

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

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

приладів та контрольно-вимірювальних систем
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Інформаційно-вимірювальна система**
приладу для вимірювання довжин та переміщень
методом обкочування

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РВм-61
спеціальності 175 Інформаційно-вимірювальні технології
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) **Турчин П.Я.**
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) **Паламар М.І.**
(прізвище та ініціали)

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

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

Рецензент _____
(підпис) **Дунець В. Л.**
(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	5
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Аналіз запропонованих концепцій та пошук патентів.....	7
1.1.1 Розрахунок вимірних значень.....	7
1.1.2 Огляд методів та способів вимірювання або контролю параметрів.....	7
1.1.3 Аналіз патентів у процесі дослідження.....	8
1.2 Вибір та аналіз рішення проблеми.....	8
1.2.1 Розробка критерію вибору порівняння на основі задачі, що існує.....	8
1.2.2 Вибір і обґрунтування найбільш раціональних варіантів вирішення поставленої задачі.....	10
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	15
2.1 Схема принципова вимірювального приладу.....	15
2.2 Розрахунок точності вимірювального приладу (розрахунок є попереднім).....	16
2.3 Розрахунок сили номінальної притискання до вимірювальної поверхні даного приладу.....	18
2.3.1 Вимірювання ваги компонентів пристрою, розміщених рухомо на осях корпусу; розрахунок притискаючої сили.....	18
2.3.2 Визначення сили номінальної для притиску.....	20
2.4 Вибір параметрів пружини (плоскої).....	21
2.5 Розрахунок електромагнітних (ЕМ) параметрів.....	22
2.6 Перевірочний розрахунок фотоелектричного перетворювача на швидкодію.....	28
3 НАУКОВО- ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	30
3.1 Оцінка динамічних процесів, що спостерігаються під час роботи вимірювального механізму.....	30
3.2 Опис динамічних процесів вимірювального ролика.....	30
3.3 Опис динамічних процесів направляючого ролика.....	31

3.4 Графічні результати моделювання.....	34
4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	38
4.1 Схема керування приладом.....	38
4.2 Вибір та розрахунок керування виконавчими механізмами.....	38
4.3 Вибір, розрахунок схеми згідно якої включені драйвери.....	42
4.4 Блок-схема проходження сигналу.....	47
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	48
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	58

РЕФЕРАТ

В даній кваліфікаційній роботі було розроблено інформаційно-вимірювальну систему приладу для вимірювання довжин та переміщень методом обкочування;

В основній частині детально розроблена конструкція приладу, розраховано параметри його складових частин, обґрунтовується вибір електромагніту та системи керування, пояснюється принцип дії, зображена схема роботи;

У науково-дослідній частині було досліджено динамічні процеси, що відбуваються під час руху вимірювального ролика. Описано математичну модель роботи ролика. Побудовані графік залежності коефіцієнта буксування від часу, а також графіки залежності швидкості та переміщення роликів від часу;

У спеціальній частині розглянуто структурну схему роботи блоку керування пристроєм та описано її складові частини. Розраховано функціональну схему керування пристроєм та розроблено блок-схему роботи керуючого блоку із детальним описом її роботи.

Ключові слова: КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ, МЕТОД ОБКОЧУВАННЯ, РОЛИК, ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ, ЕЛЕКТРОМАГНІТ

ВСТУП

Вимірювання передбачає, з одного боку, спостереження та представлення фізичної властивості, а з іншого боку, нормалізацію, тобто шляхом присвоєння їй певної величини. Розмір X являє собою відношення вимірюваного об'єкта x до N , яке вважається стандартом (одиницею вимірювання): Для виконання згаданих процедур необхідно виконати дві умови: - вимірюваний фізичний об'єкт повинен бути вимірюваний однозначно - одиниця вимірювання повинна бути узгоджена.

Автоматизація технічного контролю - це не єдиний спосіб покращення якості виготовленої продукції, але й необхідний етап промислової автоматизації, оскільки питома вага сучасних виробничих процесів дуже висока.

Розміри та інші фізичні характеристики (висота, вага, зріст) вимірювалися до, під час та після втручання вимірюються під час контролю. Контрольне обладнання виконує такі функції: контролює роботу обладнання, стан або навантаження, організовує готову продукцію в групи (за типом, розміром).

Пристрій автоматичного керування — це пристрій, який без втручання людини виконує всі процеси, необхідні для порівняння фактичних результатів з очікуваними (вимірюваними) значеннями використання кожного продукту, і на основі цих порівнянь класифікує продукти за різними критеріями або групує їх за різними критеріями роботи.

Підвищення ефективності промислової продукції є одним із способів покращення технологічних процесів та продуктивності.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз запропонованих концепцій та пошук патентів

1.1.1 Розрахунок вимірних значень

Цей проект пов'язаний з галуззю інформаційних технологій, яка піддається експериментальному сумніву.

Однією з найважливіших властивостей роботи з людьми є існування лінійних розмірів, а також існування певних місць у просторі відносно інших тіл. Довжини та кути є одними з тих властивостей, які може сприймати людський зір. Отже, ви можете побачити своє тіло, лише перетворивши ці дві величини (кут або швидкість). Це означає, що для вимірювання або зміни швидкості можна використовувати обмежену кількість пристроїв.

Для людини природно вимірювати цю вагу на різних етапах, і найкращим прикладом такого вимірювання є вимірювання за правилом. Однак у науці та техніці потреба в точності, а також потреба в різних вимірюваннях виходить за межі повсякденного життя. Це дозволяє розробляти різні механічні, електричні та подібні системи, які можуть пришвидшити виробничий процес та підвищити його ефективність.

1.1.2 Огляд методів та способів вимірювання або контролю параметрів

Методи вимірювання цього параметра можна розділити на прямі та непрямі методи. Зазвичай це значення записується в інші параметри без їх зміни. Прикладами є лінійки, рулетки тощо. Однак багато інструментів для вимірювання ваги базуються на принципі заміщення. Прикладом механічного регулювання є ноніус, до якого налаштовується гвинт, або механічний лічильник, до якого також налаштовується обертання, а за допомогою редуктора можна отримати більше обертання. Найпростішим прикладом оптичного пристрою є лінза. Ще важливішими були мікроскопи, телескопи та інші прилади, які встановлювали природну взаємодію між світлом і речовиною. Також визначаються електричні та електронні системи (перетворювачі напруги, регулятори напруги, п'єзодетектори), а опір також змінюється за допомогою

інших параметрів (струм, магнітний потік, опір тощо). Різницю в швидкості можна визначити за різними швидкостями та довжинами. Наприклад, довжини хвиль рентгенівських променів вимірюються шляхом розсіювання цих матеріалів через кристалічну решітку. Аналізуючи різні космічні промені, можна визначити не тільки відстані між зірками, але й їх швидкості. Спостережувані характеристики хвиль використовуються як основа приладів для вимірювання товщини плівки, а також у радарі.

1.1.3 Аналіз патентів у процесі дослідження

Основою цієї роботи є прилад для вимірювання діаметра та швидкості потоку матеріалу методом кочення. Принцип роботи пристрою полягає в тому, що вимірювальне колесо 1 обертається на поверхні та надсилає сигнали до вимірювального пристрою 2, який являє собою круговий імпульсний датчик 2, що має більший діаметр, ніж вимірювальний пристрій 1. При розміщенні на поверхні вимірювального пристрою обід набуває форми еліпса, утворюючи еліпс, який утримується вимірювальним роликком під час кочення по вимірювальній поверхні.

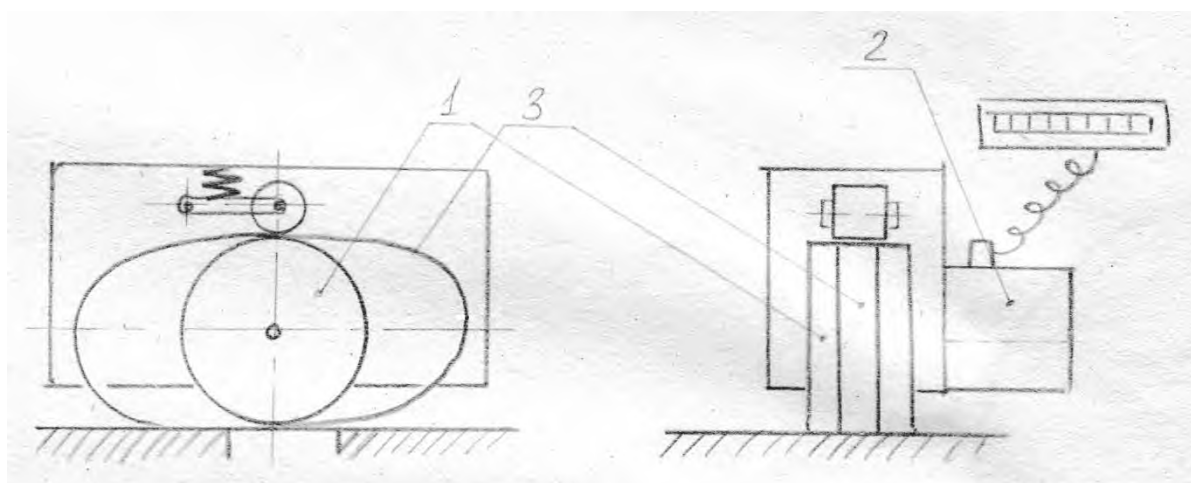


Рисунок 1.1 – Принцип дії приладу

1.2 Вибір та аналіз рішення проблеми

1.2.1 Розробка критерію вибору порівняння на основі задачі, що існує

Охоплення тривалості часу можливе, але не завжди. Його не можна використовувати, якщо є інші безпечні та ефективні методи.

Окрім схематичного зображення пристрою з гнучким металевим обідком, представлено та обговорено переваги та недоліки цього методу вимірювання, а також технічні умови, за яких його можна використовувати.

Робочий час відділу:

- для встановлення обов'язкового контакту з поверхнею вимірюваного об'єкта;
- відсутність кінематичної гладкості;
- температура та параметри в різних місцях.

Основні параметри:

- зменшення максимальних відмінностей порівняно із запропонованими вимірюваннями;
- вимірювання довжини кожної частини, на відміну від еталонного вимірювання, яке не враховує форму найменшої кривої;
- можливість вимірювання товщини ґрунту не така, як у безобідкового обладнання для прокатки;
- зручність зберігання та транспортування, ніж його висока вартість у великих масштабах.

Ці моменти будуть використані як база при розробці технічної роботи.

Основні недоліки:

- відсутність сильного кінематичного зв'язку з вимірюванням, знижує точність, розсіює енергію удару, покращує енергію удару тощо;
- через характеристики фотодатчика довжина хвилі матеріалу менша, ніж у матеріалу;
- грубі частинки, через розмір частинок, які не можуть уникнути мікроковзання, що призведе до збоїв у великих частинках;
- більші фінансові вигоди, ніж у традиційних методів вимірювання, таких як лінійки, рулетки тощо;
- інерція, відсутність руху (переміщення) під час виконання завдання (наприклад, під час рухів, подібних до ходьби).

Найважливішим критерієм пристрою є його точність, а також його цінність для споживача, що є вимогою до його роботи. Інша річ - це його форма, колір, розмір і товщина.

Вимоги до конструкції пристрою можуть бути сформульовані для визначення потенційних рішень проблеми.

1.2.2 Вибір і обґрунтування найбільш раціональних варіантів вирішення поставленої задачі

Завдання поділено на пункти:

- 1) Інформація про підрахунок, розміщення лічильника, виконання програми.
- 2) Забезпечити потрапляння вимірювального ролика в отвір та отримати діапазон розміру отвору.
- 3) Захист від перевантаження по струму у внутрішній лінії.
- 4) Розмістити вимірювальний ролик на поверхні.
- 5) Повний контакт з поверхнею ролика (без перекосу).
- 6) Переконавшись що обідок не проковзує відносно вимірювального ролика (обов'язково).
- 7) Переконавшись, що пристрій доступний до вимірювального об'єкту.
- 8) Переконавшись, що пристрій ж універсальним.
- 9) Перевірити на надійність, технологічність, конфігурацію та інші параметри.

Слід визнати, що існує багато способів вирішення кожного пункту в аргументації, але оскільки вони не є взаємовиключними, використання одного пункту певним чином виключає один або кілька інших.

Ключові ідеї для розуміння контрольних точок:

- 1) Лічильник має бути встановлений всередині корпусу, але не окремо; можна мультиплікатор використати. Поведінку процесу (підрахунок запуску-зупинки) потрібно автоматизувати за допомогою панелей, завантаження тощо.

2) Розмір отвору має бути 30 мм. Також слід врахувати силу тиску ролика на обідок та використати еластичність, щоб запобігти зісковзуванню ролика з поверхні.

3) Для закріплення ролика слід обгумувати обідок ззовні та ролик зсередини; усунути проблеми з вузлом пристрою; зменшити зачеплення; перехід від роботи до спокою (пуску) та паузи (зупинки) (рис. 1.2).

4) Відрегулювати мінімальну необхідну та максимальну силу тиску та вибрати рекомендоване значення.

5) Каретку з роликом розміщують на рухомій осі, перпендикулярній до осі обертання валика, щоб забезпечити повний контакт між гранню обертового ролика та обертовою поверхнею.

6) Щоб запобігти скочуванню обода, за допомогою напрямних роликів та обмежувального фланця звільнити нижню поверхню обода. У цей момент напрямні ролики будуть обід розтягувати.

7) Багатофункціональність пристрою полягає в можливості виконання як ручних, так і автоматизованих операцій. Кронштейн для пристрою має бути розроблений без стиснення, а в корпус пристрою має бути вставлений еластичний матеріал. Для кріплення інструменту до самого кронштейна використовується двоточковий електромагніт, який приводить в дію пружину в корпусі інструменту для створення необхідної притискуючої сили (рис. 1.5).

