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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Інофрмаційно-вимірювальна система для контролю відхилень міжцентрової відстані

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

	(підпис)	Радь Т. І. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Зелінський І. М. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2020

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20___ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(шифр і назва спеціальності)
студента Радя Тараса Ігоровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інофрмаційно-вимірювальна система для контролю відхилень міжцентрової відстані

Керівник роботи _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
Затверджені наказом ректора від «___» _____ 20___ року № _____
2. Термін подання студентом завершеної роботи _____
3. Вихідні дані до роботи _____

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

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина			
Основна частина			
Науково-дослідна частина			
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних			
ситуаціях			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Аналітична частина		
	Основна частина		
	Науково-дослідна частина		
	Охорона праці		
	Безпека в надзвичайних ситуаціях		
	Загальні висновки до кваліфікаційної роботи		
	Графічний матеріал до кваліфікаційної роботи		

Студент _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська дипломна робота на тему: Інформаційно-вимірювальна система для контролю відхилень міжцентрової відстані :

Сторінок

рисунків

таблиць

креслень

джерел

додатків

Об′єкт дослідження - контроль відхилень міжцентрової відстані

Мета роботи - створити іноформаційно-вимірювальну систему для контролю відхилень міжцентрової відстані та розбити її на різні групи

Приведено техніко-економічне обгрунтування прийнятих рішень. Розроблено технологічний процес виготовлення однієї з деталей розробленого об’єкту.

Прогнозні припущення щодо розвитку об′єкта дослідження - пошук оптимальних конструктивних характеристик пристрою.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 Аналітична частина

1.1 Опис і аналіз об’єкту досліджень

1.2 Поняття сумарних показників відхилення формиі розміщення поверхонь.

2 Основна частина

2. 1 Принципова і функціональна схеми вибраного варіанту

2.2 Розрахунково-конструкторська частина

2.2.1 Розрахунок точнісних характеристик вимірювального або контрольованого засобу

2.2.2 Конструктивний розрахунок елементів приладу.

2.2.3 Аналіз конструкції приладу на технологічність

2.3 Опис вимірювального перетворювача

2.4 Параметри дротяних датчиків

2.5 Вимірювальні властивості тензодатчика

2.6 Розрахунок точності контролю

2.6.1 Аналіз причин виникнення похибок

2.6.2 Розрахунок похибки установки

2.6.3 Сумарна похибка устоновки

2.7 Повірка установки

2.7.1 Умова повірки та підготовка до неї

2.7.2 Проведення повірки

3 Науково-дослідна частина

3.1 Детальне вивчення виробничого процесу за геометричними параметрами

3.2 Складання програми для моделювання типових відхилень і оцінок деформації профілю

4 Спеціальна частина

4.1. Вимоги до роботи пристрою

4.2. Опис функціональної схеми пристрою

4.3 Опис роботи електричної схеми

4.3.1 Електрична складова, похибка вимірювання

4.3.2 Визначення розрядності АЦП

4.3.3 Розрахунок диференціального підсилювача

4.3.4 Розрахунок індуктивного перетворювача

4.3.5 Розрахунок транзисторних ключів

4.4 Алгоритм роботи керуючої програми

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1 Охорона праці

5.1.1 Характеристика небезпечних зон обладнання і заходи безпеки при роботі

5.1 2 Розрахунок глушника вихлопу стиснутого повітря

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Антропогенні забруднення атмосфери

5.2.2 Характеристика шкідливих та небезпечних умов праці

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Автоматичний контроль розміру та інших розмірів тіла (міцність, скручування тіла, вага тощо) може здійснюватися до обробки, під час та після обробки виробу. Пристрої управління виконують такі функції: верстат (обладнання), стаціонарний або монтажний, кінцеві деталі класифікуються на групи (розмір, вага тощо).

Автоматизація технічного управління - це не лише інструмент підвищення якості нашої продукції, а й важливий етап промислової автоматизації, оскільки її частка в сучасному виробничому технічному контролі дуже важлива: авто- і тракторне будівництво, конструкція авіаційних двигунів, кочення У виробництві, машинобудуванні та інших секторах масового виробництва близько 40% контролює виробничу діяльність.

Пристрій автоматичного управління - це пристрій, який виконує весь набір операцій, необхідних для контролю кожного виробу без втручання людини, порівняно із заданим фізичним розміром (необхідним), класифікується на кілька груп залежно від результатів порівняння або змінює режим роботи основного технологічного обладнання.

Пристрої автоматичного управління діляться на кілька різновидів.

Пристрої контролю та сортування (пасивний контроль) реєструють фізичну кількість, на цій підставі кінцевий продукт класифікується як придатний та дефектний, а розмір також включає найбільш підходящий товар у декількох групах.

Існують і інші методи автоматичного управління під час обробки (активний контроль).

Підвищення ефективності виробничих потужностей йде паралельно з вдосконаленням самих технологічних процесів та процесу управління. Впровадження цифрових комп’ютерних технологій в автоматизовані системи відкриває майже безмежні можливості для обробки інформації про об’єкти, що контролюються.

1 Аналітична частина

1.1 Опис і аналіз об’єкту досліджень

Вплив форми поверхні та відхилення розташування на якість продукції.

Точність детальних геометричних параметрів визначається не тільки точністю розмірів, але і точністю форми та взаємною згодою поверхонь. Відхилення (похибки) форми та положення відбуваються під час обробки деталей через дефекти або деформації верстата або робочого інструменту; деформація продуктів переробки; нерівномірні припуски на обробку; неоднорідність матеріалу заготовки.

У рухомих з'єднаннях ці прогини збільшують тиск на виступаючу частину нерівності, що призводить до зменшення зносостійкості деталей і плавного потоку та шуму. .

Через спотворення геометричного профілю використання інструкцій, копіювальних апаратів та камер знижує їх точність при роботі з механізмами. У нерухомому і щільно з'єднаному з'єднанні міцність, геометрія та точність центрування з'єднання знижуються, оскільки форма і положення поверхні відхиляються, що призводить до нерівномірної перфорації та натягу.

У міру збільшення загальних навантажень, швидкості та робочої температури сучасних машин та обладнання ефект ефекту відхилення форми поверхні та положення збільшується.

Відхилення у формі поверхні та розташуванні знижують не тільки продуктивність продукту, але й технологічні показники.

Так, вони сильно впливають на точність і складність збірки, збільшують розмір операції збірки, зменшують точність вимірювальних розмірів і впливають на точність деталей та основ інструментів.

Отже, для забезпечення необхідної точності параметрів виробу, його експлуатаційних характеристик та зносостійкості деталей на робочих кресленнях необхідно вказувати не тільки максимальні відхилення розмірів, але і допуски форми поверхні та положення, якщо це необхідно.

Точне та повне вимірювання форми поверхні та точності розташування, що сприяє підвищенню геометричної точності деталей під час виготовлення та контролю, є одним із ключових факторів підвищення якості обладнання та машин.

1.2 Поняття сумарних показників відхилення формиі розміщення поверхонь.

Сумарним відхиленням форми і розміщення називають відхилення, утворене в результаті спільного прояву відхилень форми і розміщення контрольованого елементу (поверхні чи профілю) відносно заданих баз. Кількісно сумарні відхилення оцінюються по точкам реальної нормованої поверхні відносно прилягаючих базових елементів або їх осей у відповідності з їх визначенням.

Загальна площа допуску форми та розташування - це площа, де повинні знаходитися всі точки фактичної поверхні в просторі або нерухомій поверхні, або фактичний профіль у межах нормальної площі. Це поле має номінальне положення відносно основи.

Якщо нормальна площа не вказана, загальний допуск застосовується до всіх поверхонь або до профілю будь-якої деталі.

Використання стандартних числових значень допусків дозволяє консолідувати допуски, покращити взаємодію продукту, оптимізувати конструкцію та інтегрувати вимоги до виробу, виробничого обладнання та точності вимірювань.

Для більшості характеристик точності форми та розташування допуски базуються на ступені точності стандартної серії.

Для кожного ступеня точності допуск пов'язаний з одним із конструктивних параметрів нормального елемента (наприклад, діаметром або довжиною) для того, щоб визначити різні розміри виробу та однаковий рівень точності. При переході від одного ступеня точності до іншого допуск змінюється в 1,6 рази.

На додаток до ступеня точності, ГОСТ 24643-81 стандартизує базові ряди числових значень допусків форми та розташування, які є 10-м рядком деяких округлених домінантних чисел, для зручності розрахунку ваги вимірювального приладу (табл. 1.1).

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

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

Відхилення від поверхні (або профілю) означає, що фактична форма поверхні (фактичний профіль) відхиляється від номінальної форми поверхні (номінальний профіль).

Справжня (реальна) поверхня - поверхня, яка обмежує тіло і відокремлює його від навколишнього середовища.

Реальний (реальний) профіль - профіль, отриманий різанням реальної поверхні площиною.

Номінальна (геометрична) поверхня - найбільш підходяща поверхня, номінальна форма наводиться на кресленні або іншому технічному документі.

Номінальний (геометричний) профіль - профіль, одержуваний різанням номінальної поверхні площини.

Нормалізація та кількісне визначення відхилень форми засновані на принципі суміжних поверхонь (суміжних профілів).

Сусідня поверхня - у вигляді номінальної поверхні, основна поверхня торкається фактичної поверхні і вимірюється поза матеріалом деталі, так що

відхилення від найдальшої точки фактичної поверхні в межах нормальної поверхні є мінімальним.

Відхилення форми приймається від точок фактичного перерізу (профілю) до сусідньої поверхні на максимальній відстані між останніми з L-ділянок (рис. 1.1).

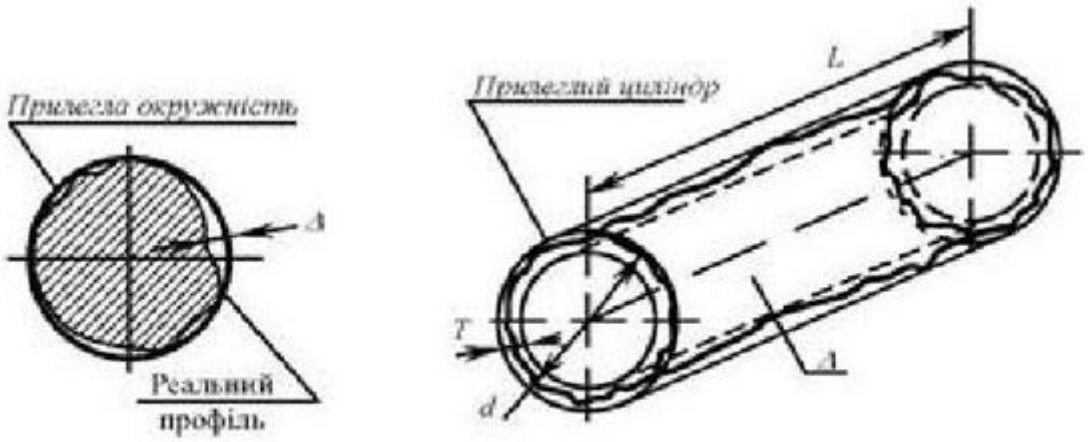


Рисунок 1.1 - Віддаль від точок реальної поверхні до прилягаючої поверхні

Відповідно до СТСЗВ 301-76 для вимірювання відхилень форми дозволяються розрахунки середньої площі поверхні (середнього профілю) (рис. 1.2). Середня поверхня є базовою поверхнею і має номінальну форму поверхні і суміщена з фактичною поверхнею, так що стандартне відхилення фактичних точок поверхні від середньої поверхні нормальної поверхні має найменше значення.

При зчитуванні із середньої поверхні (профілю) відхилення форми дорівнює абсолютному значенню найбільшого відхилення фактичних точок поверхні. (профіль) обидві сторони середньої поверхні (профіль).

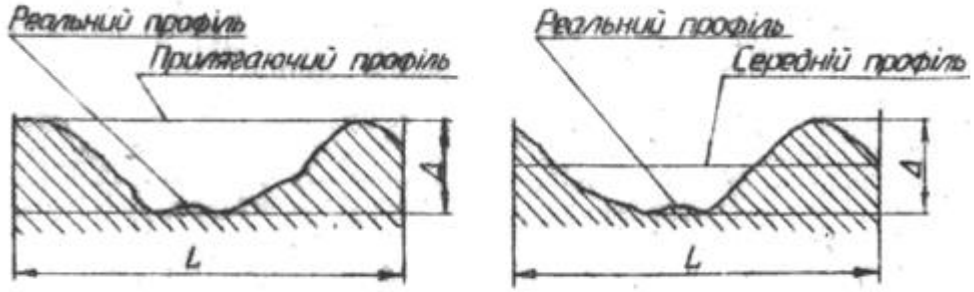


Рисунок 1.2 - Оцінка відносно середнього профілю

Різниця в відхиленнях, виміряних відносно прилягаючої і середньої поверхонь, практично не перевищує 5-10%

Відхилення форми нормуються окремо для плоских та циліндричних поверхонь.

До загальних відхилень форми циліндричних поверхонь відносяться відхилення від циліндричності, круглості, відхилення профілю поздовжнього січення та відхилення від прямолінійності осі в просторі.

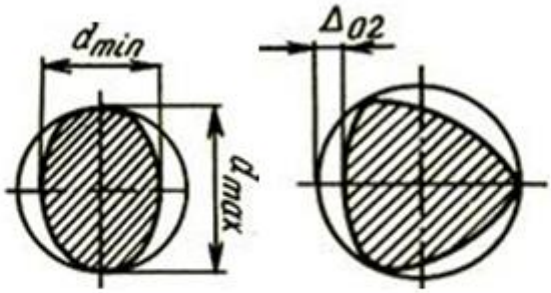


Рисунок 1.3 - Відхилень форми циліндричних поверхонь

Відхилення від циліндричності - максимальна відстань від точки на фактичній поверхні до сусіднього циліндра.

Відхилення від округлості - максимальна відстань від точки у фактичному профілі до сусіднього кола. Елементарними відхиленнями форми в поперечному січенні є овальність та огранка, бочкоподібність.

Відхилення від прямолінійності осі в просторі мінімальне значення діаметра циліндра, всередині якого розміщена реальна вісь поверхні на довжині нормованої ділянки.

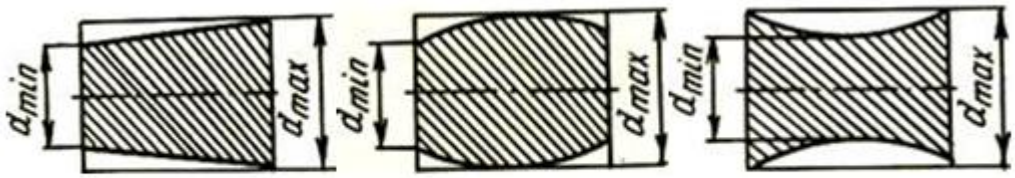


Рисунок 1.4 - Типи відхилення

Еліпс - це відхилення від круглої форми, фактичний профіль - еліптична фігура, а його максимальний та мінімальний діаметри перпендикулярні один одному:

$$\Delta_{Ов} = \frac{(d_{\max} - d_{\min})}{2};$$

Причиною появи різання є вистукування шпинделів, таких як токарні верстати та шліфувальні машини.

Вирізати відхилення від круглої форми, де фактичним профілем є багатогранна фігура. Різання відбувається через миттєву зміну положення центра обертання деталі під час обертання, наприклад, безцентрове шліфування.

