

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:

Прилад для дослідження деформації

порожнистих циліндрів

під час тривалого механічного навантаження

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РНм-61

спеціальності 176

Мікро- та наносистемна техніка

(шифр і назва спеціальності)

<u>Гавліч Д.Р.</u>
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник	<u>Зелінський І.М.</u>
	(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль	<u>Апостол Ю.О.</u>
	(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри	<u>Паламар М. І.</u>
	(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент	<u></u>
	(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Види деформацій

1.2 Індуктивні перетворювачі

1.3 Патентний пошук

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Принципова схема і принцип дії

2.2 Розрахунок плеч навантажувальної системи

2.3 Розрахунок сил і моментів, що діють на плечі системи навантаження

2.4 Розрахунок на міцність коректора паралельності плеч

2.5 Вибір датчиків

2.6 Розрахунок сильфона

2.7 Розрахунок точнісних характеристик індуктивних датчиків

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1 Постановка задачі

3.2 Визначення виду аналітичної залежності і її коефіцієнтів

3.3 Апроксимація дискретних залежностей аналітичними виразами

3.4 Графічні результати моделювання

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Опис принципу роботи та аналіз електронної схеми

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

РЕФЕРАТ

Тема “ Прилад для дослідження деформації порожнистих циліндрів під час тривалого механічного навантаження ”.

Мета проекту - розробка приладу для дослідження деформації порожнистих циліндрів.

Кваліфікаційна робота магістра складається з таких розділів:

- аналітична частина;
- основна частина;
- науково-дослідна частина;
- спеціальна частина;
- охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Об’єкт контролю – деформація циліндрів на згин і кручення.

Під час виконання даної роботи вирішені такі питання:

- виконано опис конструкційного креслення виробу, а також зроблено опис роботи цього пристрою та його компонентів;
- були підібрані та розраховані елементи пристрою;
- перераховано основні технічні властивості даного апарату;
- розроблено математичну модель роботи автоматичного лінійного вимірювального приладу;
- описано функціональну схему системи керування, виконано проектне креслення.

Ключові слова: ДЕФОРМАЦІЯ, ЗГИН, КРУЧЕННЯ, ЦИЛІНДР, КОРЕКТОР ПАРАЛЕЛЬНОСТІ, НАВАНТАЖУВАЛЬНА СИСТЕМА

ВСТУП

Основною функцією галузі виробництва обладнання є забезпечення обладнанням, необхідним для виробництва, контролю та обслуговування високоякісним і надійним обладнанням. Різні галузі промисловості тісно взаємопов'язані, отже, для досягнення вищезазначеного завдання сталеливарна та металообробна галузі стикаються з проблемою покращення якості сталевих виробів та обладнання для обробки сталі. Щоб оцінити механічну поведінку внаслідок широкого діапазону умов проектування та виробництва, проводяться випробування, які певною мірою імітують ці умови. У той же час визначається набір механічних параметрів для більш надійного прогнозування продуктивності системи.

Розвиток прогресивних засобів вимірювання, які забезпечують вирішення проблеми автоматизації (технології, експерименти, дослідження, випробування тощо), відповідає швидкому зростанню цього типу одиниць величини, ускладненню та розвитку одиниць вимірювання. а також підвищена швидкість і точність. Важливою і фундаментальною вимогою для розширення функціональних можливостей сучасних вимірювальних пристроїв є включення програмованої обчислювальної потужності в вимірювальну систему, як правило, у формі мікропроцесора або комп'ютера. Перехід від цифрових датчиків і вимірювальних пристроїв до вимірювальних систем на основі процесорів призвів до вимірювального пристрою, що складається з двох частин – апаратного та програмного забезпечення – оскільки на них основна частина процесу вимірювання реалізована цифровим способом, тобто. за допомогою цифрових змінних.

Перетворювачі потоку, такі як вимірювальні датчики, призначені для перетворення фізіологічної величини у вихідний сигнал, придатний для вимірювання або інших змінних, все частіше використовуються як у вимірювальних технологіях, так і в автоматизованих системах управління процесами.

Слід зазначити, що більшість методів тестування були розроблені давно, і лише самі прилади з часом вдосконалювалися. Робота, подібна до цієї статті, у якій деякі важливі характеристики зразків труб повзучості переробляються під час обертання та кочення та виготовляються з іншими параметрами, їх потрібно планувати та враховувати.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Вили деформацій

Деформація – зміна форми та розмірів тіла під впливом зовнішніх сил, або за зміни навколишніх умов (температури, вологості та інших параметрів).

Процеси деформування вивчають фізика твердого тіла, матеріалознавство, технічна та теоретична механіка, кристалографія, опір матеріалів.

Деформація матеріалів поділяється на три основні групи – пружні (зникають після зняття навантаження), пластичні (залишаються після зняття навантаження) та повзучість (повільно нарастають з часом деформації).

Розглянемо види деформації матеріалів з прикладу деформації металу.

Поділ деформації за видами провадиться залежно від характеру прикладеного до тіла навантаження. Найбільш поширеними прийнято вважати такі види деформації:

- Розтягування;
- Стиску;
- Згину;
- Зсуву (зрізу);
- Кручення.

Деформація розтягу

Виникає в поперечному перерізі тіла під дією сили, що розтягує. Як, наприклад, у випадку із тросами на мостах.

При додатку сили, що розтягує до матеріалу, наприклад, до дроту, вона почне подовжуватися на величину ΔL , яка називається абсолютним подовженням. У разі коли прикладена напруга нижче межі пружності (див. діаграму, значення E_L) матеріалу, розтягнутий дріт приймає свою початкову довжину.

За межею пружності EL залишкова деформація зберігається до значення F (межа плинності). Дріт первісний розмір вже не приймає, але навантаження на нього вважається допустимим. На ділянці FB невелике збільшення напруги спричиняє значне подовження. При досягненні значення B відбувається розрив дроту. Таким чином, можна зробити висновок про те, що деформація розтягування є однією з характеристик жорсткості матеріалу.

Зона PL (від 0 до EL) вважається областю пружних деформацій та безпечною для застосування матеріалів у різних конструкціях.

Можна дійти невтішного висновку у тому, що деформація розтягування одна із характеристик міцності матеріалу. Їй піддаються троси у вантажопідйомних механізмах (крани, ліфти), канати (шахтні підйомники у гірській промисловості, канатні дороги), ланцюги у підйомних пристроях (талі, тельфери).

Необхідно враховувати, що практично в будь-якому матеріалі одночасно задіяно декілька видів деформацій.

Деформація стиску

Аналогічно розтягуванню стиск - деформація, утворена дією поздовжньої стискаючої сили в поперечному перерізі тіла.

Деформація стиснення ідентична деформації розтягування. Під час розрахунків використовуються однакові формули. Винятком є заміна знаків поздовжнього зусилля. При стисненні формула із закону Гука визначення сили пружності виглядає так: $F_{\text{упр}} = - k\Delta x$. Це означає, що енергія стиснення має негативне значення.

При цьому виді деформації довжина тіла зменшується, а поперечні розміри збільшуються.

Деформація стиску відноситься до простих видів деформації. При розрахунках міцності конструкцій береться до уваги дію всіх видів деформації на елемент, що досліджується.

Деформація стиснення присутня в різних конструкційних елементах – основах ковальсько-пресового обладнання, верстатів, фундаментів будівель, несучих елементів перекриттів, розкосах, болтових з'єднаннях та багатьох інших.

Деформація згину

Деформація згину виникає при застосуванні поперечного навантаження у площині поздовжньої осі тіла. Простими словами: відбувається викривлення тіла внаслідок впливу згинального моменту.

Фізичні процеси при згинанні описуються законом Гука. Для визначення енергії деформації використовується модуль Юнга. Підставляючи необхідні значення розрахункові формули, знаходять межу пружності матеріалу (елемента), використовуваного в конструкції. Важливість визначення межі пружності у тому, що з перевищенні його допустимого значення відбувається руйнація матеріалу.

Міцність досліджуваного елемента конструкції (балки, бруса, підвісної опори тощо) обчислюється по деформації вигину за допомогою модуля Юнга.

У техніці та будівництві розрахунки деформації даного типу використовують для економії матеріалів, а також для зменшення ваги конструкцій, що зводяться. Наприклад, суцільні бруси та стрижні замінюють трубами, рейками, двотавровими балками, швелерами.

Деформація зсуву (зрізу)

При деформації зсуву відбувається зсув окремих шарів тіла у вертикальній чи горизонтальній площині.

Відповідно до закону Гука, значення цього виду деформації обчислюється за формулою $\tau = G \cdot \gamma$ (G – модуль зсуву, τ – величина дотичної напруги, γ – відносна деформація). Відмінною особливістю деформації зсуву

полягає у напрямку вектора сили – він спрямований по дотичній до поверхні тіла.

Практичне застосування розрахунку деформації зсуву відбувається під час розрахунку міцності з'єднань заклепками, болтами, пальцями (фаркоп трактора).

Деформація кручення

Кручення характеризується взаємним поворотом поперечних перерізів тіла під впливом у яких пари сил (моменту). Напруга зсуву визначається за формулою $\tau = T \cdot r / J$, де T – крутний момент, r – радіус перерізу та J – інерційний момент.

Розрахунки значень деформації ґрунтуються на застосуванні закону Гука.

Деформація кручення розраховується під час проектування валів машин, шнеків бурових установок, пружин, ходових гвинтів токарних верстатів та інших деталей конструкцій.

Вимірювання величини деформації

Величини деформацій настільки малі, що їх значення можна виміряти лише спеціальними приладами. Найширше застосування у цій сфері знайшли тензометри. Величина деформації фіксується тензодатчиком та виводиться на дисплей (шкалу) приладу.

Для вимірювання показань величин деформації у відповідальних конструкціях (авіація, ракетобудування, атомна енергетика тощо) застосовуються методи визначення деформацій на молекулярному рівні – рентгеноструктурний аналіз, поляризаційно-оптичний та ін.

1.2 Індуктивні перетворювачі

Принцип дії індуктивних перетворювачів базується на зміні їх індуктивного чи активного електричного опору при змінах вхідного сигналу.

Індуктивні перетворювачі (датчики) застосовують у пристроях автоматики для вимірювання невеликих кутових чи лінійних переміщень, контролю за тиском газу, температури, сили, швидкості і т.д

Індуктивний перетворювач представляє собою котушку індуктивності (дросель) , повний опір якої змінюється при переміщенні елементів магнітного кола відносно одне одного.

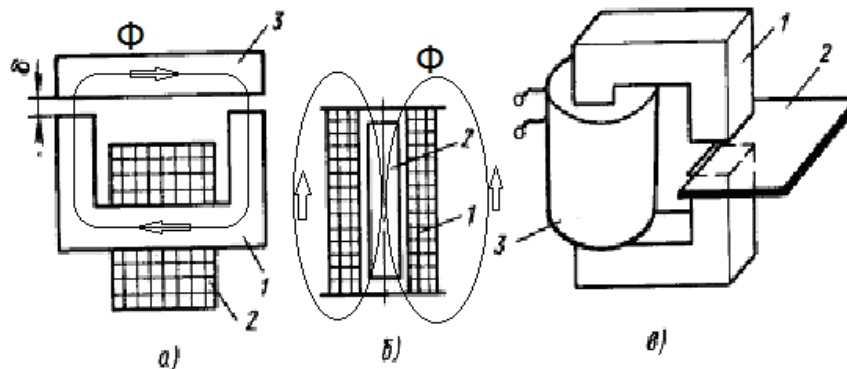


Рисунок 1.1 - Схематичне зображення перетворювачів із змінною індуктивністю - а,б) та змінним активним опором - в)

Під магнітним колом розуміють сукупність областей простору , де локалізоване магнітне поле . Для магнітного кола справедлива формула Гопкінсона ,

$$\Phi_m = \frac{F_m}{R_m}$$

де , Φ_m - магнітний потік ; F_m - магніторушійна сила ;

R_m - повний магнітний опір кола .

При цьому $F_m = IW$,

$$R_m = \frac{l_1}{\mu_0 \mu_1 S} + \frac{l_2}{\mu_0 \mu_2 S} ,$$

де I - сила електричного струму ; l_1, l_2 - довжина першої і другої частини магнітного кола ; S - площа перерізу магнітного кола ; $\mu_0\mu_1, \mu_2$ - магнітні сталі , W – число витків котушки.

Індуктивність котушки L – це коефіцієнт пропорційності між електрорушійною силою самоіндукції E_i в контурі, яка виникає при зміні струму I . Вимірюється індуктивність в одиницях Генрі. Якщо в контурі сила струму змінюється на 1 Ампер за 1 секунду, а ЕРС самоіндукції при цьому рівна 1 Вольт , то контур має індуктивність в 1 Генрі.

$$E_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt}.$$

Існує дві групи індуктивних перетворювачів : із змінною індуктивністю , а також із змінним активним опором . Перетворювач із змінною індуктивністю складається із П - подібного магнітопроводу 1 , на якому розміщена електрична катушка 2 , та рухомого ярма 3 . Під впливом вимірювального вхідного сигналу змінюється відстань між магнітопроводом та ярмом, що приводить до зміни магнітного опору і, відповідно, до зміни індуктивності перетворювача.

