

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Розробка системи керування стендом для
дослідження механічних характеристик швейних

машин

Назва теми

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Шифр, назва


Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Шифр, назва

Освітня програма «Енергетичний менеджмент»

Шифр БРМА 24.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 4 курсу
група ЕМ-20-1


Підпис


А.М. Горенюк
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

В.С. Неймак
Ініціали, прізвище

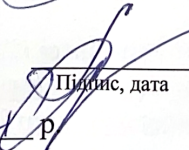
Нормоконтролер


Підпис, дата

О.Г. Тимошук
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри МАЕЕС


Підпис, дата

О.С. Поліщук
Ініціали, прізвище

17 06 2024 р.

Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Шифр і назва

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Шифр і назва

Освітня програма Енергетичний менеджмент

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

д.т.н., проф. Полішук О.С.

17 . 06 . 2024р.

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Горенюк Андрій Михайлович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка системи керування стендом для дослідження механічних характеристик швейних машин

керівник роботи Неймак Віталій Станіславович, к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 15 02 2024 р. № 8

2. Строк подання студентом роботи на кафедру МАЕЕС

3. Вихідні дані до роботи технічні характеристики швейних машин

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз обладнання та патентної інформації для визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої промисловості.

2. Розробка методів визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої промисловості. 3. Експериментальне визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої промисловості. Перелік джерел посилення.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

1. Датчики (Д0, А1). 2. Вимірювальні властивості датчиків (Д1, А2). 3. Датчик обертів (С1, А2). 4. Стенд експериментальний для визначення динамічних параметрів швейних машин (С1, А2, Д1, А2). 5. Програматор (Е3, А2). 6. Контролер (Е3, А2). 7. Схема стенду для дослідження механічних характеристик швейних машин у середовищі LabView (Д1, А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Аналіз обладнання та патентної інформації для визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої промисловості	до 20.05.24р.	
2. Розробка методів визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої промисловості	до 29.05.24р.	
3. Експериментальне визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої промисловості	до 5.06.24р.	
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	до 17.06.24р.	

Студент

Підпис

А.М. Горенюк
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

Підпис

В.С. Неймак
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

до бакалаврської роботи студента
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка».


1. Прізвище, ім'я та по батькові Горенюк Андрій Михайлович

2. Тема бакалаврської роботи Розробка системи керування стендом для дослідження
механічних характеристик швейних машин

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента _____

4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 70


5. На даний час як на стадії проектування, так і експлуатації, важливим є визначення
механічних параметрів машин легкої промисловості, зокрема швейного обладнання.
Серед основних механічних параметрів перш за все виділяють приведений момент інерції,
приведений момент опору і коефіцієнт корисної дії. Саме від цих параметрів залежать
надійність роботи швейного обладнання і його довговічність. На сьогоднішній
день відсутні ефективні методи визначення перелічених параметрів з залученням потужного
математичного апарату і можливостей комп'ютерної техніки. Саме на вирішення
вказаної проблеми направлена дана бакалаврська робота. В розрахунково-
пояснювальній записці наведено всі необхідні розробки, а також розділи, що відповідають
встановленим вимогам. В першому розділі проведено аналіз обладнання та патентної
інформації для визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої
промисловості. В другому розділі здійснюється розробка методів визначення механічних
характеристик механізмів та машин легкої промисловості. В третьому розділі
експериментально визначено механічні характеристики швейної машини.

Підпис студента 
" 17 " 06 2024 р.

РІШЕННЯ ЕК:

Протокол М від " 25 " 06 2024 р.

Оцінка проекту ЕК добре / С
Рекомендації ЕК _____

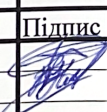

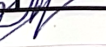

Особливі відмітки _____
Технічний секретар 

" 25 " 06 2024 р.

ЗМІСТ

	с
Вступ	5
1 Аналіз обладнання та патентної інформації для визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої промисловості	7
1.1 Аналіз датчиків для вимірювання основних параметрів	10
1.2 Патентний огляд методів визначення механічних характеристик машин та механізмів	20
1.3 Обробка результатів вимірювань	32
Висновки до першого розділу	39
2 Розробка методів визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої промисловості	40
2.1 Визначення приведенного моменту інерції механізмів та машин легкої промисловості	40
2.2 Визначення приведенного моменту опору механізмів та машин легкої промисловості	46
2.3 Визначення ККД механізмів та машин легкої промисловості	49
Висновки до другого розділу	56
3 Експериментальне визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої промисловості	57
3.1 Розробка універсального стенду для визначення механічних характеристик механізмів та машин легкої промисловості	57
3.2 Експериментальне визначення ККД механізмів та машин легкої промисловості на прикладі швейної машини „Подольск-142”	58
Висновки до третього розділу	67
Загальні висновки	68
Перелік джерел посилання	69

БРМА 24.00.00.000 ПЗ

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Горенюк			Розробка стенду для дослідження механічних характеристик швейних машин	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Неймак				6	4	70
Н.контр.		Мисодук			ХНУгр.ЕМ-20-1			
Затвер.		Поліщук						

ВСТУП

Основним напрямком для вирішення проблеми забезпечення населення високоякісними споживчими товарами є проведення робіт з підвищення технічного рівня виробництва, заснованих на його концентрації, спеціалізації, вдосконаленні організації та механізації всіх виробничих процесів. Проводиться планомірне технічне переозброєння підприємства. Продуктивність праці підвищується в результаті розробки організаційного оснащення для нової техніки, засобів малої механізації, технічного оснащення. Велика увага приділяється комплексній механізації технологічного процесу складання одягу.

Основні завдання розвитку швейних машин вирішуються в 2-х напрямках. Перший-це розробка нового технічного обладнання, а другий - розробка та масове виробництво.

Удосконалено систему машин, що використовуються для виконання складальних операцій. Розширюється асортимент складових пристроїв для переміщення напівфабрикатів (машини з верхнім механізмом подачі матеріалу, голчастий конвеєр, що тягне ролик), Неавтоматичні Швейні машини з 2 голками і багатоголовкові Швейні машини, що дозволяють сконцентрувати виконання декількох операцій за 1 прохід.

Область застосування неавтоматичних швейних машин із засобами механізації та автоматизації допоміжних технологій (зупинка в заданому положенні, обрізка ниток, виготовлення застібок для з'єднання деталей в джгути) і неавтоматичних швейних машин з напівавтоматичними верстатами (для виготовлення манжет, клапанів, складальних кишень, прихваток, і т.д.). Вона розширюється. Збільшується кількість установок для фронтального відтворення швейних деталей. Агрегатне робоче місце,

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

виконане на базі стандартної швейної головки, з використанням пристрою для подачі напівфабрикатів на голку швейної машини.

Основний упор робиться на впровадження у виробництво складного механізованого потоку другого покоління (КМП-2) для виготовлення чоловічих костюмів, пальто, сорочок, жіночих суконь і спецодягу. Відбувся перехід до модульного (або агрегатного) принципу створення нової технології, при якому створюється широкий спектр модифікацій кожної базової напівавтоматичної машини, що використовує 1 стандартну швейну головку, 1 механізм нарізування нитки, 1 тип компілятора і т. д.

В даний час важливо визначати механічні параметри машин легкої промисловості, особливо швейного обладнання, як на етапах проектування, так і експлуатації. Серед основних механічних параметрів, перш за все, виділяють зменшення моменту інерції, зменшення моменту опору і коефіцієнт корисної дії. Саме від цих параметрів залежить надійність швейного пристрою і його довговічність.

На сьогоднішній день не існує ефективного способу визначення цих параметрів за допомогою потужних математичних інструментів та комп'ютерних технічних можливостей. Робота даного бакалаврату спрямована на вирішення цієї проблеми.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ТА ПАТЕНТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНІЗМІВ ТА МАШИН ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

У практиці виробництва і експлуатації швейних машин поширене поняття легких і важких ударів, яке визначається сумарним ефектом дії сил опору, що виникають на вузлах і механізмах машини. Щоб кількісно оцінити легкість ходу, такі параметри можуть бути об'єктивно виміряні за допомогою контрольно-вимірювальних приладів, в той же час вибір відповідних параметрів для концепції легкого ходу і важкого ходу може бути здійснений за допомогою моментів опору обертанню головної осі.

Момент опору обертанню є незамінним показником, який відображає точність виготовлення сполучаються деталей, якість обробки і експлуатації машини, навантаження на виконавчий механізм. Цей показник доцільно вимірювати протягом усього "терміну служби" швейної машини. При виробництві швейних машин за цим параметром відбирають машини великої потужності. Оскільки вимірювання моменту опору під час роботи повинно визначати адекватність профілактичних або ремонтних заходів, оцінювати технічний стан машини і ефективність системи змащення.

Рух вузла машини при постійній швидкості обертання вала можна пояснити наступною формулою

$$M_p = M_o + \frac{\omega^2}{2} \frac{dI_n}{d\varphi}, \quad (1.1)$$

де M_p – рушійний момент;

M_o – момент опору;

I_n – приведений до головного валу момент інерції машини;

φ – кут повороту головного вала.

Робота A рушійної сили за цикл руху дорівнює

$$A = \int_0^{2\pi} M_o d\varphi + \frac{\omega^2}{2} \int_0^{2\pi} dI_n \quad (1.2)$$

У правій частині рівняння перший член відповідає роботі сили опору, а другий член відповідає роботі сили інерції на один оборот головної осі. Оскільки робота сил інерції в період руху в стійкому режимі дорівнює нулю, то робота, яка повинна бути витрачена на підтримку стабільного режиму роботи машини, залежить тільки від закону зміни сили опору.

Це рівняння дає підставу вважати, що момент опору дозволяє об'єктивно оцінити легкість переміщення машини, тобто дати кількісну оцінку цій якійсній ознаці.

Момент опору може бути вимірний різними способами. Найпростіший спосіб заснований на статичному навантаженні основного вала з активним моментом, який створює вантаж, вільно підвішений на краю маховика швейної машини. Завдяки своїй простоті цей спосіб використовується на практиці. Але у нього є істотний недолік. Оскільки момент опору машини залежить від кутового положення головної осі, виникає велика похибка вимірювання, викликана нерівномірністю характеристик кутового моменту машини. Крім того, момент опору при робочій швидкості не може бути визначений за результатами вимірювань.

Найбільш повну і точну інформацію про момент опору можна отримати за допомогою тензометричного методу вимірювання. Однак їх

впровадження пов'язане з труднощами, викликаними необхідністю розробки вимірювальних приладів і використання прецизійних вимірювальних пристроїв. Тому лабораторні експерименти залишаються основною сферою застосування тензометричних методів вимірювання.

З точки зору точності зважування і відносної простоти конструкції вимірювального приладу електромеханічний перетворювач енергії, особливо балансувальний динамометр, побудований на базі електродвигуна, зручний для практичного використання.

Найбільш доступний для практичного використання спосіб визначення моменту опору заснований на вимірюванні електричних параметрів електродвигуна приводу швейної машини з подальшим розрахунком моменту опору на основі отриманих даних. Ці методи передбачають використання стандартних електровимірювальних приладів і можуть бути освоєні в будь-якій галузі легкої промисловості. При діагностуванні технічного обладнання з індивідуальними електроприводами не потрібно спеціального вимірювального стенду, оскільки для вимірювання використовуються параметри навантаження його власного приводного двигуна.

Залежно від типу приводного двигуна вимірюється активна потужність або струм якоря, споживаний електродвигуном, і визначається момент опору. Коли для приведення в дію використовується двигун постійного струму, момент опору розраховується на основі струму якоря, тоді як для асинхронного двигуна він розраховується на основі споживаної потужності та фазного струму. Останній варіант розрахунку використовується в промислових швейних машинах.

На основі описаного способу були розроблені різні пристрої і стенди для діагностики швейної машини по моменту опору.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

На підставі проведеного аналізу можна сказати, що проблема визначення динамічних параметрів механічної системи є актуальною і в даний час повністю не вирішена. Це особливо актуально для визначення моменту інерції, моменту опору і ККД в складних механічних системах, таких як Швейні машини. Грунтуючись на аналізі можливостей сучасних методів вимірювання, можна стверджувати, що визначити вищевказані параметри можна за допомогою сучасних комп'ютерних технологій.

1.1 Аналіз датчиків для вимірювання основних параметрів

В таблиці 1.1. знаком “+” показана придатність основних видів датчиків для вимірювання механічних і пов'язаних з ними технічних величин

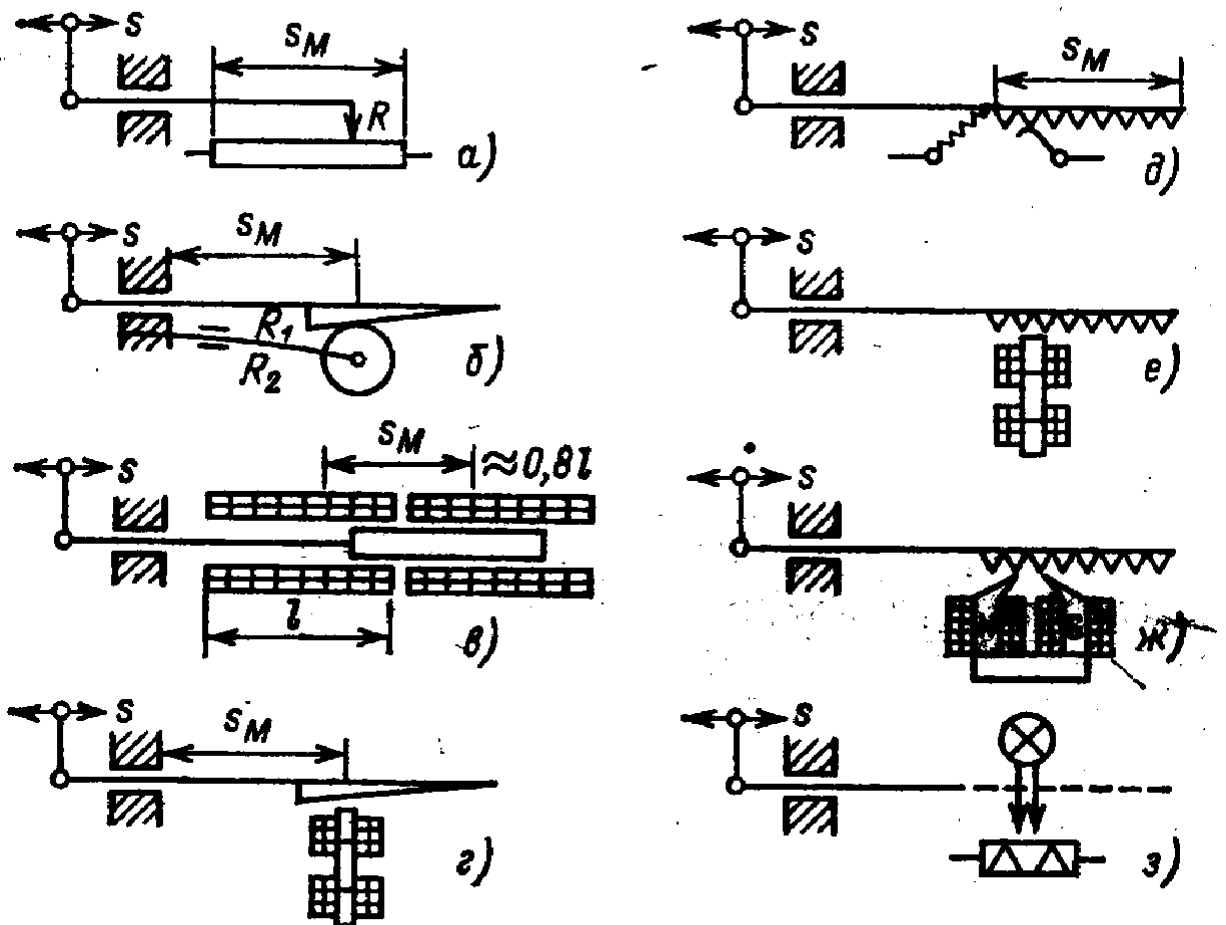
Таблиця 1.1 – Вимірювальні властивості датчиків

Величина, що вимірюється	Аналогові датчики							Цифрові датчики		
	Пасивні			Активні				частотно-аналогові	контактні	абсолютно-кодові
	резисторні	індукційні	ємнісні	електро-динамічні	п'єзоелектричні	термоелектричні	фотоелектричні			
Розтяг	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Шлях, кут	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Швидкість	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Прискорення	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Сила	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Тиск газу	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Момент обертання	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Час	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Температура	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Характеристики світла	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-

рушія становить близько 0,25 м / сек, а термін служби - понад 3000 мільйонів переміщень рушія.

