

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

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

приладів та контрольно-вимірювальних систем
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

**Пристрій для вимірювання
внутрішніх діаметрів деталей**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РН-41
спеціальності 153

Мікро-та наносистемна техніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Дуркот Д. Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Наконечний Ю. І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Апостол Ю. О.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Паламар М. І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2025

РЕФЕРАТ

Тема “Пристрій для вимірювання внутрішніх діаметрів деталей”.

Мета роботи – забезпечення вимірювання внутрішніх діаметрів деталей за допомогою даного пристрою.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з таких розділів:

- загально-технічна частина;
- конструкторсько-технологічна частина;
- спеціальна частина;
- охорона праці.

Ключові слова: ПРИСТРІЙ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ВУЗОЛ, РОЗРАХУНОК, СХЕМА КЕРУВАННЯ, ВНУТРІШНІЙ ДІАМЕТР

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ				
Розроб.		Дуркот Д.Р.							
Перевір.		Наконечний Ю.І.							
Н. контр		Апостол Ю.О.							
Реценз.									
Затверд.		Паламар М.І.							
					Літ.	Арк.	Аркушів		
					ТНТУ, ФПТ, гр. РН-41				

ЗМІСТ

Вступ

1 Загально-технічна частина

1.1 Аналіз об'єкту вимірювання

1.2 Патентний пошук та аналіз додаткового матеріалу

1.3 Вибір та порівняльний аналіз варіантів вирішення завдання

2 Конструкторсько-технологічна частина

2.1 Опис кінематичної принципової схеми

2.2 Опис конструкції та принципу роботи пристрою

2.3 Розрахунок основних геометричних параметрів пристрою

2.4 Підбір датчика лінійного переміщення

2.5 Підбір двигуна

2.6 Вибір електромагніту

2.7 Визначення максимальної похибки пристрою

2.8 Технічне обслуговування пристрою

3 Спеціальна частина

3.1 Розробка структурно-функціональної схеми

3.2 Кінематична схема розроблюваної системи

3.3 Підбір реле для керування електромагнітами

3.4 Розрахунок схем керування і зняття даних

3.5 Розробка блок-схеми алгоритму робочого для пристрою

3.6 Опис деформаційних процесів, що відбуваються під час роботи пристрою

4 Охорона праці

Висновки

Список використаної літератури

Додатки

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>		<i>Дуркот Д.Р.</i>			ЗМІСТ			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Наконечний Ю.І.</i>								
<i>Н. контр</i>		<i>Апостол Ю.О.</i>						ТНТУ, ФПТ, гр. РН-41		
<i>Реценз.</i>										
<i>Затверд.</i>		<i>Паламар М.І.</i>								

ВСТУП

Приладобудування – це дисципліна, яка займається проектуванням, розробкою, встановленням та обслуговуванням систем вимірювання та керування. Вона поєднує принципи електротехніки, електроніки та машинобудування для забезпечення точного та надійного вимірювання, моніторингу та керування в різних промислових процесах. У сучасному технологічно розвиненому світі обладнання відіграє важливу роль в оптимізації ефективності, безпеки та продуктивності.

Першочергове значення приладобудування полягає в його здатності підвищувати ефективність процесів, знижувати витрати та забезпечувати безпеку в різних підприємствах та галузях промисловості. Фахівці з цими навичками користуються великим попитом, оскільки вони відповідають за розробку та впровадження машин і систем. Особи, які оволодіють цими навичками точного вимірювання, можуть відкрити кар'єрні можливості в керуванні процесами, автоматизації, проектуванні обладнання, дослідженнях та розробках, управлінні проектами тощо. Здатність усунути несправності та обслуговувати складні машинні системи є цінним активом, який може призвести до кар'єрного зростання та успіху.

Називають приладобудуванням - галузь машинобудування, що розробляє та виробляє засоби вимірювання, обробки та подання інформації, автоматичні та автоматизовані системи керування. Основним напрямком розвитку приладобудування є вимірювальна техніка, що складається з методів та приладів вимірювання механічних, електричних, магнітних, теплових, оптичних та інших фізичних величин. Вимірювальні прилади спільно з автоматичними керуючими та виконавчими пристроями утворюють технічну базу автоматизованих систем керування технологічними процесами.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Дуркот Д.Р.			ВСТУП			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Наконечний Ю.І.								
Н. контр		Апостол Ю.О.						ТНТУ, ФПТ, гр. РН-41		
Реценз.										
Затверд.		Паламар М.І.								

Приладобудування відноситься до сфери інноваційного розвитку і вважається найбільш наукомістким виробництвом, яке виконує такі функції:

- займається розробкою та виробництвом високоточної вимірювальної апаратури;
- випускає системи зв'язку та телекомунікації;
- проводить аналіз;
- опрацьовує інформацію;
- створює автоматизовані системи керування.

На приладобудівних підприємствах виготовляють апаратуру для найважливіших галузей економіки: оборонної та нафтохімічної, ракетно-космічного та паливно-енергетичного комплексів, залізничного, морського та авіатранспорту.

Приладобудування та контрольно-вимірювальна техніка спеціалізується на проектуванні, налаштуванні та обслуговуванні систем промислової автоматизації, які управляють та контролюють машини та процеси в промисловості. Ця галузь інженерії забезпечує ефективне, безпечне та економічне функціонування процесів за допомогою різних вимірювальних приладів та систем управління.

Основне завдання в цій галузі - підтримання стабільності та покращення характеристик усієї системи за допомогою точних вимірювань та контролю.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз об'єкту вимірювання

Пристрій призначений для вимірювання отворів з діаметром від 80 до 120 мм.

Пристрій було розроблено на основі наступних даних параметрів.
Діаметр максимальний $d_{\max}=120$ Н8

Діаметр мінімальний $d_{\min}=80$ Н8

Квалітет точності 8

Поле допуску IT = 54 мкм.

1.2 Патентний пошук та аналіз додаткового матеріалу

Розглянемо деякі можливі патенти на цей пристрій.

Один із методів, що використовуються для вимірювання внутрішнього діаметра отворів, описано наступним чином: свідоцтві авторському №1441164 «Пристрій для вимірювання внутрішніх діаметрів деталей». У цьому патенті описано принцип роботи пристрою, а також наведено схематичні діаграми. Загальна структура пристрою показана на рисунку 1.1. – Пристрій для вимірювання внутрішніх діаметрів деталей.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Дуркот Д.Р.			ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Наконечний Ю.І.									
Н. контр		Апостол Ю.О.									
Реценз.											
Затверд.		Паламар М.І.							ТНТУ, ФПТ, гр. РН-41		

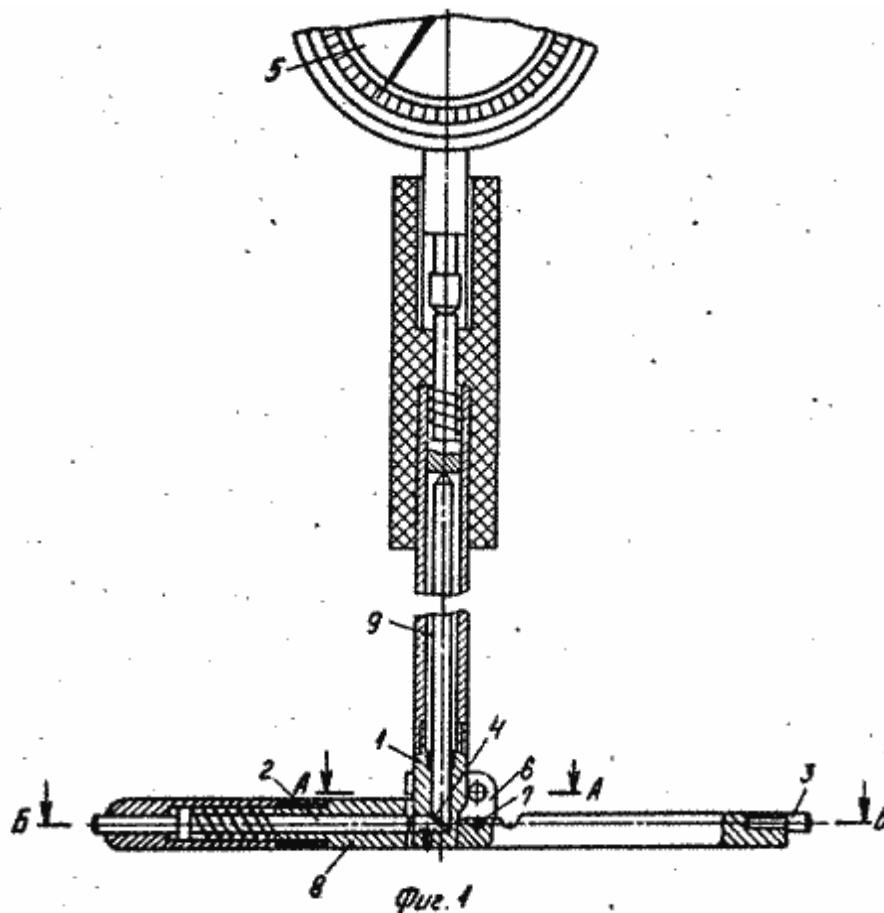


Рисунок 1.1 – Пристрій для вимірювання внутрішніх діаметрів деталей

Пристрій складається з трьох частин – корпус, вимірювальний елемент та індикаторний елемент.

Пристрій має два положення – неробоче та робоче. Коли пристрій знаходиться в положенні спокою, його вставляють у отвір (зазвичай менший за вимірюваний отвір), потім повертають у робоче положення та вимірюють вимірюваний отвір. Вимірювання проводять, нахилиючи пристрій вбік та спостерігаючи за показниками на екрані. Пристрій виймають з вимірюваного отвору у зазначеному порядку.

Будемо розглядати пристрій наступний, що описаний в свідоцтві авторському №1716301 «Пристрій для вимірювання внутрішнього діаметру деталей».

На рисунку 1.2 – Пристрій для вимірювання внутрішнього діаметру деталей зображено конструкцію загальна даного пристрою.

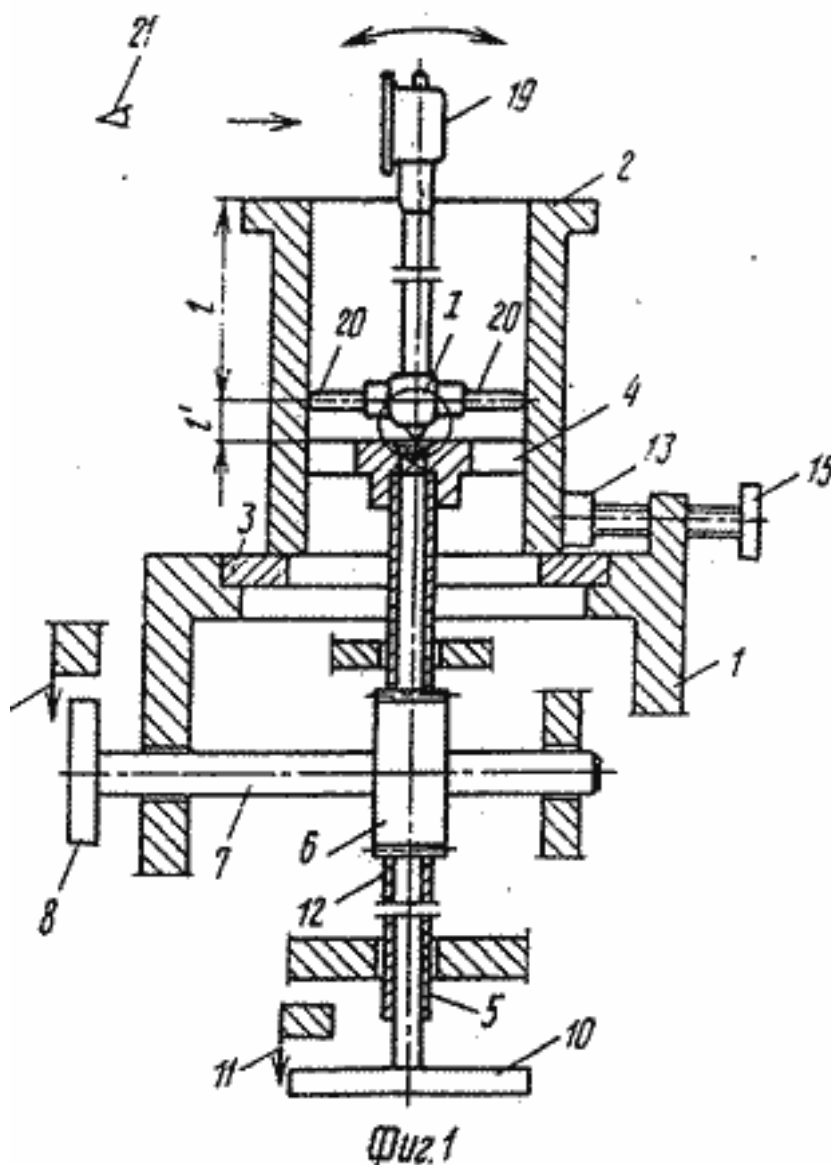


Рисунок 1.2 – Пристрій для вимірювання внутрішнього діаметру деталей

Вимірювання діаметра здійснюється наступним чином. Вимірювальні стружки внутрішнього діаметра індикатора розміщуються на певній та точно визначеній відстані від торця деталі, а також у суворо визначеному кутовому положенні по всьому колу отвору. Центрувальний вузол виконаний у вигляді порожнистої зубчастої рейки та вертикально встановленого вала, на вільному верхньому кінці якого встановлено диск з радіальними кільцями, причому порожниста зубчаста рейка служить для переміщення диска з кільцями вздовж

осі вимірюваного отвору та приводиться в рух кареткою, встановленою на горизонтальному валу.