Інший тип індуктивного перетворювача (плунжерний) зображено на рисунку б) . Перетворювач представляє собою катушку 1 , всередині якої знаходиться феромагнітний стержень 2 (плунжер) , який переміщується під дією вимірювального вхідного сигналу . При цьому змінюється індуктивність перетворювача. Найбільша індуктивність має місце при середньому положенні стержня відносно котушки.

Схема індуктивного перетворювача із змінним активним опором , приведена на рисунку в) . У проміжок магнітного кола 1, під дією вхідного сигналу, вводиться пластинка 2 з високою електропровідністю. В результаті, під впливом магнітного поля, у пластинці наводяться вихрові струми , що приводить до втрат активної потужності в електричному колі

катушки 3. Такий результат еквівалентний збільшенню активного опору катушки.

Індуктивні перетворювачі плунжерного типу застосовують для перетворення переміщень від 10 до 100 мм. В основі їх роботи лежить зміна магнітного опору частин розсіяного магнітного потоку при переміщенні плунжера.

Плунжерний перетворювач складається із нерухомої катушки 1 і рухомого феромагнітного стержня 2. Індуктивність катушки являється функцією занурення плунжера в середину катушки. На рис.7 б) зображено залежність індуктивності L катушки від глибини X занурення плунжера.

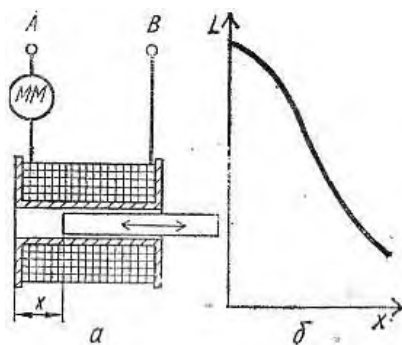


Рисунок 1.2 - Схема плунжерного індуктивного перетворювача – а) , графік його функції перетворення – б).

Оскільки магнітний потік замикається в основному через повітря, то такий перетворювач має меншу чутливість ніж перетворювач із змінним проміжком. По тій же причині для отримання необхідної індуктивності потрібна більша кількість витків катушки, що веде до збільшення її габаритів та ємності. Такі перетворювачі чутливі до впливу зовнішнього магнітного поля і тому потребують екранування.

Для вимірювання вихідного сигналу перетворювача застосовують просте послідовне електричне коло.

1.3 Патентний пошук

При детальному розгляді і вивченні приладу для дослідження деформації порожнистих циліндрів критичний аналіз показав ряд недоліків патенту УДК 620.172.251.2.05-462, Він показав свою застарілість та низьку прихильність до сучасних стандартів. Вони вирішили здійснювати реформи відповідно до сучасних досягнень науки, техніки і технологій. Дослідження цього креативного винаходу показало, що наразі така конфігурація не задокументована, і цей прилад має кілька переваг перед існуючими. Було запроваджено можливість моніторингу та запису даних з автоматичним оновленням під час різання та прокатки. Підвищено вантажопідйомність конструкції, модифіковано систему навантаження, введено компенсатор навантаження та показчик рівня горизонтальної осі під час деформації досліджуваного зразка., коректор паралельності плеч.

Багато патентів і розробок, пов'язаних з нашими темами, було подано та реалізовано. Подібний підхід представлено в [9], але він перевіряє характеристики передачі об'єкта при розтягуванні-стиску, що відокремлює його від користувача. Крім того, комбінована конструкція також тестується на модифікації, абсолютно різні за своєю фізичною природою. Пристрій, описаний у [7], втрачає як величину переданого навантаження, так і висоту підйому. Те саме стосується [8]. Прилад [12] перевіряє зразки, але тільки на стрічку, що знижує її цінність. Альтернативою є [10], де трубка для зразка навантажуються силою, тиском, зовнішнім і внутрішнім тиском, але я припускаю, що використання електрогідравлічного тиску непридатне. Крім вищесказаного, у системи є ряд переваг. Однак я не вважаю за доцільне зупинятися на досягнутому і планую продовжити збір необхідних матеріалів у наступних проектах для його вдосконалення, включно з автоматизацією процесу тестування.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Принципова схема і принцип дії

Принцип дії даного приладу такий: зразок 1 закріплюють у термокамері 2 так, щоб утворити балку 3. плечі 4 кріпляться на ній під прямим кутом до осі. Завдяки зміні довжини плеча 4, ми можемо змінювати кут між віссю зразка і лінією, утвореною точками прикладення сили, що дає можливість навантажувати зразок різними моментами кручення і згину. Давач індуктивний 5 вимірює лінійні розміри контрольованої деталі. Сильфон 6 в парі з індуктивним давачем 5 використовується для повноцінного автоматичного контролю і обробки інформації, при цьому значення тиску трансформується у електричну величину з метою покращення точності вимірювання.

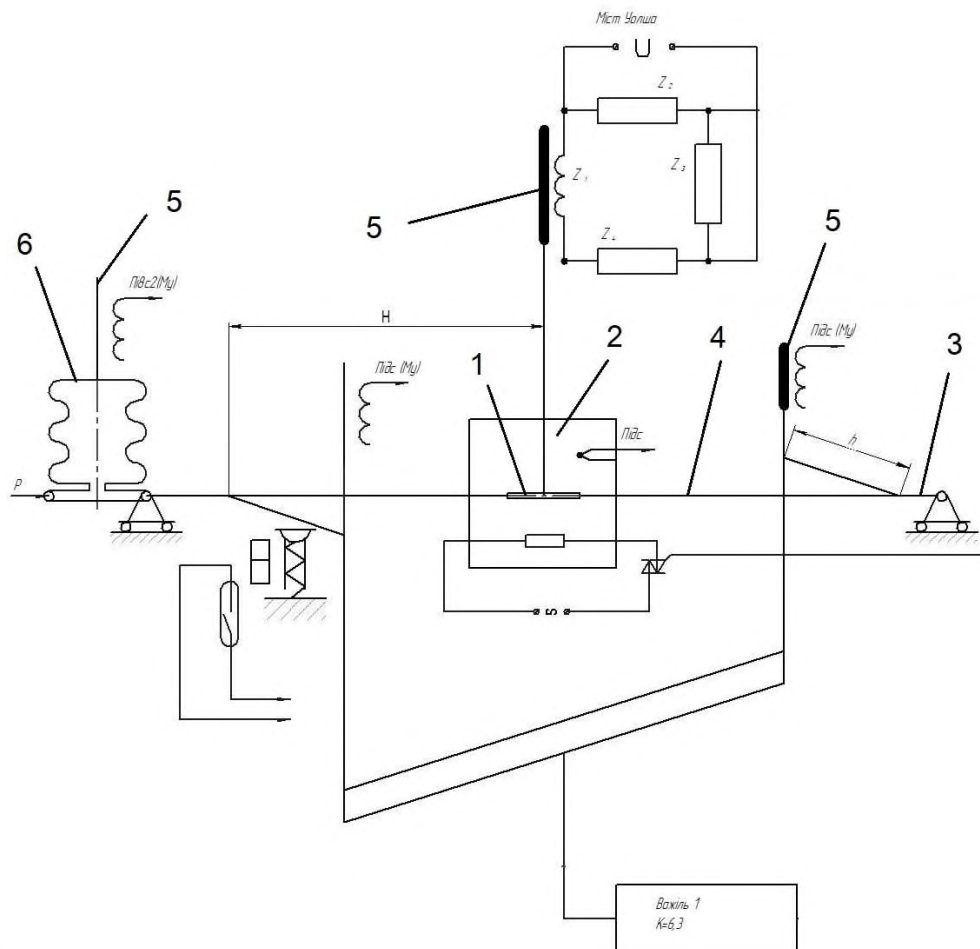


Рисунок 2.1 - Принципова схема приладу

Так при $h=0$ і $h=\max$ маємо відповідно $M_{кр}=0$ і $M_{кр}=\max$. При $h=0$ і відведенні опор маємо $M_{зг}=\max$, тобто тільки згинний момент. Таким чином, змінюючи точку прикладання навантаження і місце розміщення опор можемо отримати три види навантаження: чистий згин, чисте кручення і комбіноване навантаження з різними співвідношеннями $M_{кр}/M_{зг}$. Індуктивні головки реєструють деформації і подають електричний сигнал на самописець. Система навантаження складається з двох плеч із загальним коефіцієнтом підсилення 40, з коректора паралельності плеч для підвищення точності проведення дослідження, врівноважувач, котрий компенсує різницю ваг плечей, компенсатор деформації зразка, що забезпечує однакове і стабільне навантаження в поперечному січенні зразка і, власне, самого навантаження. Для отримання згину необхідно, щоб опори могли переміщатися в напрямку осі зразка. Температура камери доводиться до 800°C , що є важливою умовою при проведенні дослідження деформації порожнистих циліндрів під час тривалого механічного навантаження. Охолодження зовнішньої частини камери проводиться проточною водою.

2.2 Розрахунок плеч навантажувальної системи

Визначити функцію підсилення системи навантаження $K_{п.ч.}=40$. Припустивши, що:

$$K_{п.ч.} = \prod_{i=1}^n K_{п.},$$

де i – кількість,

$K_{п.i}$ – підсилення i -го.

Маємо

$$K_{п.ч.} = K_{п1} \cdot K_{п2}$$

Нехай кожне підсилення буде однаково для важелів. Тоді $K_{п}$ рівний:

$$K_{п.ч.} = K_{п1} = K_{п2} = \sqrt{K_{п.ч.}} = \sqrt{40} \approx 6,32$$

Виходячи з проектних критеріїв, визначаємо довжину першого важеля $L_1=1000$ мм, та іншого – $L_2=500$ мм. Систему рівнянь розв'яжемо:

$$\begin{cases} \frac{l_2}{l_1} = K_{п1}; \\ l_1 + l_2 = 500; \end{cases}$$

і

$$\begin{cases} \frac{l_4}{l_3} = K_{п2}; \\ l_3 + l_4 = 1000 \end{cases}$$

отримаємо відповідно, що

$$\begin{aligned} l_1 &= 67,6 \text{ мм} & l_2 &= 432,4 \text{ мм} \\ l_4 &= 863,5 \text{ мм} & l_3 &= 136,5 \text{ мм} \end{aligned}$$

Отримавши довжину кожного плеча, ми можемо обчислити довжину кожного будь-яким способом. Однак для цього спочатку потрібно знати навантаження робочі.

2.3 Розрахунок сил і моментів, що діють на плечі системи навантаження

Розрахунки слід починати з випробуваного крутного моменту на моделі $250 \text{ Н}\cdot\text{м}$. У цьому випадку ми діаграму створюємо (рисунок 2.2).

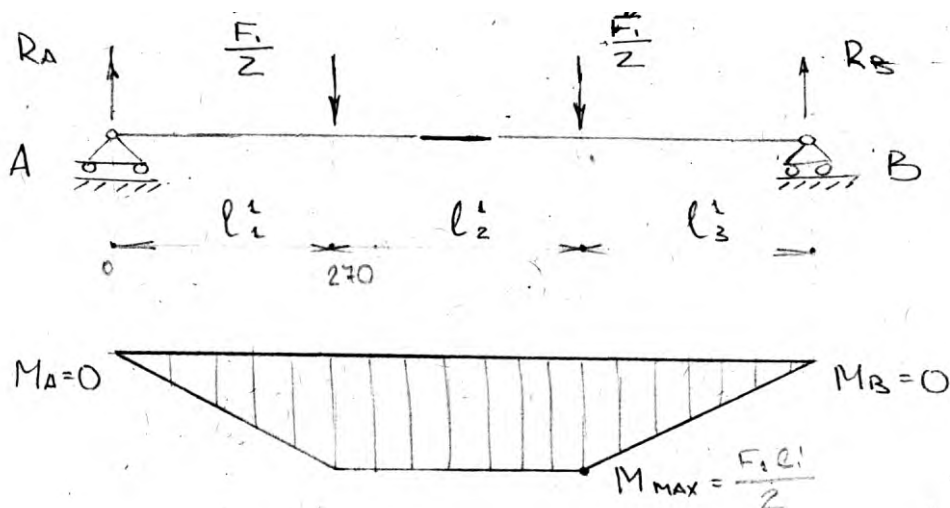


Рисунок 2.2 - Діаграма моментів

При довжині постійній $l_1^1 = 270$ мм (опори не підтримують втулку) і $M_{\max} = 250$ Н·м, знаходимо силу F_1 , яка потрібна для створення даного моменту.

$$M_1 = \frac{F_1 l_1^1}{2};$$

$$M_1 = 250 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$l_1^1 = 0.27 \text{ м};$$

$$F_1 = \frac{500}{0.27} = 1851 \text{ Н}$$

Отримали силу, необхідну для створення крутного моменту 250 Н·м. Така ж сила діє на перший підйом навантажувальної системи. Враховуючи, що основною функцією важеля є

$$F_1 l_1 = F_2 l_2, \text{ і } k = \frac{l_2}{l_1} \text{ маємо:}$$

$$F_2 = F_1 \frac{l_2}{l_1} = \frac{F}{6.32} = \frac{1851}{6.32} = 292 \text{ Н}$$

Момент шукаємо, що у даній точці b діє:

$$M_2 = F_1 l_1 = F_2 l_2 = 292 \cdot 0.432 = 1262.5 \text{ Н}$$

Сила, що діє в точці c, дорівнює силі, що діє в точці b.
(рисунок 1.3).

