовуємо газорозрядні лампи.

Освітлювана площа приміщення визначається по формулі:

$$S = A \cdot B \quad (5.2)$$

де:  $S$  - освітлювана площа,  $m^2$ ;

$A$  - довжина приміщення, м;

$B$  - ширина приміщення, м..

$$S = 6 * 3 = 18 \text{ м}^2$$

Розміщення світильників у приміщенні при системі загального висвітлення залежить від розрахованої висоти їхнього підвісу  $h$ , що звичайно задається розмірами приміщень. Найбільш вигідне співвідношення відстані між світильниками до розрахункової висоти підвісу :

$$\lambda = \frac{L}{h} \quad (5.3)$$

приймається з довідників у залежності від типової кривої сили світла світильника. Для люмінесцентних ламп при косинусоїдальній типовій кривій вибираємо  $\lambda = 1.4$ .

Знаходимо розрахункову висоту підвісу по наступній формулі:

$$h = H - h_{зс} - h_{рп} \quad (5.4)$$

де:  $H$  - висота приміщення, м;

$h_{зс}$  - висота звису світильника (від перекриття), м;

$h_{рп}$  - висота робочої поверхні над підлогою, м.

Приймаємо:

$$H = 3 \text{ м}, h_{зс} = 0.7 \text{ м}, h_{рп} = 0.8 \text{ м}.$$

$$h = 3 - 0,7 - 0,8 = 1,5 \text{ м}$$



Відстань між світильниками визначаємо з формули :

$$L = l h \quad (5.5)$$

$$L = 1,4 * 1,5 = 2,1 \text{ м}$$

Визначаємо кількість світильників для установки в приміщенні:

$$N = \frac{S}{L^2} \quad (5.6)$$

$$N = \frac{18}{2 \cdot 1} = 4,08 \approx 4$$

Для визначення коефіцієнта використання  $\tau$  знаходимо індекс приміщення Я:

$$\tau = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (5.7)$$

де:  $A$  і  $B$  - відповідно довжина і ширина приміщення, м;

$h$  - розрахункова висота підвісу, м..

$$\tau = \frac{6 \cdot 3}{1,5 \cdot (6 + 3)} = 1,33$$

Отримане значення  $\tau$  і округляємо до найближчого табличного значення і приймаємо  $\tau = 7,5$ .

По довіднику оцінюємо коефіцієнти відображення поверхонь приміщення:

стелі -  $r_c$ , стін -  $r_{ст}$ , робочої поверхні -  $r_{рп}$ .

Приймаємо:

$$P_c=70\%, P_{ст}=50\%, r_{рп}=30\%.$$

За отриманим значенням  $\rho$  по довіднику визначаємо величину коефіцієнта використання світлового потоку для обраного світильника.

Вибираємо світильник типу ПВЛМ - Д, для якого  $z=73\%$ .

По формулі визначаємо необхідний світловий потік ламп у кожному світильнику:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 18 \cdot 1.3 \cdot 1.1}{4 \cdot 0.73} = 2645 \text{ лм}$$

По довіднику вибираємо необхідну лампу. Тип обраної лампи ЛХБЦ40-4. У світильнику будуть установлені дві таких лампи. Короткі технічні дані лампи ЛХБЦ40-4:

- потужність - 40 Вт;
- напруга - 103 В;
- світловий потік після 100 годин включення - 2000 лм.

Розрахована кількість світильників 4, відстань між ними 2.1м. Отже встановлюємо світильники симетрично в ряд.

## 5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

### 5.2.1 Організація безпеки в надзвичайних ситуаціях при автоматизації технологічного процесу

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

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

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

Територія країни має густу мережу транспорту різних видів, а саме: залізничну загальною довжиною 22.6 тис. км, автодорожню – 172.3 тис. км (з них 162.7 тис. км із твердим покриттям), трубопроводну (магістральні газо-, нафто- і продуктопроводи) - 42.4. тис.км. Дуже розвита також морські, річкові і повітряні транспортні мережі.

В умовах економічної кризи, відсутності засобів дуже повільно і несвоєчасно здійснюється чи відновлення заміна застарілих основних виробничих фондів, рівень зносу устаткування яких наближається до критичного.