Це допомагає швидко та надійно встановити необхідну вимірювальну відстань від торця отвору.

Наявність вертикального вала, синхронно розташованого в порожнистому колі, дозволяє точно розташувати диск з радіальними канавками в потрібному кутовому положенні по всій окружності отвору, а вимірювальний стержень з наскрізними отворами на вільних кінцях вимірювальних стержнів дозволяє орієнтувати внутрішній вимірювальний пристрій у потрібному кутовому напрямку під час вимірювання вимірювальних стержнів та утримувати їх на заданій відстані від їх кінців. Лінійний ділительний важіль дозволяє встановлювати та регулювати вимірювальну відстань від кінця отвору, а кутовий ділительний важіль забезпечує встановлення потрібного кута вимірювання по всій окружності отвору.

Інший пристрій описується в свідоцтві авторському №796638.

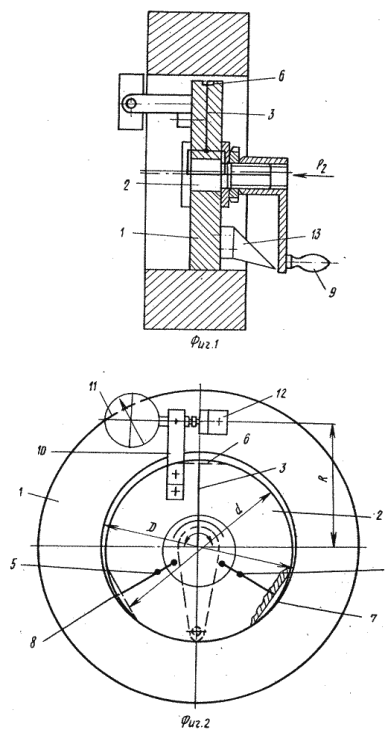


Рисунок 1.3 – Пристрій для вимірювання внутрішніх діаметрів деталей

Цей пристрій таким способом працює.

Вимірювальне колесо 1 діаметром d вставляється в отвір діаметром D із зазором близько 0,05 мм. Середня частина розподільника 2 підключена до джерела тиску P_2 , як середовище передачі тиску рекомендується вибрати повітря, що дозволяє уникнути витoku.

Поверніть важіль 9 кілька разів, відзначаючи кількість обертів на стрілці 13. При повороті важеля тиск по черзі надходить через канали 3-5 у кишені 6-8, в результаті чого вимірювальне колесо притискається до формувального отвору, і колесо переміщується до середини отвору. За кількістю обертів важеля величина зазору визначається за такою формулою:

$$D - d = \frac{Sd}{2\pi Rn}$$

Де D – діаметр отвору

S – покази датчика переміщень

d – діаметр ролику

n – кількість обертів

R – радіус установки датчика

Прилад дуже простий у використанні та дає дуже хороші результати вимірювань, так як похибка форми отвору для прокатки є середньою, діаметр ролика зовнішній можна калібрувати з високою точністю, і вплив похибок випадкових, зумовлених багаторазовим обертанням ролика, зменшується.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

1.3 Вибір та порівняльний аналіз варіантів вирішення завдання

Свідоцтво авторське №1441164 «Пристрій для вимірювання внутрішніх діаметрів деталей».

Цей пристрій має багато переваг і недоліків.

Переваги пристрою:

- Різноманітність деталей вимірюваних
- Пристрій є простим
- Вимірювання деталей з малими отворами

Однак пристрій також має кілька недоліків:

- Невисокий рівень автоматизації пристрою
- Незручний для вимірювання
- Точність невисока
- Процес вимірювання є складним

Свідоцтво авторське №1716301 «Пристрій для вимірювання внутрішнього діаметру деталей».

Переваги приладу:

- Великий діапазон деталей вимірюваних
- Точність вимірювання висока

Однак прилад має й кілька недоліків:

- Конструкція приладу є складною
- Метод вимірювання складний, центрування пристрою та встановлення вимірюваної деталі є досить трудомістким.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

Аналіз свідоцтва авторського №796638.

Переваги пристрою:

- Точність вимірювання висока
- Конструкція є простою

Недоліки:

- Малий діапазон зразків вимірюваних
- Рівень автоматизації невисокий
- Потреба в додатковому джерелі тиску

Вивчивши переваги та недоліки кожного приладу, я вирішив розробити прилад, використовуючи найкращі характеристики перелічених вище приладів.

При проектуванні приладу процес його створення має бути максимально простим, зберігаючи при цьому точність вимірювань. Пристрій має два ролики, що повторюють поверхню внутрішню отвору, а також датчик переміщення, який вимірює за допомогою системи важелів. Система важелів забезпечує широкий діапазон вимірювання.

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис кінематичної принципової схеми

Схема кінематично-принципова зображена на рис. 2.1.

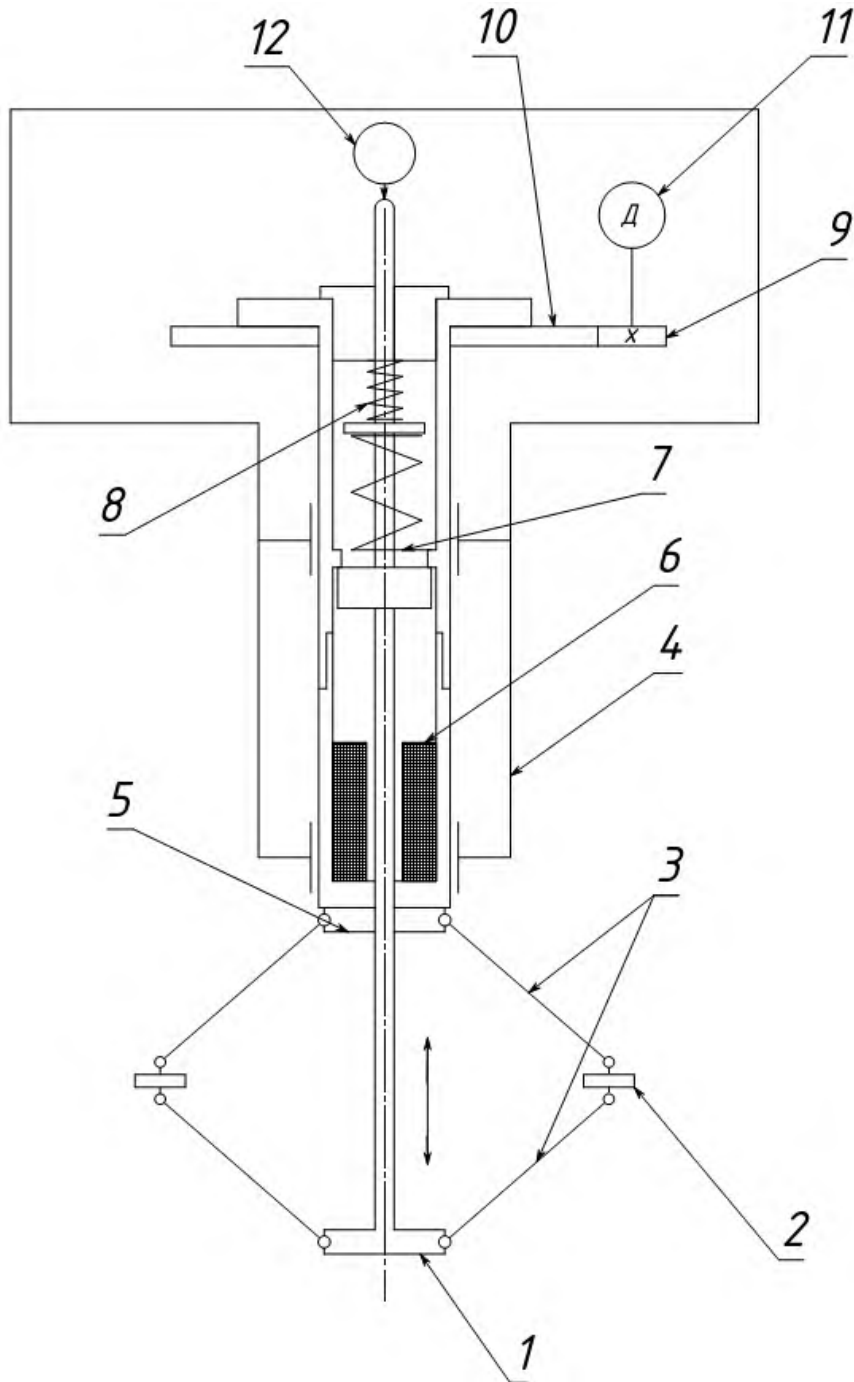


Рисунок 2.1 - Схема пристрою кінематична принципова.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КОНСТРУКТОРСЬКО- ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА			Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Дуркот Д.Р.								
Перевір.		Наконечний Ю.І.								
Н. контр		Апостол Ю.О.						ТНТУ, ФПТ, зр. РН-41		
Реценз.										
Затверд.		Паламар М.І.								

Ролики (2) за допомогою важелів (3) кріпляться на рухомих шарнірах до вимірювального штоку (1) та корпусу штоку (5). Корпус штоку(5) на підшипниках обертається в корпусі (4). До корпусу штоку (5) кріпиться зубчасте колесо (10). Електромагніт (6) розміщений в корпусі штоку (5). Також в корпусі штоку розміщені пружина прижимна (7) та пружина демпферна (8). В корпусі пристрою (4) фіксується двигун (11), датчик лінійного переміщення (12).

2.2 Опис конструкції та принципу роботи пристрою

Пристрій встановлюється на деталь. Вимірювальні ролики(2) в складеному положенні вставляються в вимірюваний отвір. Ролики (2) складаються за допомогою електромагніту (6). Після вимкнення електромагніту(6), за допомогою прижимної пружини (7) розтискаються і притискаються до твірної отвору. Демпферна пружина (8) не дає різко розтискатись пружині (7) після вимкнення електромагніту (6). Далі ролики(2) на корпусі штоку (5) через зубчасту передачу (9-10) та двигун (11) приводяться в обертовий рух. Ролики рухаються по твірній отвору – відтворюючи його поверхню, що приводить в рух шток(2) вимірює значення на датчик лінійного переміщення (12). Після закінчення вимірювання – ролики складаються і пристрій демонтується з деталі. Під час вимірювання вал двигуна (11) виконує 2-4 оберти, за годинниковою стрілкою та стільки ж проти годинникової стрілки, щоб уникнути заплутування кабелю, що приєднується до датчика (12)

2.3 Розрахунок основних геометричних параметрів пристрою

Точність деталей можна розрахувати за параметрами такими:

Діаметр максимальний $d_{\max}=120$ мм

Діаметр мінімальний $d_{\min}=80$ мм

Як ролики ми використовуватимемо підшипники 1000093 з такими розмірами габаритними (ДСТУ 8338-93):

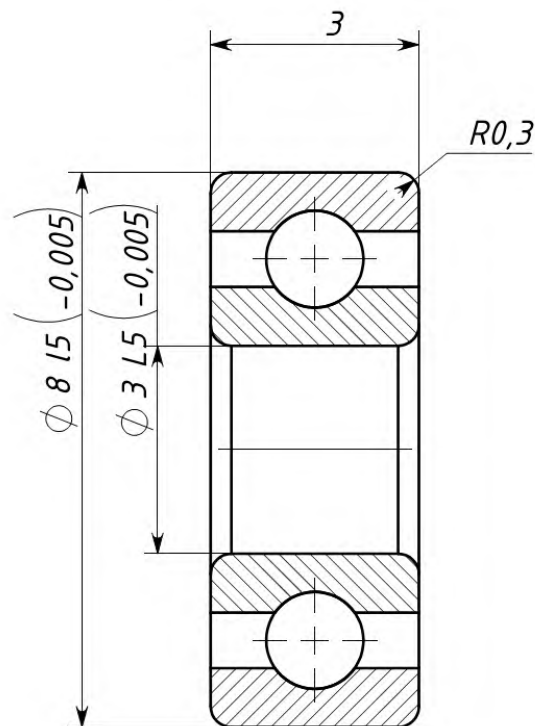


Рисунок 2.2 – Геометричні параметри ролика

На рисунку 2.3 наводимо кінематичну схему вимірювального блоку, за якою визначаємо загальні параметри деталей вимірювальної головки, а саме довжину плечей, довжину штоку вимірювального, довжину плечей. Деякі з них також представлені графічно.