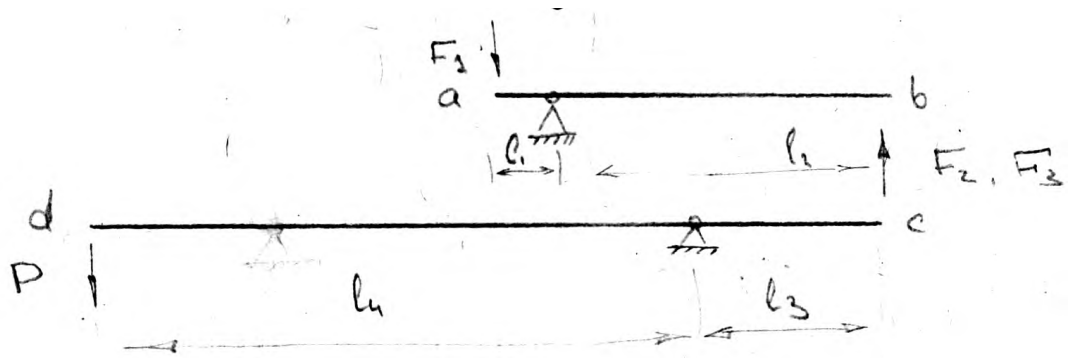


Рисунок 2.3

Записати можна: $F_3 = F_2 = 292 \text{ Н}$.

Запишемо подібно до попередніх розрахунків:

$$P = F_2 \frac{l_3}{l_4} = \frac{F_2}{k} = \frac{292}{6.32} = 46.1 \text{ Н}$$

$$M_4 = F_3 l_3 = P l_4 = 46.1 \cdot 0.863 = 39.8 \text{ Нм}$$

Таким чином ми отримали суму моментів сил, що діють на поворотні важелі.

Розрахуйте на міцність системи завантаження

Щоб обчислити частоту матеріалу, ми спочатку розраховуємо властивість матеріалу. Виходячи з проектних розрахунків, враховуючи, що загальна довжина $h = \dots$ мм, важливо забезпечити надійність в поперечному перерізі і для всіх матеріалів вибираємо сталь Ст.3. Має такі показники: $[\sigma_p] = 96 \text{ Н/мм}^2$, $[\tau_{зр}] = 72 \text{ Н/мм}^2$, $[\sigma_{зм}] = 173 \text{ Н/мм}^2$, $[\sigma_{зг}] = 210 \text{ Н/мм}^2$. [5, с.9]

Обчисліть загальний переріз, необхідний для кожного підйому в критичних точках. Щоб дізнатися, зробимо епюру моментів спочатку для важеля першого (рисунок 1.4).

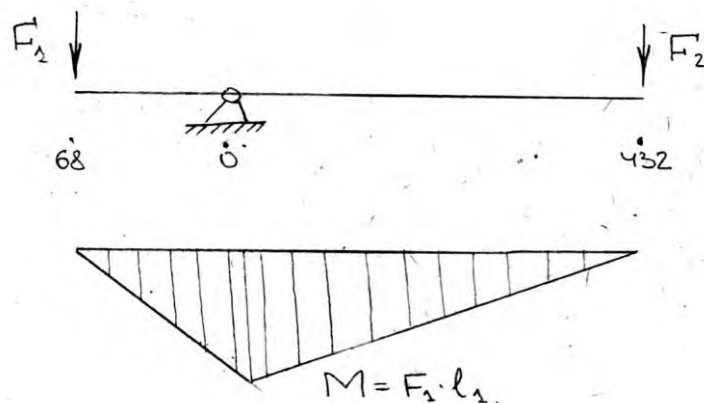


Рисунок 1.4 - Епюра моментів

Очевидно, як видно з епюри моментів, найбільший момент знаходиться в точці кріплення важеля. Тому необхідно зробити розрахунок важеля за допустимими напруженнями на

Очевидно, як ви можете бачити на схемі, найвище напруження там, де знаходиться важільне кріплення. Тому замовлення слід розраховувати відповідно до нормального напруження:

- 1) на згин самого плеча;
- 2) зріз на важільній осі;
- 3) розтяг матеріалу в січенні ослабленому.

Найкраще почати з базового згину обрахунків:

$$\sigma_3 = \frac{M_3}{\omega_E} \leq [\sigma]_3, \quad (1.10)$$

$$\text{де } M_{32} = F_1 l_1 = F_2 l_2; \quad (1.11)$$

ω_0 - це момент опору осьовий

$$\omega_0 = \frac{bh^2}{6} \quad (1.12)$$

При заданому $\sigma = 15\text{мм}$ (заготовки всі з товщиною однаковою) знайдемо h :

$$h \geq \sqrt{\frac{6K_3 F_1 l_1}{[\sigma]_3 \cdot b}}; \quad (1.13)$$

де: K_3 - коефіцієнт запасу, $K_3=4,6$:

$$h \geq \sqrt{\frac{6 \cdot 4.6 \cdot 126 \cdot 10^3}{210 \cdot 15}} = 71.2 \text{ (мм)}.$$

Приймемо $h_1=71,2\text{мм}$.

Розраховуємо вісь на зріз:

$$\tau_3 = \frac{F}{S} \leq [\tau_3], \quad (1.14)$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \quad \text{звідки}$$

$$\frac{4F}{\pi d^2} \leq [\tau_3], \quad K_3=15,0 - \text{навантаження і значення порахуємо.}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4FK_3}{\pi[\tau_3]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1851 \cdot 15,0}{3,14 \cdot 72}} = 22,79 \text{ (мм)}.$$

Візьмемо $d = 23 \text{ мм}$.

Ми розглядаємо зсув матеріалу зі слабкої сторони, припускаючи, що розмір отвору є відносно осі важеля. $d_0 > d$, тобто $d_0 = 24 \text{ мм}$.

$$\sigma_p = \frac{F \cdot K_3}{(\sigma - d_0)h} \leq [\sigma]_p \quad (1.15)$$

буде:

$$\sigma_p = \frac{(1851 + 292) \cdot 5,0}{(72 - 24) \cdot 15} = 14,9 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Так як сила F складається з двох діючих паралельно сил F_1 і F_2 , отже їх можна додати, або $F = (F_1 + F_2) = F_1 + F_2 = 1851 + 292 = 2143 \text{ Н}$;

Результати експерименту показали правильний вибір матеріалу та товщини, як $\sigma_p \leq [\sigma_p]$ виконується.

Розрахунок проводити для важеля іншого (цього плеча):

$$h \geq \sqrt{\frac{6K_3M_3}{[\sigma_3]}};$$

$$h \geq \sqrt{\frac{6 \cdot 13 \cdot 39,8 \cdot 10^3}{210 \cdot 15}} = 31,39 \text{ мм}.$$

Візьмемо $h = 32$.

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot (46 + 292) \cdot (K = 5)}{\pi \cdot 72}} = 5,46 \text{ мм}.$$

Візьмемо $d = 6 \text{ мм}$. Отже $d_0 = 7 \text{ мм}$.

Перевіримо:

$$\sigma_p = \frac{(46 + 292) \cdot 5,0}{(32 - 7) \cdot 15} = 4,5 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2};$$

У цьому випадку експеримент довів, що наш вибір був правильним. Таким чином, ми перевірили нашу проектну систему навантаження щодо допустимих напружень на зсув опори, слабе подовження матеріалу при зсуві, що є результатом необхідної функції отворів, на які негативно вплинуло б переривання волі. Ми отримали надійність і міцність в системі навантаження із коефіцієнтом загальним запасу $K_3 = 5$, коли у цьому випадку є 5.....15.

2.4 Розрахунок на міцність коректора паралельності плеч

Врвховуючи сили і моменти, що діють на коректор, виникає така ситуація: сила осьова діє одночасно на гвинт. F_a та момент крутний $M_{тр}$ від тертя ($M_{тр}$) у різьбі, коли гайка підтягується. У цьому випадку розрахунок проводиться на еквівалентне напрудження. $\sigma_{екв}$ (3). Так як для різьби кріпильних коли $\lambda = 3..4^0$ $\sigma_{екв} = 1,3 \sigma_p$, що дозволяє підраховувати потоки, які отримують точну дату, лише якщо це мале навантаження $[\sigma_p] = \sigma_p/1.3$. Тобто для даного матеріалу Ст3 $[\sigma_p] = 9,6/1,3 = 73,8 \frac{H}{MM^2}$;

Розрахунок на розтяг робимо за формулою:

$$\sigma_p = \frac{F}{S} \leq [\sigma_p]; \quad (1.16)$$

Буде у цьому випадку:

$$\sigma_p = \frac{4F_2 K_3}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma_p] ; \quad (1.17)$$

Отримаємо d_1 :

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4F_2 K_3}{\pi [\sigma_p]}} ; \quad (1.18)$$

Отримаємо при цих даних:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 292 \cdot 2 \cdot 5}{3.14 \cdot 74}} = 13.16 \text{ мм.}$$

Візьмемо $d_1 = 13,83\text{мм}$.

Тоді різьба повинна бути М16. Крок оберемо відповідний, значить 2 мм.

2.5 Вибір датчиків

Оскільки мінімальна температура термокамери становить 800°C , а випробування проводяться протягом тривалого періоду часу, необхідно вибрати датчик, який витримує цю температуру. Теплова крива може підтримувати температуру 1300°C у короткостроковій перспективі та від -200°C до $+1000^{\circ}\text{C}$ у довгостроковій перспективі. При 0°C знак на виході сигнал $U_{вих}^{0^{\circ}\text{C}} = 0\text{В}$, а при $T_k = 850^{\circ}\text{C}$ вихідна напруга $U_{вих}^{850^{\circ}\text{C}} = 35,36\text{ мВ}$. Значення температурної похибки $\Delta t = 6,5^{\circ}\text{C}$, вихідна похибка $\Delta e = 0,26\text{ мВ}$. (дані подані при $T = 800^{\circ}\text{C}$). Матеріал для кінця позитивного – хромель, для виходу негативного – алюмель, відповідно до ДСТУ.

Датчик температури має структуру, подібну до стрижня, причому остання є двопровідною структурою хромель та алюмель. Дроти, які тримають контроль температури, укладені в порцелянову трубку від кінцевого радіатора до радіатора, захищаючи його від високих температур. Він приймає сигнал з виходу термометра і підсилює його до потрібного значення. ($U_{\max}^t \leq 10\text{В}$), на АЦП його через комутатор подають.

Для повністю автоматичного управління та обробки даних значення тиску повинні бути перетворені в електричні значення. Для цього була використана пара приладів, що складається з насоса (розрахунок показано нижче) та електронного датчика. Шкала коливається від 0 до 50 кг, що забезпечується тестами. Слід зазначити, що ці два вимірювання мають дуже мале стандартне відхилення, але похибка є прийнятною для цих вимірювань.

Ті самі електронні датчики використовуються в компоненті тензодатчика для вимірювання крутного моменту та крутного моменту.

Зокрема, покращує конструктивні показники пристрою, такі як використання різноманітних модулів. точка вимірювання $\square 1,5$ мм; Вільний хід на початку шкали 8 мм. Розміри габаритні $\varnothing 28 \times 156$ мм. Сигнал від датчиків подається в збалансовану схему моста Уолша, що доцільно в даному випадку. Таким чином, сигнали від кожного датчика передаються через чотири незалежні мости Уолша. Ця схема точність високу має і відповідає вимогам для дослідження зміни напруги в циліндрі при тривалих механічних навантаженнях, включаючи згинальні і крутні моменти. Порівняно з попередньою конфігурацією, спрямовані зміни на те, щоб підвищити вимірювальну точність.

Похибка датчика індуктивного $\Delta = 6 \cdot 10^{-3}$ мм.

При показі вимірювання $l = 1.5$ мм у нас буде:

$$\varepsilon_l = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{1.5} \cdot 100\% = 0.04\%;$$

Похибка відносна пари вимірювання тиску:

$$\varepsilon_p = \frac{29}{50 \cdot 10^{-3}} 100\% = 0.058\% ;$$

Похибка відносна перетворювача термоелектричного:

$$\varepsilon_T = \frac{6.5^\circ\text{C}}{800^\circ\text{C}} 100\% = 0.81\% ;$$

2.6 Розрахунок сільфона

Переміщення сільфона δ_d визначимо від сили прикладеної F:

$$\delta_o = 2k \cdot A_f \frac{R_n^2 F}{E \cdot h^3}$$

де A_f – коефіцієнт, що від співвідношення $C = R_n/R_b$ залежить

R_b – радіус внутрішній сільфона;

R_n – радіус зовнішній сільфона;

k – кількість гофрів з профілем повним.

h – товщина сифонної стінки;

Порожнину внутрішню сифона переміщення, при тиску P_y визначимо:

$$\delta_p = 2k \cdot A_p \frac{P \cdot R_n^4}{Eh^3}$$

де A_p – коефіцієнт, який буде від співвідношення $C = R_n/R_b$ залежати

h є невідомим у цій формулі. Для того, щоб визначити більш точно переміщення сифону при тиску:

$$\delta_f = PS_{ef} \frac{(1 - \nu^2)k}{Eh_0(A_0 - \alpha A_1 + \alpha^2 A_2 + B_0 h_0^2 / R_s^2)}$$

де S_{ef} – площа сифону, що є ефективною;

$$S_{ef} = \frac{\pi(R_H + R_s)}{4};$$

ν – коеф. Пуасона

A_0, A_1, A_2, B_0 , - коефіцієнти, що не мають розмірів. Визначають їх залежно від параметрів, що не мають розмірів

$$C = R_n/R_b; m = r/R_b$$

α – кут нахилу сифонної стінки до осі, що до сифону перпендикуляр.

r – радіус кривизни в тих місцях, де матеріал згинається.

$$\alpha = \frac{4r - t}{2(R_n - R_d - 2r)}$$

де t – крок гофрів, м.