8) Для виявлення джерела світла можна використовувати два фотодіоди, а сигнали від джерела світла розділяються на два джерела світла. При зміні напрямку ролика швидкість сигналів змінюється; в інерційних умовах сигнали передаються від одного фотодіода до двох, що дозволяє регулювати яскравість (рис. 1.6).

9) Забезпечити використання стандартних інструментів. Технології повинні й надалі бути доступними для всіх.

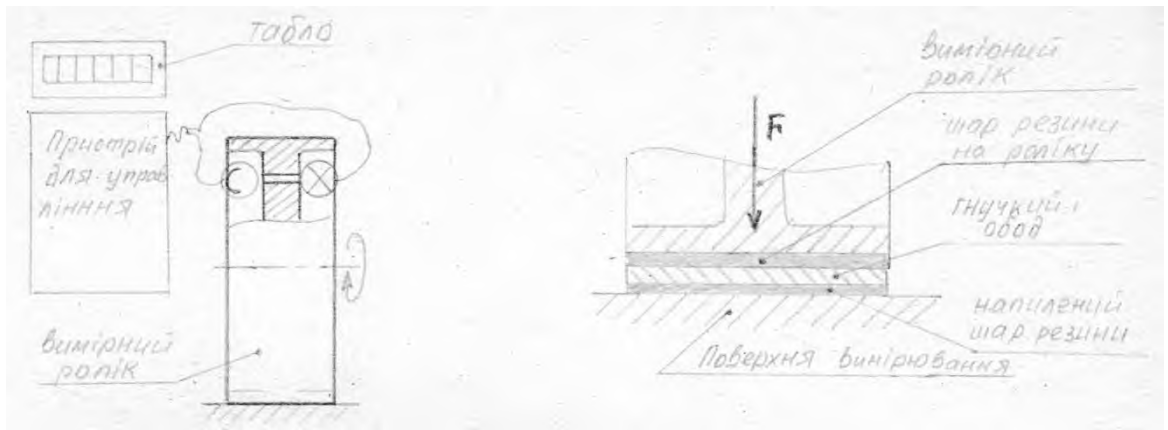


Рисунок 1.2 – Схема входу (розгін) і виходу (зупинка) приладу з роботи

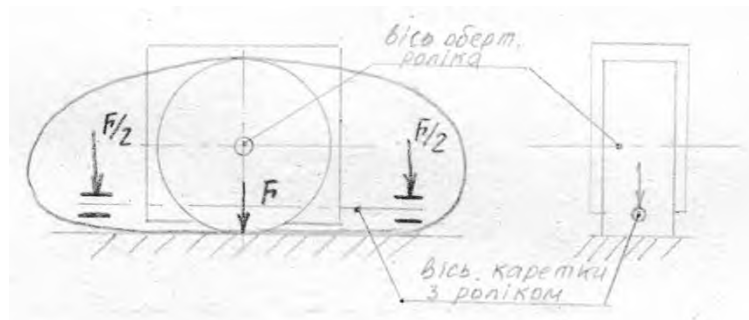


Рисунок 1.3 – Кріпильна схема осі каретки

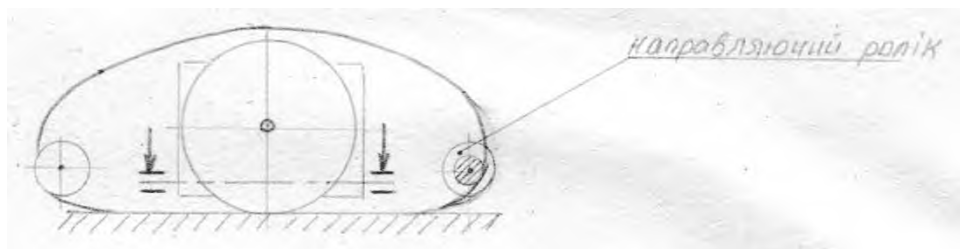


Рисунок 1.4 – Притискуюча схема ролика вимірювального

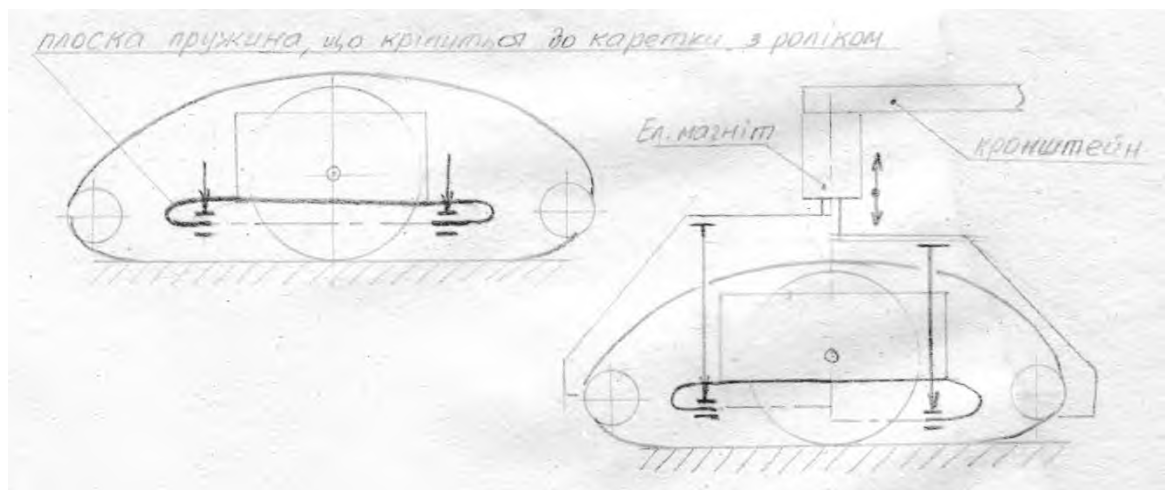


Рисунок 1.5 – Кріпильна схема електромагніту з двома позиціями

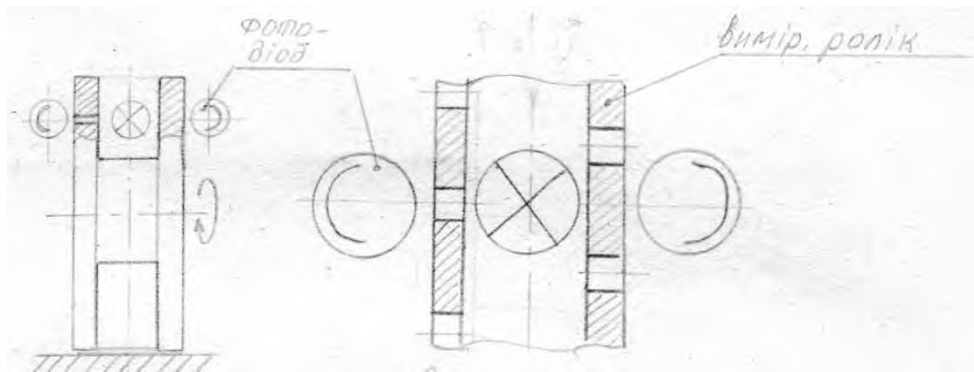


Рисунок 1.6 – Схема ролика вимірювального, який є подвійним

Слід перевірити точність та доцільність схеми, зображеної на рис. 1.6. Для досягнення точності порядку 1 мм кожен міліметр поверхні вимірювального ролика повинен відповідати отвору. Аналогічно, для подвійного ролика кількість отворів розміщується на обох доріжках. Однак, як видно на рис. 1.7, навіть при такому розміщенні ролик не рухається. Крім того, великий фотодіод слід розмістити відносно отворів так, щоб оптична вісь була вздовж поверхні фотодіод–лампа–фотодіод.

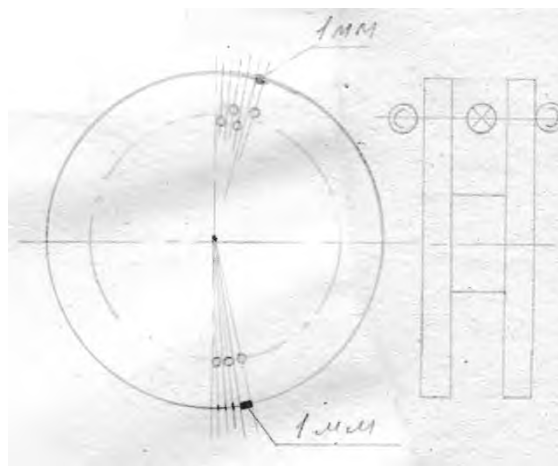


Рисунок 1.7 – Ролик вимірювальний

Для більшої точності можна ввести множник, який має сильний кінематичний зв'язок (наприклад, зубчата передача). Однак такий тип переходу збільшить взаємодію пристрою, зменшить швидкість потоку, збільшить необхідну притискуючу силу, що небажано, і може не підійти для вимірювання великих розмірів (фрикційне з'єднання дає похибку).

Щоб подолати цю проблему, можна модифікувати схему (рис. 1.6) без проміжної кінематичної передачі, яка дозволяє вимірювальному ролику

переміщатися на відстань 10 мм (1 см), а для забезпечення точності вставити в інтерфейс відповідного сигналу датчик високої роздільної здатності. Це основний датчик. Після кожного високого сигналу буде скидатися інший лічильник, що може виявити несправність іншого датчика при перемиканні, рис. 1.8.

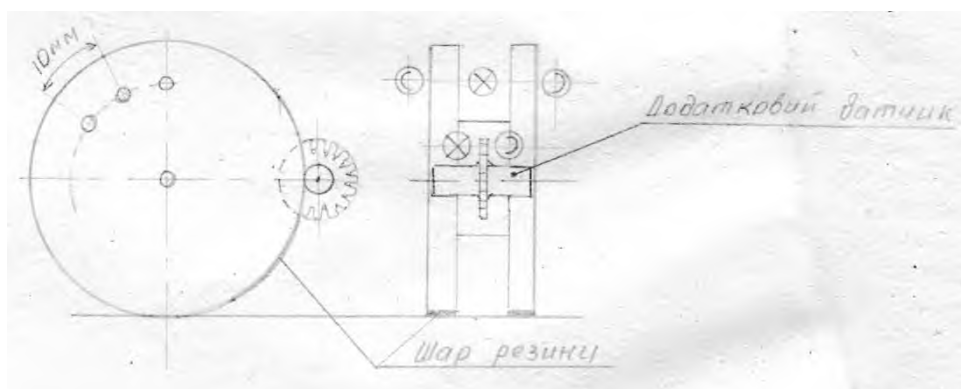


Рисунок 1.8 – Схема роботи лічильника

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Схема принципова вимірювального приладу

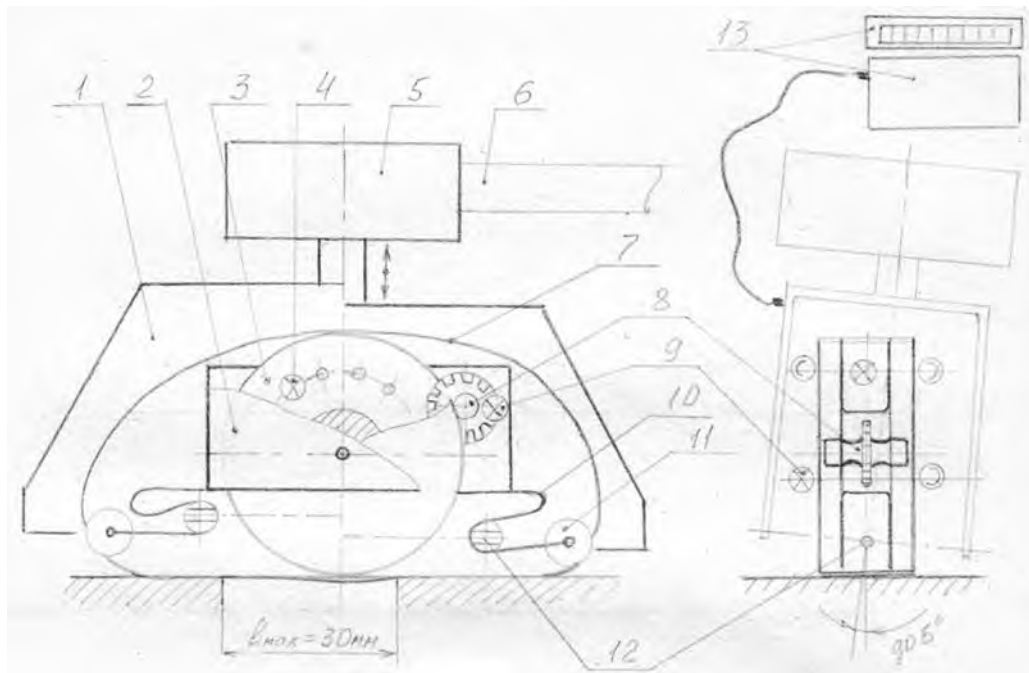


Рисунок 2.1 – Схема принципова вимірювального приладу

1. Корпус приладу
2. Каретка з вимірювальним роликом
3. Вимірювальний ролик з системою отворів
4. Лампочка фотодатчика (головного)
5. Електричний магніт
6. Кронштейн
7. Гнучкий металевий обід
8. Колесо додаткового перетворювача
9. Лампочка додаткового перетворювача
10. Пружина плоска, прикріплена жорстко до каретки 2 в з вимірювальним роликом 3
11. Направляючі ролики, що утримують металевий обід 7
12. Вісь, на якій кріпиться каретка з вимірювальним роликом і яка жорстко нерухомо закріплена в корпусі приладу 1
13. Електронний пристрій для керування з індикатором на табло

Принцип дії приладу полягає в тому, що вимірювальне колесо 1 прокочується по поверхні і передає сигнали на вимірювальний пристрій, який виконану у вигляді кругового датчика імпульсів 2. Від попереднього свого аналога цей прилад відрізняється тим, що з метою запобігання провалювання ролика в можливі отвори або пази на поверхні введено гнучкий металевий обід 3, діаметр якого більше діаметру вимірювального колеса 1. При притисканні до поверхні вимірювання обід приймає форму еліпса і не дає вимірювальному ролику провалюватися при обриві поверхні, що зменшує похибку вимірювання.