Також використовуються датчики переміщення, чутливим елементом яких є пластина з напівпровідникового магнітного матеріалу, що переміщається в стабільному магнітному полі. При цьому її опір змінюється в межах 100-500 Ом, прямо пропорційно переміщенню.

У пристрої з тензодатчиком і (рис. 1.1, б) деформація пластини, на якій закріплений датчик, прямо пропорційна зсуву.



a-g - з аналоговими датчиками, d-с - з датчиками з періодично змінюються сигналами, а - з резистивними датчиками R, б - з тензодатчиками R1 і R2, с - з індуктивними датчиками, г - з індуктивними безконтактними

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

датчиками, d– з перемикаються елементами, е - з індуктивними безконтактні датчики, g-електродинамічні чутливі елементи (індуктивні компоненти, розташовані поблизу шару намагнічування), з-фотоелектричний детекторний елемент (наприклад, зі стрічкою або головкою для зняття плівки), з-фотоелектричний детекторний елемент (наприклад, зі стрічкою або головкою для зняття плівки), з-фотоелектричний детекторний елемент

Малюнок 1.1-пристрої для реєстрації руху

В індуктивних датчиках для вимірювання переміщення і відстані в якості чутливих елементів використовуються диференціальні дроселі (рисунок 2.1, Б) або Трансформатори. Номінальна довжина вимірювального тракту послідовного датчика становить 80% від довжини котушки і становить від 0,5 до 500 мм. Діапазон частот становить від 0 до 1250 Гц.

Безконтактний Індуктивний датчик пропускання з чутливими елементами, подібними до простого дроселя (рис. 1.1, г), використовується для вимірювання переміщення різних металевих предметів, за винятком муздратрау електромагніту.

Залежно від типу безконтактного датчика діапазон лінійних вимірювань становить 0,1–1 мм або 3-30 мм. чутливість сталевій поверхні об'єкта становить =10 мВ/мм, Діапазон частот вимірювань - від 0 до 10 кГц.

1.1.1.2 Датчик збільшення відстані при різкій зміні сигналу

Принцип роботи цих датчиків, призначених для вимірювання переміщення або кута повороту, заснований на простому виявленні імпульсів від резисторів, індуктивних або електродинамічних чутливих елементів (рис. 1.1, г-з).

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Кожен імпульс (квант пройденого шляху) пов'язаний з реєструючим сигналом, і показання лічильника визначаються Дистанційно. Будь-яка помилка вимірювання пульсу вплине на загальний результат.

Метод синхронного індукційного вимірювання з реєстрацією переміщень заснований на використанні пристрою з котушками

1.1.1.3 датчики руху з цифровим кодуванням

У цифровому кодованому датчику руху рух перетворюється за допомогою кодуєчої пластини, а зміна кута повороту перетворюється за допомогою кодуєчого диска. Рухи і повороти реєструються цими датчиками у вигляді електричних сигналів в двійковій (рис. 1.2, А) і десяткової (рис. 1.2, б) системах числення.

Якщо при кодуванні використовуються методи вимірювання, зчитування та обробка прикладів може бути дорогим процесом, і їх можна відрізнити за доріжками в різних місцях. Зміщення нуля можливо тільки при переміщенні датчика. Ці методи в основному можливі при дотриманні досить жорстких вимог до точності, таких як конструкція літальних апаратів, турбін, для забезпечення безпеки літаків, космічних апаратів і ядерних реакторів.

1.1.1.4 інші методи вимірювання переміщення

Датчик переміщення з ємнісним чутливим елементом має номінальний Діапазон вимірювання переміщення від 0 до 2 мм, максимальна похибка становить не більше 1,5 мкм, або діапазон вимірювання переміщення від 0 до 20 мм має похибку не більше 2 мкм. Дозвіл може досягати 0,02 мкм. А робочий діапазон становить 0-100 кГц.

Лазерний далекомір використовує запис часу проходження світла від лазерного випромінювача до об'єкта-відбивача і фотодіода приймача. Режим

роботи-імпульсний (сотні лазерних імпульсів в секунду). Діапазон вимірюваної відстані досягає, наприклад, від 5 до 35 м, а відносна похибка становить не більше 10⁻⁴.

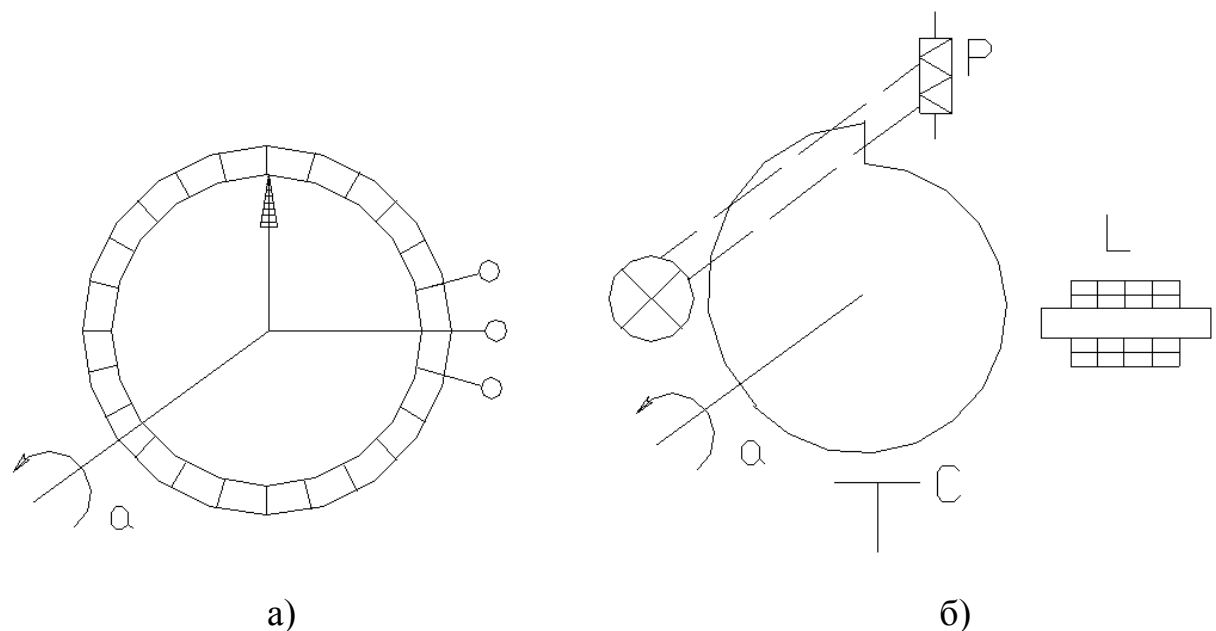
Датчики руху можуть використовуватися в якості елементів виявлення при вимірюванні багатьох інших величин, пов'язаних зі зміною відстані.

1.1.2 Датчик кута повороту

Метод вимірювання кута повороту багато в чому аналогічний вимірюванню поступального руху.

1.1.2.1. Аналоговий датчик кута повороту адаптований для вимірювання великих кутових переміщень (до 3600 і більше).

Резистори з рухомими контактами, виконаними з тонких дротів, використовуються в якості чутливих елементів датчиків кута (рис. 1.2, а) в поєднанні зі схемами вимірювання опору.



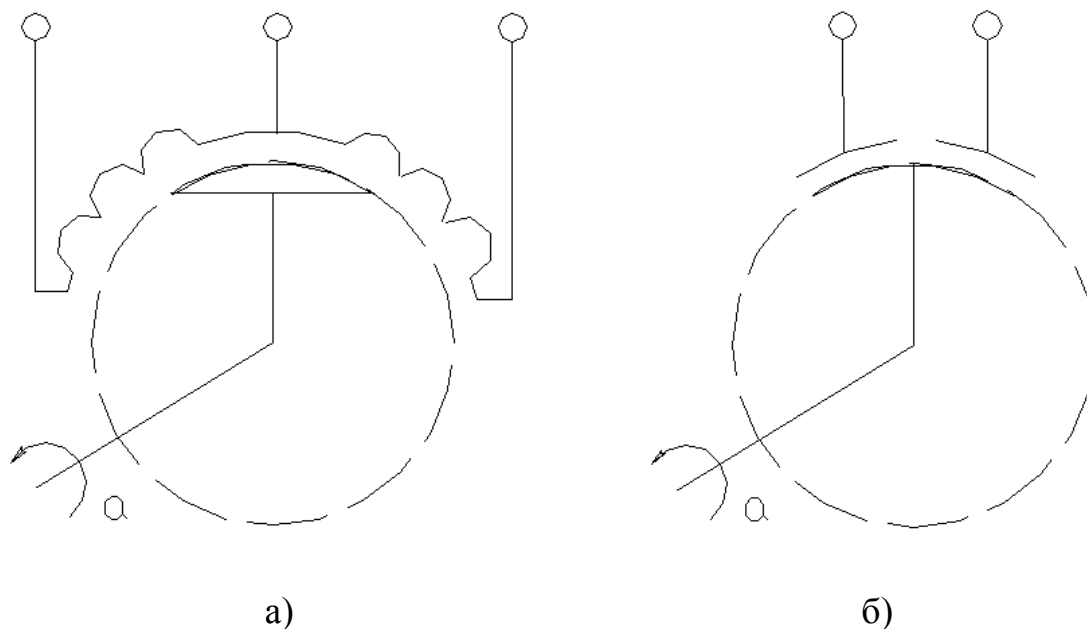
А-резистивний датчик з рухомими контактами; б - датчик з фігурними шайбами і індуктивними, ємнісними і фотоелектричними чутливими елементами.

Малюнок 1.2-аналоговий датчик кута нахилу

В індуктивних і ємнісних пасивних датчиках, а також в активних і пасивних фотоелектричних датчиках тип характеристик задається фігурними шайбами, виконаними у вигляді спіралей Архімеда, або шайбами, встановленими на осі з ексцентриситетом (рис. 1.2, б).

Система Selsyn вимірює кут повороту в $0,10$ з невеликою абсолютною похибкою 3600 на 3600 градусів і передає дані на велику відстань.

Аналогові датчики кута повороту з малими значеннями вимірюваного кута включають індуктивні пасивні чутливі елементи (диференціальні дроселі (рис. 1.3, А)) або ємнісні пасивні елементи (диференціальні конденсатори (рис. 1.3, б)).



а – диференційний дросель; б – диференційний конденсатор

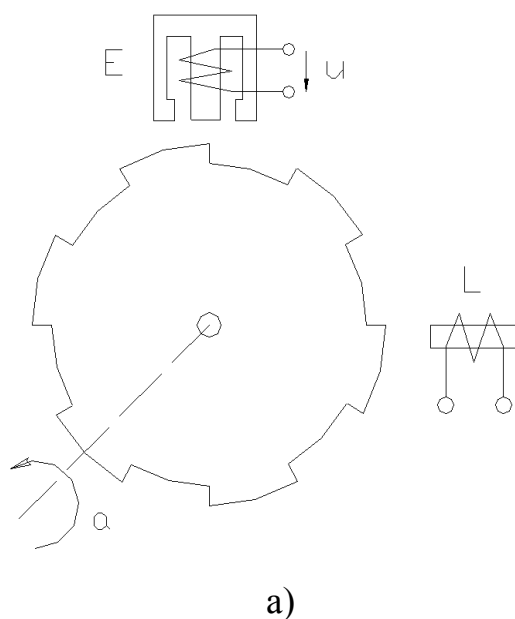
Рисунок 1.3 – Аналогові датчики кута повороту (малого)

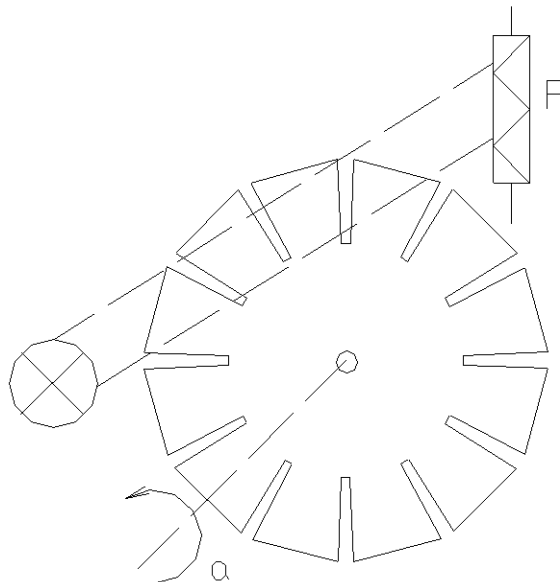
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

1.2 цифровий датчик кута

Датчики кута повороту особливо часто використовуються для вимірювань у виробничих умовах, наприклад, на верстатах з програмним забезпеченням і цифровим управлінням.

Датчики кута повороту доступні в різних виконаннях (рис. 1.4, а-б). Шайба з виступом є чутливим елементом безконтактного пасивного індуктивного датчика (рис. 1.4, а) з незалежним дроселем, підключеним до мосту з високочастотним коливальним контуром або несучою частотою. Вони використовуються для статико-динамічного вимірювання зміни кута нахилу. Активний датчик з індукційними котушками (рис. 1.4, а) призначений для довготривалих динамічних вимірювань.





б)

а - безконтактний пасивний Індуктивний датчик; б-фотоелектричний датчик

Малюнок 1.4-цифровий датчик кута повороту

Він має отвори або прорізи (або барабани, які дискретно відбивають світло) і має джерело світла у вигляді лампи тліючого розряду і джерело світла, такий як крем'яний діод або фототранзистор.

Фотоелектричний датчик кута нахилу з 5000 поділами (10000 кроків на 3600) і 2-фазним зсувом вихідної напруги має абсолютну або відносну роздільну здатність 3600 кутів.

Датчик кута кодування оснащений кодуючою круглою шайбою з контактною щіткою або магнітною або фотоелектричною вимірювальною системою. За допомогою таких датчиків, наприклад, 10 доріжок забезпечують абсолютну кутову роздільну здатність, а 13 доріжок - абсолютну роздільну здатність

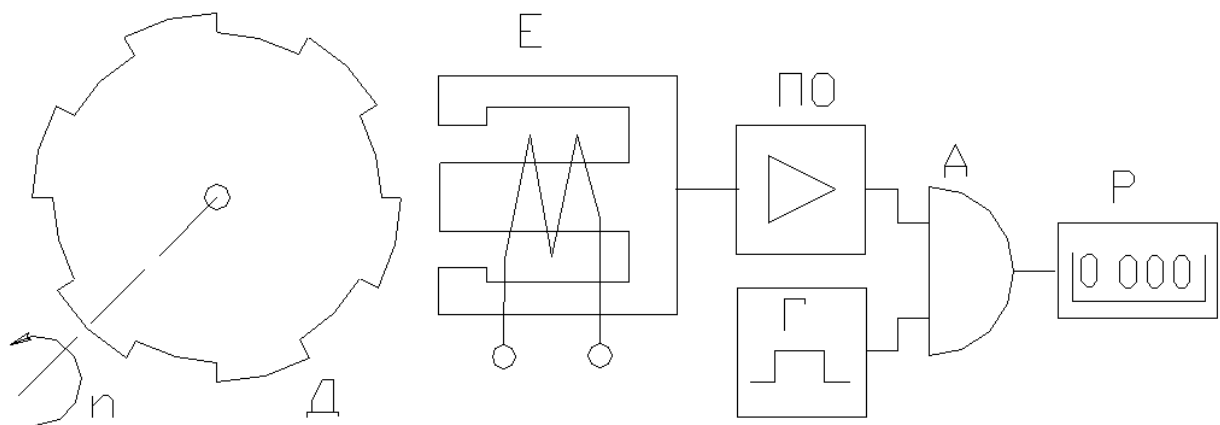
Щоб збільшити кутове дозвіл, необхідно збільшити кількість напрямних шайб, прикріплених безпосередньо до об'єкта, або

використовувати редуктор. Як тільки кодуєча шайба обертається за допомогою рухомого механізму, Діапазон вимірювання кута повороту може бути значно розширений.