Значить, кількість гофрів з профілем повним

$$k = \frac{4\delta_f E h_0 (A_0 - \alpha A_1 + \alpha^2 A_2 + B_0 h_0^2 / R_e^2)}{\pi (R_n + R_e)^2 (1 - f)^2 P};$$

Візьмемо Бр.Б2 і будемо мати, при $k = 7$, $\delta_0 = 1,29$ мм.

2.7 Розрахунок точнісних характеристик індуктивних датчиків

Розрахунок величини відхилень точок розрахунку від описаної в теорії, визначимо рівнянням

$$Q = -21,818 \cdot W^2 + 32,909 \cdot W + 0,095 ,$$

Таблиця 1 – Дані для визначення коефіцієнтів рівняння, що описує ознаку перетворення індуктивного датчика

W	U	U*	U*W	W*	W*W*	W*W*W
		W	*W	W	W	*W
-	-	0,8	-	0,022	-	0,000506
0,15	5,5	25	0,12375	5	0,003375	25
	-	0,3	-			
-0,1	3,1	1	0,031	0,01	-0,001	0,0001
-	-	0,0	-	0,002	-	0,000006
0,05	1,7	85	0,00425	5	0,000125	25
0	0	0	0	0	0	0
	1,	0,0	0,004	0,002	0,0001	0,000006
0,05	8	9	5	5	25	25
	3,	0,3				
0,1	1	1	0,031	0,01	0,001	0,0001
	4,	0,6	0,101	0,022	0,0033	0,000506
0,15	5	75	25	5	75	25
	5,	1,1				
0,2	8	6	0,232	0,04	0,008	0,0016
		1,7	0,437	0,062	0,0156	0,003906
0,25	7	5	5	5	25	25
0,3	8	2,4	0,72	0,09	0,027	0,0081
Сума по стовпцях						
	1	7,6	1,367	0,262	0,0506	0,014831
0,75	9,9	05	25	5	25	25

Для взаємодії кількість точок $N=10$.

Враховуючи дані таблиці 1, параболічна крива вихідної системи рівнянь має такий вигляд:

$$\begin{aligned}19,9 &= 0,2625 a_2 + 0,75 a_1 + 10 a_0 \\7,605 &= 0,050625 a_2 + 0,2625 a_1 + 0,75 a_0 \\1,36725 &= 0,01483125 a_2 + 0,050625 a_1 + 0,2625 a_0 .\end{aligned}$$

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1 Постановка задачі

Вхідні характеристики є важливими параметрами, які гарантують специфічні характеристики точності вихідних датчиків. Постійна характеристика вихідної напруги незалежно від відцентрової лінії є нелінійною. Відповідно до [22, с.341], для індуктора при переміщенні сердечники на 300 мкм швидкість деформації становить менше 6%. Нелінійності менше 1% присутні в невеликій частині профілю поблизу точки рівноваги. Тому однією з поширених процедур вимірювання за допомогою аудиторів є коригування результатів аудиту на основі вимірювань, отриманих під час процесу сертифікації аудитора.

У деяких випадках характер зв'язку між змінними можна визначити на основі набору вимірювань (наприклад, залежна від температури зміна опору на даному термометрі). Але часто бувають випадки, коли природа незалежності між змінними раніше невідома, і необхідно вивести математичне пояснення незалежності між ними з експериментальних даних. Якщо відомий характер незалежності між змінними, задача зводиться до визначення фіксованих факторів у рівнянні взаємозв'язку за допомогою методу найменших квадратів. Дотримуючись цього методу, після спостереження за зв'язком між двома змінними ми отримуємо велику кількість інформації, яка, будучи описаною в результатах, формує статистичну модель. На цьому рисунку ми малюємо блок-схему для представлення зв'язку між рівнями в графічному форматі, використовуючи графічне представлення отриманих таким чином результатів аналізу. Якщо характер взаємозв'язку виражений рівнянням

$$\bar{y}_x = f(x), \quad (3.1)$$

то умова показана буде:

$$Q = \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_x)^2 = \min, \quad (3.2)$$

де y - ордината точки на графіку, відповідно до даних досліджень;

$\bar{y}_x$ - на лінії ордината точки відповідної $\bar{y}_x = f(x)$.

В рівняння (2.1) крім функцій $\bar{y}_x$ і аргументу x , входить ряд постійних коефіцієнтів $a_0, a_1, a_2 \dots a_n$, значення кількісне визначається рівнянням досить чітко (2.1). Для виконання умови (2.2) перші похідні функції Q повинні дорівнювати нулю для всіх коефіцієнтів. $a_0, a_1, a_2 \dots a_n$.

Таким чином, ми отримуємо ряд рівнянь з фіксованими коефіцієнтами в рівнянні (3.1):

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{1}{2} \frac{\partial y}{\partial a_0} &= \sum_{i=0}^N (a_0 + a_1 x_i + \dots + a_m x_i^m - y_i) x_i^0 = 0; \\ \frac{1}{2} \frac{\partial y}{\partial a_1} &= \sum_{i=0}^N (a_0 + a_1 x_i + \dots + a_m x_i^m - y_i) x_i^1 = 0; \\ &\vdots \\ \frac{1}{2} \frac{\partial y}{\partial a_m} &= \sum_{i=0}^N (a_0 + a_1 x_i + \dots + a_m x_i^m - y_i) x_i^m = 0. \end{aligned} \right. \quad (3.3)$$

Систему рівнянь розв'язуючи (2.3), отримали такі значення коефіцієнтів $a_0, a_1, a_2 \dots a_n$.

Якщо наприклад залежність є лінійною між змінними та буде визначено з рівняння:

$$\bar{y}_x = a_1 x + a_0, \quad (3.4)$$

де a_0, a_1 – коефіцієнти постійні,

тоді умова (1.1) такою буде:

$$Q = \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_x)^2 = \sum_{i=1}^N (y_i - a_1 x_i - a_0)^2 = \min. \quad (3.5)$$

Візьмемо перші похідні функції (2.5) за рівняннями a_0 , a_1 і після нескладних перетворень прирівнюємо їх до нуля, і отримаємо систему - два рівняння:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N y_i = a_1 \sum_{i=1}^N x_i + a_0 N; \\ \sum_{i=1}^N y_i x_i = a_1 \sum_{i=1}^N x_i^2 + a_0 \sum_{i=1}^N x_i. \end{cases} \quad (3.6)$$

Визначимо коефіцієнти a_0 і a_1 розв'язком системи рівнянь (2.6).

Якщо наближена лінійна крива пов'язана з декількома рівняннями, то рівняння, яке описує найбільш бажану залежність, можна вибрати шляхом визначення констант у цих рівняннях методом найменших квадратів і оцінки адекватності отриманих залежностей. У переважній більшості випадків форма кривої наближення така:

3.2 Визначення виду аналітичної залежності і її коефіцієнтів

Розглянемо обробку даних, отриманих для індуктивного датчика з довідкової літератури. Опис точок взаємодії переміщення сердечника W , мкм і вихідної напруги U , В для переміщення дна сильфона, розрахованого в розділі 1, та результати визначення допоміжних коефіцієнтів, що входять в рівняння, аналогічне системі (3.6), отримані з використанням Excel, представлені в таблиці 3.1.

Обробку інформації, що отримали з літератури довідкової для індукційного датчика. Для переміщення під мембраною трубки, розглянутого в пункті 1, визначення точок контакту первинного переміщення W , мкм і вихідної напруги U , В, а також результати визначення допоміжних факторів, включених до рівняння, таких як система (3.6.), яку ми отримали за допомогою Excel, показано на таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Дані для визначення рівняння, що описує передатні характеристики індуктивного датчика

W	U	U*W	U*W*W	W*W	W*W*W	W*W*W*W
-0,15	-5,5	0,825	-0,12375	0,0225	-0,003375	0,00050625
-0,1	-3,1	0,31	-0,031	0,01	-0,001	0,0001
-0,05	-1,7	0,085	-0,00425	0,0025	-0,000125	0,00000625
0	0	0	0	0	0	0
0,05	1,8	0,09	0,0045	0,0025	0,000125	0,00000625
0,1	3,1	0,31	0,031	0,01	0,001	0,0001
0,15	4,5	0,675	0,10125	0,0225	0,003375	0,00050625
0,2	5,8	1,16	0,232	0,04	0,008	0,0016
0,25	7	1,75	0,4375	0,0625	0,015625	0,00390625
0,3	8	2,4	0,72	0,09	0,027	0,0081
Сума по стовпцях						
0,75	19,9	7,605	1,36725	0,2625	0,050625	0,01483125

Кількість точок підключення $N=10$.

Згідно з даними таблиці 3.1, вихідна система рівнянь для параболічної кривої буде виглядати так:

$$19,9 = 0,2625 a_2 + 0,75 a_1 + 10 a_0 \quad (3.7)$$

$$7,605 = 0,050625 a_2 + 0,2625 a_1 + 0,75 a_0 \quad (3.8)$$

$$1,36725 = 0,01483125 a_2 + 0,050625 a_1 + 0,2625 a_0 . \quad (3.9)$$

При розв'язку для системи рівнянь (3.7) – (3.9) з використанням пакету “MathCad Pro” маємо такі результати:

$$a_2 = -21,818 ;$$

$$a_1 = 32,909 ;$$

$$a_0 = 0,095.$$

Розрахунок значень ділення розрахункових балів на теоретичні бали, що представлено рівнянням

$$Q = -21,818 \cdot W^2 + 32,909 \cdot W + 0,095 , \quad (3.10)$$

зображено в таблиці 3.2.

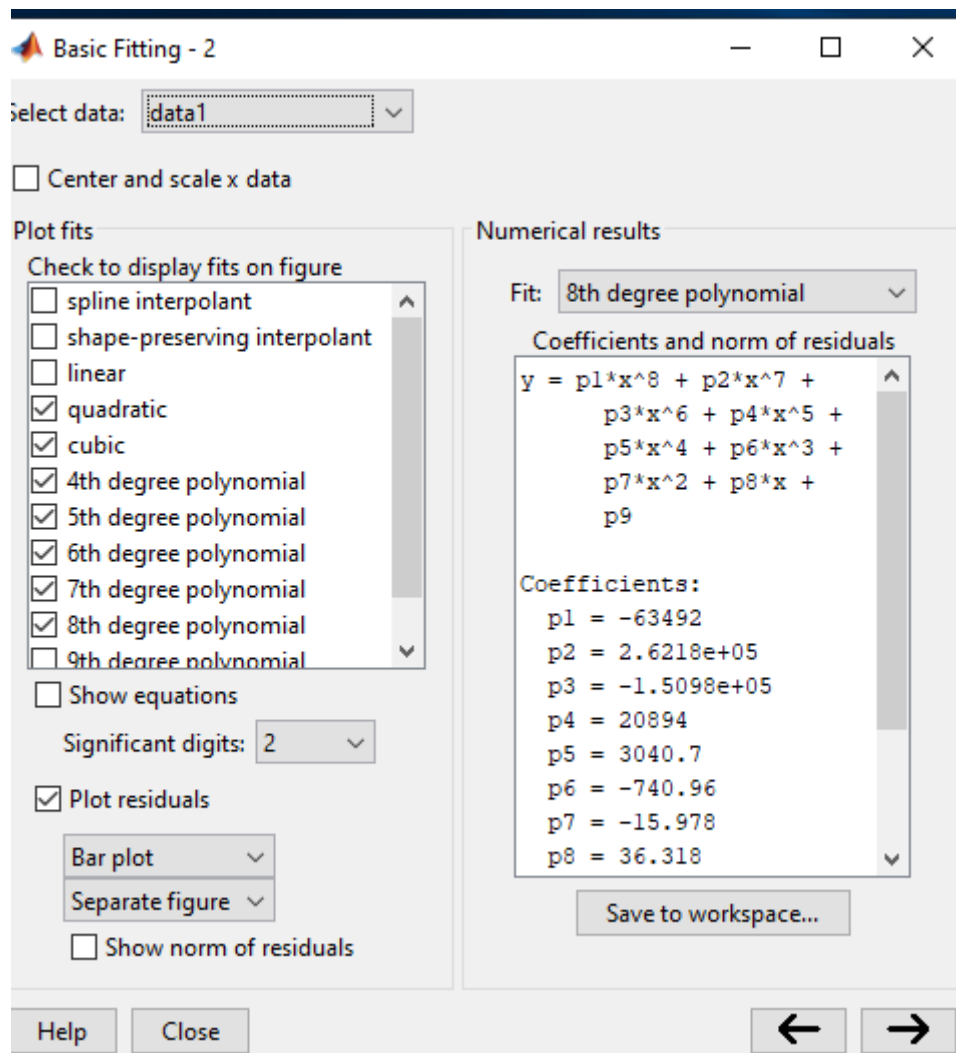
Таблиця 3.2 - Розрахункові значення відхилень точок розрахункових від теоретичних

W , мм	$U_{\text{експ.}}$, В	$U_{\text{розн.}}$, В	$U_{\text{експ.}} - U_{\text{розн.}}$, В
-0,15	-5,5	-5,332255	-0,167745
-0,1	-3,1	-3,11408	0,01408
-0,05	-1,7	-1,604995	-0,095005
0	0	0,095	-0,095
0,05	1,8	1,685905	0,114095
0,1	3,1	3,16772	-0,06772
0,15	4,5	4,540445	-0,040445
0,2	5,8	5,80408	-0,00408
0,25	7	6,958625	0,041375
0,3	8	8,00408	-0,00408

Гранична похибка не перевищує 3,1 %.