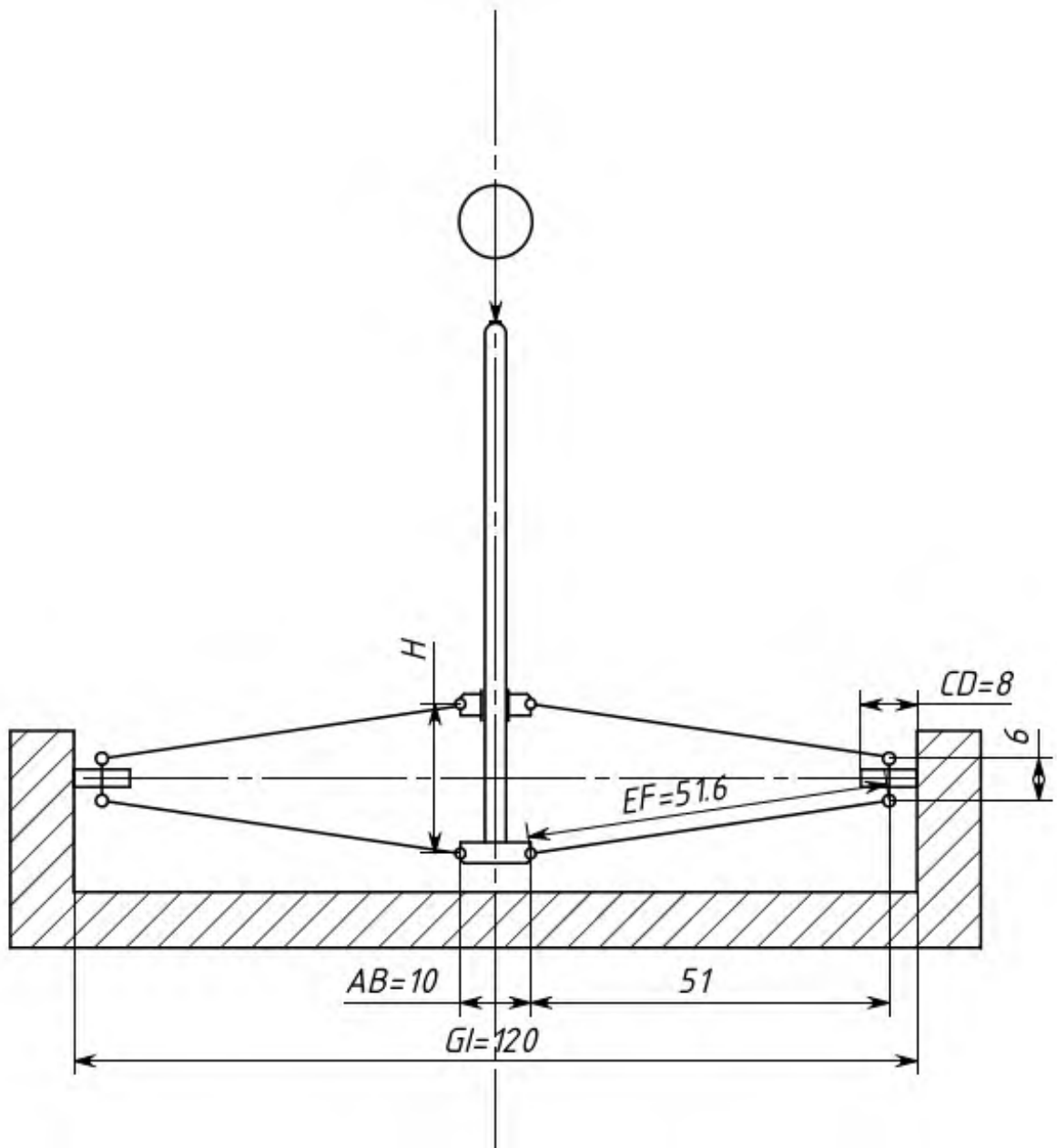


Рисунок 2.3 – Кінематична схема вимірювального вузла

Згідно з рисунком, довжина важелів повинна становити $l=51,6$ мм.

Обчислимо передавальну функцію пристрою.

Зміщення H мікросхеми визначається наступною формулою:

$$H = 2\sqrt{EF^2 - \left(\frac{1}{2}(GI - CD - AB)\right)^2}$$

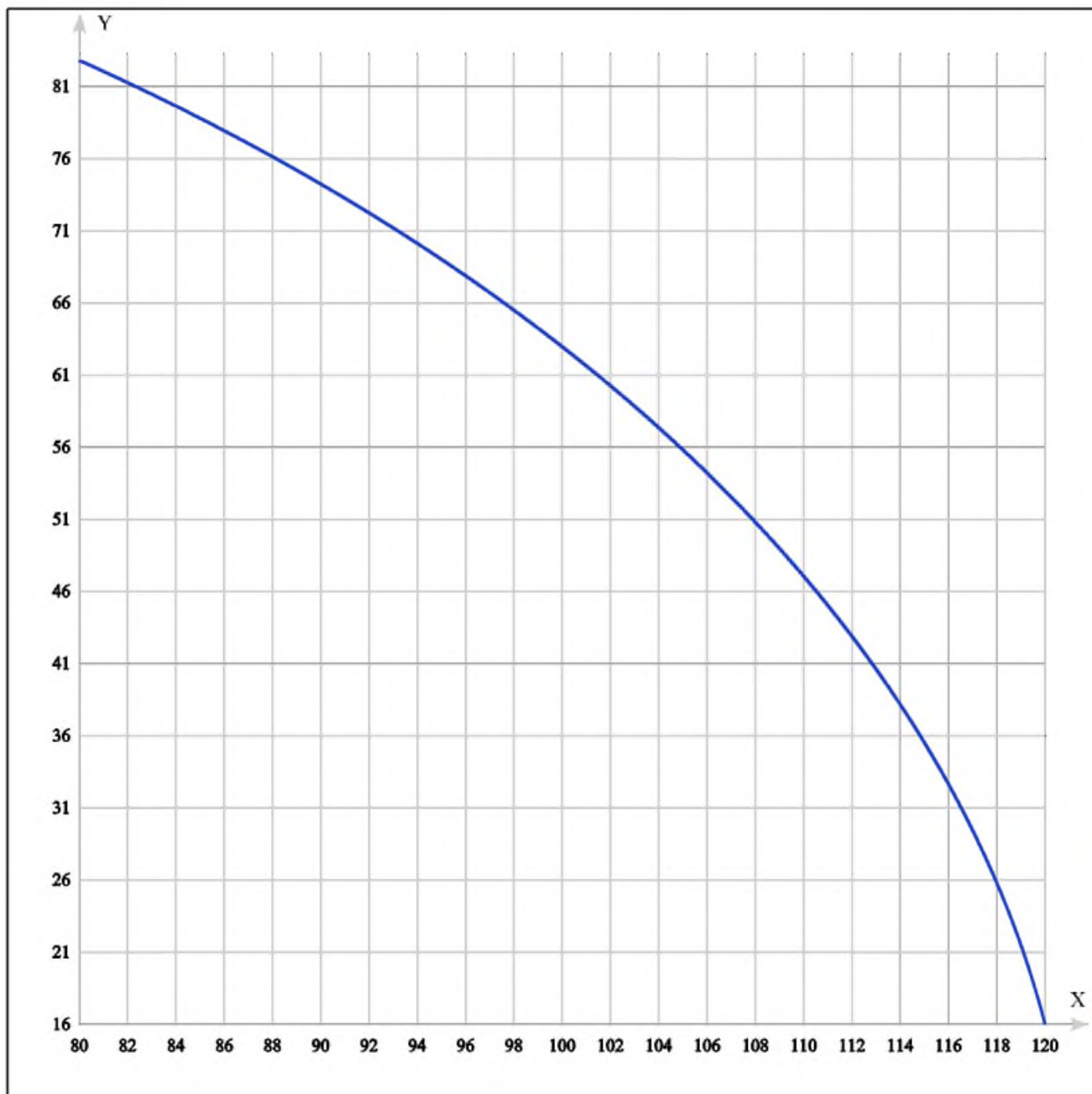


Рисунок 2.4 – Графік передавальної функції пристрою.

Вимірний діаметр деталі показано по осі X, а зміщення штоку датчика – на осі Y.

Для того, щоб спростити розрахунок ми робимо спрощення вимірювальну схему, привівши її до трикутника прямокутного.

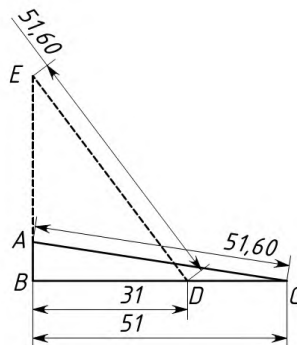


Рисунок 2.5 – Спрощена схема переміщення штоку.

Згідно з рисунком, довжина переміщення штоку буде такою.

Визначимо сторони невідомі:

$$AB = \sqrt{AC^2 - BC^2} = \sqrt{51,6^2 - 51^2} = 7,84 \text{ мм}$$

$$BE = \sqrt{ED^2 - BD^2} = \sqrt{51,6^2 - 31^2} = 41,25 \text{ мм}$$

Значить, довжина переміщення штоку буде:

Так в даному пристрої використовується схема з двома важелями, слід взяти до уваги подвоєння фактичної довжини руху.

$$L_{\text{пер.д.}} = 2 \cdot 33,41 = 66,82 \text{ мм}$$

Отже, ми повинні вибрати датчик переміщення лінійного, діапазон вимірювання якого більший за фактичну довжину переміщення штоку вимірювального.

2.4 Підбір датчика лінійного переміщення

У цьому пристрої ми будемо використовувати компактний лінійний датчик переміщення. Burster 8709 E-5075. Це задовольняє конструкцію пристрою, як за зовнішніми розмірами, так і за характеристиками точності вимірювання.

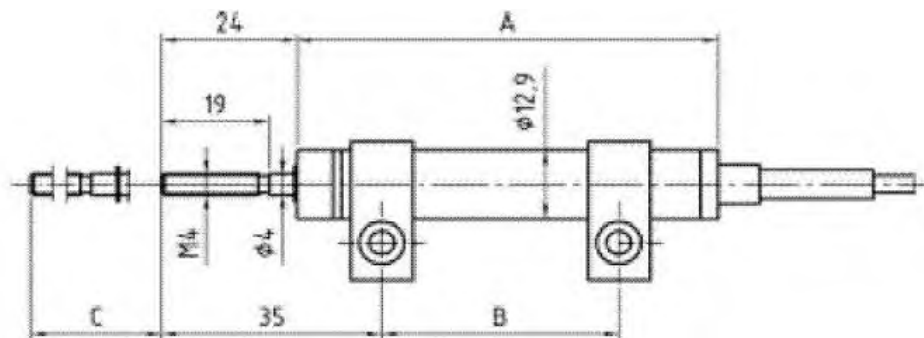


Рисунок 2.6 – Приєднувальні та габаритні розміри датчика Burster 8709 E-5075



Рисунок 2.7 – Вигляд загальний датчика Burster 8709 E-5075

Таблиця 3.1 – Загальні характеристики технічні для датчика Burster 8709 E-5075

Діапазон вимірювання, мм	0...75
Точність вимірювання, мкм	±1
Напруга живлення, В	20
Опір датчика, кОм	1
Максимальний струм на обмотці, мА	10
Температурний діапазон, С	-30...100
Максимальна швидкість переміщення, м/с	10
Вага, г	45

2.5 Підбір двигуна

Для цього пристрою вибрати будемо двигун гібридний кроковий біполярний FL57ST41 -1564A.