1.1.3 Датчики швидкості та кутової швидкості

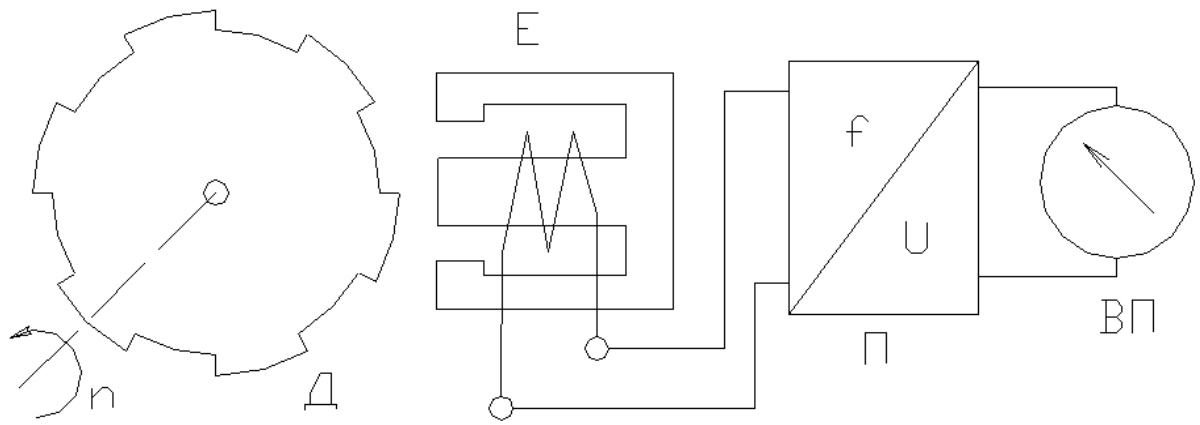
Частота обертання в діапазоні 0-200С-1 може бути виміряна за допомогою звичайного генератора постійного або змінного струму (тахометра), а також при повільних коливаннях частоти обертання. Вихідна напруга тахометра зазвичай не перевищує 220 В, потужність становить кілька ват, а вихідні характеристики є лінійними.

Генератор оторпус з пластиною з опорою в залежності від індуктивності магнітного поля включається в ланцюг моста несиметричного опору за рахунок вихрових струмів обертової пральної машини і пристосований для вимірювання частоти обертання і їх швидкої зміни.



а)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата



б)

а-аналогове вимірювання частоти (Е-електродинамічна індукційна котушка; р-перетворювач частоти в напругу; пристрій виведення VP); б-Цифрове вимірювання (Підсилювач ро; G-генератор імпульсів для установки часу вимірювання; а-узгоджувальний блок; б-аналогове вимірювання частоти (Е-електродинамічна індукційна котушка; р-перетворювач частоти в напругу; вихідний пристрій VP); б-Цифрове вимірювання (Підсилювач ро; G-генератор імпульсів для установки часу вимірювання;

Малюнок 1.5-Датчик швидкості

Датчики з цифровим кодуванням часто використовуються для вимірювання частоти обертання, а електронні схеми використовуються для вимірювання швидкості датчика для отримання результату в цифровій або аналоговій формі на виході.

Датчики швидкості з зубчастими шайбами і безконтактними індукційними котушками в якості чутливих елементів зазвичай мають велику кількість зубців=1; 6; 60; 180; 200; 250 і 600 на найнижчій частоті 10 Гц, якщо коливання стрілки в вимірювальному пристрої ще не

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

помітні, то для нижня межа вимірюваної частоти обертання, кількість зубів не менше = $600/\omega$, де частота обертання дорівнює ω .

Кутова частота може бути визначена в статичному або динамічному режимі, наприклад, шляхом реєстрації частоти прийому імпульсів від цифрового датчика. Для вимірювання швидко мінливих кутових частот використовуються звичайні генератори *oscopus* з лінійними характеристиками чутливості 10 мВ на 1 хв-10хв.

1.2 Огляд патентів на методи визначення механічних властивостей машин і механізмів

1.2.1 Стенд для визначення ККД коробки передач

Пропонований стенд включає в себе 2 стійки, раму, призначену для кріплення випробовуваного редуктора, і утримує зубчасте кільце, з'єднане з приводом, порожнисту цапфу, через яку рама кріпиться до стійки і проходить вихідний вал редуктора, і вантаж, встановлений на вихідному валу редуктора. Він оснащений збалансованим важелем для забезпечення нерухомості вихідного валу коробки передач.

Така конструкція стенду підвищує точність визначення ККД коробки передач.

На малюнку 1.6 (БРМА24.00.00.000 К, Малюнок 1) показано описану підставку.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

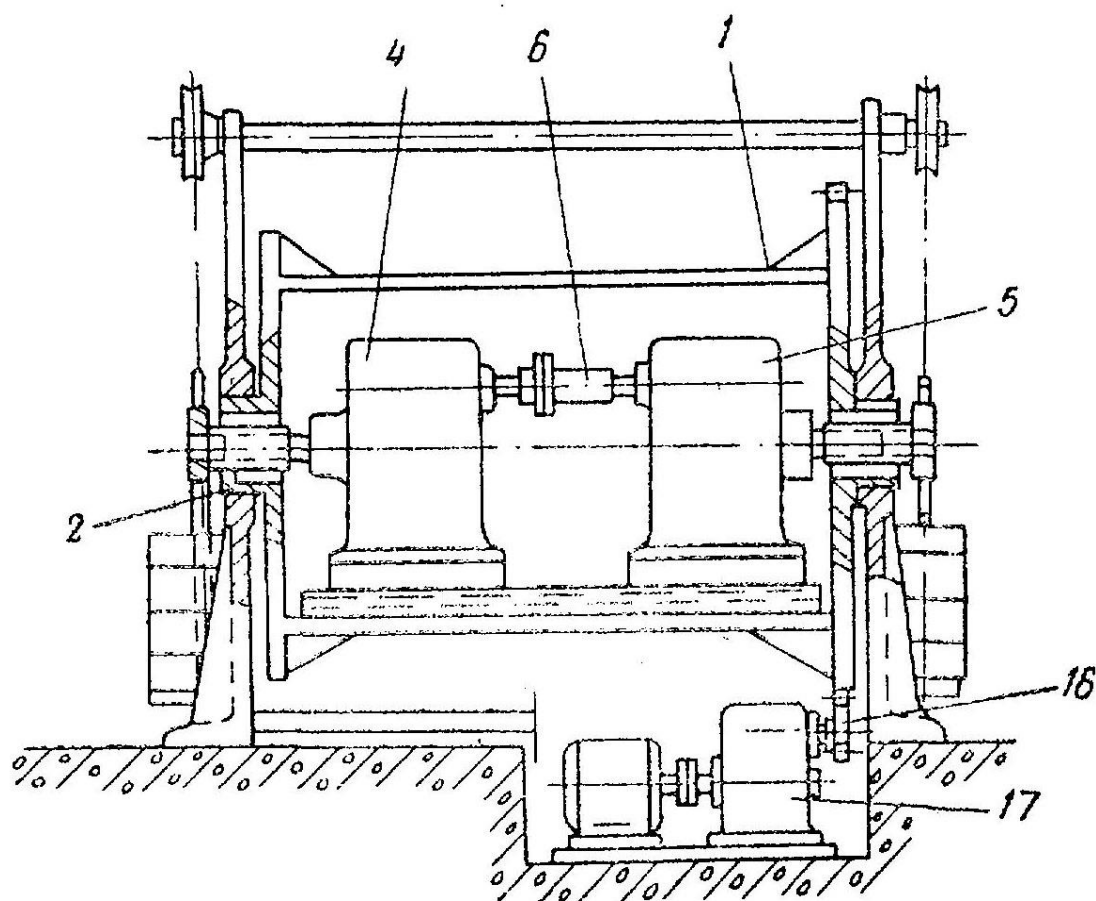


Рисунок 1.6 – Стенд для визначення ККД редукторів

Рама 1 встановлена на стійці 2 за допомогою порожнистої цапфи 3. Два випробовуваних редуктора 4 і 5 закріплені на рамі, вхідний вал якої з'єднаний послідовно проміжним валом 6, а вихідний вал 25 проходить через отвір цапфи 2 і несе на собі балансувальний важіль 8 з вантажем 7. Одним кінцем важіль поміщений в проріз стійки 9 і взаємодіє з динамометрами 10, прикріпленими до цих стійок. Важіль 30 має вушко, на якому закріплений трос 12 11 і перекинутий через колодку 13. На кінці троса підвішений вантаж 14. Рама оснащена зубчастим вінцем 17, з'єднаним з шестернею 16 приводного пристрою 15.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
22

8, величина навантаження на балансирний важіль визначається крутним моментом, необхідним для навантаження коробки передач відповідно до умов випробування. Після цього включається привід, і рама починає обертатися з необхідною швидкістю. Корпус редуктора обертається одночасно з рамою. Оскільки балансирний важіль залишається нерухомим, всі елементи коробки передач піддаються відносному переміщенню під навантаженням. Виникає в результаті цього момент опору прагне повернути важіль в напрямку обертання рами і фіксується динамометром.

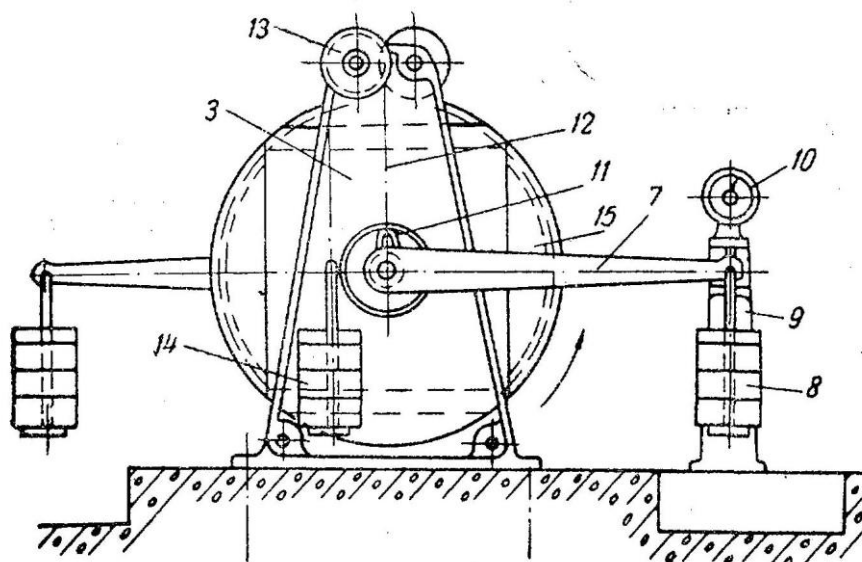


Рисунок 1.7 – Схема вимірювання ККД редукторів

Співвідношення величини моменту, створеного навантаженням 8 і фіксованого динамометром, визначає чистий ККД коробки передач

1.2.2 способи визначення ККД коробки передач

Даний винахід відноситься до області вивчення трансмісій різного призначення.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Відомий спосіб визначення ККД коробки передач, заснований на вимірюванні крутного моменту, необхідного для обертання коробки передач з відомим навантаженням на заданій швидкості, і обчисленні ККД на основі цих даних, дозволяє визначити ККД тільки 1 коробки передач при використанні 1 навантаження і 1 приводу на стенді. Крім того, конструкція стенду значно ускладнюється, оскільки потрібно тихохідне навантажувальний пристрій з моментом опору, що перевищує крутний момент приводу.

Пропонований спосіб спрощує процес вимірювання і одночасно визначає ККД двох редукторів.

Це досягається шляхом визначення моменту втрати холостого ходу 2-х коробок передач окремо, потім обидві коробки передач послідовно з'єднуються своїми вихідними валами, і вимірюється крутний момент на вході 1-ї коробки передач при відомій навантаженні на вході 2-ї коробки передач, а потім на вході 2-ї коробки передач. 2-я коробка передач вимірюється додається крутний момент при відомій навантаженні на вході 1-ї коробки передач і визначається ККД. Кожна коробка передач

На рисунку 1.8 (БРМА24.00.00.000 К, рисунок 2, а) показана схема вимірювання моменту втрати холостого ходу випробуваної коробки передач; на рисунку 1.9 (БРМА24.00.00.000 К, рисунок 2, б, в) показаний крутний момент двох послідовно з'єднаних коробок передач з відомі навантаження. На ньому показана схема вимірювання частоти сигналу.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

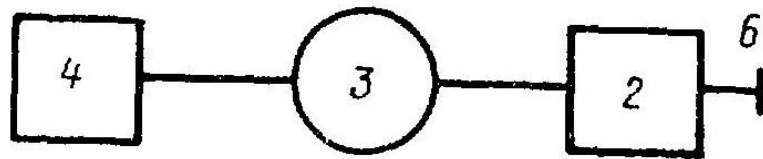
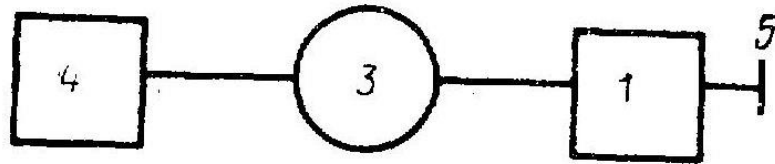


Рисунок 1.8 – Схема виміру моменту втрат холостого ходу випробовуваних редукторів

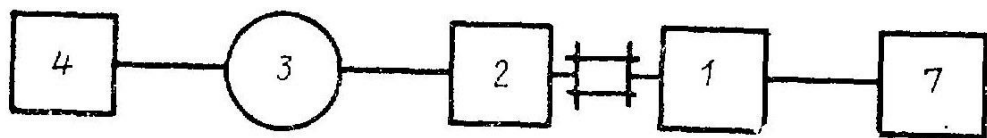
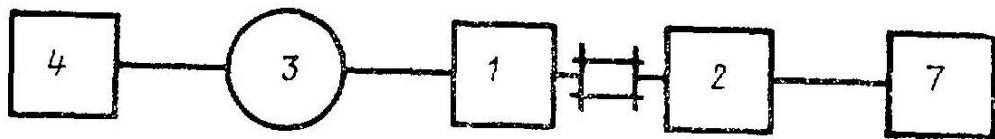


Рисунок 1.9 – Схема виміру крутних моментів двох послідовно з'єднаних редукторів, навантажених відомим навантаженням

Досліджувані редуктори 1 і 2 по черзі підключені через динамометр 3 до приводу 4БРта 24.00.00.000 до (рисунок 2). Вихідні вали редукторів 1 і 2 5 і 6 навантажені не одночасно. За допомогою приводу по черзі обертаються 4 коробки передач, і визначається момент припинення роботи на холостому ходу коробок передач МХ1 і mosses.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Після визначення МХі і L1X коробка передач послідовно з'єднується вихідним валом. Трансмсія 1 з'єднана через динамометр 3 з приводом 4, а трансмісія 2 з'єднана з навантажувальним пристроєм 7, що має відомий момент опору МНІ. За допомогою приводу коробка передач обертається і вимірюється необхідний крутний момент МВІ.