3.3 Апроксимація дискретних залежностей аналітичними виразами

Використання зважених компонентів у MATLAB, порівняння даних із таблиці 3.1 оцінка послідовності продуктивність-надійність (по суті $n-1$, де n – кількість параметрів) може бути виконана автоматично за допомогою алгоритму базової оптимізації, якщо він доступний на панелі інструментів після відображення, скориставшись опцією Basic Fitting при звертанні до Tools після виводу дискретної залежності у графічне вікно.



Замінюючи порядок критерію підгонки конкретним вікном Basic Fitting, ми отримуємо діаграми фільтра та графіки членів фільтра, обчислені методом найменших квадратів, як показано на рис. 3.1.

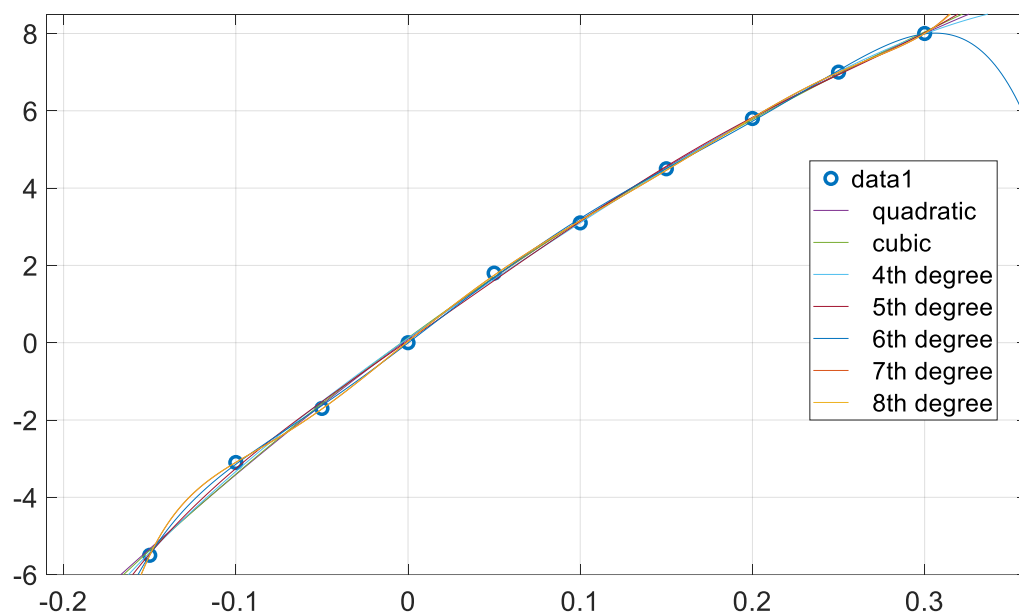


Рисунок 3.1 - Графічне представлення поліноміальних інтерполяцій даних з табл. 3.1 за методом найменших квадратів до 8-го порядку включно

Відхилення початкових експериментальних даних від кривих моделювання в кожному випадку для різних поліноміальних наближень показано на рис. 3.2.

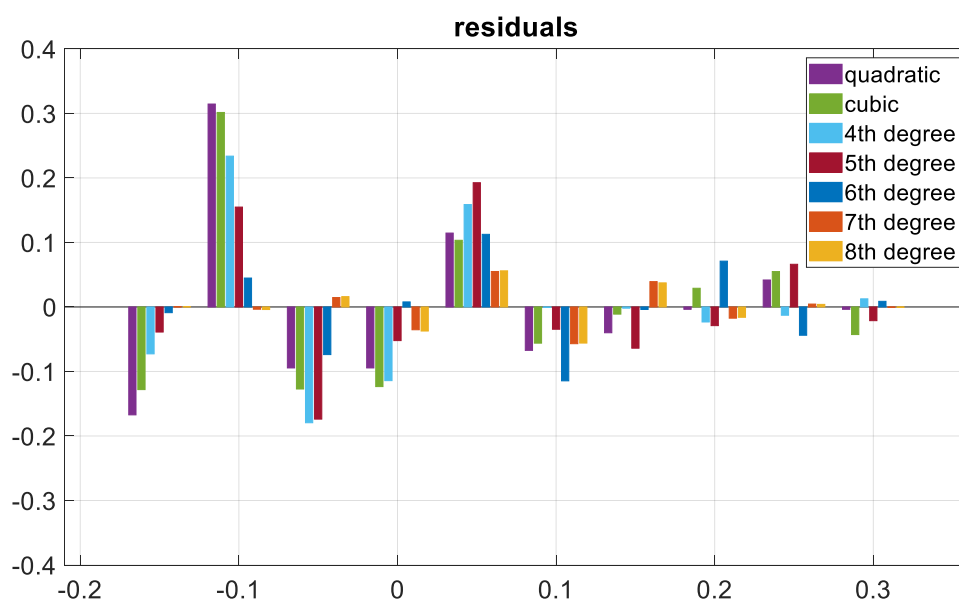


Рисунок 3.2 – Відхилення вихідних експериментальних даних від апроксимаційних кривих в кожній точці

При виборі поліноміальної апроксимації необхідно знайти компроміс між точністю представлення та складністю розробки конкретної мови аналізу. Отже, у досліджуваному випадку відхилення експериментальних даних, передбачених для поліномів другого та третього порядків, майже ідентичне відхиленню, передбаченому для поліномів сьомого та третього порядків. У цьому випадку ми вибираємо поліном нижчого порядку для апроксимації, щоб спростити деякі обчислення.