Таблиця 3.2 - Характеристики технічні FL57ST41 -1564A

Струм фази, А	1.56
Опір фази, Ом	1.8
Індуктивність фази, мГн	3.6
Крутний момент, Нм	0,4
Довжина, мм	30
Момент інерції ротора г/см ²	57
Вага, г	0,54

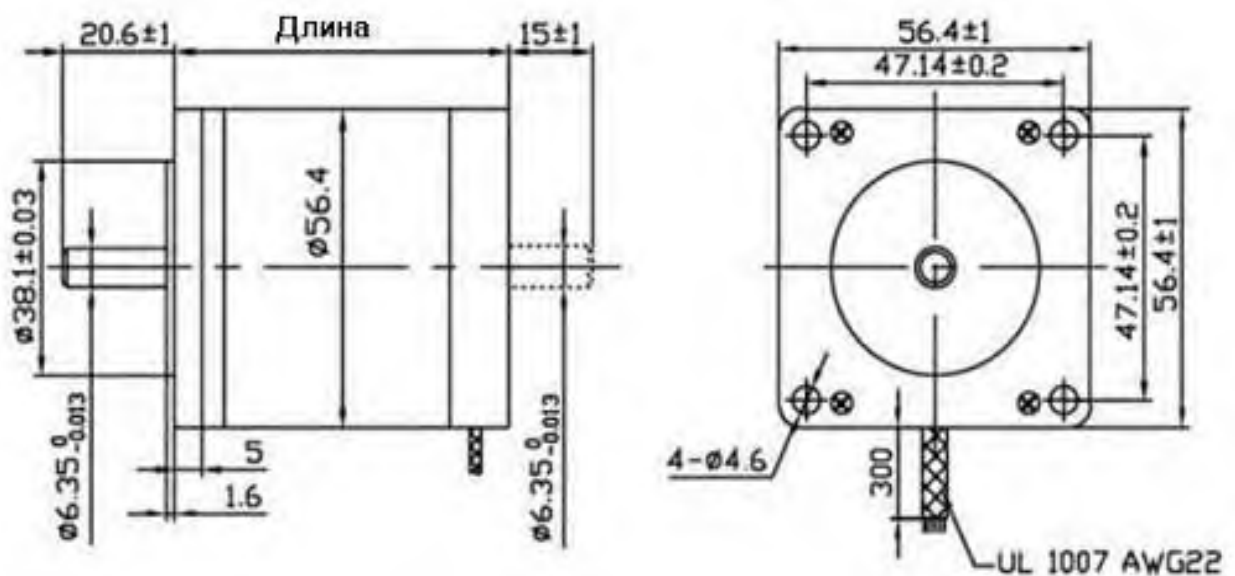


Рисунок 2.8 – Розміри двигуна, приєднувальні і габаритні

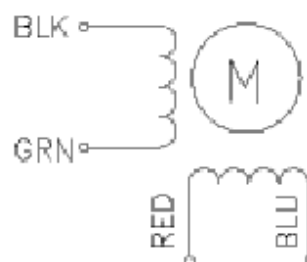


Рисунок 2.9 – Відповідно до кольорів зображуємо розмітки виводів двигуна

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

2.6 Вибір електромагніту

Для цього пристрою будемо обирати електромагніт відповідно до ДСТУ 19264-82 із такою характеристикою навантаження:

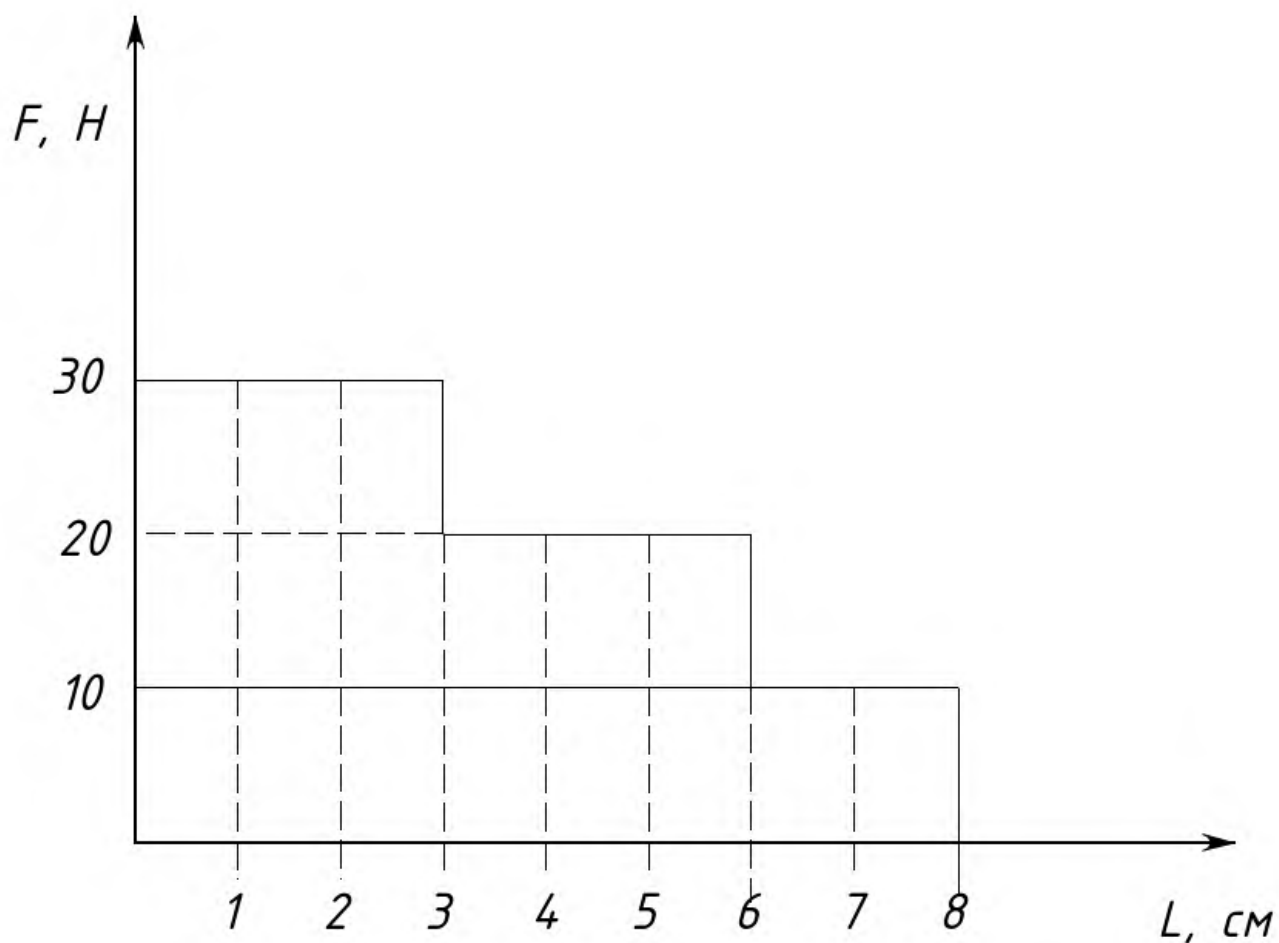


Рисунок 2.9 – Графічна залежність характеристики навантаження електромагніту

2.7 Визначення максимальної похибки пристрою

Після детального розгляду характеристик передачі стає зрозуміло, що похибка пристрою максимальна буде між 80 та 82 мм вимірюваних значень.

У цьому діапазоні вимірювань характеристика передачі наближається до прямої лінії.

Проаналізуємо точність пристрою в цьому вимірювальному діапазоні.

Графік побудуємо відповідно до характеристики передачі.

Маючи діаметр $G1=80$ мм, будемо мати переміщення штоку:

$$H = 2\sqrt{51.6^2 - \left(\frac{1}{2}(80 - 10 - 8)\right)^2} = 82.5 \text{ мм.}$$

Маючи діаметр $G1=80$ мм, будемо мати переміщення штоку:

$$H = 2\sqrt{51.6^2 - \left(\frac{1}{2}(82 - 10 - 8)\right)^2} = 80.95 \text{ мм.}$$

Коли змінюється діаметр $\delta d = 2 \text{ мм}$ $\delta d = 2 \text{ мм}$, переміщення штоку буде

$$\delta h = 82.5 - 80.95 = 1.55 \text{ мм.} \delta h = 82.5 - 80.95 = 1.55 \text{ мм.}$$

Значить коефіцієнт пропорційності становить:

$$k = \frac{\delta d}{\delta h} = \frac{2}{1.55} = 1.29$$

Похибка датчика буде $\Delta h = 1 \text{ мкм}$ $\Delta h = 1 \text{ мкм}$, значить зафіксоване переміщення буде:

$$\Delta d = k \cdot \Delta h = 1 \cdot 1.29 = 1.29 \text{ мкм}$$

Це значить, що коли у датчика похибка буде $\Delta h = 1 \text{ мкм}$ $\Delta h = 1 \text{ мкм}$, абсолютна максимальна вимірювальна похибка буде $\Delta d = 1.29 \text{ мкм}$

$\Delta d = 1,29 \text{ мкм}$ Вимірювання діаметрів буде у діапазоні від 80 до 82 мм. В інших діапазонах похибка вимірювання зазвичай буде невеликою.

Тому можна припустити, що пристрій забезпечує точність вимірювання діаметрів у наступному діапазоні: $D = 80 \dots 120 \text{ мм} \pm 1,29 \text{ мкм}$

$$D = 80 \dots 120 \text{ мм} \pm 1,29 \text{ мкм}$$

Вибір пружин для пристрою

Візьмемо пружину стиску довжиною 45 мм та із зусиллям затиску 8 Н.

Візьмемо демпферну пружину довжиною 45 мм та із зусиллям затиску 2 Н.

Розрахунок циліндричної передачі зубчастої

Візьмемо коефіцієнт передавального числа ролика $u = 2$.

Кількість зубів колеса ведучого буде $z_1 = 60$, з кількістю для колеса зубів.
 $z_2 = z_1 / i = 60 / 2 = 30$.

Оскільки коробка передач фактично не несе великого навантаження, ми виконуємо лише геометричні розрахунки для коробки передач.

Беремо передаточний модуль $m = 1 \text{ мм}$.

ККД передачі:

$$\eta_{\text{заг.}} = \eta_{\text{цил.}}^{\square} \cdot \eta_{\text{підш.}}^2 \quad \eta_{\text{заг.}} = \eta_{\text{цил.}}^{\square} \cdot \eta_{\text{підш.}}^2$$

$$\eta_{\text{заг.}} = 0,98 \cdot 0,99^2 = 0,96$$

Діаметри ділильні для коліс та шестірні є такими:

$$d = z \cdot m \quad d = z \cdot m$$

$$d_4 = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мм} \quad d_4 = 60 \cdot 1 = 60 \text{ мм}$$

$$d_5 = 30 \cdot 1 = 30 \text{ мм} \quad d_5 = 30 \cdot 1 = 30 \text{ мм}$$

Відстань міжосьова:

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

$$a_{w3} = 0,5m(z_1 + z_2) = 0.5 \cdot 1(60 + 30) = 45 \text{ мм}$$

Значення ширини вінців зубчатих:

$$b_5 = \psi_{ba} \cdot a_w \quad b_5 = \psi_{ba} \cdot a_w$$

Де $\psi_{ba} = 0,25$ $\psi_{ba} = 0,25$ – значення для коефіцієнту ширини відносної коліс зубчастих.

$$b_5 = 0.25 \cdot 45 \approx 10 \quad b_5 = 0.25 \cdot 45 \approx 10 \text{ мм}$$

Приймати будемо

$$b_4 = b_5 + 2 \quad b_4 = b_5 + 2$$

$$b_4 = 8 + 2 = 10 \quad b_4 = 8 + 2 = 10 \text{ мм}$$

Значення для розмірів частин зубів.

Значення висоти ніжки зуба:

$$h_f = 1.25m = 1.25 \cdot 1 = 1,25 \text{ мм}$$

Значення висоти головки зуба:

$$h_a = m = 1 \text{ мм}$$

Радіальний зазор:

$$c = 0.25m = 0.25 \cdot 1 = 0,25 \text{ мм}$$

Діаметри впадин:

$$d_{f2} = d_2 - 2,5m = 30 - 2,5 \cdot 1 = 27,5 \text{ мм}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,5m = 60 - 2,5 \cdot 1 = 57,5 \text{ мм}$$

Значення діаметру вершин зубців:

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 30 + 1 \cdot 2 = 32 \text{ мм}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 60 + 1 \cdot 2 = 62 \text{ мм}$$

Профільний кут зубів: $\alpha = 20^\circ$

2.8 Технічне обслуговування пристрою

Змащення частин рухомих, з'єднань різьбових, підшипників і коліс треба проводити мастилом ЛІТОЛ 24 ДСТУ 21150-75 під час монтажу.

Значення напруги датчика $U_2=18-30$ В.

Значення напруги електромагніту $U_3=110$ В.

Значення напруги живлення двигуна $U_1=3$ В.

Щоб запобігти несправностям, також слід контролювати діапазон температур датчиків і двигунів.

Не слід кидати пристрій, оскільки це також може спричинити його пошкодження.

Пакування і перевезення відповідно до ДСТУ 23170-78.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка структурно-функціональної схеми

Контрольно-вимірювальні прилади, що використовуються, включають в себе датчики, детектори, передавачі та інші вимірювальні прилади. Вони необхідні для збору даних про температуру, тиск, витрату, рівень та інші критичні змінні процесу. Ці дані потім аналізуються та обробляються для керування та оптимізації промислових операцій.

Системи керування, які включають як апаратне, так і програмне забезпечення, призначені для обробки зібраних даних та виконання дій на основі певних критеріїв. Ці системи можуть варіюватися від простих локальних контролерів до складних мережевих систем керування, які автоматизують виробничі лінії або цілі процеси.

Блок керування - це обчислювальний пристрій, здатний обробляти інформацію, яка надходить від датчиків. Після отримання даних від датчиків, блок аналізує цю інформацію та формує команди для керуючих механічних пристроїв.

Сам блок керування оснащений апаратним та програмним забезпеченням. Він базується на мікропроцесорі, який може аналізувати та обробляти дані з датчиків. За наявності програмного забезпечення можна виконувати різні обчислювальні операції.

Датчики передають інформацію про різні параметри двигуна до блоку керування. Основна функція блоку керування полягає в підтримці та оптимізації роботи двигуна з урахуванням постійно змінних умов.

