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

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Приладів і контрольно-вимірювальних систем
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Інформаційно-вимірювальна система для контролю відхилення від паралельності і товщини пластини клапана

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РІмз
спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(шифр і назва спеціальності)

_____ Білостоцький Д.П
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Дубиняк Т.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Наконечний Ю.І
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Рецензент _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2020

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Приладів і контрольно-вимірювальних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПВ
_____ Паламар М.І.
(підпис) (прізвище та ініціали
« » 20___ р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(шифр і назва спеціальності)

студента Білостоцького Дмитра Петровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інформаційно-вимірювальна система для контролю відхилення від паралельності і товщини пластини клапана

Керівник роботи Дубиняк Тарас Степанович к.т.н., доц. каф. ПВ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «___» _____ 20___ року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

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		
	Визначення економічної ефективності		
	Науково-дослідна частина		
	Охорона праці		
	Безпека в надзвичайних ситуаціях		
	Загальні висновки до кваліфікаційної роботи		
	Графічний матеріал до кваліфікаційної роботи		

Студент _____ Білостоцький Д.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Дубиняк Т.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська дипломна робота на тему: Інформаційно-вимірювальна система для контролю відхилення від паралельності і товщини пластини клапана

Удосконалення нової системи автоматичного керування з впровадженням мікропроцесорних контролерів на установці приводить до збільшення продуктивності установки, зменшення енергетичних затрат на виробництво одиниці продукції, зниження простоїв обладнання та ремонтів по причині збоїв в управлінні процесом.

За допомогою функціональної схеми автоматизації здійснено регулювання основних технологічних параметрів процесу .

Розроблено схеми автоматизації, принципова електрична схема підключення. Розглянуті: технологічний контроль, автоматичне регулювання.

Зроблено вибір технічних засобів. Розглянуто питання монтажу і метрологічного забезпечення.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 1
ЗМІСТ 5
ВСТУП 7
1 Аналітична частина 8
1.1 Аналіз розглянутого питання і патентний пошук 8
1.2 Вибір об’єкту контролю 11
1.3 Поняття сумарних показників відхилення форми і розміщення поверхонь 12
1.4 Вплив відхилень форми і розміщення поверхонь на якість виробів 13
1.5 Методи вимірювання і контролю розмірів циліндричних зв`язків та степеня непаралельності торцевих поверхонь 14
2 Основна частина 17
2.1 Схема та принцип роботи приладу 17
2.2 Розрахунок та вибір пнемоциліндрів 18
2.3. Розрахунок основних параметрів пневмоциліндра 23
2.4 Вибір і коротка характеристика деяких вузлів, які необхідні для включення пневмоциліндра в пневмосітку 25
2.4.1 Редукційний пневмоклапан 25
2.4.2 Маслорозбризкувач типу В44 - 2 28
2.5 Метрологічне забезпечення основних вимірювальних каналів технологічних параметрів 29
2.5 Розранунок похибки приладу 32
3 Науково-дослідна частина 33
3.1 Побудова і дослідження градуювальної характеристики пневматичного вимірювального перетворювача 33
3.2 Лістинг програми 36

```
% пристрою при варіюванні тиску вхідного сопла
```

4 Спеціальна частина 38
4.1 Розробка структурно-функціональної схеми 38
4.2 Підрахунок мінімальної кількості виводів мікроконтролера 40
4.3 Вибір елементної бази 41
4.4 Будова контролера 42
4.5. Підбір давача лінійного переміщення 45
Таблиця 4.2 – Технічні характеристики RM5 46
4.6 Вибір схеми включення крокового двигуна 46
4.7 Схема включення пневмоклапана 48
Для даної схеми вибираємо біполярний транзистор VT1: MJD44H11 49
4.8 Вибір дисплея 50
Таблиця 4.4 – Опис сигналів інтерфейсу 53
4.9 Оцінка похибки вимірювання 54
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях 55
5.1 Охорона праці 55
5.1.**1** Заходи по захисту від ураження електричним струмом на 55
5.1.**2** Захист від виробничих шумів і вібрацій 57
5.2 Безпеки в надзвичайних ситуаціях 61
5.2.1 Безпека виробничої діяльності на підприємствах де використовуються надвисокі частоти 61
5.2.2 Шкідливість впливу електромагнітних полів та захист від них 63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ 65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 66
ДОДАТКИ 68

ВСТУП

У виробничому технологічному процесі узгоджувальне і неперервне поступлення деталей один за одним називають потоком, а послідовну їх обробку (виготовлення) – поточним виробництвом.

Транспортуючою системою автоматичної лінії називають комплекс автоматичних пристроїв, які проводять завантаження, розвантаження і міжопераційне переміщення оброблюваних деталей з верстату на верстат.

Транспортуючі системи автоматичних ліній ділять на два класи: синхронні (жорсткі) і несинхронні (гнучкі).

Сортувальні механізми контрольних автоматів приводяться в дію за допомогою електромагнітів або соленоїдів, які повертають на відповідний кут заслінки, з метою примусового розсортування деталей, що контролюються по відповідних приймачах.

1 Аналітична частина

1.1 Аналіз розглянутого питання і патентний пошук

Згідно з авторським свідоством №1490435 ми повинні розробити прилад для контролю непаралельності і товщини пластини клапана автомобіля.

У якості деталі обрано пластину клапана діаметром 109.5 мм.

Винахід відноситься до вимірювальної техніки, та може бути використаний для деталей типу шайб, гайки, диски та інших деталів циліндричної форми.

Метою винаходу являється спрощення конструкції та збільшення точності вимірювання за рахунок встановлення вимірювального диску з трьома рівномірно розташованими радіальними приливами на повзуні на гнучких елементах та самовстановлення диска на поверню контрольованої деталі.

На рисунку 1.1 зображено пристрій для вимірювання непаралельності і товщини пластини клапана автомобіля, на рисунку 1.5 форма вимірювального диска з приливами.

Пристрій для вимірювання непаралельності і товщини пластини клапана автомобіля складається (рисунок 1.1) з корпуса 1 з регульованою на висоті базою 2 для встановлення контрольованою торцевою повернею, повзун 5 з розміщеним в середині нього штоком 6, підпружиненим пружиною 7, та шарик 8. Який розміщується в номінальному отворі в центрі диска 4 з зазором від вимірювальної поверхні диска, що дорівнює 0.5..1.0 мм.

Диск 4, який має три рівно розташованих в радіальному напрямі приливи 9, підвішений на повзуні 5. Під кожним з приливів розташовані вимірювачі 11 розташування диска, наприклад пневматичні сопла, та запобіжні упори 12. Повзун 5 розміщений в корпусі 1 на шарикових опорах

13, та кінематично зв’язаний через шарнір 14 на повзуні, шатун 15, повзуна16 та штоком 17 з поршнем 18 пневмоприводу 19.

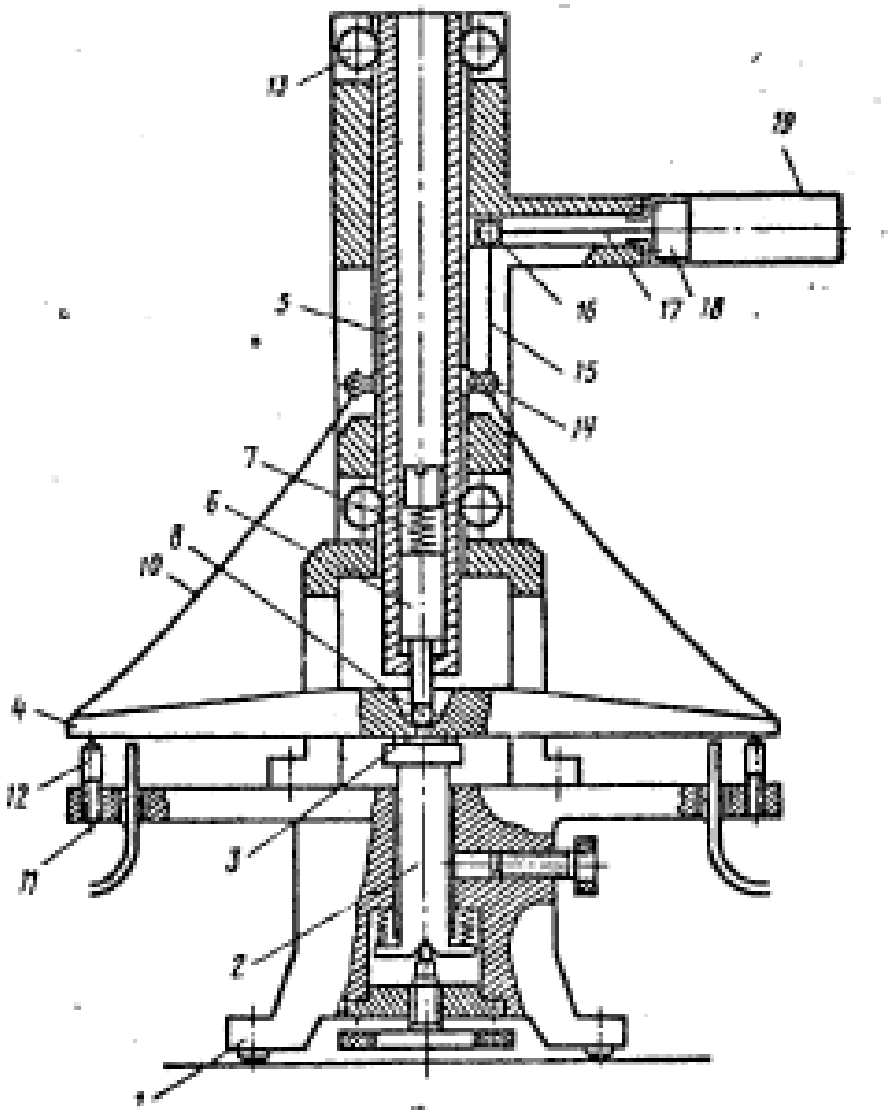

Рисунок 1.1 – Пристрій для вимірювання непаралельності і товщини пластин

Пристрій працює наступним чином.

Деталь встановлюється на базу 2, коли повзун 5 знаходиться у верхньому положенні, а диск 4 підвішений на гнучких елементах товщиною 0.2 мм.

В центрі бази 2 може бути встановлено штир – орієнтир. При включенні пневмоприводу 19 поршень 18 через шток 17, повзун 16 та шатун

15 опускає повзун, спочатку швидко, а потім по мірі переходу шатуна 15 в положення близьке до вертикального, швидкість повзуна 5 уповільнюється та відбувається плавне дотикання диска 4 торцевою поверхнею з деталлю 3 та само встановлення диска на поверхню деталі.

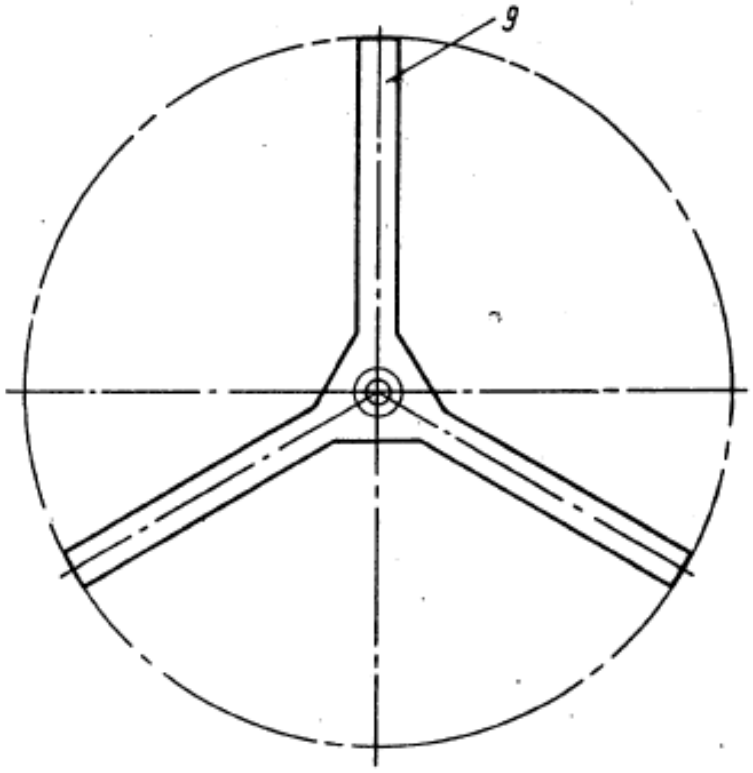

Рисунок 1.2- Форма вимірювального диска з приливами

При повному опусканні повзуна 5, коли шатун 15 займе вертикальне положення, вибирається зазор між штоком 6 та шариком 8, а пружиною 7 додатково здійснюється плавний прижим диска 4 до деталі 3 через шарик 8.

У цей момент гнучкі елементи 10 провисають між приливами 9 диска 4 та вимірювачами 11 встановлюються певні зазори в залежності від розмірів деталі 3.

При включені пневматичної системи, та реєстрації показів вимірювачів 11 визначають середню висоту деталі 3, величину та надпровідність

непаралельності торцевих поверхонь.

По закінченні вимірювання включається пневмопривід 19 та зворотній хід. Рух поршня 18 приводить до переміщення повзуна 5 вверх, та натяг 3 гнучких елементів 10, виникнення зазора між штоком 6 та шариком 8, та піднімання диска 4 у вихідне положення.

Настроювання та контрольні розміри здійснюють установкою по висоті вимірювачів 11, упорів 12 та бази 2 відносно вимірювального диска з приливами 9.

