



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)

«    »

Паламар М.І.

(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 153 «Мікро- та наносистемна техніка»  
(шифр і назва спеціальності)

студента \_\_\_\_\_ **Попович Сергій Васильович** \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інформаційно-вимірювальна система для дослідження показників норм  
кінематичної точності циліндричних зубчастих коліс

Керівник роботи Апостол Юрій Орестович ст. в. каф. ПВ  
(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)Попович С.В.  
\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)Апостол Ю.О.  
\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська дипломна робота на тему : Інформаційно-вимірвальна система для дослідження показників норм кінематичної точності циліндричних зубчастих коліс містить \_\_\_\_\_ст. пояснювальної записки, та \_\_\_\_\_аркушів графічного матеріалу, відноситься до галузі машинобудування

Викладений у даній магістерській дипломній роботі матеріал стосовно математичного моделювання були проведені дослідження властивостей евольвенти і розроблене програмне забезпечення, що дозволяють формувати лекала для контролю профілю зубів зубчастих коліс.

На точність передачі зусилля за допомогою зубчастих коліс значною мірою впливає точність виконання профілю евольвентного профілю зуба за якого отримуємо оптимальне зчеплення

Розроблені математичні моделі і сам методологічний підхід для кількісної оцінки параметрів є найефективнішим з точки зору пізнання механізму цього процесу, можливості прогнозування та управління в бажаному напрямку.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....   | 8  |
| 1.1 Аналіз аналогів і патентний пошук .....                                       | 8  |
| 1.2 Результати патентного пошуку.....   | 22 |
| 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА .....   | 24 |
| 2.1 Аналіз розглядуваного питання.....  | 24 |
| 2.2 Вимоги до роботи приладу .....  | 30 |
| 2.3 Вибір і розрахунок основних параметрів транспортуючого<br>вузла пристрою..... | 30 |
| 2.3.1 Структурна схема маніпулятора .....   | 30 |
| 2.3.2 Вибір приводу для переміщень маніпулятора .....                             | 32 |
| 2.3.3 Проектування захватного пристрою .....                                      | 34 |
| 2.4 Розрахунок похибок пристрою .....   | 38 |
| 2.5 Повірка пристрою.....   | 42 |
| 2.5.1 Умова повірки та підготовка до неї.....                                     | 42 |
| 2.5.2 Проведення повірки.....   | 43 |
| 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....   | 45 |
| 3.1 Побудова і дослідження евольвентного профілю зубчатих коліс ...               | 45 |
| 3.2 Побудова евольвентного профілю.....   | 47 |
| 3.3 Програмне забезпечення .....  | 50 |
| 4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА .....  | 51 |
| 4.1 Опис роботи приладу .....   | 51 |
| 4.3 Опис структурної схеми і алгоритму функціонування системи.....                | 53 |
| 4.4 Опис роботи принципової схеми системи .....                                   | 56 |
| 4.5 Розрахунок параметрів схеми .....   | 57 |
| 4.6 Опис роботи програми .....  | 62 |
| 4.7 Опис програми та програма роботи .....  | 66 |
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ<br>СИТУАЦІЯХ.....                       | 70 |

|   |    |
|---|----|
| 5.1 Охорона праці.....  | 70 |
| 5.1.1 Розрахунок місцевого освітлення для спроектованої установки..   | 70 |
| 5.1.2 Використання і опис дії систем пожежогасіння, які використовують на підприємствах приладобудування..... | 73 |
| 5.1.3 Суть і зміст управління охороною праці.....   | 76 |
| 5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....  | 78 |
| 5.2.1 Закон і положення про цивільну оборону України .....  | 78 |
| 5.2.2 Вплив розробленої установки на життєдіяльність людей.....   | 81 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....  | 84 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....  | 85 |
| ДОДАТКИ .....   | 88 |

## ВСТУП

При всій диференціації сучасного приладобудування завдання конструювання багато в чому є однаковими. Для конструкції будь-якого приладу важливими є такі вимоги: зменшення маси на металомісткості, покращення надійності, покращення технологічності, різними є тільки значення цих факторів. Це дозволяє сформулювати принципи раціонального конструювання:

- 1) Не вміло копіювати існуючі зразки приладів, а конструювати змістовно, вибираючи зі всього арсеналу конструктивних рішень найбільш доцільні при даних умовах.
- 2) Вміти поєднувати різноманітні рішення і знаходити нові, покращені, тобто конструювати з творчою ініціативою.
- 3) Покращувати показники приладів (чутливість, точність, стабільність показів).
- 4) Враховувати динаміку розвитку промисловості і створювати резерви приладів, які здатні задовільнити нові вимоги і потреби на тривалий термін.

Завдання конструктора полягає в тому, щоб створити прилад, який найбільш повно відповідає вимогам споживача і володіє високими техніко-економічними та експлуатаційними показниками.

Головними показниками є: висока продуктивність, екологічність, міцність, надійність, малі маси і габарити, невелика споживана потужність, малі об'єм і вартість ремонтних робіт, витрати на оплату праці операторів і високий технічний ресурс і ступінь автоматизації, простота і безпека обслуговування, зручність і простота управління.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналіз аналогів і патентний пошук

Залежно від призначення зубчатих коліс поділяється на прийнятну (кінцеву) і технологічну.

Точність швидкості повинна бути такою, щоб відповідати вимогам до цілі передачі. Контроль повинен бути комплексним в умовах, близьких до експлуатації, коли вимірювальна база операційного блоку поєднується з операційною (установчою). Якщо немає відповідного методу комплексного контролю, то до елемента слід використовувати окремий контроль.

Технологічний контроль використовується для коригування роботи технології та визначення причини поломки (браку). Основу цього моніторингу та вимірювання слід узагальнити з точки зору технології.

Прямий елемент шестерні вимагає найбільше часу для контролю розпізнавання цього елемента, він вимагає великої кількості найменувань вимірювальних приладів, і його рекомендується використовувати лише в індивідуальному та дрібносерійному виробництві.

Зв'язки між несправностями шестерні та технологічного обладнання дозволяють безпосередньо контролювати точність виробу за допомогою непрямого управління. Це для перевірки несправностей машин, інструментів та пристроїв, що використовуються для оцінки точності передач.

Непрямий моніторинг зменшує складність процесу моніторингу та необхідність вимірювання приладів. Однак це робиться лише системою контролю, яка охоплює всі елементи виробництва та визначає тип, спосіб, засоби та періодичність перевірок.

Останнім часом застосовують активний контроль зубчатих коліс, результати якого використовують для управління ходом технологічного процесу (його підналадки, перемикання режимів обробки і ін.).



Наприклад, прилад БВ-4011 є тим, що підналагоджує до зубофрезерного верстата ЕНІМС 5312. Він контролює зсув початкового контура і зміну положення перехідної поверхні у кореня зуба.

Результати контролю використовують для радіального заглиблення і осьового переміщення черв'ячної фрези.

Прилад БВ-5014 призначений для контролю осьового кроку коліс на зубошеввинговальному верстаті КЗТС 5076 (з модулем від 2 до 12 мм) і для підналадки технологічного процесу.

Класифікація циліндричних пристроїв управління трансмісією

Всі ці пристрої під час інспекції поділяються на машини з обладнанням, що базується на ободах коліс та висоті (АТ). За своїм призначенням обладнання поділяється на пристрої контролю кінематичних помилок та нерівностей ( $F'ig$ ,  $f'ig$  та  $Fcr$ ); накопичені помилки в кроках руху по колесу та ступенях ( $Frg$  та  $Fpkr$ ) тощо. Всього існує 14 груп. Відповідно до точності вимірювань, прилади повинні бути класифіковані як А, В або В.

Для кожного класу обладнання повинні бути визначені кліматичні параметри та максимально допустима похибка вимірювання.

Розглянемо стисло принцип контролю основних погрішностей зубчатих коліс і передач.

Контроль кінематичної і циклічної похибки зубчастих коліс

Основним видом контролю кінематичної похибки коліс є комплексна перевірка зубчатого колеса в однопрофільне зачіпляюче з вимірювальним колесом (черв'яком або рейкою).

Однопрофільний контроль полягає у визначенні за допомогою пристрою 3 (рис. 1.1) різниці дійсних кутів повороту відомих ланок двох систем, з яких одна складається з контрольованого колеса 2, що знаходиться в однопрофільне зачіпляюче з вимірювальним колесом 1, а інша — з еталонної передачі 4 із заданим передавальним відношенням, кінематичною похибки якої можна нехтувати.

Перевагою однопрофільного контролю є те, що умови зачіпляє при перевірці відповідають умовам роботи коліс в механізмі.

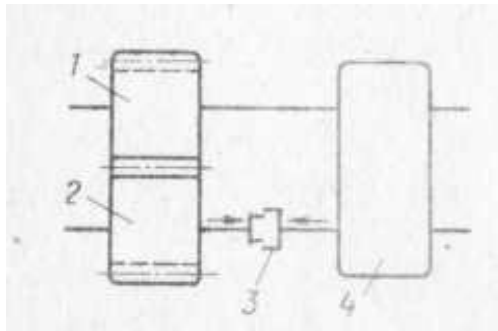


Рисунок 1.1 - Принципова схема контролю кінематичної похибки зубчатого колеса

Челябінський інструментальний завод випускає наступні прилади для однопрофільного контролю кінематичної похибки: БВ-5033, БВ-5053, БВ-936, УКМ-5, БВ-5030 і ін. Останній прилад без вимірювального колеса. Розглянемо схему приладу БВ-936 для коліс діаметром 40 — 300 мм, з модулем 1 — 10 мм (рис. 1.2).

Між робітником 1 і натяжним 10 роликками натягнута безперервна гнучка сталева стрічка 2. Подібна ж стрічка 8 опоясує робітник 7 і натяжний 11 роликки. Із стрічкою 2 сполучена каретка 3, яка пнулася стрічкою в подовжньому напрямі.

На цій каретці розташований ролик, що впливає на одне плече прямокутного важеля 4, вісь повороту якого розташована на каретці 6. Друге плече важеля штовхає через ролик каретку 5 по поперечних направляючих. На каретці 5 розташована одна з частин індукційного перетворювача 9, а друга його частина прикріплена до стрічки 8.

Співісний з робочими роликками 1 і 7 встановлюють контрольоване і вимірювальне колеса, які знаходяться в однопрофільне зачіпляюче. Обертання ролика 1 від електродвигуна через ремінну, зубчаті і черв'ячні передачі, вбудовані в прилад, передається паралельно по двох гілках: через зубчату

контрольовану передачу і через еталонну передачу приладу. Погрішності контрольованої зубчатої передачі викликають відносні зсуви частин індуктивного перетворювача 9, які передаються на самописний прилад БВ-662 і реєструються у вигляді діаграми кінематичної погрішності.

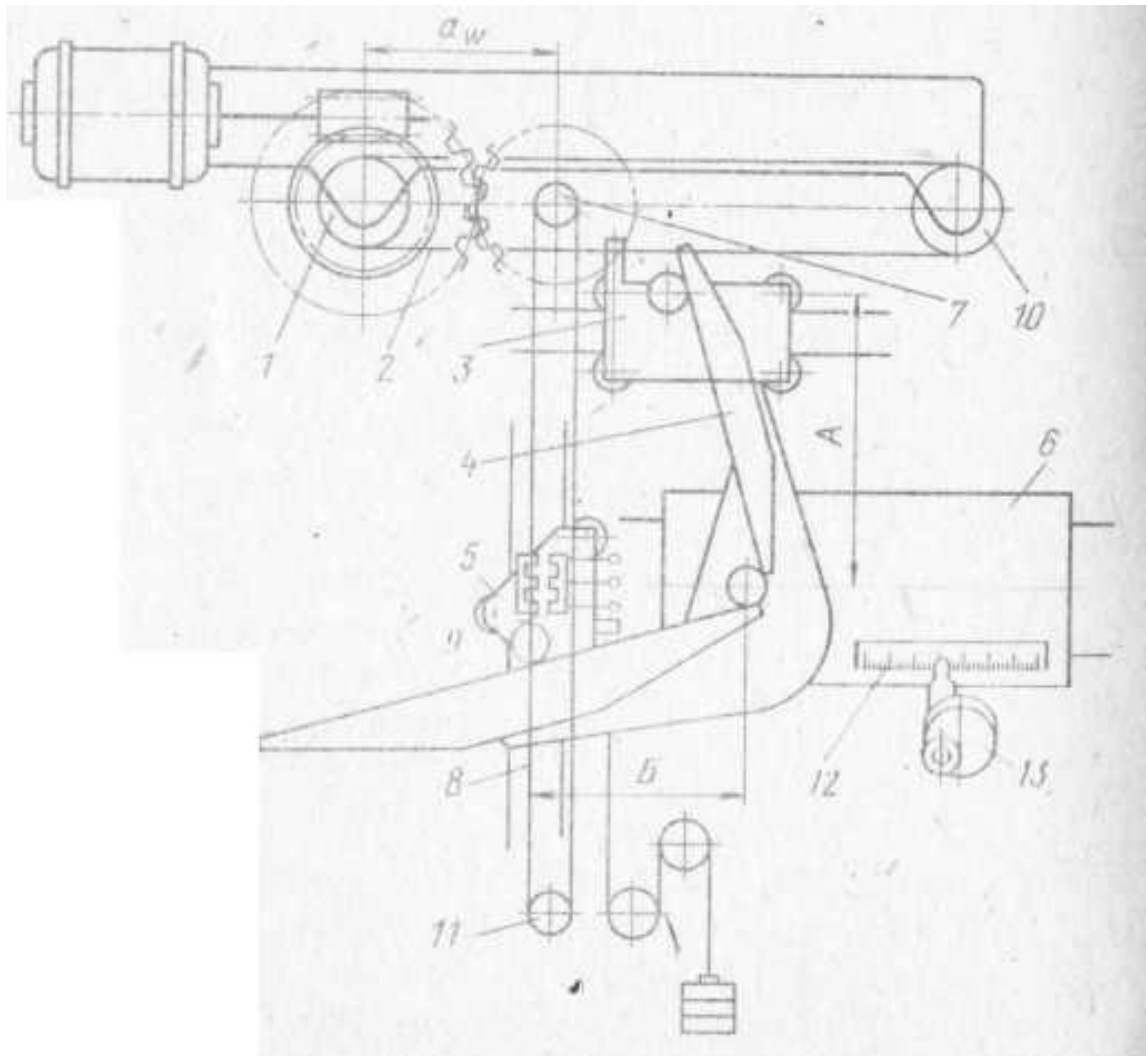


Рисунок 1.2 - Схема приладу БВ-936

Прилад на розмір  $B$  настраюють за нерухою скляною шкалою 12 і спіральному мікроскопу 13 з ціною розподілу 0,001 мм, укріпленому на каретці 6. Прилад відповідає класу В і забезпечує контроль коліс від 5-й ступені точності при використуванні вимірювального колеса 3 ступені точності.