Найважливішим елементом блоку керування є аналого-цифровий перетворювач. Справа в тому, що однокристальні мікрокомп'ютери можуть працювати лише з цифровими сигналами. В АЦП аналоговий сигнал перетворюється в цифровий код. Вхідні та вихідні порти, як можна здогадатися з

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дуркот Д.Р.			СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА		Літ.	Арк.
Перевір.		Наконечний Ю.І.						Аркушів
Н. контр		Апостол Ю.О.						
Реценз.							ТНТУ, ФПТ, гр. РН-41	
Затверд.		Паламар М.І.						

їх назви, використовуються для прийому та зчитування вхідних сигналів та передачі вихідних сигналів та інформації. Таймер - це пристрій, який використовується для вимірювання часових інтервалів та підрахунку кількості подій. Генератор тактової частоти призначений для синхронізації роботи всієї системи шляхом генерації тактових імпульсів. Точність вимірювання різниці в часі залежить від точності генератора.

Самі пристрої включають:

- Центральний процес;
- Аналогово-цифровий перетворювач (АЦП);
- Постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП);
- Оперативний пристрій (ОЗП);
- Порти введення та виведення;
- Генератор тактової частоти;
- Таймери, які називаються лічильниками.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

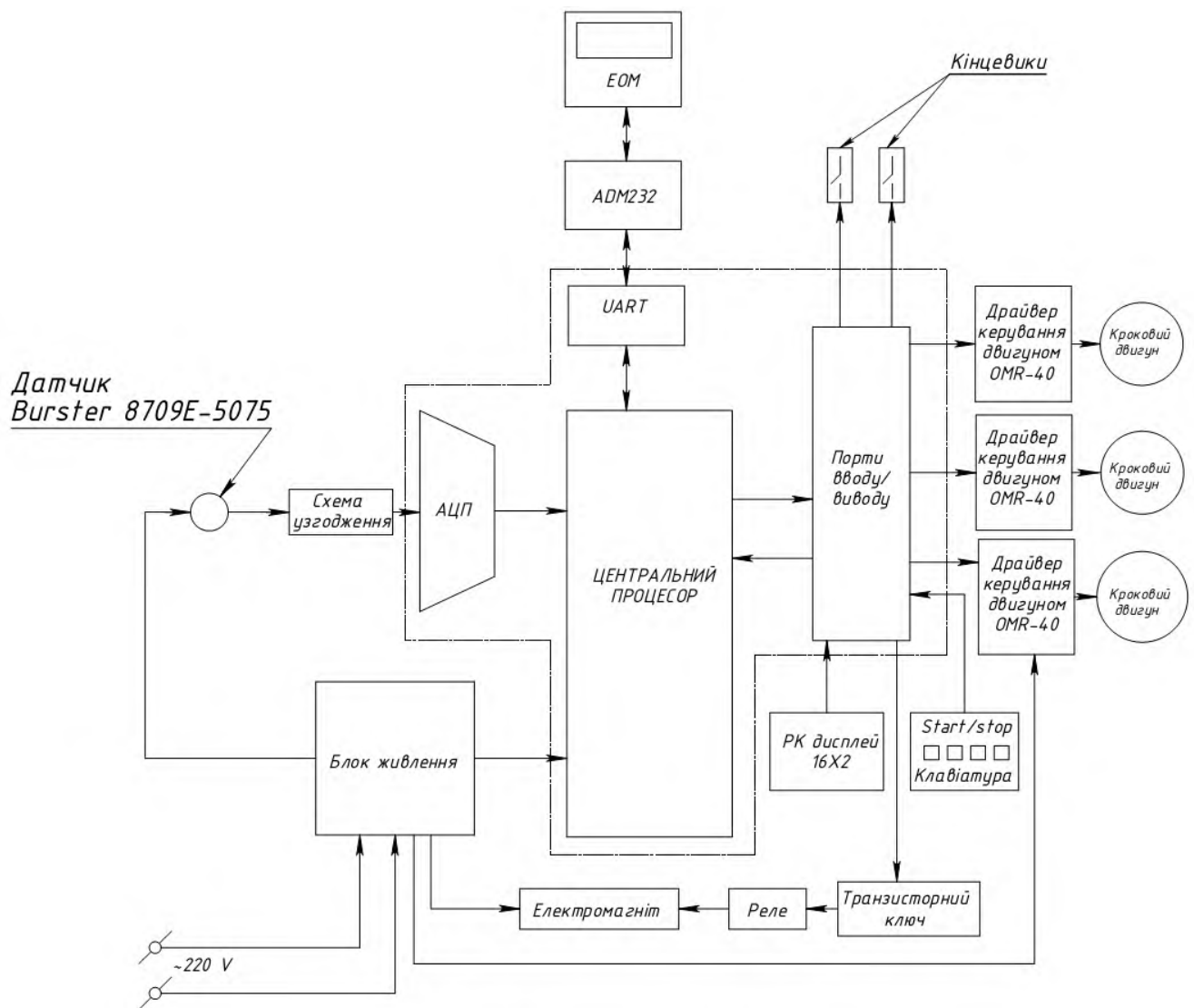


Рисунок 3.1 – Схема структурна блоку керування

Цей блок керування використовується для керування всіма системами пристрою. Так як елементи схеми працюють на різних рівнях напруги, вони живляться від внутрішнього джерела живлення. Живлення блоку відбувається від мережі 220 В. Команди подаються на блок керування через клавіатуру або комп'ютер. Для того, щоб здійснити передачу даних з комп'ютера на мікроконтролер застосовується адаптерна мікросхема ADM232, яка врівноважує рівні напруги UART-порту мікроконтролера і COM-порту комп'ютера. Наслідки вимірювального процесу зображені на РК-екрані або надсилаються на комп'ютер.

Датчики переміщення надсилають дані через адаптерну схему на АЦП мікроконтролера, що змінює сигнал аналоговий від датчиків у цифровий.

Процесор центральний обробляє інформацію, що отримується та керує іншими функціями пристрою. Двигуни крокові керуються драйверами L OMR-40. Електромагніт, який вказує на активне та неактивне положення ключа, вмикається та замикається транзисторним ключем та реле.

3.2 Кінематична схема розроблюваної системи

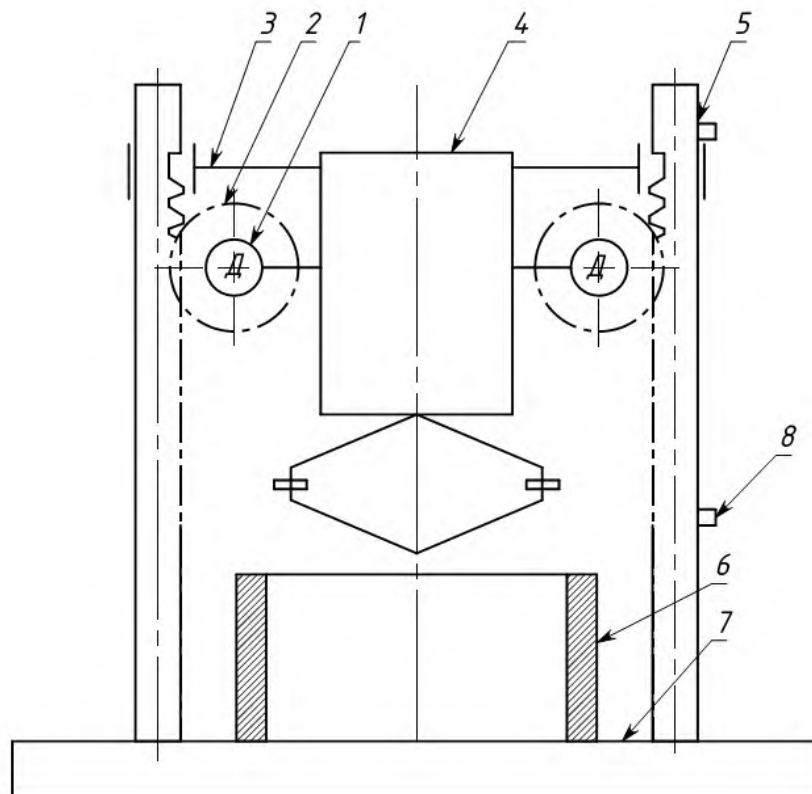


Рисунок 3.2 - Кінематична автоматизованої станини

- 1- Кроковий двигун переміщення пристрою
- 2- Зубчасте колесо
- 3- Направляючий кронштейн
- 4- Пристрій
- 5- Направляюча зубчаста рейка
- 6- Досліджувана деталь
- 7- Станина
- 8- Кінцевики

Принцип дії станини. Деталь (6) встановлюємо на станину (7). За допомогою двигунів (1), що кріпляться до пристрою (4), через зубчасту передачу (зубчасте колесо (2) та направляюча зубчаста рейка (5)) переміщуємо пристрій до досліджуваної деталі (6). Після закінчення вимірювання пристрій (4) переміщуємо у вихідне положення.

Щоб уникнути пошкоджень двигунів при переміщенні, що перевищують довжину переміщення – встановлюємо кінцеві датчики (8). Переміщення в середині деталі виконуються оператором вручну.

3.3 Підбір реле для керування електромагнітами

Щоб увімкнути електромагніти будемо обирати реле Songle SRD-05VDC-SL-C відповідно до стандарту ISO 9002.

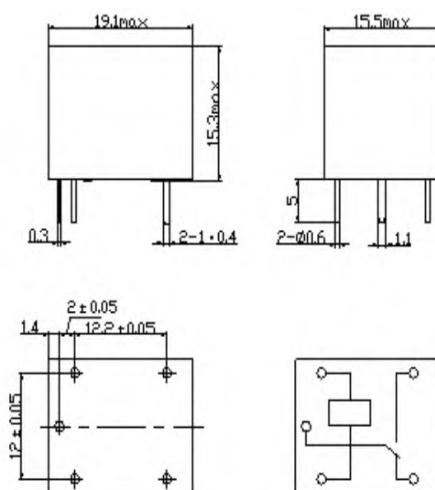


Рисунок 3.3 – Схема включення реле та її габаритні розміри

Таблиця 3.1 – Характеристики технічні для реле

Номінальне навантаження, А	10
Напруга навантаження, до В	250
Номінальна напруга на котушці, В	3-48
Потужність котушки, Вт	0,36...0,45
Температура середовища, С	-25...70

3.4 Розрахунок схем керування і зняття даних

3.4.1 Драйвер крокового двигуна

Як драйвер для даного двигуна FL5786STH156 -6404A/B будемо вибирати драйвер OMD-40 що наданий рекомендацією виробників двигунів.

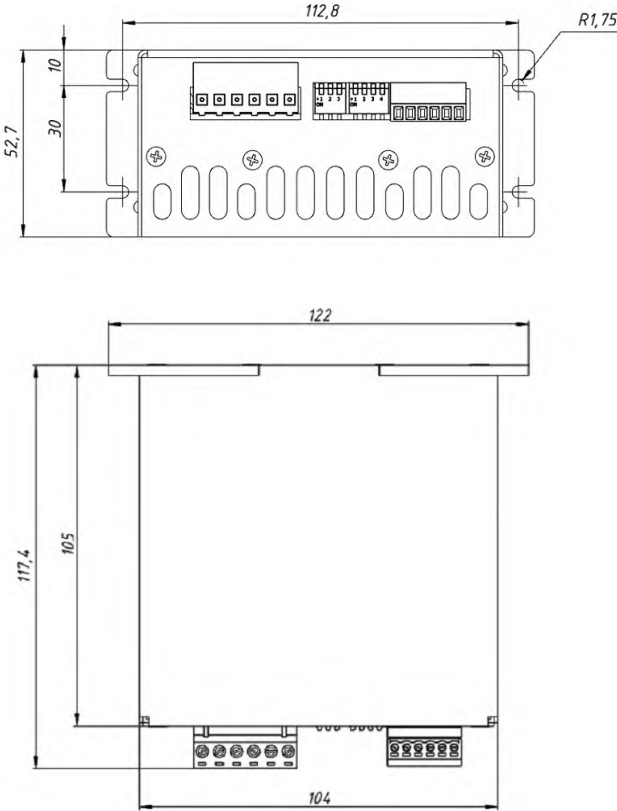


Рисунок 3.4 – Розміри приєднувальні та габаритні OMD-40

Таблиця 3.3 – Характеристики технічні OMD-40

Максимальний струм, А	4
Мінімальний струм, А	0,5
Коефіцієнти кроку	1, 1/2, 1/4 1/16
Максимальна частота, Гц	85000
Напруга живлення, В	12-45
Габаритні розміри, мм	122x118x53
Максимальна напруга на входах, В	9
Діапазон температур, С	0-40

3.4.2 Зв'язок з ПЕОМ

Для синхронізації COM-порту комп'ютера та UART вимірювального датчика ми обрали мікросхему ADM232. Ця мікросхема використовується для синхронізації рівнів сигналів UART та COM-порту.