2.2 Розрахунок точності вимірювального приладу (розрахунок є попереднім)

Спочатку розрахуємо точність, яку ідеально забезпечує пристрій, коли можливість прослизання в кінематичних ланцюгах ми виключаємо. Дану проблему можна вирішити графічно.

Тому необхідно виміряти діаметр ролика D та діаметр розміщення отворів d .

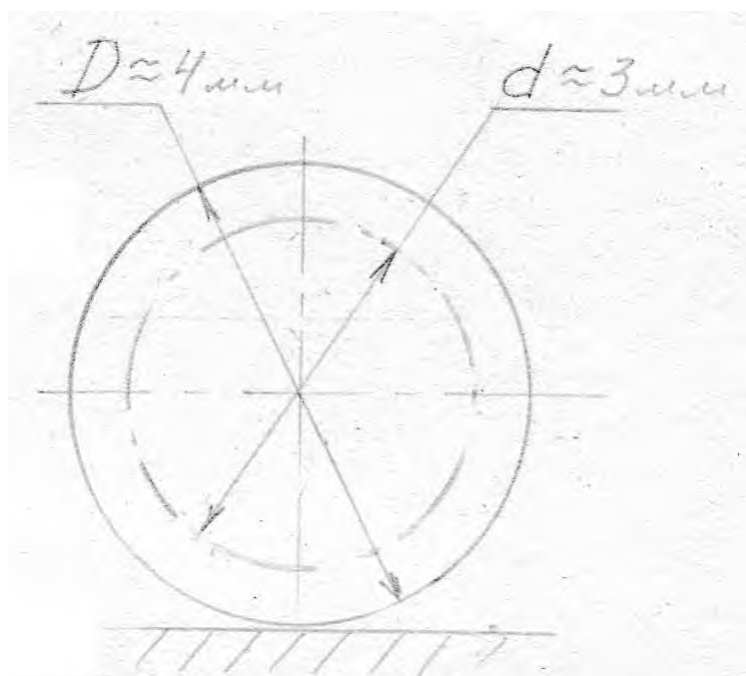


Рисунок 2.2 – Діаметр розміщення отворів та діаметр вимірювального ролика

Відповідно буде так:

$D = 4 \text{ мм}; d = 3 \text{ мм}$ (рис. 2.2)

Розмір довжини розгортки роликової поверхні:

$$L = \pi \cdot D = \pi \cdot 4 = 125,67 \text{ мм}^3$$

Ми встановлюємо:

$$L = 120 \text{ мм}^3$$

Отже:

$$D = \frac{L}{\pi} = \frac{120}{\pi} = 38,197 \text{ мм} \approx 38,2 \text{ мм}$$

Щоб отримати дискретність 10 мм на 1 ролик, кількість отворів така необхідна:

$$n = \frac{L}{10 \text{ мм}} = \frac{120}{10} = 120 \text{ (отворів)}$$

Аналогічно, для ролика подвійного із системою зміщених отворів (рис. 6), значення точності для роликів, які більше 5 мм, збільшиться вдвічі.

Для точності 1 мм і на другому лічильнику ми можемо визначити графічно лічильникові розміри, як зображено на рис. 2.3.

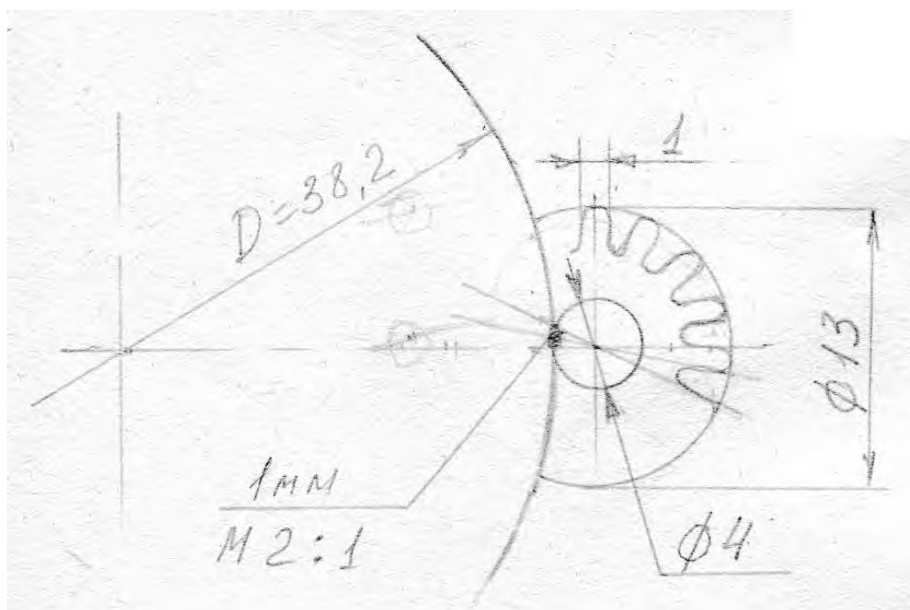


Рисунок 2.3 – Значення розмірів ролика лічильного

2.3 Розрахунок сили номінальної притискання до вимірювальної поверхні даного приладу

2.3.1 Вимірювання ваги компонентів пристрою, розміщених рухомо на осях корпусу; розрахунок притискаючої сили

Цей розрахунок необхідно виконати таким чином, щоб можна було розташувати саму каретку, а ролик переміщати перпендикулярно до всіх можливих точок колеса по напрямку дії сили ваги, як показано на рис. 2.4.

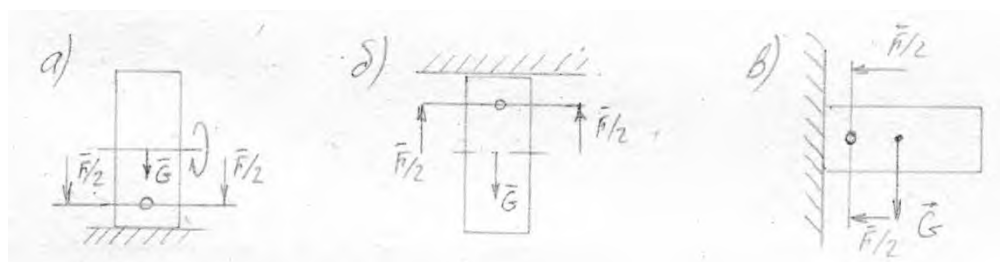


Рисунок 2.4 – Розрахунок ваги частини приладу, що рухається

Для ілюстрації розглянемо екстремальний випадок (рис. 2.4, с).

Під час аналізу конструкції пристрою ми припускаємо, що в першому завданні центр мас обертового об'єкта (який розташований горизонтально) відповідає осі обертового ролика, рис. 2.5.

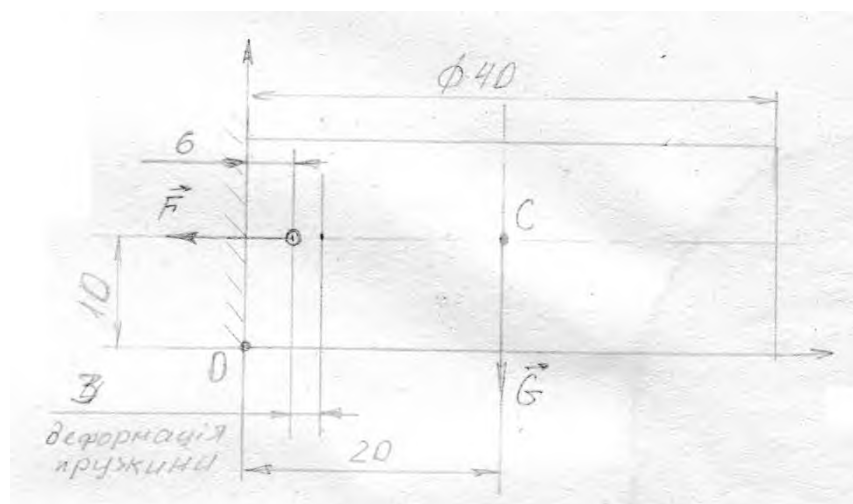


Рисунок 2.5 – Центр маси механізму, що рухається

Для проектування пружинну деформацію було змінено на 4 мм для знаходження координати сили стиснення F , або перпендикулярно до осі, та до каретки рухомої.

Розглядаючи точку контакту O у якості в'язь, ми створюємо просту схему розрахункову, рис. 2.6

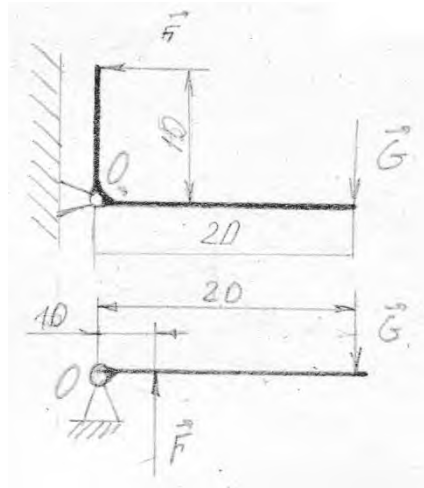


Рисунок 2.6 – Схема для розрахунку

Беручи правило важеля, ми пишемо рівноважну умову для системи:

$$\frac{F}{G} = \frac{20}{10}$$

$$F = 2G$$

тобто сила найменша стиску має бути учетверо більшою за вагу каретки.

Щоб розрахувати розподіл маси по площі пристрою, намалюємо діаграму спрощену для розподілу (матеріал – сталь). Вважаємо маси пружини та обмежувального ролика, а також масу каретки рівними.

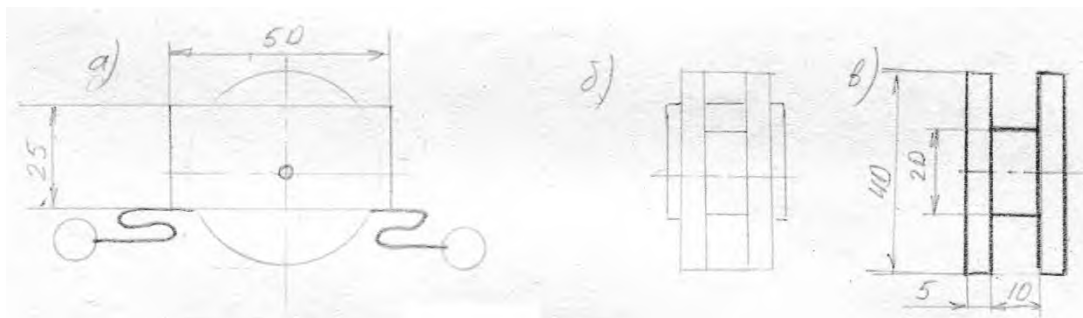


Рисунок 2.7 – Розподіл матеріалу

$$v_{\text{ролика}} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 40^2}{4} \cdot 5 \right) + \frac{\pi \cdot 40^2}{4} \cdot 10 = 15708 \text{ мм}^3$$

Значення об'єму ролика вимірювального показана кривою навантаження, рис. 2.7, в.

$$v_{\text{рамки}} = 15708 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$$

Значення об'єму корпуса каретки вимірюється як прямокутник 50x25x1, 2.7, а.

$$v_{\text{каретки}} = 2 \cdot (50 \times 25 \times 1) = 2500 \text{ мм}^3$$

Для сталі густина буде $\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг/м}^3$

Ми маємо бажану масу:

$$m = \rho_{\text{ст}} v = 7800 \cdot (15708 + 2 \cdot 2500) \cdot 10^{-9} = 161522400 \cdot 10^{-9} \approx 0,162 \text{ кг}$$

Цю масу було розраховано:

$$G = g \cdot m = 10 \cdot 0,16 = 1,6 \text{ Н}$$

Сила притиску найменша:

$$F = 4G = 4 \cdot 0,16 = 6,4 \text{ Н}$$

2.3.2 Визначення сили номінальної для притиску

Важливим моментом, який слід враховувати в цьому відношенні, є наявність між ободом та роликом проковзування, а також між ободом та поверхнею при вимірюванні великих розмірів. Основними факторами в процесі вимірювання є час прискорення до зупинки, а також відхилення від вимірювання прискорення; наявність хвилястості та обриву.

Отже, для тієї ж конструкції ми прийняли номінальну силу, що прикладається вимірювальним приладом.

2.4 Вибір параметрів пружини (плоскої)

Порядок дій такий: вибирається матеріал і товщина пластини для того, щоб встановити пружину (відомої конструкції), яка за наявності деформації 4 мм генерує силу $F_{ном}=10$ Н. Конструкція механізму показана на рисунку 2.8, а детальна схема - на рисунку 2.9. Розрахунок показано на рисунку 2.10. Матеріал, обраний для конструкції – Сталь 65 Г ДСТУ 1050-74.