1.2 Вибір об’єкту контролю

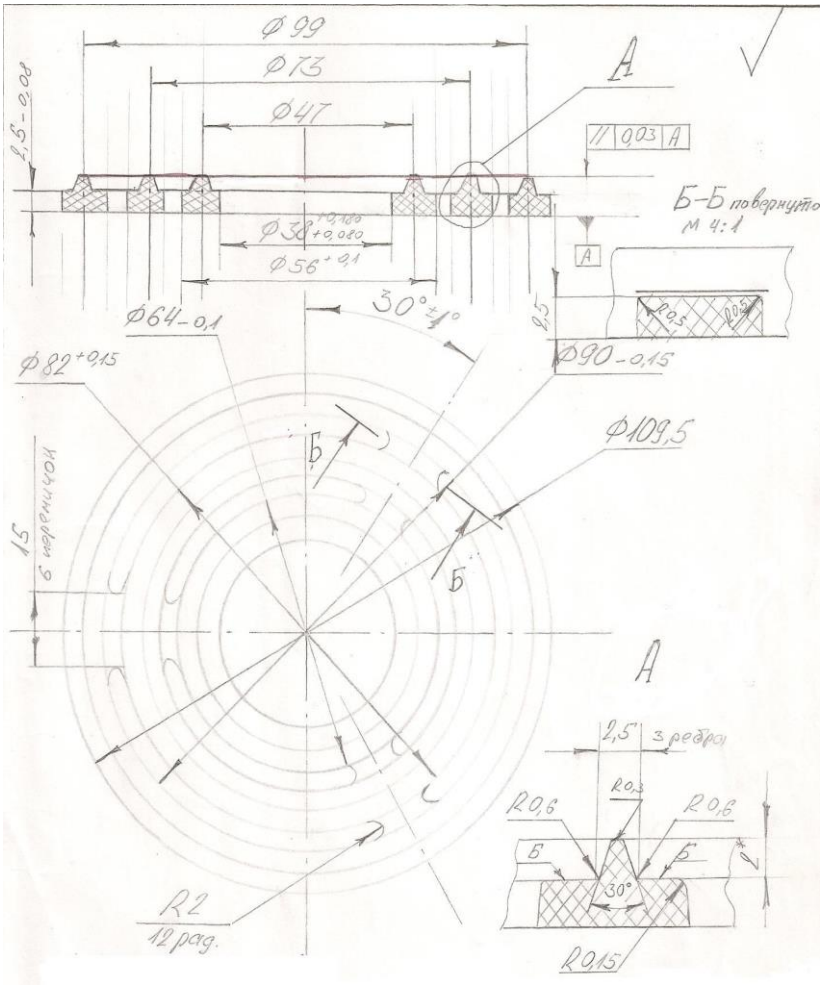

Рисунок 1.3 – Конструкція об’єкту вимірювання

Темою нашої кваліфікаційної роботи магістра є процес вимірювання відхилення від непаралельності і товщини пластини клапана.

Прилад, який ми спроектували може використовуватись для контролю циліндричних деталей, таких як шайби, гайки, диски, до яких ставляться вимоги забезпечення відхилення від непаралельності.

Ми обрали дискові пластини, які зображенні на рисунку 1.1.

Цей диск використовується для регулювання теплового зазору в клапані двигуна автомобіля.

1.3 Поняття сумарних показників відхилення форми і розміщення поверхонь

Сумарним відхиленням форми і розміщення називають відхилення, утворене в результаті спільного прояву відхилень форми і розміщення контрольованого елементу (поверхні чи профілю) відносно заданих баз.

Кількісно сумарні відхилення оцінюються по точках реальної нормованої поверхні відносно прилягаючих базових елементів або їх осей у відповідності з їх визначенням.

Поле сумарного допуску форми і розміщення є областю в просторі або на заданій поверхні, в середині якої повинні знаходитись всі точки реальної поверхні чи реального профілю в межах нормованої ділянки.

Це поле має задане номінальне положення відносно баз.

Якщо нормована ділянка не задана, тоді сумарний допуск відноситься до всієї поверхні або відповідно до профілю будь-якого січення.

Для більшості характеристик точності форми і розміщення допуски призначають.

1.4 Вплив відхилень форми і розміщення поверхонь на якість виробів

Точністю геометричних параметрів деталей характеризується не тільки точністю розмірів, але й точністю форми і взаємного розміщення поверхонь.

Відхилення (похибка) форми і розміщення виникає в процесі обробки деталей через неточність і деформації верстату, робочого інструменту та приспосіблення, деформації оброблюваного виробу, нерівномірності припуску на обробку, неоднорідності матеріалу заготовки.

В рухомих з`єднаннях ці відхилення приводять до зменшення зносостійкості деталей внаслідок підвищеного питомого тиску на виступах нерівностей, до порушення плавності ходу, шумоутворення.

При збільшенні навантажень, швидкостей, робочих температур, характерних для сучасних машин і приладів, дія відхилень форми і розміщення поверхонь збільшується на основі стандартних рядів-степенів точності.

В кожній степені точності допуск пов`язаний з одним із конструктивних параметрів нормованого елемента таким чином, що визначають один рівень точності при різних розмірах виробів.

Крім ступенів точності, в ГОСТ 24643-81 стандартизований базовий ряд числових значень допусків форми і розміщення (таблиця 1.1), який являє собою 10-й ряд переважаючих чисел з деякими заокругленнями для зручності підрахунку по шкалах вимірювальних приладів.

У нашому випадку для вимірювання розмірів циліндричних деталей можна використовувати різні типи вимірювальних перетворювачів, такі як електроконтактні перетворювачі, індуктивні, пневматичні і т.д.

Таблиця 1.1 – Базовий ряд числових значень допусків форми і розміщення поверхонь, мкм (ГОСТ 24643-81)

0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,8
1	1,2	1,6	2	2,5	4	5	6	8
10	12	16	20	25	40	50	60	80
100	120	160	200	250	400	500	600	800
1000	1200	1600	2000	2500	4000	5000	6000	8000
10000	12000	16000						

1.5 Методи вимірювання і контролю розмірів циліндричних зв`язків та степеня непаралельності торцевих поверхонь

По своєму призначенні електроконтактні перетворювачі. Їх розділяють на 3 основні групи; від того, до якої з цих груп відноситься перетворювач, залежить порядок його розрахунку і вибір конструкції.

До 1-ї групи відносять перетворювачі, які забезпечують відносно невисоку точність фіксації положення поверхні контрольованого тіла (допустимою при цьому похибка фіксації може бути близько мікрометра і більше).

До 2-ї групи відносять перетворювачі контролю розмірів виробів, які забезпечують більш високу точність релейного перетворення переміщення в електричний опір. Похибки перетворення – не більше 1-2мкм.

До 3-ї групи відносять перетворювачі, які реагують не на механічні переміщення, а на інші величини, наприклад, прискорення, магнітне поле, яке дозволяє використовувати електроконтакти, які знаходяться в герметично закритому балоні.

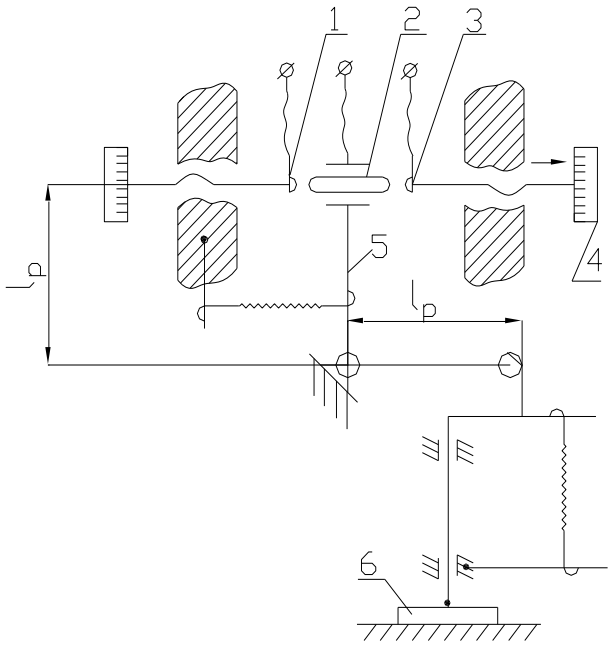

Рисунок 1.4 – Схема електроконтактного перетворювача

В амплітудних перетворювачах контакт 2 виконується в плаваючих напрямних, жорстко закріплених на ричагу 5.

Коли відхилення деталі від циліндричності форми більше допустимого, то по черзі замикають контакти 1 і 2, потім 2 і 3 і навпаки (при обертанні контрольованої деталі).

Також для контролю розмірів циліндричних деталей можна використовувати індуктивні перетворювачі.

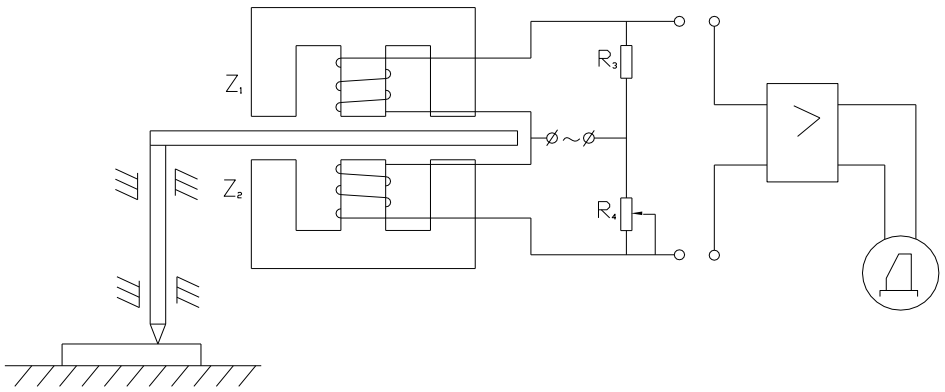

Рисунок 1.5 – Схема диференціального індуктивного перетворювача, включеного в міст змінного струму

На рисунку 1.5 – диференціальні індуктивні перетворювачі П, які є сукупністю двох індуктивних перетворювачів з загальним якорем, який розташований так, що його переміщення одночасно збільшує індуктивність одної котушки перетворювача і зменшує індуктивність іншої.

Оскільки по зміщенню якоря судять по різниці індуктивності котушок, то основною перевагою такої конструкції є компенсація похибок, які створюються в результаті змін умов роботи перетворювачів і приводять до одночасного збільшення чи зменшення індуктивності обох котушок.

2 Основна частина

2.1 Схема та принцип роботи приладу

На основі проведеного патентного пошуку, авторского свдоства SU №1490435 A1 та описів відомих та розроблених пристроїв по контролю непаралельності нами розроблений прилад, що відповідає вимогам поставленими перед нами.

Схема пристрою показано на рисунку 2.1.

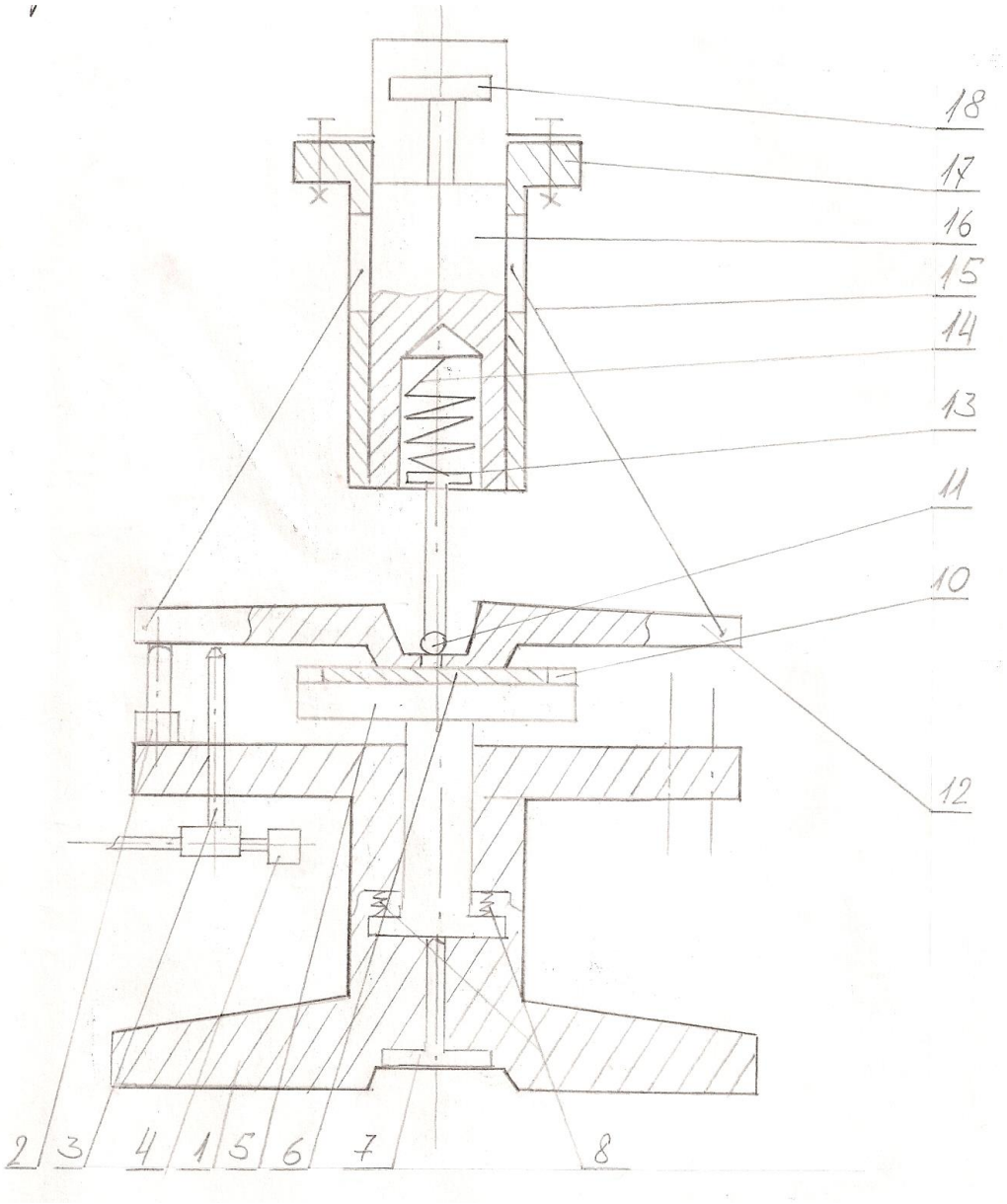

Рисунок 2.1 – Схема пристрою

Принцип роботи пристрою заключається в слідуючому.

Контрольовану деталь встановлюють на столик в трафарети. Перед тим, для партії деталей заданої по кресленню товщиною пневмоциліндром 9, а також трьома упорами 2, встановлюють пристрій в робоче положення.

Для фіксації положення столика для кожної товщини в корпусі встановлюється гвинт, що на схемі не представлений, але зображений на складальному кресленні.

Перед операцією контролю диск 12 знаходиться на певній віддалі від столика і утримується на трьох гнучких елементах (поршень пневмоциліндра навантаження розташовано у верхньому крайньому положенні).На початку робочого ходу поршень переміщається вниз, шток 16 при допомозі пружини 14 тисне на прижим 13 та шарик 11, диск 12 при цьому переміщається вниз, торцевою поверхнею встановлюється на деталь, а на приливах установлюється на підігнані під певну товщину деталі три упори 2.