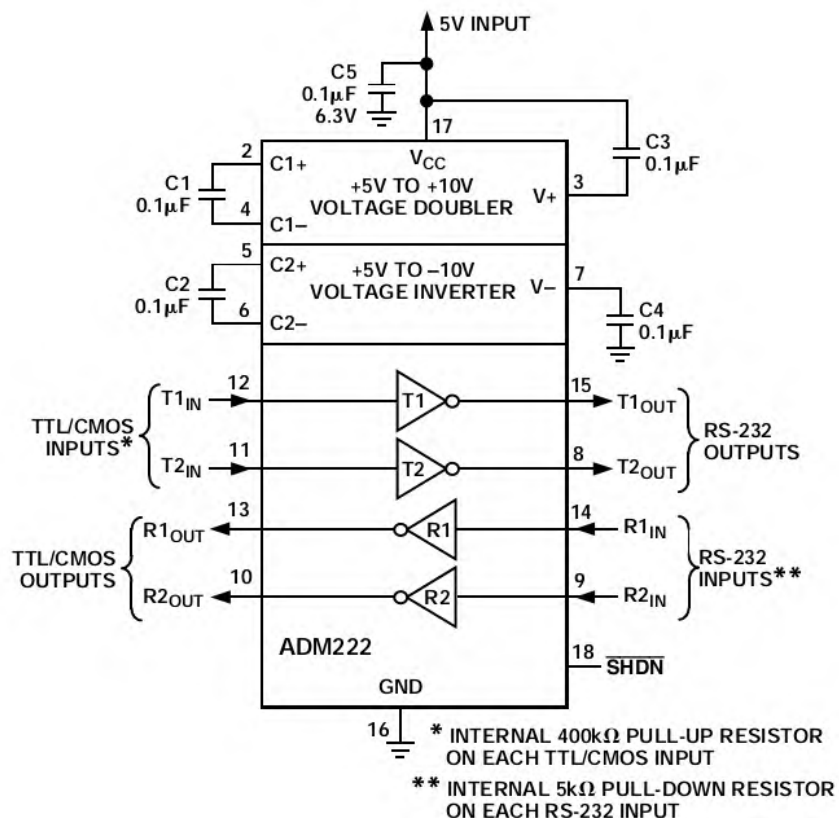


Рисунок 3.5 - Схема принципова ADM 232

Характеристика UART: швидкість передачі – 115200 бод, 8 біт даних, 1 стоп біт.

Дальність передачі максимальна до 120 м.

Схема підключення принципова для ADM 232 зображена на рис. 3.6.

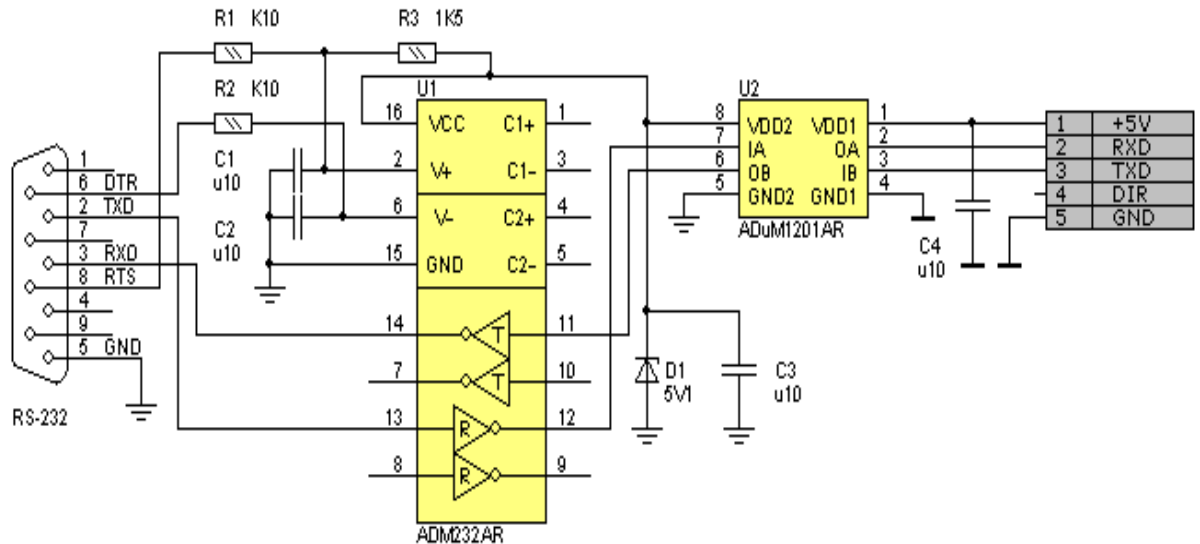


Рисунок 3.6 – Схема підключення принципова

Принцип роботи цієї схеми такий. Як датчик рівня використовується ADM 232. Виводи 1, 3, 4, 5 вільні для вимкнення внутрішнього перетворювача напруги від ± 5 до ± 10 В та живлення мікросхеми безпосередньо напругою $\pm 10 \dots 12$ В з порту RS-232 (напруга на виводах RTS $+10 \dots 12$ В та DTR $-10 \dots 12$ В забезпечується окремою керуючою програмою). ADiM1201AR виконує роль гальванічної розв'язки між мікроконтролером та портом RS-232. З боку комп'ютера мікросхема керується за допомогою параметричного стабілізатора R1D1, а з боку приладу - напругою $+5$ В від самого приладу.

3.4.3 Елементи включення електромагніту

Транзисторний ключ будуємо на основі біполярного транзистора КТ375А.

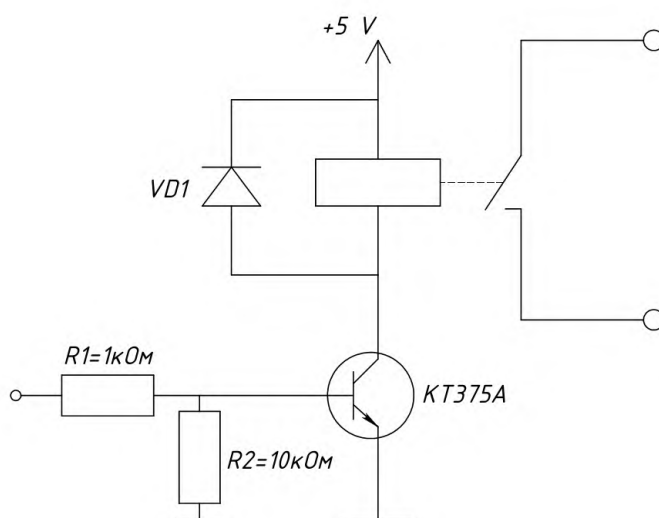


Рисунок 3.7 - Схема увімкнення електромагніту

Ключ працює наступним чином. Коли на базу транзистора подається сигнал високого рівня, транзистор відкривається через ділянку напруги, в результаті чого ланцюг живлення реле замикається, активуючи електромагніт, який замикає контакт реле, що керує ланцюгом живлення електромагнітів постійного струму.

Струм електромагніту максимальний не може перевищувати максимальний струм реле:

$$I \geq I_{\text{ЕМ.}}$$

Значення струму на транзисторі, по документації:

$$I_{\text{max}} = 8 A I_{\text{max}} = 8 A.$$

Таким чином, на реле буде струм:

$$I_{\text{ЕМ.}} \leq 8 A I_{\text{ЕМ.}} \leq 8 A.$$

Обчислюємо максимальний струм, що протікає через транзистор.
Максимальна потужність котушки реле

$$P = 0.45 \text{ Вт} P = 0.45 \text{ Вт.}$$

Напруга мінімальна буде на котушці $U_{\text{min}} = 3 \text{ В} U_{\text{min}} = 3 \text{ В}.$

Струм максимальний рахуємо за формулою:

$$P = UI$$

Отже:

$$I = \frac{P}{U_{min}} = \frac{0,45}{3} = 0,15 \text{ A}$$

Коли на базу транзистора подається сигнал логічного "0" від мікроконтролера, транзистор закривається, а реле та електромагніт вимикаються.

3.4.4 Вибір дисплею

Для цього пристрою ми обрали дисплей Winstar WH1602a.

Дисплей має вбудований LSI-контролер, цей контролер має два 8-бітні регістри, регістр інструкцій та регістр даних. Регістр інструкцій зберігає коди відображення, такі як очищення дисплея, переміщення курсора, інформацію для відображення даних з оперативної пам'яті (DDRAM) та генератора символів (CGRAM).

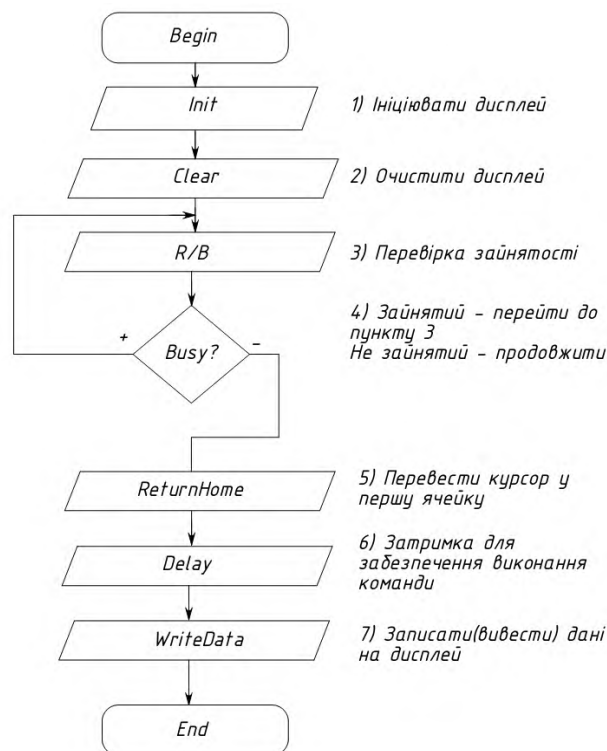


Рисунок 3.8 – Блок схема роботи з дисплеєм

Запис у реєстр інструкцій може здійснюватися лише мікроконтролером. Реєстр даних тимчасово зберігає дані для зчитування або запису з DDRAM або CGRAM.

Дисплей може відображати 2 рядки символів, по 16 символів на рядок. Розмір символів становить 2,95x5,55. Він підтримує кирилицю, для правильного відображення потрібне перекодування символної системи.

3.4.5 Схема включення датчиків

Оскільки вихідний сигнал датчиків є аналоговим і знаходиться в діапазоні 0...10 В, а робоча напруга мікроконтролера становить 0...5 В, нам потрібно розробити схему, яка перемикає датчики відповідно до рівнів напруги мікроконтролера та датчиків. Для узгодження ми розробимо схему, подібну до дільника напруги, з наступними характеристиками.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані розрахунку подільника

Вихідна напруга з датчика, В	0...20
Максимальна вхідна напруга АЦП, В	0...5
Вихідний струм з датчика, мА	4...10

Коефіцієнт поділу визначаємо за формулою:

$$k_n = \frac{U_{вв}}{U_{вви}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$k_n = \frac{20}{5} = 4$$

Визначаємо відношення резисторів:

$$\frac{R_1 + R_2}{R_2} = 4$$

$$R_1 = 3R_2$$

Підбір резисторів:

$$I = U / 4R_2$$

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

$$R_2 = \frac{20}{4 \cdot 0.004} = 1250 \text{ Ом}$$

$$R_1 = 3 \cdot 1250 = 3750 \text{ Ом}$$

Запасні резистори ми вибрали зі стандартної серії резисторів E24. Ми обрали резистори з номінальними опорами 1,3 кОм та 3,9 кОм.

До виходу діляника ми підключили операційний підсилювач, щоб захистити вхід АЦП мікроконтролера від надмірної напруги та не споживати струм датчика.

Ми використовували AD8029, одноканальний однополюсний операційний підсилювач.

Таблиця 3.5 - Характеристики основні AD8029

Кількість каналів, шт.	1
Вхідна напруга зміщення нуля, мВ	0,85
Вхідний струм зміщення, нА	150
Полоса пропускання, МГц	125
Напруга живлення, В	2,7...12
Струм живлення на канал, мА	1,5
Робоча температура, С	-40...+125

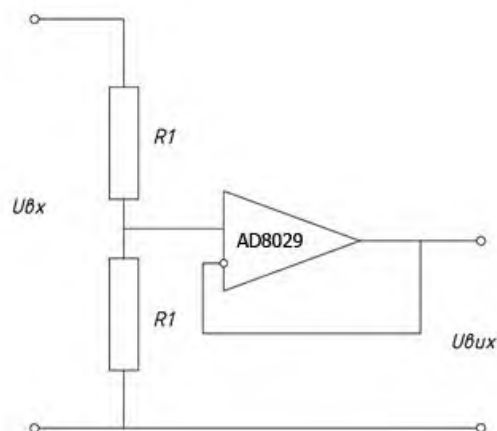


Рисунок 3.8 - Схема подільника напруг.

3.4.6 Підбір АЦП для підключення датчиків

Точність максимальна датчика переміщення буде $\Delta = \pm 1 \Delta = \pm 1 \text{ мкм}$.
Переміщення максимальне залежить від датчика та буде $L = 75 \text{ мм}$.

Обчислюємо розрядність АЦП. Частота квантування АЦП визначена буде згідно такої формули:

$$\frac{L}{n} = \Delta$$

Де n – кількість квантів АЦП.

$$n = \frac{L}{\Delta} = \frac{75}{0,001} = 75000$$

Таким чином, розрядність як кількість біт АЦП визначаємо:

$$\log_2 n = K$$

Де K – кількість біт АЦП.

$$\log_2 75000 = K$$

$$K = 16,2$$

Прийmemo 18-бітний АЦП MAX1156 для даного пристрою.