Усе це збільшує імовірність виникнення техногенних небезпек.

Техногенні небезпеки виявляються при аваріях, катастрофах на потенційно небезпечних виробництвах, до яких відносяться радіаційно-,

хімічно-, вогне-, пожежно-, гідрологічно небезпечні об'єкти (РОО, ХОО, ВПОО і ГЛОО відповідно).

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

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

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

Стан енергетики і промисловості і транспорту на нинішньому етапі не гарантує повної радіаційної і хімічної безпеки. Експлуатація об'єктів з ядерними і хімічно небезпечними компонентами супроводжуються аваріями, витоком радіоактивних і високотоксичних речовин, що наносить значний політичний, економічний, екологічний і психологічний збиток.

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

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

З метою захисту л/с, збереження боєздатності частин (підрозділів) ЦО і створення їм необхідних умов для виконання поставлених задач в обстановці РХБ зараження організується і здійснюється спеціальна обробка військ, а

також дегазація, дезактивація, дезінфекція ділянок місцевості, доріг і споруджень.

Ці задачі покладаються на підрозділи хімічного захисту військ ЦО.

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

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

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

### 5.2.2 Створення цивільного захисту на ОГД

Організація цивільної оборони на об'єктах господарювання (ОГ) покладається головним чином на начальника цивільного захисту та його помічників.

Мета створення цивільного захисту на ОГ полягає в проведенні попереджувальних заходів виникнення НС і впровадження заходів на зменшення збитків і втрат у випадках аварій, розробка інженерно-технічних заходів.

До складу керівництва ЦО об'єкта входять: начальник ЦО (НЦО), заступники: по евакуації, якому підпорядкована евакокомісія; по заміській

зоні; по технічній частині, якому підпорядковується комісія з підвищення сталості роботи підприємства; начальник штабу, який є першим заступником НЦО підприємства.

Штаб ЦО здійснює заходи щодо захисту робітників, службовців і населення підвідомчих робітничих мікрорайонів і селищ при стихійних лихах, виробничих аваріях і катастрофах, а також від сучасних засобів ураження. Організовує і забезпечує безупинне управління ЦО. Розробляє плани ЦО об'єкта на мирний і воєнний час, періодично коректує й організовує їх виконання. Організовує і контролює навчання робітників та службовців з Цивільної оборони і підготовку формувань ЦО об'єкта.

Особливо важливими документами, які повинні бути розроблені головним інженером та підписані начальником ОГ є: перспективний план захисту об'єкту, план евакуації працівників, план забезпечення фінансування евакуаційних та рятувальних робіт, технічна документація ОГ щодо правил експлуатації, висновки комісії щодо стійкості ОГ.

Об'єкт господарської діяльності — це підприємства (державні і приватні), установи і організації, навчальні заклади та інші. На всіх об'єктах Цивільна оборона організовується з метою завчасної підготовки їх до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи об'єктів та своєчасного проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РІНР).

Відповідальність за організацію та стан Цивільної оборони, за постійну готовність її сил і засобів до проведення РІНР несе начальник цивільної оборони (НЦО) об'єкта - керівник підприємства, установи та організації.

На об'єктах господарської діяльності задіяні досить багато людей та використовується величезна кількість різноманітного обладнання, тому питання організації цивільної оборони на таких об'єктах є досить важливим моментом в загальному обсязі питань цивільної оборони.

Попередження виникнення надзвичайних ситуацій техногенного походження і впровадження заходів для зменшення збитків і втрат у випадку аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж і стихійного лиха.

З метою виконання завдання:

- вчасно розробляються і проводяться інженерно-технічні заходи щодо зменшення ризику виникнення надзвичайних ситуацій і захисту населення від впливу їх наслідків;
- готується науково-обґрунтований прогноз наслідків можливих надзвичайних ситуацій;
- здійснюється безупинне спостереження за станом потенційно-небезпечних об'єктів і навколишнього середовища;
- підтримуються в готовності до негайного використання засоби
- оповіщення й інформаційного забезпечення населення, створюються локальні системи виявлення місць зараження і локальні системи оповіщення;
- створюються спеціалізовані формування і здійснюється їх підготовка до дій за призначенням;
- здійснюється забезпечення працівників підприємств, установ, організацій індивідуальними засобами захисту, а також ведеться будівництво захисних споруд відповідно до норм і правил інженерно-технічних заходів Цивільної оборони.

Оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний час та постійне інформування його про обстановку, що складається.

З метою виконання завдання в усіх ланках міських і позаміських пунктів управління на основі автоматизованих систем централізованого оповіщення, ліній зв'язку і радіомовлення, а також спеціальних засобів, створюється система оповіщення й інформаційного забезпечення. Це комплекс організаційно-технічних засобів для передачі відповідних сигналів і

розпоряджень органам державної виконавчої влади адміністраціям підприємств, установ і організацій, силам Цивільної оборони і населенню.

Автоматизована система оповіщення й інформаційного забезпечення створюється на базі загальнодержавної мережі зв'язку і радіомовлення, підрозділяється на державну і регіональну. Система повинна забезпечити циркулярне оповіщення посадових осіб з використанням для цього міської телефонної мережі, засобів радіомовлення і телебачення. Система оповіщення й інформаційного забезпечення використовується централізовано.

Захист населення від наслідків аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж і застосування засобів ураження.

З метою виконання завдання здійснюється комплекс заходів щодо забезпечення укриття населення в захисних спорудах, його евакуацію, медичний, радіаційний і хімічний захист, а також захист від впливу біологічних засобів ураження.

Організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха й у воєнний час.

Завдання передбачає заходи, здійснювані центральними і місцевими органами державної виконавчої влади, виконками місцевих рад народних депутатів, штабами Цивільної оборони, адміністрацією підприємств, установ і організацій завчасно, а також у випадку надзвичайної ситуації з метою створення умов для виживання населення, що може опинитися (опинилося) у вогнищах ураження.

Заходами життєзабезпечення населення, спрямованими на задоволення мінімуму життєвих потреб громадян, які потерпіли (можуть потерпіти) від наслідків надзвичайних ситуацій, надання їм побутових послуг і реалізації соціальних гарантій на період проведення рятувальних та інших невідкладних робіт є:

- тимчасове розселення громадян у безпечних районах;
- організація харчування в районах лих і тимчасового розселення,



- організація забезпечення потерпілого населення одягом, взуттям і товарами першої необхідності;
- організація надання фінансової допомоги потерпілим;
- забезпечення медичного обслуговування і санітарно-епідеміологічного нагляду в районах тимчасового розселення.

Організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лих і місцях ураження.

Це завдання полягає у виконанні заходів, передбачених чинним законодавством з питань ліквідації наслідків стихійних лих, аварій і катастроф, епідемій, епізоотії, що загрожують життю і здоров'ю населення, а також у випадках:

- розвідування вогнищ ураження і визначення їх меж;
- проведення робіт, пов'язаних з пошуком і порятунком людей;
- надання допомоги потерпілим;
- евакуація населення з небезпечних районів;
- карантинно-обсерваційних заходів;
- ізоляції вогнищ ураження;
- забезпечення суспільного порядку в районах лих і у вогнищах ураження;
- здійснення заходів життєзабезпечення населення;
- соціально-психологічної реабілітації населення;
- здійснення санітарно-гігієнічних і протиепідеміологічних заходів.

Створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення і зв'язку, спостереження і контролю за радіоактивним, хімічним і бактеріологічним зараженням, підтримка їх готовності для стійкого функціонування в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

Організатором діяльності цих систем є постійно діючі органи управління зі справ Цивільної оборони, у тому числі створені в складі підприємств, установ та організацій силами і службами Цивільної оборони.

Підготовка і перепідготовка керівного складу Цивільної оборони її органів керування і сил, навчання населення умінню застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

Контроль за виконанням вимог Цивільної оборони, станом готовності сил і засобів Цивільної оборони, проведенням РІНР у випадку виникнення надзвичайних ситуацій здійснює центральний орган виконавчої влади з питань надзвичайних ситуацій і справ захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи.