3.4 Графічні результати моделювання

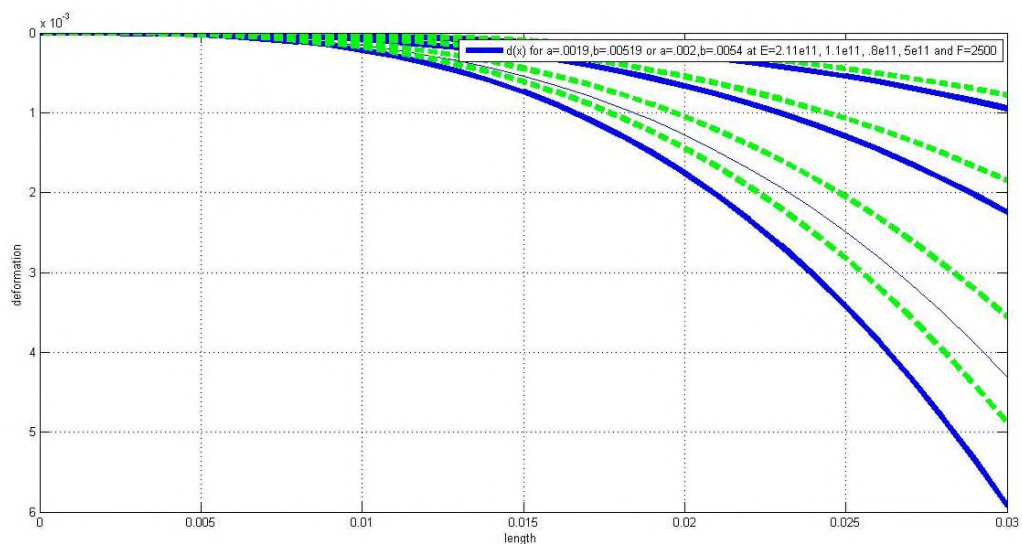


Рисунок 3.3 – Графічна залежність

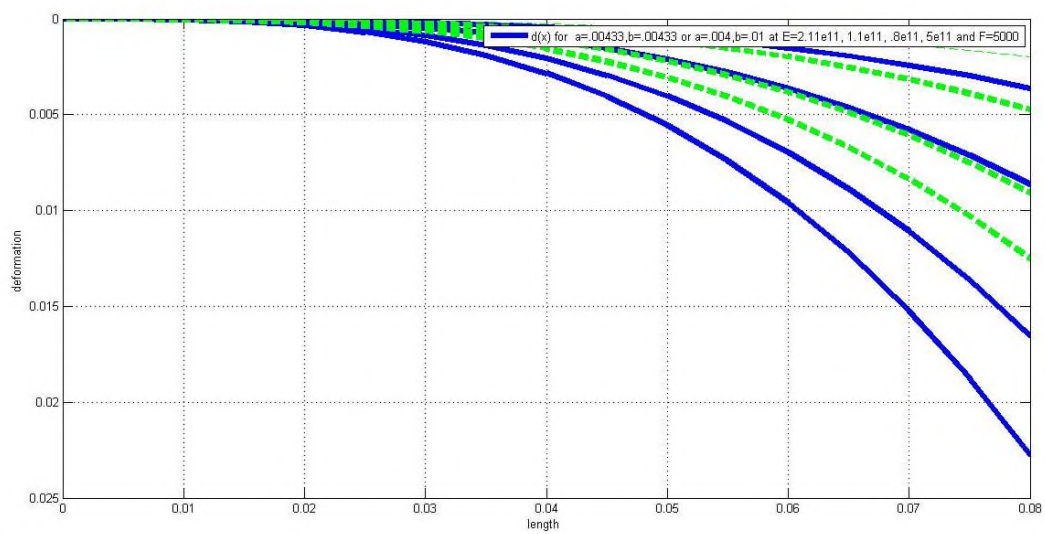


Рисунок 3.4 – Графічна залежність

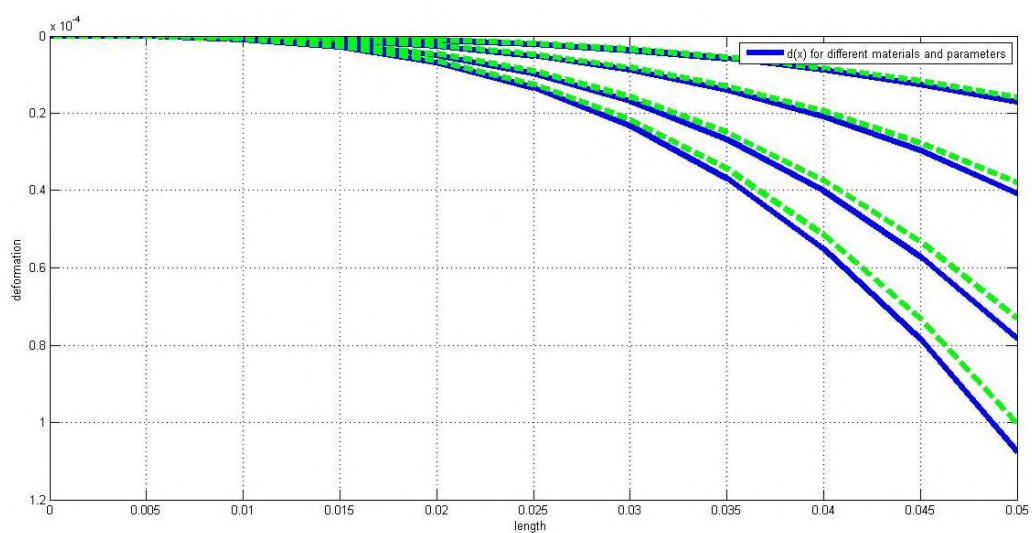


Рисунок 3.5 – Графічна залежність

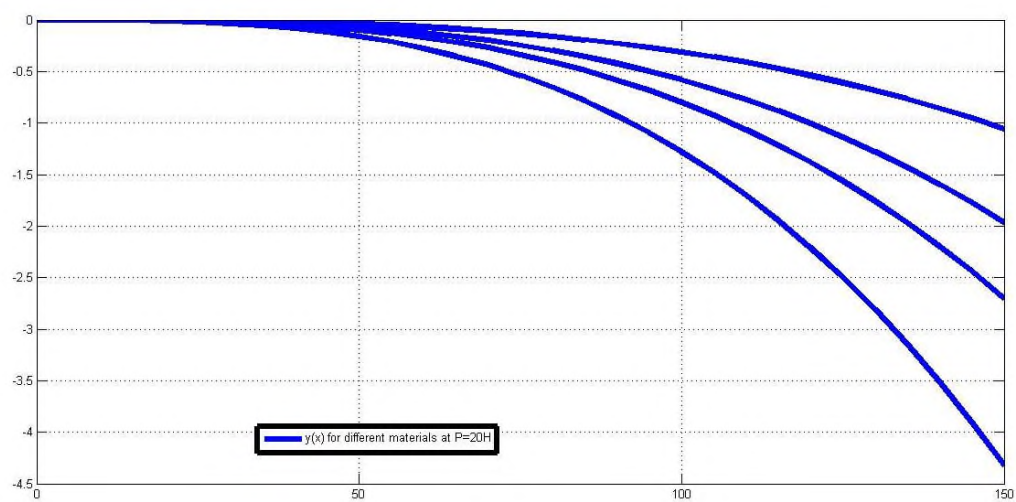


Рисунок 3.6 – Графічна залежність

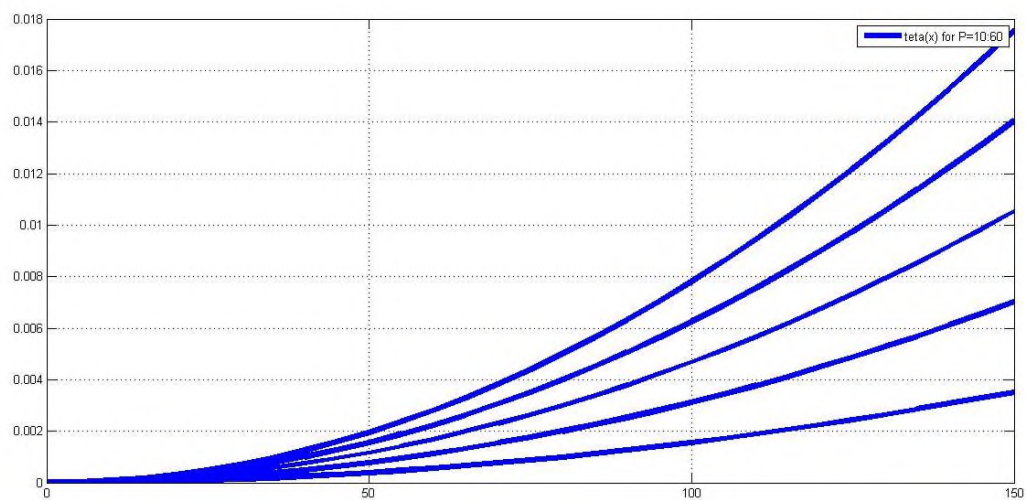


Рисунок 3.7 – Графічна залежність

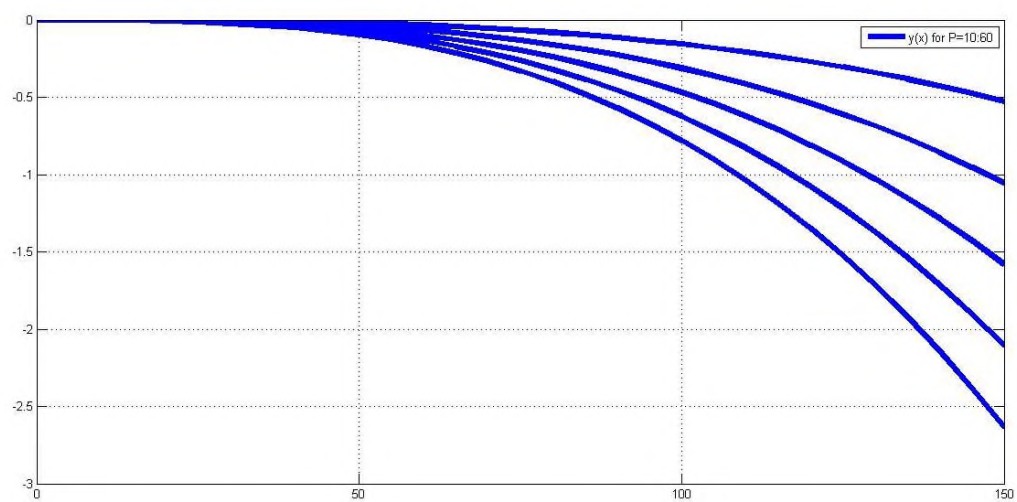


Рисунок 3.8 – Графічна залежність

4.1 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Опис принципу роботи та аналіз електронної схеми

Метою роботи є розробка гнучкої системи керування приладом для дослідження деформації порожнистих циліндрів під час тривалого механічного навантаження. Завдяки використанню сучасної елементної бази та нових схемних рішень дозволяє підвищити точність при помірних витратах на його виготовлення. Розробка має забезпечити проведення автоматизованого збору вимірювальної інформації та відбракування деталей. Приладом можна керувати як в ручному режимі так і в автоматичному.

Метою даної роботи є розробка відповідної системи інструментального контролю для дослідження деформації порожнистих циліндрів при постійному механічному навантаженні. Завдяки використанню інноваційної бази елементів та нових схемних рішень це забезпечує більшу точність за помірних витрат на виробництво. Розробка потребує впровадження автоматичного збору вимірювальної інформації та деталей. Прилад може працювати і в автоматичному режимі, і в ручному режимі.

Система повинна реалізовувати такі функції:

- Прилад повинен забезпечувати кількісне вимірювання датчиків.
- Прилад повинен вимірювати вплив механічних навантажень.
- Результат вимірювання буде відображено на РК-екрані в такому форматі: навантаження - вигин, навантаження - прогин, навантаження - деформація, коефіцієнт прогину та згину при нейтральному навантаженні, руйнування/розтяг.
- Пристрій повинен забезпечувати дистанційне керування через інтерфейс, керуюче програмне забезпечення повинно забезпечувати «Пуск», «Стоп», вимірювання та команди зворотного зв'язку.
- Програма керування ПК має працювати в середовищі Windows 10, 11.

Програма управління ПК включає:

- відображення діагностичних повідомлень;
- являє собою залежність прикладеної сили (H) на зразок і ступеня деформації, мкм;
- ведення статистики вимірювань;
- ручне керування двигунами;
- відображення поточний стан пристроїв;
- вести врахування помилок.

Система повинна гарантувати наступне:

- вимірювання, агрегування та автоматизована обробка результатів;
- максимальна похибка вимірювання 0,1 мм.

Для дослідження деформації порожнистих циліндрів під час тривалого механічного навантаження використовуємо індуктивні давачі лінійного переміщення так як вони можуть забезпечити задану точність та легко інтегрується в цифрову інформаційно-вимірювальну систему. Провертання зразка буде здійснюватися за допомогою двигуна постійного струму для забезпечення потрібної швидкості та плавності навантаження на зразок. Функції відображення параметрів навантаження та інтерфейсу із користувачем реалізовуємо за допомогою багатофункціонального графічного дисплея на рідких кристалах. Для ручного керування використовуємо дискретні кнопки. Для віддаленого керування використовуємо інтерфейс. Для живлення всієї системи керування приладу для дослідження деформації порожнистих циліндрів під час тривалого механічного навантаження використовуємо 100Вт блок живлення, робоча напруга якого складає 220В, а вихідна напруга 24В.

Щоб оцінити деформацію порожнистих циліндрів під час тривалої обробки, ми використовуємо індуктивні датчики лінійного переміщення, які можуть забезпечити високий ступінь точності та можуть бути безпосередньо інтегровані в цифрові дані та вимірювання. Зразок обертається двигуном постійного струму, щоб забезпечити належну дисперсію зразка. роботи з

модельовання параметрів і механізму навантаження виконуються з використанням різних рідинних моделей. Використовуємо окремі кнопки для ручного керування. Ми використовуємо технологію дистанційного керування. Щоб активувати всю систему пристрою для імітації деформації оголених циліндрів під час тривалої обробки, ми застосовуємо потужність 100 Вт, робочу напругу 220 В і вихідну напругу 24 В.

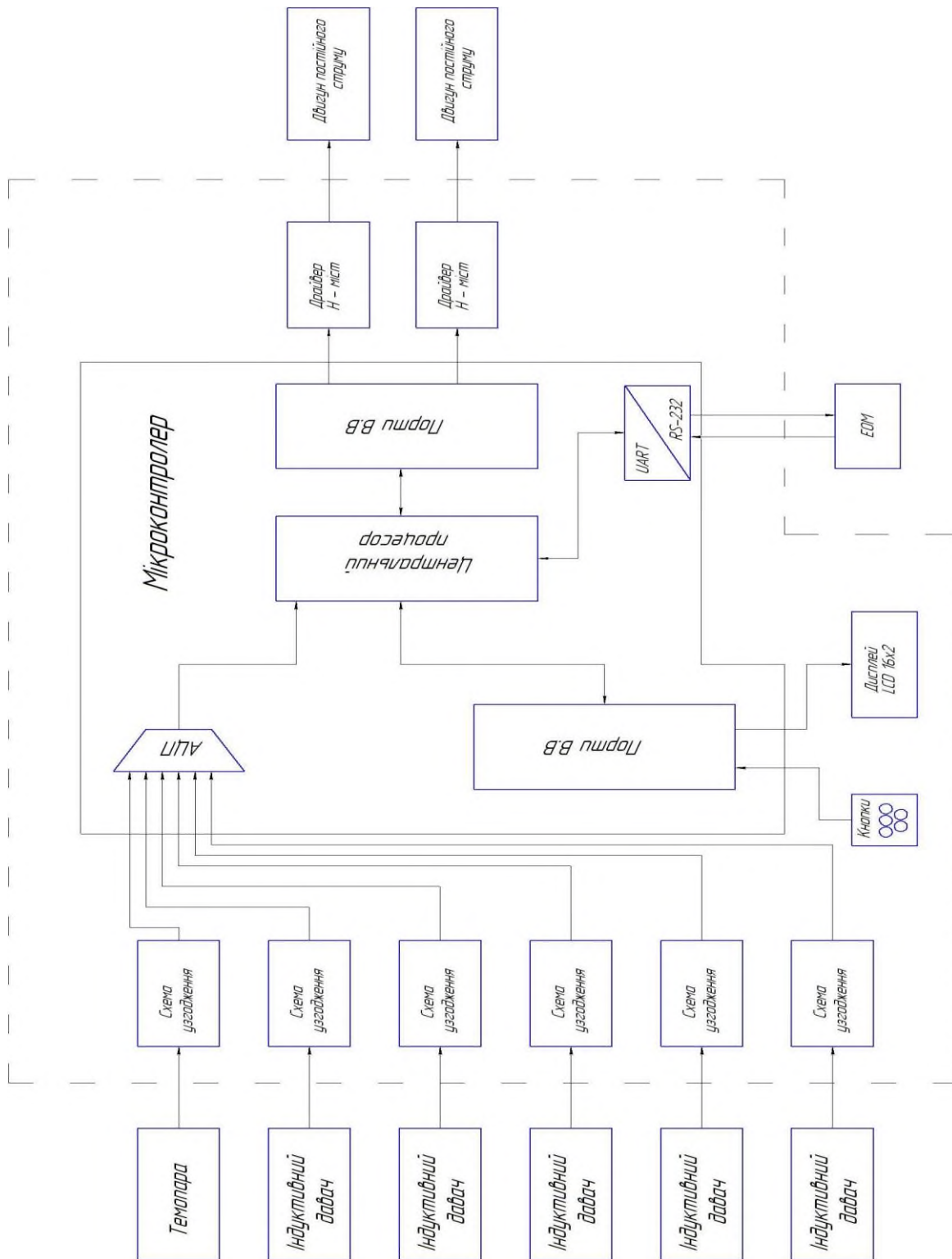


Рисунок 4.1 – Функціональна схема приладу

Функціональна схема блоку керування показана на рисунку 4.1. У зв'язку з тим, що температура в термічній камері 800 °С, а випробування проводяться тривалий час то необхідно вибрати такий датчик який міг би витримувати дану температуру. Термоелектричний термометр витримує 1300 °С, а в тривалому використанні від -200 °С до +1000°С. При температурі 0°С на виході сигнал = 0В, а при $T_k = 850^{\circ}\text{C}$ напруга на виході = 35,36 мВ. Похибка температури $\Delta t = 6,5^{\circ}\text{C}$, похибка напруги на виході $\Delta e = 0,26$ мВ. (дані подані при $T = 800^{\circ}\text{C}$). Матеріал: позитивного кінця – ромель, негативного виходу – алюмель. Дані відповідають ДСТУ.

Для вимірювання деформацій використовуються такі ж індуктивні датчики, як і складовий вимірювача тиску. Зокрема це покращує такий показник конструктивності приладу як використання однотипних деталей. Діапазон вимірювань $\pm 1,5$ мм; вільний хід вимірювального наконечника 8 мм. Точність такої схеми є достатньо високою і задовільняє вимогам дослідження повзучості трубчастих зразків при дії згинного і крутного моментів. В результаті вимірювання здійснюється запис графіку зміни прикладеної сили, Н до зразка та значення деформації, мкм. Аналіз отриманого графіку дозволяє визначити якість досліджуваного зразка. Дані про вимірювання виводяться на LCD дисплей, та передаються через послідовний асинхронний інтерфейс UART на персональний комп'ютер.