Потім проводиться заміна коробки передач. Коробка передач 1 підключається до навантажувального пристрою 7 з опірним моментом Мп, а через динамометр 3 коробка передач 2 підключається до приводу 4. Коробка передач знову обертається і вимірюється крутний момент

На кресленнях (БРМА24.00.00.000 к, рис. 2, С, С) показано, що під час першого та другого вимірювань навантажувальний пристрій підключається до редуктора, що працює в режимі мультиплікатора, так що приводний пристрій підключається до редуктора.

1.2.3 Методи визначення крутного моменту машин і механізмів

Мета полягає в тому, щоб виміряти гальмівний момент непідключеного двигуна внутрішнього згоряння в способі визначення крутного моменту приводиться в рух машини і механізму, що використовує двигун внутрішнього згоряння, підключений до гальма з примусово змінним гальмівним моментом, і потім виміряти гальмівний момент з підключеним споживачем з фіксованим регулятором потужності в в обох випадках крутний момент визначається різницею в виміряному гальмівному моменті. Це досягається за рахунок того, що вдається домогтися бажаного ефекту. Перед підключенням до двигуна внутрішнього згоряння споживача вимірюють максимальний гальмівний момент і відповідну частоту обертання, а після підключення споживача гальмівний момент змінюють на величину, рівну частоті обертання, при якій відповідна частота обертання відповідає максимальному гальмівного

моменту, виміряного перед підключенням до двигуна внутрішнього згоряння споживача. двигун внутрішнього згоряння.

Цей спосіб дозволяє досягти максимально можливої точності вимірювання крутного моменту споживачем. При реалізації цього способу використовується те, що характеристики швидкого крутного моменту двигуна внутрішнього згоряння завжди є екстремальними, а крутний момент двигуна максимальний при заданому фіксованому положенні регулятора потужності.

На рисунку 1.10 (БРМА24.00.00.000 до, рисунок 3, а) показана схема підключення двигуна внутрішнього згоряння з гальмами; на рисунку 1.11 (БРМА24.00.00.000 до, рисунок 3, б) двигун внутрішнього згоряння з гальмами і навантаженнями, відповідними першому і другому ступеням для визначення моменту споживача; рисунок 1.12 (БРМА24.00.00. 000 К, малюнок 3, С) - це часткові характеристики двигуна внутрішнього згоряння з високим крутним моментом.

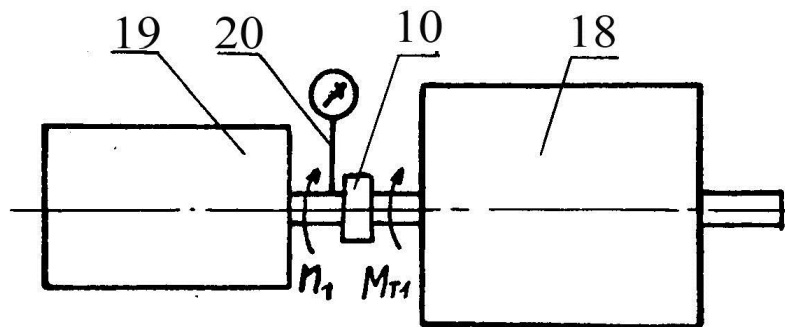


Рисунок 1.10 – Схема з'єднання ДВЗ із гальмом

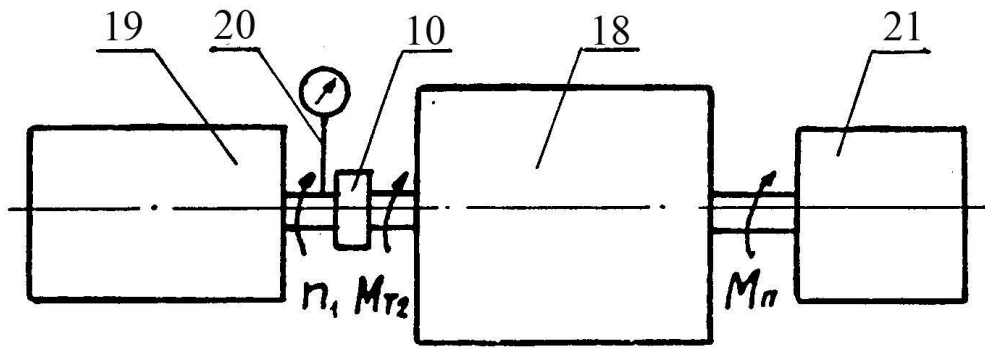


Рисунок 1.11 – Схема з'єднання ДВЗ із гальмом і навантаженням

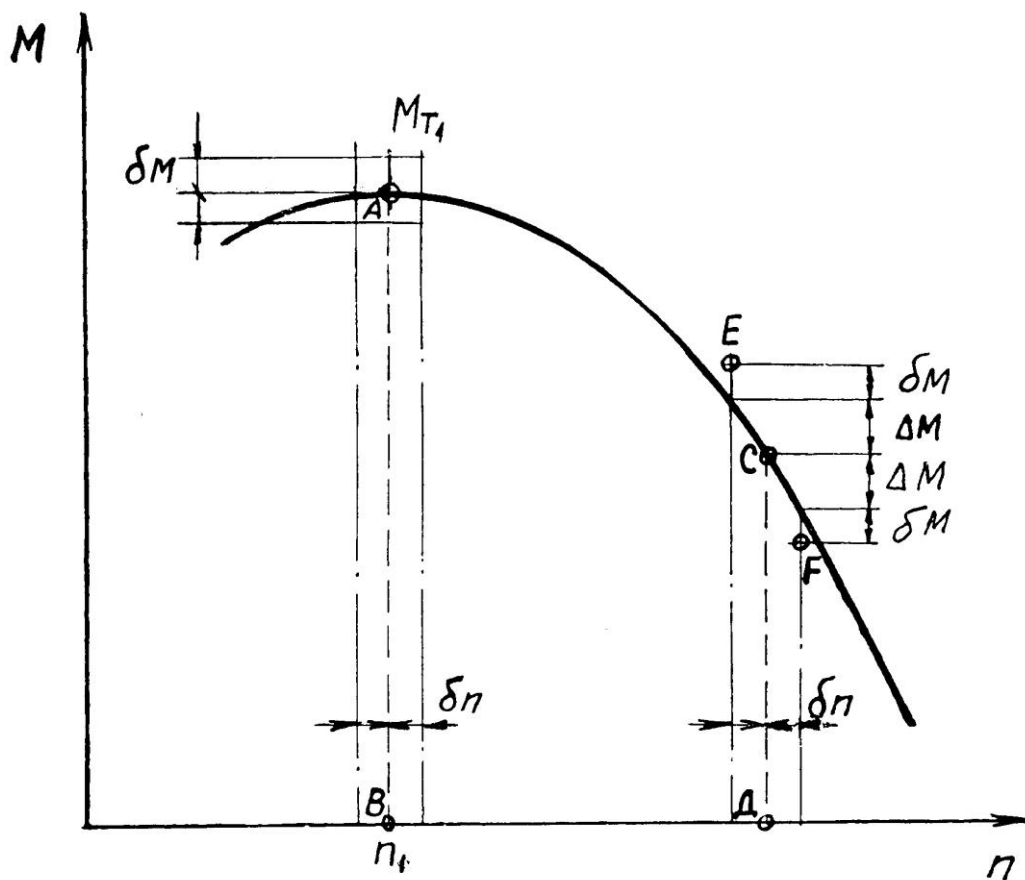


Рисунок 1.12 – Швидкісна моментна часткова характеристика ДВЗ

При визначенні крутного моменту споживача спочатку використовується двигун 18 внутрішнього згорання, з'єднаний з гальмом

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

19, гальмівний момент якого визначається динамометром 10, змінюється в широких межах, для визначення частоти обертання використовується тахометр 20, а потім двигун підключається до споживача 21. При реалізації цього способу на 1-му етапі включається двигун, фіксується регулятор потужності (Oum), змінюється гальмівний момент, можна одночасно визначити його максимальне значення $MT1$ і частоту обертання $N1$. Це можливо тому, що швидкісна характеристика двигуна внутрішнього згорання $m(n)$, що має вигляд, показаний на малюнку 1.3, має максимальне значення в точці екстремального значення A .

На другому етапі (починаючи з БРМА24.00.00.000, рис. 3, а), після підключення споживача до двигуна в початковому положенні oum , змінюють гальмівний момент, і двигун внутрішнього згорання має початкову частоту обертання $n1$, в даному випадку її значення $MT2$.

(БРМА24. 00.00. 000 k, рис. 3, с) показує інтервал невизначеності (похибка), протягом якого гальмівний момент вимірюється динамометром, а частота обертання - тахометром.

При бажанні можна визначити споживчий момент в такому положенні OUM, де екстремуми швидкісних характеристик відповідають бажаній швидкості, для визначення споживчого моменту в конкретному швидкісному режимі. Для вирішення цієї проблеми можна використовувати підключення до двигуна внутрішнього згорання через коробку передач споживача.

Цей метод простий у використанні, не вимагає складних інструментів і може бути використаний в польових умовах. Замість двигуна внутрішнього згорання таким способом можна використовувати будь-який інший двигун з екстремальними характеристиками швидкості і крутного моменту, наприклад електродвигун.

1.2.4 Стенд для визначення ККД механічних передач

Пристрій для вимірювання крутного моменту являє собою приймальну частину з двома циліндричними отворами, прикріплену до осі двигуна, шток, встановлений в отворі приймальної частини, який може переміщатися в осьовому напрямку, при цьому шток подпружинен у напрямку переміщення, вимірювальна шкала з'єднана з підставою, стрілочне кільце встановлено з можливістю переміщення щодо шкали разом зі стрижнем, стрижень його має похилий кінець, який нерухомий щодо підшипника кочення, а навантажувальний пристрій виконано у, підвішеного до вихідного валу досліджуваної трансмісії.

Підвищення точності вимірювання крутного моменту на валу високошвидкісної трансмісії, отже, її ефективність забезпечується за рахунок усунення впливу проводу на величину вимірюваного крутного моменту і дисбалансу корпусу двигуна.

Суть винаходу описана на рисунках 1.13 і 1.14, зокрема, на рисунку 1.13 (БРМА24.00.00.000 до, рисунок 4, а) Показаний загальний вигляд стенду, а на рисунку 1.14 (БРМА24.00.00.000 до, рисунок 4, б) – переглянути А на аркуші (БРМА24.00.00.000 к, рисунок 4) - переглянути А на аркуші (БРМА24.00.000 к, рисунок 4) - переглянути а на аркуші (БРМА24. 00. 000 К ,малюнок, а)

Стенд складається з двох циліндричних отворів 22, стрижня 23, стрижневий пружини 24, кульки в сепараторі 25, кільця 26 для індикації крутного моменту, вимірювальної шкали 27, підшипника кочення 28, вала 29, шків вхідного (високошвидкісного) вала випробуваної трансмісії 30, вихідний (низькообертовий) шків трансмісійного вала 31, що включає в себе навантажувальний пристрій у вигляді вантажу, що створює момент на вихідному валу 8.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

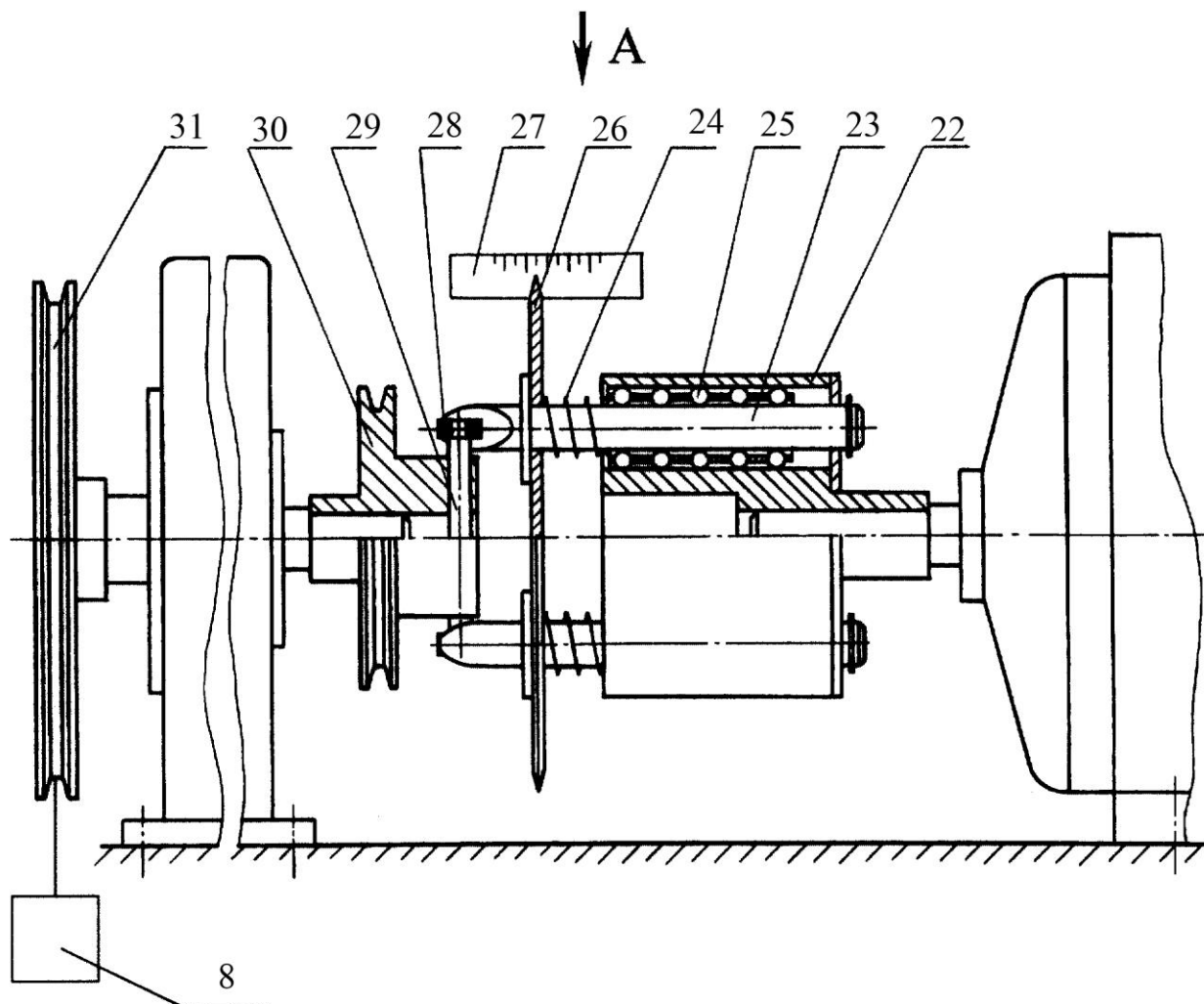


Рисунок 1.13 – Загальний вигляд стенду для визначення ККД механічних передач

Корпус в частині 1 прикріплений до валу електродвигуна. Стрижень 23 має похило зрізаний кінець і встановлений всередині корпусної частини 25 за допомогою кульки 22, який забезпечує вільне осьове переміщення стрижня 23 всередині корпусної частини 22. Поверхня похило зрізаного торця стрижня 23 розташована під кутом 45^о до його осі симетрії. Навантажувальний пристрій 11 виконано у вигляді

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
31

вантажного вантажу m , підвішеного на нитки, намотаною на шків вихідного валу 31.