Гнучкі елементи 15 при цьому дають можливість диску встати на сопла, з допомогою яких при наявності трьох диференціальних манометрів відбувається контроль необхідних розмірів.

2.2 Розрахунок та вибір пнемоциліндрів

У нашому пристрою для вимірювання передбачено використання пнемоциліндрів, які призначені для :

1 - переміщення каретки з вимірювальним вузлом;

2 - зажим контрольованої деталі.

Виходячи з вимог стандартизаії і взаємозамінності візьмемо для обох вузлів однакові пневмоциліндри.

При виборі даного виду пристрою я виходив з наступних переваг пневмоцилівдрів над іншими видами приводів:

- наявність широкого спектру стандартних пневмоциліндрів, з різними типами функціонального виконання;

- наявність сітки стиснутого повітря на переважній більшості підприємств;

- стандартне підключення до пнемосітки;

- стандартне підключення до схеми керування .

Відповідно до ГОСТ 15608 -70 візьмемо :

- пневмоциліндри на тиск до 10 кгс/см^2 ;

- двосторонньої дії;

- з одностороннім штоком ;

- з температурним діапазоном від -45°С до +60°С ;

- з швидкістю переміщення штока не більше 0.5 м/с.

Основні параметри циліндра представимо у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Основні параметри пнемоциліндра

Діаметр мм		Зусилля на штоці, кгс .							
		Теоретичне				дійсне			
Циліндра D,ММ	Штока d, мм	Штовхаюче	Тянуче	Штовхаюче	Тянуче	Штовхаюче	Тянуче	Штовхаюче	Тянуче
		Тиск, кгс/см^2							
25	10	6,3	6,3	10	10	6,3	6,3	10	10
		31	26	49	41	24	20	39	32

Циліндри виготовляють таких типів виконань:

- по способу тормозіння :

  - 1 - без тормозіння ;

  - 2-з тормозінням.

- по способу кріплення :

  - 0 - на по довженних стяжках;

  - 1 - на лапах;

  - 2 - на передньому фланці ;

  - 3 - на задньому фланці;

- 4 - на провушині;

- 5 - на цапфах .

- по виконанню кінця штоку :

- 1-з зовнішньою різьбою ;

- 2-з внутрішньою різьбою .

- по різі для підводу повітря :

- 1-з метричною різьбою;

- 2-з конічною різьбою

Для нашого випаду приймемо, виходячи з конструктивних міркувань :

- по способу тормозіння

- 2-з тормозінням;

- по способу кріплення :

- 2 - на передньому фланці - два пневмоциліндри;

- 1 - на лапках - два пневмоциліндри;

- по виконанню кінця штоку :

- 1-з зовнішньою різьбою;

- по різі для підводу повітря :

- 1-з метричною різьбою .

Основні розміри і параметри для пневмоциліндрів вибраного виконання заносимо в таблицю 2.2

Таблиц 2.2 - Основні розміри і параметри для пневмоциліндрів

D, Мм	Загальні розміри, мм.					Циліндр без тормозіння, ММ .		
	A1	A2	B_l	d_4	M_l	K_2	K_3	Хід поршня L по ГОСТ 6540-68
	Граничне відхилення.							
	±0,3	±0,1						
25	28	26	45	6	3.5	125	140	10 - 250

Технічні вимоги до вибраного типу пневмоциліндрів :

1. Пневмоциліндри повинні виготовляти у відповідності до вимог ГОСТ 15608-70;

2. Параметри шорсткості робочих поверхонь гільзи і штоку - Ra=0,32 мкм по ГОСТ 2789 - 73 ;

3. Робоча поверхня штоку повинна мати твердість HRC=45... 54 ;

4. Покриття робочої поверхні штока Хтв21 по ГОСТ 9.073 - 77;

5. Внутрішня поверхня гільзи повинна бути корозійне стійкою.

6. Параметри шорсткості поверхонь монтажних фасок повинен бути Ra=l,25 мкм.

7. При зборці повітряні канали кришок повинні бути очищені від бруду і стружки.

8. Пневмоциліндри повинні витримувати пробний тиск 16 кгс/см без руйнування і слідів деформації.

9. Падіння тиску при 10 кгс/см2 не повино перевищувати 0,2 кгс/см2 за 5 хв.

10. Тиск дотикання в момент початку переміщення поршня без навантаження не повинен перевищувати величин, що вказні в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 - Тиск дотикання

Діаметр циліндра, мм.	Тиск дотикання, кгс/см .
25-63	0,30

11. Тормозні властивості повинні забезпечувати плавність в момент зупинки.

12. При монтажі пневмоциліндрів необхідно забезпечити співпадання дії зусилля з віссю штока на всьому шляху руху штока.

13. Монтаж пневмоциліндрів рекомендується виконувати з'єднувальними отворами вниз для виключення можливості збору

конденсата.

14. Стиснуте повітря повинно бути насичене розпиленим маслом з в'язкістю від 10 до 35 сСт при температурі +50°С з концентрацією з розрахунку 2-4 каплі на 1 $м^3$ вільного повітря.

15. Повний ресурс роботи пневмоциліндрів повинен складати не менше 1,5 млн подвійних ходів при величині ходу не більше 500 мм. Методи випробувань пневмоциліндрів - по ГОСТ 15608 - 70.

16. Забруднення стиснутого повітря, що подається в робочі полості пневмоциліндрів, не повинно перевищувати норм, що вказані в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 - Норми забруднення стиснутого повітря

Вид забруднення	Концентрація забруднення на 1 $м^3$ вільного повітря, не більше	
	При температурі від+5°С до +60°С	При температурі від -45°С до +5°С
Кислоти	Не допускається.	
Механічні частинки не більше 40 мкм	20 мг.	
Волога в рідкій фазі	600 мг.	Не допускається.
Волога в паропо-дібній фазі.	Не лімітується.	Точка роси при робочому *тиску* повинна бути не менше чим на 10°С нижча мінімальної температури експлуатації пневмоциліндра

2.3. Розрахунок основних параметрів пневмоциліндра

Задача проектного розрахунку пневмоприводу полягає у виборі ефективної площі поршня і ефективних прохідних січень каналів підвідної і вихлопної магістралей по заданій швидкості поршня, яка прийнята постійною, при постійній силі опору.

Розрахунок зводиться до визначення зусилля на штоці при заданому діаметрі циліндра, тиску повітря або до визначення діаметра циліндра, якщо відоме необхідне зусилля на штоці.

При відомому діаметрі D пневмоциліндра зусилля Q на штоці визначається за формулою:

$$Q = 0.78 * D^2 * p * \eta - P ; \qquad (2.1)$$

де D.d - діаметри циліндра і штока;

р - тиск стиснутого повітря, МПа;

η = 0,85-0,9 - коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра;

Р - опір зворотньої пружини в кінці робочого ходу поршня .

Підставимо значення і отримуємо ;

$$Q = 0.785 * D^2 * p * \eta - P = 0.785 * 25^2 * 6.3 * 0.85 - 3070 = 200H ;$$

Отже, зусилля на штоці Q==200 Н.

Особливістю пневмоциліндра е швидкодія , що обумовлено високою швидкістю руху повітря по трубопроводах і каналах.

Час спрацювання пневмоприводу можна визначити по формулам:

$$t = \frac{22}{8 * 10^{-6}} * \frac{\varepsilon * L}{\beta_1^2 \sqrt{(\varepsilon^{1.43} - \varepsilon 1.715)}} \text{ сек}; \qquad (2.2)$$

$$t = 84.4 * 10^{-6} * \frac{\varepsilon L}{\beta_1^2} \text{ сек}; \qquad (2.3)$$

У цих формулах:

$$P_n = \frac{P_2}{F \beta_1}; \qquad (2.4)$$

$$\varepsilon = \frac{P_n}{P_2}; \qquad (2.5)$$

де: Рг - приведена сила на штоці;

F - площа поршня в м^2;

Р - коефіцієнт, що враховує тертя між поршнем і циліндром;

Рр - тиск повітря ; L - довжина ходу поршня в см, приймемо рівною 0,02 см; B_1=d/D - відношення діаметрів повітропроводу до діаметра пневмоциліндра.

Формулу треба використовувати при є ≥ 0,528.

При ε ≤ 0,528 - β_1 = 0,4.

$$P_n = \frac{P_2}{F\beta_1} = \frac{20}{0.785*11^2*0.4} = 0.53*10^{-3};$$

$$\varepsilon = \frac{P_n}{Pз} = \frac{0,53}{4} = 0,1325;$$

Оскільки ε ≤ 0,528, то використовуємо формулу і знаходимо час спрацювання вневмоциліндра.

$$t = 84,4*10^{-6}\frac{\varepsilon L}{\beta_1^2} \qquad (2.6)$$

$$t = 84.4*10^{-6}\frac{0.1325*2}{0.4^2} = 5.5*10^{-5} \text{ сек.}$$

2.4 Вибір і коротка характеристика деяких вузлів, які необхідні для включення пневмоциліндра в пневмосітку

2.4.1 Редукційний пневмоклапан

Основною складовою зі схеми включення пневмоциліндра в пневмосітку або вузлом є редукційний клапан, по ГОСТ 18468-73.

Редукційний пневмоклапан зі збалансованим редукційним клапаном і пружинним навантаженням з тиском до 10 кгс/см на вході призначений для зниження тиску стиснутого повітря, що підводиться для живлення

пневматичних приводів обладнання при температурі навколишнього середовища від +5 °С до +50°С і відносною вологістю 80 відсотків.

Максимальний тиск на вході пневмоклапана повинен бути не більше 10 кгс/см.

Границі регулювання тиску на виході при відсутності потоку (розходу) повинні бути 1-9кгс/см^2.

З конструктивних міркувань приймемо для редукційного пневмоклапана умовний прохід рівним Dy= 8мм.

Номінальний потік повітря, що пропускається через пневмоклапан при тиску 4 кгс/см повинен відповідати: 0,25 м^3/хв для пневмоклапана з Dy= 8мм.

Основні розміри редукційного пневмоклапана представимо у вигляді таблиці 2.5.

Пневмоклапан 08 - 1 ГОСТ 18468-73.

Технічні вимоги до редукційного пневмоклапана :

1. Пневмоклапани повинні бути герметичні при тиску 10 кгс/см^2, недопускається витікання повітря.

2. Пневмоклапани повинні працювати на стиснутому повітрі не вище 10 класу забрудненості по ГОСТ 17433-72.

3. Падіння тиску на виході пневмоклапана не повинно перевищувати 0,2 см^3/хв - для пневмоклапана з Dy= 8мм.

4. Збільшення тиску на вході пневмоклапана при зниженні тиску на вході з 10 кгс/см^2 до тиску настройки не повинно перевищувати величину 0,10 кгс/см^2 - для пневмоклапана з Dy= 8мм.

5. Збільшення тиску на вході пневмоклапана над тиском настройки , при якому відкривається клапан скидання повітря в атмосферу не повинно бути більшим 0,6 кгс/см^2.

6. Втеча повітря через клапан скидання повітря в атмосферу при тиску 10 кгс/см^2 не повинна перевищувати 200 см^3/хв.

7. Середнє напрацювання до першого відказу не менше 2000 годин.

8. Сумарний ресурс - 6000 годин .

9. Пневмоклапани повинні витримувати тиск до 15 кгс/см^2.

10. Пневмоклапани повинні бути розміщені так, щоб користування ними було зручним.

11. Напрямок переміщення регулювального гвинта повинен відповідати вимогам ГОСТ 9146-7

Таблиця 2.5 - Основні розміри редукційного пневмоклапана

Умовний прохід Dy, мм.	Типо-розмір	З'єдну-вальна різь.	A	L	D	H	H
			Не більше			Не більше	
8	08-1 08-2	КЗ/8 М14х1.5	16	152	85	210	42

Позначення редукційного пневмоклапана з умовним проходом 8 мм і конічною різьбою.

2.4.2 Маслорозбризкувач типу В44 - 2

Іншим вузлом, який використовується для включення пневмоциліндра в пневмосітку є маслорозбризкувач типу В44 – 2.

Маслорозбризкувач використовується для подачі в пневматичний привід масла, розпиленого в повітряному потоці.

З конструктивних міркувань виберемо маслорозбризкувач типу В44-23.

Основні розміри і параметри для даного типу маслорозбризкувача представимо у вигляді таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Основні розміри і параметри маслорозбризкувача типу В44-23

Шифр	Максимальний розхід повітря в л/хв при Р=4 кгс/см^2	Робочий тиск, Кгс/см^2	d, дюйми	H	H1	L	B
В44-23	40	2-6	К3/8	170	120	86	86

Наступною складовою включення пневмоциліндра в пневмосітку є кроковий пневморозподільник на тиск $P_{ном}$=10 кгс/см^2 по ГОСТ 18467-73.

Чотирьохлінійний двохпозиційний кроковий пневморозподільник з ручним керуванням призначений для змінювання напрямку потоків стиснутого повітря тиском до 10 кгс/см^2 в пневмоциліндрах виробничого обладнання і технологічної оснастки при температурі навколишнього середовища від +5 °С до +50°С і відносною вологістю 80 відсотків .

Розподільники виготовляються трьох виконань по з'єднанню трубопроводів

1- із з'єднувальними отворами на торці основи;

2- із з'єднувальними отворами на бокових сторонах основи;

3- з комбінованим з'єднанням .

З конструктивних міркувань виберемо розподільник із з'єднувальними і отворами на торці основи.

По виду різьби виберемо розподільник з метричною різьбою по ГОСТ 9150-59. Приймемо розподільник з умовним проходом рівним Dy= 8мм.

Номінальні потоки повітря , що пропускаються через розпридільник при тиску 4 кгс/см^2 становитимуть :

0,25 м^3/хв - для пневмоклапана з Dy= 8мм.

Приймаємі потоки вказані для повітря приведеного до умов по ГОСТ 2939-63.

Основні розміри розпридільника приведемо у вигляді таблиці 2.7

Таблиця 2.7 - Основні розміри розпридільника

у	A	Al	A2	B	H	HI	h	D	d	dz	R	di
	52	41	42	61	81	102	24	60	6	16	115	1414x1.5

Технічні вимоги до пневморозподільника :

1. Розпридільник повинен працювати на стиснутому повітрі не вище 10 класу забрудненості по ГОСТ 17433-72.