Конічне відхилення поздовжнього профілю поперечного перерізу, коли генератор прямий, але не паралельний. Ця конічна форма зумовлена скороченням шпинделя та пінола задньої бабки машини, роботою машини тощо.

Форма стовбура - відхилення, через яке твірне тіло стає опуклим, коли діаметр збільшується від краю до середини вирізу. Причиною форми стовбура може бути деформація при шліфуванні довгого стовбура в центрі без місяця.

2 **Основна частина**

2. 1 Принципова і функціональна схеми вибраного варіанту

Опис принципової схеми вибраного варіанту

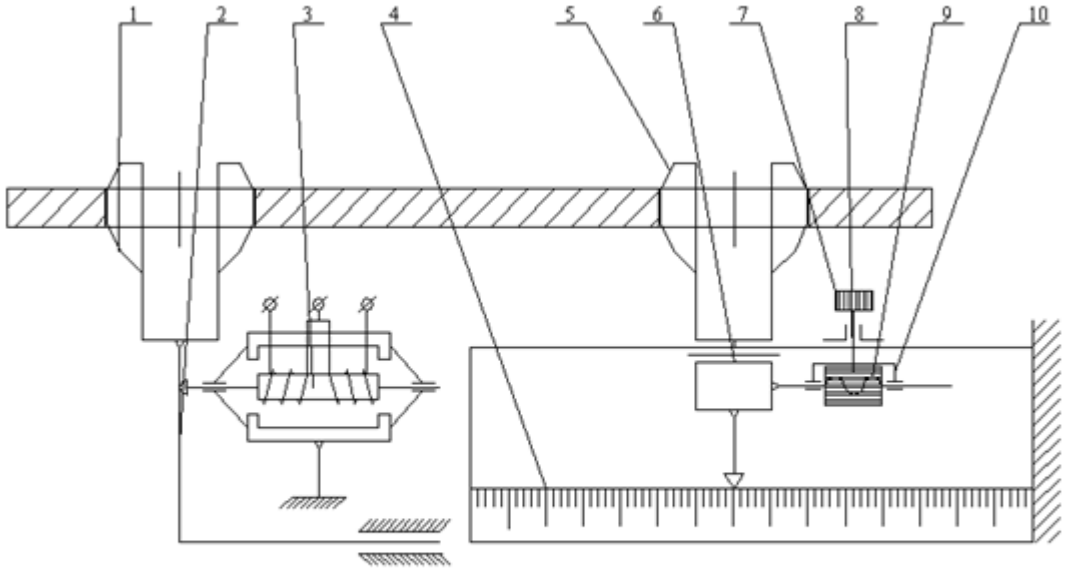


Рисунок 2.1 - Принципова схема

1 - розрізна плаваюча головка; 2 - плаваюча рама; 3 - індуктивний диференційний соленоїдний давач; 4 - шкала; 5 - пересувна розрізна головка; 6 - повзун; 7 - фіксуючий гвинт; 8 - гайка; 9 - шпилька; 10 - рамка.

Опис роботи приладу

Пристрій відноситься до контрольно-вимірювальної техніки і може бути використати для вимірювання міжцентрових відстаней.

Прилад працює наступним чином:

В залежності від параметрів замірюваної деталі прилад налаштовується на розмір, який треба заміряти в розрізні головки, підбираються під відповідний діаметр і закріплюється; головка 3 на корпусі, а головка 4 на плаваючій рамі.

Прилад налаштовується по установочній мірі. Після цього на прилад установлюють провітрювану деталь, яка базується на дві розжимні головки.

Головки за рахунок своїх пружних властивостей само встановлюється по отворах деталі, яку необхідно контролювати, тим самим переміщають легко обертаючу раму на фактичну міжцентрову відстань. А відліковий пристрій фіксує ці відхилення.

$$m = \frac{20,6}{0,2 \cdot 9,81} = 10,48 кг$$

По направляючій пересуваються повзун 6, на ньому закріплено пересувну розрізну головку 5, шкалу 4. На плаваючій рамі 2 закріплена розрізна плаваюча головка 1. Прилад для вимірювання відцентрових відстаней оснащений індуктивним диференційним соленоїдним здавачем 3, який своїм чутливим елементом контактує з пластинкою, яка розміщена на плаваючій рамі 2.

Для точного і плавного переміщення повзуна пересувної розрізної головки 5 в пристрої передбачено рамку 10, що вільно пересувається і фіксується гвинтом 7. Пересування повзуна здійснюється за допомогою гайки 8 і шпильки 9.

Розрізні головки 1 і 5 виконані змінними для можливості контролю деталей з різними діаметрами та глибиною контрольованих отворів.

Індуктивний диференційний соленоїдний давач 3 кріпиться всередину приладу для зменшення габариту і захисту від пошкоджень.

Поворотна рама виготовлена на центрах (кернах) для зменшення опору поверхонь. Установка на центрах дає велику точність.

Розрізні головки 1 і 5 виконані зі сферичною вимірювальною пластиною та посадочними поясками.

2.2 Розрахунково-конструкторська частина

2.2.1 Розрахунок точнісних характеристик вимірювального або контрольованого засобу

Створення конструкції приладу нерозривно пов'язано із завданням забезпечення необхідної точності та їх функціонування. Як відомо, точність механізму характеризується його похибками. Знаходження похибки, в свою чергу, вимагає знання, до якого ідеального значення вимірювальної величини, відносно якого розглядається фактично отримане значення вимірювальної величини.

Визначимо граничну похибку приладу:

На похибку приладу в основному будуть впливати похибка вимірювання індуктивного соленоїдного давача вимірювання та похибка системи базуючих елементів.

Похибка давача відома. Вона складає $\delta_д \pm 5 мкм$

Знайдемо похибку системи базуючих елементів:

Та похибка буде складатися:

1. Похибка співвісності розрізних головок.

Допуск співвісності 5-го квалітету буде складати $f_S = 16 мкм$

2. Похибка викликана непрямолінійністю розміщення розрізних головок.

Допуск на прямолінійність по 5-му квалітету складає $f_P = 5 мкм$

Похибка викликана зміщенням осей розрізних головок.

Величина $f_Z = 8 мкм$

Загальна похибка системи базуючи елементів

$$\delta_c = f_S + f_P + f_Z = 16 + 5 + 8 = 29 мкм$$

Знайдемо граничну похибку приладу

$$\delta_{пр} = \sqrt{\delta_д^{\,2} + \delta_с^{\,2}} = \sqrt{16^2 + 29^2} = 33{,}2 мкм$$

2.2.2 Конструктивний розрахунок елементів приладу.

Розрахунок пружніх елементів головки розрізної.

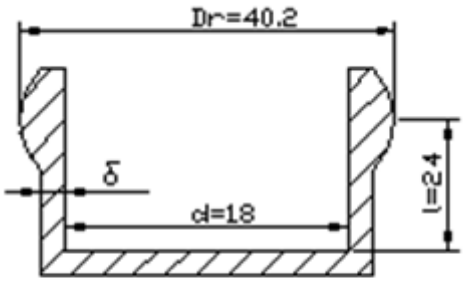


Рисунок 2.2 - Головка в розрізі

Для розрахунку приймаємо

- діаметр контрольованого отвору = 40 мм.
-діаметр головки збільшений для створення попереднього натягу =40,2мм.
- плече згинання = 24 мм.
- маса деталі, що перевіряється 5 кг
- число пелюсток розрізної головки

Виходячи з принципу вимірювання, пелюстки пересувної головки повинні зцентрувати отвір деталі, а плаваюча головка центрується по другому з контрольованих отворів.

Отже, сила пружності пелюсток повинна бути більшою за силу тертя деталі, що контролюється на отворах.

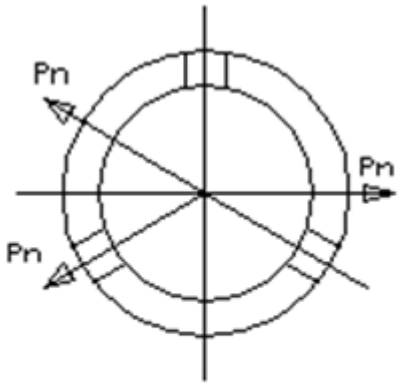


Рисунок 2.3

Сила дії головки на деталь завжди дорівнює силі пружності однієї пелюстки

$$\sum P_n = 2P_n \cdot \cos 60^\circ = 2P_n \cdot 0{,}5 = Pn$$

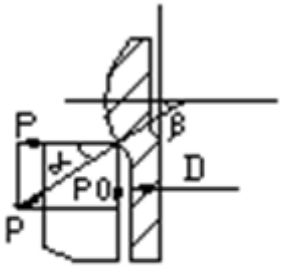


Рисунок 2.4

Зі схеми взаємодії головки з контрольованим отвором

$$\cos\beta = \frac{D/2}{D_r/2} = \frac{40/2}{40{,}2/2} = 0{,}995$$

$$\beta = 5{,}732^\circ = 5^\circ 43' 53''$$

Співвідношення між боковою силою та осьовою силою

$$\frac{P_0}{P\delta} = tg\beta = 0{,}1737 \qquad (2.1)$$

Приймаючи коефіцієнт тертя ковзання спокою сталі по сталі = 0,2

Визначаємо силу тертя

$$F_t = f \cdot N = f \cdot m \cdot g$$

$$F_T = 0{,}2 \cdot 5 \cdot 9{,}81H(1{,}962м)$$

$$\text{Сила } F_\delta \geq F_T = 9{,}81H(1{,}962м)$$

Зі співвідношення (2.1)

$$P_\delta = \frac{P_0}{tg\alpha} = \frac{mg}{tg\alpha} = 9{,}81H(1{,}962\,м)$$

$$P_\delta = \frac{5 \cdot 9{,}81}{0{,}01737} = 2824(565м)$$

Отже, деталь власною вагою завжди стисне пелюстки розрізних головок при встановленні.

Визначаємо розміри перетинки пелюстки розрізної головки.

Для сектора тонкостінної труби

Момент інерції січення

$$I_x = \frac{\delta V^3}{2} = (2\alpha + \sin 2\alpha - \frac{4\sin^2\alpha}{\alpha}) \qquad (2.2)$$

Де

$$x_i = r\sin\alpha \tag{2.3}$$

Прогин консольної балки

$$f = \frac{D_r - D}{2}$$

$$f = \frac{40{,}2 - 40}{2} = 0{,}1мм$$

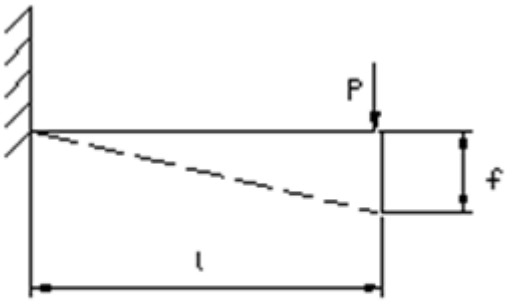


Рисунок 2.5

Сила, що необхідна для створення прогину:

$$P = \frac{D_r - D}{2}$$

Приймаємо

$$r = \frac{d}{2}$$

$$r = \frac{18}{2} = 9мм$$

З формули (2.3)

$$\sin\alpha = \frac{x_i}{r} \qquad (2.4)$$

$$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha \cdot \cos\alpha$$

$$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha\sqrt{1-\sin^2\alpha}$$

Для визначення приймаємо ширину паза = 6 мм.

$$2x_i = \frac{2\pi r}{3} - B$$

$$2x_i = \frac{2\pi \cdot 9}{3} - 6 = 12{,}8мм$$

$$2x_i = 6{,}4мм$$

З формули (2.4)

$$\sin\alpha = \frac{6{,}4}{9} = 0{,}711$$

$$\alpha = 0{,}791рад = 45{,}325^\circ = 45^\circ 19' 31''$$

Підставляємо в (2.2)

$$I_x = \frac{\delta r^3}{2}\left(2\alpha + 2\cdot\sin\alpha\sqrt{1-\sin^2\alpha} - \left(\frac{2\sin\alpha}{\alpha}\right)^2\right) == \frac{\delta r^3}{2}\left(2\alpha + 2\frac{x_i}{r_i}\sqrt{1-\left(\frac{x_i}{r_i}\right)^2} - \frac{1}{\alpha}\left(\frac{2x_i}{r}\right)^2\right) =$$

$$= \frac{\delta r^3}{2}\left(2\cdot 0{,}791 + 2\cdot 0{,}711\cdot\sqrt{1-0{,}711^2} - \frac{1}{0{,}791}\cdot(2\cdot 0{,}711)^2\right) = 9{,}03\delta$$

Враховуючи

З (2.5) отримуємо:

$$P = \frac{3EI\cdot f}{e^3} \qquad (2.5)$$

$$P = \frac{3\cdot 2{,}1\cdot 10^5\cdot 9{,}03\delta}{24^3} = 41{,}2\delta$$

З попередніх розрахунків

$$P_\delta = P = 41{,}2\delta \geq F_T = 1{,}962м$$

$$\delta \geq \frac{1{,}962}{41{,}2} = 0{,}0477м = 0{,}0475\cdot 5 = 0{,}238$$

Приймаємо = 0,5 мм.

Тоді сила деформації пелюстки

$$P = \frac{3EI\cdot f}{e^3}$$

$$P = \frac{3\cdot 2{,}1\cdot 10^5\cdot 9{,}03\cdot 0{,}5\cdot 0{,}1}{24^3} = 20{,}6H > F_T = 9{,}81H$$

Отже, пелюстки розрізних головок стискаються при довільній масі деталі, а гранична маса деталі, яку може зцентрувати розрізна головка знаходиться з виразу:

$$P \geq F_T = f \cdot mg$$

$$m \leq \frac{P}{f \cdot g}$$

$$m = \frac{20,6}{0,2 \cdot 9,81} = 10,48 кг$$

2.2.3 Аналіз конструкції приладу на технологічність

По показниках технологічності, прилад відповідає високій степені відповідності конструкції та її елементів оптимальним умовам сучасного виробництва. Такі показники технологічності як коефіцієнт зборки виробу, коефіцієнт використаного матеріалу, питома металоємність та питома трудоємність виробництва відповідають оптимальним значенням для сучасної промисловості.

Так, наприклад, корпус пристрою доцільно виготовляти методом виплавлення, що значно відповідно підвищує технологічність конструкції.

В конструкції приладу передбачено роботу приладу як і в переносному режимі, так і в стаціонарному режимі.

По показниках технологічності прилад відповідає високому рівню, дозволяє оптимальну взаємодію з оператором, з точки зору ефективності управління приладом, відповідає сучасному стилю, має значну кількість стандартизованих деталей та блоків.

2.3 Опис вимірювального перетворювача

На рисунку 2.6 зображено петлевий дротяний тензометр, або петлевий тензометр з шириною решітки а чуттєва до деформацій до деформацій решітка 5 виконана з константа нового дроту діаметром 0,03 мм і наклеєна спеціальним клеєм 3 на паперову підкладку 2. Зверху на решітку наклеюється захисний листок 4. Для приєднання провідників до кінців провідникової решітки приварюються виводи 6. Шар клею 1 кріпить датчик до поверхні деталі і передає її деформації дротяній решітці.