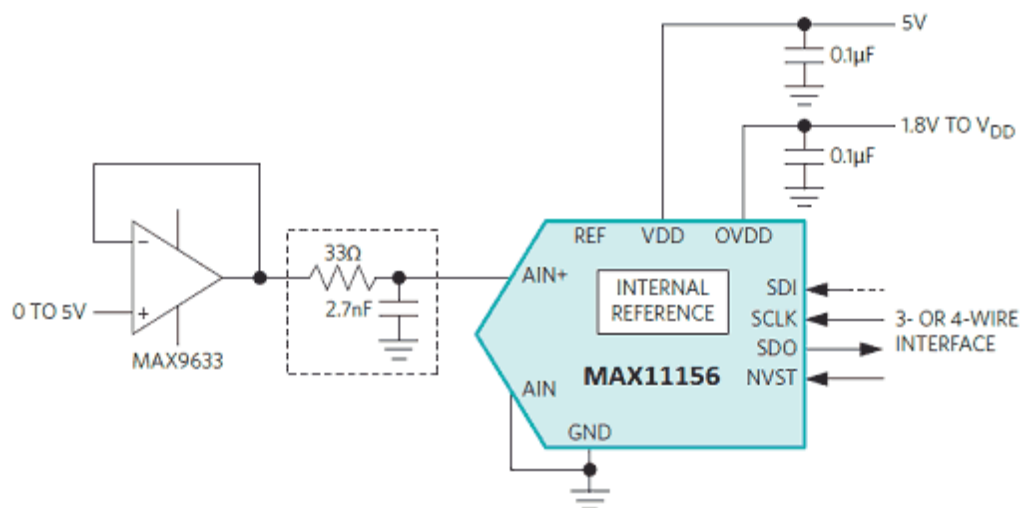


Рисунок 3.9 - Схема включення принципова для АЦП MAX1156

Таблиця 3.6 – Технічні основні характеристики MAX1156

Кількість каналів, шт.	1
Вхідна аналогова напруга, В	±5
Розширення, біт	18
Аналогове живлення, В	+5
Потужність при швидкості 500 кб/сек, мВт	25
Робоча температура, С	-40...+85

3.4.7 Оцінка похибки вимірювання

Використовуємо для вимірювання 18-бітний АЦП. Найбільший сигнал вихідний датчика становить 75 мм.

Схема компаратора зменшує вихідний сигнал до 5 В. Ми вказуємо мінімальний сигнал, який прийматиме АЦП. 16-бітний АЦП проводить дискретизацію сигналу аналогового на $2^{18} = 262144$ значень. Таким чином, сигнал мінімальний для сприйняття АЦП буде:

$$n = \frac{5\text{В}}{262144} = 0,000019\text{В} = 0,0019\text{ мВ}$$

Визначаємо, якому значенню навантаження відповідає цей знак. Підсумовуємо відношення

$$\frac{75}{x} = \frac{5\text{ В}}{0.000019\text{ В}}$$

Звідки:

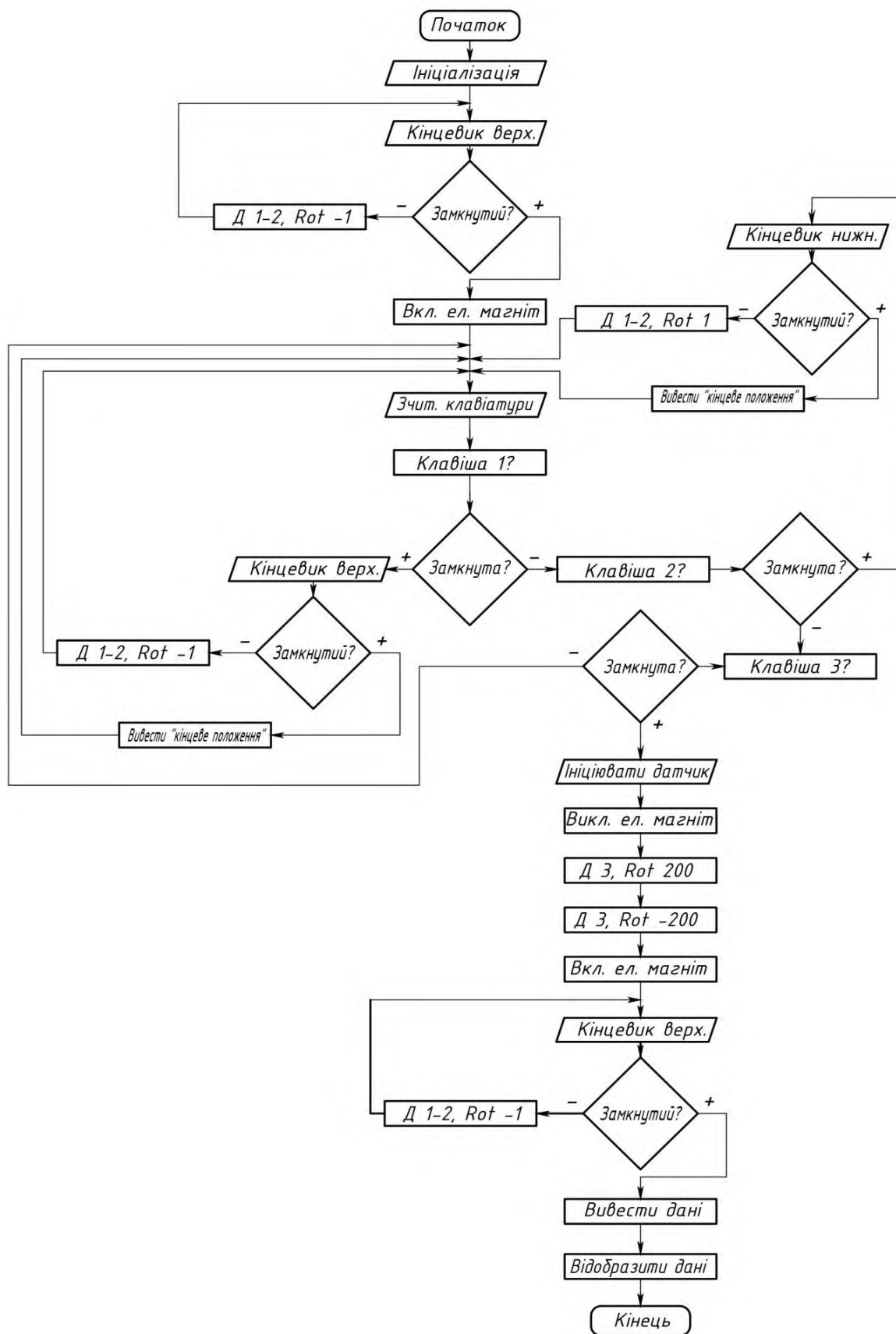
$$x = \frac{75 \cdot 0,000019}{5} = 0,285\text{ мкм}$$

Отже, цей АЦП дозволяє вимірювати значення при точності переміщення $75\text{ мм} \pm 0,285\text{ мкм}$. АЦП повністю задовільняє умови, а також надає можливість для заміни датчиків на більш точні.

Необхідна точність становить мікрони. АЦП дає можливість замінити датчики на точніші, що повністю відповідає умовам.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

3.5 Розробка блок-схеми алгоритму робочого для пристрою



Принцип роботи приладу полягає в наступному. Після ввімкнення відбувається запуск, потім перевіряється, чи знаходиться робочий орган приладу в початковому положенні, якщо ні, то двигун переміщує його туди. Потім вмикається електромагніт, який зводить вимірювальні головки разом. Далі з клавіатури зчитуються команди. Кнопка «Вгору» 1 переміщує прилад по напрямних вгору, якщо її натиснути, прилад рухається вгору до досягнення кінцевого вимикача або відпускання. Якщо кнопку не натиснути, то натисканням кнопки «Вниз» 2 прилад опускається по напрямних. Якщо кнопку натиснути, рух по напрямних зменшується до досягнення нижнього кінцевого положення або відпускання кнопки. Коли корпус вимірювального приладу досягає верхнього або нижнього кінцевого положення, на дисплеї відображається текст «Кінцеве положення». Рух досягається шляхом подачі керуючого сигналу, який обертає вали двигунів 1 та 2 за годинниковою стрілкою або проти годинникової стрілки. Після налаштування приладу за допомогою кнопок «Вгору» та «Вниз» натискається кнопка «Пуск» 3 для початку вимірювання. Після натискання кнопки "Пуск" 3 запускається датчик, вмикається електромагніт - через тиск зондів на поверхню деталі, що перевіряється - і запускається двигун 3, який робить один оберт за годинниковою стрілкою та один оберт проти годинникової стрілки. Потім вмикається електромагніт - він виводить зонди в перше положення. Вимірювальний корпус приладу переміщується в початкове положення. Наступним кроком є відправка даних на комп'ютер, і на екрані відображається максимальна відстань.

3.5 Опис деформаційних процесів, що відбуваються під час роботи пристрою

Як відомо, під час роботи вимірювального пристрою відбуваються процеси деформації елементів пристрою, що відбуваються в процесі вимірювання. Навантаження прикладається до штоку вимірювального, що притискає ролики до твірної деталі. Відбувається деформація важелів, це впливає на точність вимірювання.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

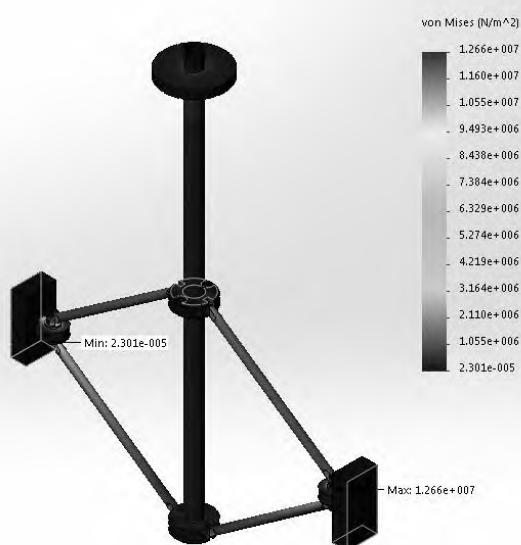


Рисунок 3.10 – Напруження елементів

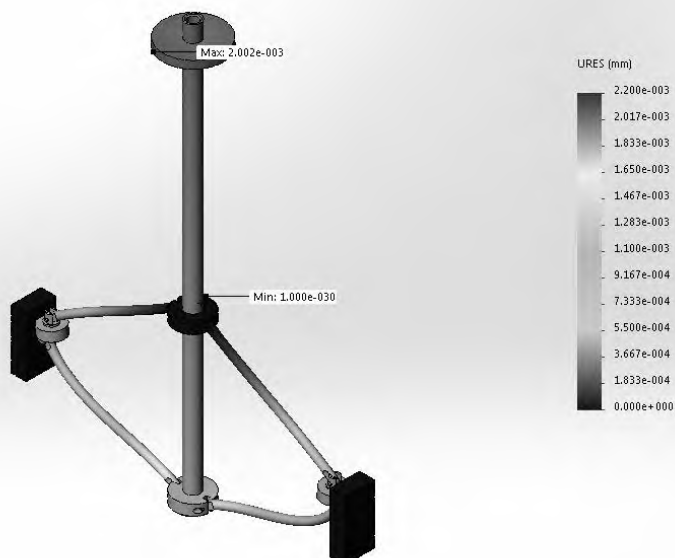


Рисунок 3.11 – Загальні переміщення елементів

Напруження максимальне буде $\delta_{max} = 12.66 \text{ МПа}$

Максимальне переміщення в елементах штоку вимірювального, буде

$$l_{max} = 2 \text{ мкм}$$

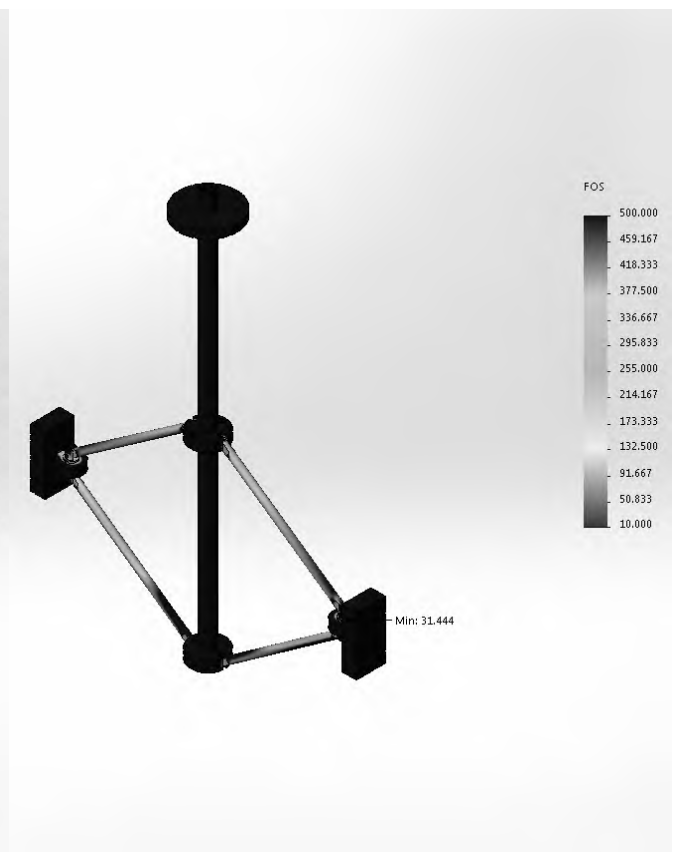


Рисунок 3.13 Коефіцієнт запасу міцності окремих деталей

Міцності коефіцієнт мінімальний

$$S_{min} = 30.44 \text{ MKM}$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

4.1 Вимоги ергономіки до організації робочого місця оператора

Конструкція робочого місця, його розміри та взаємне розташування його елементів повинні відповідати антропометричним, фізіологічним, психофізіологічним характеристикам людини, а також характеру роботи. Облаштоване згідно з вимогами стандартів робоче місце забезпечує положення людини. Це досягається регулюванням крісла, висоти і кута нахилу підставки для ніг, або висоти розмірів робочої поверхні.