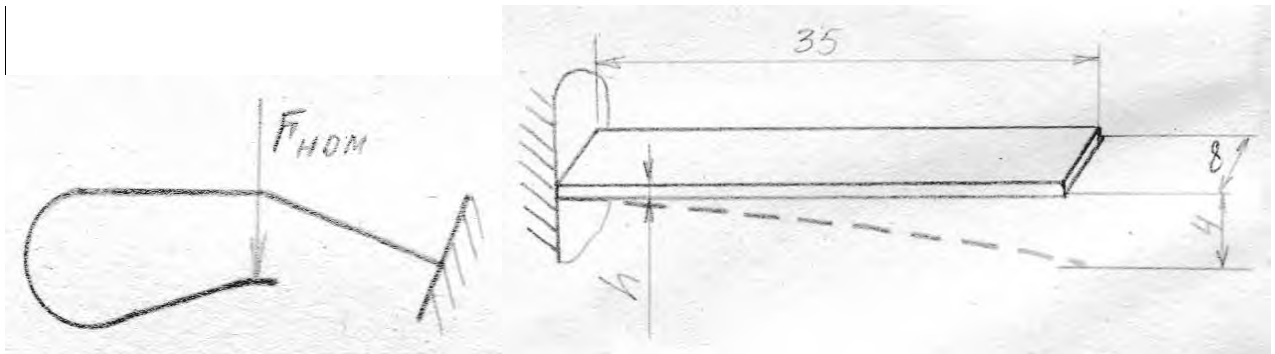


Рисунок 2.8 – Пружинна конструкція

Рисунок 2.9 – Схема розрахункова

Маємо:

$$F_{ном}=10 \text{ Н}; l=35 \text{ мм}; \lambda=3 \text{ мм}; b=8 \text{ мм}; E = 20 \cdot 10^4 \text{ МПа}$$

Наступна формула служить математичною основою для розрахунку деформації пружини плоскої:

$$\lambda_{повн} = \frac{4 \cdot P_{max} \cdot l^2}{E \cdot b \cdot h^3}$$

Тут $\lambda_{вираз} = \lambda_0 + \lambda_{функція}$ – абсолютне прогинання пружини, виміряне з робочого та попереднього.

Обираємо $\lambda_0 = \lambda_{роб} = 3$ мм. Отже $\lambda_{повн} = 6$ мм.

l – довжина пружини, $l = 35$ мм.

b – ширина пружини, $b = 8$ мм.

E – пружний модуль вихідного матеріалу;

Для матеріалу сталь 65 Г $E = 20 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2$

P_{max} – сила робоча; $P_{max} = F_{ном}/2$, для подвійної пружини;

$$P_{max} = F_{ном}/2, = 10/2 = 5 \text{ Н}$$

Висоту h , тобто переміщення з рівняння знаходимо.

$$h = l \sqrt{\frac{4P_{max}}{E \cdot b \cdot \lambda_{повн}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5}{20 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 6}}$$

Серед товщин для пружин ми вибрали:

$$h = 0,45$$

Слід порахувати фактичне значення, що відповідає вибраній товщині:

$$\lambda_{роб} = \frac{\lambda_{повн}}{2} = 2,94 \text{ мм}$$

2.5 Розрахунок електромагнітних (ЕМ) параметрів

Рух пружини відносно магніту має бути $\lambda_{роб} = 3 \text{ мм}$, максимальна прикладена сила $F_{ном} = 10 \text{ Н}$. На рисунку 2.10 показано залежність сили пружини від її зміщення, якщо пружина спочатку натягнута. Отже, сила стиску має бути більшою за силу пружності $F_{ном} = 10 \text{ Н}$. $F_{ЕМ} = k_3 \cdot F_{ном}$, де $k_3 \approx 3 \dots 4$ (за замовчуванням).

Значить:

$$F_{зм} = 4F_{ном} = 4 \cdot 10 = 40 \text{ Н}$$

Слід вибрати основний матеріал магніту. Для середніх електромагнітів слід використовувати сталь 05, 08, 10, якщо вона спеціально не розроблена для встановлення. Ми вибрали сталь

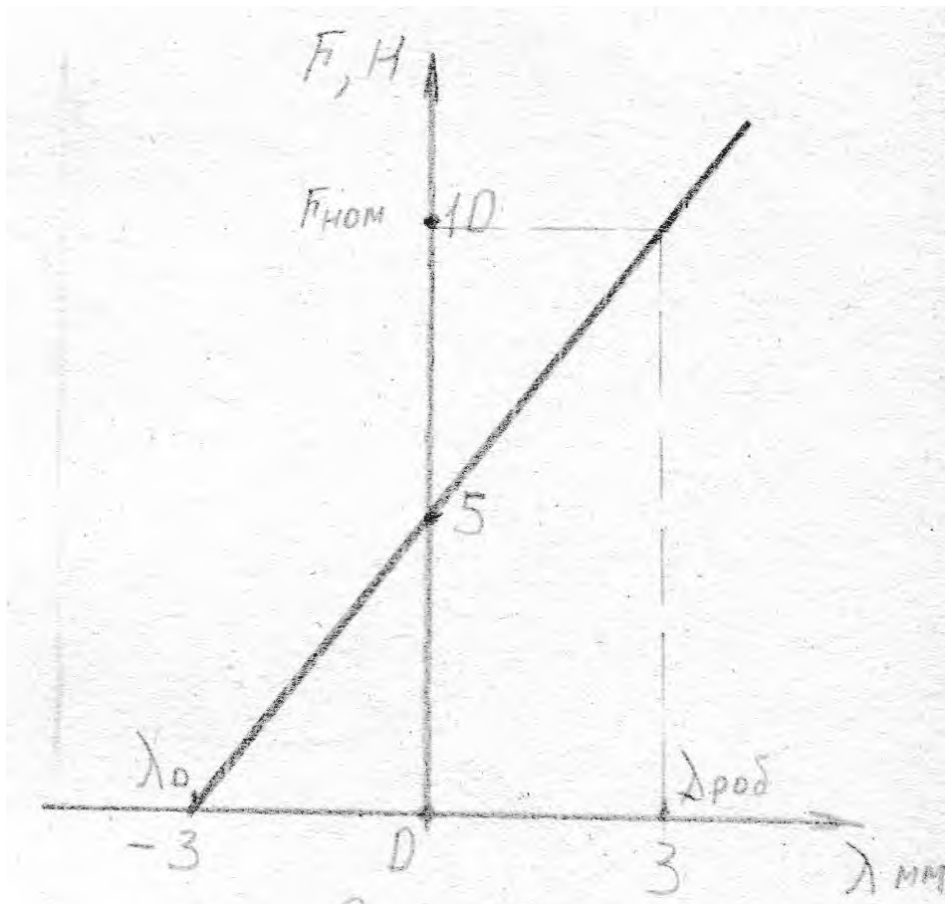


Рисунок 2.10 – Залежність значення сили пружини від значення її деформації

Ми погодилися на 27 В напруги для електромагніту.

Ми визначаємо значення розмірів частин електромагніту. Тому необхідно Для цього необхідно знати значення індукції, що виникає в повітряному зазорі (при відпущеному якорі) B_z , максимальне значення індукції, що виникає в осерді B_{cmax} , та розсіюючий коефіцієнт σ .

Для максимальної кількості магнітів $B_z = 0,6 \dots 1,0$ Т. Ми приймаємо $B_z = 1,0$ Т. B_{cmax} для сталей 05, 08, 10, 15 знаходиться в діапазоні $1,4 \dots 1,6$ Т. Отже, $B_{cmax} = 1,5$ Т.

Значення вимірювального коефіцієнту елементів для малого якоря визначається як $\sigma = 1,5 \dots 2,5$. Ми приймемо $\sigma = 1,5$.

Будемо визначати площу перерізу осердя S_c

$$S_c = \frac{\sigma \cdot B_z \cdot S}{B_{cmax}}$$

S_c – робоче положення при зазорі повітряному

$$2\mu_0 \cdot F_{EM}/B_3^2 = 2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 40/1^2 = 100,48 \cdot 10^{-6} \approx 100,48 \text{ мм}^2$$

Отже

$$S_c = \frac{1,5 \cdot 1 \cdot 100,48}{1,5} = 100,48$$

Знаючи S_c , ми знаходимо діаметр осердя

$$d_c = \sqrt{\frac{4S_c}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 100,48}{3,14}} = 11,3 \text{ мм}$$

Нехай $d_c = 12 \text{ мм}$.

Визначати будемо рушійну силу на котушці

$$d_c = \sqrt{\frac{4S_c}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 100,48}{3,14}} = 11,3 \text{ мм}$$

Перевіряємо площу перерізу обмоткового

$$S_{об} = \frac{\theta}{j \cdot k_{3,об}}$$

Якщо j – густина струму, ми будемо брати $j = 4 \text{ А/мм}^2$.

$k_{3,об}$ – коефіцієнт для того, щоб заповнити простору обмоткового;

Приймаємо $k_{3,об} = 0,5$

$$S_{об} = \frac{3342}{4 \cdot 0,5} = 1671 \text{ мм}^2$$

Знайшли спрощено за формулою сторони перерізу обмоткового:

$$S_{об} = l_{об} \cdot h_{об}$$

Для розрахунку

$$\frac{l_{об}}{h_{об}} = 2$$

Отже

$$l_{об} = 2h_{об}$$

$$S_{об} = l_{об} \cdot h_{об} = h_{об}^2$$

Тоді

$$h_{об} = \sqrt{\frac{S_{об}}{\pi 2}} = 28,9 \text{ мм}$$

Прийняли

$$h_{об} = 30 \text{ мм}$$

Отже

$$l_{об} = 2h_{об} = 60 \text{ мм}$$

Беремо площу перерізу дроту поперечного:

$$S_g = \theta \cdot \rho_t \cdot l_{в.ср} / U_{min}$$

θ – напруженість магнітного поля;

ρ_t – при температурі матеріалу в $t, ^\circ\text{C}$, опір питомий, Ом·м.

$$\rho_t = \rho_{20} [1 + \alpha(t - 20)]$$

ρ_{20} – при $t = 20^\circ\text{C}$ опір питомий матеріалу;

α – коефіцієнт для температури.

Для матеріалу мідного:

$$\rho_{20} = 0,0175 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}, \alpha = 0,0043 \text{ } t/^\circ\text{C}$$

$l_{в.ср}$ – довжина усереднена обмоткового витка, м.

У цьому випадку $l_{в.ср} = 200$ мм, це буде відповідним до діаметру $dd_{в.ср} \approx 60$ мм.

$$U_{min} = 220 \text{ А}$$

Беремо $t = 100^\circ\text{C}$

$$\rho_{100} = 0,0175 \cdot 10^{-6} [1 + 0,0043(100 - 20)] = 0,02352 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Шукаємо S_g :

$$S_g = 3342 \cdot 0,02352 \cdot 10^{-6} \cdot 0,2 / 220 = 0,07146 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \approx 0,07 \text{ м}^2$$

Отже, для дроту буде такий діаметр:

$$d_d = \sqrt{\frac{4S_d}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,07}{3,14}} = 0,302 \text{ мм}$$

Рахуємо, що $d_d = 0.3$ мм

Знаходимо на котушці кількість витків:

$$W = k_{з.об} \cdot l_{об} \cdot h_{об} / S_d = 0,560 \cdot 30 / 0,07 = 12857$$

Візьмемо $W = 12860$

Для кожної котушки визначимо обмотковий опір:

$$R_t = \rho_t \cdot l_{в.ср} \cdot W / S_d = 0,02352 \cdot 10^{-6} \cdot 0,2 \cdot 12360 / 0,07 \cdot 10^{-6} = 864,2 \text{ Ом}$$

Через обмотку визначимо струм:

$$I = \frac{U}{R_t} = \frac{220}{864,2} = 0,2546 \text{ А}$$

Потужність, що споживається:

$$P = I^2 \cdot R_t = 56 \text{ Вт}$$

Представляємо розрахунок, який вимірює силу електромагніту під час початкової роботи. Як добре відомо, для заданої конструкції (типу клапана) на

межі розділу виникає сила F_d , яка зменшується зі збільшенням відстані. Для малих зазорів F_{EM} слід розраховувати за формулою:

$$F_{EM} = \frac{\theta \cdot \delta}{2} \left(\mu_0 \frac{S}{S^2} \right) + F_d = \frac{\theta^2 \cdot \mu_0 \cdot S_n}{2\delta}$$

що F_d – більша сила (відхилена в загальному випадку);

S_n – площа місця полюса магніту; для наших цілей діаметр d отвору (клапана) становить 160 мм. Отже

$$S_n = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 7850 \text{ мм}^2$$

Отже

$$F_{EM} = \frac{3342^2}{2} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{7850 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-3}} = 18 \text{ Н}$$

Розрахунок показує, що сила опору на пружині в початковий момент, зумовлена її початковою деформацією, становить 5Н. Отже, сила запасу електромагнітного поля знаходиться в певному діапазоні:

$$k_3 = 18 \text{ Н} / 5 \text{ Н} = 3,6$$

Беручи до уваги силу F_d , а також нелінійність збільшення електромагнітної сили, можна зробити висновок, що коефіцієнт запасу високий. Фактична конфігурація електромагніту показана на рисунку 2.11.