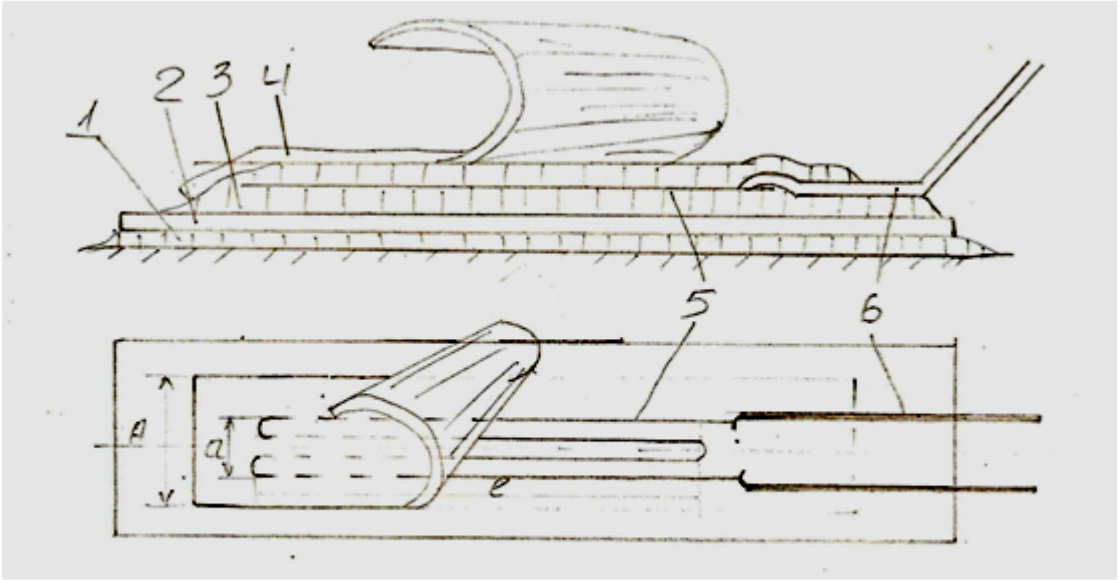


Рисунок 2.6 - Дротяний тензометр

В результаті деформації дроту в решітці опір дроту змінюється. На цьому і засновано практичне застосування дротяних датчиків для вимірювання деформацій.

Для того щоб решітка датчика повторювала деформації деталі, дріт і папір вибирають по можливості тонші, застосовують спеціальний клей і способи наклеювання.

При цьому похибка показів вимірювань не перевищить 0.1% . Разом з тим питання про механізм передачі деформації поверхні деталі дротяній решітці

датчика ще не достатньо ясний , існують гіпотези незадовільні, а переконливих експериментальних досліджень поки що немає.

2.4 Параметри дротяних датчиків

Дротяні датчики характеризуються слідуючими основними параметрами:

1. Геометричне розміщення решітки;
2. Коефіцієнт чутливості до деформацій S;
3. Початковим опором R;
4. Потужністю розсіювання W.

Геометричні розміри решітки дротяного датчика визначають властивості датчика і змінюються в деяких границях. В випадку петлевих датчиків база l. рівна довжині прямолінійних ділянок, змінюється від 3 до 75 мм, ширина решітки а від 10 до 0.3 мм, а радіус заокруглення петель Г змінюється від 0,1 до 0,3мм. Якщо ж замість петель напаяти мідні перемички, або датчик виготовлено з фольги , а також якщо він є тільки з одного дротика, то розміри датчика характеризуються базою li, шириною решітки а.

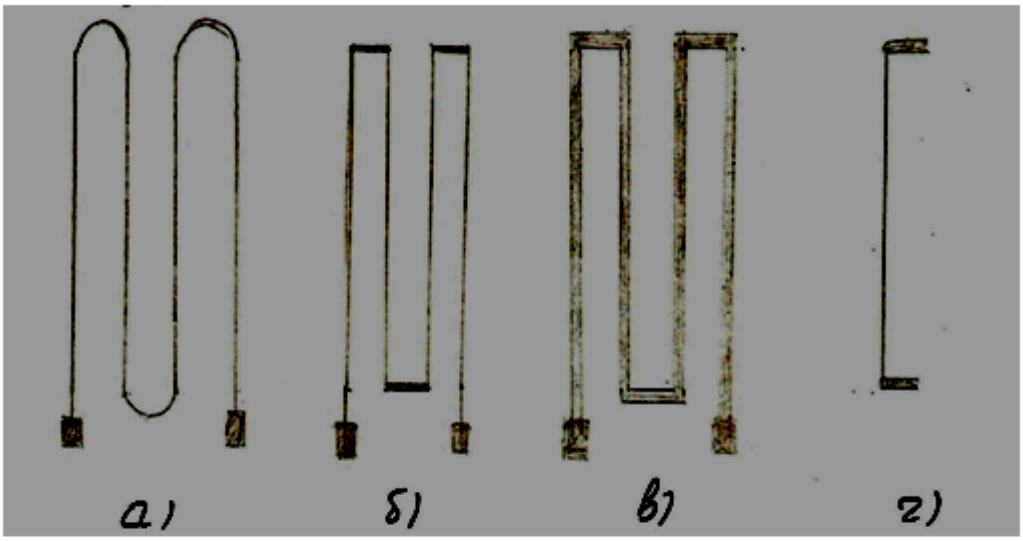


Рисунок 2.7 - конструкція датчиків а) - дротяний летневий датчик б) - датчик в якому петлі замінені мідними перемичками в) - датчик з фольги
г) - лінійний датчик

Коли говорять про чутливість датчика до деформації, то мають на увазі його чутливість до деформації визначеного напрямку, зокрема до деформації напрямок якої співпадає з напрямком осі датчика. Коефіцієнтом чутливості датчика до деформації називається відносна зміна його початкового опору на одиницю відносної деформації в напрямку осі датчика.

$$S = \frac{\Delta R}{R} \times \frac{1}{\varepsilon_\alpha}$$

Де R - початковий опір датчика; ΔR - повний приріст опору датчика, який виникає в результаті деформації решітки від повздовжньої і поперечної деформацій; ε_α - відносна деформація деталі і відповідно прямолінійних ділянок датчика в напрямку який співпадає з віссю датчика πГ/Іі.

Під потужністю розсіювання розуміють кількість тепла яке віддається датчиком в навколишнє середовище за одиницю часу при допустимому підвищенні температури самого датчика під час протікання через нього електричного струму. Потужність, яка виділяється дротяною решіткою датчика, при протіканні струму виражається формулою:

$$W = I^2 R \text{ А}$$

Звідси допустиме значення струму в датчику:

$$I = \sqrt{\frac{W}{R}} \text{ А}$$

2.5 Вимірювальні властивості тензодатчика

Дротяні датчики одержали найбільш широке застосування в машинобудуванні для вимірювання механічних деформацій в деталях машин, механізмів і металоконструкцій. В основі таких вимірювань є перевід

вимірювальної величини в видовження датчика, а відповідно, в зміну опору. При вимірюванні динамічних деформацій датчики практично без інерційні і можуть застосовуватися для реєстрації процесів з частотою 50 000 Гц, що перевірено експериментально.

Для забезпечення необхідної точності вимірювань при швидкозмінних деформаціях база датчика не повинна перевищувати 1/20 довжини хвилі вимірювальної деформації деталі. Сучасними приладами може бути замірено опір датчика, рівний 10^{-7} . Відповідно мінімальна відносна деформація:

$$\frac{\Delta l}{l} = \varepsilon = \frac{\Delta R}{R} \times \frac{1}{3} = 10^{-7} \times \frac{1}{2} = 5 \times 10^{-8}$$

Звідки механічні напруження σ кг/см^2 на стані з модулем E = 2×10^6 МПа буде рівна:

$$\sigma = \varepsilon \times E = 5 \times 10^{8} \times 2 \times 10^{6} = 0{,}1\text{МПа}$$

Тоді абсолютна деформація або переміщення при базі датчика l = 20 мм

$$\Delta l = \varepsilon l = 5 \times 10^{-8} \times 20 = 10^{-6}\text{мм}$$

Верхняя межа вимірювання величин визначається максимальні значення відносної деформації датчика при якій хід функції $\frac{\Delta R}{R} = S\varepsilon$ залишається лінійним і залежить від властивостей дроту з якого виготовлено датчик. Для випадку підпаленого константану верхняя межа складає $\varepsilon = 2{,}4\%$.

Опір датчиків змінюється не тільки від деформації, но і від інших факторів, що необхідно враховувати при вимірюваннях. Наприклад, зміна опору датчика при зміні температури розраховують по формулі:

$$\frac{\Delta R}{R} = \alpha \Delta t$$

Але при вимірюванні деформацій:

$$\frac{\Delta R}{R} = S\varepsilon$$

Коли, порівнюючи записані співвідношення, одержимо:

$$\alpha \Delta t = S\varepsilon = S\frac{\sigma_t}{E}$$

Користуючись останнім виразом, легко виразити порівняльний впливтемператури і деформацій на зміну опору датчика. Наприклад для константана: $\alpha \pm 2 \times 10^{-6}$; S = 2; для сталі $E = 2 \times 10^6$ тоді

$$\sigma_t = \frac{\alpha \Delta t E}{S} = \frac{\pm 2 \times 10^{-6} \times 1 \times 2 \times 10^6}{2} = \pm 2 \text{ кг/см}^2$$

Тобто відносна зміна опору не наклеєного на деталь з зміною температури на 1˚С рівносильно відносній зміні його опору при вимірюванні деформації на стальній деталі під дією напруження
$\sigma = \pm 2$ кг/см^2

2.6 Розрахунок точності контролю

2.6.1 Аналіз причин виникнення похибок

Інструментальні помилки завжди заздалегідь визначені з однієї або декількох причин. Тому першим кроком в організації роботи засобів вимірювань є розробка способу підвищення їх точності під час розробки нових

засобів вимірювання, виявлення найбільш конкретних причин цього типу та конструкція засобів вимірювань. Інструментальні помилки можна розділити на три групи: 1) недоліки конструкції; 2) виробничі, 3) експлуатаційні. Подумайте про причини цих розділів.

1. Причинами конструкційних недоліків є:

- принципи, що використовуються для вимірювання фізичних величин та недосконалості прийнятих методів модифікації інформації про виміряні величини в оригінальному компіляторі;
- нестабільність при перетворенні інформації про інформаційний параметр вимірюваної фізичної величини у вимірювальний контур;
- втрата інформації про параметри заданий даних у вимірювальній схемі приладу;
- втрата інформації про параметри вимірюваної інформації в лічильно-реєструючому пристрої вимірювального приладу;
- недостатній захист обрахункової схеми від впливу зовнішніх факторів, що спотворюють інформацію на параметри знайдених даних;
- нелінійність перетворення вимірюваного інформаційного параметра схеми вимірювання або перетворення, яке не входить у визначену функцію через недосконалі структурні характеристики функціональної схеми перетворювача;
- не дотримування законної зміни інформаційних параметрів вимірювальної схеми вимірювального приладу шкали лічильно-реєструючого пристрою;
- недосконаліть зчитування інформації з пристроїв підрахунку та реєстру;
- оператор неправильно читає інформацію про параметри вимірюваної інформації на приладі обліку та запису вимірювального приладу.

2 Основними причинами виробництва являється :

- технологічні недосконалості застосування, які не відповідають якісним характеристикам встановленим межам стабільності та безпеки;
- нестабільність технологічних процесів, які не забезпечують дотримання

отриманих показників якості;

- порушення технічної документації та вимог технологічного процесу;
- неправильний вибір засобів виробництва та незадовільна їх робота;
- недостатня система технічного контролю для встановлення та експлуатації дефектних елементів та виробів.

3. Основними причинами експлуатацний похибок буде рахуватися:

- умови експлуатації, технічні умови та вимоги до супровідних документів;
- неналежний захист від зовнішніх факторів в умовах використання засобів вимірювань;
- порушення вимог до технічного обслуговування;
- зміна елементів або перетворювачів через вплив факторів зовнішнього середовища в умовах експлуатації.

Залежно від конструкції та якості продукції можуть переважати різні помилки. Тому важливою умовою створення високоточних вимірювальних приладів є аналіз причин та їх вплив на зчитування вимірювальних приладів.

Наступним кроком в організації удосконалення точності приладу є інтеграція методів запобігання впливу характерної причинно-наслідкової зв'язку на вимірювання даного інформаційного параметра та розробка відповідних характеристик для схеми вдосконалення точності. Можуть бути розроблені спеціальні вимоги для підвищення технічного рівня виробництва, його метрологічного забезпечення та засобів промислового застосування.

Ми надаємо елементу покриття "к" індекс кінематичної комбінації та індекс "м" покриття. Тоді різниця

$$\Delta l_{к.м.} = l_{к.} - l_{м} - 2c_{к.м}$$

де $l_к$ розмір обвідного елемента; $l_{м.}$ - розмір охоплюваного елемента;

$c_{к.м}$ - товщина шару мастила.

Розміри lк і lм мають власні номінали які відповідні відхиленням Δl та Δlm через виробничі помилки та навмисні відхилення, що спричиняють рухливу посадку. Давайте напишемо це

$$l_к = l + \Delta l_к; \quad l_м = l - \Delta l_м$$

де l номінальний розмір; $\Delta l_к$ - відхилення від номінального значення охоплюючого розміру; ; $\Delta l_м$ - відхилення від номінального значення охоплюваного розміру.

Тоді

$$l_к = l + \Delta l_к; \quad l_м = l - \Delta l_м$$

і з урахуванням товщини шару мастила $c_{к.м}$ зазора

$$\Delta l_{к.м.} = \Delta l_к + \Delta l_м - 2c_{к.м.}$$

Для визначення похибки, спричиненої зазором, необхідно знати напрямок дії сил кінематичних пар. Залежно від характеру застосованої сили, один елемент пари порівняно з іншим теоретично може переміститися з правильного положення до значення, рівного половині різниці.

$$\Delta = \frac{1}{2}\Delta l_{к.м} = \frac{1}{2}(\Delta l_к + \Delta l_м - 2c_{к.м}),$$

або повернутись на кут

$$\Delta\gamma = \frac{\Delta l_{к.м.}}{h_{к.м.}} = \frac{\Delta l_к + \Delta l_м - 2c_{к.м.}}{h_{к.м.}}$$

де $h_{к.м}$ — являється довжиною одного короткого елемента шарніра до

його поступальної пари

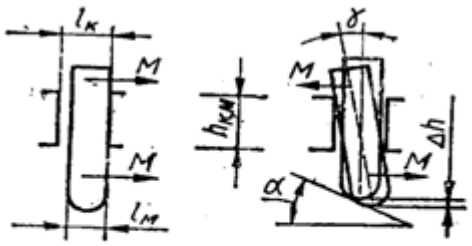


Рисунок 2.8 - Кінематичні пари

Ми виявили помилку в положенні гвинта, яка виникає внаслідок спільної дії поступального зміщення та відхилення гвинта, спричиненої наявністю зазору. Значенням буде вертикальний зсув штовхачів

$$\Delta h = \left[\frac{1}{2}\left(\Delta l_{к.} + \Delta l_{и.} - 2c_{к.и.}\right) + \frac{l}{h_{к.и.}}\left(\Delta l_{к.} + \Delta l_{и.} - 2c_{к.и.}\right)\right] tg\alpha = \left(\frac{1}{2} + \frac{l}{h_{к.и.}}\right)\left(\Delta l_{к.} + \Delta l_{и.} - 2c_{к.и.}\right) tg\alpha$$

Або

$$\Delta h = (l \sin\gamma) \mathrm{tg}\alpha,$$

$$\gamma = \Delta l_{к.м.} / h_{к.м.}.$$

2.6.2 Розрахунок похибки установки

Прилад має помилки введення та виведення. Вхідна помилка вхідних параметрів називається вхідною. Сюди входять параметри використовуваних елементів та деталей, параметри без інформації про вимірюваний сигнал або виміряну фізичну величину, параметри джерела живлення, параметри зовнішнього впливу тощо.