Комплексний однопрофільний контроль, не дивлячись на його переваги, до теперішнього часу має обмежене розповсюдження зважаючи на трудність створення надійних приладів.

В масовому і великосерійному виробництвах зубчаті колеса перевіряють часто комплексно в щільне двохпрофільне зачіпляюче з вимірювальним зубчатим колесом на приладах, званих міжцентромірами. Розповсюдження цього виду контролю пояснюється також порівняльною простотою конструкції міжцентромірів і високою продуктивністю контролю.

Такий контроль дозволяє виявити коливання вимірювальної міжосьової відстані (щодо його номінального значення) за оборот колеса, яке характеризує головним чином биття зубчатого вінця, що перевіряється, а при повороті на один зуб — плавність роботи передачі.

При цьому контролі можна встановлювати відхилення товщини зуба або зсув початкового контура. Двохпрофільну перевірку коліс звичайно доповнюють контролем коливання довжини загальної нормалі або контролем точності устаткування.

Двохпрофільний контроль легко автоматизувати, тому в автоматичних лініях для виготовлення зубчатих коліс застосовують напівавтомати і автомати для двохпрофільного контролю.

Чотири типи приладів для комплексного двохпрофільного контролю (МЦМ-160, МЦМ-320М, МЦМ-400Б, БВ-5029) випускає челябінський інструментальний завод. Ці прилади універсальні (можливий контроль коліс різних розмірів, насадних і валкових) і забезпечені пристосуваннями для перевірки циліндрових передач зовнішнього і внутрішнього зачіпляє, конічних і черв'ячних передач.

Прилад МЦМ-400Б показаний на рис. 1.3. На облямовування 1, жорстко пов'язану з рухомою вимірювальною кареткою 2, насаджують вимірювальне колесо, а на облямовування 5, жорстко пов'язану з нерухомим супортом 6, - колесо, що перевіряється.

Вимірювальна каретка 2 пружиною 4 притискує вимірювальне колесо до того, що перевіряється, створюючи той, що щільне зачіпляє.

При сумісному обертанні коліс коливання вимірювальною міжосьовою відстані наголошуються індикатором 3 або встановленим замість нього індуктивним перетворювачем, пов'язаним з самописцем.

Номінальну міжосьову відстань  $a_w$  встановлюють за допомогою кінцевих заходів, що розташовуються між облямовуваннями 1 і 5, або за допомогою спеціальних дисків, які надягають на ці облямовування.

Проводячи гармонійний аналіз спектру кінематичної погрішності зубчатого колеса за допомогою аналізаторів гармонік, можна визначити величину нею циклічній погрішності.

Як найкращі результати за визначенням циклічної погрішності зубцевої частоти в передачі дає вживання кинематомірів НИИТАВТОПРОМа — приладів, що зіставляють кутові переміщення двох кінематично зв'язаних валів в зібраній передачі.

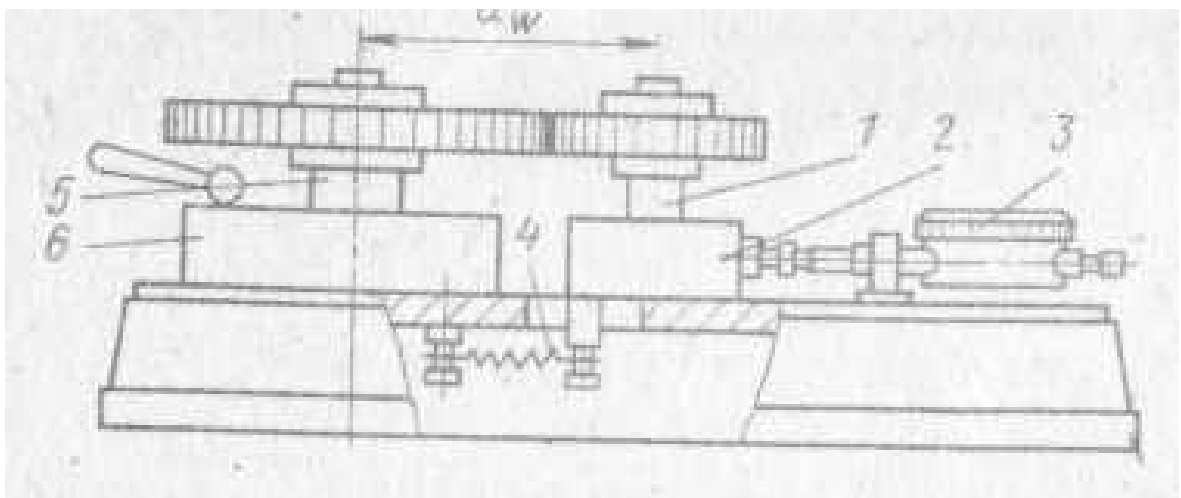


Рисунок 1.3 - Прилад МЦМ-400Б для комплексної двухпрофільної перевірки циліндрових зубчатих коліс

### Контроль накопиченої похибки кроку

Якщо неможливо виконати однопрофільну перевірку, встановлюють накопичену погрішність до кроків  $F_{prk}$  або по зубчатому колесу  $F_{pr}$ .

Визначення кумулятивної похибки кроку є результатом перевірки загального принципу роботи колеса.

У цьому випадку кумулятивна похибка визначається обробкою результатів послідовних покрокових вимірювань та розміщенням діаграми відповідно.

Методика вимірювання цим методом запропонована проф. Б. А. Тайцем. При великому числі зубів цей метод недостатньо точний.

Крім того, велика трудомісткість обробки результатів послідовного вимірювання рівномірності кроків значно обмежує область його вживання.

Безпосередньо накопичена похибки кроку може бути визначена при послідовному вимірюванні кутових кроків колеса за допомогою універсальних приладів для кутових вимірювань (теодолітів, оптичних ділильних головок і т. п.).

Принципова схема кута переходу показана на малюнку. 1.4. Кутовий момент перевірки колеса 1 з'єднаний у поєднанні 2 і останній закріплений у цьому положенні 3.

Наконечник вимірювання 5 важіль 4 базується на індикаторі, який розміщується в особистому контакті зубів колеса і радіальна позиція постійно звертає увагу на його радикальне положення 6. Індикатор встановлюється на нуль.

Потім за допомогою каретки 7 відводять наконечник 5, і зубчате колесо послідовно повертають від зуба до зуба по всьому колу на величину кутового кроку

$$\left( \gamma = \frac{360^{\circ}}{z} \right).$$

Цей прилад вимірює кутове відхилення номінальної величини кроку. Значення кута - це кумулятивна похибка кроку кола, яка є сумою найбільших

позитивних і негативних відхилень, отриманих при вимірюванні цього параметра по всій окружності кола.

Безпосереднє визначення похибки, накопиченої на зубчастому колесі обладнання, не вимагає математичної обробки результатів вимірювань і має практичне значення.

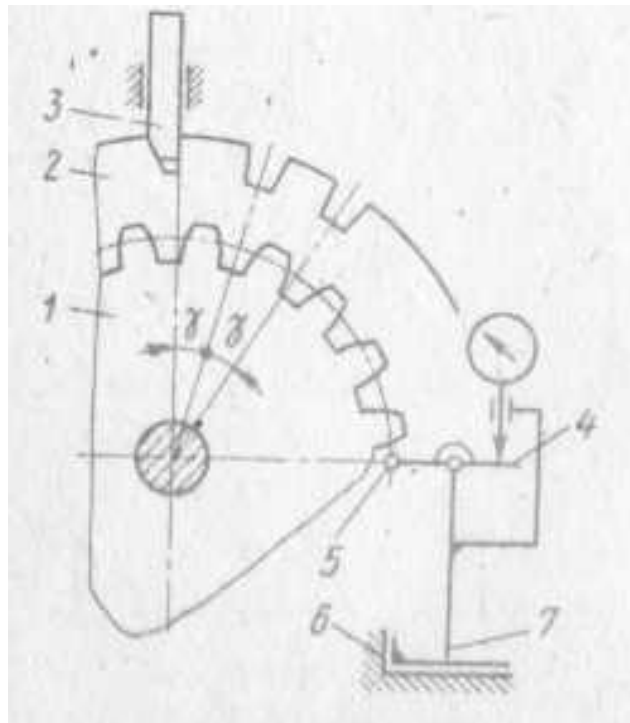


Рисунок 1.4 - Схема кутового крокоміра для контролю накопиченої погрішності кроку

Радіальне биття зубчастого вінця перевіряють за допомогою приладів, званих ударомірами (рис. 1.5).

Вимірювальний наконечник може мати форму зубця стійки, виконаного уздовж першої фігури; конус, зрізаний під кутом до верху 2; сідлоподібний кінчик порожнини зуба повинен бути індивідуальним і сферичним. Кінчик порожнини не повинен торкатися поверхні двох сусідніх зубів під звичайною хордою.

Передаване колесо 1, перевірене, встановлене на засувці 2. Наконечник 3 на вимірювальному штоці 4 рухається під дією пружини на напрямній втулці 5, штоку 7. Цей прикріплений індикатор працює на наконечнику 6. Виміряйте

послідовність, вставивши послідовно 3-й наконечник у всі порожнини колеса роботи. Різниця між максимальним та мінімальним значеннями параметра при поперемінному переміщенні наконечника до всіх порожнин коліс визначає радіальну роботу кільця обладнання.

#### Контроль радіального биття зубчастого вінця

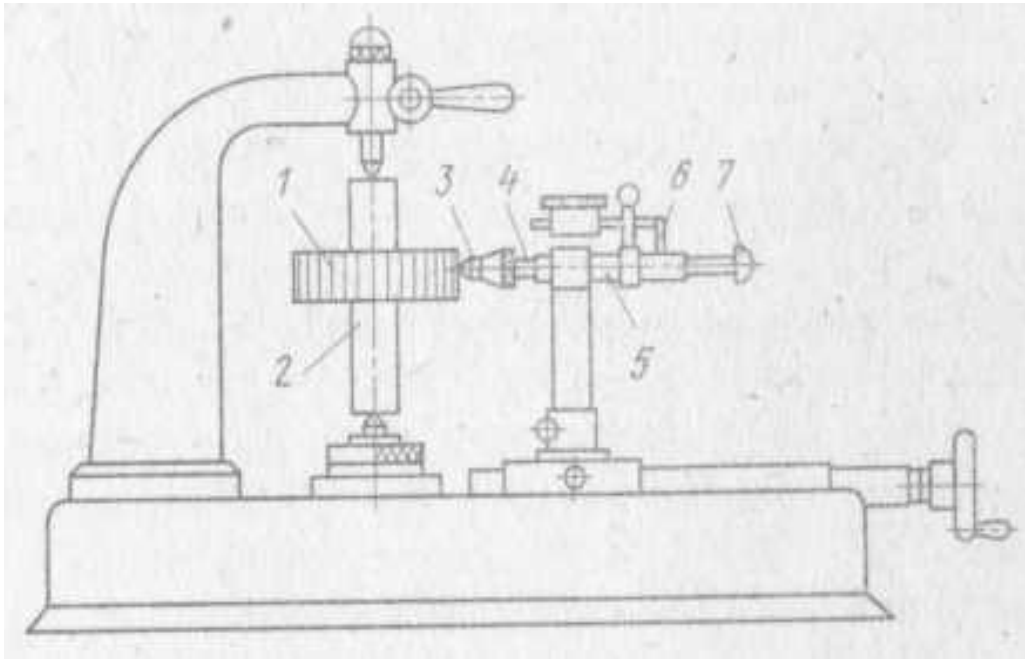


Рисунок 1.5 - Схема удароміра

#### Загальне регулювання коливань нормальної довжини

Колівання довжини загальної нормалі  $F_{VW_r}$  можна контролювати зубомірними мікрометрами (рис. 1.6, а), індикаторними нормалемірами і іншими засобами. Індикаторний нормалемір (рис. 1.6, б) забезпечений трубкою 1, по якій переміщається розрізна втулка 2, жорстко сполучена з переставною вимірювальною губкою 3. Рухома вимірювальна губка 4 переміщається на плоских пружинах 5 паралельно осі трубки 1.



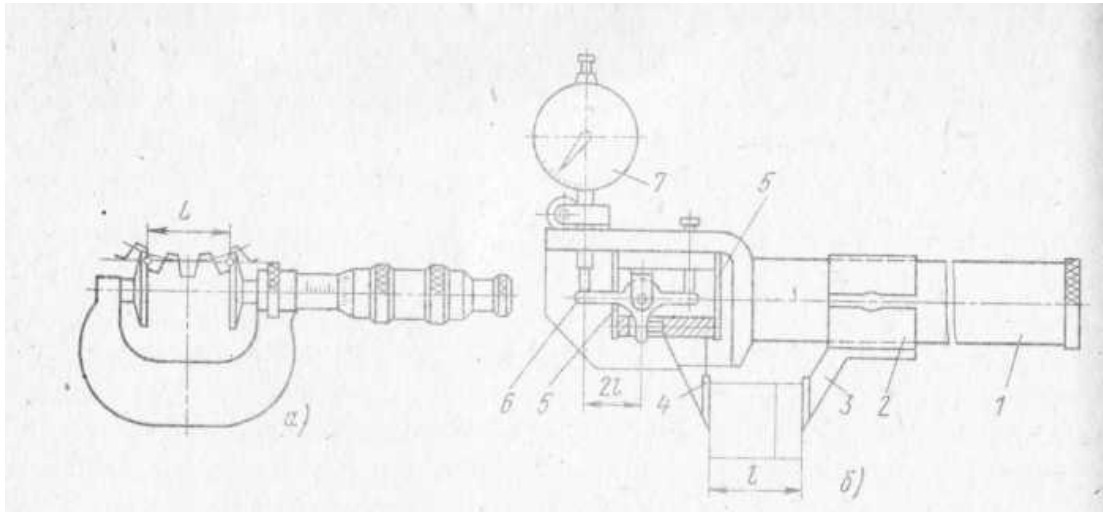


Рисунок 1.6 - Схема приладів для контролю коливання і середньої довжини загальної нормам:

а – зубомірний мікрометр; б — індикаторний нормалемір

Це переміщення передається індикатору 7 через кутовий важіль 6 із співвідношенням плечей 2:1. При ціні розподілу індикатора 0,01 мм ціна розподілу нормалеміра рівна 0,005 мм.