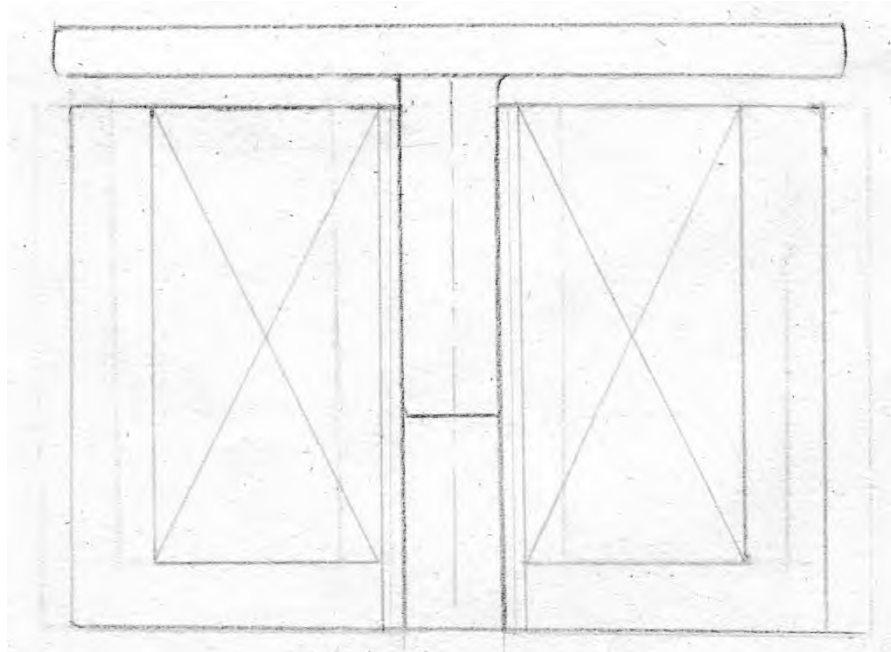


Рисунок 2.11 – Значення розмірів електромагніту

2.6 Перевірочний розрахунок фотоелектричного перетворювача на швидкодію

Ціллю цього розрахунку є забезпечення найбільшої швидкості пристрою в пункті призначення через переміщення по поверхні даного приладу. Обмежувальними умовами є кінематична енергія пристрою та його властивості, а також, з іншого боку, властивості інерції фотодіодів. У цьому випадку ми зосередилися на останньому чиннику.

Підключення фотодіода базується на величині, яку називають постійною часу. В результаті $\tau = 1 \cdot 10^{-6} \text{с}$.

Струм, що проходить через діод, має пилкоподібну характеристику, як показано на рис. 2.12, коли до його активного центру надходить імпульс прямокутний.

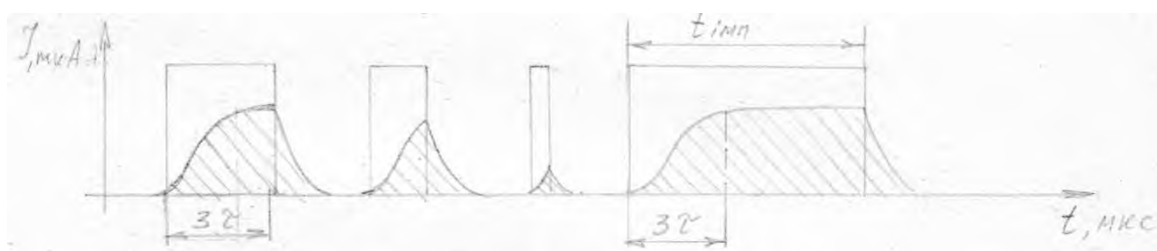


Рисунок 2.12 – Характер зміни струму, що проходять через діод

Робоча характеристика фотодатчика:

$$t_{\text{имп}} \geq 3\tau$$

Де:

$$t_{\text{имп.мін}} = 3\tau$$

З другого боку, як показано на рис. 2.13.

$$t_{\text{имп}} = \frac{T}{\alpha} \varphi$$

де T – час між надходженнями сигналів.

α – відповідний до відстані між отворами кут;

φ – відповідний до розміру отворів 2 мм кут.

$$T = \frac{1}{N_{\text{отв}} \cdot \omega}$$

де $N_{\text{отв}}$ – кількість у колесі отворів $\frac{1}{\text{рад}}$

$N_{\text{отв}} = 12$ (враховуючи не все колесо, а половину)

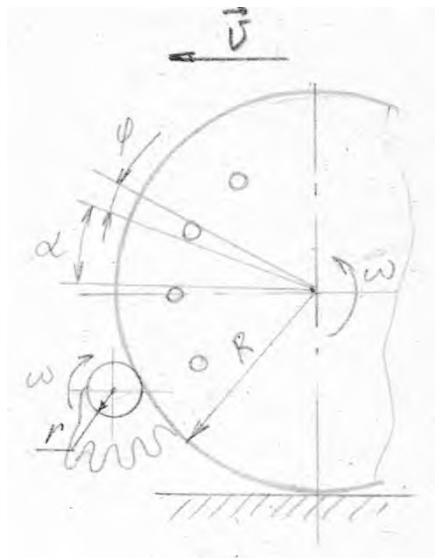


Рисунок 2.13 – Умова роботи фотодатчика

3 НАУКОВО- ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1 Оцінювання процесів динамічних, які відбуваються протягом роботи механізму вимірювального

Оцінка та аналіз динамічних процесів під час роботи вимірювальної частини механізму з підвішеною стрічкою та кареткою рухомою, з метою вибору оптимальних параметрів основних вузлів та елементів, рекомендується проводити на проектувальному етапі з використанням математичного моделювання. Але, беручи до уваги тертя для передачі сили тяги ролика вимірювального на каретку рухому, важливо включити до математичної моделі можливі способи обертання ролика вимірювального під час роботи пристрою для вимірювання. Так як швидкість ролика вимірювального визначає стан результативності робочого пристрою.

Динамічні значення каретки рухомої з підвісним ременем та приводом розподільним можна описати рівняннями, що отримати можна на основі принципу Даламбера. Рівняння перетворюються на їх реакції та застосовуються до всіх елементів системи з інерційними силами та моментами інерції.

3.2 Опис процесів динамічних ролика вимірювального

Рівняння для динаміки ролика вимірювального (рис. 3.1) каретки рухомої в моделі математичній, що розглядається, мають вигляд

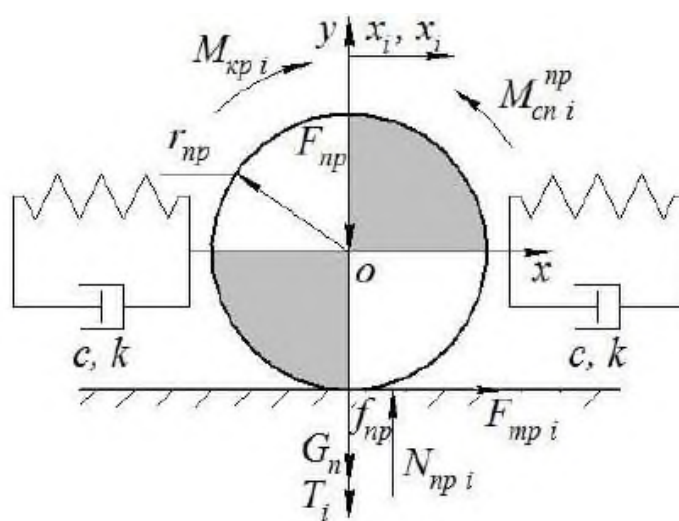


Рисунок 3.1 – Схема розрахунку ролика вимірювального

$$\begin{cases} m_{ni} \ddot{x}_{ni} = F_{cyi} + (G_n + T_i \sin \beta_i) \sin \alpha_i + k_i (\dot{x}_{i-1} - 2\dot{x}_i + \dot{x}_{i+1}) + c(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1}); \\ m_{ni} \ddot{y}_{ni} = N_{np_i} - G''_n \cos \alpha_i - F_{np}; \\ J_{oni} \ddot{\phi}_{ni} = M_{\kappa pi} - F_{cyi} r_{np} - N_{np_i} f_{np} - M_{\Sigma i}^{np}, \end{cases}$$

де $\ddot{x}_n, \ddot{y}_n$ – лінійні прискорення вимірювального ролика у напрямі відповідних осей; $\ddot{\phi}_n$ – кутове прискорення вимірювального ролика щодо осі обертання; $\dot{x}, x$ – швидкості та переміщення ролика рухомої каретки; m_n, J_{on} – наведені маса та момент інерції рухомої каретки; G_n, G''_n – сили тяжкості каретки та притискної секції каретки; T – зусилля від тяжкості вантажу та стрічки, що діє з боку кріплення каретки зі стрічкою; F_{np} – сила, що діє на вимірювальний ролик з боку притискного пристрою; N_{np} – сила нормальної реакції опорної поверхні; α – кут нахилу рухомої каретки у вертикальній площині; β – кут нахилу стрічки до горизонту.

3.3 Опис процесів динамічних ролика направляючого

Аналогічно опишемо динаміку ролика направляючого (рис. 3.2)

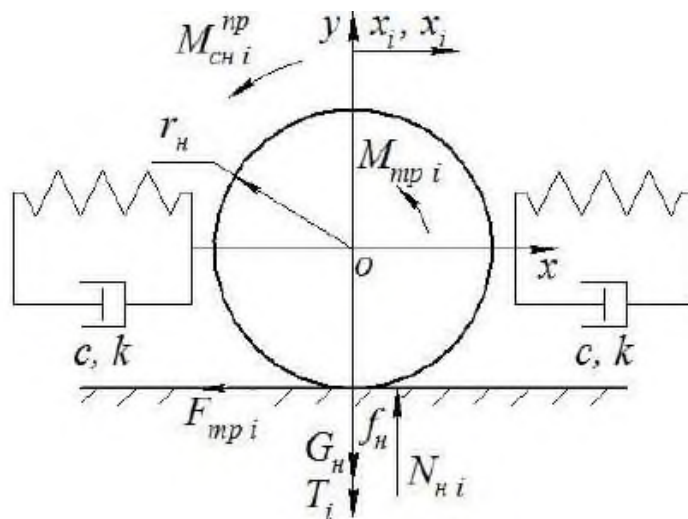


Рисунок 3.2 – Схема розрахункова ролика направляючого

$$\begin{cases} m_{ni} \ddot{x}_{ni} = -F_{cyi} + (G_n + T_i \sin \beta_i) \sin \alpha_i + k_i (\dot{x}_{i-1} - 2\dot{x}_i + \dot{x}_{i+1}) + c(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1}); \\ m_{ni} \ddot{y}_{ni} = N_{ni} - (G_n + T_i \sin \beta_i) \cos \gamma_i; \\ J_{oni} \ddot{\phi}_{ni} = F_{cyi} r_n - N_{ni} (f_n + \mu_{no} r_o) - M_{\Sigma i}^{np}, \end{cases}$$

де $\ddot{x}_n, \ddot{y}_n$ – лінійні прискорення направляючого ролика у напрямі відповідних осей; $\ddot{\phi}_n$ – кутове прискорення направляючого ролика щодо осі обертання; m_n, J_{on} – наведені маса та момент інерції; G_n – сила важкості; N_n – сила нормальної реакції опорної поверхні; $F_{cц}$ – сила зчеплення направляючого ролика з опорною поверхнею; M_{Σ}^{np} – наведений момент опору руху рухомої каретки; f_n – коефіцієнт тертя кочення направляючого ролика з опорною поверхнею; $\mu_{но}$ – коефіцієнт тертя ковзання в осі ролика; r_n – зовнішній радіус направляючого ролика; r_o – внутрішній радіус направляючого ролика. У процесі переміщення ролики не відриваються від опорної поверхні, отже,

$$y_{ni} = r_{np} = const \text{ и } y_{ni} = r_n = const ,$$

отже, і

$$\ddot{y}_{ni} = \ddot{y}_{ni} = 0$$

Рахуємо, що ролики направляючі здійснюють обертання без ковзання, то дійсне рівняння зв'язків кінематичних:

$$\ddot{x}_{ni} = \ddot{\phi}_{ni} r_n .$$

Ролик вимірювальний каретки рухомої може здійснювати рух в одному з інших режимів кочення. В тому разі, якщо значення швидкості точки зіткнення ролика з направляючою опорою кочення, що не рухається, перевищує значення нуля

$$\dot{\phi}_{ni} r_{np} - \dot{x}_{ni} > 0 ,$$

ролик вимірювальний обертається. Визначаємо силу тертя

$$F'_{cцi} = \mu_{np} N_{np_i} = \mu_{np} (G''_n \cos \alpha_i + F_{np}) ,$$

де μ_{np} – коефіцієнт тертя обертового ролика вимірювального об поверхню опорну. Плавність ходу ролика при нерухомій опорі напрямної руху менше нуля.

$$\dot{\phi}_{ni} r_{np} - \dot{x}_{ni} < 0 ,$$

Рух підвісу супроводжується ковзанням вимірювального ролика. Сила тертя буде:

$$F''_{cy_i} = -\mu_{np} N_{np_i} = -\mu_{np} (G''_n \cos \alpha_i + F_{np}).$$

З іншого боку, коли площа контакту опорної поверхні з роликом

$$\dot{\phi}_{ni} r_{np} - \dot{x}_{ni} = 0,$$

а ролик вимірювальний котиться чисто, без ковзання, по матеріалу. Сила тертя визначається функцією, отриманою з кінематичного рівняння:

$$F_{cy_i} = \frac{1}{J_{oi} + m_i r_{np}^2} \left[m_i r_{np} (M_{kp_i} - M_{\Sigma}^{np} - (G''_n \cos \alpha_i + F_{np}) f_{np}) - J_{oi} ((G_n + T_i \sin \beta_i) \sin \alpha_i + k_i (\dot{x}_{i-1} - 2\dot{x}_i + \dot{x}_{i+1}) + c(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1})) \right]$$

Підставляючи систему рівнянь руху ролика, вважаючи рух модельованого ролика, отримуємо наступне: – мас прискорення модельованого ролика та

$$\ddot{x}_{ni} = \frac{r_n}{J_{oni} + m_{ni} r_n^2} \left[-M_{\Sigma i}^{np} + r_n ((G_n + T_i \sin \beta_i) \sin \alpha_i + k_i (\dot{x}_{i-1} - 2\dot{x}_i + \dot{x}_{i+1}) + c(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1})) - (f_n + \mu_{no} r_n) (G_n + T_i \sin \beta_i) \cos \gamma_i \right]$$

– прискорення центру мас і прискорення кутове ролика вимірювального:

$$\begin{cases} \ddot{x}_{ni} = \frac{1}{m_{ni}} (F_{cy_i} + (G_n + T_i \sin \beta_i) \sin \alpha_i + k_i (\dot{x}_{i-1} - 2\dot{x}_i + \dot{x}_{i+1}) + c(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1})); \\ \ddot{\phi}_{ni} = \frac{1}{J_{oni}} (M_{kp_i} - F_{cy_i} r_{np} - (G''_n \cos \alpha_i + F_{np}) f_{np} - M_{\Sigma i}^{np}) \end{cases}$$

Дане рівняння представляє динамічну поведінку ролика. Вимірювана поведінка ролика визначається шляхом розв'язання системи рівнянь диференціальних першого порядку.