Організація робочих місць повинна забезпечувати стійке положення та вільність рухів працівника, безпеку виконання трудових операцій, виключати або допускати лише в деяких випадках роботу в незручних позиціях, котрі зумовлюють підвищену втомлюваність.

Загальні принципи організації робочого місця:

- на робочому місці не повинно бути нічого зайвого;
- всі для роботи предмети повинні знаходитися поряд з працівником, але не заважати йому;
- ті предмети, котрими користуються частіше, розташовують ближче, ніж ті предмети, котрими користуються рідше;
- предмети, які беруть лівою рукою, повинні бути зліва, а ті предмети, які беруть правою – справа;
- якщо використовують обидві руки, то місце розташування пристосувань вибирається з врахуванням зручності захоплення його двома руками;
- небезпечніше, з точки зору можливості травмування працівника, обладнання повинне розташовуватися вище, ніж менш небезпечне. Однак слід враховувати, що важкі предмети під час роботи зручніше та легше опускати, ніж піднімати;

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Дуркот Д.Р.			БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Наконечний Ю.І.								
Консультант		Окіпний І.Б.						ТНТУ, ФПТ, зр. РН-41		
Н. Контр.		Апостол Ю.О.								
Затверд.		Паламар М.І.								

- робоче місце не повинне загрозовуватися заготовками і готовими деталями;
- організація робочого місця повинна забезпечувати необхідну оглядовість.

Засоби відображення інформації повинні бути розташовані в зонах інформаційного поля робочого місця з врахуванням частоти та значущості інформації, типу засобів відображення інформації, точності і швидкості спостереження та зчитування.

Місце праці – це зона, де є необхідні технічні засоби, де відбувається трудова діяльність людини. Місце праці обладнане засобами відображення інформації, органами керування та допоміжним обладнанням.

Організацією місця праці називається проведення системи заходів щодо його обладнання засобами та предметами праці і їх розташуванням у визначеному порядку з метою досягнення:

- оптимізації умов трудової діяльності;
- безпеки праці;
- максимальної ефективності;
- комфортності роботи людини.

До робочого місця ставляться такі вимоги:

- достатній робочий простір, який дозволяє працюючій людині здійснювати необхідні рухи та переміщення;
- достатні фізичні, зорові та слухові зв'язки між людиною та обладнанням, а такою між людьми під час виконання загального трудового завдання;
- необхідний рівень освітленості;
- допустимий рівень шум і вібрацій та інших негативних факторів, які генерує обладнання місця праці та інші джерела;
- наявність необхідних засобів захисту;
- оптимальне розташування робочих місць, а також безпечні та достатні проходи для працюючих.

Засоби відображення інформації повинні забезпечити своєчасність отримання людиною потрібної інформації аналізу, логічної обробки та прийняття потрібного рішення.

Відображена інформація повинна відповідати наступним вимогам:

- за змістом – адекватно відображати стан об’єктів керування та навколишнього природного середовища;
- за кількістю – відображати дані, які потрібні оператору для прийняття рішення та виконання окремих дій;
- за формою – відповідати завданням оператора та його психофізіологічним можливостям для сприймання та опрацювання інформації.

Органи керування повинні забезпечити перехід дій людини до машини. Вони повинні бути надійними у роботі та зручними в користуванні, не допускати аварій, травм при перевантаженнях та помилкових діях людини. Вони повинні виключати з трудового процесу зайві, мало ефективні та стомлюючі рухи і дії.

За призначенням органи керування ділять на 4 основні класи:

- вмикання, вимикання, перемикавання;
- виконання повторних операцій;
- безперервного регулювання;
- аварійні органи.

Органи керування мають захист від випадкового довільного вмикання (механічний опір, блокування, укриття).

При організації робочого місця враховують основні антропометричні дані людини. Найважливішою характеристикою робочого місця є зона досягнення моторного поля.

Моторне поле – це простір робочого місця, в якому органи керування та інші технічні засоби, в якому людина здійснює рухові дії для виконання робочого завдання. Під зоною досягнення моторного поля розуміють частину простору, обмежену крайніми точками, яких можуть досягнути руки та ноги людини, котра не змінює свого положення.

Розрізняють зони легкого та оптимального досягнення.

Легке досягнення – при русі рук у плечовому суглобі з опорою. Оптимальне досягнення рук у ліктьових суглобах з опорою.

При організації місця праці потрібно враховувати:

- ступінь рухливості оператора (сидячи, стоячи, сидячи-стоячи);
- конфігурацію і спосіб розміщення каналів індикаторів та органів керування;
- потребу в огляді робочого простору;
- необхідність використання робочої поверхні для писання та інших робіт, розміщення телефонів, розташування інструкцій.

Велике значення має правильний вибір робочого сидіння. Конструкція робочого сидіння повинна забезпечувати підтримку основної робочої пози, не затруднювати робочих рухів, зміну положення, забезпечувати умови для відпочинку.

Ергономіка виробила конкретні вимоги до антропометричних показників обладнання:

- загальна висота: «сидячи» - 1650 мм, «стоячи» не більше 1800 мм;
- висота розміщення органів керування для положення «сидячи» - 530...1040 мм, «стоячи» - 1000...1500 мм.

Характеристики крісла:

- форма сидіння – квадратна;
- форма спинки – прямокутна вгнута;
- розмір сидіння – 4000х400 мм, спинки – 300х120 мм;
- кут нахилу сидіння назад – 50...60 градусів;
- кут нахилу спинки – 50...100 градусів.

Розміри вільного місця для ніг:

- висота – не менше 600 мм;
- ширина – не менше 500 мм;
- глибина – не менше 4000 мм.

Досягнення органів керування по горизонталі півколо радіусом 6000 мм. Встановлені також відстань між органами керування, їх розміри, зусилля

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

переміщення, величина переміщення, напрямок переміщення.

Вимоги до робочого місця:

а) температура робочого місця, °С:

- оптимальна – 21...23;
- допустима: верхня межа – 28;
нижня межа – 21.

б) відносна вологість робочого місця, %:

- оптимальна – 40...60;
- допустима – не більше 60 (при 27 °С).

в) швидкість руху повітря, м/с:

- оптимальна – не більше 0,2;
- допустима – 0,1...0,3.

г) освітленість робочого місця:

- при комбінованому освітленні – 750...300;
- при загальному освітленні – 300...150.

д) всі металічні частини, які можуть бути під напругою вищою 42 В повинні бути заземлені.

е) для зниження інтенсивності ультра звукових коливань використовують звукоізолюючі кожухи з товщиною стінки не менше 1,5 мкм. Також використовують облицювання зі сторони джерела звуку, поглинаючим матеріалом.

є) оптимальний рівень звуку на робочому місці не повинен перевищувати 80 дБА.

Таким чином, оператор вимірювального приладу чи установки не лише повинен бути захищеним від травм, що можуть виникати внаслідок аварій або інших надзвичайних ситуацій, але і не стомлюватися під час роботи з приладом.

5.4 Використання і опис дії систем пожежогашіння, які використовують на підприємствах приладобудування

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

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

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

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

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

Існують два способи гасіння пожеж: фізичний та хімічний.

До фізичних способів припинення горіння відносяться:

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

Хімічний спосіб припинення пожежі – це хімічне гальмування реакції горіння.

До основних засобів гасіння пожежі (з допомогою яких здійснюється той чи інший спосіб припинення горіння) відносяться:

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

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

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

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

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

З охолоджує зону горіння.

Воду застосовують у вигляді потужних струменів і як пару. Струменем води збивають полум'я і одночасно охолоджують поверхню. Струменем води гасять тверді спалимі речовини; дощем і водяним пилом – тверді, волокнисті сипучі речовини, а також легкозаймисті та спалимі рідини (спирт, трансформаторна олія, тощо). Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 м³ невеликих загорянь на відкритих установках.

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

Спринклерна установка водяної системи являє собою розгалужену мережу труб під стелею зі спринклерними головками (розбризкувачами), які закриті легкоплавкими замками, що розраховані на спрацювання при температурі 72, 93, 141, 182 °С. Установки мають контрольно-сигнальний клапан, який пропускає воду в спринклерну мережу, при цьому одночасно подає звуковий сигнал, контролює тиск води до і після клапану.

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

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

Висновки

В процесі написання цієї кваліфікаційної роботи була розроблена максимально проста та ефективна конструкція приладу, що дасть можливість вимірювати внутрішні діаметри деталей складної конфігурації.

Проведено порівняльний аналіз варіантів існуючих конструкторських рішень, патентний огляд за тематикою дослідження на основі якого розроблено кінематичну схему пристрою, складальні креслення пристрою та окремих його вузлів. Виконано необхідні конструкторські та метрологічні розрахунки серед яких: розрахунок точності вимірювання пристрою, геометричних параметрів пристрою, сумарної похибки вимірювання тощо.

В загальнотехнічній частині проведено порівняльний аналіз варіантів конструкторських рішень, які існують; зроблено огляд патентний згідно тематики дослідження, на основі якого розроблено кінематичну схему пристрою.

У конструкторсько-технологічній частині було зроблено опис кінематичної принципової схеми, описано конструкцію та принцип роботи. Здійснено розрахунок основних параметрів геометричних даного пристрою, обрано датчик переміщення лінійного, підібрано двигун та електромагніт.

У спеціальній частині описано схему кінематичну розроблюваної системи, здійснено підбір реле для керування електромагнітами, Розраховано схеми керування і зняття даних, а також розроблено функціональну схему та блок-схему роботи керуючого блоку.

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Каплун В.В.			ВИСНОВКИ				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Наконечний Ю.І.									
Н. контр		Апостол Ю.О.							ТНТУ, ФПТ, ар. РН-41		
Реценз.											
Затверд.		Паламар М.І.									

Список використаної літератури

1. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Підруч.- 2-ге вид. перероб. – Львів: Афіша, 2003 – 560с.
2. Мархель І. І. Деталі машин : навчальний посібник. – Київ : Алерта, 2005. – 368 с.
3. Навчання рекурентної НМ для прямого інверсного керування динамічним об'єктом / Паламар М.І., Стрембіцький М.О.// Матеріали IV Всеукраїнської конференції "GE0-UA" (26-30 травня 2014 р.). — Київ.: Наукова думка, 2014.- с.171-174.
4. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТНТУ, 2014р. 23с.
5. Selection of the efficient video data processing strategy based on the analysis of statistical digital images characteristics / Mykhailo Palamar, Myroslava Yavorska, Mykhailo Strembitskyi, Volodymyr Strembitskyi // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2018. — Vol 91. — No 3. — P. 107–114. — (Instrument-making and information-measuring systems).
6. Паламар М.І. Комп'ютерні технології штучного інтелекту для прецизійного управління у мехатронних системах : навчальний посібник / Паламар М.І., Стрембіцький М.О. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 128 с.
7. Обробка зображень в динамічних системах / Михайло Паламар, Михайло Стрембіцький, Володимир Стрембіцький // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті), 22-24 травня 2018. — Т. : ТНТУ , 2018. — С. 271. — (Електротехніка та енергозбереження).
8. Нестерчук Д.М. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дуркот Д.Р.			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		Літ.	Арк.
Перевір.		Наконечний Ю.І.						Аркуші
Н. контр		Апостол Ю.О.						
Реценз.								
Затверд.		Паламар М.І.					ТНТУ, ФПТ, ар. РН-41	

посібник / Д.М.Нестерчук, С.О. Квітка, С.В. Галько. – Мелітополь: «Таврійський державний агротехнологічний університет», 2017. – 255 с.

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

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

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

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

13. V. Yatsuk, T. Bubela, M. Mykyjchuk, Je. Pokhodylo, “Ensuring metrological reliability in dispersed measuring systems”. Measuring equipment and metrology, vol. 79, no. 3, p. 71–82, 2018

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

					КРБ 080. 00. 00. 000. ПЗ	

ДОДАТКИ