2. Розпридільники повинні бути герметичними при тиску до 10 кгс/см^2 .

3. Втарти тиску на номінальному потоці повітря, що пропускається не повинні перевищувати 0,2 кгс/см^2 .

4. Втрати повітря через розпридільний елемент не повинні перевищувати 350 м^3/хв - для пневмоклапана з Dy= 8мм.

5. Зусилля на рукоятці при тиску 10 кгс/см^2 не повинно перевищувати 3 кгс.

6. Середні напрацювання до першого відказу -500000 циклів .сумарний ресурс 2000000 циклів.

7. Розподільники повинні витримувати тиск до 15 кгс/см^2 .

2.5 Метрологічне забезпечення основних вимірювальних каналів технологічних параметрів

Забезпечення безвідмовного функціонування вимірювальної техніки в робочому режимі, високої точності вимірювання технологічних параметрів е основною задачею метрологічного забезпечення АСК. Воно полягає в оцінці похибок на вимірювальному каналі з серійними ТЗА.

Існують такі види повірок ВК:

- первинна;

періодична;

позачергова.

Перша проводиться перед початком експлуатації або після ремонту. Періодична повірка проводиться під час експлуатації через міжповірочні періоди часу. Якщо замінюється хоча б один прилад, при інспекційній перевірці проводиться позачергова повірка.

При отриманні метрологічних характеристик, що не більші від тих, які приведені в свідоцтві про метрологічну атестацію, ВК можна вважати придатним для експлуатації.

При проведенні повірки застосовують такі засоби:

зразкові засоби вимірювання;

джерела зразкових сигналів;

імітатори сигналів;

прилади для контролю умов повірки;

-програмно-алгоритмічне забезпечення повірки;

- допоміжні засоби.

Допустима похибка вимірювання зразкових приладів повинна бути в 5 разів менша допустимої похибки ВК температури, рівня, тиску і в 4 рази менша для ВК вимірювання витрати.

Метрологічне забезпечення вимірювальних каналів полягає в оцінці похибок. Метод оцінки похибок застосовується в основному на вимірювальні канали з серійними засобами вимірювання із Державної системи приладів. Повірка вимірювальних каналів автоматизації та її системи керування проводиться в робочих умовах засобів вимірювання.

Допустима похибка вимірювання зразкових приладів повинна бути в

п’ять раз менша від допустимої похибки вимірювального каналу температури, рівня тиску і в чотири рази менша для вимірювального каналу витрати.

Манометри, що застосовуються для пневматичних випробувань на герметичність з’єднань вимірювального каналу повинні мати границі вимірювання рівня 4/3 вимірювального тиску і класу точності не нижче 1,5.

Зразкові засоби вимірювання для інших каналів вибираються на основі рекомендацій Тпр=29–77. Рекомендується приймати за достатнє співвідношення границь допустимих похибок зразкової апаратури і повітряного вимірювального каналу (елемента) переважаючою є випадкова похибка.

2.5 Розранунок похибки приладу

В нашій установці похибка приладу буде складатись з двох елементів:

$$\varepsilon = \varepsilon_{вст.} + \varepsilon_{вим.}, \qquad (2.7)$$

де ε - відносна похибка приладу, %

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

$\varepsilon_{вим.}$ – похибка вимірювання.

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

$$\varepsilon_{вст.} = \varepsilon_{в1} + \varepsilon_{в2} \qquad (2.8)$$

де: $\varepsilon_{в1}$- похибка внаслідок торцевого биття диска обертання транспортуючого пристрою;

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

$\varepsilon_{вст.}$=0.2+0.2=0.4%

Похибка вимірювання:

$$\varepsilon_{вим.} = \varepsilon_{АЦП} + \varepsilon_{підс.} + \varepsilon_{Інд.дат.} + \varepsilon_{ел.}, \qquad (2.9)$$

де: $\varepsilon_{АЦП}$- похибка АЦП;

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

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

$\varepsilon_{ел.}$ – похибка, яка враховує вплив інших елементів блоку регістрації.

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

Сумарна похибка:

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

3 Науково-дослідна частина

3.1 Побудова і дослідження градуювальної характеристики пневматичного вимірювального перетворювача

В проектованому пристрої в ролі вимірювального засобу для фіксування лінійних відхилень обрано пневматичний типу сопло-заслінка.

Тиск у вимірювальній камері пневматичного перетворювача залежить від положення заслінки – в нашому випадку рівня вимірюваної поверхні (далі – переміщення *X*).

Що меншою є відстань сопла від поверхні - тим більшим буде тиск.

Для кількісної оцінки проаналізуємо принцип роботи перетворювача (рис.3.1).

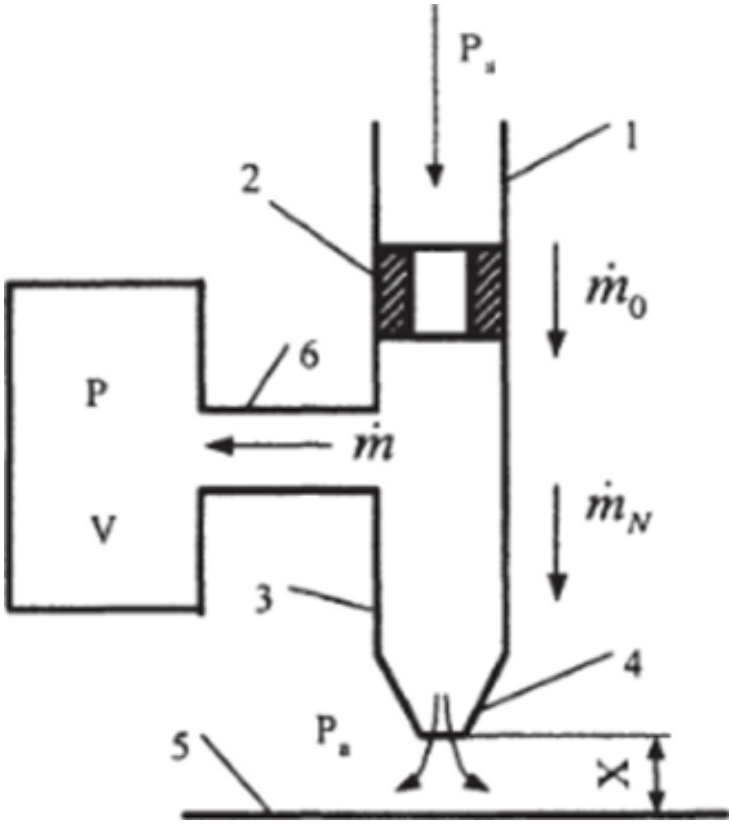

Рисунок 3.1 До принципу роботи вимірювального перетворювача типу сопло-заслінка

Оскільки масові витрати через дросель

$$\dot{m}_0 = C_D \frac{\pi}{4} d_0^2 \sqrt{2\rho(P_S - P)},$$

де: *Cd* - конструктивний коефіцієнт,

p - густина повітря

d0 - діаметр дроселя, а масові витрати через сопло

$$\dot{m}_N = C_D \pi d_N X \sqrt{2\rho(P - P_a)},$$

де *X* відстань до заслінки, то з рівності обидвох витрат маємо

$$\frac{1}{4} d_0^2 \sqrt{P_S - P} = d_N X \sqrt{P}.$$

де *dN* – діаметр сопла,

Ps- атмосферний тиск.

Таким чином робочою формулою нашого вимірювального пертворювача є вираз:

$$P = \frac{P_S}{1 + 16 d_N^2 X^2 / d_0^4}$$

чи обернена йому функція *X(P).*

Одним із факторів, які впливають на точність пневматичних перетворювачів є зміни атмосферного тиску, які можуть обумовлюватися змінами температури, географічного розташування чи інших умов.

Цей вплив відображається на градуювальній характеристиці засобу вимірювання як показано на рис. 3.2.

Тому при вимірюваннях суттєво фіксувати значення атмосферного тиску і вибирати відповідну градуювальну характеристику.

Оскільки мова йде про достатньо малі відхилення, в робочому діапазоні можна користуватися і лінійною залежністю.

Для лінеаризації ГХ за методом найменших квадратів скористаємося опцією Basic Fitting для опрацювання графічної інформації в режимі Tools в середовищі MATLAB.

Результати лінеаризації показані на рис. 3.3

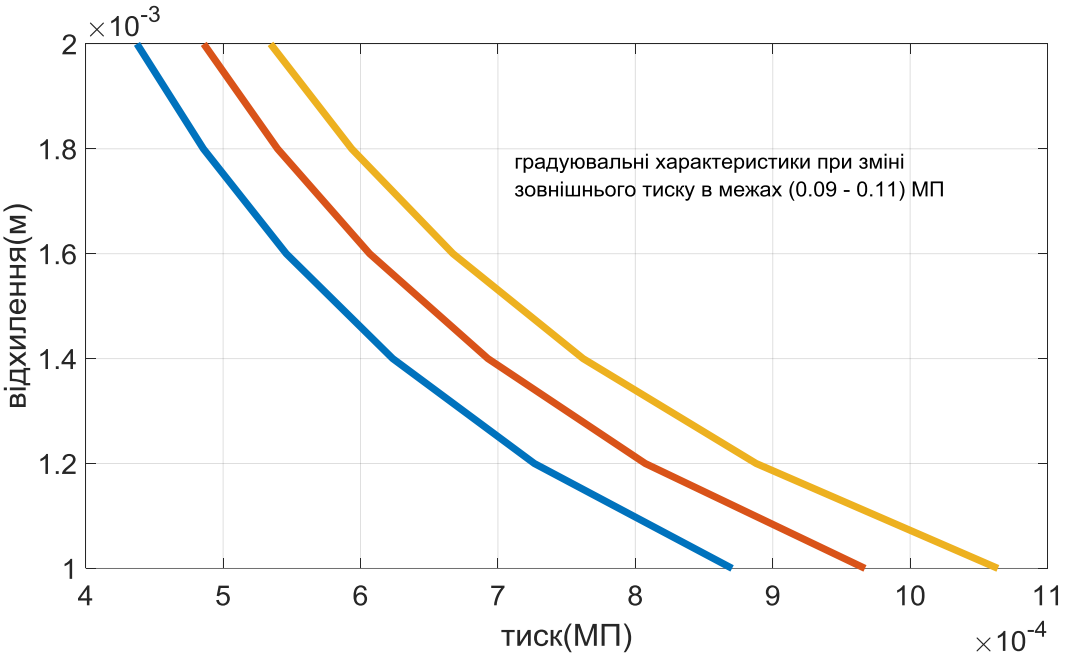

Рисунок 3.2 Залежність відстані до вимірюваної поверхні від зміни робочого тиску

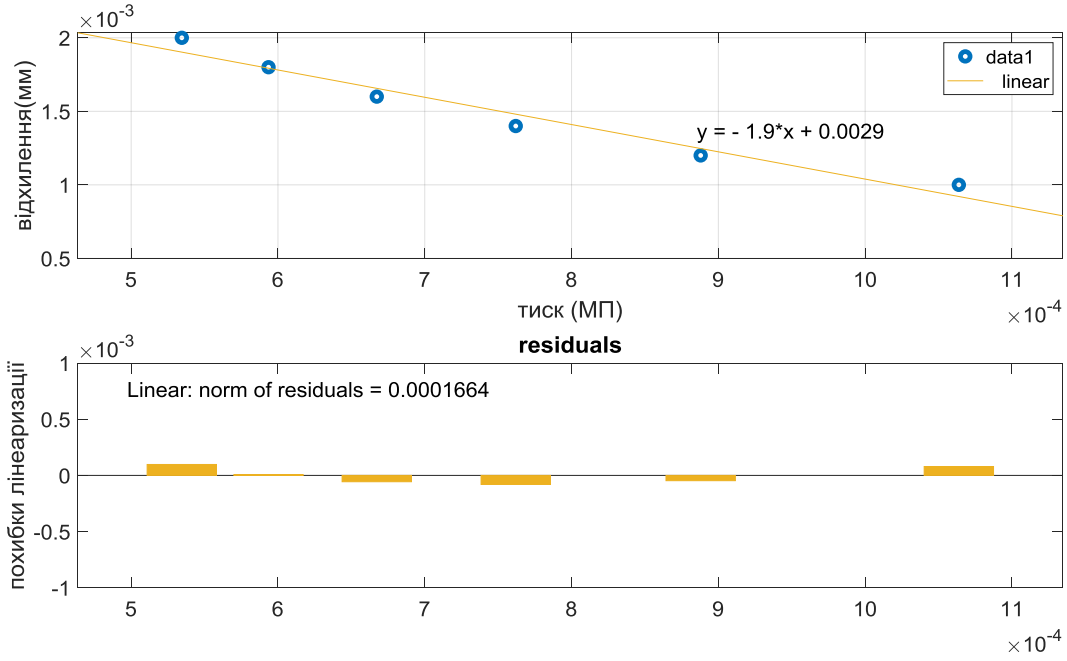

Рисунок 3.3 Лінійна градуювальна характеристика (залежність відхилення-від тиску) пневматичного вимірювального засобу

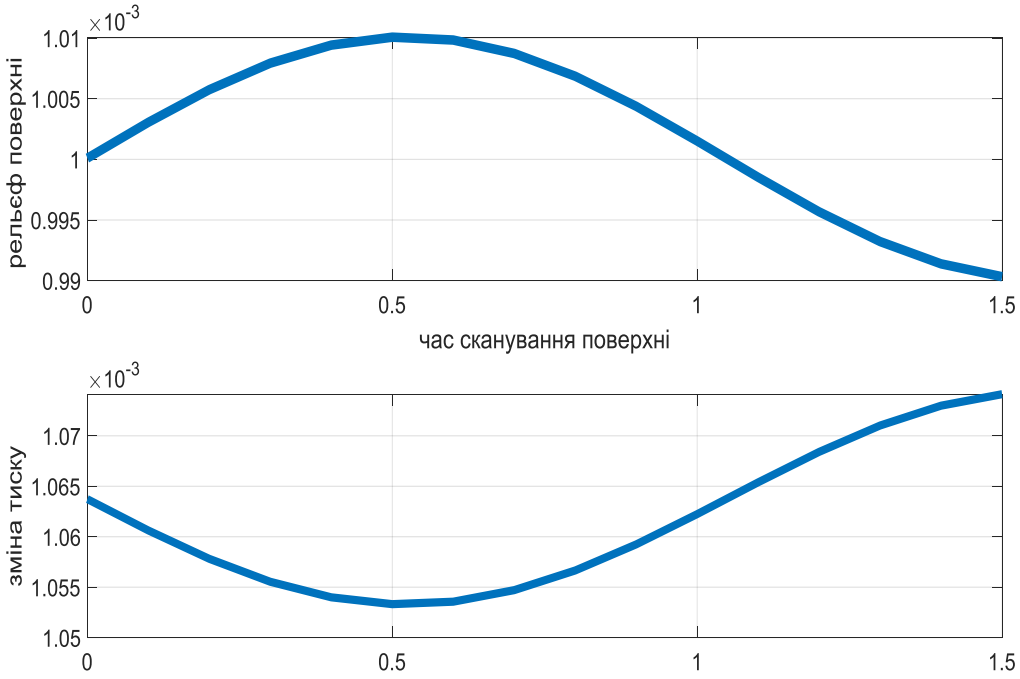

Рисунок 3.4 Зміна тиску (нижній графік) при скануванні рельєфу поверхні (нижній графік)

У прецизійних вимірюваннях при дослідженні рельєфу поверхні чи її відхиленні від паралельності слід враховувати умови проведення вимірювань, а саме: температуру середовища і атмосферний тиск.