Значення руху вимірювального ролика можна розрахувати за допомогою коефіцієнта ковзання (рис. 3.3). Під час запуску роботи рух каретки рухомої призводить до ковзання вимірювального ролика. Крім того, під час руху по випробувальному маршруту швидкість вимірювального ролика дещо зменшується з 1,3 до 14,6 секунд (значення коефіцієнта ковзання становить

приблизно 1,9%). З 14,6 до 29,3 секунд ковзання значно збільшується (на 14%). Крім того, при роликовому ковзанні приблизно 0,6% ваги ковзання ролика поглинається вздовж усього маршруту.

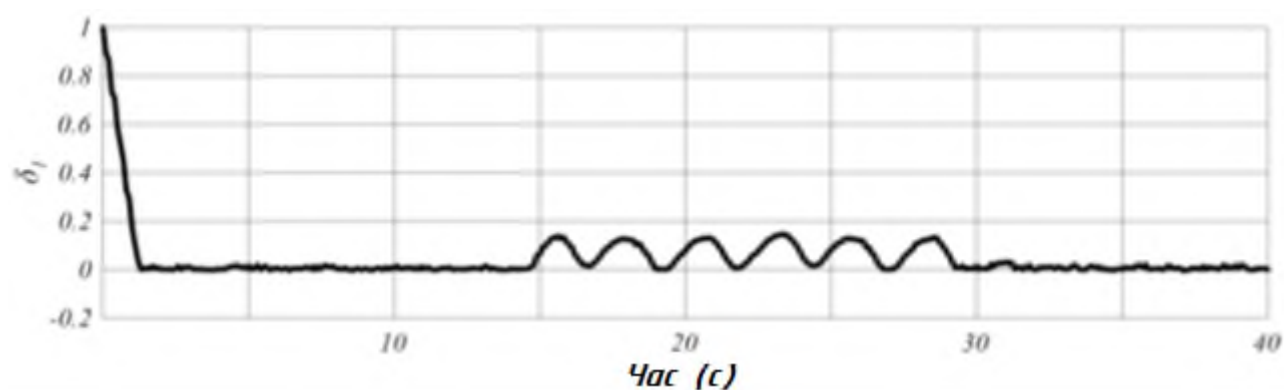


Рисунок 3.3 – Залежність коефіцієнта буксування від часу

На рис. 3.4 – 3.9 показано динамічну поведінку роликів без урахування впливу поведінки коліс (ковзання, пробуксовка) та з використанням зображеної математичної моделі, таким чином, що дає можливість регулювання.

3.4 Графічні результати моделювання

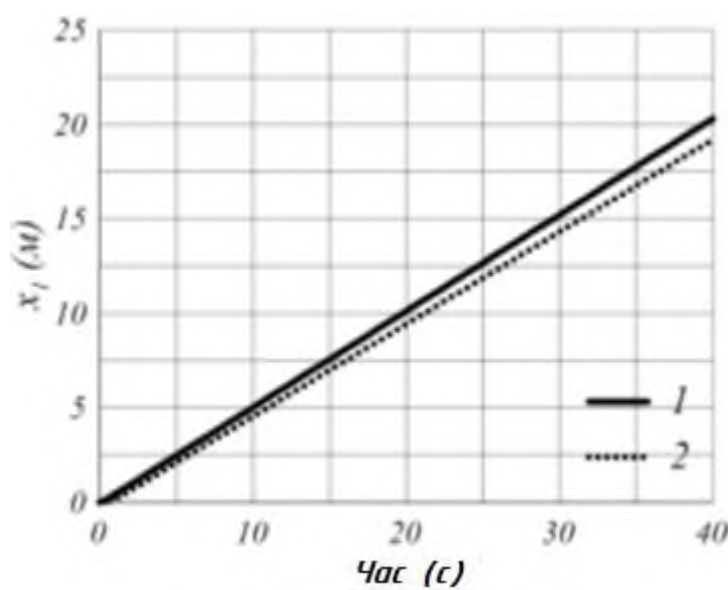


Рисунок 3.4 – Значення залежності лінійного переміщення вимірювального ролика від часу: 1 – кочення чисте; 2 - кочення з прослизанням

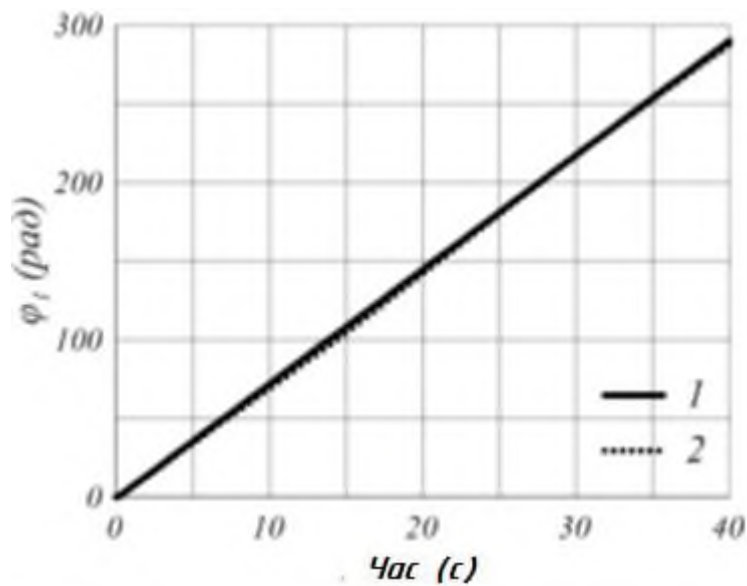


Рисунок 3.5 – Значення залежності кутового переміщення вимірювального ролика від часу: 1 – кочення чисте; 2 - кочення з прослизанням

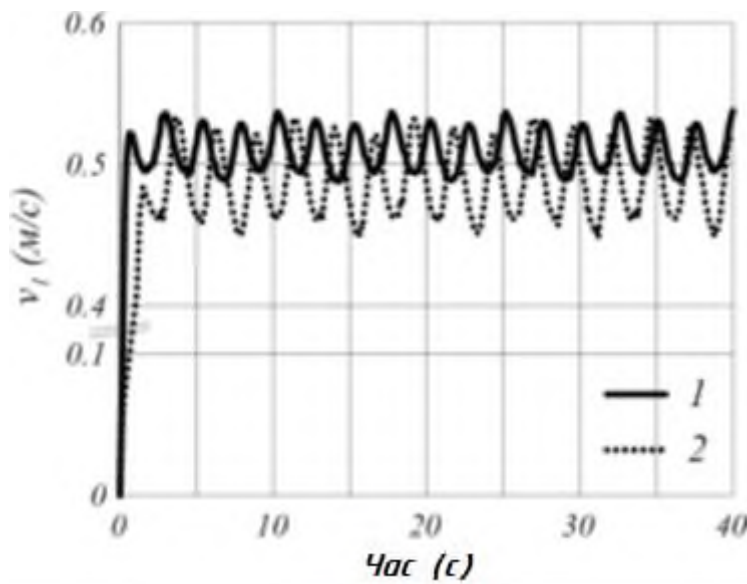


Рисунок 3.6 – Значення залежності швидкості лінійної вимірювального ролика від часу: 1 – кочення чисте; 2 - кочення з прослизанням

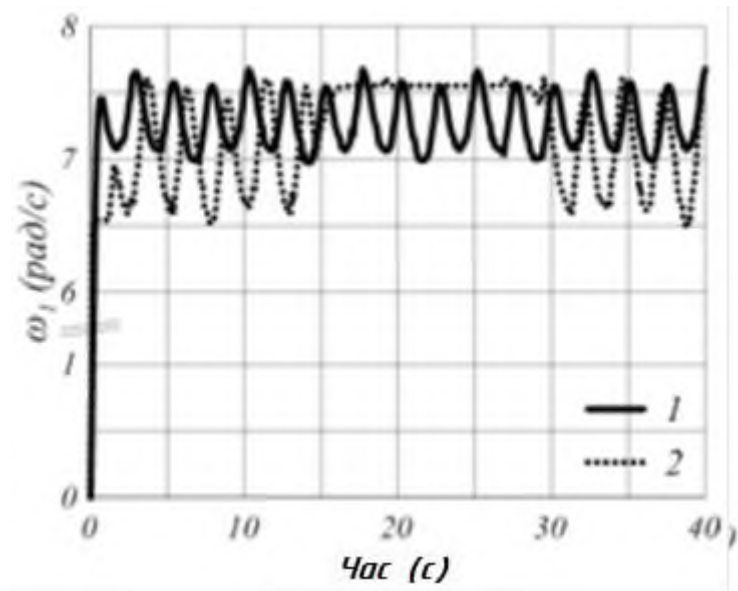


Рисунок 3.7 – Значення залежності швидкості кутової вимірювального ролика від часу: 1 – кочення чисте; 2 - кочення з прослизанням

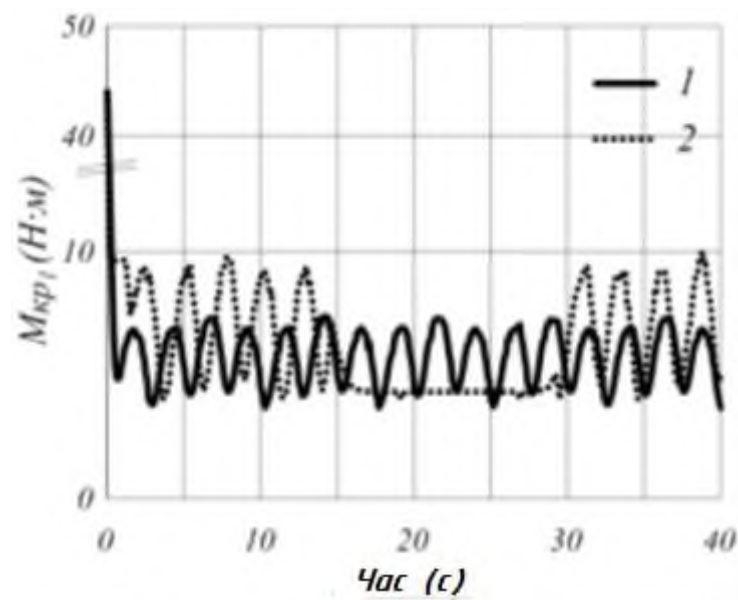


Рисунок 3.8 – Значення залежності моменту крутного на вимірювальному ролику від часу: 1 – кочення чисте; 2 - кочення з прослизанням

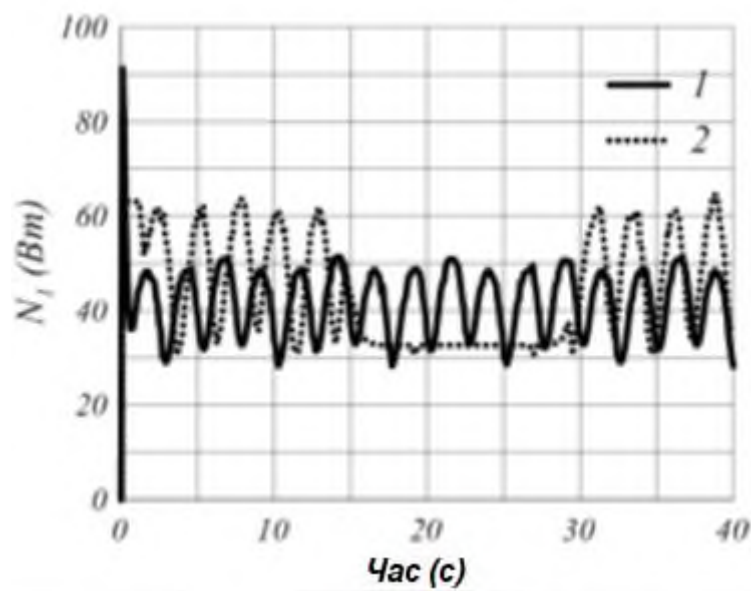


Рисунок 3.9 – Значення залежності потужності вимірювального ролика від часу: 1 – кочення чисте; 2 - кочення з прослизанням

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Схема керування приладом

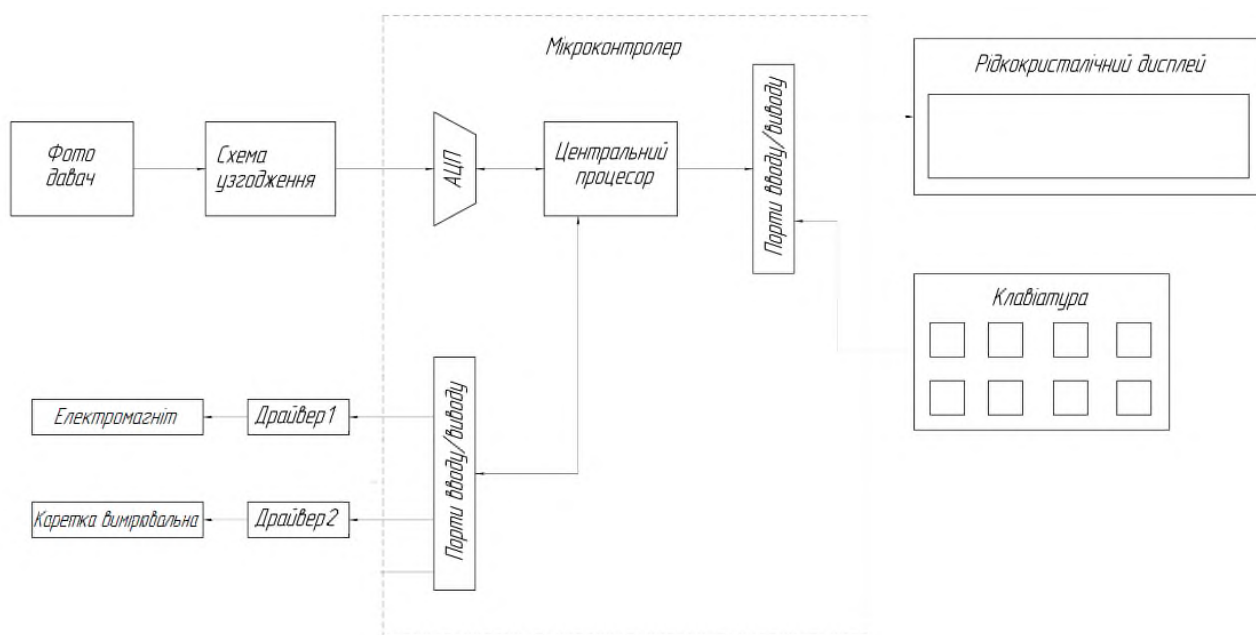


Рисунок 4.1 – Схема структурна блоку керування

Цей блок керування використовується для керування всією системою. Команди подаються до блоку керування за допомогою клавіатури, а результати тестів «неправильно», «неправильно» відображаються на екрані. За допомогою електромагніту шестерня перемикача переміщує колесо, яке обертає шток, отримуючи сигнали від процесора, який отримує сигнали з портів контролерів.