Коливання довжини загальної нормалі  $F_{vw}$  знаходять як різницю між найбільшої і якнайменшої дійсними довжинами загальної нормалі при послідовному вимірюванні всіх груп зубів колеса, що перевіряється.

Середню довжину загальної нормалі  $W_m$  визначають як середню арифметичну величину зі всіх дійсних довжин загальних нормалей по зубчатому колесу.

Набуте значення  $W_m$  порівнюють з граничними величинами, встановленими стандартом.

Результати контролю коливання вимірювальної міжосьової відстані за оборот колеса  $F''iP$ , радіального биття зубчатого вінця  $F_{r\tau}$ , коливання довжини загальної нормалі  $F_{vw}$  дають уявлення про кінематичну точність зубчатого колеса.

Контроль відхилення кроку зачеплення

Залежно від нормального розміру, відхилення кроку втручання слід вимірювати за допомогою відповідного крокоміра. Практичні рекомендації

щодо врахування вимірювань Ленінградського приладобудівного заводу (рис. 1.7). Мірний наконечник 2, підвішений у плоскій пружині 1; його рух фіксується зчитувальним пристроєм з поділом 6-0,001 мм. Другий мірний наконечник 3 можна встановити у бажаному положенні за допомогою гвинта 5. Наконечник 4 підтримує прилад, коли вимірювання та вимірювальні лінії перебувають у звичайному режимі. Наконечники 2 і 3 закріплені на вимірювальній поверхні твердим сплавом. Сума дорівнює номіналу базового кроку.

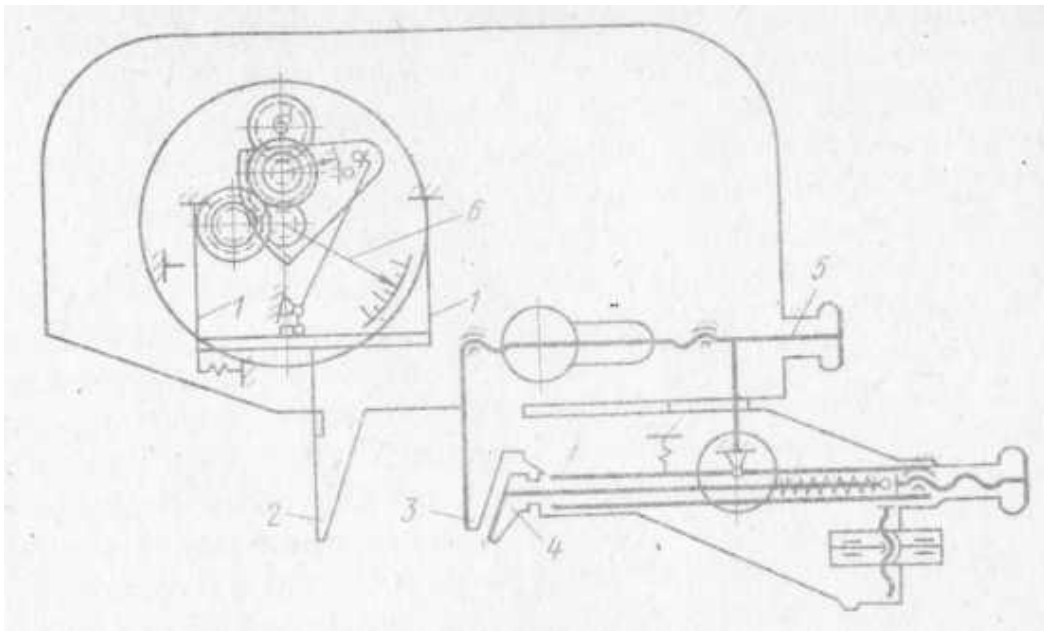


Рисунок 1.7 - Схема крокоміра для вимірювання кроку зачіпляє

### Контроль профілю зубів коліс

Профіль зубів в перетині торця перевіряють шляхом зіставлення дійсного евольвентного профілю з його теоретичною формою. Для цієї мети застосовують прилади, звані евольвентомірами. Є декілька схем цих приладів.

Розглянемо принцип роботи кожного диска евольвентоміра БВ-1089 (рис. 1.8). Якщо несуча шестірня встановлена на тій самій осі, що і 2 запасні диски, діаметр головного колеса дорівнює окружності колеса. Лінійка в потоці, що приніс цей диск, буде натиснута на 3-ю пружину, яка закріплена на 6-му транспорті пристрою.

Коли каретка зміщується гвинтом 5, рух (без ковзання) передається на диск і колесо що перевіряється.

При цьому кожна точка робочої площини лінійки описує щодо диска евольвенту.

Вгору по лінійці його робоча поверхня знаходиться у вертикальній площині, мірний наконечник важеля 4, інше плече стикається з наконечником наконечника індикатора 8. Шкала 9, визначає кут нахилу колеса, який перевіряється, і 7-мірний наконечник, що вимірює радіус колеса

На початку вимірювання вимірювальний наконечник важеля встановлюють на бічну поверхню зуба у його підстави, а індикатор на нуль. Обертаючи ходовий гвинт, переміщують каретку, причому вимірювальний наконечник важеля ковзає за профілем зуба і при відхиленні його від евольвенти заданого основного кола одержує кутове переміщення, що відзначається індикатором.

Після закінчення вимірювання одного зуба каретка повертається в початкове положення, а колесо переставляється на один зуб.

Евольвентоміри забезпечують записуючими механізмами, реєструючими результати вимірювання в збільшеному масштабі.

Ці прилади вимагають для кожного розміру колеса установки спеціального змінного диска.

Більш вчиненими є універсальні евольвентомери, що настроюються за допомогою шкал або кінцевих заходів, для контролю коліс з різними діаметрами основних кіл.

Результати вимірювання відхилень кроку зачіпляє  $f_{pb}$ , погрішності профілю  $f_{fr}$  і коливання вимірювальної міжосьової відстані на одному зубі  $f'_{ig}$  дають уявлення про плавність роботи прямозубих коліс.

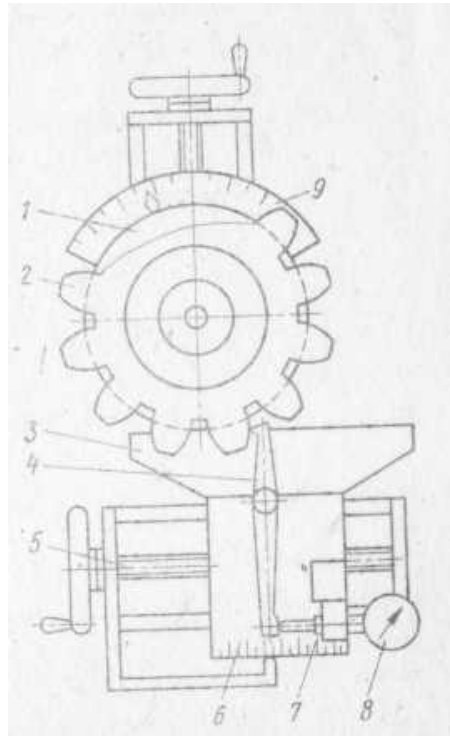


Рисунок 1.8 - Схема індивідуально-дискowego эвольвентомера

### Контроль розмірів зубів

Визначати розміри зубів, що впливають на бічний зазор в передачі, можна по вимірювальній міжосьовій відстані, визначуваному міжцентромірами; відхиленню середньої довжини загальної нормалі, вимірюваної нормалемірами або зубомірними мікрометрами; зсуву початкового контура EHS(EHі); відхиленню товщини зуба по хорді. Контроль перших двох параметрів був розглянутий вище.

Контроль зсуву початкового контура і товщини зуба по постійній хорді

Зсув початкового контура контролюють за допомогою тангенціального зубоміра (рис. 1.9). Площини двох вимірювальних губок 1 і 2 (рис. 1.9, а), кожна з яких нахилена під кутом  $= 20^\circ$  відтворюють спільно з дотичною bb до кола виступів номінальний початковий контур зубчатої рейки.

Відстань між вимірювальними губками 1 і 2 можна змінювати гвинтом 4 (рис. 1.9, б), має на одному кінці праву, а на іншому ліве різьблення. Заздалегідь зубомір встановлюють в номінальне положення початкового контура по ролику 7, діаметр якого залежить від модуля контрольованого колеса.

В необхідному положенні губки закріплюють гвинтами 5. Якщо положення дійсного контура (штрихова лінія на рис. 1.9, а) не співпадає з номінальним, то по положенню наконечника 3 індикатори 6 можна судити про величину зсуву початкового контура.

Допуск на зміщення початкового контура  $T_n$  в стандарті розрахований для випадку вимірювання цього зсуву на базі робочої осі колеса. Вимірювання ж тангенціальним зубоміром проводять на базі зовнішнього циліндра зубчатого колеса, тому для компенсації погрешностей зовнішньої поверхні зубів необхідно вводити виробничі допуски.

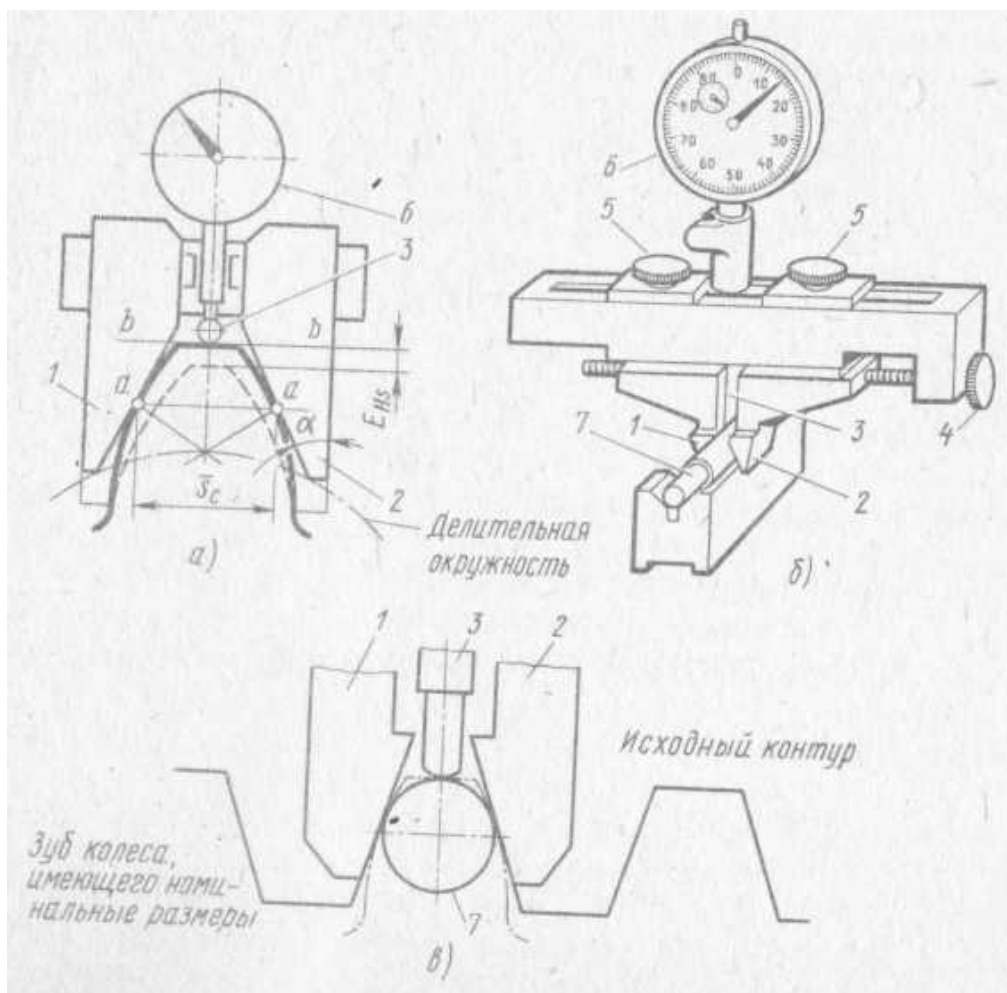


Рисунок 1.9 - Тангенціальний зубомір:

а — схема вимірювання; б — загальний вигляд; в — схема настройки  
Товщину зуба по постійній хорді

Товщину зуба по постійній хорді вимірюють приладами - штангензубоміром, оптичним, індикаторним і іншими кромочними зубомірами.

## 1.2 Результати патентного пошуку

Згідно з проведеним аналізом розглядуваного питання і патентним пошуком та виданим завданням рис. 126 б, с. 301 (рис 1.10), марков н. н, ганевський г. м. конструкция, расчет и эксплуатация измерительных инструментов и приборов, - м: машиностроение, 1981. – 482 с. , ми повинні розробити пристрій дослідження показників норм кінематичної точності циліндричних зубчастих коліс, а зокрема для вимірювання накопиченої похибки кроку зубчатих коліс та ряду інших параметрів.

Метою конструювання пристрою є збільшення степені автоматизації при контролі.