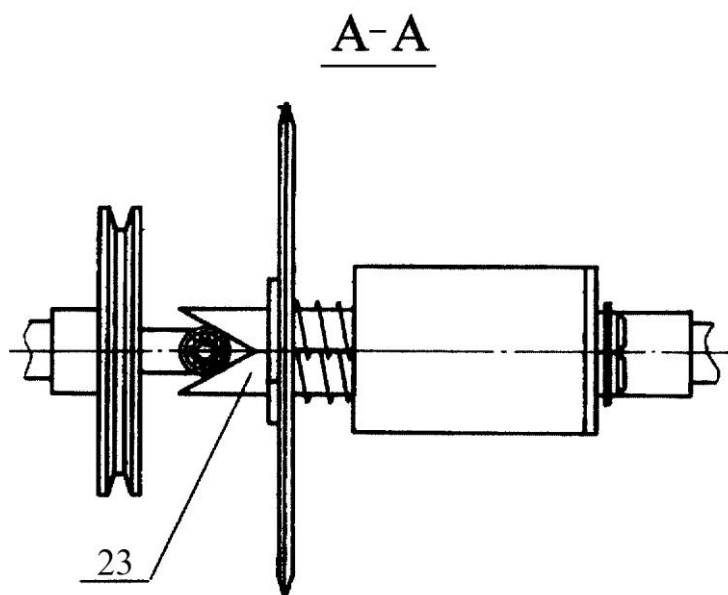


Рисунок 1.14 – вид А на рисунку 1.13

При включенні електродвигуна корпус 22 приводиться в обертальний рух і шток 23 з похило зрізаним кінцем встановлюється щодо підшипника кочення 28, створюючи момент на шківі вхідного передавального валу 30 для приведення останнього в рух. Осьова складова сили, що діє на стрижень 23, стискає пружину 24 і зміщує стрижень в осьовому напрямку разом з наконечником 26. Останній зміщений відносно вимірювальної шкали 27, що вказує на величину моменту на вхідному (високошвидкісному) валу 30 досліджуваної трансмісії.

Перед початком вимірювання шкала 27 калібрується. Для цього з корпусу коробки передач виймаються всі колеса, за винятком шестерні ведучого валу, прикріпленої до підшипника кочення.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
32

Гвинт намотується на шків вхідного передавального валу 30 з радіусом r , підвішується вантаж відповідної маси m , і стрілка 26 створює момент під дією зміщення щодо свого нульового положення за шкалою на певну величину, відповідну величині моменту переміщення. вхідний (швидкий) вал 30. Оскільки величина зміщення штоків 23 залежить тільки від сили, що діє на них від підшипника 30, розташованого на шківі вхідного валу 28, це зміщення вказує на фактичне значення крутного моменту на вхідному (високошвидкісному) валу 30 досліджуваної трансмісії, за винятком ефекту через дисбаланс корпусу двигуна і проводів.

1.3 обробка результатів вимірювань

Вимірювання-це порівняння вимірюваної величини з іншою величиною, прийнятою за одиницю виміру.

Вимірювання діляться на прямі і бічні.

При прямому вимірюванні виміряне значення порівнюється безпосередньо з одиницею виміру або за допомогою вимірювального приладу, відкаліброваного у відповідній одиниці виміру. Ці вимірювання включають вимірювання довжини за допомогою лінійки, штангенциркуля, плитки Йохансена і т. д. використовуйте набір ваг для вимірювання маси на важільних вагах, використовуйте годинник або секундомір для вимірювання часових інтервалів і т. д.

У разі побічних вимірювань вимірювання розраховуються за результатами прямих вимірювань інших величин, пов'язаних з ними функціональною залежністю. Прикладом бічного вимірювання може бути вимірювання швидкості рівномірного (або нерівномірного)

переміщення, засноване на вимірах довжини траєкторії руху і відповідного часового інтервалу.

При вимірюванні фізичних величин зазвичай потрібно виконати 3 послідовні операції:

- 1) Перевірка і установка вимірювальних приладів;
- 2) моніторинг показників та їх підрахунок;
- 3) за результатом вимірювання визначається (обчислюється)

бажане значення і оцінюється похибка вимірювання.

Вимірювання завжди виконуються з деякими похибками (похибками похибки). Помилки діляться на 2 основні групи: систематичні і випадкові, але помилки, викликані несправностями приладу і неухважністю (помилками) експериментатора, не слід брати до уваги.

Систематична помилка-помилки пов'язані з обмеженою точністю виготовлення приладу (device accuracy), оптимальним вибором методів вимірювання, неправильною установкою приладу і т.д. якщо не враховувати деякі зовнішні фактори, виникають системні помилки. З огляду на, що причини, що викликають систематичні помилки, в більшості випадків відомі, зробити це насправді не так-то просто, але найкраще максимально їх усунути.

Випадкові помилки пов'язані з великою кількістю випадкових факторів, і їх вплив змінюється в різних вимірах, що ускладнює їх попередній облік.

Прикладом випадкової помилки є так звана помилка паралакса, яка полягає в наступному. Щоб підрахувати поділ шкали приладу, спостерігач повинен розташувати очі перпендикулярно шкалі, що проходить через край стрілки.

Однак очі спостерігача не завжди розташовані на зазначеному перпендикулярі, тому ви можете отримати завищені і занижені значення -
рис. 1.15

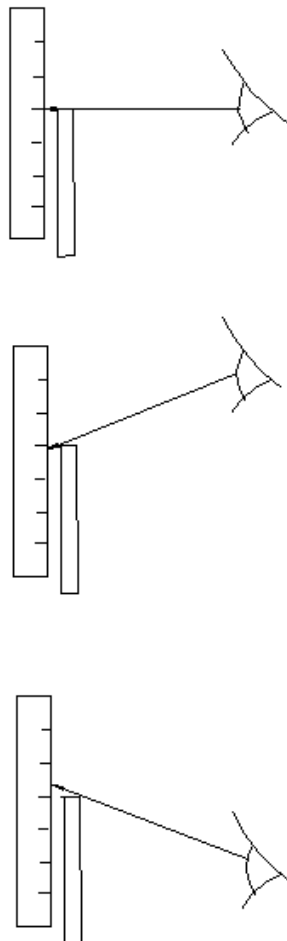


Рисунок 1.15 – Варіанти спостереження

Теорія випадкової похибки заснована на 2 припущеннях, підтверджених практикою.

1. При великій кількості вимірювань випадкові похибки однакової величини, але з різними знаками (як зменшуються, так і збільшуються) виникають однаково часто.

Випадкова похибка одиничного виміру дорівнює

$$\Delta x_i = x_i - x, \quad (1.3)$$

де x_i - результати i -го вимірювання;

x - дійсне значення величини, що вимірюється (нам невідоме).

2. Великі (по абсолютній величині) похибки зустрічаються рідше, ніж малі, тобто, імовірність появи зменшується з ростом величини похибки.

Згідно [1], результати вимірювань можна представити в виді:

$$\begin{aligned} x_1 &= x - \Delta x_1, \\ x_2 &= x - \Delta x_2, \\ &\dots\dots\dots, \\ x_n &= x - \Delta x_n. \end{aligned} \quad (1.4)$$

Додавши ліву і праву сторони рівняння (1.4) почленно одержимо

$$\sum_{i=1}^n x_i = nx - \sum_{i=1}^n \Delta x_i. \quad (1.5)$$

Якщо ввести поняття середньоарифметичної величини

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1.6)$$

то, розділивши кожну з сторін рівняння (1.24) на кількість вимірювань n , одержимо після перестановки членів

$$x = \bar{x} + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta x_i. \quad (1.7)$$

Якщо число n вимірювань достатньо велике (тобто $n \rightarrow \infty$), то згідно припущення 1

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta x_i = 0. \quad (1.8)$$

З виразів (1.7) і (1.8) виходить, що

$$x = \bar{x} \quad \text{при} \quad n \rightarrow \infty, \quad (1.9)$$

Тобто для нескінченно великого числа вимірювань це фактичне значення вимірюваної величини. Воно дорівнює середньому арифметичному всіх результатів вимірювань (в цьому випадку допустимо відсутність систематичної помилки). Однак, якщо у вас обмежена кількість вимірювань, середнє арифметичне значення відрізняється від фактичного значення, тобто рівняння (1.9) не є точним і є приблизним:

$$x \approx \bar{x}. \quad (1.10)$$

Згідно теорії імовірності замість наближеної рівності (1.10) можна записати

$$\bar{x} - \Delta x \leq x \leq \bar{x} + \Delta x, \quad (1.11)$$

або

$$x = \bar{x} \pm \Delta x, \quad (1.12)$$

де значення ϵ оцінкою абсолютної похибки (поки невідомої). Інтервал $(\bar{x} \pm \Delta x)$ називається довірчим інтервалом і містить фактичне значення вимірювання із заданою ймовірністю.

Надійність набору вимірювань-це ймовірність того, що фактичне значення вимірювання потрапляє в заданий довірчий інтервал.

Коефіцієнт Стюдента використовується для отримання оцінки межі довірчого інтервалу при малих значеннях.

Якщо кількість (фактично виконаних) вимірювань із заданою надійністю недостатньо, коефіцієнт Стюдента визначає співвідношення між похибкою результату і середньоквадратичною похибкою результату серії вимірювань

$$t_{\alpha}(n) = \frac{\Delta x}{\Delta S_{\bar{x}}}, \quad (1.13)$$

$$\text{де } \Delta S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{n(n-1)}}. \quad (1.14)$$

Таким чином, при заданій кількості вимірювань n , задаючись надійністю α (наприклад, $\alpha=0,95$) по табличним даним визначаємо коефіцієнт Стюдента t_{α} . Після цього, використовуючи вираз (1.13) визначаємо похибку вимірювання Δx

$$\Delta x = t_{\alpha}(n) \Delta S_{\bar{x}}, \quad (1.15)$$

а результат вимірювання запишемо в виді

$$\bar{x} - \Delta x \leq x \leq \bar{x} + \Delta x, \quad (1.16)$$

або

$$x = \bar{x} \pm \Delta x, \quad (1.17)$$

Це означає, що фактичне значення знаходиться в межах довірчого інтервалу $(\bar{x} \pm \Delta x)$, який дорівнює надійності.

Слід зазначити, що величина абсолютної похибки результату вимірювання сама по собі не визначає точність вимірювання. Наприклад, якщо ви виміряєте довжину і діаметр олівця рулеткою, то отримаєте результати $L=(180,5)$ см і $D=(0,50,5)$ см. абсолютна похибка вимірювання однакова, але точність вимірювання різна. Якщо в першому випадку вимірювання виходять дуже точними, то в другому випадку все навпаки.

Для оцінки точності вимірювання вводиться поняття відносної похибки, яка дорівнює відношенню абсолютної похибки результату вимірювання до самого результату вимірювання

$$\varepsilon = \pm \frac{\Delta x}{\bar{x}}. \quad (1.18)$$

Звичайно ця похибка представляється в процентах

$$\varepsilon = \pm \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100\%. \quad (1.19)$$

Хоча виключити випадкову похибку через окремі похибки окремих вимірів неможливо, математична теорія випадкових явищ дозволяє зменшити вплив цих похибок на кінцевий результат і встановити розумні

значення похибки. Для цього вам потрібно виконати більше одного виміру, а не 1, але чим більше вимірювань, тим менше похибка.

Висновок до першого розділу

В результаті аналізу вимірювальних датчиків і методів вимірювання механічних властивостей машин і механізмів була сформована мета отримання ступеня бакалавра - вивчення механічних властивостей швейних машин.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРОБКА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНІЗМІВ ТА МАШИН ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

2.1 Визначення приведенного моменту механізмів та машин легкої промисловості

Знання величини зменшення моменту інерції швейної машини необхідно при вирішенні багатьох завдань кінематики і динаміки, наприклад, при визначенні необхідної потужності електродвигуна, часу розгону і вибігу, сили опору, кутового прискорення і швидкості в залежності від кута повороту швейної машини. основний ролик і т.д. аналітичний метод визначення зменшення моменту інерції швейної машини є дуже складним і трудомістким, тому на практиці часто використовуються експериментальні методи. Метод падаючої ваги може бути використаний для експериментального визначення зменшення моменту інерції машини.

Розглянемо, як визначити зменшення моменту інерції швейної машини щодо осі обертання головної осі методом падаючої шкали, експериментальним методом.

Експериментальний метод заснований на використанні математичних прийомів.

При вирішенні задачі про рух механічних механізмів зазвичай використовуються 2 типи рівнянь механіки.

1. Рівняння руху у вигляді моментів (у вигляді рівнянь Лагранжа)

$$M_p - M_o = J_n \varepsilon + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ_n}{d\varphi}, \quad (2.1)$$

Де-момент рушійної сили і сила опору відповідно;

- Зменшення моменту інерції механізму, яке складається із зменшення моменту інерції обертової частини та моменту інерції Шарнірно-важільного механізму, є змінною величиною, оскільки швидкість переміщення частини Шарнірно-важільного механізму змінюється в межах одного обороту основного вісь, але положення центру ваги важеля відносно осі головної осі змінюється.;

- Кут повороту, кутова швидкість і кутове прискорення ланки уповільнення відповідно.

Отже, для машин легкої промисловості з важільним механізмом моментом інерції, прикладеним до осі головного валу, є величина зміни протягом 1 обороту головного валу, яка залежить від положення деталей приводного механізму.

1. Рівняння руху у вигляді закону кінетичної енергії:

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_p d\varphi - \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_o d\varphi = \frac{J_{ni} \omega_i^2}{2} - \frac{J_{no} \omega_o^2}{2}, \quad (2.2)$$

або

$$A_{pi} - A_o = T_i - T_o = \Delta T_{oi}, \quad (2.3)$$

де φ_o, ω_o - початкові значення кута повороту φ і кутової швидкості валу приведення;

φ_i, ω_i - довільно вибрані значення кута повороту φ і значення кутової швидкості при $\varphi = \varphi_i$;

$$A_{pi} = \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_p d\varphi - \text{робота рушійних сил при повороті валу приведення на}$$

кут $\varphi = \varphi_i - \varphi_0$;

$$A_o = \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_o d\varphi - \text{робота сил опору при повороті валу приведення на}$$

кут $\varphi = \varphi_i - \varphi_0$;

$$T_o = \frac{J_{no} \omega_o^2}{2} - \text{кінетична енергія, яку має механізм в початковому}$$

положенні при $\varphi = \varphi_0$;

$$T_i = \frac{J_{ni} \omega_i^2}{2} - \text{кінетична енергія, яку має механізм в } i\text{-му положенні}$$

при $\varphi = \varphi_i$.

У цьому випадку зручно використовувати рівняння руху у вигляді закону кінетичної енергії. Це пов'язано з тим, що визначення змінної частини моменту інерції рівняння моменту пов'язане з деякими труднощами.

Якщо ви використовуєте шкалу, переміщуєте та налаштовуєте швейну машину, ви можете записати кабель, перекинутий через блок з невеликим прискоренням, відповідно до (2.1).:

$$Q_1 r (\varphi_i - \varphi_0) - M_c (\varphi_i - \varphi_0) = \frac{J_{ni} \omega_{i1}^2}{2} - \frac{J_{no} \omega_{o1}^2}{2}; \quad (2.4)$$

$$Q_2 r (\varphi_i - \varphi_0) - M_o (\varphi_i - \varphi_0) = \frac{J_{ni} \omega_{i2}^2}{2} - \frac{J_{no} \omega_{o2}^2}{2}, \quad (2.5)$$

де $M_{p1} = Q_1 r$ - момент рушійних сил при використанні ваги Q_1 ;

$M_{p2} = Q_2 r$ - момент рушійних сил при використанні ваги Q_2 ;

r - радіус шків швейної машини.