При подачі напруги на електромагніт механізм притискаючий перемикається в робочий режим.

Для відображення зміщення використовується датчик, який підключений до схеми генерації ключа на транзисторах, що передає сигнал на процесор через АЦП.

4.2 Вибір та розрахунок керування виконавчими механізмами

Для оцінки значення опору ми обираємо оптрон транзисторну РС817, який є дуже ефективною, оскільки входить до складу всього імпульсного блоку для розв'язки гальванічної зв'язку зворотного.

PC817 виробляється компанією Sharp, і безліч інших виробників електронних компонентів також випускають аналоги. І під час ремонту електронної техніки ви можете зіткнутися саме з аналогом:

Виробник даного продукту – компанія Sharp, і також інші виробників випускають аналогічні електронні компоненти. І при ремонті апаратури електронної можна зустріти саме аналогічні елементи:

- Toshiba - TLP521-1
- Siemens - SFH618
- Cosmo - KP1010
- NEC - PC2501-1
- LITEON - LTV817

Окрім оптрона PC817, існують усі її аналоги, які показані на рисунку 2.2):

- PC847 – 4 канали
- PC837 – 3 канали
- PC827 – 2 канали

Робочий принцип оптрона полягає в наступному: коли через світлодіод проходить струм електричний, світлодіод вмикається, світло падає на оптрон і його вмикає. Виявляється, що коли струм проходить через діод вхідний, вихідний транзистор також відкривається. І навпаки, коли струм не буде протікати через вхідний діод, вихідний транзистор вимикається.

PC817

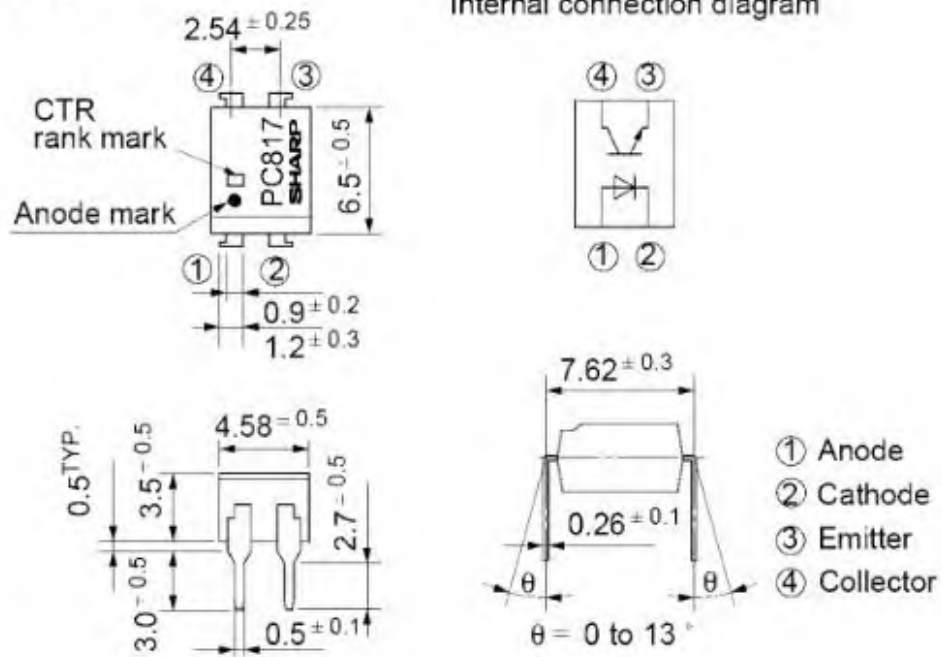


Рисунок 4.2– Розміри габаритні PC817

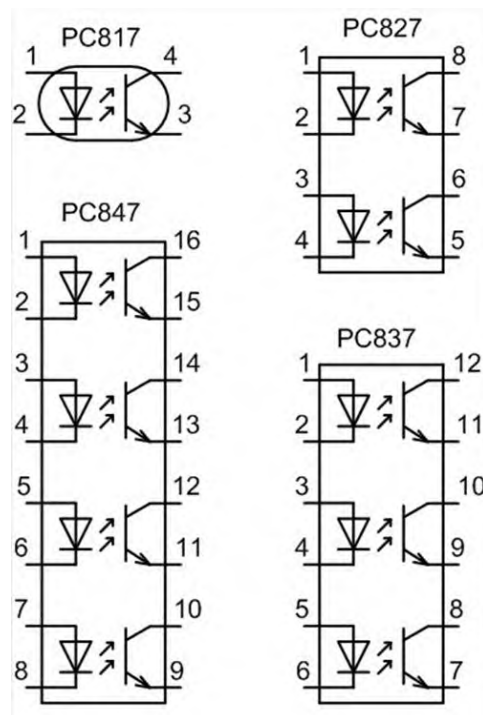


Рисунок 4.3 – Аналоги оптрона

Для PC817 схема включення стандартна як для будь-якого транзисторного оптрона: на вході потрібно обмежувати струм – наприклад за допомогою резистора, на виході не варто перевищувати струм. Для PC817 схема комутації така ж, як і для будь-якого іншого транзисторного оптрона:

напруга на вході повинна бути високою - наприклад, напруга, що комутується, а напруга на виході - низькою.

Схема комутації PC817 така ж, як і для будь-якого іншого оптрона транзисторного: значення на вході напруги високою має бути – для прикладу, , комутувана напруга, а на виході напруга є низькою.

Схеми включення розрахункові:

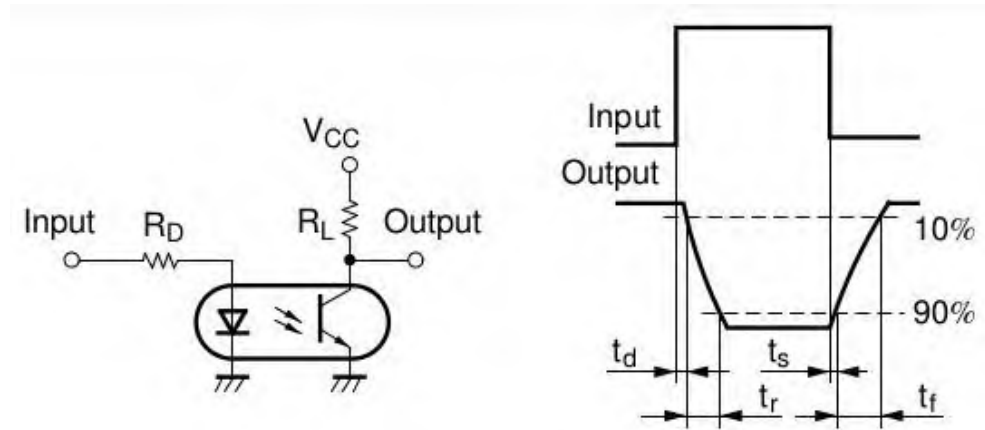


Рисунок 4.4 – Схема включення оптрона

Для світлодіода $I_F = 20 \text{ mA}$

Спад напруги: $V_{Vd} = 1,4 \text{ V}$

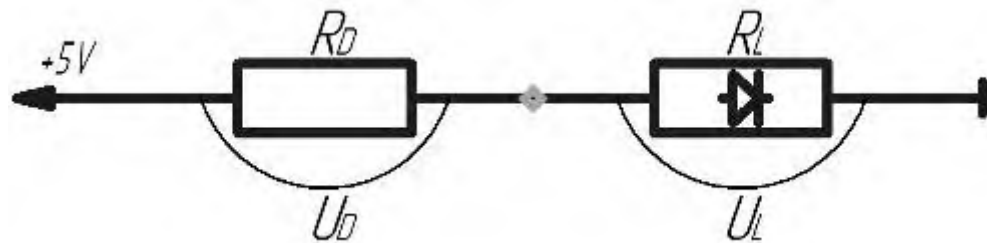


Рисунок 4.5 – Схема розрахунку для резистора

$$R = \frac{U}{I};$$

$$U = U_D + U_L;$$

$$U_D = U - U_L = 5V - 1.4V = 3.6 V;$$

$$R = \frac{3.6V}{20mA} = \frac{3.6V}{20 \cdot 10^{-3}A} = 180 \, \Omega$$

Резистор 180 Ом буде серед ряду E24.

R_L згідно міркувань технічних обирається $R_L = 10 \, k\Omega$.

Характеристики фототранзистора:

- Значення колекторного струму – 50 мА;
- Значення напруги емітер-колектор – 6 В;
- Значення напруги для колектора - емітера – 35 В;
- Значення потужності розсіювання колектора – 150 мВт.

Характеристики світлодіода:

- Значення прямого пікового струму – 1 А;
- Значення прямого струму – 20 мА;
- Значення розсіювання потужності – 70 мВт;
- Значення зворотної напруги – 6 В.

4.3 Вибір, розрахунок схеми згідно якої включені драйвери

MOSFET (metal–oxide–semiconductor field-effect transistor) IGFT – це транзистор, у якому затвор розділений тонким діелектричним шаром, як правило діоксидом кремнію SiO₂.

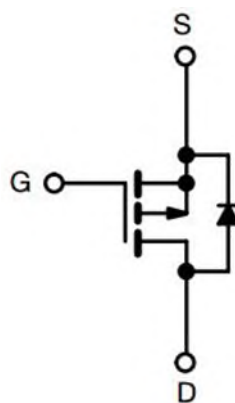


Рисунок 4.6 – MOSFET Р-канальний

Електрод (затвор) розташований знизу. Транзистор складений з діелектрика, металевої частини і провідника. Він має чотири електроди: стік,

витік, затвор і базу. При заданій напруженості електричного поля напівпровідник струм проводить (від потенціалу до стоку). Цей процес контролюється затворами, до яких струми різні надходять для правильного перетворення сигналу, що є посиленням. Струм надходить до витоку, протікає після затвора.

MOSFET – Він діє у якості підсилювача сигналу чи як очищувач сигналу, щоб напругу знизити до рівня який потрібен.

Він приймає джерело сигналу і, завдяки подачі живлення на нього (від головки - спереду), одразу його розпізнає - сигнал посилюється за напругою та потужністю.

IRF9630 – це покоління третє потужних MOSFET-транзисторів Vishay для перемикання потужності, ефективного проектування пристроїв, опору низького та енергоефективності.

TO-220AB — це універсальний швидкодіючий блок живлення потужністю 50 Вт, опір тепловий низький.



Рисунок 4.7 – Корпус TO-220AB

TO-220AV складений із мідно-нікелевої основи з металевим кристалічним покриттям з верхньої сторони, серії суцільних вивідних рамок (переважно свинцевих) і пластикового гнучкого корпусу.

Аналогічно, «транзисторний» ТО-220AV поділяється на три типи: подвійний, чотирививідний, п'ятививідний та семививідний. Середня ширина отвору кріплення основи буде $\varnothing 4,2 \pm 0,6$ мм.

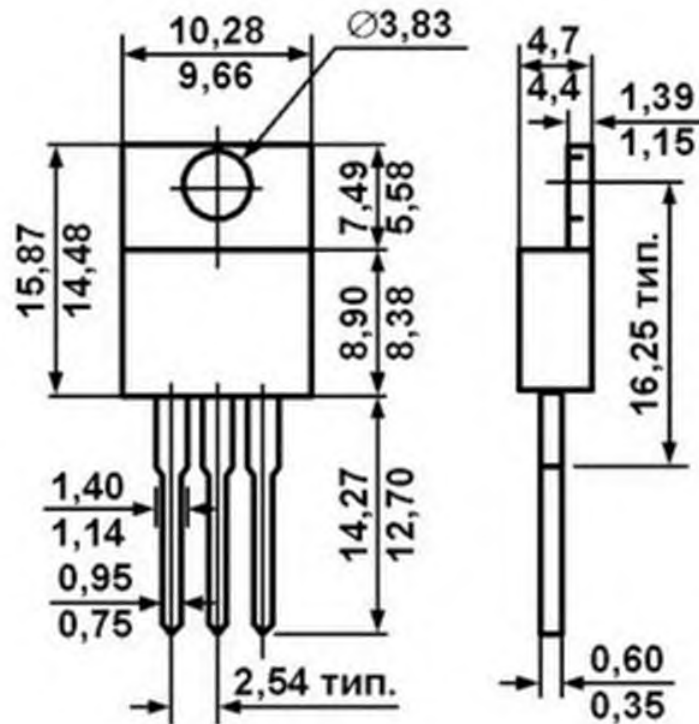


Рисунок 4.8 – Розміри корпусу

Здійснюємо вибір транзистору BC817



Рисунок 4.9 – Визначення транзистора біполярного BC817

Дані технічні для VS817:

- Частота коефіцієнта передачі струму для схем – 100 МГц;

- Споживана потужність – 0,25 Вт.
- Напруга найбільша колектор - база – 50 В.
- Напруга найбільша колектор - емітер – 45 В.
- Напруга найбільша емітер - база – 5 В.