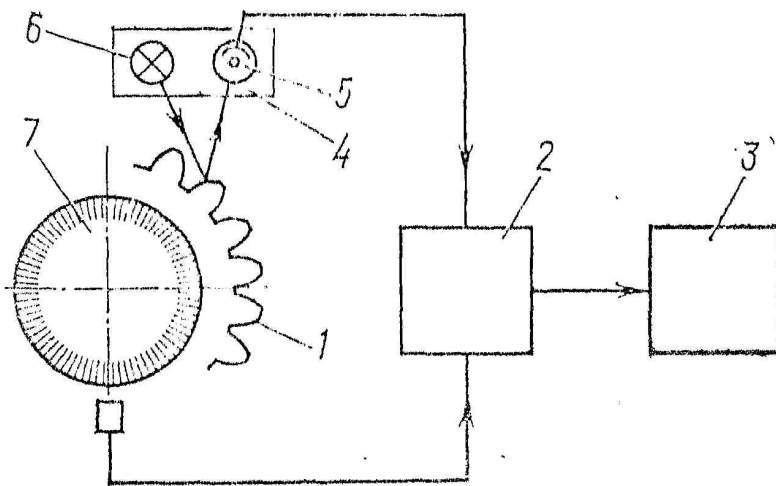


Рисунок 1.10 - Схема для вимірювання накопиченої похибки кроку зубчатих коліс

На рисунку 1.10 зображена схема приладу мод. БВ – 5059.

Принцип дії приладу полягає в наступному: при безперервному обертанні колеса 1, в електричний блок приладу 2 надходять імпульси від кругового

фотоелектричного перетворювача 7, встановленого на одній осі з вимірювальними колесами.

Другий сигнал, що вказує на певне положення вимірювального зуба колеса, надходить від лінійного екстремального фотоелектричного перетворювача 4 (світлового упора).

Світловий упор 4 складається з джерела світла 6, що направляє паралельний пучок променів на поверхню зубів безперервно обертаючого колеса та світлоприймача 5.

Відбитий від поверхні зуба світловий потік в момент певного положення поверхні зуба колеса відносно упора, який відповідає максимуму відбитого потоку, сприймається фотоелементом 5, видаючи сигнал в електронний блок 2.

Блок перетворює отриманні значення в напругу та видає на самописець сигнал, характеризуючий ординати діаграми накопиченої похибки кроку на полосу.

Наданому приладі можуть бути виміряні колеса діаметром від 5 до 200 мм і модулем від 0,2 мм. Час вимірювання одного колеса – 10 с.

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Аналіз розглядуваного питання

Об'єктом вимірювання являється евольвентне циліндричне зубчате колесо з модулем більше 1 мм.

Точність евольвентних зубчатих передач являється одним із показників їх якості і регламентується СТ /ГОСТ 1643-81/СЭВ 641-77.

Цей стандарт охоплює трансмісію колісного та зовнішнього обладнання з діаметром колеса до 6300 мм, модулем від 1 до 55 мм та шириною коронки до 1250 мм.

Відповідно до точності обробки, шестерні та трансмісії точно розділені на 12 ступенів (у порядку зменшення точності 1-12).

Для кожного з правильних коливань допустимі відхилення параметрів вимірювання колеса та кінетичну точність передач визначають незалежно від правильної роботи зубців передачі.

Це дозволяє їм точно призначати різні стандарти та ступені передачі для експлуатаційних цілей, враховуючи різницю в технологічних методах, щоб забезпечити необхідну точність.

Норми кінетичної точності визначають вимоги до таких параметрів: площини передачі енергії, помилка яких виникає при повному обертанні коліс.

Плавність відноситься до стандартних параметрів колеса та шестерні, похибка яких впливає на кінетичну точність, але неодноразово проявляється під час одного обертання колеса, тобто один або кілька разів під час роботи кожного зуба.

Встановити вимоги до стандартних параметрів контакту колеса та шестерні, визначити поверхню контакту зубців колеса, насичених помилками.

Характеристики шестерні сполучного обладнання трансмісії визначають бічний зазор, тобто різницю між робочим режимом комбінованих колісних зубів, що забезпечує вільне повертання одного з другим нерухомим.



Необхідно встановити нормальні умови змащення зубів, компенсувати виробничі помилки, деформацію установки та температури передачі.

Система допуску обладнання забезпечує гарантований просвіт у половину ваги. Його величина зазвичай визначається товщиною зубів, осьюовою відстанню передачі та умовами експлуатації.

Незалежно від точності колеса або трансмісії використовуються 6 видів спряження: А, В, С, Д, Е, Н (в порядку зменшення  $j_n \text{ min}$ ) і 8 таких типів допуску на бічний зазор  $h, d, c, b, a, z, y, x$  (з метою підвищення витривалості допуску).

Шестерні точно управляються різними способами. Стандарт передбачає кілька варіацій показників точності коліс. Вибір тих чи інших контрольованих параметрів залежить від правильного розміру, характеру виробництва та інших факторів.

Нагромаджена похибка  $k$  кроків  $F_{pkz}$ ,

Це кінематична похибка зубчатого колеса при номінальному його повороті на  $k$  цілих кутових кроків (рис. 2.1).

$$F_{pkz} = \left( \frac{\varphi}{3437,7} - \frac{2\pi k}{z} \right) \cdot 2 \cdot 10^{-3}, [mkm]$$

де  $\varphi$  - дійсний кут повороту колеса, який відповідає  $k$  кутовим крокам, мінут;

$z$  — число зуб'їв колеса;

$r$  - радіус ділильного кола, мм;

$k$  - число цілих кутових кроків;

$F_{pkz}$  - являється показником кінематичної норми точності зубчатого колеса (3-8 ступеня точності).

Допустима величина  $F_{pkz}$  обмежується допуском  $F_{pkz}$ . При відсутності вимог цей допуск призначають для довжини дуги, яка відповідає  $z/6$ .

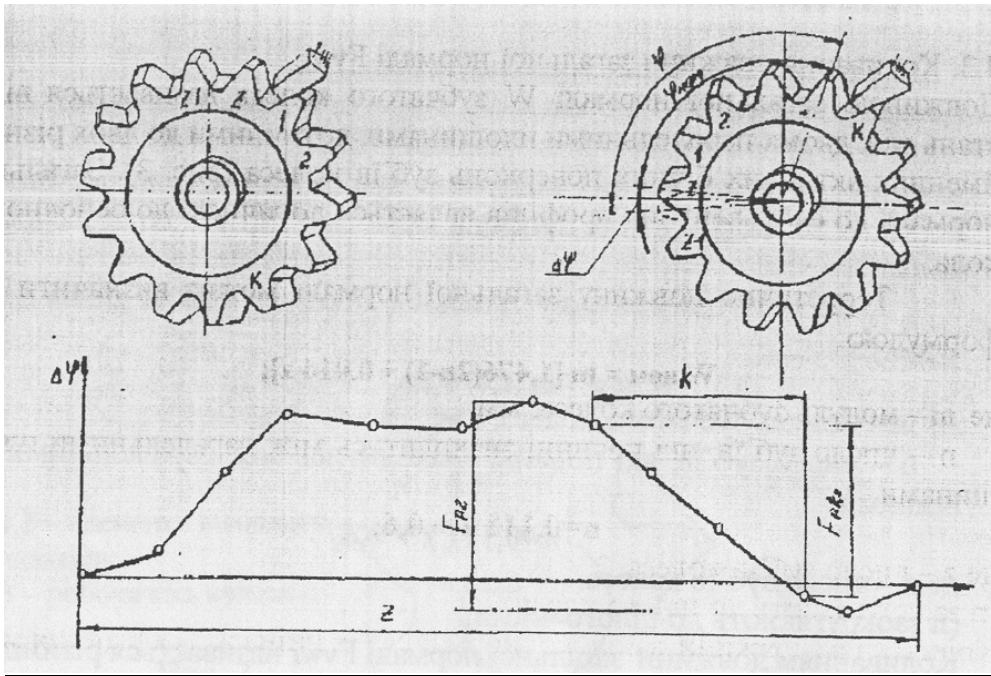


Рисунок 2.1 – Показники нагромадженої похибки

Радіальне биття зубчатого вінця  $F_{rr}$

$F_{rr}$  - визначається за найменшою різницею відстаней від осі обертання (робочої осі) до ділильної прямої елемента вихідного контура, умовно накладеного на профілі зуб'їв колеса (рис. 2.2).

Радіальне биття зубчатого вінця викликається неточним суміщенням робочої осі колеса з технологічною віссю при зубообробці, а також радіальним биттям ділильного колеса верстата.

$F_{rr}$  - являється показником кінематичної норми точності (3-12 ступенів сточності).

Радіальне биття зубчатого вінця обмежується допуском  $F_{rr}$ .

Коливання довжини загальної нормалі  $F_{vw}$

Довжиною загальної нормалі  $W$  зубчатого колеса називається відстань між двома паралельними площинами, дотичними до двох різнойменних активних бічних поверхонь зубів колеса (рис. 2.3).

Загальна нормаль до евольвентних профілів являється дотичною до основного кола.

Теоретично довжину загальної нормалі можна визначити за формулою:

$$W_{\text{ном}} = m (1,476(2n-1) + 0,014 z);$$

де  $m$  - модуль зубчатого колеса, мм;

$n$  - число зуб'їв, які повинні знаходитись між паралельними площинами

$$n = 0,111z + 0,6$$

де  $z$  - число зуб'їв колеса, ( $n$  заокруглюють до цілого числа).

Коливанням довжини загальної нормалі  $F_{vw}$  називається різниця між найбільшим і найменшим значенням загальної нормалі в одному і тому ж зубчатому колесі:

$$F_{vw} = W_{\text{max}} - W_{\text{min}}$$

$F_{vw}$  являється показником кінематичної норми точності (3-8 ступенів точності). Допустима величина коливання загальної нормалі обмежується допуском  $F_{vw}$ .

Найменше відхилення середньої довжини загальної нормалі  $E_{wms}$

Середня довжина загальної нормалі визначається як середнє арифметичне із всіх дійсних довжин загальних нормалей по зубчатому колесу (Рис.2.4).

$$W_m = \frac{W_1 + W_2 + \dots + W_z}{Z};$$

де  $W_1, W_2, \dots, W_z$  - дійсні довжини загальної нормалі;

$Z$  - число зуб'їв зубчатого колеса.

Стандартом встановлені допустимі значення  $E_{wms}$  і допуск на середню довжину загальної нормалі  $T_{wm}$ . Найменше відхилення середньої довжини загальної нормалі являється показником гарантованого бічного зазору.

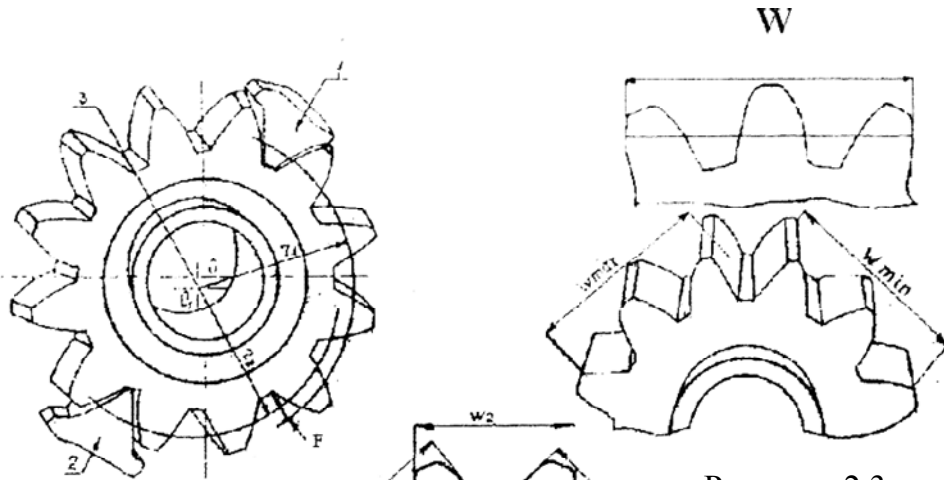


Рисунок 2.2  
1,2 – елементи  
вихідного контуру  
3 – робоча вісь  
колеса

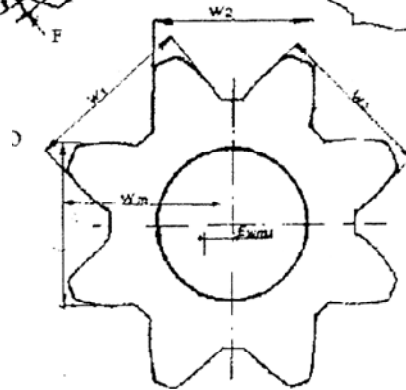


Рисунок 2.4

Рисунок 2.3

Додаткове зміщення вихідного контуру  $E_{mr}$

З метою забезпечення в передачі гарантованого бічного зазору  $j_{n \min}$  здійснюється додаткове зміщення вихідного контуру. Це зміщення вихідного контуру рейки (зуборізного інструменту) по радіусу в матеріал колеса (рис. 2.6).

Номінальним положенням вихідного контуру умовно вважають те, яке одержується після його зміщення при корегуванні зубчатих коліс. Стандартом встановлені найменше додаткове зміщення вихідного контуру -  $E_{HS}$  і допуск на зміщення вихідного контуру  $T_H$ .

$E_{HS}$  вибирають в залежності від виду спряження зубчатих коліс в передачі.

$T_H$  встановлюється в залежності від допуску на радіальне биття  $F_r$  причому  $T_H > F_r$ .

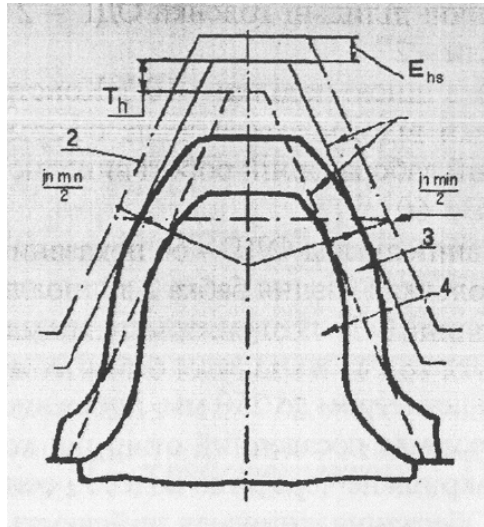


Рисунок 2.6 - Зміщення вихідного контуру  $E_{mr}$

### Товщина зуба

Замість визначення зміщення вихідного контуру можна виміряти товщину зуба по постійній хорді в нормальному січенні (рис. 2.6) Постійною хордою  $\bar{S}_c$  називають відрізок прямої, який з'єднує дві точки різнойменних евольвентних бічних поверхонь зуба, що належать одній циліндричній співвісній поверхні і нормалям, проведеним до них із однієї точки ділильної поверхні.