3.2 Лістинг програми

```
%вхідні дані
%діаметр сопла
d=.002;
% діаметр дроселя
D=.005;
%атмосферний тиск
P0=.1;
%інтервал зміни тиску при вимірюванні відхилення
l=[.001:.0002:.002];
%  градуювальна характеристика вимірювального пневматичного
% пристрою при варіюванні тиску вхідного сопла P0
for P0=.09:.01:.11
P=P0./(1+16*d^2*l/D^4)
plot(P,l)
hold on
end
grid
%аналітичне представлення градуювальної характеристики
```

```
 figure
 plot(P,l,'o'),grid
 %динамічна характиристика вимірювального пристрою
 figure
 t=[0:.1:1.5];
 l=.001*(1+(sin(3*t)/10+.001)/10);
P=P0./(1+16*d^2*l/D^4);
subplot(2,1,1)
plot(t,l),grid
subplot(2,1,2)
plot(t,P),grid
```

4 Спеціальна частина

4.1 Розробка структурно-функціональної схеми

Автоматизація — один з напрямів науково-технічного прогресу, спрямований на застосування саморегульованих технічних засобів, економіко-математичних методів і систем керування, що звільняють людину від участі в процесах отримання, перетворення, передачі і використання енергії, матеріалів чи інформації, істотно зменшують міру цієї участі чи трудомісткість виконуваних операцій.

Автоматизація, окрім об'єкта керування вимагає додаткового застосування давачів, керуючих пристроїв (контролерів із засобами вводу-виводу), виконавчих механізмів та у переважній більшості базується на основі використання електронної техніки та методів обчислень, що іноді копіюють нервові і розумові функції людини.

Процедура контролю є важливою при виготовленні деталей, оскільки відхилення у зовнішніх умовах, технологічних параметрах чи суб’єктивні фактори можуть спричиняти вихід робочих параметрів за межі встановлених норм.

Контроль може проводитися, як з метою відбраківки деталей з контрольної партії, так і з метою виявлення систематичних порушень норм технологічного процесу, або недостатньої його організації.

В даній роботі мова піде про розробку електронного блоку приладу для контролю лінійних розмірів, а саме пристрою для контролю відхилення від паралельності та товщини пластини клапана автомобілів.

Зокрема йтиметься про вимірювання циліндричних зразків діаметром 80 мм контактним методом, з подальшою цифровою обробкою результатів вимірювання.

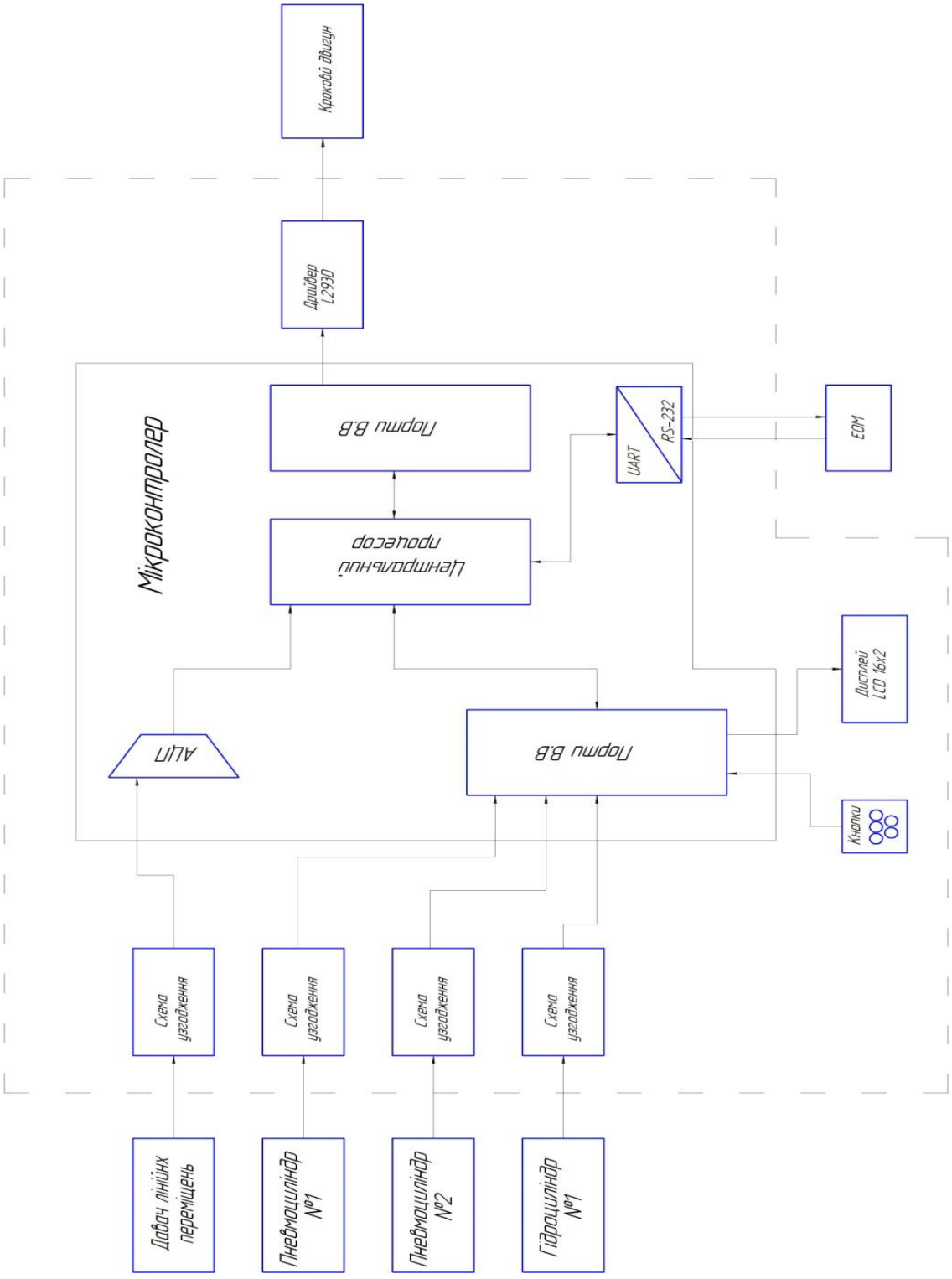

Рисунок 4.1 – Структурна схема блоку керування

Даний блок керування розроблений для управління усіма системами приладу. Команди на блок управління подаються за допомого клавіатури або з ЕОМ.

Для забезпечення передачі даних з ЕОМ на мікроконтролер

використовується узгоджувальна мікросхема ADM232, яка узгоджує рівні напруг COM порту ЕОМ та UART порту мікроконтролера.

Результати вимірювання відображаються на РК дисплеї або передаються на ЕОМ.

Давач переміщення через схему узгодження передають дані до АЦП де сигнал оцифровується та обробляється.

За допомогою транзисторних ключі виконуємо керування відсічними пневмоциліндрами та гідроциліндрами.

4.2 Підрахунок мінімальної кількості виводів мікроконтролера

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

- Давач лінійних переміщень (1 шт.);
- пневмоциліндр (2 шт.);
- гідроциліндр (1 шт.);
- кроковий двигун (1 шт.);
- клавіатура;
- LCD;
- UART.

Давач спряжується з АЦП мікроконтролера через операційний підсилювач до одного виводу контролера.

Пневмоциліндр підключається до мікроконтролера через транзисторний ключ до двох виводів.

Гідроциліндр підключається до мікроконтролера через транзисторний ключ до одного виводу.

Кроковий двигун підключається через драйвер керування L293D до чотирьох виводів контролера.

LCD, підключений в чотирьох бітному режимі для забезпечення його

роботи потрібно вісім виводів

Клавіатура підключена до чотирьох виводів мікроконтролера;

Для організації обміну даними між комп'ютером та приладом через UART необхідно два виводи контролера, а саме RxD та TxD.

Мінімальна кількість виводів мікроконтролера яка нам потрібна складає двадцять один вивід.

Для зв'язку з персональним комп'ютером нам потрібно один UART. Його зазвичай використовують в парі з інтерфейсом RS-232.

4.3 Вибір елементної бази

Реалізувати функції схеми можна чисто апаратними засобами. Переваги цього методу є швидкість і надійність роботи. Проте це складно, громіздко і потребує значних затрат часу і коштів.

Інший шлях – використати апаратно-програмну реалізацію, тобто застосувати мікроЕОМ. На сучасному етапі існує тенденція до все більшого поглинання однокристальними ЕОМ їх обв'язки – порти, АЦП, ЦАП, комутатори.

До таких ОЕОМ належить і сімейство мікросхем ADuC8xx. Їх основною перевагою є висока точність цифро-аналогового та аналого-цифрового перетворення, що поєднується із можливістю безпосередньої обробки даних ядром архітектури MCS51.

Бачимо, що використання КР1816ВЕ51 в нових розробках недоцільне.

ATmega16 виграє відносно низькою ціною, високою швидкодією, великим обсягом внутрішньої пам'яті програм і оперативної пам'яті.

ADuC841 має розвинуту аналогову підсистему. Хоча коштує дорожче в порівнянні з ATmega16.

Оскільки в нашому застосуванні важлива точність і швидкодія АЦП, та достатня наявність одного порту UART, то для реалізації блоку керування застосуємо ADuC841.

Таблиця 4.1 – Порівняння характеристик мікропроцесорів

Параметр	КР1816ВЕ51	ADuC841	ATmega16
Архітектура ядра	MCS51	MCS51	AVR
Швидкодія, MIPS	<1	<20	<16
Пам’ять програм	4k (EPROM)	62k (flash)	16k (flash)
Пам’ять RAM	128	256 RAM+2048 ixRAM	1024
Пам’ять даних	–	2k	512
Зовнішня пам’ять	до 64k	до 16M	–
Таймери	2	3	3, RTC
Паралельні порти	4	4	4
UART	1	1	1
SPI	–	1	1
ШІМ	–	2	4
АЦП	–	12bit/420ksps/8ch/DMA	10bit/30ksps/8ch
ЦАП	–	2x12bit/15μs	–
Додатково	–	Монітор живлення, WDT	WDT, BOD
Програмування	Паралельне	Паралельне/UART/користувач	Паралельне/SPI
Орієнтовна ціна, грн	53	467	77

4.4 Будова контролера

Як процесор використовується однокристальний мікроконтролер ADuC841 з такими характеристиками:

- Однотактне 20MIPS ядро архітектури 8052;
- Швидкісний 12-розрядний АЦП;
- Два 12-розрядні ЦАП;
- 62 кбайт вбудованої пам’яті програм;

- 2 кбайти вбудованої пам’яті даних;

- UART, I2C, SPI інтерфейси;

Програмування та можливість відладки через інтерфейс UART.

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

ADuC841 є функціонально завершеним контролером інтелектуальних датчиків і включає в себе високоякісний багатоканальний АЦП із самокалібруванням, два ЦАПи, і швидкий (20МГц) з однотактовим виконанням команд 8-ми розрядний програмований мікроконтролер з системою команд МК 8051 на однім кристалі. Ядром МК є контролер 8052, що забезпечує пікову продуктивність до 20 MIPS. На кристалі розміщено 62Кбайт Flash пам'яті програм, 4 Кбайт Flash пам'яті даних, 256 байт пам'яті з довільним доступом (RAM) і 2Кбайт розширеної пам'яті з довільним доступом (XRAM).

В мікроконтролер вбудоване дванадцятирозрядне АЦП послідовних наближень. За допомогою мультиплексора на його вхід можна подати сигнал із одного з 8 аналогових входів, давача температури, двох вбудованих цифро-аналогових перетворювачів, напруги нуля чи опори. Пристрій вибірки-зберігання дозволяє перетворювати швидкозмінні сигнали без помилок.

Кожне перетворення складається з двох фаз. Впродовж першої відбувається захоплення сигналу – конденсатор пам'яті 32пФ (рисунок 2.1) за допомогою ключів SW1, SW2 під'єднується до джерела і заряджається до вхідної напруги через резистор 200 Ом. Чим більший вихідний опір джерела сигналу тим більше часу потрібно для цього. Тому до аналогового входу варто підключити RC ланку, яка служитиме акумулятором заряду для конденсатора пристрою вибірки та зберігання (рисунок 4.2). Під час другої фази ключі SW1 та SW2 перемикаються в режим зберігання а захоплений заряд зрівноважується цифро-аналоговим перетворювачем. Отриманий при цьому код зберігається в регістрах ADCDATAH:ADCDATAL.

Щоб виключити саморозряд конденсатора важливо, щоб тривалість перетворення була досить короткою. Тому тактова частота АЦП не може бути меншою 400кГц.