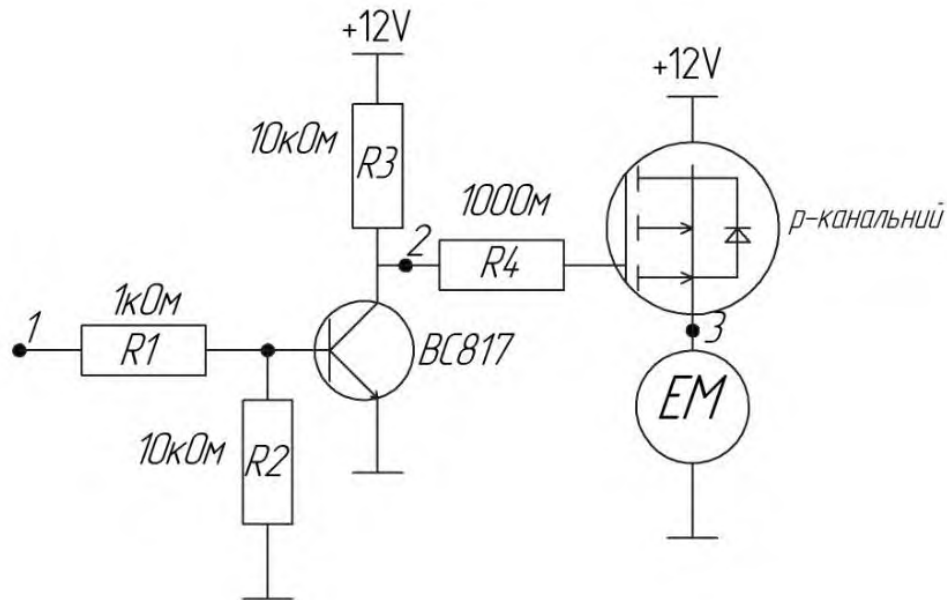


Рисунок 4.10 – Включення драйвера згідно схеми

Для того, щоб оцінити R1 ми будемо обирати 1 кОм, R2=10 кОм, R3=10 кОм, R4=100 кОм. Напруга 5 В надходить на вхід R1, який проходить через колектор відкритий транзистора біполярного. Якщо ми подамо напругу на R3, напруга на вході R2 становитиме 12 В.

У польовому транзисторі носії заряду рухаються вздовж одностороннього перехідного шляху, де струм не може протікати, оскільки між ними носіїв заряду немає, а під затвором утворюється шар збіднення, що призводить до шару збіднення. У пристрої з перехідною напругою точка сходу повністю покриває канал. Струм протікає через канал у зменшеному вигляді. У даному випадку замикається транзистор.

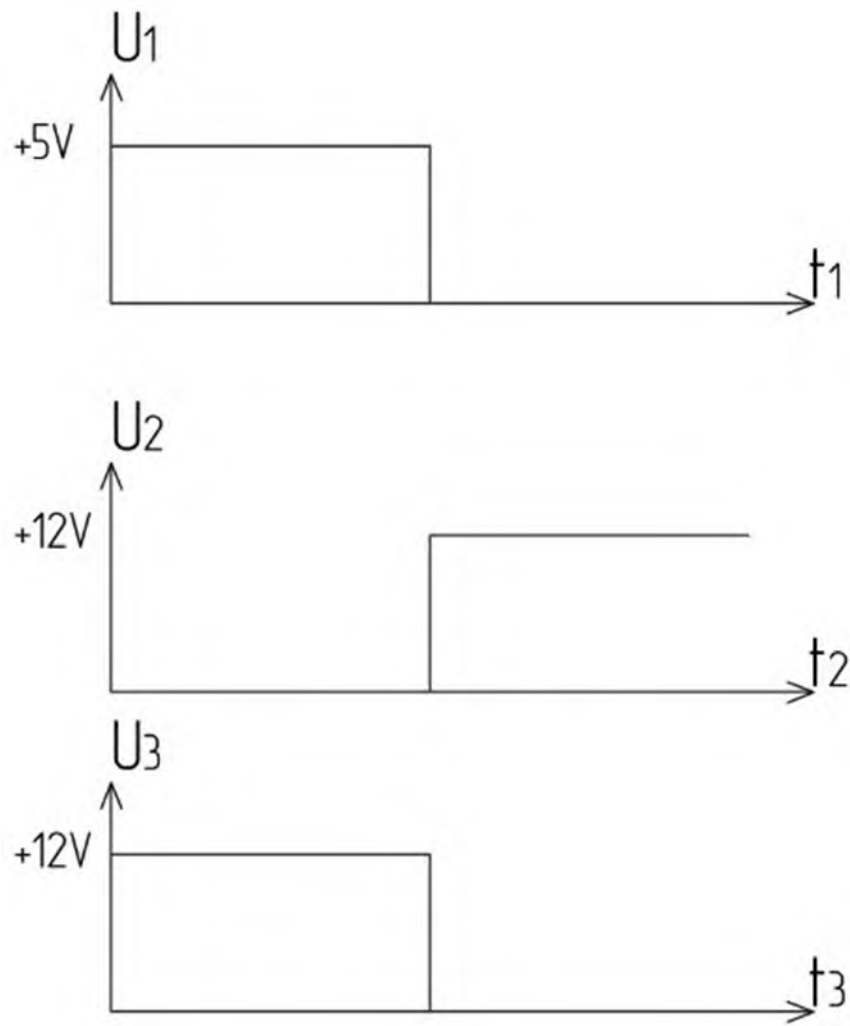


Рисунок 4.11 – Графічне зображення проходження сигналу

4.4 Блок-схема проходження сигналу

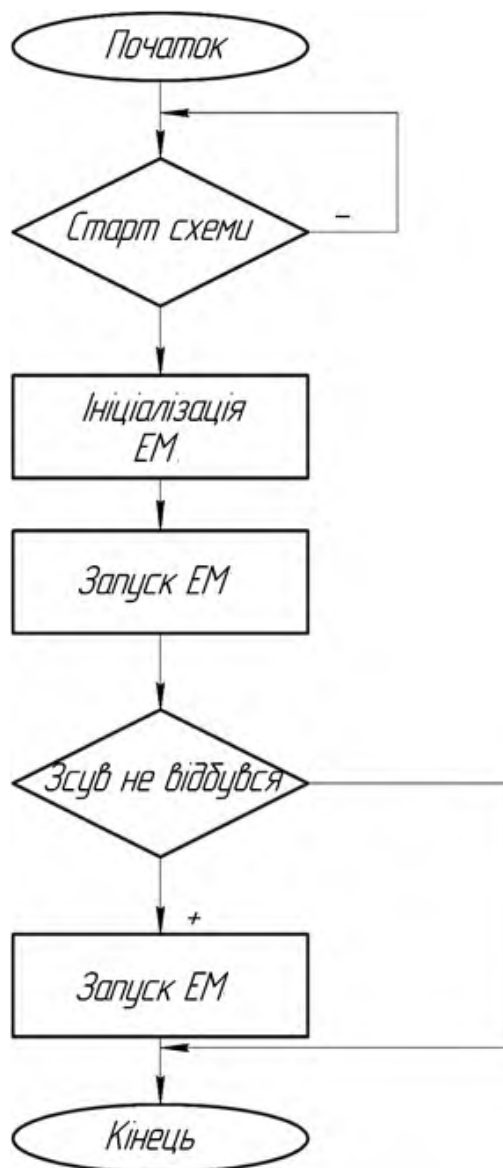


Рисунок 4.12 – Блок-схема

Пристрій доступний у настільному виконанні. Для початку процесу електромагніт попередньо встановлений. Електромагніт фіксує пружину до робочої поверхні.

Електромагніт розташований у корпусі. Направляюча рейки та тримач одночасно закріплені на цій коробці. Притискач встановлено на тримачі за допомогою осі, яка убезпечується від зміщення кільцями запірними від обертання. Якщо вісь рухається, сила пружини буде незначною. Тому вона несправна. Потім електромагніт автоматично позиціонує зразки на робочій поверхні для випробування.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Підвищення стійкості роботи підприємств приладобудівної галузі у воєнний час

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

Ефективність економіки держави залежить від того, наскільки окремі галузі господарства здатні стійко працювати не тільки у звичайних умовах, а й в умовах НС мирного та воєнного часу. Значні руйнування, пожежі та втрати серед населення, викликані наслідками НС, можуть стати причиною різкого скорочення випуску промислової та сільськогосподарської продукції, а отже і зниження економічного потенціалу держави.

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

Підвищення стійкості об'єкта досягають проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних, організаційних заходів. До інженерно-технічних заходів належать роботи, що забезпечують стійкість виробничих будівель і споруд, обладнання та комунально-енергетичних систем. Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості об'єкта спрощенням технологічного процесу виробництва кінцевої продукції та виключенням або обмеженням розвитку аварій. Організаційні заходи передбачають розробку ефективних дій керівного складу, служб та формувань ЦЗ, спрямованих на захист виробничого персоналу, проведення рятувальних та інших невідкладних робіт, а також відновлення виробництва.

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

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

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

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

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

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

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

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

процесів виробництва, для яких неможливі тривалі перерви в електропостачанні.

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

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

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

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

Для забезпечення умов підвищення стійкості роботи підприємств приладобудівної галузі у воєнний час необхідно провести оцінку та розробити і

втілити необхідні заходи по захисту працівників та обладнання від наслідків ураження різними видами зброї.

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

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

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

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

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

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

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

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

- дублювання джерел постачання;
- кільцювання систем;
- прокладання комунікацій під землею;
- створення резервних джерел постачання або резервних запасів;

– використання пристроїв для автоматичного вимикання пошкодженої ділянки.

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

5.2 Поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища

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

Шляхи і способи розв'язання проблем

Проблеми у сфері охорони праці передбачається розв'язати шляхом:

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

принципу нагляду за станом охорони праці та промислової безпеки на підприємствах;

- розроблення та впровадження механізму економічного стимулювання роботодавців залежно від рівня безпеки, травматизму, професійної захворюваності та фактичного стану охорони праці на виробництві;

- підвищення рівня відповідальності роботодавців за створення безпечних і здорових умов праці, своєчасність подання достовірної інформації про стан охорони праці на підприємствах;

- удосконалення системи ведення обліку та проведення аналізу даних про випадки травматизму на виробництві та професійних захворювань;

- удосконалення механізму виявлення фактів приховування випадків травматизму на виробництві та професійних захворювань;

- розроблення та впровадження у діюче виробництво інноваційних технологій, нових видів засобів індивідуального та колективного захисту з використанням сучасних матеріалів, наукових досягнень у сфері охорони праці;

- відновлення та модернізації медичних служб на виробництві, у тому числі з важкими, шкідливими та небезпечними умовами праці, забезпечення розвитку системи медико-санітарної допомоги працівникам, розроблення та вдосконалення методів діагностики, профілактики і лікування професійних захворювань;

- розроблення державних вимог до системи підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів з питань охорони праці;

- розширення системи інформаційного забезпечення громадськості з питань охорони праці;

- підвищення рівня культури безпеки праці шляхом пропагування безпеки праці та способів запобігання виникненню ризиків виробничого травматизму, професійних захворювань та аварій на виробництві, формування відповідального ставлення працівників до особистої безпеки та безпеки

оточуючих, а також до виробничого середовища та навколишнього природного середовища;

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

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

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

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

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

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

Існують два способи гасіння пожеж: фізичний та хімічний.

До фізичних способів припинення горіння відносяться:

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

Хімічний спосіб припинення пожежі – це хімічне гальмування реакції горіння.

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

- 1 вода (у вигляді струменя або у розпиленому стані);

- 2 інертні гази (вуглекислий газ, азот);
- 3 піни хімічні та повітряномеханічні;
- 4 порошкові суміші;
- 5 покривала з брезенту та азбесту.

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

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

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

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

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

Для гасіння пожеж всередині будівель, крім пожежних кранів встановлюються автоматично діючі спринклерні або дренчерні установки.

Переносні вогнегасники повинні розміщуватися шляхом:

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

ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі розглядаються такі теми:

- проведено оцінку та аналіз варіантів вирішення проблеми, обрано найбільш доцільне рішення;
 - зроблено опис принципу роботи, розроблено креслення вимірювального приладу;
 - підтверджено розрахунок точності вимірювального приладу;
 - здійснено розрахунок сили номінальної притиску приладу до вимірювальної поверхні;
 - розраховано параметри складових частин приладу, описано їх властивості;
 - виміряно параметри магніту електричного;
 - виконано розрахунок швидкодії фотоелектричного перетворення.
- ...

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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

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

3. 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>

4. 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.

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

6. Мілих В. І. Розрахунки магнітних полів в електротехнічних пристроях : навчальний посібник / В. І. Мілих. Харків : ФОП Панов А. М., 2021. 136 с. ISBN 978-617-7947-98-09.

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. 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).

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

10. 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.

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

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