Звичайні датчики, такі як індуктивні, використовуються для вимірювання змін. Зокрема, це покращує дизайн продукту за рахунок використання тих самих компонентів. Діапазон вимірювань $\pm 1,5$ мм; вільний хід вимірювального наконечника 8 мм. Точність такого методу дуже висока і відповідає вимогам для дослідження вібрації зразків трубочок при згинанні та скручуванні. У результаті вимірювань був побудований графік зміни сили (Н), прикладеної до зразка, і довжини переміщення (мкм). Оцінка отриманого графіка дозволяє оцінити якість навчальної моделі. Дані вимірювань

відображаються на РК-дисплеї та передаються на персональний комп'ютер через інтерфейс UART з низькою затримкою.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Фактори ризику і можливо порушення здоров'я користувачів комп'ютерів

Близько 20% порушень здоров'я, пов'язаних із роботою за комп'ютером, викликано не дією шкідливих чинників, які генерує комп'ютер, а незнанням основних правил роботи з ним та неправильною організацією робочого місця.

Робота за комп'ютером є шкідливою, — це вперше зрозуміли в найбільш комп'ютеризованій країні світу — США. За даними Міністерства праці цієї країни, одна тільки «травмуюча дія, що повторюється при роботі з комп'ютером, коштує корпоративній Америці в 100 млрд доларів щорічно, а компенсації, виплачені службовцям, які працюють з комп'ютерами, досягають астрономічних розмірів.

Виділимо окремі аспекти негативного впливу на стан здоров'я користувачів персональних комп'ютерів та методи усунення такого впливу.

Сукупність змін, що спостерігаються в стані здоров'я користувачів ЕОМ, включає у себе захворювання органів зору, опорно-рухового апарату, центрально-нервової і серцево-судинної систем, шлунково-кишкового тракту, алергійні розлади. Виконання робіт із застосуванням комп'ютера, також може спричинити розвиток професійних захворювань периферичної нервової системи; захворювання кістково-м'язової системи та сполучної тканини, інші захворювання:

У вагітних відзначається ускладнення вагітності та пологів. У 80% працівників, які виконують роботу, що вимагає постійного напруження зору (а саме такою є робота на комп'ютері), відзначається прогресуюче зниження працездатності, що настає через 45-60 хв після початку роботи і поступово призводить до перевтоми, розладів центральної нервової та інших систем організму. У другій половині дня (іноді раніше) з'являється втома, головний

біль, біль в очах та інші скарги, а швидкість переробки інформації зменшується на 25-34%, знижується стійкість ясного бачення на 40-52%. До кінця робочого дня збільшується частота серцевих скорочень і показники систолічного і діастолічного артеріального тиску.

Вже в перші роки комп'ютеризації було відзначено специфічне зорове стомлення у користувачів ЕОМ, яке дістало назву астенопія. За різними даними, частота випадків астенопії коливається від 40-92% (періодично) до 10-40% (щодня). Деякі симптоми астенопії можуть зберігатися і наступного дня після роботи з комп'ютером. Жінки частіше, ніж чоловіки, скаржаться на зоровий дискомфорт при роботі за комп'ютером. У жінок у віці 31-45 років астенопія виникає частіше, ніж у жінок 18-30 років, що свідчить про вплив стажу. Астенопія часто зустрічається у операторів з введення даних, прийому даних і діалогової роботи. До 47% користувачів скаржаться на зорове стомлення, якщо робота без перерви триває менше 30 хв, і 66% — при безперервній роботі більше 30 хв. Очні симптоми більш виражені у тих осіб, що менше контролюють свою роботу, працюють з великим напруженням і відчувають незадоволеність своєю працею. Більш чутливими до виникнення астенопії є люди з порушеннями зору.

Тривала робота у вимушеній робочій позі сидячи призводить до довготривалого статичного напруження одних і тих самих груп м'язів. Часто користувачі ЕОМ змушені сидіти у сутулій позі, яка характеризується максимальним згинанням у поперековому і грудному відділах хребта та нахилом тулуба вперед. Ця поза має низку несприятливих біомеханічних і фізіологічних наслідків, що призводить до виникнення болю у шийних і поперекових відділах хребта, остеохондрозу хребта, геморою, простатиту та інших захворювань. У підлітків під час тривалої роботи з комп'ютером може виникати сколіоз.

При виконанні дрібних стереотипних рухів під час роботи з клавіатурою і мишею, м'язи рук користувачів знаходяться в постійному напруженні, як наслідок — виникнення синдрому зап'ясткового каналу.

Перевантаження певних груп м'язів під час роботи на комп'ютері поєднується з гіпокінезією. При зниженні рівня фізичної активності різко збільшується ризик виникнення багатьох інших захворювань.

Окремо зупинимось на негативному впливі на здоров'я людини змінних електромагнітних полів (ЕМП), зокрема радіочастотного випромінювання при роботі моніторів на основі електронно-променевої трубки (ЕПТ).

Фахівцями Рівненської обласної санітарно-епідеміологічної станції ДСЕС України та Рівненського обласного лабораторного центру МОЗ України протягом 2009-2015 років проводились виміри електромагнітних випромінювань від персональних комп'ютерів в школах області. Досліджено 1171 ПК, біля яких зроблено 2313 вимірів електромагнітного випромінювання, з яких не відповідало нормам 635 вимірів (27,4%). Невідповідності нормам (перевищення до 2-х разів) були зафіксовані біля відеотерміналів на основі ЕПТ, в складі ПК, які не були підключені до контуру заземлення електричного обладнання. Після усунення такого недоліку, повторні виміри рівнів ЕМП не зафіксували відхилень від норми.

Дія електромагнітного випромінювання широкого спектру частот, імпульсного характеру та різної інтенсивності при роботі ЕОМ, у поєднанні з високим зоровим і нервово-емоційним напруженням викликає істотні зміни з боку центральної нервової і серцево-судинної систем, які проявляються у суб'єктивних і об'єктивних розладах. Працюючі з комп'ютером особи найчастіше висловлюють скарги на головний біль, іноді з нудотою і запамороченням. У них частіше, ніж у осіб контрольних груп, діагностуються неврози, нейроциркуляторні дистонії, гіпо- і гіпертонії.

В осіб, що працюють з ЕОМ, можуть спостерігатися алергійні захворювання і підвищений рівень захворюваності органів дихання. Ці захворювання можуть бути зумовлені змінами імунітету (внаслідок впливу електромагнітного випромінювання на імунну систему), а також, зважаючи на наявність статичних електричних полів, до екрана ВДТ притягуються пилові частинки, які можуть містити антигени і бактеріальну флору. Це також сприяє розвитку вищезгаданої патології в операторів і представників інших професій, що працюють з ВДТ,

Часто виникають психічні порушення, які є наслідком стресу. Частота таких розладів як тривога, дратівливість і пригніченість в операторів ВДТ коливається від 25 до 70%. У них частіше, ніж у представників інших професій, спостерігається безсоння і втрата апетиту, можливе виникнення захворювань шкіри обличчя і рук.

5.2 Міжнародне співробітництво в галузі охорони праці

Міжнародне співробітництво в галузі охорони праці полягає у використанні світового досвіду організації праці щодо поліпшення умов та підвищення безпеки праці. Воно здійснюється на двосторонній та багатосторонній основах.

Міжнародне співробітництво в галузі охорони праці охоплює наступні основні напрямки:

- вивчення, узагальнення та впровадження світового досвіду з організації охорони праці, покращення умов та техніки безпеки;
- участь у міжнародних інституціях з соціально-трудова питань та у роботі їх органів;
- одержання консультацій зарубіжних експертів та технічної допомоги у питаннях вдосконалення законодавчої та нормативної бази охорони праці;

— проведення та участь у міжнародних наукових чи науково-практичних конференціях та семінарах;

— підготовка кадрів з охорони праці за кордоном.

Основним координуючим органом у галузі охорони праці є Міжнародна організація праці (МО). Це міжурядова організація головною метою якої є сприяння встановленню миру на основі соціальної справедливості та поліпшення умов праці та життя працівників усіх країн.

Міжнародну організацію праці було створено в 1919 р. урядами різних країн для підтримки міжнародного співробітництва у справі забезпечення миру в усьому світі й зменшення соціальної несправедливості за рахунок поліпшення умов праці. Ця організація розвивалася спочатку як автономна інституція при Лізі Націй.

З 1946 р. МОП є спеціалізованою організацією ООН.

Україна стала членом МОП ще 1954 р. На сьогоднішній день членами МОП є 185 країн.

Особливістю цієї міжнародної інституції є її тристороння структура, яка передбачає участь в її діяльності представників урядів, організацій найманих працівників та організацій роботодавців усіх країн світу.

Структурно МОП складається з Міжнародної Конференції праці, Адміністративної Ради та Міжнародного Бюро праці. Вона зветься також Всесвітнім Парламентом праці – проводиться щороку у червні за участю представників всіх країн-членів організації. Це постійний секретаріат організації, який розробляє Кодекси практичних заходів, здійснює моніторинг фінансових справ, розробляє порядок денний наступних Міжнародних Конференцій праці.

Адміністративна Рада включає 28 урядових представників, 14 представників роботодавців та 14 представників робітників здійснює контроль за діяльністю Міжнародного Бюро праці та зв'язок між ним і Міжнародною Конференцією праці.

До основних напрямів діяльності МОП належать:

- участь у міжнародно-правовому регулюванні праці шляхом розроблення та ухвалення нормативних актів (конвенцій і рекомендацій) з питань умов та безпеки праці і життя працівників;
- розроблення та здійснення міжнародних цільових програм, спрямованих на вирішення важливих соціально-трудова проблем (зайнятість, умови праці та ін.);
- надання допомоги державам – членам МОП в удосконаленні національного трудового законодавства, професійно-технічної підготовки працівників, поліпшенні умов праці тощо шляхом здійснення міжнародних програм технічного співробітництва, проведення дослідницьких робіт та видавничої діяльності.

Цілі МОП в галузі охорони праці включають наступні чотири напрями:

1. *Впровадження програми МОП «За безпечну працю» на рівні компаній, на національному та міжнародному рівнях.* Національна програма «За безпечну працю» повинна містити у собі:

- Національну політику, розроблену і проголошену на найвищому рівні. Керівники держав повинні постійно й привселюдно підтверджувати свою прихильність цій політиці.
- Національну стратегію, що містить у собі бачення проблеми, завдання, строки, призначення уповноважених осіб й організацій, виділення необхідного фінансування, постійне вдосконалювання роботи й зворотний зв'язок.
- Національний план або програму дій.

Всі перераховані компоненти програми «За безпечну працю» необхідно обговорювати й погоджувати із тристоронніми партнерами (працівниками, роботодавцями і урядом). Національну програму можна підрозділити на галузеві і регіональні програми.

Міжнародна програма МОП «За безпечну працю» сприяє обміну досвідом між 175 державами-членами МОП.

Програма на рівні підприємств - це створення системи управління охороною праці відповідно до принципів і Настанов МОП.

2. Спостереження, оповіщення та використання показників для того, щоб мати більш чітке уявлення про виникаючі проблеми в галузі охорони праці та усувати причини цих проблем.

3. *Контроль* таких, що можуть бути виміряні кількісно, зобов'язань по зниженню числа нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань через усунення причин (наприклад, завдання знизити протягом п'яти років смертність на виробництві на 20 відсотків).

4. Поступове *розширення сфери дії* захисних заходів і гарантій компенсації у випадку травми, а також створення служб охорони праці для працівників, що дотепер не підпадали під їхню дію – працівників сільського господарства, неформального сектора та тих, хто сам себе забезпечує роботою.

МОП приймає різні конвенції і розробляє рекомендації, а також встановлює міжнародні стандарти у сфері праці, зайнятості, професійної підготовки, умов праці, соціального забезпечення, безпеки праці й здоров'я.

Безпосередньо впливають на розв'язання цих проблем широкомасштабні програми досліджень, які здійснює МОП, а також міжнародне технічне співробітництво.

З часу свого заснування МОП ухвалила 189 Конвенцій, 74 з яких пов'язані з умовами праці. Вагома частина цих конвенцій стосується питань охорони праці. Особливе місце серед Конвенцій МОП займає Конвенція № 155 “Про безпеку і гігієну праці та виробничу санітарію”, яка закладає міжнародно-правову основу національної політики щодо створення всебічної і послідовної системи профілактики нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань.

У МОП діє система контролю за застосуванням в країнах-членах Організації конвенцій і рекомендацій. Кожна держава зобов'язана подавати доповіді про застосування на своїй території ратифікованих нею конвенцій, а також інформації про стан законодавства і практики з питань, що порушуються в окремих, не ратифікованих нею конвенціях.

Технічне сприяння МОП у сфері охорони праці носить різні форми. Деякі проекти допомогли країнам-членам при розробці нових законодавств з охорони праці і при зміцненні інспекційних служб. В інших країнах здійснювалась підтримка при створенні інститутів з виробничої безпеки та гігієни праці для сприяння науковим дослідженням і розробці навчальних програм. Основними формами діяльності МОП є розробка стандартів, дослідження, збір та розповсюдження інформації, технічне сприяння. При активному співробітництві з країнами-членами ці заходи роблять більш успішною боротьбу за досягнення соціальної справедливості та миру у всьому світі.

Міжнародна організація праці нагороджена Нобелівською премією миру у 1969 р. «За діяльність із створення „інфраструктура миру“ і зміцненню братства між народами».