Розв'язуючи спільно рівняння (2.4) і (2.5), з метою виключення з них моменту сил опору, знаходимо:

$$Q_1 r (\varphi_i - \varphi_o) - Q_2 r (\varphi_i - \varphi_o) = \frac{J_{ni}}{2} (\omega_{i1}^2 - \omega_{i2}^2) - \frac{J_{no}}{2} (\omega_{o1}^2 - \omega_{o2}^2), \quad (3.6)$$

або

$$2r(Q_1 - Q_2)(\varphi_i - \varphi_o) = J_{ni}(\omega_{i1}^2 - \omega_{i2}^2) - J_{no}(\omega_{o1}^2 - \omega_{o2}^2). \quad (2.7)$$

Якщо ми розділимо загальне обертання головної осі на кілька рівних частин, наприклад, рівні частки, ми припустимо, що при кожному малому куті повороту (-радіанах) швидкість може бути визначена за допомогою наступного рівняння:

$$\omega_i = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t_i}. \quad (2.8)$$

Тоді, приймаючи початок зрушення з місця за початкове положення, в випадку $\varphi_o = 0$; $\omega_{1o} = \omega_{2o} = 0$ можна записати:

$$2r(Q_1 - Q_2)\Delta\varphi_1 = J_{ni} \left[\left(\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{11}} \right)^2 - \left(\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{21}} \right)^2 \right]. \quad (2.9)$$

З рівняння (2.9) визначаємо приведений момент інерції в кінці першого відрізка кута першого оберту $\frac{2\pi}{n} = \Delta\varphi_1 = \varphi_1$:

$$J_{n1} = \frac{2r(Q_1 - Q_2)\Delta t_{11}^2 \Delta t_{21}^2}{\Delta \varphi_1 (\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2)}, \quad (2.10)$$

де Δt_{11}^2 ; Δt_{21}^2 - час повороту валу приведення на кут $\Delta \varphi_1$ при використанні ваг відповідно величиною Q_1 і Q_2 .

На другому куті повороту $\frac{2\pi}{n} = \Delta \varphi_2 = \varphi_2 - \varphi_1$ рівняння (2.9) прийме

вигляд:

$$2r(Q_1 - Q_2)\Delta \varphi_2 = J_{n2} \left[\left(\frac{\Delta \varphi_2}{\Delta t_{12}} \right)^2 - \left(\frac{\Delta \varphi_2}{\Delta t_{22}} \right)^2 \right] - J_{n1} \left[\left(\frac{\Delta \varphi_1}{\Delta t_{11}} \right)^2 - \left(\frac{\Delta \varphi_1}{\Delta t_{21}} \right)^2 \right]. \quad (2.11)$$

Підставляючи з (2.10) в (2.11) значення J_{n1} , після ряду перетворень одержуємо значення приведенного моменту інерції в кінці другого кута першого оберту $\Delta \varphi_2$:

$$J_{n2} = \frac{2r(Q_1 - Q_2)2\Delta t_{12}^2 \Delta t_{22}^2}{\Delta \varphi_2 (\Delta t_{22}^2 - \Delta t_{12}^2)}. \quad (2.12)$$

Повторення аналогічних заміни і перетворень на всіх наступних витках призводить до виникнення моменту інерції щодо осі вала уповільнення (основної осі швейної машини) в кінці третього повороту першого витка. :

$$J_{n3} = \frac{2r(Q_1 - Q_2)3\Delta t_{13}^2 \Delta t_{23}^2}{\Delta \varphi_3 (\Delta t_{23}^2 - \Delta t_{13}^2)}. \quad (2.13)$$

Узагальніть рівняння (2.10), (2.12) та (2.13), щоб записати зменшення моменту інерції щодо осі приводного валу в кінці першого кута повороту $\Delta\varphi_i$:

$$J_{ni} = \frac{2r(Q_1 - Q_2)i\Delta t_{1i}^2\Delta t_{2i}^2}{\Delta\varphi_i(\Delta t_{2i}^2 - \Delta t_{1i}^2)}, \quad (2.14)$$

та в кінці m -го кута першого оберту $\Delta\varphi_n$:

$$J_{n0} = I_{nn} = \frac{2r(Q_1 - Q_2)n\Delta t_{1n}^2\Delta t_{2n}^2}{\Delta\varphi_n(\Delta t_{2n}^2 - \Delta t_{1n}^2)}. \quad (2.15)$$

Визначте момент інерції при другому обертанні приводного валу, щоб перевірити точність експериментального вимірювання зменшення моменту інерції при першому обертанні приводного валу:

$$J_{n(n+1)} = \frac{2r(Q_1 - Q_2)(n+1)\Delta t_{1(n+1)}^2\Delta t_{2(n+1)}^2}{\Delta\varphi_{(n+1)}(\Delta t_{2(n+1)}^2 - \Delta t_{1(n+1)}^2)}; \quad (2.16)$$

$$J_{n(n+2)} = \frac{2r(Q_1 - Q_2)(n+2)\Delta t_{1(n+2)}^2\Delta t_{2(n+2)}^2}{\Delta\varphi_{(n+2)}(\Delta t_{2(n+2)}^2 - \Delta t_{1(n+2)}^2)}. \quad (2.17)$$

Якщо $J_{n1} \approx J_{n(n+1)}$, а $J_{n2} \approx J_{n(n+2)}$ то експериментальні вимірювання і розрахунки проведено правильно, якщо ні, то необхідно повторити експеримент і знайти помилку.

2.2 Визначення приведенного моменту опору швейної машини.

Щоб визначити наведений момент опору, ми використовуємо рівняння руху у вигляді закону кінетичної енергії (2.2). Якщо ми вирішимо рівняння (2.3) і (2.4) разом, то отримаємо::

$$\begin{aligned} Q_1 \cdot r \cdot (\varphi_i - \varphi_0) + Q_2 \cdot r \cdot (\varphi_i - \varphi_0) - 2 \cdot M_O \cdot (\varphi_i - \varphi_0) = \\ = \frac{I_{ni}}{2} \cdot (\omega_{1i}^2 + \omega_{2i}^2) - \frac{I_{n0}}{2} \cdot (\omega_{10}^2 - \omega_{20}^2) \end{aligned} \quad (2.18)$$

або

$$\begin{aligned} 2 \cdot r \cdot (Q_1 + Q_2) \cdot (\varphi_i - \varphi_0) - 4 \cdot M_O \cdot (\varphi_i - \varphi_0) = \\ = I_{ni} \cdot (\omega_{1i}^2 + \omega_{2i}^2) - I_{n0} \cdot (\omega_{10}^2 + \omega_{20}^2) \end{aligned} \quad (2.19)$$

де M_O – приведений момент опору;

В початковому положенні, коли $\varphi_0 = 0$, $\omega_{10} = 0$, $\omega_{20} = 0$ рівняння (2.19) прийме вигляд :

$$2 \cdot r \cdot \Delta\varphi_1 \cdot (Q_1 + Q_2) - 4 \cdot M_{O1} \cdot \Delta\varphi_1 = I_{n1} \cdot \left[\left(\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{11}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{21}} \right)^2 \right] \quad (2.20)$$

Звідки момент опору буде:

$$M_{O1} = \frac{2 \cdot r \cdot \Delta\varphi_1 \cdot (Q_1 + Q_2) - I_{n1} \cdot \left[\left(\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{11}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{21}} \right)^2 \right]}{4 \cdot \Delta\varphi_1} \quad (2.21)$$

Підставляючи відоме рівняння для моменту інерції в початковому положенні (2.10) в рівняння (2.21), отримаємо

$$\begin{aligned}
 M_{O_1} &= \frac{2 \cdot r \cdot \Delta\varphi_1 \cdot (Q_1 + Q_2) - \frac{2 \cdot r \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot \Delta t_{11}^2 \cdot \Delta t_{21}^2 \cdot \left(\frac{\Delta\varphi_1^2}{\Delta t_{11}^2} + \frac{\Delta\varphi_1^2}{\Delta t_{21}^2} \right)}{\Delta\varphi_1 \cdot (\Delta t_{11}^2 + \Delta t_{21}^2)} = \\
 &= \frac{2 \cdot r \cdot \Delta\varphi_1 \cdot (Q_1 + Q_2) - \frac{2 \cdot r \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot \Delta\varphi_1^2 \cdot (\Delta t_{11}^2 + \Delta t_{21}^2)}{\Delta\varphi_1 \cdot (\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2)}}{4 \cdot \Delta\varphi_1} = \\
 &= \frac{2 \cdot r \cdot \Delta\varphi_1 \cdot [(Q_1 + Q_2) \cdot (\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2) - (Q_1 - Q_2) \cdot (\Delta t_{11}^2 + \Delta t_{21}^2)]}{4 \cdot \Delta\varphi_1 \cdot (\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2)} = \\
 &= \frac{r \cdot [(\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2) \cdot (Q_1 + Q_2) - (Q_1 - Q_2) \cdot (\Delta t_{21}^2 + \Delta t_{11}^2)]}{2 \cdot (\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2)} \quad (2.22)
 \end{aligned}$$

На другому куті повороту $\frac{2 \cdot \pi}{n} = \Delta\varphi_2 = \varphi_2 - \varphi_1$ рівняння руху прийме вигляд:

$$\begin{aligned}
 2 \cdot r \cdot (Q_1 + Q_2) \cdot \Delta\varphi_2 - 4 \cdot M_{O_2} \cdot \Delta\varphi_2 &= I_{n_2} \cdot \left[\left(\frac{\Delta\varphi_2}{\Delta t_{12}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta\varphi_2}{\Delta t_{22}} \right)^2 \right] - \\
 - I_{n_1} \cdot \left[\left(\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{11}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{21}} \right)^2 \right] \quad (2.23)
 \end{aligned}$$

Підставляючи з рівнянь (2.10) і (2.12) значення відповідно I_{n_1} та I_{n_2} отримуємо перетворений момент опору в кінці другого кута повороту $\Delta\varphi_2$

$$\begin{aligned}
M_{O_2} &= \frac{2 \cdot r \cdot \Delta\varphi_2 \cdot (Q_1 + Q_2) - I_{n2} \cdot \left[\left(\frac{\Delta\varphi_2}{\Delta t_{12}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta\varphi_2}{\Delta t_{22}} \right)^2 \right] +}{4 \cdot \Delta\varphi_2} \\
&+ I_{n1} \cdot \left[\left(\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{21}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t_{11}} \right)^2 \right] = \\
&= \frac{r \cdot \left[(\Delta t_{22}^2 - \Delta t_{12}^2) \cdot (Q_1 + Q_2) - 2 \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot (\Delta t_{22}^2 + \Delta t_{12}^2) \right]}{2 \cdot (\Delta t_{22}^2 - \Delta t_{12}^2)} + \\
&+ \frac{r \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot \Delta\varphi_1 \cdot (\Delta t_{21}^2 + \Delta t_{11}^2) \cdot (\Delta t_{22}^2 - \Delta t_{12}^2)}{2 \cdot \Delta\varphi_2 \cdot (\Delta t_{22}^2 - \Delta t_{12}^2) \cdot (\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2)} \quad (2.24)
\end{aligned}$$

Якщо ви повторить ту ж заміну при третьому куті повороту і всіх наступних кутах повороту, то в кінці третього кута повороту зміниться відношення моменту опору до осі приводного валу (головної осі машини). $\Delta\varphi_3 = \varphi_3 - \varphi_2 = \frac{2 \cdot \pi}{n}$:

$$\begin{aligned}
M_{O_3} &= \frac{2 \cdot r \cdot \Delta\varphi_3 \cdot (Q_1 + Q_2) - I_{n3} \cdot \left[\left(\frac{\Delta\varphi_3}{\Delta t_{13}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta\varphi_3}{\Delta t_{23}} \right)^2 \right] +}{4 \cdot \Delta\varphi_3} \\
&+ I_{n2} \cdot \left[\left(\frac{\Delta\varphi_2}{\Delta t_{12}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta\varphi_2}{\Delta t_{22}} \right)^2 \right] = \\
&= \frac{r \cdot \left[(\Delta t_{23}^2 - \Delta t_{13}^2) \cdot (Q_1 + Q_2) - 3 \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot (\Delta t_{23}^2 + \Delta t_{13}^2) \right]}{2 \cdot (\Delta t_{23}^2 - \Delta t_{13}^2)} + \\
&+ \frac{r \cdot 2 \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot \Delta\varphi_2 \cdot (\Delta t_{22}^2 + \Delta t_{12}^2) \cdot (\Delta t_{23}^2 - \Delta t_{13}^2)}{2 \cdot \Delta\varphi_3 \cdot (\Delta t_{23}^2 - \Delta t_{13}^2) \cdot (\Delta t_{22}^2 - \Delta t_{12}^2)} \quad (2.25)
\end{aligned}$$

в кінці будь-якого кута повороту $\Delta\varphi_i = \varphi_i - \varphi_{i-1} = \frac{2 \cdot \pi}{n}$:

$$M_{O_i} = \frac{r \cdot \left[(\Delta t_{2i}^2 - \Delta t_{1i}^2) \cdot (Q_1 + Q_2) - i \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot (\Delta t_{2i}^2 + \Delta t_{1i}^2) \right]}{2 \cdot (\Delta t_{2i}^2 - \Delta t_{1i}^2)} +$$

$$+ \frac{r \cdot (i-1) \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot (\Delta t_{2(i-1)}^2 + \Delta t_{1(i-1)}^2) \cdot (\Delta t_{2i}^2 - \Delta t_{1i}^2)}{2 \cdot \Delta\varphi_i \cdot (\Delta t_{2i}^2 - \Delta t_{1i}^2) \cdot (\Delta t_{2(i-1)}^2 - \Delta t_{1(i-1)}^2)} \quad (2.26)$$

в кінці повного оберту вала, тобто в кінці n-го кута повороту

$$\Delta\varphi_n = 2 \cdot \pi - \frac{2 \cdot \pi \cdot (n-1)}{n} = \frac{2 \cdot \pi}{n}:$$

$$M_{O_n} = \frac{r \cdot \left[(\Delta t_{2n}^2 - \Delta t_{1n}^2) \cdot (Q_1 + Q) - n \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot (\Delta t_{2n}^2 - \Delta t_{1n}^2) \right]}{2 \cdot (\Delta t_{2n}^2 - \Delta t_{1n}^2)} +$$

$$+ \frac{r \cdot (n-1) \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot \Delta\varphi_{(n-1)} \cdot (\Delta t_{2(n-1)}^2 + \Delta t_{1(n-1)}^2) \cdot (\Delta t_{2n}^2 - \Delta t_{1n}^2)}{2 \cdot \Delta\varphi_n \cdot (\Delta t_{2n}^2 - \Delta t_{1n}^2) \cdot (\Delta t_{2(n-1)}^2 - \Delta t_{1(n-1)}^2)} \quad (2.27)$$

2.3 Визначення ККД механізмів та машин легкої промисловості

Механічний ККД машини або механізму - це відношення роботи сил виробничого опору до роботи рушійної сили за 1 повний цикл встановленого руху.

Коефіцієнт корисної дії визначається з наступного рівняння:

$$\eta = \frac{A_{по}}{A_p} = \frac{A_{по}}{A_{по} + A_{шо}} \quad (2.28)$$

де $A_{по}$ - робота продуктивних (корисних) сил опору;

A_p - робота рушійних сил;

$A_{\text{шо}}$ - робота сил шкідливого опору.

Якщо зусилля рушійної сили і корисний опір прикладені до одного і того ж обертається ланці, механічний ККД механізму може бути визначений як відношення середнього зменшує моменту до сили корисного опору. $M_{\text{сер.по}}$ до середнього приведенного моменту рушійних сил $M_{\text{сер.р}}$:

$$\eta = \frac{M_{\text{сер.по}}}{M_{\text{сер.р}}} . \quad (2.29)$$

Якщо зусилля рушійної сили і корисного опору приведені до однієї і тієї ж точки приводного ланки механізму, і лінії дії цих сил збігаються, то механічний ККД визначається з наступного рівняння :

$$\eta = \frac{P_{\text{пс}}}{P_{\text{р}}} , \quad (2.30)$$

де $P_{\text{по}}$ - середня за цикл приведення сила корисного опору;

$P_{\text{р}}$ - Середня рушійна сила циклу скорочення (напрямки дії обох сил збігаються).

У нашому випадку ефективність простіше визначити за формулою (2.28), використовуючи методологію і результати, які дозволили експериментально визначити момент інерції і зменшення опору в прикладі зі швейною машиною.