Перші параметри поєднують технічні, економічні та метрологічні характеристики та показники якості. Вихідні параметри визначаються вхідними параметрами вимірювального приладу та моделлю схеми. Різниця між необхідними та фактичними значеннями вхідних параметрів називається похибкою вхідних параметрів. Різниця між необхідними та фактичними значеннями вихідних параметрів називається похибкою вихідних параметрів.

Помилки у вхідних параметрах під час проектування, побудови та виготовлення називаються первинними.

Помилки на етапі проектування та будівництва та спрощення фізичних законів, що використовуються, можуть бути наслідком помилок у реалізації необхідної структури схеми функціональної залежності. Теоретичні помилки складаються з параметрів і функцій. Параметрична помилка - це помилка функціонального перетворювача, яка є результатом спрощеного представлення використовуваного фізичного закону та фактичної реалізації функціонального перетворювача. До функціональних помилок належать помилки, спричинені функціональною несумісністю окремих функціональних перетворювачів. Функціональна несумісність визначається як різниця між навантаженням на виході АФ та вхідними та вихідними параметрами.

На фазі виробництва технологічні помилки виникають через випадковий характер параметрів, що виникають під час технологічного процесу, або через неадекватність технологічного процесу. На фазі експлуатації експлуатаційні помилки виникають внаслідок відхилення поточних робочих умов від параметрів елементів, розрахованих або змінених під час експлуатації.

Залежно від ступеня впливу на значення перших параметрів основні

помилки поділяються на драматичні, значущі, неактивні та незначні. Помилковий параметр, врахований у існуючих початкових помилках, включається під час участі у формуванні

Однак слід зазначити, що неактивні первинні помилки можуть бути ефективними, якщо продуктивність приладу покращується або умови експлуатації змінюються.

Похибка зчитування приладу може бути виражена як сума двох складових (випадкової Δ та систематичної Δ_c):

$$\Delta = \Delta_c + \Delta.$$

Якщо ми розглянемо набір вимірювальних приладів, систематичною складовою помилки буде випадкова величина для кожної копії виробу.

Через природу зовнішніх факторів помилка полягає у впливі вологи, вібрації та ударних навантажень до температури. Ці помилки визначають ступінь впливу змін умов експлуатації на показники приладу.

Залежно від умов використання помилки поділяються на первинні та вторинні. У звичайних робочих умовах похибка вимірювального приладу називається віссю. Відповідно до ГОСТ 12997-84, нормальними умовами випробувань є такі: температура навколишнього середовища (20 ± 5) ° С; відносна вологість 30 ... 80%; атмосферний тиск 86 ... 106,7 кПа; відхилення від номінального значення напруги живлення не повинно перевищувати ± 2%; максимальний гармонічний максимальний коефіцієнт 5%, відхилення частоти змінного струму ± 1% 50 Гц та ± 3%; зовнішні електричні та магнітні поля не повинні обмежуватися, щоб впливати на роботу виробу; Механічне навантаження (вібрація, удар, прискорення) повинно відповідати стандартам і специфікаціям певної групи виробів. Відхилення від нормального діапазону умов праці називаються допоміжними помилками.

Прийнятні методи вимірювання не мають абсолютної вибірковості щодо інформаційних параметрів вимірюваних величин. Первинний прикладний перетворювач, визначений методом та принципом вимірювання, генерує

помилки вимірювання через певну чутливість до неінформаційних параметрів. Недостатня чутливість вимірюваних параметрів, гіперчутливість до неінформаційних параметрів та нестабільність через нестабільність методу перетворення вхідного сигналу називаються методичними.

Принцип будови вимірювального контуру і помилки, пов'язані з виконанням конструкції вимірювального приладу, називаються приладами. Інструментальні помилки мають три основні складові: теоретичну, технологічну та операційну. Тому, говорячи про похибку приладу, ми розуміємо загальну похибку вимірювального приладу.

Характеристики помилок у наведеній вище класифікації не охоплюють усіх причин та симптомів відхилень від справжнього значення фізичної величини, виміряної фактичним показником вимірювального приладу. Похибка вимірювання фізичної величини може бути виражена через декілька компонентів.

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2, + \Delta_3, + \Delta_4,$$

де Δ1 - похибка через "невизначену" вибірковість в інформаційних властивостях вимірюваної фізичної величини первинного компілятора (це основна частина методологічної помилки); Δ2 - похибка перетворення вхідного сигналу в вимірювальний контур; Δ3 - помилка при перетворенні вимірюваного сигналу на лічильно-реєструючий пристрій вимірювального приладу; Δ4 - помилка зчитування (видалення) інформації оператора з індикаторного пристрою вимірювального приладу.

Помилки Δ1, Δ2 та Δ3 визначають суму помилок приладу. Помилка Δ_4 називається помилкою читання.

Якщо похибка вимірювального приладу не залежить від значення вимірюваного параметра, вона називається аддитивно . Показання вимірювального приладу буде відхилятися від фактичного значення вимірюваного значення протягом усього діапазону вимірювання (наприклад, коли нульова точка шкали зміщена). Якщо похибка залежить від значення

вимірюваного параметра, це називається множення. У цьому випадку показники лічильника множаться на деякий замінник $k == 1 \pm \gamma$. Помилки множення можна виразити термінами вираження.

$$\Delta_M == y — y_0 = k(1 \pm \gamma)\, x — kx = \pm \gamma x.$$

В ГОСТ 8.051-81 встановлює допустимий розмір до 15 рядів, залежно від номінального розміру та виробничих допусків. Допустима величина похибки вимірювання знаходиться в межах 20 ... 35% значень допуску. Допустимі похибки вимірювань включають помилки не тільки вимірювальних приладів, але й інших факторів, таких як вимірювальні установки та температура. Під час вимірювання виникатимуть випадкові та ненавмисні системні помилки. Поділити випадкові компоненти кількома вимірами практично неможливо. Час від часу визначається системний компонент помилки, який може бути випадковим. Тому важливо, щоб випадкова складова не перевищувала норму 0,6.

Допустимі межі вимірювань повинні бути нормалізовані незалежно від методу вимірювання та прийнятого методу контролю.

У механічних вимірювальних приладах частина може мати похибку вимірювання через пружну деформацію в зоні контакту наконечника. Отже, зусилля в юридичному документі не є нормальними, і їх можуть забезпечити лише досвідчені оператори. Ці помилки називаються контактними помилками, і їх слід враховувати для високоточних вимірювань, коли похибка вимірювання знаходиться в межах допустимої потужності.

Максимальна похибка вимірювального приладу повинна бути приблизно в п'ять разів менше мінімального значення фізичної величини, виміряної вимірювальним приладом. Наприклад, при вимірюванні мінімального допуску приладу відсікання не повинно перевищувати 1,0 мкм, або максимальна похибка вимірювального приладу не повинна перевищувати 0,2 мкм.

2.6.3 Сумарна похибка устоновки

В данній проектованій установці помилка пристроя буде ділитися на два різні елементи.

$$\varepsilon = \varepsilon_{вст.} + \varepsilon_{вим.},$$

де ε - буде відносна огріх ,

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

$\varepsilon_{вим.}$ - огріх вимірювання.

В свою чергу наступна похибка $\varepsilon_{вст.}$ також розділяється на такі компоненти.

$$\varepsilon_{вст.} = \varepsilon_{в1} + \varepsilon_{в2},$$

де $\varepsilon_{в1}$- огріх через виправлення деталі на місці вимірювання;

$\varepsilon_{в2}$- неправильність відхилення від основної осі або установки датчика індуктивності

$\varepsilon_{вст.}$=0.2+0.2=0.4%

Із попередніх даних отримуємо похибку вимірювання:

$$\varepsilon_{вим.} = \varepsilon_{АЦП} + \varepsilon_{підс.} + \varepsilon_{Інд.дат.} + \varepsilon_{ел.},$$

де $\varepsilon_{АЦП}$- огріх аналого-цифрового перетворювача; $\varepsilon_{підс.}$- помилка диференціального підсилювача в заданій установці;

$\varepsilon_{Інд.дат.}$ - Помилка датчика наведення; $\varepsilon_{ел.}$ - Помилка, яка враховує вплив інших елементів реєстраційного блоку.

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

Кінцева похибка:

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

2.7 Повірка установки

2.7.1 Умова повірки та підготовка до неї

При калібруванні слід брати до уваги наступні правила

- Температура зовнішньої середи повинна дотримуватися в межах від + 15 ° С до + 28 ° С.

- Відносна вологість воздуху має зберігати такі показники 65 ± 15%.

- Атмосферний тиск не повинен перевищувати задані значення 84-66 кПа.

Обладнання, встановлене під час випробування, повинно бути встановлене на столі, щоб захистити його від вібрації та інших несприятливих сил та явищ.

2.7.2 Проведення повірки

1 Зовнішні перевірки повинні визначити, чи виконуються наступні вимоги після встановлення.

- установка повинна бути завершена відповідно до паспорта;
- установка не повинна в собі містити механічні пошкодженя,а також фарби та корозії, які можуть вплинути на її експлуатаційні характеристики.

2 Перевірте установку, щоб перевірити взаємодію ваших окремих елементів.

Тест повинен проводитися на приблизно нормальному робочому місці. Особливу увагу слід звернути на плавність руху первинної частини положення вібрації, вимірювання положення вашої інформації. Зупиніть "вгору" на вимикачі під час подачі вимірювального блоку, "відкрийте" подачу тиску в камері контролю газу, зафіксуйте частину диспетчерської. Процес вимірювання дорівнює "нулю", коли датчик отримує традиційну індикацію прийому, тиск у газовій камері управління "стик", а зчитуваний матеріал від датчика та динаміка пам'яті записує вихід. При нагріванні однієї частини камера

управління газом знаходиться в нейтральному положенні до безперебійної роботи та до останнього подавання вимірювального блоку «вниз».

З Приблизна помилка встановлення визначається в наступному порядку.

- “ЗАПУСК” установки;
- Подачі деталі на позицію виходу ;
- Подачі деталі на вимірювальну позицію;
- Подача блоку "Верх", поки він не зупиниться;
- Тиск на камеру контролю газу на "Розтиску";
- Точне налаштування в контрольній позиції;
- Підключити індикацію отримання умовного «нуля» від датчика;
- Подача тиску в камері регулювання газу на «насосі»;
- Зняти показання з датчика, записати результати в пам’ять і видалити параметри;
- Готування «вниз» до зупинки агрегату;
- Встановлення "Зупинити".

Під час перевірки повинно бути зроблено щонайменше п'ять вимірювань, а абсолютна похибка зчитування визначається середнім арифметичним за п'ять вимірювань.

У розділі "Помилка встановлення" слід приблизно перевірити вказані значення на наявність помилок при встановленні.

3 Науково-дослідна частина

3.1 Детальне вивчення виробничого процесу за геометричними параметрами

Метою роботи є розробка пристрою для контролю відхилення при вимірюванні відстані між центрами. Вимірювання проводяться для визначення міжцентрової відстані між двома отворами в контрольованій ділянці та порівняння результатів вимірювань із еталонними значеннями ідеального перерізу. Згідно з дослідженням, параметром є значення загального відхилення відстані від центру до центру отворів.

Виріб вибирається відповідно до параметра x шляхом порівняння стандарту, згідно з яким встановлюється позиційний елемент вимірювання. Продукт, що відповідає умовам, вважається придатним

$$|X - x_0| < d, \quad (3.1)$$

де x_0 - значення X являється для виробу еталоною;

d – допуск на відхилення заданого параметра від еталонного показника.

Значення X розподіляються за звичайним законом з математичним сподіванням M [X] = m та основним відхиленням.

$$\sigma[X] = \sigma$$

Практично важливим є встановлення відповідного продукту p виходу як функції x0, d, m, σ.

$$P = p(x_0, d, m, \sigma). \quad (3.2)$$

Для вигляду створимо такі залежності

$p=p(\delta)$ при $\delta_0=0$ і $p=p(\delta_0)$ при $\delta=1$ та при $\delta=2$,

де $\delta = d / \sigma$ - відносний допуск;

$\delta_0 = | x_0 - m | / \sigma$ - відносне зміщення еталона.

Шукана величина:

$$P = \text{Вер}\,[|X - x_0| < d] = \text{Вер}\,[x_0 - d < X < x_0 + d] = F(x_0 + d) - F(x_0 - d) \quad (3.3)$$

За заданими даними

$$F(x) = \text{Вер}\,[X < x] = F_0((x-m)/\sigma) \quad (3.4)$$

В результаті з (3.3) і (3.4) получаємо такі результати із попередніх вичислювань

$$p = F_0\left(\frac{x_0 + d - m}{\sigma}\right) - F_0\left(\frac{x_0 - d - m}{\sigma}\right) \quad (3.5)$$

Оскільки

$$F_0(x) = 1 - F_0(-x)$$

то формула (3.5) буде представлена у вигляді

$$p = F_0(\delta_0 + \delta) - F_0(\delta_0 - \delta), \quad (3.6)$$

Де

$$\delta = d / \sigma,$$

$$\delta_0 = | x_0 - m | / \sigma \ .$$

Знайдені залежності зображені графіком на рисунку. 3.1.