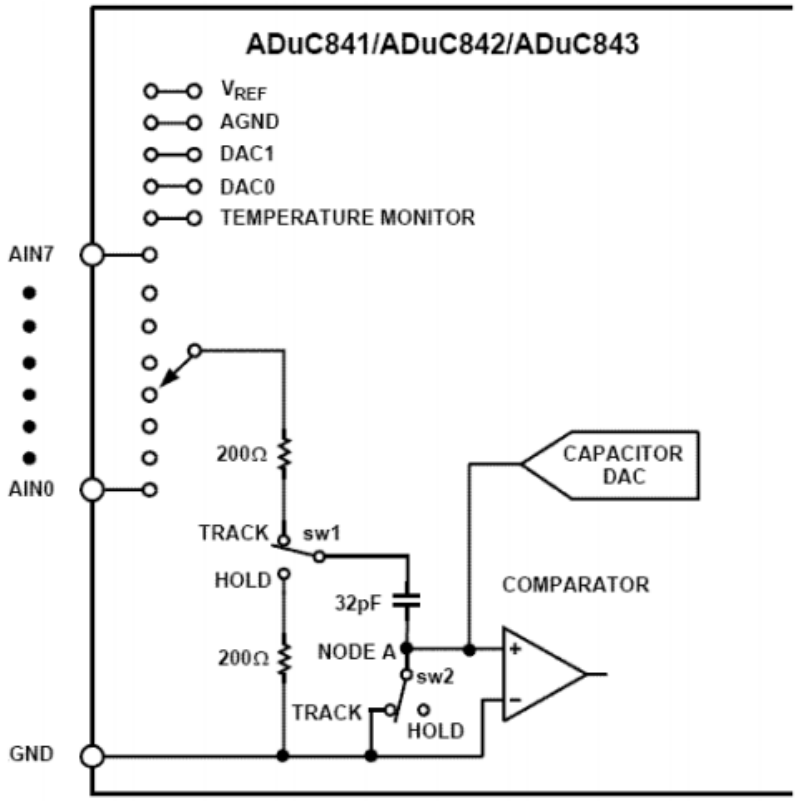

Рисунок 4.2 - Спрощена схема АЦП мікроконтролера ADuC841

До складу ADuC841 входять також додаткові аналогові пристрої: два 12-розрядні ЦАПи, монітор напруги живлення і джерелом опорної напруги. Додатковими цифровими пристроями є: два 16-розрядні Σ-Δ ЦАПи, два 16-розрядні широтно-імпульсні модулятори, сторожовий таймер, лічильник часових інтервалів, три таймери-лічильники, і три порти послідовного вводу-виводу (SPI, I2C, і UART).

Заводська прошивка контролера підтримує завантаження програмного забезпечення через послідовний порт UART, а також емуляцію через один контакт пристрою – EA.

Далі приведена функціональна схема ADuC841.

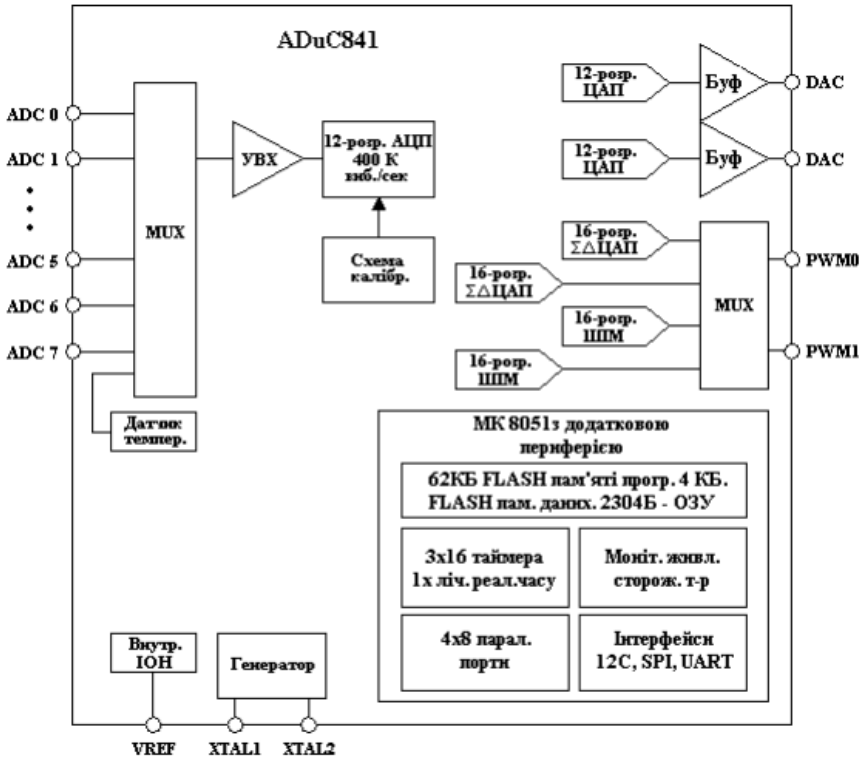

Рисунок 4.3 - Функціональна схема ADuC841.

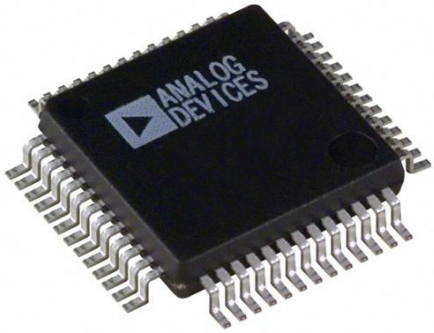

Рисунок 4.4 - Зовнішній вигляд ADuC841

4.5. Підбір давача лінійного переміщення

У якості датчиків лінійного переміщення використаємо WayCon RM5

Рисунок 4.5 – Загальний вигляд датчика

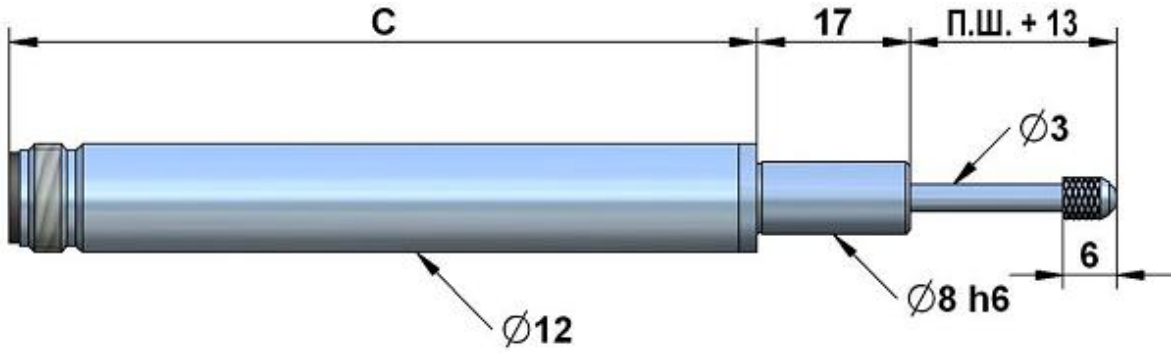

Рисунок 4.6 – Габаритні габаритні та приєднувальні розміри

Для RM5: С=73 мм, П.Ш=5 мм.

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики RM5

Характеристики	Значення
Діапазон вимірювань, мм	5
Лінійність, %	0,2
Напруга живлення, В	5
Корпус	Нікельована сталь
Вихідний сигнал, В	0…5
Ступінь захисту	IP67

4.6 Вибір схеми включення крокового двигуна

Оскільки в приладі використовується двигун постійного струму, то виберемо драйвер керування для нього.

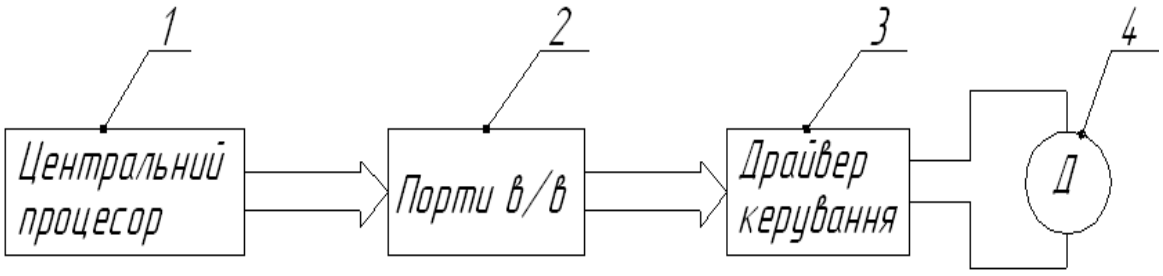

Рисунок 4.7 - Функціональна схема керування кроковим двигуном

Опис роботи: Центральний процесор (1) виробляє керуючі сигнали, які через порт виводу мікроконтролера (2) подаються на драйвер керування (3), драйвер в свою чергу виконує керування двигуном постійного струму (4), при цьому дана схема дозволяє змінювати напрямок обертання двигуна і змінювати швидкість від мінімального значення до номінального, що задається напругою живлення драйвера. Драйвер керування призначений для управління двигуном постійного струму, напруга живлення, максимальний струм у кожній обмотці, рівень сигналів управління 0-5 вольт по входах керування, що дозволяє керувати безпосередньо з портів мікроконтролера.

Схема драйвера побудована на базі двох повних мостів на польових (біполярних) транзисторах, використання повномостової схеми для управління струмом в обмотках двигуна дозволяє швидко змінювати його значення і напрямок, чим досягається максимальна швидкість обертання з високим коефіцієнтом корисної дії.

Рекомендована схема для уніполярного крокового двигуна L293D [15], спосіб підключення якої приведено на рисунку 4.8. Побудований таким чином драйвер здатний керувати уніполярним кроковим двигуном при під’єднані спільного виводу до напруги живлення.

Керування кроковим двигуном здійснюється шляхом почергового ввімкнення його обмоток. Для кожного двигуна існує гранична частота перемикання перевищення якої приведе до пропускання кроків. Гранична частота обертання залежить від моменту опору двигуна та режиму роботи.

В півкроковому режимі (half stepping) спочатку вмикається перша обмотка, далі – перша і друга, далі – друга, далі – друга і третя і так далі. Кількість кроків в цьому режимі вдвічі більша від паспортної, споживаний струм теж більший.

Завдяки більш плавній роботі вища гранична частота обертання.

Таблиця 4.3 - Послідовність комутацій обмоток в півкроковому режимі

№ кроку	1	2	3	4	5	6	7	8
Стан обмотки 1	1	1						1
Стан обмотки 2		1	1	1				
Стан обмотки 3				1	1	1		
Стан обмотки 4						1	1	1

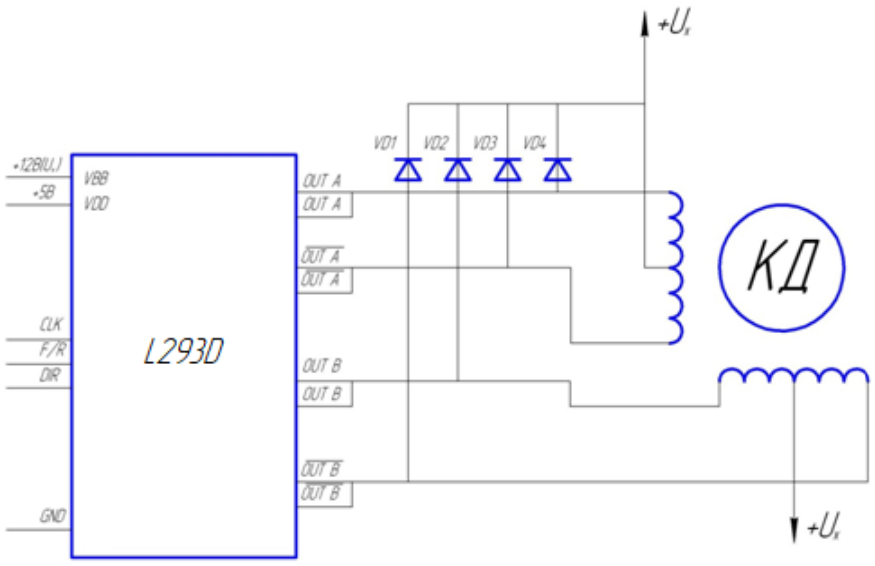

Рисунок 4.9 Схема підключення драйвера L293D та захисних діодів

Основною властивістю захисних діодів є:

- пікова зворотня напруга (максимальна робоча напруга, при якій протікаючий довгий період часу струм не викликає виходу із ладу діода);

- напруга пробою (значення напруги при якій відбувається різке збільшення струму, при чому швидкість збільшення струму перевищує швидкість збільшення напруги);

- напруга фіксації (максимальна напруга для нормалізованого максимального імпульсного пікового струму);

- піковий імпульсний струм (піковий струм в робочому режимі);

прямий струм (максимальний піковий струм в прямому напрямку).

4.7 Схема включення пневмоклапана

Схема керування пневматичним виконавчим пристроєм (ПВП) приведена на рисунок 4.10 складається з резистора R1, який призначений для зменшення викидів на затворі польового транзистора VT1 при перемиканні. Відповідно до схематичного рішення, при подачі сигналу високого рівня на вхід 1, польовий транзистор VT1 переходить у відкритий стан, це забезпечує протікання струму в колі підключення ПВП. Діод VD1 призначений для рекуперації (відновлення) самоіндукційної ЕРС в момент розривання кола керування, яке відбувається при подачі низькорівневого сигналу на вхід 1.

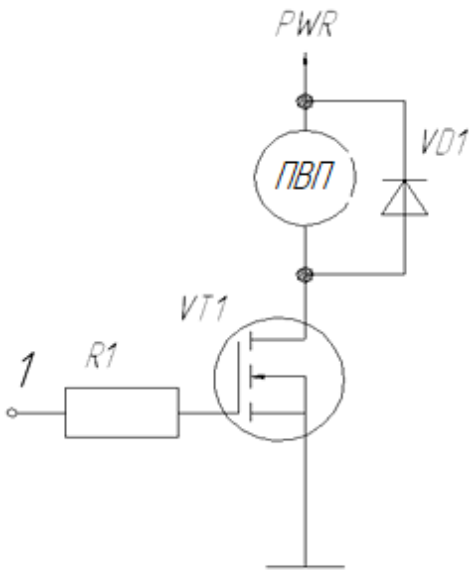

Рисунок 4.10– Схема керування пневматичним виконавчим пристроєм

Для даної схеми вибираємо біполярний транзистор VT1: MJD44H11

- напруга пробою колектор-емітер 100В;
- максимальна напруга бази 20В;
- допустимий струм у відкритому стані 7 А. та захисний діод VD1: SS26,
- максимальний прямий струм 2 А;
-максимальна зворотня напруга 1000 В;та резистор 100 Ом.