### Номінальна величина товщина зуба

$$\bar{S}_c = m \left( \frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha + x \sin 2\alpha \right);$$

де  $x$  - коефіцієнт корегування;  $m$  - модуль зубчатого колеса;

$\alpha$ - кут зачеплення.

Для не корегованого колеса  $\bar{S}_c = 1,387 m$ . Висота від кола виступів до постійної хорди

$$\bar{h}_c = h_a - \left( \frac{\pi}{8} \sin 2\alpha + x \sin^2 \alpha \right) \cdot m;$$

де  $h_a$  - висота головки зуба (для нормальних коліс  $h_c = m$ ).

Для не корегованих коліс  $h_c = 0,7476 m$ .

Граничні значення товщини зуба по постійній хорді нормуються найменшим відхиленням товщини зуба  $E_{sc}$  і допуском на товщину зуба  $T_c$ .

## 2.2 Вимоги до роботи приладу

Сконструйований пристрій дослідження показників норм кінематичної точності циліндричних зубчастих коліс, а зокрема для вимірювання накопиченої похибки кроку зубчатих коліс - призначений для роботи в цехах та лабораторіях машинобудівних та металургійних підприємств, а також в лабораторіях науково-дослідних інститутів з температурою навколишнього середовища від  $10^{\circ}\text{C}$  до  $35^{\circ}\text{C}$  та відносною вологістю від 50% до 80%.

Діапазон вимірювань:

- діаметр коліс 5...200 мм;
- модуль нормальний 0,4...10 мм.

Профіль коліс повинен бути остаточно обробленим.

На пристрої не рекомендується проводити вимірювання:

- виробів з діаметром більше 200 мм та менше 5 мм та модулів до 0,4 мм;
- коліс із забрудненою поверхнею зубів;
- коліс з грубою обробкою профілів зубів та іншими дефектами поверхні

## 2.3 Вибір і розрахунок основних параметрів транспортуючого вузла пристрою

### 2.3.1 Структурна схема маніпулятора

Викреслюємо структурну схему маніпулятора.

Маніпулятор відноситься до просторових механізмів.

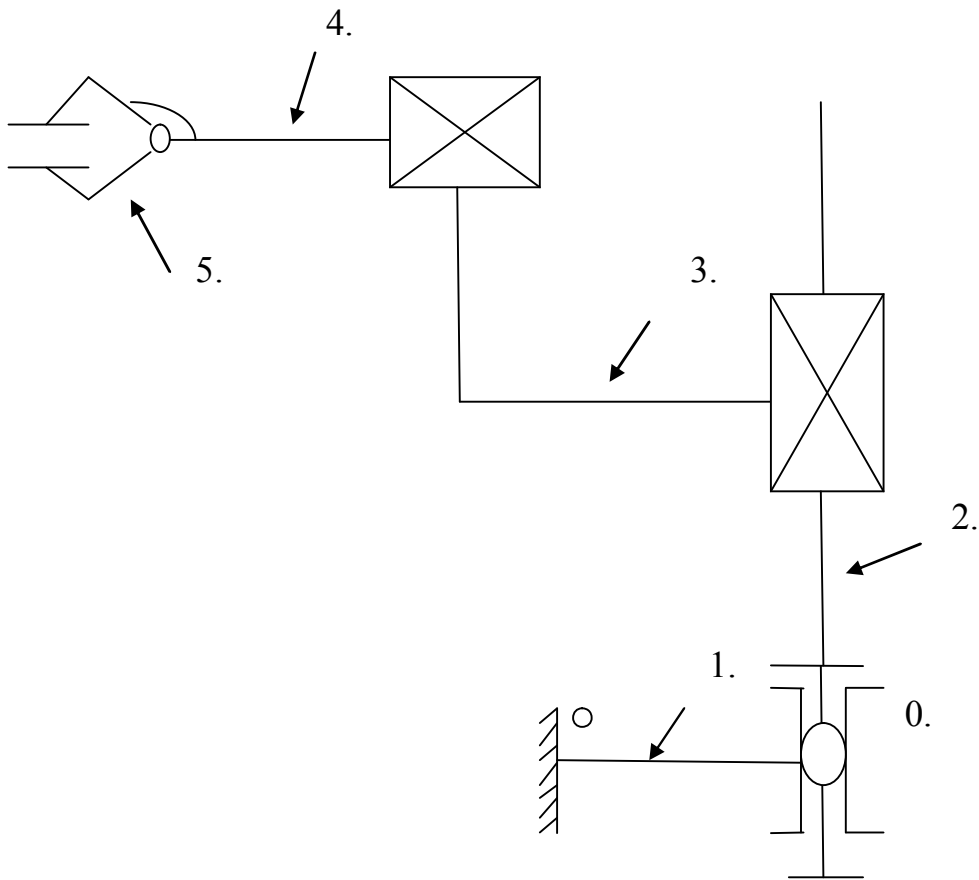


Рисунок 2.7- Рухи маніпулятора: О- обертальний;П- поступальний.

Структурна форма такого механізму має вигляд:

$$W = G_{\text{п}} - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1$$

Де: П- число рухомих ланок ;

P5...P1- число кінематичних пар 5...1 класів.

Маємо:

$$П=4, p_5=4, \text{ тоді } W=6 \cdot 4 - 5 \cdot 4 - 0=4.$$

$W=4$ - число степенем свободи. Число степенем зв'язку.  $R=6-w=6-4=2$ .

Маніпулятор складається з таких кінематичних пар.

Геометричні розміри та тип робочої зони визначаються під час проектування маніпулятора.

Не визначатимем значення прямокутної та лінійної швидкостей, оскільки час спрацювання оправки дуже великий, оскільки (в межах циклу) всі механізми встигнуть спрацювати.

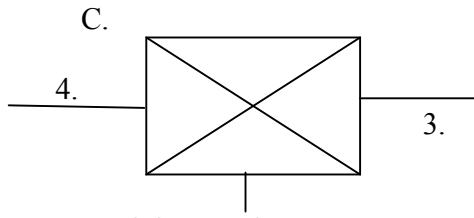


Рисунок 2.8  
Обертальна пара 5 класу.

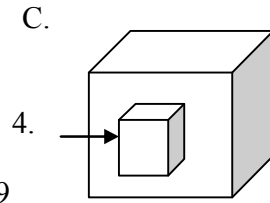


Рисунок 2.9

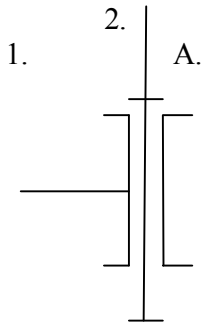


Рисунок 2.10  
Обертальна пара 5 класу.

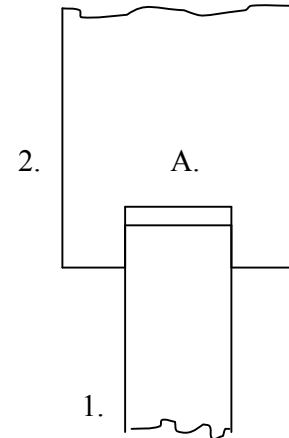


Рисунок 2.11



Рисунок 2.12

### 2.3.2 Вибір приводу для переміщень маніпулятора

Привід повинен мати гідромеханічну форму.

Широке застосування гідроциліндрів має гідравлічний циліндр, призначений реагувати на реакцію оператора і має наступні переваги перед електричним диском у наступних системах (частково перед газовим диском):

1. Високошвидкісний дії, він дозволяє повертати високу частоту назад з високою точністю позиції.

2. Стабільність швидкості при зміні навантаження.

3. Висока енергоефективність та висока ефективність.

4. Хороша віддача ваги, гідравлічна машина має питому малу вагу.

5. Використання гідроциліндрів виключає застосування редукторів

Недоліки гідроприводів такі.

1. Менш гнучкий



2. Швидкість гідравлічного імпульсу порівняно низька.
3. Складність переключення гідравлічної трансмісії.
4. Гідравлічний вимикач детальний, багато структурної складності, розподільник, розподільник, стабілізатор, стабілізуючих та демпфуючих елементів.

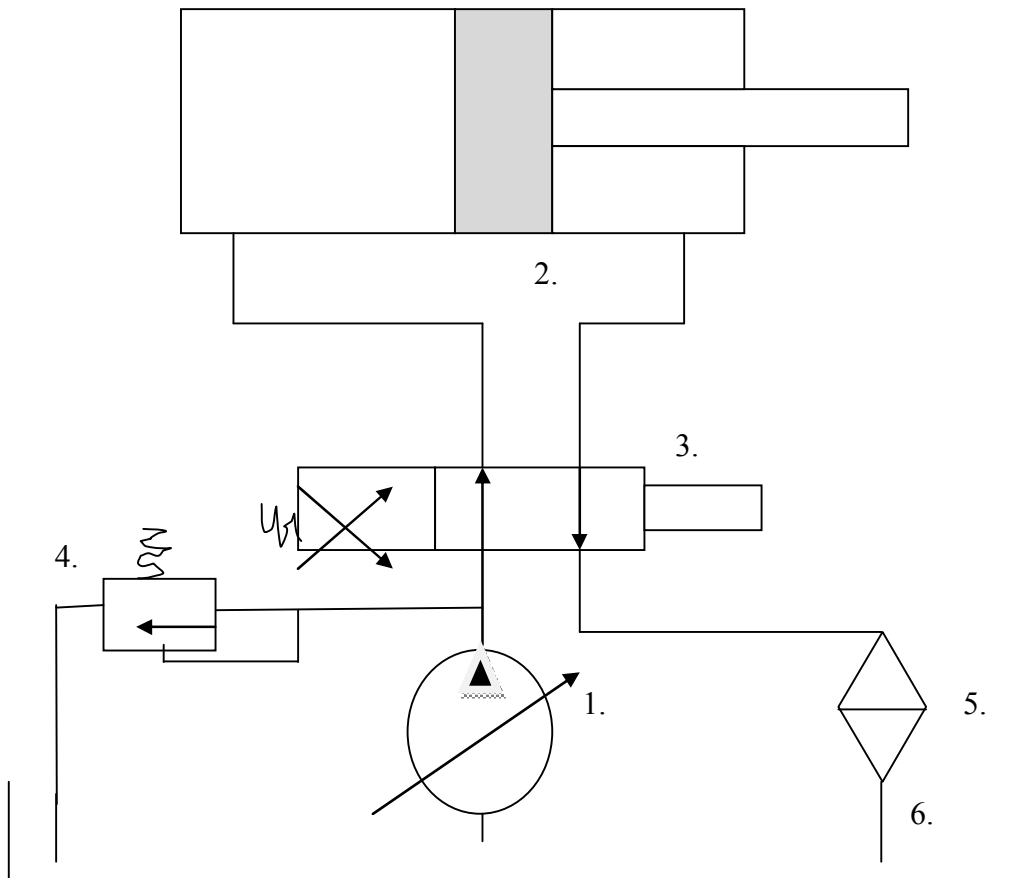


Рисунок 2.13 - Схема гідроприводу

1 Регулювальний насос; 2 Гідродвигун; 3 Гідророзподільник; (двохпозиційний з управлінням від кулачка і з пружинним поверненням); 4 Клапан запобіжника; 5 Фільтр; 6 Бак масляний;

Подача насоса буде рівною розрахунку рідини через гідромотор, а саме :

$$Q_H = Q_T = Q$$

де

$$Q_H = V_{OH} \times \Pi_H \times \eta_{OH}$$

Швидкість поршня гідроциліндра

$$U_{\Pi} = \frac{Q_{\eta_0}}{S_{\Pi}} = \frac{V_{OH}}{S_{\Pi}} \cdot \Pi_H \cdot \eta_0$$

де  $\eta_0$ - об'ємний ККД гідроприводу.  $Q$ - подача насоса,  $M^3/год$ .  $S_{\Pi}$  – площа січення поршня.  $V_0$  – об'єм робочої камери,  $m^3$ .

### 2.3.3 Проектування захватного пристрою

Велика універсальність маніпуляторів дозволяє переміщувати деталі різної форми та розміру.

Конструкція та зберігання деталей здійснюється за допомогою Quick Change або універсальних механізмів стиснення. На практиці широко використовуються моделі змінних трипперів. Вибір типу жорсткого механізму залежить головним чином від форми деталі.

Ми маємо такі дані для розрахунку:

- вага об'єкта управління - 1 кг,
- максимальне прискорення конструкції -  $5 \text{ м} / \text{с}^2$ ,
- діаметр деталі (на захоплення)  $D = 105 \text{ мм}$ .

Спосіб зберігання компонентів за рахунок сил тертя на основі підвісу.