Давайте запишемо рівняння руху механічного механізму у вигляді закону кінетичної енергії, використовуючи умови і специфікації, наведені в пунктах 2.1 і 2.2. Потім, при використанні двох падаючих навантажень,

воно може бути записано на обертову частину головної осі машини
 $\varphi_i - \varphi_0 = i \cdot \Delta\varphi$.

$$\begin{aligned} A_{pli} - A_{oi} &= T_{li} - T_{10} = A_{noli} \\ A_{p2i} - A_{oi} &= T_{2i} - T_{20} = A_{nc2i} \end{aligned} \quad (2.31)$$

де $A_{pli} = \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_{p1} d\varphi = Q_1 \cdot r \cdot (\varphi_i - \varphi_0)$ і $A_{p2i} = \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_p d\varphi = Q_2 \cdot r \cdot (\varphi_i - \varphi_0)$ – робота рушійних сил при використанні відповідно першого Q_1 і другого Q_2 вантажів на ділянці повороту головного вала $\varphi_i - \varphi_0 = i \cdot \Delta\varphi$;

$$A_{oi} = \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} M_o d\varphi - \text{робота сил шкідливого опору на тому ж переміщенні};$$

при використанні вантажів Q_1 і Q_2 робота сили опору варіюється, але істотно не змінюється, оскільки момент сили тертя в ланці механізму багато в чому визначається вагою і положенням ланки. $A_{oi} = A_{oli} = A_{o2i}$;

$$T_{li} = \frac{I_{ni}}{2} \cdot \left(\frac{\Delta\varphi_i}{\Delta t_{li}} \right)^2 \quad \text{і} \quad T_{2i} = \frac{I_{ni}}{2} \cdot \left(\frac{\Delta\varphi_i}{\Delta t_{2i}} \right)^2 - \text{величини кінетичної енергії,}$$

якою володіють механізми в і-му положенні при використанні вантажів відповідно Q_1 і Q_2 ;

$$T_{10} = \frac{I_{n0}}{2} \cdot \left(\frac{\Delta\varphi_0}{\Delta t_{10}} \right)^2 = 0 \quad \text{і} \quad T_{20} = \frac{I_{n0}}{2} \cdot \left(\frac{\Delta\varphi_0}{\Delta t_{20}} \right)^2 = 0 - \text{кінетична енергія,}$$

якою володіють механізми в початковому положенні при $\Delta\varphi_0 = 0$;

A_{noli} і A_{no2i} – робота корисних сил на ділянці повороту головного вала $\varphi_i - \varphi_0 = i \cdot \Delta\varphi$;

r – радіус шківів швейної машини;

$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{n}$ – елементарний кут повороту, на рівну кількість яких

розбито повний оберт головного вала машини (приймається

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{18} = 0,349 \text{ рад);}$$

I_{ni} – приведені до головного вала моменти інерції машини з (2.14);

Δt_{1i} , Δt_{2i} – величини часу повороту головного вала на кут $\varphi_i - \varphi_0 = i \cdot \Delta\varphi$ при використанні вантажів Q_1 і Q_2 .

Враховуючи те, що приведені моменти інерції і кутова швидкість

$\omega_i = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t_i}$ приймаються постійними при повороті на елементарний кут $\Delta\varphi$,

на основі (2.29) і (2.31) можна записати, що механічний ККД механізмів швейної машини в i -му положенні буде

при використанні вантажу Q_1 :

$$\eta_{1i} = \frac{A_{noli}}{A_{pli}} = \frac{T_{1i} - T_{1(i-1)}}{A_{pli}} = \left[\frac{I_{ni}}{2} \cdot \left(\frac{\Delta\varphi}{\Delta t_{1i}} \right)^2 - \frac{I_{n1(i-1)}}{2} \cdot \left(\frac{\Delta\varphi}{\Delta t_{1(i-1)}} \right)^2 \right] / Q_1 \cdot r \cdot \Delta\varphi =$$

$$= \frac{\Delta\varphi \cdot (I_{ni} \cdot \Delta t_{1(i-1)}^2 - I_{n1(i-1)} \cdot \Delta t_{1i}^2)}{2 \cdot Q_2 \cdot r \cdot \Delta t_{1i}^2 \cdot \Delta t_{1(i-1)}^2} \quad (2.32)$$

при використанні вантажу Q_2 :

$$\eta_{2i} = \frac{\Delta\varphi \cdot (I_{ni} \cdot \Delta t_{21(i-1)}^2 - I_{n(i-1)} \cdot \Delta t_{2i}^2)}{2 \cdot Q_2 \cdot r \cdot \Delta t_{2i}^2 \cdot \Delta t_{2(i-1)}^2} \quad (2.33)$$

Тоді в кінці першого положення при повороті на кут $\Delta\varphi$ і при підстановці значення I_{n1}

при використанні вантажу Q_1 :

$$\eta_{11} = \frac{I_{n1} \cdot \Delta\varphi}{2 \cdot Q_1 \cdot r \cdot \Delta t_{11}^2} = \frac{(Q_1 - Q_2) \cdot \Delta t_{21}^2}{Q_1 \cdot (\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2)} \quad (2.34)$$

при використанні вантажу Q_2 :

$$\eta_{21} = \frac{I_{n1} \cdot \Delta\varphi}{2 \cdot Q_2 \cdot r \cdot \Delta t_{21}^2} = \frac{(Q_1 - Q_2) \cdot \Delta t_{11}^2}{Q_2 \cdot (\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2)} \quad (2.35)$$

В кінці другого положення при повороті на кут $2 \cdot \Delta\varphi$

при використанні вантажу Q_1 :

$$\begin{aligned} \eta_{12} &= \frac{\Delta\varphi}{2 \cdot Q_1 \cdot r} \cdot \left[\frac{I_{n2}}{\Delta t_{12}^2} - \frac{I_{n1}}{\Delta t_{11}^2} \right] = \\ &= \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_1} \cdot \left[\frac{2 \cdot \Delta t_{22}^2}{(\Delta t_{22}^2 - \Delta t_{12}^2)} - \frac{\Delta t_{21}^2}{(\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2)} \right] \end{aligned} \quad (2.36)$$

при використанні вантажу Q_2 :

$$\begin{aligned} \eta_{22} &= \frac{\Delta\varphi}{2 \cdot Q_2 \cdot r} \cdot \left[\frac{I_{n2}}{\Delta t_{22}^2} - \frac{I_{n1}}{\Delta t_{21}^2} \right] = \\ &= \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_2} \cdot \left[\frac{2 \cdot \Delta t_{12}^2}{(\Delta t_{22}^2 - \Delta t_{12}^2)} - \frac{\Delta t_{11}^2}{(\Delta t_{21}^2 - \Delta t_{11}^2)} \right] \end{aligned} \quad (2.37)$$

Виконуючи такі ж підстановки на всіх наступних елементарних кутах повороту, отримуємо ККД в кінці будь-якого i -го кута повороту $\Delta\varphi_i$

при використанні вантажу Q_1 :

$$\begin{aligned} \eta_{li} &= \frac{\Delta\varphi}{2 \cdot Q_1 \cdot r} \cdot \left[\frac{I_{ni}}{\Delta t_{li}^2} - \frac{I_{n(i-1)}}{\Delta t_{1(i-1)}^2} \right] = \\ &= \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_1} \cdot \left[\frac{i \cdot \Delta t_{2i}^2}{(\Delta t_{2i}^2 - \Delta t_{li}^2)} - \frac{(i-1) \cdot \Delta t_{2(i-1)}^2}{(\Delta t_{2(i-1)}^2 - \Delta t_{1(i-1)}^2)} \right] \end{aligned} \quad (2.38)$$

при використанні вантажу Q_2 :

$$\begin{aligned} \eta_{2i} &= \frac{\Delta\varphi}{2 \cdot Q_2 \cdot r} \cdot \left[\frac{I_{ni}}{\Delta t_{2i}^2} - \frac{I_{n(i-1)}}{\Delta t_{2(i-1)}^2} \right] = \\ &= \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_2} \cdot \left[\frac{i \cdot \Delta t_{li}^2}{(\Delta t_{2i}^2 - \Delta t_{li}^2)} - \frac{(i-1) \cdot \Delta t_{1(i-1)}^2}{(\Delta t_{2(i-1)}^2 - \Delta t_{1(i-1)}^2)} \right] \end{aligned} \quad (2.39)$$

В кінці повного оберту вала, тобто в кінці 18-го кута повороту при використанні вантажу Q_1 :

$$\begin{aligned} \eta_{118} \approx \eta_0 &= \frac{\Delta\varphi}{2 \cdot Q_1 \cdot r} \cdot \left[\frac{I_{n18}}{\Delta t_{118}^2} - \frac{I_{n17}}{\Delta t_{117}^2} \right] = \\ &= \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_1} \cdot \left[\frac{18 \cdot \Delta t_{218}^2}{(\Delta t_{218}^2 - \Delta t_{118}^2)} - \frac{17 \cdot \Delta t_{217}^2}{(\Delta t_{217}^2 - \Delta t_{117}^2)} \right] \end{aligned} \quad (2.40)$$

при використанні вантажу Q_2 :

$$\eta_{218} \approx \eta_0 = \frac{\Delta\varphi}{2 \cdot Q_2 \cdot r} \cdot \left[\frac{I_{n18}}{\Delta t_{218}^2} - \frac{I_{n17}}{\Delta t_{217}^2} \right] =$$

$$= \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_2} \cdot \left[\frac{18 \cdot \Delta t_{118}^2}{(\Delta t_{218}^2 - \Delta t_{118}^2)} - \frac{17 \cdot \Delta t_{117}^2}{(\Delta t_{217}^2 - \Delta t_{117}^2)} \right] \quad (2.41)$$

Коефіцієнт корисної дії повинен бути рівний або близький до нього. Для перевірки точності експериментів і розрахунків коефіцієнт корисної дії також визначається на підставі результатів вимірювань параметрів 2-го повороту головної осі.

В кінці повороту, в першому базовому повороті 2-го повороту, тобто в кінці 19-го повороту $\Delta\varphi$

при використанні вантажу Q_1 :

$$\eta_{119} = \frac{\Delta\varphi}{2 \cdot Q_1 \cdot r} \cdot \left[\frac{I_{n19}}{\Delta t_{119}^2} - \frac{I_{n18}}{\Delta t_{118}^2} \right] =$$

$$= \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_1} \cdot \left[\frac{19 \cdot \Delta t_{219}^2}{(\Delta t_{219}^2 - \Delta t_{119}^2)} - \frac{18 \cdot \Delta t_{218}^2}{(\Delta t_{218}^2 - \Delta t_{118}^2)} \right] \quad (2.42)$$

при використанні вантажу Q_2 :

$$\eta_{219} = \frac{\Delta\varphi}{2 \cdot Q_2 \cdot r} \cdot \left[\frac{I_{n19}}{\Delta t_{219}^2} - \frac{I_{n18}}{\Delta t_{218}^2} \right] =$$

$$= \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_2} \cdot \left[\frac{19 \cdot \Delta t_{119}^2}{(\Delta t_{219}^2 - \Delta t_{119}^2)} - \frac{18 \cdot \Delta t_{118}^2}{(\Delta t_{218}^2 - \Delta t_{118}^2)} \right] \quad (2.43)$$

В кінці повороту на другий елементарний кут другого оберту, тобто в кінці 20-го кута $\Delta\varphi$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

при використанні вантажу Q_1 :

$$\begin{aligned} \eta_{120} &= \frac{\Delta\varphi}{2 \cdot Q_1 \cdot r} \cdot \left[\frac{I_{n20}}{\Delta t_{120}^2} - \frac{I_{n19}}{\Delta t_{119}^2} \right] = \\ &= \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_1} \cdot \left[\frac{20 \cdot \Delta t_{220}^2}{(\Delta t_{220}^2 - \Delta t_{120}^2)} - \frac{19 \cdot \Delta t_{219}^2}{(\Delta t_{219}^2 - \Delta t_{119}^2)} \right] \end{aligned} \quad (2.44)$$

при використанні вантажу Q_2 :

$$\begin{aligned} \eta_{220} &= \frac{\Delta\varphi}{2 \cdot Q_2 \cdot r} \cdot \left[\frac{I_{n20}}{\Delta t_{220}^2} - \frac{I_{n19}}{\Delta t_{219}^2} \right] = \\ &= \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_2} \cdot \left[\frac{20 \cdot \Delta t_{120}^2}{(\Delta t_{220}^2 - \Delta t_{120}^2)} - \frac{19 \cdot \Delta t_{119}^2}{(\Delta t_{219}^2 - \Delta t_{119}^2)} \right] \end{aligned} \quad (2.45)$$

і т.д.

Якщо $\eta_{11} \approx \eta_{21} \approx \eta_{119} \approx \eta_{219}$ і $\eta_{12} \approx \eta_{22} \approx \eta_{120} \approx \eta_{220}$, Потім, якщо еквівалентність не дотримується, подальші обчислення припиняються, і розрахунок триває при 2-му, 3-му і наступних повних оборотах вала, досягаючи необхідного рівності ККД на одному і тому ж ділянці обертання при різних оборотах головної осі машини.

Висновок до розділу II

Розроблено методи визначення механічних властивостей машин і механізмів легкої промисловості, зокрема, зменшення моментів інерції, опору і ККД.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШВЕЙНИХ МАШИН

3.1 Розробка універсального стану для визначення механічних характеристик швейних машин

Вирішальним фактором для вимірювання механічних властивостей швейної машини є зменшення моменту інерції. Для проведення експериментальних вимірювань зі зменшеним моментом інерції ми використовуємо лабораторний стэнд-рис. 3.1

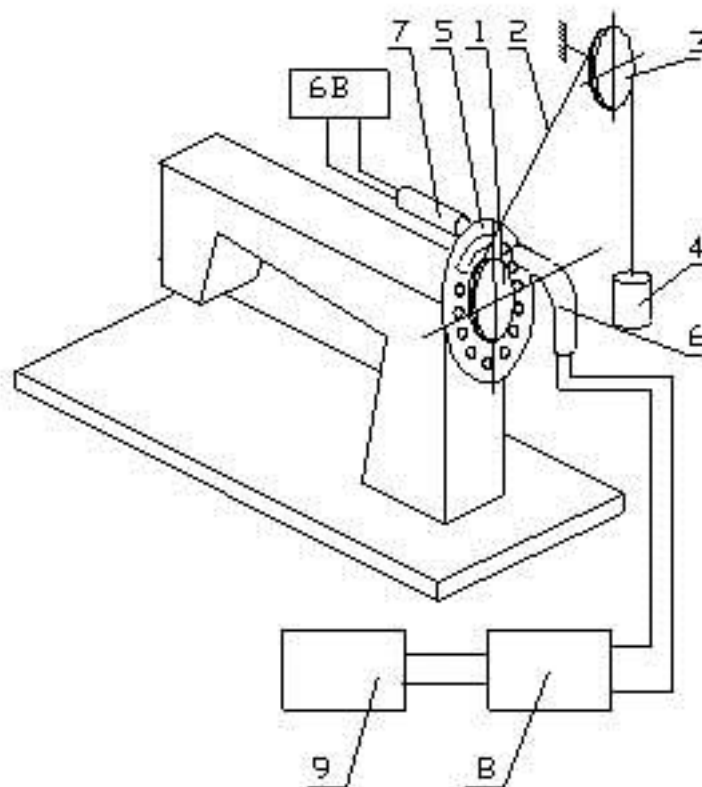


Рисунок 3.1 – Стэнд для експериментального вимірювання механічних характеристик швейних машин на базі швейної машини „Подольськ-142”

Підставка встановлена на базі швейної машини "Подольськ-142" (БРМА24.00.00 000с1). Трос 2 намотується на шків основного вала 3 і перекидається поверх допоміжного шківа 1. Зміна ваги 4 (значення або) фіксується на вільному кінці троса. Диск 5 вимірювального датчика кута повороту головного валу закріплений на кінці шківа 1. По периферії диска 5 виконано 18 отворів, з обох сторін яких встановлені фотометричний чутливий елемент 6 і джерело світла 7. Світлочутливий елемент 6 підключений через підсилювач 8 до реєструючого пристрою 9 (реєструючого пристрою, осцилографа, комп'ютера).