Для електронного блоку керування пристроєм для автоматичного контролю внутрішніх розмірів у важкодоступних місцях необхідно встановити 5 кнопок. Кнопки вибрали DIP Taster Kurzhub (рисунок 4.11)

Рисунок 4.11 – Зовнішній вигляд кнопки

4.8 Вибір дисплея

Рідкокристалічні дисплеї дуже поширені завдяки простому метеду роботи з ними та низькій ціні. Дані в дисплей TC1602A загружаються по шині (D0 – D7) при цьому контролер підтримує як 8-и бітне так і 4-и бітне підключення. 4-х бітне підключення економить виводи мікроконтролера і часто цього достатньо для виконання багатьох задач, але щоб спростити процедуру написання програми то підключаємо його в 8-и бітному режимі.

Дисплей містить вбудований LSI-контролер, цей контролер має два 8-бітних регістри, регістр інструкцій і регістр даних. Регістр інструкцій зберігає коди інструкцій такі, як очистка дисплея зсув курсора, інформацію для відобрежння даних(DDRAM) з оперативної пам’яті та генератор символів(CGRAM). Регістр інструкцій може бути записаний лише з мікроконтролера. Регістр даних тимчасово зберігає дані для читання або запису в DDRAM або CGRAM.

Дисплей має відображати результати вимірювань у наступному вигляді:

- min – розмір;
- max –розмір;
- середній розмір;
- брак/не брак;

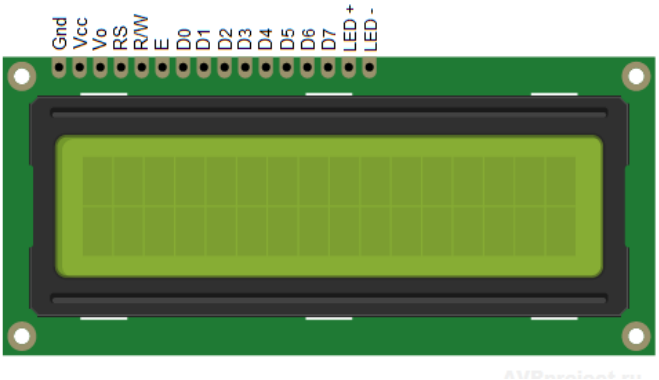

Рисунок 4.12 – Вигляд дисплею TC1602A

Завантаження програми в мікроконтролер відбувається через універсальний асинхронний приймач-передавач (UART – Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) – периферійний пристрій мікроконтролера, який дозволяє послідовно передавати ти приймати дані по двох однопровідних лініях. UART має можливість працювати в режимі повного дуплексу і не використовувати при цьому додаткової лінії для синхронізації.

Часто UART застосовують у парі з інтерфейсом RS-232 для зв'язку периферійного пристрою з персональним комп'ютером. Сигнали UART та RS-232 відрізняються в основному рівнями логічної одиниці та нуля. Якщо UART використовує рівні стандартні для КМОН чи ТТЛ логіки, то стандарт RS-232 передбачає використання напруги від -3В до -25В для кодування логічної одиниці та напруги від 3В до 25В для кодування логічного нуля.

Мікросхема MAX232 забезпечує рівень вихідної напруги, що використовується в інтерфейсі RS-232. Яку необхідно підключити як показано на рисунку 4.13 та вивід 9 до RxD, та вивід 10 до TxD до мікроконтролера, а виводи 7 та 8 до 2 та 3 виводів розніму DB-9.

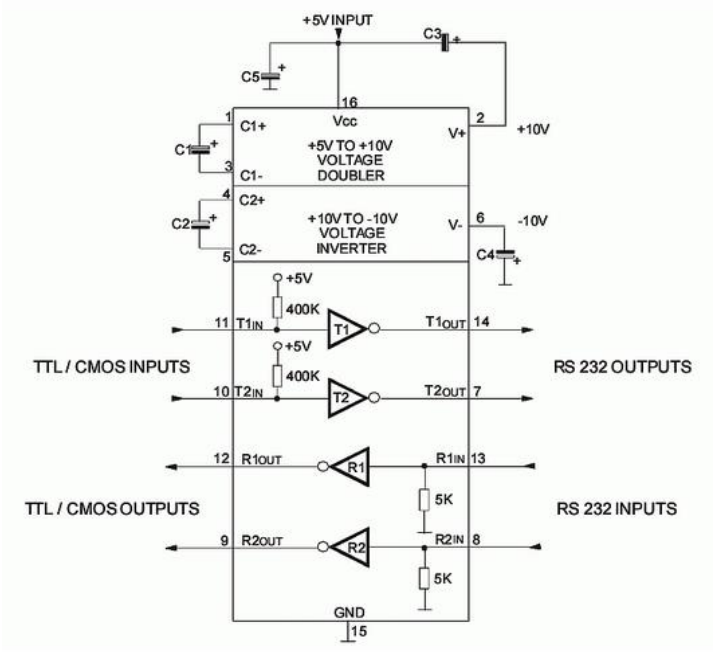

Рисунок 4.13 – Схема включення MAX232

В RS-232 для передачі даних використовується рознім DB-9.

Рисунок 4.14- Зовнішній вигляд розніму RS-232 (мама)

Рисунок 4.15 - Зовнішній вигляд розніму RS-232 (папа)

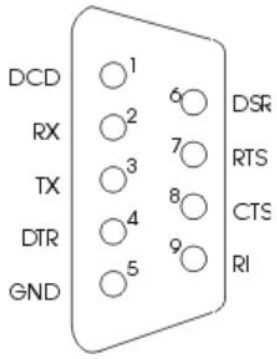

Рисунок 4.16 – Розпіновка виводів для RS-232

Таблиця 4.4 – Опис сигналів інтерфейсу

Назва	Напрямок	Опис	Контакт (9 – контактний рознім)
DCD	IN	Carrie Detect (Визначає несучий біт)	1
RXD	IN	Receive Data (Прийом даних)	2
TXD	OUT	Transmit Data (Передача даних)	3
DTR	OUT	Data Terminal Ready (Готовність терминалу)	4
SG	-	System Ground (Спільний вивід)	5
DSR	IN	Data Set Ready (Готовність даних)	6
RTS	OUT	Request to Send (Запит на відправку)	7
CTS	IN	Clear to Send (Готовність приєму)	8
RI	IN	Ring Indicator (Індикатор)	9

Призначення сигналів наступне:

- DCD – виявлення даних (детектування сигналу);

- RxD - данні, які приймає комп’ютер в послідовному коді (логіка від’ємна);

- TxD - данні, які передає комп’ютер в послідовному коді (логіка від’ємна);

- DTR – готовність даних до виводу;
- SG – нульевий провід;
- DSR – готовність даних. Використовується для задання режиму модему;
- RTS – сигнал запиту передачі. Активний весь час передачі;
- CTS – сигнал очищення для передачі. Активний кесь час передачі. Дає сигнал про готовність приймача;
- RI – індикатор виклику.

4.9 Оцінка похибки вимірювання

Під час вимірювання використовується 12-бітний АЦП. Максимальний вихідний сигнал давача становить 5 В при переміщенні 5 мм.

Схема узгодження зменшує вихідний сигнал до рівня 5В. Визначаємо, який мінімальний сигнал може сприйняти АЦП. 12-бітний АЦП дискретизує аналоговий сигнал на $2 = 4096$ значеннь.

Отже мінімальний сигнал який сприймає АЦП становить:

$$n = \frac{5\text{в}}{4096} = 0{,}001\text{В} = 0{,}1\ \text{мв}$$

Визначаємо, якому навантаженню відповідає даний сигнал.

Складаємо пропорцію

Звідки:

$$x = \frac{5 \cdot 0{,}001}{5} = 1 \text{ мкм}$$

Отже даний АЦП, дозволяє вимірювати переміщення з роздільною здатністю $5 \text{ мм} \pm 1 \text{ мкм}$.

Необхідна точність $\Delta = \pm 1$ мкм.

АЦП повністю задовольняє умови, а також надає можливість для заміни датчиків на більш точні.

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1 Охорона праці

5.1.1 Заходи по захисту від ураження електричним струмом на дільниці цеху

Охорону праці і техніку безпеки при роботі на електроустановках, верстатах та іншому устаткуванні забезпечують організаційно-запобіжними, інженерно-технічними, захисними заходами і застосуванням безпечних контрольних приладів.

Організаційно-запобіжні заходи: навчання осіб, що обслуговують електроустаткування, перевірка їхніх знань, контроль виконання правил безпеки, огляд електротехнічних установок, планово-запобіжний ремонт, правильне оформлення ремонту і монтажу електроустановок, сигналізація та ін.

Щоб створити безпеку при експлуатації електроустановок, слід насамперед добре підготувати обслуговуючий персонал і систематично проводити інструктаж з ним. Особи, які приймаються на цю роботу, підлягають медичному огляду відповідно до «Керівних вказівок по медичному огляду персоналу, що обслуговує електричні установки високої та низької напруги». Медичний огляд провадиться один раз у два роки; результати його заносять в

особові картки працюючих.

Персонал, зв'язаний з обслуговуванням, електроустаткування, повинен вивчати «Правила технічної експлуатації та безпеки обслуговування електроустановок промислових підприємств» в обсязі питань, що стосуються виконуваної роботи, і суворо додержувати їх.

На окремих робочих місцях у цехах необхідно вивішувати чіткі і ясні інструкції.

Для попередження обслуговуючого персоналу про небезпеку існують різні системи сигналізації, електричні сигнальні лампи та ін. На щитах керування чи розподільних щитах можна встановлювати сигнальні прилади, які вмикаються в коло допоміжного струму і показують, увімкнені чи вимкнені установки під напругою. Іноді доцільні фотоелементи, що вмикають сигнал при перетині небезпечної зони, наприклад рукою людини, та ін. Щоб попередити працюючих про небезпеку дотику до тих частин установок, які перебувають під напругою, біля них вивішують написи або запобіжні плакати.

Інженерно-технічні заходи зводяться до захисту від дотику, захисту в разі переходу струму на неструмоведучі частини, захисту від надмірних струмів.

Захист від дотику передбачає надійну ізоляцію і розташування у недоступних місцях струмоведучих частин електроустаткування, застосування струму безпечної напруги.

Для безпечного обслуговування електроустановок необхідно періодично перевіряти їх ізоляцію. У нормальних виробничих умовах ізоляцію сітки рекомендується перевіряти не рідше одного разу на рік, а у вогких приміщеннях і приміщеннях з їдкими парами і газами — не рідше двох разів.

Захист у разі переходу напруги на неструмоведучі частини електроустаткування і електропроводки здійснюється шляхом обладнання захисного заземлення, занулення або захисного вимикання.

Захисне заземлення служить виключно для захисту людей від ураження струмом. Це спеціальне залізне або мідне з'єднання металевих частин електроустановки, що звичайно не бувають під напругою, з провідниками, вміщеними безпосередньо у землі. Захисне заземлення забезпечує скидання

електричного заряду з предмета на землю, потенціал якої дорівнює нулю.

Захисне занулення — з'єднання металевих неструмоведучих частин установки з нулевим заземленим проводом — слід застосовувати в сітках з напругою до 1000 *в* з глухим заземленням нейтралі. Воно повинно перетворювати замикання на корпусі електродвигуна (при проходженні ізоляції) в однофазне коротке замикання між пошкодженою фазою і нульовим проводом, щоб забезпечити швидке автоматичне вимикання пошкодженої установки від кола.

Захисне вимикання є найдосконаліший спосіб захисту від появи небезпечної напруги на конструктивних частинах електроустаткування. Воно здійснюється за допомогою автоматичних вимикачів чи контакторів, що мають спеціальне реле. Захисні вимикачі застосовують в установках з ізольованою і заземленою нейтраллю; вони особливо корисні тоді, коли влаштувати заземлення чи занулення важко або практично неможливо (для пересувних установок).

Індивідуальні та інші засоби захисту людини від ураження електрострумом треба зберігати в точно зазначених місцях, у строгому порядку, оглядати та випробувати за певними нормами у встановлені строки. Після кожного огляду і випробування на захисних засобах ставлять клеймо з зазначенням строків чергових перевірок. Забраковані засоби слід негайно вилучити з ужитку.

5.1.2 Захист від виробничих шумів і вібрацій

Захист від виробничого шуму в цехах машинобудівних заводів мав важливе значення для оздоровлення умов праці і підвищення її продуктивності. Захист від стрясань сприяє нормальній роботі устаткування і зберігає його від передчасного виходу з ладу.

Проектуючи нові машини і виробничі агрегати, слід передбачати найефективніші заходи по зниженню шуму, особливо на робочих місцях, до рівнів, не більше допустимих.

Для послаблення шуму і стрясання агрегатів та верстатів у джерелі їх утворення є багато різноманітних засобів. Один з них — заміна шумного процесу безшумним. В цьому випадку необхідно заміняти ударні дії безударними. Наприклад, зворотно-поступальний рух деталей агрегатів необхідно замінити обертовим. Якщо виникає шум від вібрації співударних деталей і окремих вузлів, треба окремі вузли зчленувати за допомогою матеріалів, що мають велике внутрішнє тертя (гуми, корку, бітумного картону, повсті, азбесту). Перемежування металевих деталей з пластмасовими або з іншими незвучними матеріалами теж дає добрий ефект. При значних шумах в напрямних трубах (револьверні верстати і інші) доцільно влаштовувати гнучкі зв'язки між прутом і трубою, які є по суті демпфіруючими пристроями, зменшуючими вібрації та шум.

Ретельне складання всіх рухомих частин агрегату, при якому зводяться до мінімуму помилки у зчленуванні деталей (перекоси, неправильна відстань між центрами та ін.), сприяє зменшенню співударянь, виникненню шуму та вібрації.

Там, де є вентилятори, ежектори, повітродувки і інші установки з повітряними струменями, необхідно гнучкі переходи на повітроводах робити з тканини, а фланці — з гуми. Знижує шум мащення співударних деталей в'язкими рідинами. Для зниження шуму у редукторах їх вміщують у рідинні, масляні та інші ванни.