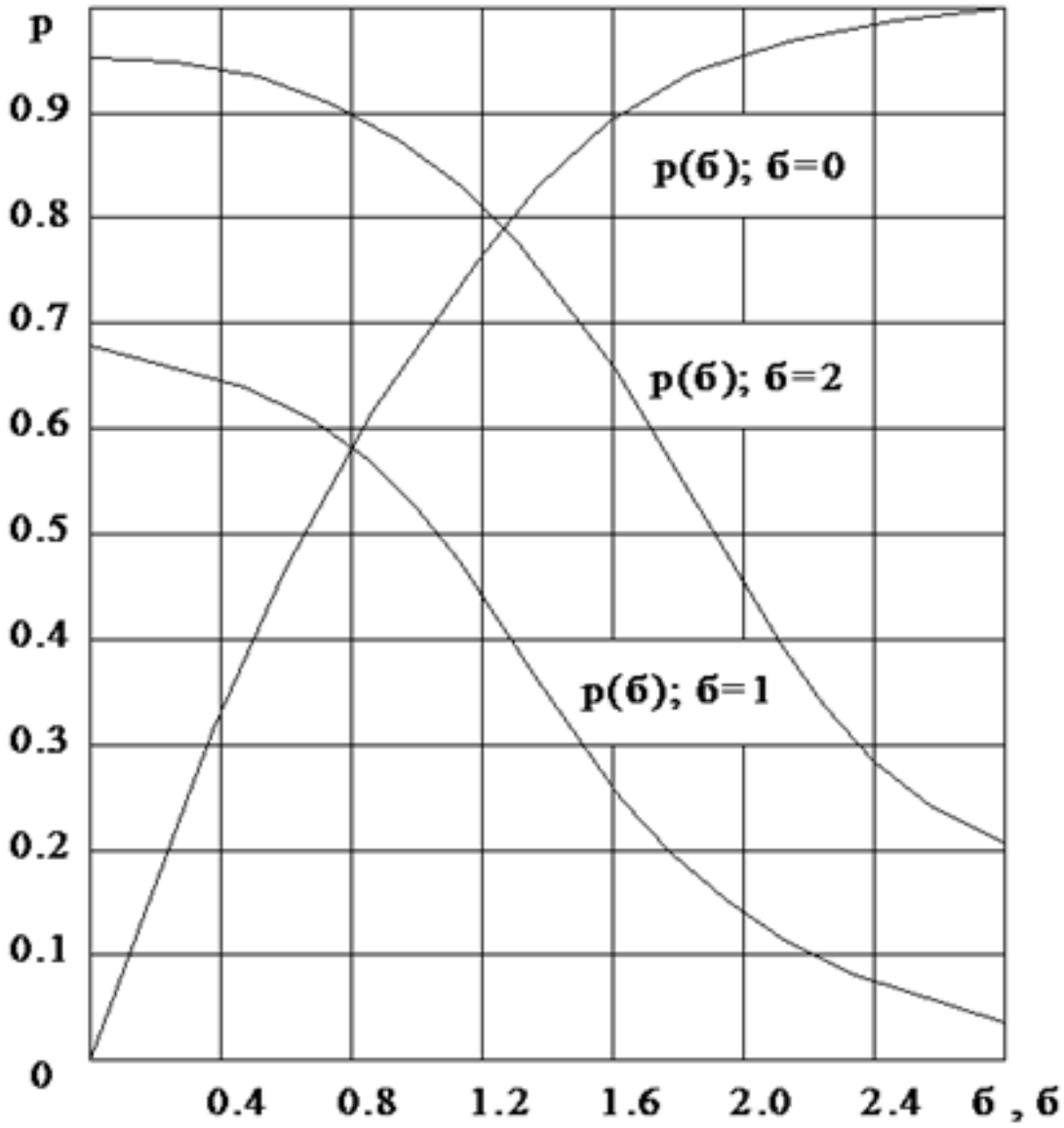


Рисунок 3.1 - Залежності $p=p(\delta)$ при $\delta_0=0$ і $p=p(\delta_0)$ при $\delta=1$ та при $\delta=2$

Рекомендується, щоб загальне відхилення стандартної відстані від центру до центру не перевищувало 0,4 при вивченні процесу метання виробу за геометричними параметрами, залежно від параметрів точності, для забезпечення надійності результатів контролю з аналізу графіка.

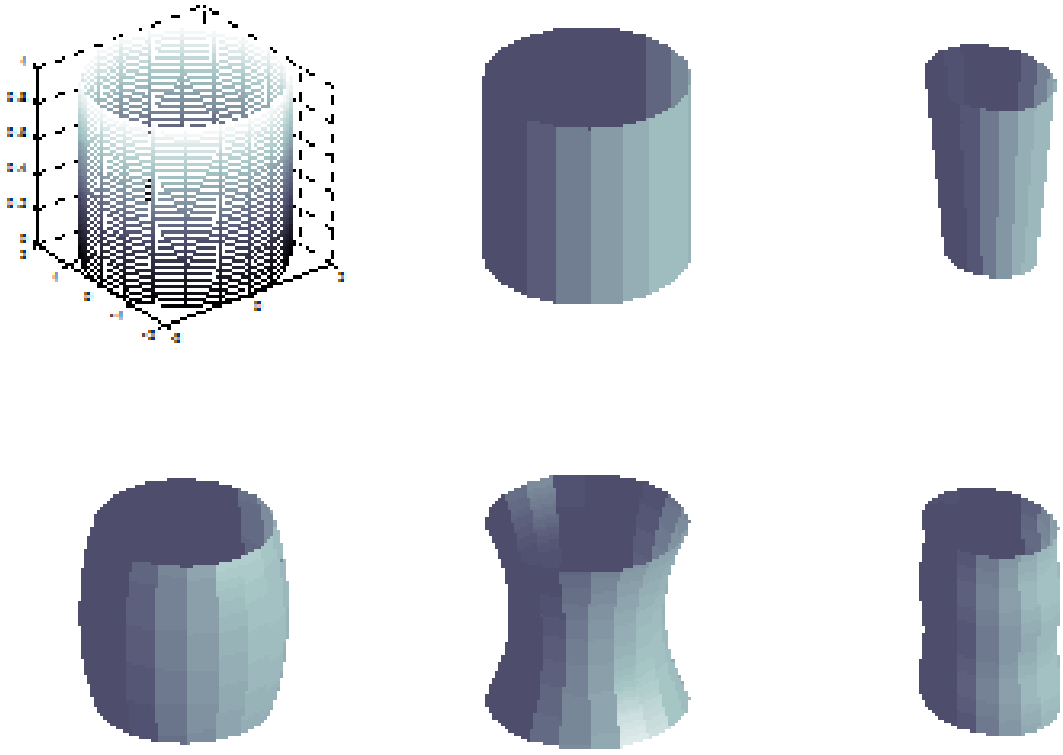


Рисунок 3.2 Види відхилень від еталонної форми

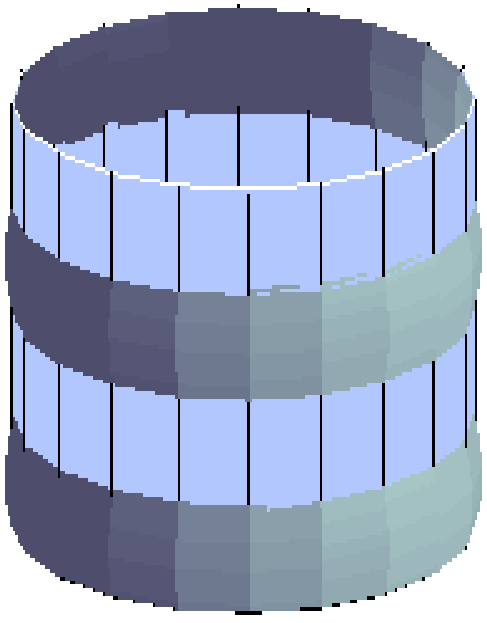


Рисунок 3.3 Накладання еталонної сітки на робочий зразок

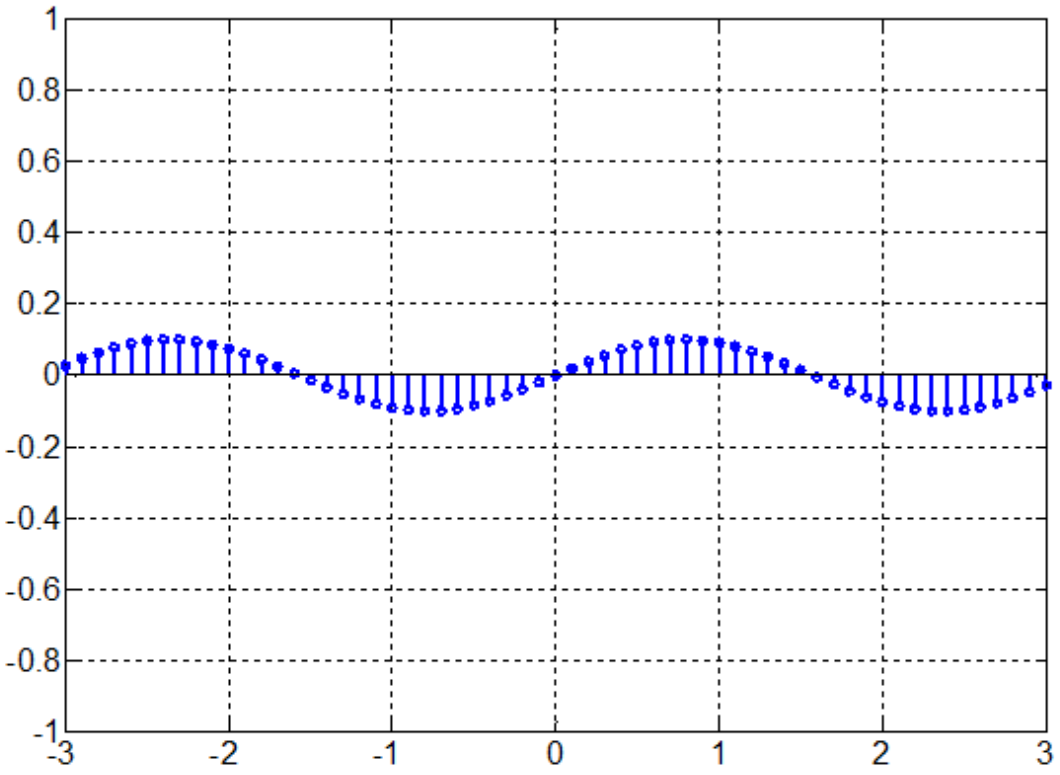


Рисунок 3.4 - Відхидення профілю циліндричного зразка від еталонної поверхні

3.2 Складання програми для моделювання типових відхилень і оцінок деформації профілю

Програма для моделювання типових відхилень і оцінок деформації профілю(додаток 1)

4 Спеціальна частина

4.1. Вимоги до роботи пристрою

Згідно з проведеним аналізом розглядуваного питання і патентним пошуком та виданим завданням Поставлені вимоги тут забезпечуються за рахунок виконання плаваючої рами у вигляді прямокутного трикутника,один з катетів якого є віссю, що кріпиться в корпусі з можливістю обертання.

Сконструйований пристрій для вимірювання міжцентрових відстаней. Пристрій повинен працювати в наступних режимах роботи:

- температура навколишнього середовища від +10°С до +35°С;
- атмосферний тиск від 650 до 800 мм.рт.ст.;
- допустима зміна температури навколишнього середовища протягом 12 годин – 1,5°С;
- діапазон вимірювань відхилень міжцентрових відстаней отворів (0,01 мм).

Це пояснюється тим, що при більших чи менших відхилень міжосьових відстаней отворів не буде спрацьовувати датчик лінійних переміщень.

4.2. Опис функціональної схеми пристрою

У вершині протилежного кута розміщена розрізна головка кріпиться на корпусі. Головки за рахунок своїх пружних властивостей само виставляються

По отворах контрольованої деталі, чим переміщають плаваючу раму на фактичну міжцентрову відстань, а зчитуючий пристрій фіксує ці відхилення.

Прилад для вимірювання міжцентрових відстаней складається з корпуса, плаваючої рами, розрізної головки, яка закріплена на корпусі і розрізної головки, закріпленої на рамі .

Плаваюча рама виконана у вигляді прямокутного трикутника, розміщена в площині, яка перпендикулярна площині, яка проходить через осі отворів в деталі, яку перевіряють. Розрізна головка з рамою здійснюють рух по дузі навколо осі О-О, яка представляє собою підшипник ковзання, який складається

з осі, закріпленої на корпусі і втулок, запресованих в раму для забезпечення легкості обертання. Рама у вертикальному напрямку опирається на упорний підшипник. Деталь встановлюється на корпус. Пристрій оснащено відліковим пристроєм, який закріплений в корпусі, який контактує зі своїм чутливим елементом з плаваючою рамою.

Прилад працює наступним чином:

В залежності від параметрів замірюваної деталі прилад налагоджується на замірюваний розмір . Розрізні головки підбираються під відповідний діаметр і закріпляються.

Прилад для вимірювання міжцентрових відстаней настроюється по установочній мірі. Після цього на прилад встановлюють провіряємо деталь, яка базується на дві розрізні головки.

Головки за рахунок своїх пружних властивостей самоналаштовуються га отворах деталі,тим самим переміщають легко обертаючу раму на фактичну міжцентрову відстань, а відліковий пристрій фіксує ці відхилення.

Пристрій для вимірювання міжцентрових відстаней, який складається з корпуса, розміщено в ньому плаваючу раму і розміщені відповідно на рамі і корпусі дві розрізні головки, які призначені для базування на них вимірюваної деталі, відрізняється тим, що з метою підвищення точності вимірювання плаваюча рама виконана у вигляді прямокутного трикутника,
один з катетів якого представляє собою вісь, яка розміщена на корпусі з можливістю обертання, а розрізна головка розміщена в вершині трикутника, яка протилежна цій осі, з можливістю обертання навколо неї.

4.3 Опис роботи електричної схеми

4.3.1 Електрична складова, похибка вимірювання

Як було сказано вище , пояснювальної записки дипломної роботи похибка пристрою для вимірювання міжцентрової віддалі буде складатись з двох складових:

$$\varepsilon = \varepsilon_{вст.} + \varepsilon_{вим.},$$

Механічну складову $\varepsilon_{\text{вст.}}$ - похибка встановлення, ми уже визначили, а електричну розглянемо детальніше у наступних підпунктах.

Із попередніх результатів $\varepsilon_{\text{вим.}}$ - являється похибкою вимірювання.

$$\varepsilon_{\text{вим.}} = \varepsilon_{\text{АЦП}} + \varepsilon_{\text{підс.}} + \varepsilon_{\text{Інд.дат.}} + \varepsilon_{\text{ел.}},$$

$\varepsilon_{\text{АЦП}}$- є похибкою аналого-циврового перетворювача; похибкою диференціального підсилювача називається - $\varepsilon_{\text{підс}}$; $\varepsilon_{\text{Інд.дат.}}$ – індуктивного датчика похибка; $\varepsilon_{\text{ел.}}$ - врахування впливу інших елементів в блок регістрів

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

Із попередніх показників знаходимо сумарну похибку:

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

4.3.2 Визначення розрядності АЦП

Розрахунок основних параметрів АЦП полягає у визначенні необхідної розрядності АЦП щоб забезпечити задане значення похибки. Проведемо розрахунок кількості необхідних розрядів АЦП за наступною формулою:

$$n = \log_2 \frac{x}{\Delta x};$$

де n - розрядність АЦП ;

x - діапазон вимірювання;

Δx - абсолютна похибка приладу;

$$n = \log_2 \frac{x}{\Delta x} = \log_2 \frac{4}{0{,}04} = \log_2 100 = 5{,}7$$

Вибираємо із рекомендацій отриманих при розрахунку вище 8-ми розрядний АЦП паралельної дії К1107ПВ2, який має час перетворення аналового сигналу в цифровий не більше 0,1 мкс. На рис. 4.2 схема принципового підключення і елементів обв'язки АЦП паралельної дії. На рис.4.3 зображено часову діаграму роботи перетворення аналогового коду у цифрову послідовність.

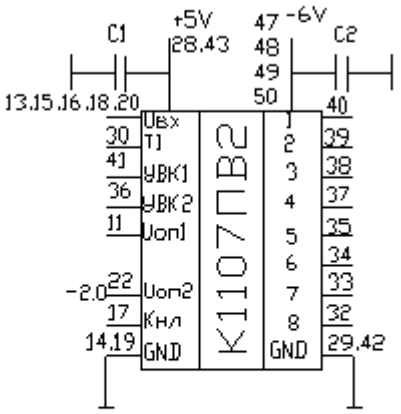


Рисунок 4.2 - Схема АЦП

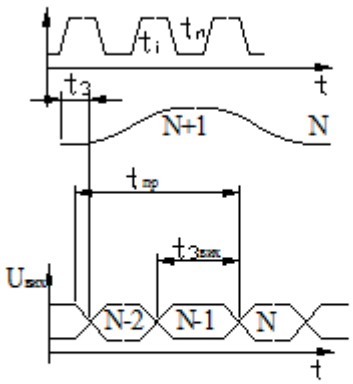


Рисунок 4.3 - Графіки АЦП

До схеми АЦП підключено конденсатори наступного номіналу : C_1, C_2 - 0,1 мкФ.