Частина силового захоплення:

$$F = m(g + a) / 27 = \frac{1(9.8+5)}{2 \cdot 0.1} = 75 \text{ Н}$$

Зусилля приводу .

$$F_{\Pi} = F \cdot i \quad \text{де: } i = \frac{2 \cos \alpha}{R}$$

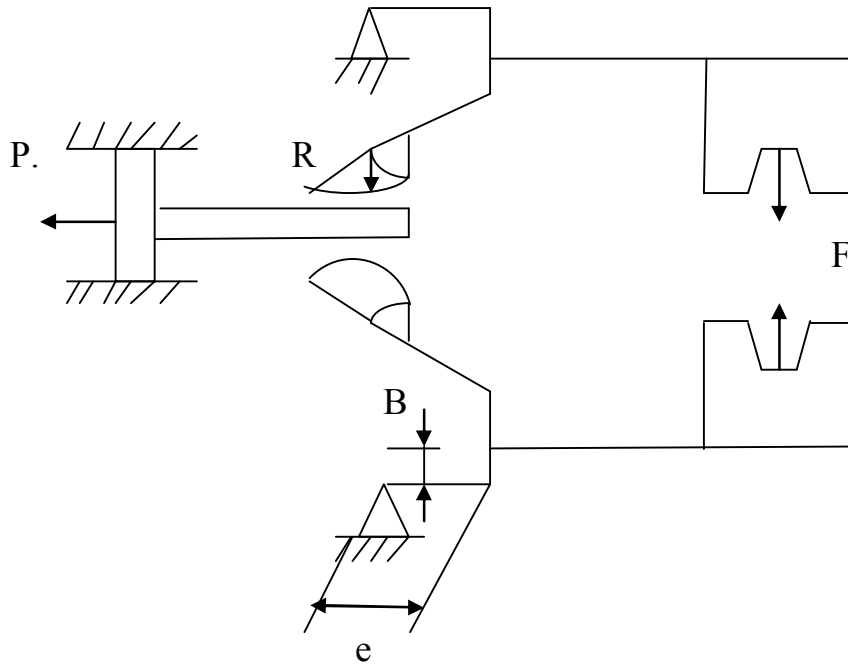


Рисунок 2.14 - Схема захватного пристрою

З конструктивних міркувань маємо  $e=100\text{мм}$ . Кут  $A$  визначаємо, виходячи з максимального переміщення.

$$S = \frac{D}{2} + \Delta = \frac{105}{2} + 12,5 = 65\text{мм.}$$

Де:  $D$ - діаметр деталі на захваті, мм;  $\Delta=12,5$ -додатковий хід для виходу призми від поверхні заготовки мм.

$$\sin A = \frac{S}{e} = \frac{65}{100} = 0.65$$

Звідки  $A=35^{\circ}30'$ .

Радіус зубчастого колеса визначаємо з розрахунку зубчасто – рейкової передачі на гнугтя.

$$m = 14^3 \sqrt[3]{yF \cdot KF \beta T / Z^2 \varphi \delta F_p}$$

де:  $Z$ -число зубів;  $y=4,26$ -коефіцієнт форми зуба;  $\varphi_{\text{вд}} = v/d = 0,6$  - коефіцієнт ширини вінця;

$K_{F\beta} = 1,08$  – коефіцієнт який враховує розподіл навантаження по ширині вінця;

$\delta_{FP}=320\text{МПа}$  - допустиме напруження на гнуття (для сталі 40ХН, термообробка поверхневе гартування. СВЧ, KFL=1).

Тоді:

$$m = 14 \sqrt[3]{\frac{4,26 * 1,08 * 75 * 0,10}{17^2 * 0,6 * 320}} = 1,46\text{мм},$$

Приймаємо  $m=1,5\text{мм}$ , тоді:

$$R = \frac{mz}{2} = \frac{1,5}{2} \cdot 17 = 12,75\text{мм}$$

$$F_{\text{п}} = \frac{2F_e \cdot \cos A}{R} = \frac{2 \cdot 75 \cdot 100 \cdot 0,9681}{12,75} = 4,24 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Площа поршня гідроциліндра (тиск масла  $\rho = 12,5\text{МПа}$ :

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,24 \cdot 20^3}{3,14 \cdot 12,5}} = 18,6\text{мм}$$

Приймаємо  $d=20\text{мм}$ .

Ширину губок визначаємо по контактним напруженням:

$$b = 0,418 \sqrt{\frac{FE \cdot 2}{d(\delta_H)^2}}$$

$E=2 \cdot 10^5$  МПа - модуль пружності матеріалу,

$(\delta_H)=650$  МПа – допустиме напруження;

$$KAL \leq 1, \text{ тоді } b = 0,418 \sqrt{\frac{75 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2}{20 \cdot 650^2}} = 3,7 \text{ мм, приймаємо } b = 5 \text{ мм.}$$

Небезпечним сінченням губок буде сінчення, яке прилягає до зубчастого сектора, що працює на гнуття.

$$h = \sqrt{\frac{12F(s-R)}{b(\delta_{гн}), \text{де } (\delta_{гн})}} = 250 \text{ МПа,}$$

тоді,

$$h = \sqrt{\frac{12 \cdot 75(100-12,75) \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 250}} = 4,12 \text{ мм.}$$

Прийmemo товщину важеля  $h=5$  мм.

Віддаль між шарнірами  $C=50$  мм.

Зусилля діюче на шарніри

$$F_M = \frac{F \cdot l}{c} = \frac{75 \cdot 100}{50} = 150 \text{ н.}$$

Діаметр шарнірів вибираємо, виходячи з розрахунку на зріз  $(\delta_{зр})=120$  МПа – допустиме напруження зрізу для сталі 45.

$$d_m = \sqrt{\frac{4F_m}{\pi(\delta_{зр})}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 150}{3,14 \cdot 120}} = 1,86 \text{ мм},$$

Приймаємо  $d_m = 3 \text{ мм}$ .

Перевіримо шарніри на зминання.

$(\delta_{зр}) = 80 \text{ МПа}$  - для сталі 45.

$$\delta_{зр} = \frac{2F_m}{\pi d_m \cdot z} = \frac{2 \cdot 150}{3,14 \cdot 3 \cdot 5} = 36,8 \text{ МПа} < (\delta_{зр}) = 80 \text{ МПа}.$$

Для даного захвату будемо мати:

Діаметрів шарнірів –  $D_m = 3 \text{ мм}$ .

Розміри важелів:  $e \times v \times h = 100 \times 5 \times 5 \text{ мм}$ , діаметер гідроциліндра  $d_{Ц} = 20 \text{ мм}$ .

#### 2.4 Розрахунок похибок пристрою

Похибки пристрою можна розділити на:

- механічні;
- електричні.

Механічні в свою чергу:

-похибка засобу вимірювання контрольованої величини;

-похибка по навантаженню;

-сума технологічних похибок, які залежать від конструктивного виконання пристрою.

Електричні:

-похибка підсилення;

-похибки АЦП.

У пристроях виникає ще ряд похибок, які виникають внаслідок деформації конструктивних частин, вібрації і т.д.

Ці похибки невеликі за значенням і їх сили виключаємо, використовуючи жорстке кріплення привідного валу, тому випадкові похибки в розрахунках не враховуємо.

У випадку сконструйованого пристрою похибка  $\delta_{нав} \approx 0$ , а похибка  $\delta_{з.в}$  буде визначатися класом точності використаного вимірювального пристрою.

$$\delta_{з.в} = 2\%$$

Визначення технологічних первинних похибок.

Технологічні похибки представляють собою виробничі похибки виготовлення деталей (похибки розмірів деталей, похибки розташування та форми робочих поверхонь) та похибки складання елементів приладу (зміщення, перекося).

За характером проявляння ці похибки є випадковими.

Розрахунок цих похибок будемо вести по ймовірнісним характеристикам розсіювання.

Величини зміщення в кінематичних парах «нульовий підшипник» - «вал» чи «корпус» визначається ймовірнісними характеристиками: середнім значенням  $\bar{\Delta}_c$  та граничним відхиленням від середнього значення  $\delta_c$ .

$$\bar{\Delta}_c = \sum \Delta \bar{q};$$

$$\delta_c = \pm \frac{1}{K_{\Delta c}} \sqrt{\sum K_q^2 \cdot \delta_q^2},$$

де:  $\bar{\Delta}_q, K_q, \delta_q$  - характеристики розсіювання;  $K_{\Delta c}$  - коефіцієнт відносного розсіювання, приймаємо, що  $K_{\Delta c} = 1,2$ .

Визначимо  $\Delta \bar{q}$ :

$$\Delta \bar{q} = \Delta_0 q + \alpha_q \delta_q = C_q \delta_q,$$

де:  $C_q = 0$  - при симетричному розташуванні допуску.

Отже  $\bar{\Delta}_c = 0$ .

Значення коефіцієнта  $K_q$  первинної похибки при  $\bar{\Delta}_c = 0$  і рівні точності 7:

$$K_q = 1,3 \dots 1,5.$$

Значення  $\delta_q$  - половина поля допуску:

$$\delta_q = 0,5(\Delta Q_B - \Delta Q_H),$$

де:  $\Delta Q_B$  - верхнє граничне відхилення поля допуску,  $\Delta Q_H$  - нижнє граничне відхилення поля допуску.

Для  $\varnothing 34H7$  значення  $\Delta Q_B = +0,025$  мм.

Для валу  $\varnothing 15K6$  ( $^{+0,012}_{+0,001}$ )  $\Delta Q_H = +0,001$  мм.

$$\delta_q = 0,5(+0,025 - 0,001) = 0,012 \text{ мм} = 12 \text{ мкм}.$$

Визначаємо граничне відхилення:

$$\delta_c = \pm \frac{1}{1,2} \sqrt{1,3^2 \cdot 12^2} = 13 \text{ мкм},$$

Відхилення кроку дозволяється  $F_p = 48$  мкм.

Отже:  $\delta_c < F_p$  ( $13 < 48$  мкм).

Випадкові похибки, виникаючі в підшипникових вузлах, не впливають на величину відхилення кроку і тому при визначенні похибки пристрою не враховуються.

Таким чином, загальна похибка механіки пристрою

$$E_m = \delta_{з.в} = 2\%.$$

Похибку обробки електричного сигналу визначаємо:



$$E_E = E_{оп} + E_{АЦП},$$

де  $E_{оп}$  – похибка підсилення,  $E_{АЦП}$  – похибка АЦП.

Похибка підсилювача містить адитивну і мультиплікативну складові. Мультиплікативна похибка підсилювача виникає через нестабільність коефіцієнта підсилення і неточність резисторів, що задають коефіцієнт підсилення підсилювача:

$$\varepsilon_{оп} = \varepsilon_R + \varepsilon_{кон}$$

Похибка нестабільності коефіцієнта підсилення:

$$\varepsilon_{кон} = 0.000026\%$$

Похибка від впливу неточності і нестабільності опорів підсилювача:

$$\varepsilon_R = 0.196\%$$

Адитивна складова визначається в основному напругами і струмами зміщення і їх температурними дрейфами, а також синфазною завадою і шумами.

У нашій схемі підсилювача застосовано стабілізоване живлення, підстройка напруг зміщення як схемно так і програмно, а також проводиться періодична програмна калібровка, завдяки чому усуваються і враховуються всі дрейфи. Тому суттєвою складовою адитивної похибки залишаються тільки шуми і нелінійності. Тому адитивна складова похибки буде:

$$\varepsilon_U = 0.006\%$$

Отже загальна похибка підсилювача буде:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_R + \varepsilon_{kon} + \varepsilon_U = 0.196 + 0.000026 + 0.006 = 0.202\% \approx 0.2\%$$

Похибка АЦП визначається похибкою квантування і групою інструментальних похибок спричинених неідеальністю електронних вузлів.

Якщо прийняти, що розподіл значень даних похибок є рівномірним, то тоді значення похибки АЦП становить:

$$\varepsilon_3 = 0.148\%$$

Тоді загальна похибка вимірювання буде знаходитись за формулою :

$$E = E_M + E_E$$

Отже як бачимо наша загальна похибка пристрою становить

$$E = 2 + 0.2 + 0.148 = 2,348 \%$$

## 2.5 Повірка пристрою

### 2.5.1 Умова повірки та підготовка до неї

Повірка пристрою – це офіційна діяльність, регламентована законом, яка може проводитися тільки повір очною лабораторією.

Контроль за вимірювальними засобами повинен гарантувати, що вони метрологічно атестовані, настроєні, налагоджені та перевірені.

Вимоги до проведення повірки:

- температура навколишнього середовища від  $+15^{\circ}\text{C}$  до  $+28^{\circ}\text{C}$ ;
- відносна вологість повітря –  $65 \pm 15\%$ ;
- атмосферний тиск від 84 до 106 кПа.

Повіряємий пристрій встановлюється на стіл, який забезпечує захист від дії вібрації.

### 2.5.2 Проведення повірки

Повірку пристрою проводять в такій послідовності:

1 При зовнішньому огляді повинно бути встановлено відповідність пристрою таким вимогам:

- пристрій повинен бути укомплектований згідно з паспортом;
- пристрій не повинен мати механічних пошкоджень, які впливають на його працездатність, а також дефектів пофарбованих покриттів і корозії.

2 Перевірити прилад з метою перевірки взаємодії його окремих елементів.

Перевірку проводити в нормальному робочому положенні на еталонному зубчастому колесі.

При цьому необхідно звернути увагу на наявність та безшумність обертання привідного валу та зображення підрахунку величини кроку та накопиченої похибки в електронному блоці.

3 Визначення похибки приладу по еталонному колесу проводимо в такій послідовності:

- старанно протираємо поверхню столу та бокові поверхні зубів колеса;
- встановлюємо на кінець валу еталонне зубчасте колесо;
- вмикаємо живлення крокового двигуна та світло діодів;
- проводимо контроль необхідних параметрів за один оберт валу (10 с.);
- знімаємо покази колового кроку та його похибку;
- вимикаємо живлення;
- знімаємо еталонне колесо.

У процесі повірки проводимо не менше п'яти замірів. Абсолютна похибка визначається по середньому арифметичному значенню з 5-ти вимірів.

Похибка пристрою при його повірці не повинна перевищувати значень вказаних в розділі «Похибка пристрою».

### 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Побудова і дослідження евольвентного профілю зубчатих коліс

Властивості спряжених поверхонь.

На точність передачі зусилля за допомогою зубчатих коліс значною мірою впливає точність виконання профілю евольвентного профілю зуба за якого отримуємо оптимальне зчеплення.

Евольвентний профіль належить до класу взаємообвідних кривих, для яких в кожній точці їх дотику можна побудувати спільний перпендикуляр.

З технічної точки зору це означає, що рех точки дотику при ковзанні або коченні одна по одній таких поверхонь – неперервний, що забезпечує плавність передачі.

Поверхні таких кінематичних пар є спряженими і повинні задовільняти вимогам основної теореми зчеплення (теореми Вілліса), яка пов'язує закон відносного руху кінематичної пари із геометричним профілем їх поверхонь і.

В нашому випадку- зубчатої передачі – закон відносного руху спряжених поверхонь формулюється як

$$u_{1,2} = \frac{\omega_1(t)}{\omega_2(t)}$$

де  $\omega$ - кутові швидкості зубчатих механізмів (ведучого і веденого),

$u$  – передавальна функція.