### 5.2.3 Галузеві системи управління охороною праці. Мета та принципи функціонування

Регіональна система управління охороною праці (РСУОП) в області (районі, місті, районі у місті, селищі, селі) - це комплекс органів управління адміністративно-територіальною одиницею, який на підставі чинних нормативно-правових актів здійснює цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо виконання встановлених завдань роботи з охорони праці з метою забезпечення здоров'я і працездатності працівників підприємств, установ і організацій на підпорядкованій території.

Обласна РСУОП є підсистемою єдиної державної системи управління охороною праці. Вона включає місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад, Фонд соціального страхування від нещасних випадків, органи Держнаглядохоронпраці, інші державні наглядові інспекції, профспілки, асоціації спеціалістів охорони праці, підприємства, установи й організації, які здійснюють управління процесом запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням, аваріям і пожежам на підприємствах, в установах, організаціях області.

На територіальному рівні РСУОП є цільовою підсистемою загальної системи управління адміністративно-територіальною одиницею (областю, районом, містом, районом у місті, селищем, селом).

Ця система повинна в процесі функціонування забезпечувати підготовку, прийняття і реалізацію рішень щодо здійснення правових, організаційних, соціально-економічних, науково-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Метою функціонування РСУОП є охорона життя і здоров'я працівників, забезпечення належних здорових і безпечних умов праці на підприємствах, в установах і організаціях (далі - підприємствах) області, району, міста та ін. (далі - області), незалежно від форм власності та видів виробничої діяльності, відповідно до державної і регіональної політики з охорони праці.

Основними принципами функціонування РСУОП є:

- здійснення державної політики: забезпечення пріоритету життя і здоров'я працівників підприємств області; повної відповідальності перших керівників за створення безпечних умов праці, запобігання травматизму, профзахворюванням, аваріям і пожежам; гарантії прав громадян на охорону праці шляхом об'єднання розрізаних заходів з охорони праці в єдину систему цілеспрямованих дій;

- забезпечення нерозривного зв'язку процесу виробничої та іншої діяльності із засобами та заходами щодо поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

- додержання виконавчої дисципліни всіма представниками державної влади, трудової та технологічної дисципліни працівниками підприємств;

- координація діяльності всіх суб'єктів управління з метою виконання заходів щодо створення здорових і безпечних умов праці;

- економічна зацікавленість власників та працюючих у підвищенні безпеки та поліпшенні умов праці.

Об'єктом управління охороною праці в області є діяльність роботодавців, керівників підприємств, їх працівників, контролюючих і наглядових органів, органів соціального страхування, місцевої державної адміністрації, органів самоврядування рад щодо забезпечення на

підприємствах вимог нормативно-правових актів з охорони праці, виявлення ризиків і запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням, аваріям і пожежам.

Управління охороною праці на регіональному рівні здійснюють (ст. 41 Закону України "Про охорону праці"):

- в області - обласна державна адміністрація;
- в районах - районні державні адміністрації;
- в містах, селищах та селах -- виконавчі органи (комітети) відповідних рад.

Управління охороною праці на підприємстві здійснює власник (роботодавець), який залучає до цієї діяльності весь трудовий колектив.

Відповідальними керівниками органів управління охороною праці є:

- на рівні області - голова обласної державної адміністрації;
- на рівні району - голова районної державної адміністрації;
- на рівні села, селища, міста - голова відповідного виконавчого комітету рад;
- на рівні підприємства - власник (роботодавець).

Основні функції управління охороною праці. Управління процесом вирішення завдань роботи з охорони праці посадовими особами здійснюється шляхом послідовного виконання основних функцій управління:

- прогнозування і планування робіт з охорони праці;
- організації функціонування РСУОП;
- мотивації та оперативного керівництва роботою з охорони праці;
- контролю, обліку, аналізу функціонування РСУОП.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У кваліфікаційній роботі магістра була розроблена приладова інформаційно-вимірювальна система для детальної класифікації внутрішнього діаметра отвору, що відноситься до галузі машинобудування.

При використанні функції лінійного калібрування точність вимірювання зміщення індуктивного датчика підтримується в допустимому діапазоні тільки в певному діапазоні.

У разі зміщення, коли рухомий сердечник потрапляє в нерівномірне магнітне поле на краю котушки, залежність індуктивності від його зміщення явно нелінійна.