Якщо не можна зменшити шум у самому джерелі його утворення до допустимого рівня, в конструкцію агрегату слід включити пристрої, що перешкоджають поширенню шуму назовні, тобто ізолюють чи вбирають його. Для цього треба: агрегати, що утворюють шум усією своєю поверхнею (дизельні двигуни, електричні двигуни, шестеренчасті редуктори та ін.), повністю замикати у звукоізолюючі кожухи з виводом назовні органів керування та контрольних приладів і по змозі здійснювати автоматичне керування роботою цих агрегатів; шумні вузли агрегату — шестеренчасті редуктори, ланцюгові, пасові та інші передачі, співударні деталі, двигуни та ін.— вміщувати в ізолюючі бокси і кожухи; необхідні отвори у звукоізолюючих

кожухах робити у вигляді каналів, облицьованих зсередини звуковбираючими матеріалами; всі агрегати, які створюють надмірний шум внаслідок вихроутворення чи вихлопу повітря і газів (вентилятори, повітродувки, пневматичний інструмент і машини, пневматичні ежектори, двигуни внутрішнього згоряння і т. п.), обладнувати спеціальними камерами та іншими глушителями; агрегати, які встановлюються на спеціальних фундаментах і в приміщеннях, що межують з тихими приміщеннями (заводоуправління, конструкторське бюро і т. п.), обладнувати амортизаторами з пружин чи з пружних матеріалів.

Велике значення в комплексі робіт по захисту від шуму і стрясань мають архітектурно-будівельні заходи. Їх треба починати під час розробки генерального плану заводу. У плані слід передбачати достатню віддаленість приміщень з шумними технологічними процесами від приміщень з малошумними та звичайними процесами і належну їх ізоляцію.

Розміщуючи шумні і тихі об'єкти, треба враховувати розу вітрів даного району. Зважати на дію шуму і вібрації необхідно також при розташуванні об'єктів в приміщенні, де виробничі процеси викликають різні шуми і вібрацію.

Особливе значення в боротьбі з шумом і вібраціями мають фундаменти виробничих будівель, а також фундаменти під устаткування (молоти, преси, потужні електродвигуни, дизелі, верстати та ін.). Хорошим засобом ізоляції фундаментів будівлі від коливань є акустичні розриви, розташовані по периметру фундаменту. Акустичним розривом називається щілина між вібруючою масою і тією масою, яку хочуть захистити від стрясань. Щілина йде по всьому периметру фундаменту і є його повітряним ізолятором. Заповнюють її матеріалами, які слабо передають звук (повстю, пергаміном, пакетами а толю чи руберойду, тирсою, шлаком); при цьому утворюється так званий акустичний шов.

Проектуючи будівлю цехів, робота в яких пов'язана з сильним шумом і стрясанням, слід передбачати звукоізоляцію та звуковбирання, маючи на увазі, що навіть невеликі отвори і щілини сприяють проникненню шуму в сусідні приміщення. Дуже важливо забезпечити звуконепроникність вікон і дверей.

Для послаблення передачі корпусних шумів крізь перекриття останні слід робити у вигляді плаваючих конструкцій шляхом вкладання підлог на пружну основу.

Індивідуальні засоби захисту від шуму. Якщо технічні заходи для послаблення шуму недостатні і людям доводиться довго перебувати в умовах шуму, який перевищує 90—100 *дб,* або короткочасно — при шумі більше ll5 *дб,* рекомендується користуватися індивідуальними захисними приладами, ізолюючими вухо від шуму,— протишумами. Існує два основних типи цих приладів: у вигляді навушників, пов'язок чи шоломів, що зовні прикривають вушну раковину або всю привушну ділянку, і у вигляді заглушок, які закладають всередину слухового проходу.

Протишуми виготовляють з гуми, пластмаси, металу, вати, воску та інших матеріалів у вигляді суцільних і шаруватих конструкцій, а також з порожнинами і каналами у вигляді акустичних фільтрів.

Протишуми у вигляді заглушок з твердого матеріалу— ебоніту, гуми, пластмаси, що встановлюються у слуховий канал, не можна рекомендувати до застосування у виробничих умовах, бо при регулярному і тривалому вживанні ці пробки викликають подразнення стінок слухового проходу і біль у вусі. Найбільш прийнятні пробки із спеціальної гуми — неопрену, які завдяки великій еластичності створюють добре ущільнення у вусі і несильно тиснуть на стінки слухового проходу, а також з ультратонкого скловолокна.

При дуже інтенсивному шумі потрібне більше заглушення, ніж те, що його забезпечують протишуми-навушники. Це досягається застосуванням шоломів типу авіаційних шлемофонів, які щільно облягають голову і привушну ділянку.

Під час роботи з пневматичним інструментом необхідно одягати м'які рукавиці з подвійною прокладкою на долонній поверхні, що знижують дію вібрації.

При сильних вібраціях бажано зменшувати відчуття вібрації і стрясань органів черевної порожнини, для чого рекомендується щільно оперізувати живіт.

Під час клепальних та обрубних робіт треба користуватись спеціальними тримачами, що зменшують віддачу інструменту.

При загальних вібраціях, що передаються на організм робітника через підлогу і площадки, на яких він стоїть, значного зниження їх дії можна досягти, користуючись спеціальним взуттям на товстій зубчастій гумовій підошві.

5.2 Безпеки в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Безпека виробничої діяльності на підприємствах де використовуються надвисокі частоти

В процесі життя, виробничої та будь-якої іншої діяльності людина постійно перебуває під впливом небезпек, як реальних, так і потенційних. Вивчення цих небезпек, умов, за яких вони здатні реалізуватись, вміння знизити їх негативний вплив сприяло протягом усієї історії виживанню людства і дозволяє йому існувати в сучасних умовах. Однак на сьогодні, у вирішенні цих питань потрібен комплексний науково обгрунтований підхід, який може забезпечити лише безпека життєдіяльності. Безпека життєдіяльності (БЖД) — це галузь науково-практичної діяльності, спрямованої на вивчення загальних закономірностей виникнення небезпек, їх властивостей, наслідків впливу на організм людини надвисоких частот, а також на розробку і реалізацію відповідних засобів та заходів щодо створення і підтримки здорових та безпечних умов життя і діяльності людини де складаються крупногабаритні конструкії. В центрі уваги БЖД — система „людина — життєве середовище". Під життєвим середовищем розуміють частину зовнішнього середовища, що оточує людину, підтримує її існування, створює умови для діяльності та суспільних відносин і безпосередньо впливає на її життя та здоров'я. Розгляд системи „людина — життєве середовище" можливий як на загальному (комплексному) рівні, так і стосовно підсистем меншого масштабу, що враховують певні особливості та відповідну направленість відносин між двома складовими системи.

В першу чергу необхідно виділити підсистему „людина — природне середовище", оскільки промислова, технічна та наступна науково-технічна революція настільки озброїли людину технікою, і такою мірою підвищили її могутність, що відносини між людиною та природним середовищем зазнали значної трансформації. Людство опанувало нові види енергії, розробило невідомі природні матеріали і технології, проникло в глибини Землі та космічні простори, підкорило водні і повітряні океани., однак всі ці успіхи мають і зворотню сторону. Сьогодні природний (початковий) стан навколишнього середовища виявився суттєво порушеним, що спричинило появу нових небезпек природного походження, які не лише негативно впливають на здоров'я людини, але й загрожують її існуванню.

Важливе значення має розгляд підсистеми „людина — виробниче середовище". Науково-технічний прогрес та пов'язані з ним нові технічні рішення і технології, широке застосування надвисоких частот у різних виробництвах, складання крупногабаритних конструюй, створення агрегатів великої потужності, підвищення швидкості роботи устаткування, використання нових матеріалів збільшило кількість виробничих небезпек для здоров'я та життя людей.

Особливе значення у вирішенні питань безпеки життєдіяльності відводиться людині, як елементу системи „людина — життєве середовище". Згідно з даними статистики більше 50% нещасних випадків у виробничій та побутовій сферах спричинені людським фактором.

Високі рівні аварійності, травматизму, несприятливий вплив різноманітних чинників небезпеки на здоров'я та працездатність людини часто зумовлені невідповідністю її психофункціонального стану складності чи інтенсивності роботи, що виконується, розвитком стану нервово-емоційної напруженості, стомленням, стресом тощо. Досить високий відсоток причин, пов'язаних з людським фактором, обумовлюється значними прогалинами в системі освіти та виховання.

Важливим аспектом життєдіяльності є захист населення, об'єктів економіки і в цілому території від негативних наслідків надвисоких частот

5.2.2 Шкідливість впливу електромагнітних полів та захист від них

Вплив електромагнітних полів (ЕМП) на організм людини залежить від щільності потоку енергії, частоти випромінювання, тривалості впливу, режиму опромінення, розмірів опромінюваної поверхні тіла, індивідуальних особливостей організму.

В зоні впливу ЕМП людина зазнає теплового та біологічного впливу. У джерел ЕМП розрізняють ближню (індукційну) та дальню (випромінювальну) зони впливу. Ближня частота реалізується на віддалі $r \leq \lambda/6$, де ЕМП ще не сформувалось. Внаслідок цього одна зі складових поля набагато менша, ніж інша таких джерел ЕМП при впливі на навколишнє середовище слабко виражена магнітна складова напруженості. Тому в 5—8 діапазонах частот ЕМП оцінюється за електричною складовою напруженості поля Е, В/м. В дальній зоні на відстанях $r \geq \lambda/6$ ЕМП сформувалось, тому тут виражені обидві його складові — електрична та магнітна, тому в 10—11 діапазонах частот ЕМП оцінюється поверхневою густиною потоку енергії (ПГЕ), котра виражається одиницею вимірювання Вт/м2 (1Вт/м2=0,1мВт/см2=100мкВт/см2).

Зміна ЕМП викликає нагрівання тканин тіла людини за рахунок змінної поляризації діелектрика (хрящі, сухожилля тощо) та за рахунок появи струмів провідності. Тепловий ефект є наслідком поглинання енергії ЕМП. Надлишкове тепло, котре виділяється в організмі людини, відводиться за рахунок функціонування механізму терморегулювання.

Однак, починаючи з певної межі, організм не забезпечує відведення тепла від окремих органів і тому підвищується температура тіла. Перегрівання особливо негативно відбивається на тканинах зі слабко розвиненою судинною системою або з недостатнім кровообігом (очі, мозок, нирки, шлунок, жовчний та сечовий міхур). Опромінення очей викликає каламутність кришталика (катаракта) та втрату зору. Це відбувається у випадку надвисокочастотного опромінення при ПГЕ>10 мВт/см2.

Тривалий вплив радіохвиль помірної інтенсивності при ПГЕ<1 мВт/см2

не створює теплового впливу, котрий може викликати функціональні зміни в центральній нервовій системі та в серцево-судинній системі. Виникають також головний біль, швидка втома, погіршення самопочуття, зміни тиску, зміни провідності серцевого м'яза, нервово-психічні розлади. Спостерігаються також трофічні розлади: схуднення, випадання волосся, ламкість нігтів, зміни складу периферійної крові. Ці зміни мають зворотний характер на ранній стадії. Тривалий вплив ЕМП супроводжується фізіологічною адаптацією або послабленням імунологічних реакцій.

Лінії електропередач напругою до 1150 кВ, відкриті роздільні пристрої, до складу котрих входять комунікаційні апарати, пристрої захисту та автоматики, вимірювальні прилади є джерелами електричних полів промислової частоти. Тривалий вплив таких полів знаходить вияв через суб'єктивні розлади (неврози, головний біль у скронях та в потилиці, відчуття в'ялості, розлади сну, погіршення пам'яті, дратівливість, апатія, депресія, серцевий біль, функціональні порушення центральної нервової системи, серцево-судинної системи, зміни складу периферійної крові тощо).

В зв'язку з цими змінами необхідно обмежувати час перебування людей в зоні впливу електричного поля, створюваного струмами промислової частоти напругою понад 400 кВ.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У даній курсовій роботі виконано розробку електронного блоку керування пристрою для контролю відхилення від паралельності та товщини пластини клапана автомобілів.

В процесі роботи здійснювався процес складання функціональної схеми, вибір елементної бази. Проведений метрологічний аналіз і метрологічне забезпечення автоматичної системи керування, привели схему повірки, умови її проходження і розрахували його метрологічні показники.

Проведено розрахунок похибки вимірювання. Підібрано елементну базу.

У прецизійних вимірюваннях при дослідженні рельєфу поверхні чи її відхиленні від паралельності слід враховувати умови проведення вимірювань, а саме: температуру середовища і атмосферний тиск.

За допомогою пакету програми Altium Designer Summer 09 розроблено принципову схему електронного блоку управління

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теория и проектирование контрольных автоматов. Учебное пособие для вузов / Под ред. Л.Н.Воронцова, С.Ф. Корндорфа и др. – М.: Высшая школа, 1980.-560с.
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электрония: Учебное пособие для приборостроительных специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1991.-622с.
3. Горбунов В.Л., Панфилов Д.Н., Преснухин Д.Л. Справочное пособие по микропроцессорам и микроЭВМ / Под ред. Л.Н.Преснухина. – М.: Высшая школа, 1988.-272с.
4. Тищенко О.Ф., Взалединский А.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1977.
5. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1975.-471с.
6. Рабинович А.Н. Автоматизация механосборочного производства.- К.: Высшая школа, 1969.-542с.
7. Рудзит А.Я., Плуталов В.Н. Основы метрологии, точность и надёжность в приборостроении.- М. :Машиностроение, 1991 – 303 с.
8. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М. Мир, 1984. – 264 с.
9. Котов В.Е. Сети Петри. – М.: Наука, 1984. – 160 с.
10. Лескин А.А., Мальцев П.А., Спиридонов А.М. Сети Петри в моделиронии и управлении. Л.: Наука, 1989. -133 с.
11. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки: Підручник. - Житомир: ЖІТІ, 2001. - 612 с.
12. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з “Організації, планування і управління приладобудівного виробництва та орга-нізаційно-економічної частини дипломних проектів конструкторського характеру”, м.Тернопіль, 1996.
13. Економіка підприємства, підручник, за ред. д.е.н., проф. С.Ф. Покопивного, Київ, 2000.- 634 с.

14. http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADUC841_842_843.pdf

15. http://www.atmel.com/images/doc2466.pdf

16. http://www.wayconengineering.com/fileadmin/waycon/dateien/products/inductive_position_transducers/Inductive_Transducer_SM_HYD.pdf

17. Цивільна оборона: підручник для вищих учбових закладів; Губський А.І. - К.: Міністерство освіти, 1995 - 216 с.

18. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.0.003-74.

19. Жидецький В.І. «Основи охорони праці» -Львів: Афіша, 2000.-356с.

20. Основні вимоги до оформлення текстової і графічної частин диплом-них і курсових проектів /А.В. Куцевич. ТДТУ,1998.-26с.

ДОДАТКИ