Таким чином для створення механізмів з вищими парами слід побудувати спряжені поверхні виходячи із закону їх відносного руху.

Для розв'язку цієї задачі користуються основною теоремою зачеплення.



$$u_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{O_2P}{O_1P} \quad (3.4)$$

Отже сформулюємо основні характеристики евольвентного профілю:

- 1 нормалі до евольвенти в будь-якій точці є прямі, дотичні до основного кола у відповідних точках;
- 2 геометричним місцем центрів кривини евольвенти є основне коло ;
- 3 при віддаленні точок на поверхні евольвенти від основного кола кут профілю збільшується а кривина зменшується;
- 4 при збільшенні радіуса основного кола евольвентний профіль наближається до прямої лінії;
- 5 радіус кривини евольвенти у конкретній точці можна визначити, провівши від цієї точки дотичну до основного кола.
- 6 Перечислені властивості евольвентного профілю зубців можна доповнити його практичними характеристиками такими як відносна простота виготовлення за різної кількості зубців колеса, їх міцність а також високий коефіцієнт корисної дії передачі, прийнятність деяких , відхилень міжосьової відстані (при дотриманні постійним передатного відношення)

Ці характеристики обумовлюють широке застосування зубчастих передач даного класу у машинобудуванні.

### 3.2 Побудова евольвентного профілю

Виходячи із вищеописаних властивостей евольвенти і елементарних технічних засобів - (котушки з радіусом, рівним радіусу основного кола, з намотаною на неї ниткою – профіль евольвенти можна відтворити за треком

кульки, прикріпленої до кінця нитки при розмотуванні її з рівномірною швидкістю (див. рис. 3.2).

Таку процедуру можна відобразити математичною моделлю у вигляді параметрично заданих рівнянь для декартових координат  $x$ ,  $y$  на площині.

$$x=r(\cos(t)+t\sin(t))$$

$$y=r(\sin(t)-t\cos(t))$$

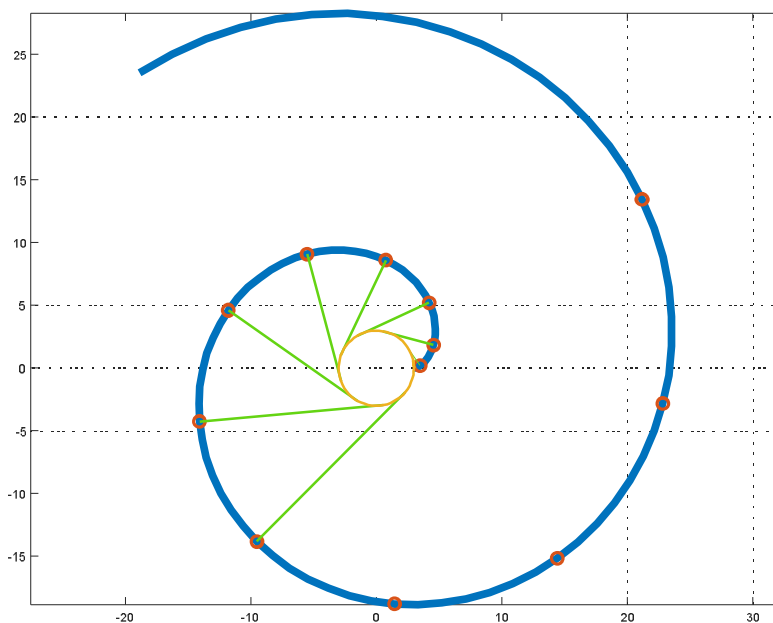


Рисунок 3.2 Приклад побудови евольвентного профілю

Як можна побачити, кривизна евольвенти при віддаленні від основного кола зменшується і вона все більше наближається до прямої.



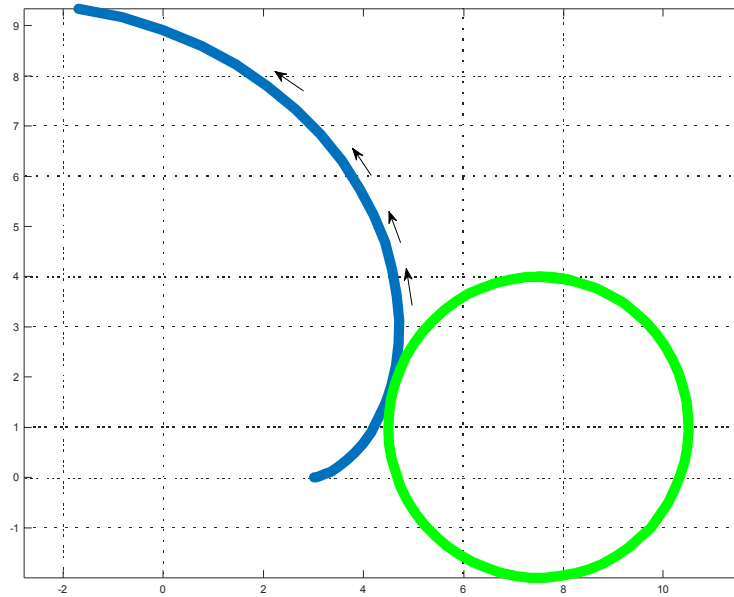


Рисунок 3.3 Приклад контакту спряжених поверхонь при їх ковзанні або перекочуванні

Використовуючи математичну модель кривої-евольвенти і розроблене програмне забезпечення можемо сформувати лекало для відтворення потрібного профілю зуба зубчатого колеса, як показано на рис. 3.3

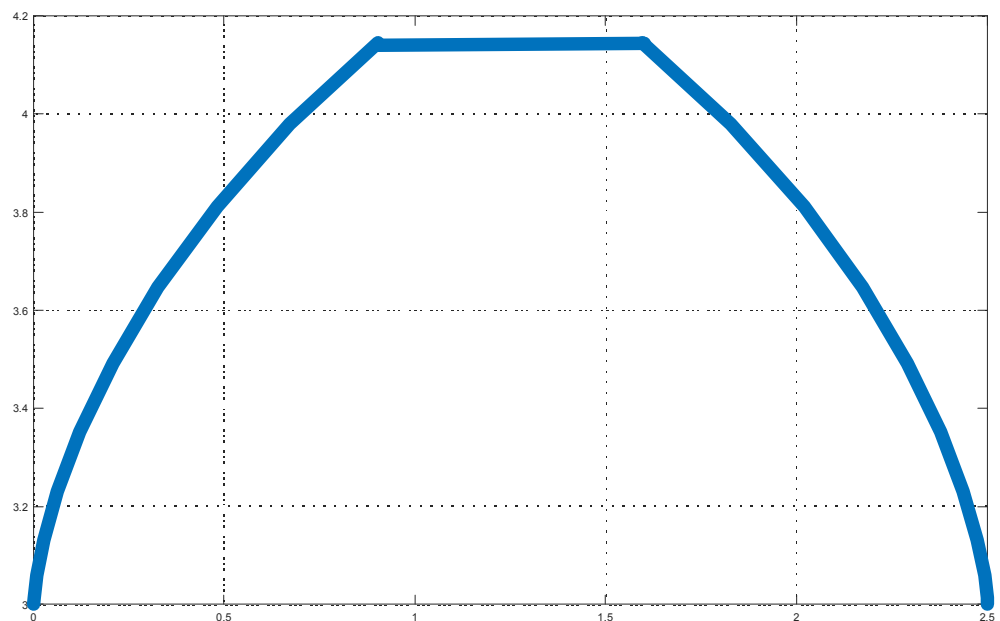


Рисунок 3.4 Зуб з евольвентним профілем

Проведені дослідження властивостей евольвенти і розроблене програмне забезпечення дозволяють формувати лекала для контролю профілю зубів зубчастих коліс

### 3.3 Програмне забезпечення

```

t=[0:.1:3];
t1=[0:.1:10];
f=[0:.1:2.1*pi];
r=3;
r1=3;
x=r*(cos(t)+t.*sin(t));
y=r*(sin(t)-t.*cos(t));
x01=7.5;
y01=1;
x1=r1*sin(f)+x01;
y1=r1*cos(f)+y01;
x2=r*(cos(t1)+t1.*sin(t1));
y2=r*(sin(t1)-t1.*cos(t1));
for i=1:12
p1(i)=x2(i*7);
p2(i)=y2(i*7);
end
hPlot=plot(x2,y2,p1,p2,'o')
set(hPlot,'LineWidth',3)
grid
hold on
for i=1:8
lx(1)=r1*cos(.1*7*i);
ly(1)=r1*sin(.1*7*i);
lx(2)=p1(i);
ly(2)=p2(i);
line(lx,ly)
axis equal
hold on
end
hold on
plot(r*cos(f),r*sin(f))
figure
hPlot=plot(x,y)
set(hPlot,'LineWidth',3)
hold on
hPlot=plot(x1,y1,'g')
set(hPlot,'LineWidth',3)
grid
axis equal

```

## 4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 4.1 Опис роботи приладу

Функціональна схема спроектованого приладу зображена на рис. 4.1 і на форматі А1 графічної частини МДР.

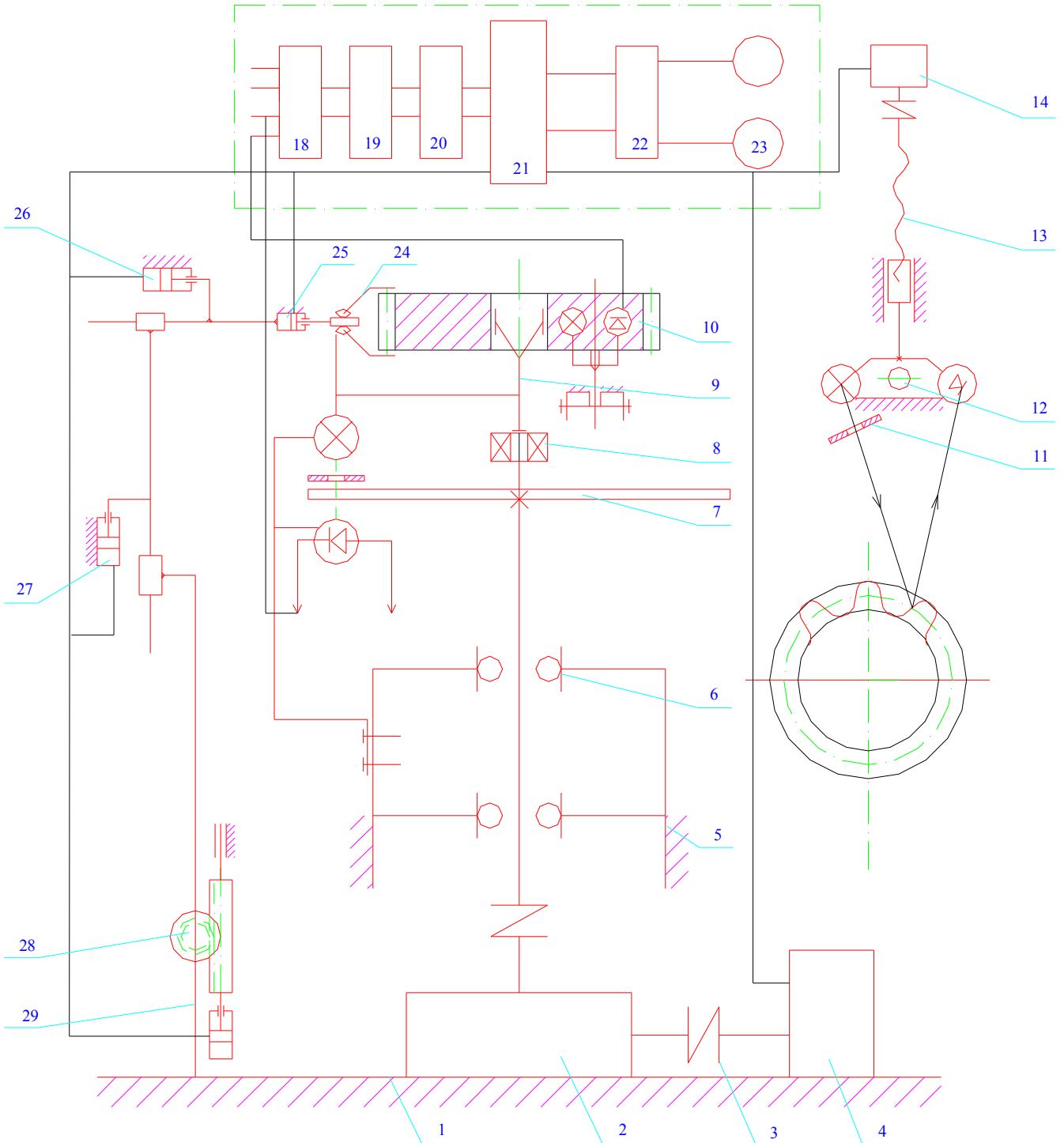


Рисунок 4.1 – Схема функціональна

Стяжний механізм 9, який складається з колони 29, обертового механізму 28, блоку вертикального переміщення 27, блоку горизонтального переміщення 26, гідравлічного циліндра 25 та захоплюючого пристрою 24, встановлюється вертикально за допомогою встановленої долі 10 керованого обладнання.

Привід вала з'єднаний за допомогою 2 3 досвідчених суден, розміщених на основі 4 черв'яків, що складаються з гільз транспортного засобу. Вихід редуктора гнучко з'єднаний з приводним валом, який, у свою чергу, прикріплений для затягування кулі двома опорами 6 для кріплення кулі, розміщеної в стійці 5. На валу є диск 7, а обертанням керує фотограф.

Завдяки цьому площа обладнання розраховується автоматично (відстань між однойменними профілями вздовж розділеного кола).

Система вимірювання похибки колеса складається з гіда та фотографа.

Оскільки ця пара розташована на стовбурі, назва Circle падає на поверхню зуба і бореться з моторним процесором.

Роботою пристрою керує електронний блок, який починається з перемикача 18, дуже маленького приймача 19, VHS 20, блоку обробки даних та управління 21, відповідної системи 22 та джерела живлення 23.