Таким чином, зі збільшенням параметра  $l_c$  індуктивність котушки перетворювача зменшується, чутливість зменшується, а діапазон лінійних характеристик функції  $L = f(l)$ , придатної для вимірювання, збільшується.

Використання мікрокомп'ютера в цій системі спростить її схемотехніку, а за допомогою програмного забезпечення і послідовного порту сполучення з персональним комп'ютером (наприклад, IBM PC) можна значно розширити функціональні можливості пристрою.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Справочник по производственному контролю в машиностроении, Под ред. А. К. Кутая - М.: Машиностроения, 1974. – 676 с.
2. Измерения в промышленности. Под ред. П. Профоса, том 1,- М.: Металлургия, 1990. – 492 с.
3. В. И. Анурев, Справочник конструктора - машиностроителя, том 1.– М.: Машиностроения 1979. – 728 с.
4. Гузенков П. Г., Детали машин, - М.: Высшая школа 1975. – 464 с.
5. Горошкин А. К., Приспособления для металлорежущих станков.
6. Справочник М.; Машиностроения 1979.- 303 с.
7. Марков Н.Н., Ганевський Г. М. Конструкция, расчет и эксплуатация измерительных инструментов и приборов,- М.: Машиностроения, 8. 1981.– 486 с.
9. Справочник технолога — машиностроителя, Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, том 1,- М.; Машиностроения, 1972.- 693 с.
- 10.Справочник технолога — машиностроителя, Под ред. А. Н. Малов, том 2.- М.: Машиностроения, 1973.- 563 с.
- 11.Однокристалльні мікро ЕОМ, Боборикін А. В., Липовецький Г.П., Литвинський Г. В.,- М.,МІКАП, 1994 р.- 400 с.
- 12.Сташин В. В., Гусов А. В., Мологонцев О. Ф., Проектирование цифровых устройств на одно кристалльных МК, - М., Энергоатом издат., 1990 р.- 224 с.
- 13.Мікропроцесори і мікропроцесорні комплекти інтегральних мікросхем, Справочник в 2-х томах, под ред. В. А. Шапкова, - М.: Радіосвязь, 1988 р.– 360 с.
- 14.Сорочкин Б. М. Автоматизация измерений и контроля размеров деталей. - Л.: Машиностроение, 1990.- 365 с.
- 15.Таланчук П. М., Руценко В. Т. Основы теории и проектирования измерительных приборов. — К.: Вища школа, 1989 – 454 с.

16. Микроэлектродвигатели приборных устройств / Под. ред. А. П. Савула, В.О. Герахов -М.: Высшая школа. 1987. 236 с.
17. Терещук М. Р. Полупроводниковые приёмно-усилительные устройства.- К.: Наукова думка. 1989. 802 с.
- 18.16 Готра З. Ю., Матвиив В. И., Паскур П. П. Справочник регулировщика радиоэлектронной аппаратуры.-Львов: Каменяр, 1987. 184 с.
- 19.17 Боборыкин А. В., Липовецкий Г. П., Литвинский Г. В. Однокристалльные микроЭВМ.-М.:МИКАП, 1994. 400 с.
- 20.18 Жарковский Б. И., Приборы автоматического контроля и регулирования - М.: Высшая школа, 1989. 336 с.
21. Шило В. Л., Популярные цифровые микросхемы: Справочник.- Челябинск: Металлургия, 1989. 352 с.
22. Альбом типових схем вводу і обробки інформації в ПЕОМ і мікро контролери.
23. “Радиоаматор”, 2000, №4, с.40.
24. “Радиолобитель”, 1996, №10, с.40.