Для АЦП, зображеного на рис.4.2 виводи мікросхеми мають наступне призначення :

- 13,15,16,18,20 - вхід;
- 14,19 – аналогова земля;
- 17 - коректування нелінійності;
- 22 - опорна напруга $U_{оп}$= - 2,0 В;
- 28, 43 - $U_ж$=+5V;
- 29,42 - цифрова земля;

- 30 - тактовий імпульс;
- 32...40 - цифрові виходи;
- 36,41 - управління вихідним кодом;
- 47,48,49,50 - $U_ж$= - 6,0В.

Обчислюємо похибки, що будуть виникати при роботі АЦП : похибка квантування розрахуємо за наступною формулою:

$$\delta_к = \pm\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2^n}\cdot 100\%;$$

$$\delta_к = \pm\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2^8}\cdot 100\% = \pm 0{,}19\%$$

сумарна похибка АЦП буде дорівнювати сумі квадратів похибок окремих вузлів

$$\delta_{АЦП} = 4\cdot\sqrt{\delta_{АЦП}^2 + \delta_П^2 + \delta_П^2} + \sqrt{0{,}19^2 + 0{,}1^2 + 0{,}1^2} = \pm 0{,}48\%$$

4.3.3 Розрахунок диференціального підсилювача

В якості підсилювача використовуємо диференціальний підсилювач, в якого схема включення зроблена так, що вимірювання вихідних сигналів плеч взаємно віднімаються. Такий підхід є ефективним, оскільки зміна вихідних сигналів, викликана нагріванням близьких по параметрах компонентів, в першому наближенні однакова. Різниця їх близька до нуля. Такий підсилювач зображений на рисунку 4.4. Розрахунок проводимо згідно .

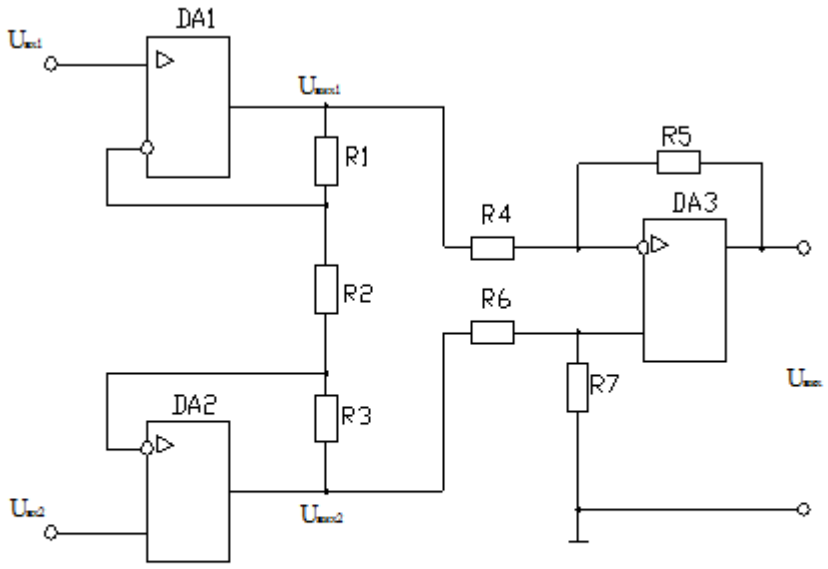


Рисунок 4.4 - Диференціальний підсилювач

Якщо параметри вибрані так, що виконується умова:

R5/R6 = ((R4+R5) R7)/ (R4 (R6+R7)) = K3,

то його вихідна напруга:

$$U_{вих}=K_3 (U_{вих2} - U_{вих1});$$

Якщо $U_{вх} = U_{вихідн}=0{,}096$; $U_{вих}= U_{вхАЦПmax}=5В$.

$$K_3 = \frac{R_5}{R_4} = \frac{(R_4 + R_5)\cdot R_7}{(R_6 + R_7)\cdot R_4}; \quad K_3 \approx 52.$$

Приймаємо $K_3=52$.

Нехай $R_5=10$ кОм, тоді $R_4= R_5/K_3= 10*10^3/52=192$ Ом.

Візьмемо $R_4=200$ Ом.

$R_1= R_3= R_0=1$ кОм.

Обчислюємо коефіцієнт підсилення по напрузі:

$$K_U=K_3(1+2R_0/R_2)=52(1+2*1*10^3/100)$$

$R_4/ R_5= R_6/ R_7$; R_6=100 Ом, тоді $R_7= R_5* R_6/ R_4=10*10^3*100/200$=5 кОм

Отримуємо такі номінали резисторів:

$R_1= R_3$=10 кОм; R_2=100 кОм; R_4=200 кОм; R_5=10 кОм; R_6=100 Ом; R_7=5 кОм;

В якості операційних підсилювачів використовуємо: КР140УД24. в якості конденсаторів С1-С6 – 1мкФ.

Визначення похибки підсилювача:

$\delta_{KU}=\delta U(t^0)+ \delta U_{зп}+\delta U_{пс}$;

де $\delta(t^0)$ - похибка нагріву елементів, що приведе до зміни номіналів елементів схеми.

$\delta U_{пс}$ - похибка власне операційного підсилювача;

$\delta U_{зп}$ - похибка зм.

δ_{KU}=0,1%+0,1%+0,12%=0,3

4.3.4 Розрахунок індуктивного перетворювача

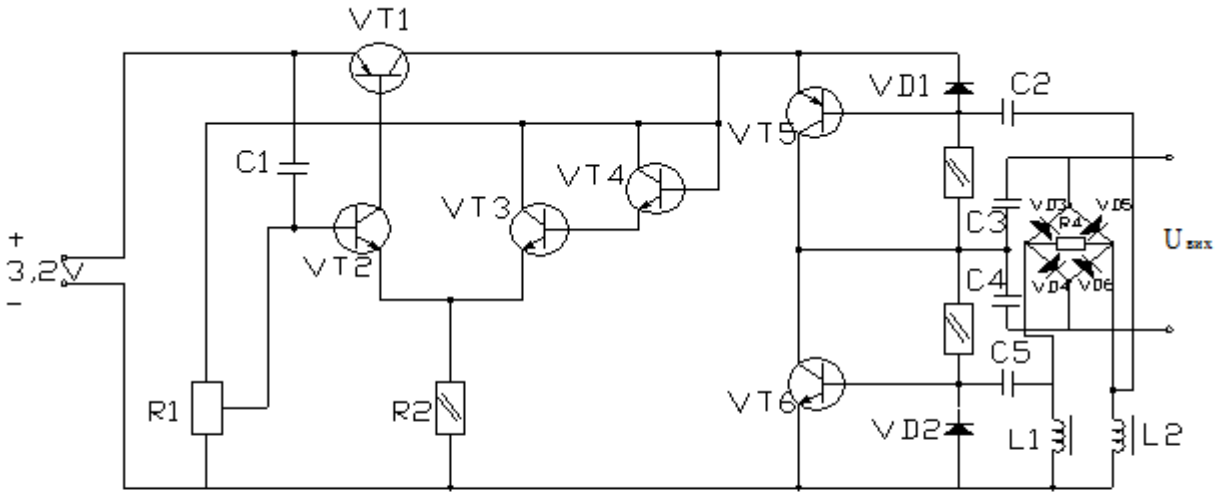


Рисунок 4.5 - Схема включення індуктивного перетворювача

Опис схеми

Безтрансформаторний індуктивний вимірювач переміщень складається з автогенератора і низьковольтного стабілізатора постійної напруги. Котушки L1, L2 індуктивного перетворювача разом з конденсаторами C3, C4 вимірювального моста складають послідовний коливальний контур, що визначає частоту коливань генератора.

Ланки зворотного додатного зв'язку утворюють конденсатори C2, C5. Діоди VD1, VD2 разом з C2, C5 відповідно утворюють пристрої встановлення постійної складової, що збільшує напругу запускаючих імпульсів і значно полегшує збудження автоколивань при малому значенні напруги живлення. Для стабілізації напруги живлення вимірювача переміщень при використанні його у високострумних системах використаний компенсаційний стабілізатор на VT1-VT4. На транзисторах VT2, VT3 складений диференціальний підсилювач. Напруга стабілізації встановлюється підстроєчним резистором R1 в межах 1.8…2.5В.

S=6мкА/мкм.

Для максимального переміщення штока, тобто відхилення від еталонної величини 0.08мм=80мкм, тоді I_{max}=480мкА.

Для опора навантаження R=200 Ом, $U_{max}=I_{max}R=0.00048*200=0.096В$

Похибка індуктивного перетворювача – це похибка включення живлення $\delta U_ж \approx$ 0.05% + похибка настроювання індуктивного датчика 0.05%.

Так як в пристрою для вимірювання міжцентрової віддалі використовується два індуктивних датчика то вибираємо малогабаритний індуктивний датчик и Який має вигляд циліндра з габаритними розмірами ∅10×75 мм. Діапазон його вимірювання складає ±0.1 мм,а данний вільний хід стержня вимірювання 2 мм, маса 0.05 кг. Прикладенні зусилля вимірювання 25±5сН.

$$\varepsilon_{\text{дат.}} = 0.1\%;$$

$$\varepsilon_{\text{Інд.дат.}} = 0.2\%;$$

4.3.5 Розрахунок транзисторних ключів

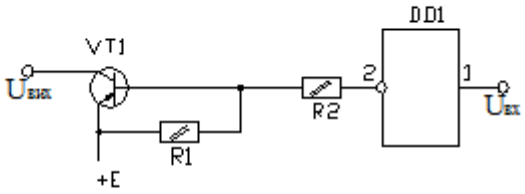


Рисунок 4.6 - Схема транзисторного ключа.

У нашому випадку транзисторні ключі використовуються для включення електромагнітного розподільник пнемноциліндрів.

При використанні транзисторних ключів для включення електромагнітного розподільник пнемноциліндрів з $U_{ном}$=28В, $N_{сп}$=4Вт, $I_{фст}$=0,7А, потрібно керуватись слідуючими співвідношеннями:

$$U_{кmin}=U_{klнас.}$$

$$I_{кнас}=I_{кmax}=E_к/R_к;$$

$$I=0,7А;\ E_к=27В;\ R_e=\frac{E_e}{I_{k\max}}=40\ Ом.$$

В розімкнутому стані, тобто в режимі відсічки $U_{кевідс}\approx E_г$.

Вибираємо транзистор КТ814А

$I_{kmax}=1,5А$; $U_{кэR}=40$ В; $R_{бэ}=0,1$ кОм; $I_б=0,5А$; $U_{кбmin}=45$ В; $U_{эбmax}=5$ В; $h_{21э}=40$; $f_{гр}=3Мгц$; $I_{кб0}=0,05$ мА; $I_{эб0}=0,05$ мА; $U_{бэнас}=1,2$ В.

Визначаємо опір R_2:

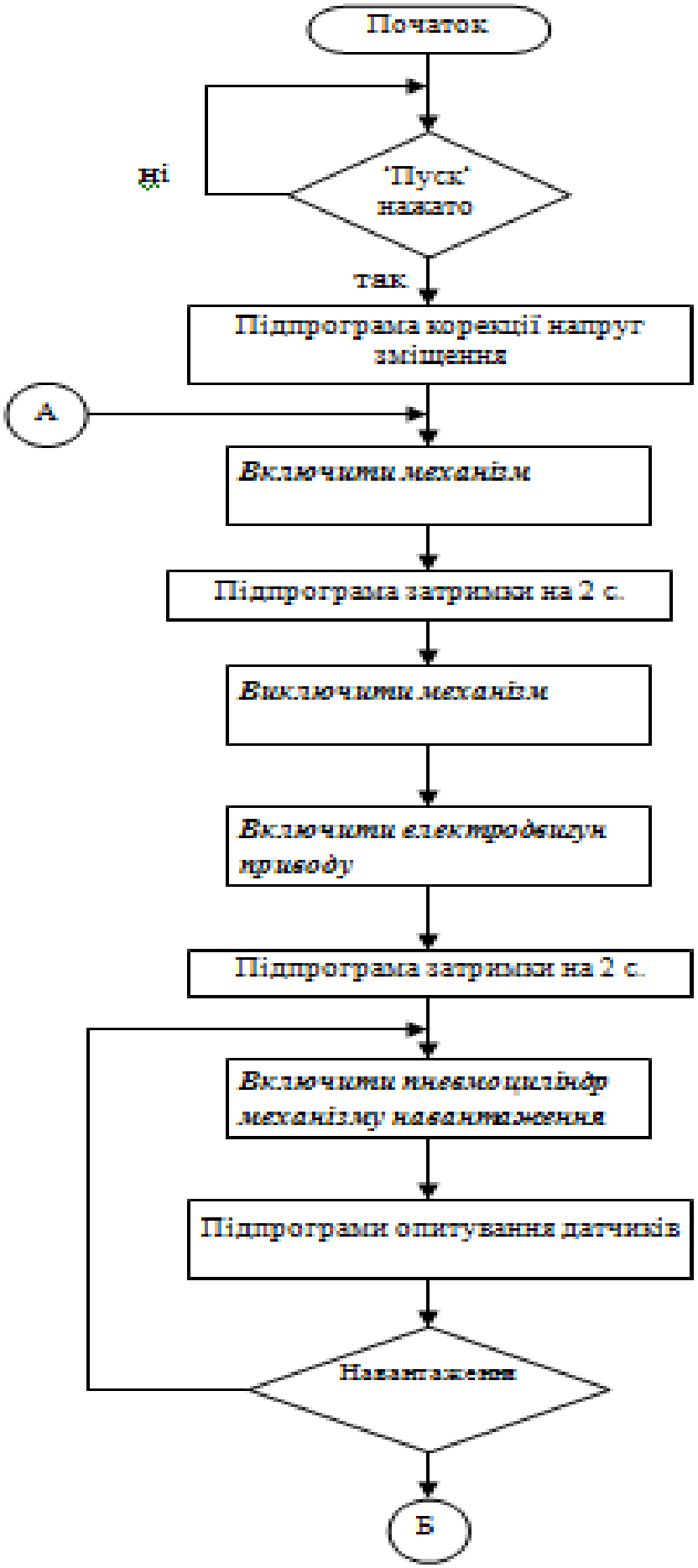
$$I_б=\frac{U_{кер}-U_{бl}}{R_б}$$

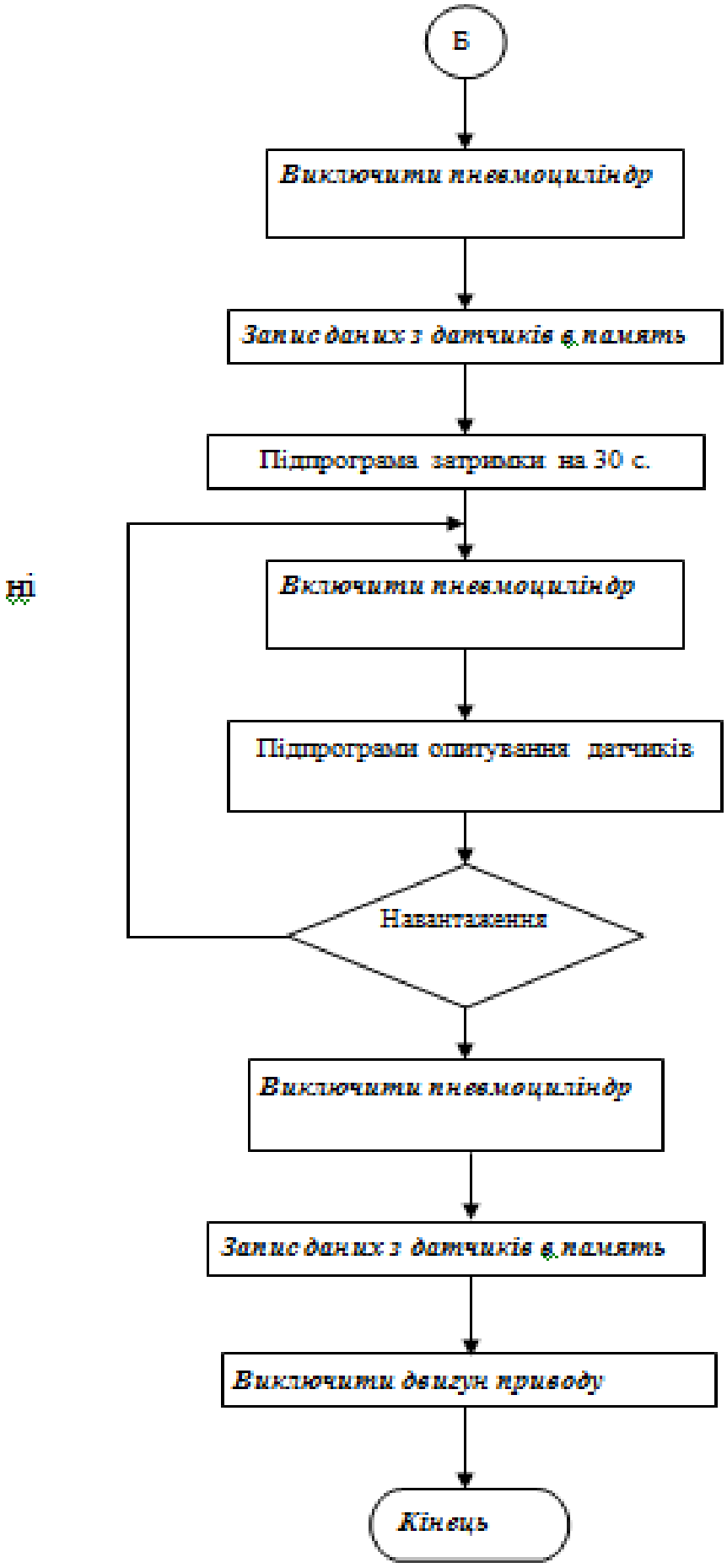
$$0,5=\frac{28-1,2}{R_б};$$

$$R_б=53\ Ом.$$

Беремо R=53 Ом. В якості логічних елементів використовуємо: 155ЛН1.

4.4 АЛГОРИТМ РОБОТИ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ




Б
Виключити пневмоциліндр
Запис даних з датчиків в память
Підпрограма затримки на 30 с.
ні
Включити пневмоциліндр
Підпрограми опитування датчиків
Навантаження
Виключити пневмоциліндр
Запис даних з датчиків в память
Виключити двигун приводу
Кінець

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

5.1.1 Характеристика небезпечних зон обладнання і заходи безпеки при роботі

Сучасні машинобудівні заводи обладнані самими різними видами технологічного обладнання. Його використання полегшує працю людини, робить її продуктивнішою. Однак в ряді випадків робота цього обладнання пов’язана з виробничою небезпекою, тобто можливістю дії на працюючих небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Основними вимогами, які ставляться з точки зору охорони праці при проектуванні машин і механізмів, є: безпека для здоров’я та життя людини, надійність, зручність експлуатації.

Безпечна робота виробничого обладнання забезпечується правильним вибором принципів його дії, кінематичних схем, конструктивних рішень, робочих тіл, параметрів робочих процесів, використанням різних захисних засобів.

Зовнішні контури захисних засобів повинні вписуватись в контури основного обладнання. Необхідно старатись, щоб ці захисні засоби дозволяли вирішувати декілька задач одночасно і по можливості конструктивно суміщались з машинами і агрегатами, являючись їх складовою частиною. При наявності в агрегатів електроприводу останній повинен бути виконаний в відповідності з Правилами побудови електричних установок.

Надійність машин і механізмів визначається ймовірністю порушення нормальної роботи обладнання. Такого роду порушення можуть стати причиною аварій і, в кінцевому результаті, травм.

Велике значення в забезпеченні надійності роботи машин і механізмів має наявність необхідних контрольно-вимірювальних приладів і пристроїв автоматичного керування і регулювання.

При відмові автоматики надійність роботи технологічного обладнання визначається ефективністю дій осіб, які його обслуговують. Однак це, в свою чергу, залежить від того, в яких умовах проходить робота людей, чи відповідають ці умови можливостям людського організму. Тому виробниче обладнання повинно проектуватись з врахуванням фізіологічних і психологічних можливостей людини, а також з врахуванням його антропологічних даних. Врахування останніх також необхідно і при організації робочого місця. Всі види технологічного обладнання повинні бути зручними для огляду, змащування, розбирання, наладки, прибирання, транспортування, встановлення і керування ними в роботі.

Небезпечна зона - це простір, в якому діють постійно або виникають періодично фактори, які є небезпечними для життя або здоров’я людини.

Небезпечна зона локалізована в просторі навколо будь-яких рухомих елементів, ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайб, зубчастих, пасових і ланцюгових передач, зубчастих зачеплень, робочих столів верстатів, підйомно-транспортних машин, вантажів і т. п. В всіх вказаних випадках присутня небезпека травмування осіб, які обслуговують обладнання, рухомими частинами останнього. Особлива небезпека виникає в випадку, коли можливий захват одягу або волосся працюючого робочими частинами обладнання.

Наявність небезпечної зони може бути пов’язано з небезпекою ураження електричним струмом, з дією теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, а також з дією шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів, газів, пилу, з можливістю травмування відлітаючими частинами матеріалу заготовки та інструменту при обробці, з вилітанням оброблюваної деталі через погане її закріплення або поломки.

Габарити небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між пасом і шківом і т. п.) і перемінним (прокатне поле прокатних станів, зона

різання при зміні характеру обробки, параметрів обробки, ріжучого інструменту і т. п.).

При проектуванні технологічного обладнання в машинобудуванні і його експлуатації необхідно враховувати застосування пристроїв, які або виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту. Такого роду пристроями є засоби захисту працюючих, використовувані для попередження або зменшення впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Засоби захисту у відповідності ГОСТ12.4.011-75 “Средства защиты работающих. Классификация” класифікуються на дві великі групи:

а) колективні, які забезпечують безпеку виробничого обладнання;

б) індивідуальні, які забезпечують безпеку виробничих процесів.

Всі використовувані в машинобудуванні захисні засоби можна розділити на наступні основні групи: огороджувальні, запобіжні, блокуючі, сигналізуючі, а також системи дистанційного керування машинами і спеціальні пристрої.

Огороджувальні пристрої - засоби захисту, які обмежують доступ людини в небезпечну зону. Їх поділяють на три основні груп: стаціонарні (нез’ємні), рухомі (з’ємні) і переносні.

Запобіжні захисні засоби призначені для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметру, який характеризує режим роботи обладнання, за межі допустимих значень.

Сигнальні пристрої - це засоби інформації про роботу технологічного обладнання, а також про небезпечні і шкідливі фактори, які при цьому виникають. По призначенню системи сигналізації поділяють на три групи: оперативна, попереджувальна і опізнавальна. По методу інформації розрізняють сигналізацію: звукову, візуальну, комбіновану (світло-звукову) і одоризаційну (по запаху).

Аналізуючи проектовану установку виділяються наступні небезпечні зони:

а) електродвигун, електро-пневморозподілювачі і блок керування - можливість ураження електричним струмом;

б) пневмоциліндри, електро-пневморозподілювачі та блок підготовки повітря – можливість вириву шлангів, створення шуму при вихлопі повітря;

в) завантажувавальна і сортувальна частини установки - виникає можливість травмування в моменти завантаження контрольованої труби на вимірювальну позицію рухомими частинами завантажувача або ж самою трубою;

г) електродвигун, черв'ячні редуктори та вал, який їх з'єднує, кінематичні пари гвинт-гайка - створюють небезпеку обертовими рухами, так як виникає можливість намотування одягу і травмування;

д) платформа установки при прокочуванні по ній труби і сама труба також можуть травмувати людину.

Для виключення можливості ураження електричним струмом в установці використано захисне заземлення струмопровідних частин. Черв'ячні редуктори і кінематичні пари гвинт-гайка виконані в корпусах, які закривають їх рухомі елементи. Тип і метод кріплення електродвигуна закривають його вал від випадкового дотику рукою, одягом чи іншими речами.

Для виключення попадання людини в інші небезпечні зони доцільно використати стаціонарну огорожу по обидві сторони установки з попереджувальними знаками згідно ГОСТ 12.4.026-76 "Цвета сигнальные и знаки безопасности". Відстань між огорожею і установкою вибрана в залежності від довжини контрольованих труб так, щоб при рухові труби вона не могла травмувати працівників.

Пульт керування та індикації зроблено дистанційним для збільшення зручності робити оператора і виключення необхідності його перебування в небезпечній зоні.

5.1.2 Розрахунок глушника вихлопу стиснутого повітря

Тиша - одна з основних умов, що забезпечують нормальну виробничу обстановку. Проте багато виробничих процесів у цехах машинобудівних заводів супроводжуються значним шумом і стрясаннями.

Сильний шум шкідливо впливає на здоров’я і працездатність людей. Він може призвести до перевантаження слухових органів, слухової і загальної втоми, зниження уваги працюючого. Діючи на центральну нервову систему, шум впливає на весь організм людини: втрачається гострота зору, змінюється ритм дихання і серцевої діяльності, підвищується внутрішньочерепний та кров’яний тиск, уповільнюється процес травлення.

Шум діє на кору головного мозку як подразник, прискорює процес втоми і уповільнює психічні реакції. Через шум працюючі не можуть своєчасно реагувати на звукові запобіжні сигнали, що збільшує можливість нещасних випадків.

Для зниження виробничого шуму на підприємствах машинобудування можуть застосовуватись наступні основні методи: усунення причин або ослаблення шуму в джерелі його виникнення, зниження шуму по шляху його розповсюдження і застосування засобів індивідуального захисту.

Ослаблення шуму в джерелі його виникнення є найбільш радикальним засобом боротьби з шумом виробничого обладнання.

Досить розповсюдженим джерелом інтенсивного високочастотного шуму на машинобудівних підприємствах є викид в атмосферу стиснутого повітря з всеможливих пневмосистем.

Шум вільного газового струменя при дозвукових швидкостях витікання утворюється за рахунок турбулентного переміщення частин газу, які мають більшу швидкість, з частинками навколишнього середовища. Одним з прикладів таких джерел шуму на виробництві є вихлоп стиснутого повітря з циліндрів пневмосистеми, яка використовується в установці.

Для зниження шуму вихлопу стиснутого повітря використовують глушники з пористих матеріалів - пресованих металокерамічних (на основі міді, нікелю, нержавіючої сталі), синтетичних, а також сіткових, в яких поглиначем є багатошарова сітка з нержавіючої сталі, латуні або інших матеріалів, розміщена в металевому корпусі. Дія таких глушників базується на явищі поглинання звукової енергії при проходженні повітря через пори матеріалу.

При підборі глушника необхідно враховувати його вплив на експлуатаційні показники обладнання. Особливо це відноситься до автоматичних і напівавтоматичних ліній, де одночасно мажуть працювати декілька пневмосистем; обладнання їх глушниками, які утворюють підвищену протидію, може порушити синхронність роботи.

Проаналізувавши всі особливості пневмосистеми використаної в проектованій установці вибираємо глушник вихлопу з пористого поліетилену, який складається з активного циліндричного елемента, штуцера і кришки. В якості вихідного матеріалу для виготовлення активного елементу глушника використовуємо поліетилен високої густини марки 4007 і поліетилен П40ВМ. Пористість цих елементів складає 70 - 72%, вони витримують тиск 6 - 6,5 ат. Розміри пор матеріалу глушника – від 1 до 100 мкм, що обумовлює його високу акустичну ефективність [7].

Підбір глушника здійснюємо по наступній формулі:

$$S = \pi * p * d^2 * l / (4p_0 * g * t),$$

де S - площа внутрішньої поверхні активного елемента, $см^2$; p - тиск в робочій області мережі, ат; d - діаметр циліндра, мм; l - довжина циліндра, мм; g - пропускна спроможність 1 $см^2$ поверхні, $Нм^3/(4см^2)$; t - час, необхідний для пропускання повітря через глушник при нормальних умовах.

$$S = 3,14 * 0,4 * 7^2 * 70 / (4 * 0,4 * 1 * 0,25 * 2) = 5385,1 \text{ см}^2.$$

Застосування поліетиленових глушників дозволяє зменшити очний травматизм, так як стакан глушника являється одночасно фільтром тонкої очистки стиснутого повітря від наявних в ньому сторонніх частинок.

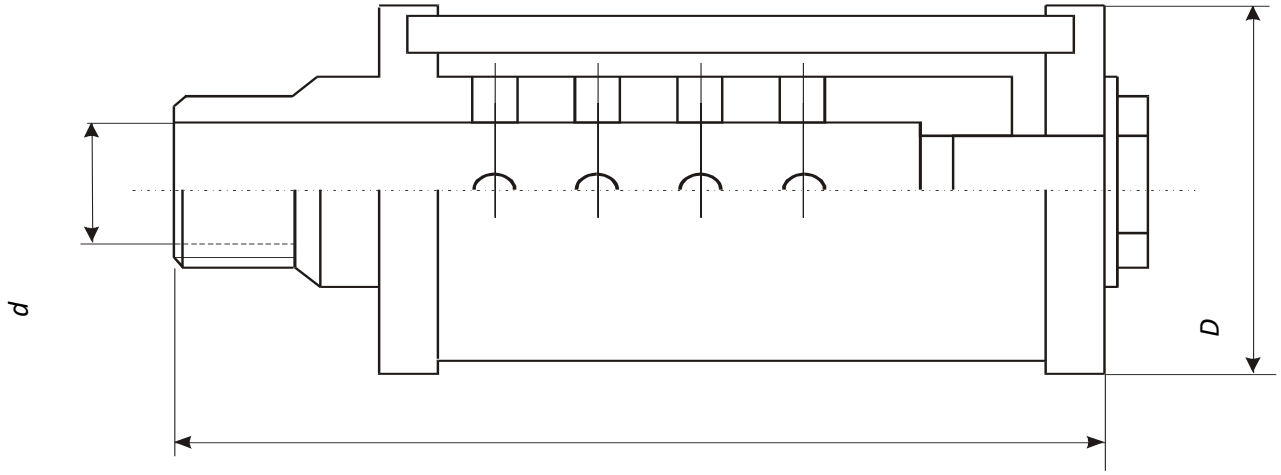


Рисунок 5.1 – Глушник вихлопу стиснутого повітря з пористого поліетилену

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Антропогенні забруднення атмосфери

Як вказувалося вище, важливою проблемою є дотримання екологічних вимог при експлуатації підприємств, споруд та при інших видах діяльності. Ці вимоги можна реалізувати на підставі впровадження та більш ефективного використання природоохоронних заходів, серед котрих чільне місце посідають заходи щодо попередження забруднення атмосфери, оскільки, як відомо, будь-яке порушення чистоти атмосферного повітря обов'язково впливає на стан води та землі. В зв'язку з цим заходи з охорони повітря повинні одночасно забезпечувати збереження здоров'я та працездатності, а також збереження рослинного та тваринного світу. Таким чином, охорона навколишнього природного середовища від шкідливого біологічного впливу вимагає комплексного підходу до розв'язання проблеми попередження забруднення атмосфери та води викидами промислових підприємств.