Сьогодні першочерговими завданнями діяльності Міжнародної організації праці є підтримка демократії і соціального діалогу, боротьба з бідністю і безробіттям, заборона дитячої праці.

Співробітництво України з міжнародними організаціями в галузі охорони праці

В галузі охорони праці Україна налагодила співробітництво з міжнародними організаціями.

Важливими нормативними актами з питань охорони праці є міжнародні договори та угоди, до яких приєдналась Україна у встановленому порядку.

Статтею 3 Закону “Про охорону праці” передбачається, якщо міжнародним договором, згода на обов'язковість якого надана Верховною Радою України, встановлено інші норми, ніж ті, що передбачені законодавством України про охорону праці, застосовуються норми міжнародного договору.

Переважна більшість міжнародних договорів та угод, в яких бере участь Україна і які більшою або меншою мірою стосуються охорони праці, можна об'єднати в чотири групи:

1. Конвенції, Рекомендації та інші документи Міжнародної Організації Праці (МОП);
2. Директиви Європейського Союзу;
3. Договори та угоди, підписані в рамках Співдружності Незалежних Держав (СНД);
4. Двосторонні договори та угоди.

Крім вищезазначених організацій у справу охорони праці вносять свій внесок також Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ), Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), Міжнародна організація по стандартизації (ІСО), Міжнародна організація авіації (ІКАО) та ряд інших.

1. Співробітництво з МОП. Плідне співробітництво налагоджено між Україною та Міжнародною організацією праці. Із 189 конвенцій, що прийняті на цей час МОП, Україна ратифікувала 50, серед яких найважливіші нормативні акти, які стосуються основоположних прав людини

Протягом усього часу МОП надавала і продовжує надавати допомогу Урядові в експертній оцінці законопроектів, ознайомленні урядовців, представників профспілок і роботодавців з міжнародними стандартами статистики праці та її національною систематизацією.

Нині МОП спільно з ПРООН та іншими агенціями здійснює в Україні важливі проекти, які пов'язані з розробкою моделі соціального бюджету, ринком праці та професійним навчанням безробітних, розвитком

малого та середнього підприємництва, соціального діалогу, трудового законодавства, гендерної рівності у сфері праці, профілактикою ВІЛ-СНІДу на робочих місцях.

2. Співробітництво з Європейським Союзом. Україна не являється членом ЄС, але неодноразово на найвищих рівнях заявляла про своє прагнення до вступу до цієї організації. Однією з умов прийняття нових країн до ЄС є відповідність їхнього законодавства законодавству ЄС, тому в нашій країні ведеться активна робота по узгодженню вимог законів та нормативно-правових актів директивам ЄС.

Так, в рамках програми Tacis ведуться роботи над проектом “Сприяння в забезпеченні охорони праці в Україні (з метою підвищення рівня ефективності)”. Основні напрями цього проекту включають: удосконалення нормативної бази в галузі охорони праці; створення інформаційного центру агітації та пропаганди з питань охорони праці; відпрацювання механізму економічних розрахунків на підприємствах, направлених на створення безпечних і здорових умов праці.

Цілі МОП в галузі охорони праці включають наступні чотири напрями:

1. *Впровадження програми МОП «За безпечну працю»* на рівні компаній, на національному та міжнародному рівнях. Національна програма «За безпечну працю» повинна містити у собі:

- Національну політику, розроблену і проголошену на найвищому рівні. Керівники держав повинні постійно й привселюдно підтверджувати свою прихильність цій політиці.
- Національну стратегію, що містить у собі бачення проблеми, завдання, строки, призначення уповноважених осіб й організацій, виділення необхідного фінансування, постійне вдосконалювання роботи й зворотний зв'язок.
- Національний план або програму дій.

Всі перераховані компоненти програми «За безпечну працю» необхідно обговорювати й погоджувати із тристоронніми партнерами (працівниками, роботодавцями і урядом). Національну програму можна підрозділити на галузеві і регіональні програми.

Міжнародна програма МОП «За безпечну працю» сприяє обміну досвідом між 175 державами-членами МОП.

Програма на рівні підприємств - це створення системи управління охороною праці відповідно до принципів і Настанов МОП.

2. *Спостереження, оповіщення та використання показників* для того, щоб мати більш чітке уявлення про виникаючі проблеми в галузі охорони праці та усувати причини цих проблем.

3. *Контроль* таких, що можуть бути виміряні кількісно, зобов'язань по зниженню числа нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань через усунення причин (наприклад, завдання знизити протягом п'яти років смертність на виробництві на 20 відсотків).

4. *Поступове розширення сфери дії* захисних заходів і гарантій компенсації у випадку травми, а також створення служб охорони праці для працівників, що дотепер не підпадали під їхню дію – працівників сільського господарства, неформального сектора та тих, хто сам себе забезпечує роботою.

5.3 Основні вимоги до побудови і функціонування системи управління охороною праці (СУОП)

В Україні функціонує багаторівнева СУОП, функціональними ланками якої є відповідні структури державної законодавчої і виконавчої влади різних рівнів, управлінські структури підприємств і організацій, трудових колективів.

Залежно від спрямування вирішуваних завдань всі ланки СУОП можна розділити на дві групи:

- ланки, що забезпечують вирішення законодавчо-нормативних, науково-технічних, соціально-економічних та інших загальних питань охорони праці;

- ланки, до функціональних обов'язків яких входить забезпечення безпеки праці в умовах конкретних організацій, підприємств.

До першої групи належать органи державної законодавчої ініціативи та органи державного управління охороною праці:

- Верховна Рада України;
- Кабінет Міністрів України;
- Державна служба України з питань праці (Держпраці України);
- міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;
- Фонд соціального страхування від нещасних випадків і профзахворювань;
- місцева державна адміністрація, органи місцевого самоврядування.

СУОП в умовах конкретної організації, на конкретному об'єкті завжди є багаторівневою системою управління, у якій верхнім рівнем є державне управління, а нижнім – управління охороною праці на конкретному об'єкті. Як проміжні рівні управління можуть виступати відомче, регіональне управління, а також управління в об'єднанні, тресті тощо.

Правовою основою СУОП є: Конституція України, Кодекс законів про працю України, Закони України «Про охорону праці» і «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві і професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», накази і розпорядження Президента України, розпорядження і постанови Кабінету Міністрів, Держпраці, Міністерства охорони здоров'я, Міністерства соціальної політики, а також інших директивних органів України з питань охорони праці (органи Державного управління охороною праці).

До нормативної бази СУОП входять:

- державні міжгалузові і галузеві норми і правила, а також відомчі нормативні акти з охорони праці, затверджені Держгірпромнагляд (Держпраці);
- система державних міжгалузевих і галузових стандартів безпеки праці;
- будівельні норми і правила в частині забезпечення вимог охорони праці і пожежної безпеки;
- накази і розпорядження організації вищого рівня;
- розділи «Вимоги безпеки (охорони) праці» у стандартах і технічних умовах на продукцію;
- вимоги безпеки праці в проектній, технічній і організаційно-технологічній документації на будівництво або реконструкцію об'єктів будівництва.

Завдання СУОП

- сприяти запобіганню нещасних випадків та професійних захворювань на виробництві;
- забезпечувати безпеку для третіх осіб, що виникають у процесі господарювання;
- розробляти комплекс взаємопов'язаних заходів на виконання вимог законодавчих та нормативно правових актів з охорони праці.

Розробка та впровадження СУОП здійснюється координаційною радою за участь вищого керівництва, представників служби охорони праці, профспілок або осіб, уповноважених найманими працівниками.

При створенні СУОП необхідно:

- визначити закони та інші нормативно-правові акти, які містять вимоги щодо охорони праці та розповсюджуються на діяльність організації;
- виявляти небезпечні та шкідливі виробничі фактори і відповідні ризики, що можуть виникнути при здійсненні виробничої діяльності;

- визначити політику керівництва у сфері охорони праці;
- визначити завдання у сфері охорони праці та встановити пріоритети;
- розробити організаційну схему і програму для реалізації політики та досягнення її завдань.

СУОП повинна передбачити:

- планування заходів з охорони праці;
- контроль виконання поточного та оперативних планів;
- можливість здійснення корегувальних та попереджувальних дій;
- можливість адаптації до обставин;
- можливість інтеграції в загальну систему управління.

Алгоритм запровадження системи управління охороною праці

(Згідно ЗУ «Про охорону праці» Ст.13)

1. Прийняття керівництвом підприємства рішення про впровадження системи управління охороною праці.
2. Визначення структури управління охороною праці:
 - СУОП впроваджується як незалежна система;
 - СУОП впроваджується спільно з іншими системами.
3. Планування впровадження системи управління охороною праці.
4. Оцінка зіставлення запланованого стану з фактичним.
5. Проектування системи управління охороною праці.
6. Реалізація запроектованих заходів.
7. Систематичний внутрішній аудит впровадження елементів СУОП.
8. Кінцевий внутрішній аудит впровадження елементів СУОП.
9. Впровадження СУОП завершено.

Забезпечення функціонування та побудова СУОП в організації

Об'єктом управління ОП – є умови і стан охорони праці на всіх робочих місцях підприємства.

Основні принципи функціонування СУОП

- пріоритет життя і здоров'я працівників підприємства над результатами виробничої діяльності;
- єдиноначальність та повна відповідальність роботодавців за створення безпечних і нешкідливих умов праці;
- відповідність заходів і засобів з охорони праці рівнів потенційної небезпеки виробничих об'єктів та фактичного стану умов праці на робочих місцях;
- економічна зацікавленість роботодавців та працівників у поліпшенні умов і безпеки праці.

Управління ОП на підприємстві здійснюють:

- роботодавець – на підприємстві в цілому;
- керівник структурного підрозділу;
- безпосередній керівник робіт – на робочому місці.

Завдання, що вирішуються на рівнях управління ОП

- навчання безпечним методам праці;
- забезпечення безпеки устаткування та виробничих процесів;
- забезпечення належного утримання будівель і споруд;
- доведення санітарно-гігієнічних умов праці до вимог нормативних актів;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- оптимізація режимів праці та відпочинку;
- організація лікувально-профілактичного обслуговування працівників;
- профвідбір за окремими спеціальностями.

Пропаганда питань охорони праці включає: створення куточків, кабінетів охорони праці;

проведення днів охорони праці; демонстрування навчальних фільмів з охорони праці; проведення оглядів, семінарів та ін..

Для забезпечення безпеки працівників від дії технічного устаткування, засобів зв'язку та оргтехніки, електротехнічних і вентиляційних установок, систем тепло, водо і газопостачання, будівельної техніки, транспортних засобів, підйомних машин і механізмів, що застосовуються або вводяться в експлуатацію, здійснюють:

- призначення осіб, відповідальних за утримання цього устаткування у безпечному стані;
- попередній (вхідний) контроль устаткування на відповідність вимогам норм і правил з ОП, наявності сертифікатів відповідності;
- вивчення проектної і технічної документації та визначення заходів безпечної експлуатації устаткування у відповідних інструкціях;
- установлення порядку введення в експлуатацію нового устаткування або такого, що пройшло ремонт після відпрацювання амортизаційного терміну;
- своєчасне навчання персоналу, який обслуговує, використовує устаткування;
- організацію своєчасного проведення ремонту і випробувань згідно з установленними нормами.

Примірна структура положення про СУОП

1. Основні принципи політики у сфері охорони праці.
2. Планування та фінансування заходів з охорони праці.
3. Обов'язки та відповідальність.
4. Управління документацією.
5. Компетентність та підготовка.
6. Моніторинг виконання та оцінка результативності.
7. Організація інформаційної роботи.
8. Управління ресурсами.
9. Аналіз та попередження можливих загроз життю і здоров'ю працівників.

10. Попереджувальні та корегувальні заходи.

11. Мотиваційне регулювання.

12. Удосконалення СУОП.

ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі під час її розробки було зроблено наступне:

- виконано опис конструкційного креслення виробу, а також зроблено опис роботи цього пристрою та його компонентів;
- перераховано основні технічні властивості даного апарату;
- предмети в наборі відібрано та марковано;
- завершено визначення функцій системи керування, виконано проектне креслення;
- розробка математичної моделі точних характеристик індуктивних датчиків.

Таким чином, згідно з текстом даної роботи було підготовлено робочий план розробки конструкції приладу для випробувань на деформацію порожнистих циліндрів при тривалому механічному навантаженні.

При розробці даного пристрою були враховані потреби та вимоги щодо необхідних робочих параметрів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Паламар М.І. Комп'ютерні технології штучного інтелекту для прецизійного управління у мехатронних системах : навчальний посібник / Паламар М.І., Стрембіцький М.О. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 128 с.
- 2 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.
- 3 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).
- 4 Мархель І. І. Деталі машин : навчальний посібник. – Київ : Алерта, 2005. – 368 с.
- 5 Деталі машин і основи конструювання : конспект лекцій / укладач В. В. Стрелец. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 120 с.
- 6 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.
- 7 <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/doc2466.pdf>
- 8 Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки: Підручник. - Житомир: ЖІТІ, 2011. - 612 с.
- 9 Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТНТУ, 2014р. 23с.
- 10 Жидецький В.І. «Основи охорони праці» -Львів: Афіша, 2000.-356с.