## ДОДАТКИ



	Найменування		Примітка
	<u>Документація</u>		
	Складальне креслення		A1,A2
	<u>Складальні одиниці</u>		
1	Заслінка	1	
2	Кронштейн	1	
3	Стійка	1	
4	Лоток	1	
5	Магазин	1	
6	Ніжки	2	
7	Кронштейн	1	
	<u>Деталі</u>		
10	Корпус	2	
11	Опора	1	
12	Втулка	1	
13	Рейка	1	
14	Шестерня	1	
15	Ніжка	2	
16	Шток	1	
17	Кришка	1	
18	Ущільнення	1	
19	Ущільнення	4	
20	Гільза	1	
21	Ущільнення	1	
22	Поршень	1	
23	Ущільнення	2	

24	Прокладка	2	
25	Кришка	1	
26	Штуцер	2	
27	Лоток	1	
28	Упор	6	
29	Шиборо	1	
30	Кришка	1	
31	Ніжка	2	
32	Кришка	1	
33	Прокладка	2	
34	Ущільнення	2	
35	Штуцер	2	
36	Ущільнення	1	
37	Поршень	1	
38	Ущільнення	1	
39	Шток	2	
40	Гільза	1	
41	Ущільнення	2	
42	Планка напрямна	1	
43	Планка напрямна	1	
	<u>Стандартні вироби</u>		
	Болти ГОСТ 7798-80		
46	M5x15.58	2	
47	M6x15.58	2	
48	Гвинти M3x5.58	1	
	ГОСТ 8878-80		
	Гвинти ГОСТ 17473-80		
49	M4x8.58	2	

50	М4х10.58	6	
51	М5х8.58	4	
52	М5х10.58	20	
	Гайки ГОСТ 5915-70		
54	М5.5	9	
55	М6.5	9	
	Шайбы ГОСТ 6402-70		
56	5.65Г	11	
57	6.65Г	11	
	Шпильки ГОСТ 22034-86		
58	М5-6g x 160.58	4	
59	М6-6g x 75.58	4	
60	Штифты 4m6 x 10		
	ГОСТ 3128-70	4	
62	Пробка М12х 1,25		
	ГОСТ 12202-86	6	
64	Пружина №213		
	ГОСТ 13766-78	6	

Позн.	Назва	К-ть	Примітки
	<u>Діоди</u>		
VD1- VD9	КД522А	9	
VD10- VD13	КД208А	4	
BQ	Кварцовий резонатор РК-8	1	
K1-K3	Кнопка КН-1-2	3	
	<u>Конденсатори</u>		
C1,C2	К104-5, 30 пФ	2	
C3	К50-6, 1 мкФ×16В	1	
C4	К104-5, 0.1 мкФ	1	
	<u>Мікросхеми</u>		
DD1	К555ЛН1	1	
DD2	К555ТЛ2	1	
DD3	КМ1816ВЕ751	1	
DA1	КР140УД26А	1	
DA2	К1113ПВ1	1	
DA3- DA4	АОТ127	2	
	<u>Резистори</u>		
R1	С2-14-0.125 , 120 Ом ± 0.05%	1	
R2, R3	С2-14-0.125 , 10 кОм ± 0.05%	2	
R4, R5	С2-14-0.125 , 1 кОм ± 0.05%	2	
R6, R10	СП3-1, 1.5 кОм ± 5%	2	
R7, R9	С2-14-0.125 , 20 кОм ± 0.05%	2	
R8	СП3-1, 15 кОм ± 5%	1	

R11	МЛТ-0.25, 220 Ом $\pm$ 5%	1	
R12-R14	МЛТ-0.125, 1.5 кОм $\pm$ 5%	3	
R15	МЛТ-0.125, 8.2 кОм $\pm$ 5%	1	
R16,R18, R20	МЛТ-0.125, 18 кОм $\pm$ 5%	3	
R17,R19, R21	МЛТ-0.125, 1.5 кОм $\pm$ 5%	3	
R22-R23	МЛТ-0.25, 1 кОм $\pm$ 5%	2	
R24-R25	МЛТ-0.25, 43 кОм $\pm$ 5%	2	
R26	МЛТ-0.25, 1.2 кОм $\pm$ 5%	1	
R27	МЛТ-0.125, 2.7 кОм $\pm$ 5%	1	
R28	МЛТ-0.125, 270 Ом $\pm$ 5%	1	
	<u>Роз'єми</u>		
X1	РПН7-1	1	
X2	РПН 14-2	1	
X3	RS-232	1	
	<u>Реле</u>		
P1-P3	РЭС-91 РФО.452.100	3	
	<u>Транзистори</u>		
VT1	КТ361Г	1	
VT2	КТ315Б	1	
VT3- VT5	КТ815В	3	
IND	Дисплей НТ-1611	1	