Щоб зафіксувати повний оборот головного вала, один з отворів на диску 5 герметизується і 1 закріплюється на реєструючому пристрої відповідним чином.

3.2 експериментальне визначення механізму легкої промисловості та зменшення моменту інерції машини

3.2.1 як проводити експеримент

У період зниження ваги шківів 1 обертається разом з головним валом і диском 5. Коли диск 5 обертається через отвір, світло від джерела світла 7 періодично потрапляє на світлочутливий елемент 7, генерується електричний імпульс, наприклад, реєструється осцилографом. Відстань між мітками на осцилографі відповідає часу повороту диска 5, що визначається кутом нахилу мікросхеми.

Висота опускання гирьки підбирається таким чином, щоб забезпечити фіксацію 2-3 повних обороту головного валу швейної машини. Експерименти проводяться з гирьками, кожні 2-3 рази. Ваги підбираються таким чином, щоб вони опускалися з невеликим

прискоренням. Для зручності розрахунку бажано, щоб вага була менше норми.

Швейна машинка повинна бути в робочому стані – в неї заправлені як нитки, так і матеріал.

При проведенні експерименту з визначення зменшення моменту інерції швейної машини для прискорення швейної машини використовувалася нормальна сила, отримана при підвішуванні 2-х важків вагою в кілограм.

Початковим положенням головного вала є верхнє положення голки.

В результаті декількох експериментів були отримані осцилограми для кожної ваги (БРМА24.00.00 000 РР2). Осцилограми мають наступний вигляд (див.малюнок 3.2).

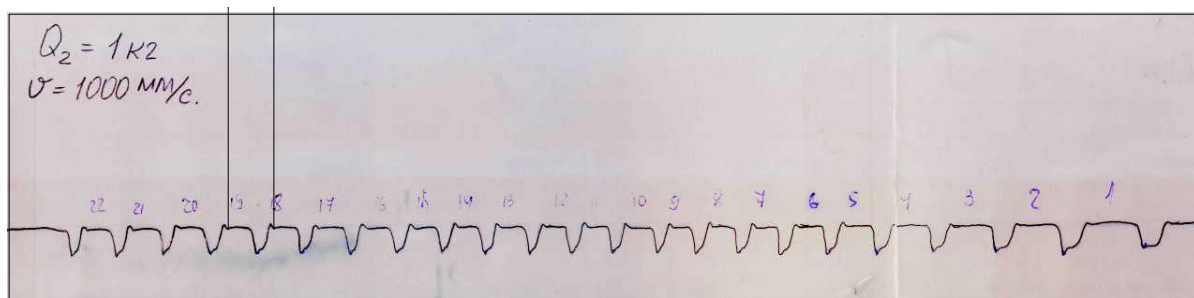


Рисунок 3.2 – Результати експерименту

3.2.2 Обробка результатів експерименту.

Специфікацію БРМА 24.00.00.000 RRP): на основі цих даних, використовуючи методику, описану в пункті 3.1, можна розрахувати значення приведенного моменту інерції при будь-якому положенні головного вала швейної машини, яке є основним моментом інерції швейної машини.

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_1 = 0,262 \text{ рад}$:

$$J_{n1} = \frac{2 \cdot 0,027(1-0,5) \cdot 0,01^2 \cdot 0,0175^2}{0,262 \cdot (0,0175^2 - 0,01^2)} = 31,17 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\frac{2\pi}{n} = \varphi_2 = \varphi_2 - \varphi_1$:

$$J_{n2} = \frac{2 \cdot 0,027(1-0,5) \cdot 0,0098^2 \cdot 0,0178^2}{0,262 \cdot (0,0178^2 - 0,0098^2)} = 31,82 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_3$:

$$J_{n3} = \frac{2 \cdot 0,027(1-0,5) \cdot 0,0095^2 \cdot 0,0188^2}{0,262 \cdot (0,0188^2 - 0,0095^2)} = 30,53 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_4$:

$$J_{n4} = \frac{2 \cdot 0,027(1-0,5) \cdot 0,009^2 \cdot 0,0185^2}{0,262 \cdot (0,0185^2 - 0,009^2)} = 28,96 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_5$:

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$J_{n5} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0087^2 \cdot 0,0175^2}{0,262 \cdot (0,0175^2 - 0,0087^2)} = 29,54 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_6$:

$$J_{n6} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,008^2 \cdot 0,0165^2}{0,262 \cdot (0,0165^2 - 0,008^2)} = 26,34 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_7$:

$$J_{n7} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,008^2 \cdot 0,016^2}{0,262 \cdot (0,016^2 - 0,008^2)} = 28,66 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_8$:

$$J_{n8} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0065^2 \cdot 0,014^2}{0,262 \cdot (0,014^2 - 0,0065^2)} = 19,22 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_9$:

$$J_{n9} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0075^2 \cdot 0,0155^2}{0,262 \cdot (0,0155^2 - 0,0075^2)} = 27,75 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{10}$:

$$J_{n10} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,008^2 \cdot 0,016^2}{0,262 \cdot (0,016^2 - 0,008^2)} = 34,03 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{11}$:

$$J_{n11} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0078^2 \cdot 0,015^2}{0,262 \cdot (0,015^2 - 0,0078^2)} = 35,06 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{12}$:

$$J_{n12} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0075^2 \cdot 0,0145^2}{0,262 \cdot (0,0145^2 - 0,0075^2)} = 33,85 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{13}$:

$$J_{n13} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,008^2 \cdot 0,015^2}{0,262 \cdot (0,015^2 - 0,008^2)} = 41,30 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{14}$:

$$J_{n14} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0085^2 \cdot 0,014^2}{0,262 \cdot (0,014^2 - 0,0085^2)} = 55,24 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{15}$:

$$J_{n15} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0087^2 \cdot 0,0145^2}{0,262 \cdot (0,0145^2 - 0,0087^2)} = 59,58 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{16}$:

$$J_{n16} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0085^2 \cdot 0,0145^2}{0,262 \cdot (0,0145^2 - 0,0085^2)} = 57,76 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{17}$:

$$J_{n17} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,008^2 \cdot 0,0145^2}{0,262 \cdot (0,0145^2 - 0,008^2)} = 50,21 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{18}$:

$$J_{n18} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,008^2 \cdot 0,014^2}{0,262 \cdot (0,014^2 - 0,008^2)} = 53,86 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{19}$:

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$J_{n19} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,007^2 \cdot 0,014^2}{0,262 \cdot (0,014^2 - 0,007^2)} = 38,39 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{20}$:

$$J_{n20} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,007^2 \cdot 0,015^2}{0,262 \cdot (0,015^2 - 0,007^2)} = 38,13 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{21}$:

$$J_{n21} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,007^2 \cdot 0,015^2}{0,262 \cdot (0,015^2 - 0,007^2)} = 39,44 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{22}$:

$$J_{n22} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,007^2 \cdot 0,0156^2}{0,262 \cdot (0,0156^2 - 0,007^2)} = 39,92 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{23}$:

$$J_{n23} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0075^2 \cdot 0,0154^2}{0,262 \cdot (0,0154^2 - 0,0075^2)} = 35,53 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{24}$:

$$J_{n6} = \frac{2 \cdot 0,027(1-0,5) \cdot 0,0068^2 \cdot 0,0138^2}{0,262 \cdot (0,0138^2 - 0,0068^2)} = 31,30 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{25}$:

$$J_{n25} = \frac{2 \cdot 0,027(1-0,5) \cdot 0,007^2 \cdot 0,0133^2}{0,262 \cdot (0,0133^2 - 0,007^2)} = 33,37 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{26}$:

$$J_{n26} = \frac{2 \cdot 0,027(1-0,5) \cdot 0,007^2 \cdot 0,0138^2}{0,262 \cdot (0,0138^2 - 0,007^2)} = 32,37 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

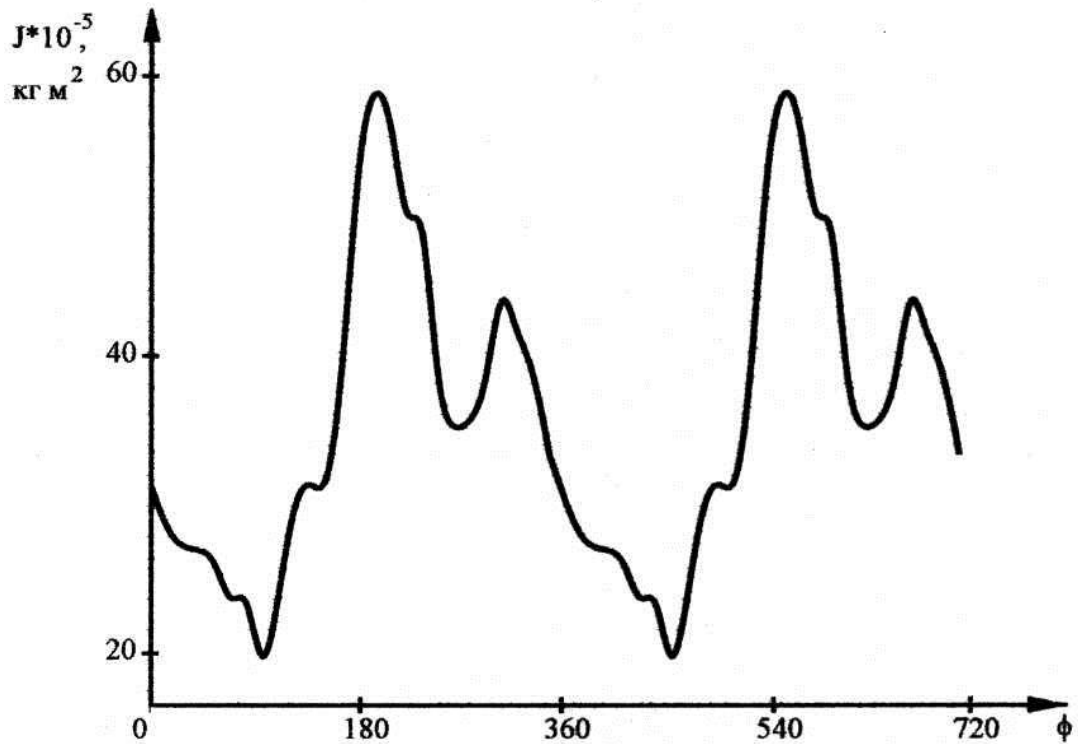


Рисунок 3.3 – Графік залежності приведенного моменту інерції від кута повороту головного валу швейної машини

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{27}$:

$$J_{n27} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0075^2 \cdot 0,014^2}{0,262 \cdot (0,014^2 - 0,0075^2)} = 30,78 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Приведений момент інерції при повороті головного валу на кут $\Delta\varphi_{28}$:

$$J_{n28} = \frac{2 \cdot 0,027(1 - 0,5) \cdot 0,0078^2 \cdot 0,0136^2}{0,262 \cdot (0,0136^2 - 0,0078^2)} = 32,08 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Результати розрахунків зведено в табл.3.1

Таблиця 3.1 - Результати експерименту по визначенню приведенного моменту інерції швейної машини.

№ п/п	Δt_{1i}	Δt_{2i}	$I_{ni} \cdot 10^{-5}$ кг · м ²	№ п/п	Δt_{1i}	Δt_{2i}	$I_{ni} \cdot 10^{-5}$ кг · м ²
	сек				сек		
1	0.0175	0.0100	31.17	15	0.0145	0.0087	59.58
2	0.0178	0.0098	31.82	16	0.0145	0.0085	57.76
3	0.0188	0.0095	30.53	17	0.0145	0.0080	50.21
4	0.0185	0.0090	28.96	18	0.0140	0.0080	53.86
5	0.0175	0.0087	29.54	19	0.0140	0.0070	38.39
6	0.0165	0.0080	26.34	20	0.0150	0.0070	38.13
7	0.0160	0.0080	28.66	21	0.0150	0.0070	39.44
8	0.0140	0.0065	19.22	22	0.0156	0.0070	39.92
9	0.0155	0.0075	27.75	23	0.0154	0.0075	35.53
10	0.0160	0.0080	34.03	24	0.0138	0.0068	31.30
11	0.0150	0.0078	35.00	25	0.0133	0.0070	33.37
12	0.0145	0.0075	33.85	26	0.0138	0.0070	32.37
13	0.0150	0.0080	41.30	27	0.0140	0.0075	30.78
14	0.0140	0.0085	55.24	28	0.0136	0.0078	32.08

На підставі проведених розрахунків можна встановити залежність зменшення моменту інерції від кута повороту головного валу, показану на малюнку 3.3.

Висновки до третього розділу

В результаті проведеного експериментального дослідження з визначення моменту інерції швейної машини доведено ефективність

запропонованого способу визначення динамічних параметрів швейної машини.

Отже, запропоновані спосіб і стенд можуть бути використані не тільки для визначення ККД та інших динамічних параметрів верстатної групи кафедри, а й можуть бути використані в навчальному процесі в якості експериментальної машини.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті аналізу існуючих методів визначення динамічних параметрів швейної машини була сформована тема бакалаврської роботи "Розробка системи управління стендом для вивчення механічних властивостей швейної машини".

2. Були розроблені математичні моделі для визначення динамічних параметрів швейної машини, зокрема моменту інерції та зменшення опору. Ці моделі є основою для експериментального визначення динамічних параметрів швейної машини.

3. В результаті експериментальних досліджень було визначено зменшення моменту інерції швейної машини, що довело ефективність розробленої математичної моделі і працездатність випробувального стенду.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Філіпченко А.С. Основи наукових досліджень. Конспект лекцій: Посібник. – К.: Академвидав, 2004. – 208 с.
2. Бурмістенков О.П., Місяць В.П. Основи математичного моделювання технологічних процесів: Навчальний посібник. .- К.: КДУТД, 2000.- 82с.
3. Орловський Б.В. технологічне обладнання галузі (швейне виробництво): навчальний посібник / Б.В.Орловський, Н.С.Абрінова.-К.: КНУТД, 2013.-285 с.
4. Хоменко Л.М. Обладнання швейного виробництва: Навчально-методичний посібник . –Умань: ВПЦ «Візаві», 2011. -132 с.
5. Комп'ютерне моделювання. Конспект лекцій для студентів спеціальності “Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування” /Г.Ф.Воронін, Г.Б. Параска, Чкалов О.В.– Хмельницький:ТУП,2002.–47с.
6. Ремонт, монтаж та експлуатація технологічного обладнання легкої промисловості. Методичні вказівки до курсового проектування для студентів спеціальності "Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування"/ М.Є. Скиба, В.І. Іщук, Ю.О. Заїчко. -Хмельницький: ТУП, 2002. - 56с.
7. Грушко И.М., Сіденко В.М. Основи наукових досліджень. – Харків : Вища школа, 1983.- 224с.
8. Добров Г.М. Наука про науку.- К.: Наукова думка, 1989.- 304 с.
9. Григорук П.М. Методологія і організація наукових досліджень[Текст]:навч. посіб./ П.М. Григорук, Н.А. Хрущ.- Київ:Кондор,2017.-206 с.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

10.Краус Н.М. Методологія та організація наукових досліджень: навчально-методичний посібник. – Полтава: Оріяна, 2012. – 183 с.

11.Пилипчук М.І., Григорєв А.С., Шостак В.В. Основи наукових досліджень: Підручник.- К.: Знання, 2007.- 270 с.

12.Основи наукових досліджень: навчальний посібник / О.В.Захаркевич, Г.С.Швець, О.М.Сарана.- Хмельницький: ХНУ, 2013.- 223 с.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		