Під забрудненням атмосферного повітря мається на увазі збільшення концентрації фізичних, хімічних та біологічних компонентів понад того рівня, що виводить природні системи зі стану рівноваги. Серед промислових викидів основними джерелами забруднення атмосферного повітря є низькі технологічні та вентиляційні викиди (світлові та вентиляційні ліхтарі цехів, труби

вентиляційних установок тощо) неперервної дії, котрі складають близько 80% від загальної кількості викидів. Надзвичайно важливою особливістю таких викидів, з точки зору забруднення атмосфери, є та обставина, що максимальні концентрації шкідливих речовин виникають в безпосередній близькості від місця їх виникнення, а не на п'ятнадцятикратній від висоти труб віддалі, що є притаманним високим джерелам.

Отже, промислові викиди, в атмосферу несприятливо впливають перш за все на людину та на навколишнє природне середовище, а найбільш важкі форми прояву спостерігаються на промислових майданчиках та прилеглих до них територіях. Саме тут виникають найбільш високі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, котрі перевищують гранично допустимі концентрації в 2-5, а нерідко і в більше разів, і саме на цих територіях акумулюється їх основна маса фунтом та поверхнею водоймищ. В зв'язку з цим особливо гострою є проблема запобігання забруднення атмосфери міст, де зосереджена більша частина населення та промисловості.

Причиною несприятливої екологічної ситуації є нерозв'язані проблеми, пов'язані з реалізацією природоохоронних заходів, недосконалістю методичних матеріалів з проектування повітроочисних пристроїв, недостатністю вихідних даних для проведення екологічних експертиз продукції, що випускається, І а розроблюваних технологічних процесів.

Промислові викиди в атмосферу поширюються на значну відстань, забруднюючи приземний шар повітря не лише на промислових майданчиках, але й на прилеглих населених територіях. Суттєвий вплив на рівень забруднення повітря справляють організовані та неорганізовані технологічні викиди. Діюча нормативно-технічна документація допускає граничне забруднення повітряного середовища в місцях повітро-приймальних пристроїв систем промислової вентиляції, котре складає 0,3 ГДК, а за викидами вентиляційними системами забруднення повітряного середовища не повинне перевищувати 1ГДК. Однак на багатьох підприємствах згадані вимоги не виконуються, а забрудненість повітря нерідко перевищує не лише ГДК, але й норми гранично допустимих викидів (ГДВ) в декілька разів.

Систематична або періодична наявність в атмосферному повітрі населених пунктів шкідливих речовин з концентраціями, що перевищують нормативні величини, призводить до захворювань, навіть ракових, до поширення серед частини населення токсикоманії, ускладнює перебіг серцево-судинних захворювань, сприяє виникненню та розвитку захворювань дихальної і нервової систем людини. Дослідження показують, що в місцевостях з порівняно невисоким рівнем забрудненості повітряного середовища частота захворювань органів дихання зростає в 2 та більше разів, а при високому рівні забруднення - в 4-10 разів. Під впливом забруднюючих речовин в першу чергу страждають діти. Шкода, котрої зазнають діти, в декілька разів перевищує шкоду, котра, завдається здоров'ю дорослих. Про це свідчать результати досліджень, проведених фахівцями Каліфорнійського університету. І трагедія, котра сталася в Чернівцях в 1988 році, цей висновок підтверджує. На зростання шкідливих викидів в першу чергу зреагували діти. У дітей, котрі мешкали в центрі міста, повністю або частково стало випадати волосся (алопеція).

Встановлено, що постійне перевищення допустимої концентрації лише одного з видів контрольованих забруднюючих речовин призводить до підвищення захворюваності в 1,7 рази, а в деяких вікових групах - до трьох разів.

Забруднення атмосфери справляє також безпосередній вплив на фасади будівель, декоративні прикраси, автомобілі, пам'ятники, одяг тощо. Наприклад, згідно з дослідженнями лабораторії економіки Сумського філіалу ХПІ, у Волинській області, де чисте повітря, фарбування автомобілів здійснюється один раз на два роки, а на Донбасі - два рази на рік. Викиди, токсичних речовин (сірчистого та сірчаного ангідридів, сірководню, аміаку, пилу) скорочує термін, експлуатації одягу на 5%, зумовлює необхідність частого прання, зниження прозорості скла в будівлях та спорудах, що викликає підвищену витрату електроенергії. Результати досліджень показують, що в місті з населенням 100 тис. чоловік додаткові видатки на у експлуатацію житлових та громадських будинків складають більше - 35%, на побутові потреби - 18%, на озеленення -

14%, на прибирання території в зв'язку з пиловими викидами - 15%, витрати, пов'язані зі зростанням споживання води-на 10%.

5.2.2 Характеристика шкідливих та небезпечних умов праці

Шкідливі та небезпечні умови праці створюють певні фактори, які діють на працюючу людину і можутьпривести до травм чи захворювань різної складності. Шкідливі та небезпечні фактори можна класифікувати на:

1 Фізичні, а це:

-вироби, заготовки, що рухаються, незахищенні рухомі елементи виробничого обладнання;

-загазованість, запиленість робочої зони;

-підвищений рівень шумів;

-підвищений рівень напруги в електричній мережі, замикання, що може відбутись в тілі людини;

-підвищений рівень іонізуючого випромінювання;

-підвищений рівень електро-магнітних полів;

-підвищений рівень ультрафіолетового випромінювання;

-недостатня освітленність робочої зони.

2. Хімічні, а це:

-подразнюючі речовини.

3. Біологічні, а це:

-макро- і мікроорганізми.

4. Психо-фізіологічні, а це:

4.1. Фізичні перенавантаження:

-статичні навантаження;

-динамічні навантаження;

-гіподинамія.

4.2. Нервово-эмоційні навантаження:

-розумове перенапруження;

-перевтома;

-перенапруження аналізаторів (шкірні, зорові, слухові і т.д.)

-монотонність праці;

-эмоційні перенавантаження.

Розглянемо детальніше вплив приведених факторів на умови праці. Внаслідок загазованості та запиленості робочої зони шкідливими речовинами, останні можуть проникати в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки.

Виробничий пил може здійснювати на людину фіброгенну дію, при якій в легенях відбувається розростання сполучних тканин, що порушує нормальну будову та функцію органу.

Негативний вплив шуму на продуктивність праці та здоровя людини загальновідомий. При тривалій роботі в шумних умовах перш за все уражаються нервова та серцево-судинна системи та органи травлення. зменшується виділення шлункового соку та його кислотність, що сприяє захворюванню гастритом. Необхідність кричати при спілкуванні у виробничих умовах негативно впливає на психіку людини.

Ступінь біологічного впливу іонізуючого випромінювання залежить від поглинання живою тканиною енергії та іонізації молекул, що виникає при цьому. Під час іонізації в організмі виникає збудження молекул клітин. Це зумовлює розрив молекулярних звязків та утворення нових хімічних звязків, невластивих здоровій тканині. Під впливом іонізуючого випромінювання в організмі порушуються функції кровотворних органів, зростає крихкість та проникність судин, порушується діяльність шлунково-кишкового тракту, знижується опірністьорганізму, він виснажується. Нормальні клітини перероджуються у злоякісні, виникають лейкози, променева хвороба.

Під впливом електро-магнітних полів полів та випромінювань спостерігається загальна слабкість, підвищена втома, пітливість, сонливість, а також розлад сну, головний біль, біль в ділянці серця. Зявляється роздратування, втрата уваги, зростає тривалість мовнорухової та зоровомоторної реакцій, підвищується межа нюхової чутливості. Виникає ряд

симптомів, які є свідченням порушення роботи окремих органів- шлунку, печінки, селезінки, підшлункової та інших залоз. Пригнічується харчовий та статевий рефлекси.

Ультрафіолетове випромінювання становить серйозну небезпеку для зору. Воно може призвести до коагуляції білка, рогівки та опіку слизової оболонки, що виклиикає повну сліпоту. Випромінювання видимого діапазону впливає на клітини сітківки, внаслідок чого настає тимчасова сліпота або втрата зору від опіку з наступною появою рубцевих ран. Випромінювання інфрачервоного діапазону, яке поглинається райдужною оболонкою, кришталиком та скловидним тілом, більш-менш безпечне, але також може спричинити сліпоту. Вплив лазерного випромінювання на біологічні тканини може призвести до теплової, ударної дії світлового тиску, електрострикції (механічні коливання під дією електричної складової електро-магнітного поля), перебудови внутріклітинних структур. Залежно від різних обставин прояв кожного ефекту зокрема чи їх сумарна дія можуть відрізнятися.Електричний струм, що вражає людину, протікає через тіло людини, діє на організм не тільки в місцях контакту і по шляху протікання струму, але і на такі системи як кровоносна, дихальна і серцево-судинна. Можливість отримання електричних травм має місце не тільки при дотику, але і через напругу кроку и через електричну дугу. Електричний струм, проходячи через тіло людини створює термічну дію, що приводить до набряків (від почервоніння до обвуглювання), электролітичну (хімічну), механічну, яка може привести до розриву тканин і мязів. Також може відбутись втрата свідомості ураження роботи серця та органів дихання, а в окремих випадках клінічна смерть.

Хімічні речовини (шкідливі та небезпечні) відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 за характером впливу на організм людини поділяються на:

- загальнотоксичні, що викликають отруєння всього організму (ртуть, оксид вуглецю, толуол, анілін);
- подразнюючі, що викликають подразнення дихальних шляхів та слизових оболонок (хлор, аміак, сірководень, озон);

- сенсибілізуючі, що діють як алергени (альдегіди, розчинники та лаки на основі нітросполук);
- канцерогенні, що викликають ракові захворювання (ароматичні вуглеводні, аміносполуки, азбест);
- мутагенні, що викликають зміни спадкової інформації(свинець, радіоактивні реовини, формальдегід);

що впливають на репродуктивну (відтворення потомства) функцію (бензол, свинець, марганець, нікотин).

Висновок

В данній магістерській роботі я сконструював пристрій для вимірювання міжцентрових відстаней. За аналогом авторського свідотства №1606846 А1 “Устройство для измерений межцентровых расстояний ”. Так як слідує з авторського свідоства даний пристрій мало продуктивний, достатньо точний але громізкий, мало ефективний і в нашому випадку ми використовуємо тільки його принципи вимірювання.

Проектований пристрій має такі переваги :

- Підвищенна точність вимірювання заданої деталі;
- Підвищена точність при пересуванні ;
- Плавність ходу установки на вимірювальній деталі;
- Автоматизація підводу шуканого вузла при установці деталі на позицію для знаходження результатів .
- використовування сучасних датчиків

Тому сконструйований нами пристрій для вимірювання відхилень міжосьових відстаней отворів є більш точний і значно ефективніший.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теория и проектирование контрольных автоматов. Учебное пособие для вузов / Под ред. Л.Н.Воронцова, С.Ф. Корндорфа и др. – М.: Высшая школа, 1980.-560с.
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электрония: Учебное пособие для приборостроительных специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1991.-622с.
3. Горбунов В.Л., Панфилов Д.Н., Преснухин Д.Л. Справочное пособие по микропроцессорам и микроЭВМ / Под ред. Л.Н.Преснухина. – М.: Высшая школа, 1988.-272с.
4. Тищенко О.Ф., Взалединский А.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1977.
5. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1975.-471с.
6. Рабинович А.Н. Автоматизация механосборочного производства.- К.: Высшая школа, 1969.-542с.
7. Марков Н. Н, Ганевський Г. М. Конструкция, расчет и експлуатация измерительных инструментов и приборов, - М: Машиностроение, 1981. – 482 с.
8. Полищук Е. С. Измерительные преобразователи – К.: Высшая школа, 1981 – 296 с.
9. Методы и средства электронных измерений – Мирский Г. Я.: Радио и связь, 1986 – 440 с.
10. Гутников В. С. Вычислительная электроника в измерительных устройствах: Л.: Енергоиздат, 1986.
11. Інструкція до лабораторних робіт з курсу АСПК.
12. Марков Н. Н, Ганевський Г. М. Конструкция, расчет и експлуатация измерительных инструментов и приборов, - М: Машиностроение, 1981. – 482 с.
13. Сорочкин Б. М. Автоматизация измерений и контроля размеров деталей, - Л.: Машиностроение, 1990 – 365с.
14. Таланчук П. М., Руценко В. Т. Основы теории и проэктирования измерительных приборов. – К.: Вища школа, 1989 – 454с.

15. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ, серийное производство – М.: Машиностроение, 1974 – 421 с.
16. Справочник металлиста В 5 т. Т 3 / Под ред. А. Н. Милова – М.: Машиностроение, 1977 – 748 с.
17. Квартин М. И. Электромеханические и магнитные устройства автоматики – М.: Высшая школа, 1979.
18. Горбацевич, Чеботарев В. Н. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск, "Высшая школа", 1975.
19. Справочник технолога-приборостроителя: В 2-х т. / Под ред. П. В. Сыроватченко – М.: Машиностроение, 1980.
20. Элементы приборов и устройств: Курсовое проектирование. Учебное пособие для студентов вузов в 2-х ч. / Н.П. Нестерова, А.П. Коваленко, О.Ф. Тищенко и др.; под редакцией О.Ф. Тищенко. – М.: Высш. школа, 1978. – 232с.
21. Справочник материалов: учебник для вузов. Под общ. ред.Г.С.Писаренко. - Киев: Вища школа. 1979. - 696 с.
22. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. –5-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1979.-557с.
23. Рудзит А.Я., Плуталов В.Н. Основы метрологии, точность и надёжность в приборостроении.- М. :Машиностроение, 1991 – 303 с.
24. Орлов П.И. Основы конструирования. В 2-х т.- М. :Машиностроение, 1988. 1102 с.

Додаток 1 Лістинг програми для моделювання типових відхилень і оцінок деформації профілю

```
clearall
t(1:30)=2;
[X,Y,Z]=cylinder(t);
subplot(2,3,1)
mesh(X,Y,Z)
subplot(2,3,2)
surfl(X,Y,Z)
colormapbone
shadinginterp
axisoff

t=[2 2.05 2.1 2.15 2.2 2.25 2.3 2.35 2.4 2.45 2.5 2.55 2.6 2.65 2.7 2.75 2.8 2.85];
[X,Y,Z]=cylinder(t);
%mesh(X,Y,Z)
%figure,
subplot(2,3,3)
surfl(X,Y,Z)
colormapbone
shadinginterp
axisoff

l=[pi/3:.01:2*pi/3];
t=.1*sin(l);
[X,Y,Z]=cylinder(t);

%figure,mesh(X,Y,Z)
%figure,
subplot(2,3,4)
surfl(X,Y,Z)
```

```
colormapbone
shadinginterp
axisoff

l=[-3:.1:3];
t=1.5+.05*l.^2;
[X,Y,Z]=cylinder(t);
%mesh(X,Y,Z)
%figure,
subplot(2,3,5)
surfl(X,Y,Z)
colormapbone
shadinginterp
axisoff

l=[-3:.1:3];
t=3+.1*sin(2*l);
[X,Y,Z]=cylinder(t);
%mesh(X,Y,Z)
%figure,
subplot(2,3,6)
surfl(X,Y,Z)
colormapbone
shadinginterp
axisoff
```