Для управління шестернями інших діаметрів та товщини вісь кузова рухається у вертикальному напрямку разом із обертанням, необхідним для контролю обертання

## 4.2 Електрична частина

4.2.1 Аналіз об'єкту вимірювання і технічних вимог до метрологічних параметрів системи.

Кінетична точність прискорює перехід вала уповільнення шляхом поступового збільшення обертання пружини, що означає, що кут коліна пружини повинен вимірюватися.

Максимальний кут нахилу коліна дорівнює  $90^\circ$  для точного регулювання навантаження кута повороту, заданого датчиком зображення, і поворот не повинен перевищувати  $0,5-0,005 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Як бачите, нам потрібно точно виміряти окружність  $0,2 \text{ мм}$ .

Цей пристрій використовує датчик швидкого руху, тому рухомий вхідний сигнал являє собою сигнал з фотокамерою максимального нахилу  $0,25 \text{ с}$

У цьому випадку найпростішим і найкращим варіантом є збільшення сигналу фотосенсора і перетворення його в імпульсний.

Він може передавати будь-яку кількість імпульсів на зворотний лічильник імпульсної напруги, а від нього - на мікрокомп'ютер.

Перевагою цього методу є те, що процес вимірювання може виконуватися з різною швидкістю без зміни похибки вимірювання (максимальна гранична швидкість вимірювання обмежена лише максимальною швидкістю зчитування імпульсів лічильника), низька робоча складність вимірювального модуля, низьке споживання енергії. Інші моменти, що впливають на зовнішнє середовище та низький рівень шуму, вироблення тепла, не потребують гальванічної ізоляції, високої надійності та захищеності від шуму.

Використання мікрокомп'ютерів у цій системі спрощує конструкцію схеми

#### 4.3 Опис структурної схеми і алгоритму функціонування системи.

Так на рисунку 4.2 представлена структурна схема системи, що складається з наступних основних елементів: заміна двох технологічних точок на ієрархічний двигун, керуючий двигун, проміжне переозброєння, силові циліндри і т. д. оператор вводить дані (мобільні), блок перегляду (динамічні показання), вставляє дані в мікроа, дані з вставних блоків, паралельний інтерфейс, підключений до вхідних блоків, два фокуси, аналоговий сигнал від фотоелектричного сигнального ящика і два аналогових приладу для перетворення фотоелектричних сигналів.

Робота системи така: ми беремо мікроЕОМ між блоком управління, включаємо кроковий двигун і приводимо в дію механізм приводу навантаження.

МікроЕОМ, в якому транзистори проходять через перемикач, контролює функцію проміжного реле, тим самим реверсуючи положення пневмоциліндра або в блоці управління контрольованого редуктора секції вимірюваного блоку.

Сигнали фотоелектричних генераторів піднімаються на більш високий рівень, перетворюються за допомогою компараторів в прямокутний імпульс і доставляються в щілину лічильника.

Через паралель мікрокомп'ютера може відображати поточну інформацію динамічних показань з руки оператора або приймати управління рукою з руки оператора.



Рисунок 4.2 Структурна схема електричної схеми приладу

#### 4.4 Опис роботи принципової схеми системи

Силові схеми складаються з наступних основних компонентів: секції обробки даних, секції введення даних, сенсорні секції, частини активатора і частини обробки даних засновані на вбудованому мікрокоЕОМ КМ1816VE751 (мікросхема DD6).

P0. 0-P0.7 сканує мікроЕОМ на кнопках К1-К4 для управління продуктивністю пристрою через інтерфейс DD7 без комп'ютера і відображає поточний динамічний екран з урахуванням результатів роботи і вимірювань.

Динамічний дисплей, зібраний в мікросхемі DA5-DA8, керує транзисторними ключами, розташованими на VT9-VT12, і включає будь-який з індикаторів DA5-DA8.

На стороні цієї програми з паралельною підтримкою DD7 я налаштував серію. Порти P3. 0-P3.3 керують схемою управління кроковим двигуном DV1.

Результати stepr можуть бути зроблені транзистором VT1-VT6 і параграфом DD1 і DD2 таір.

Давайте отримаємо цю функцію схеми контролю з кроковим двигуном.

P3.0-P3.3 Мікрон порт управління кодом DD1 переміщається агвертерами, в основі яких лежать транзистори VT1-VT4. Транзисторні перемикачі з'являються в заданому порядку обгортання крокового двигуна DV1.

Мікрокомп'ютер з Порту P1. 6. 7 був запущений в якості схеми моніторингу для розробника.

Ланцюг управління DD1 складається з двох трансформаторів і проміжного реле P1-P2, що виконує функцію двох транзисторів перемикача, які включають двигуни: силовий циліндр і газозахватний пристрій.

Розглянемо функцію сигнальної схеми в фотографічних датчиках: сигнал VD11 включається в мікросхему DA1 і підсилює її.

Пилкоподібна напруга з виходу підсилювача поступає на вхід компаратора DA3, з відки вже виходять імпульси прямокутної форми, що



йдуть на вхід лічильника імпульсів “+1” зібраного на мікросхемах DD3-DD5. Аналогічним чином працює схема зібрана на мікросхемах DA2 і DA4, тільки сигнал з неї поступає на вхід “-1”.

#### 4.5 Розрахунок параметрів схеми

Проведемо розрахунок елементів схеми.

Підберемо транзистори:

а) для ключів вмикання електромагнітних реле транзистори VT7 і VT8 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{кmax} > I_H, \quad U_{кmax} > U_{ж},$$

де  $I_H$  – струм, що споживає обмотка реле;

$U_{ж}$  – напруга живлення,  $U_{ж} = 15$  В.

У нашому випадку реле комутують струм силою 0.2 А і напругу 27 В. З довідника вибираємо реле типу РЭС-91 паспорт РФО.452.100 зі струмом спрацювання 30 мА. Отже вибираємо транзистори VT7 і VT8 типу КТ815В з такими параметрами:  $U_{кmax} = 70$  В,  $I_{кmax} = 1.5$  А,  $h_{21Э} \geq 40$ .

б) для ключів вмикання знакових індикаторів транзистори VT9-VT12 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{кmax} > I_H, \quad U_{кmax} > U_{ж},$$

де  $I_H$  – струм, споживаний індикатором,  $I_H = 0.02$  А;

$U_{ж}$  – напруга живлення,  $U_{ж} = 5$  В.

Вибираємо транзистори VT9-VT12 типу КТ361Ж з такими параметрами:  $U_{кmax} = 10$  В,  $I_{кmax} = 0.05$  А,  $h_{21Э} = 50 \dots 350$ .

в) для ключів комутації обмоток крокового двигуна DV1 транзистори VT1-VT4 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{кmax} > I_H, \quad U_{кmax} > U_{ж},$$

де  $I_H$  – струм, що споживає обмотка,  $I_H = 1$  А;

$U_{ж}$ - напруга живлення,  $U_{ж} = 27$  В.

Вибираємо транзистори VT1-VT4 типу КТ814Б з такими параметрами:

$$U_{кmax} = 60 \text{ В}, \quad I_{кmax} = 1.5 \text{ А}, \quad h_{21Э} \geq 40.$$

г) транзистори VT5-VT6 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{кmax} > 4 \cdot I_H, \quad U_{кmax} > U_{ж},$$

де  $I_H$  – струм, що споживає обмотка,  $I_H = 1$  А;

$U_{ж}$ - напруга живлення,  $U_{ж} = 27$  В.

Вибираємо транзистори VT5-VT6 типу КТ819Б з такими параметрами:

$$U_{кmax} = 60 \text{ В}, \quad I_{кmax} = 10 \text{ А}, \quad h_{21Э} \geq 40.$$

Знайдемо опори резисторів баз транзисторів, що вмикають знакові індикатори. Для повного насичення транзистора струм бази повинен становити:

$$I_{б} > I_{бнас} = \frac{I_K}{h_{21Э}}$$

де  $I_{б}$ - струм бази, А;  $I_K$ - струм колектора,  $I_K = 0.02$  А;  $h_{21Э}$ - коефіцієнт підсилення транзистора,  $h_{21Э} = 50$ .

$$I_{б} > I_{бнас} = \frac{0.02}{50} = 0.0004$$

Опір резистора знаходимо за формулою:

$$R_{\sigma} = \frac{U_{ж} - 0.6}{I_{\sigma}}$$

де  $U_{ж}$ - напруга живлення,  $U_{ж}=5$  В.

Підставивши числові значення отримаємо:

$$R_{\sigma} = \frac{5 - 0.6}{0.0004} = 11000 \text{ Ом.}$$

Вибираємо опори резисторів R50-R53 з ряду стандартних значень рівними 10 кОм.

Знайдемо опір резистора зворотнього зв'язку R19 підсилювача DA1 з формули:

$$K = 1 + \frac{R19}{R17}$$

де  $K$ - коефіцієнт підсилення підсилювача, що визначається за формулою:

$$K = \frac{U_{вих}}{U_{вх}}$$

де  $U_{вих}$ - напруга на виході підсилювача,  $U_{вих}=5$  В

$U_{вх}$ - напруга на вході підсилювача,  $U_{вх}=0.25$  В;

Отже маємо вихідну формулу для знаходження значення резистора R19 підсилювача DA1:

$$R19 = \left( \frac{U_{вих}}{U_{вх}} - 1 \right) \cdot R17$$

Підставляючи числові значення, отримаємо:

$$R19 = \left( \frac{5}{0.25} - 1 \right) \cdot 1000 = 19000$$

Отже, приймаємо значення R19 з ряду стандартних значень рівним 18 кОм.

В зв'язку з тим, що параметри фотодіодів мають певний розкид, для більш точної настройки підсилювача, послідовно з резистором R19 в коло поставимо підстроєчний резистор R20 опором 4.7 кОм.

Так як схема включення другого фотодатчика аналогічна попередній схемі, то і аналогічним чином приймаємо значення резисторів R27 і R28.

Знайдемо опори резисторів баз транзисторів, що комутують обмотки крокових двигунів. Для повного насичення транзистора струм бази повинен становити:

$$I_b > I_{бнас} = \frac{I_K}{h_{21Э}}$$

де  $I_b$ - струм бази, А;  $I_K$ - струм колектора,

$I_K=1$  А;  $h_{21Э}$ - коефіцієнт підсилення транзистора,

$h_{21Э}=40$ .

$$I_b > I_{бнас} = \frac{1}{40} = 0.025 \text{ А}$$

Опір резистора знаходимо за формулою:

$$R_b = \frac{U_{ж} - 0.6}{I_b}$$

де  $U_{ж}$ - напруга живлення,  $U_{ж}=27$  В.

Підставивши числові значення отримаємо:

$$R_b = \frac{27 - 0.6}{0.025} = 1056 \text{ Ом}$$

Вибираємо опори резисторів R5-R8 з ряду стандартних значень рівними 1 кОм.

Знайдемо опір резистора бази транзистора VT6. Для повного насичення транзистора струм бази повинен становити:

$$I_{\bar{o}} > I_{\bar{o}нас} = \frac{I_K}{h_{21Э}}$$

де  $I_{\bar{o}}$ - струм бази, А;  $I_K$ - струм колектора,  $I_K=4$  А;  $h_{21Э}$ - коефіцієнт підсилення транзистора,  $h_{21Э}=80$ .

$$I_{\bar{o}} > I_{\bar{o}нас} = \frac{4}{80} = 0.05 \text{ А}$$

Опір резистора знаходимо за формулою:

$$R_{\bar{o}} = \frac{U_{ж} - 0.6}{I_{\bar{o}}}$$

де  $U_{ж}$ - напруга живлення,  $U_{ж}=5$  В.

Підставивши числові значення отримаємо:

$$R_{\bar{o}} = \frac{5 - 0.6}{0.05} = 88 \text{ Ом.}$$

Вибираємо опір резистора R12 з ряду стандартних значень рівними 75 Ом.

Знайдемо опори резисторів баз транзисторів, що комутують обмотки проміжних реле P1-P2.

Для повного насичення транзистора струм бази повинен становити:

$$I_{\bar{o}} > I_{\bar{o}_{нас}} = \frac{I_K}{h_{21Э}}$$

де  $I_{\bar{o}}$ - струм бази, А;  $I_K$ - струм колектора,  $I_K=0.03$  А;  $h_{21Э}$ - коефіцієнт підсилення транзистора,  $h_{21Э}=40$ .

$$I_{\bar{o}} > I_{\bar{o}_{нас}} = \frac{0.03}{40} = 0.00075 \text{ А}$$

Опір резистора знаходимо за формулою:

$$R_{\bar{o}} = \frac{U_{ж} - 0.6}{I_{\bar{o}}}$$

де  $U_{ж}$ - напруга живлення,  $U_{ж}=15$  В.

Підставивши числові значення отримаємо:

$$R_{\bar{o}} = \frac{15 - 0.6}{0.00075} = 19200 \text{ Ом.}$$

Вибираємо опори резисторів R34, R36 з ряду стандартних значень рівними 18 кОм.

#### 4.6 Опис роботи програми

Це один чіп-малий комп'ютер( OMEGOM), що володіє восьмибітною великою ємністю, побудований за технологією високої якості n-МОП, був KM1816VE751.

Цей OMEGOM оснащений ПЗУ, яке видаляє ультрафіолетові промені і підходить для фази розробки системи, коли програма налагоджується, а також для виробництва невеликих пакетів або для налаштування систем, які вимагають деякого часу під час операцій.

Використовується зовнішній чіп пам'яті, тому додаток може розширити обсяг пам'яті до 64 КБ.

OMEOM містить всі необхідні вузли для окремих операцій.

1. Центральний восьмирозрядний процесор;
2. 4096 байт пам'яті прошивки;
3. 128-байтова пам'ять даних;
4. Канал вводу-виводу, який запрограмований чотирьох до восьми біт;
5. таймер двох 16-бітних мультирежимних лічильників;
6. п'ять векторів і дворівневі системи переривань;
7. послідовний інтерфейс;
8. генератор часу.

OMEOM містить команди 1, 2 або 3 у форматі 111 базових команд.

Так і на рисунку 4.3 перераховані алгоритм програми і його пристрій OMEOM.

Зробив налагодження програми і склав її за програмою FD51.

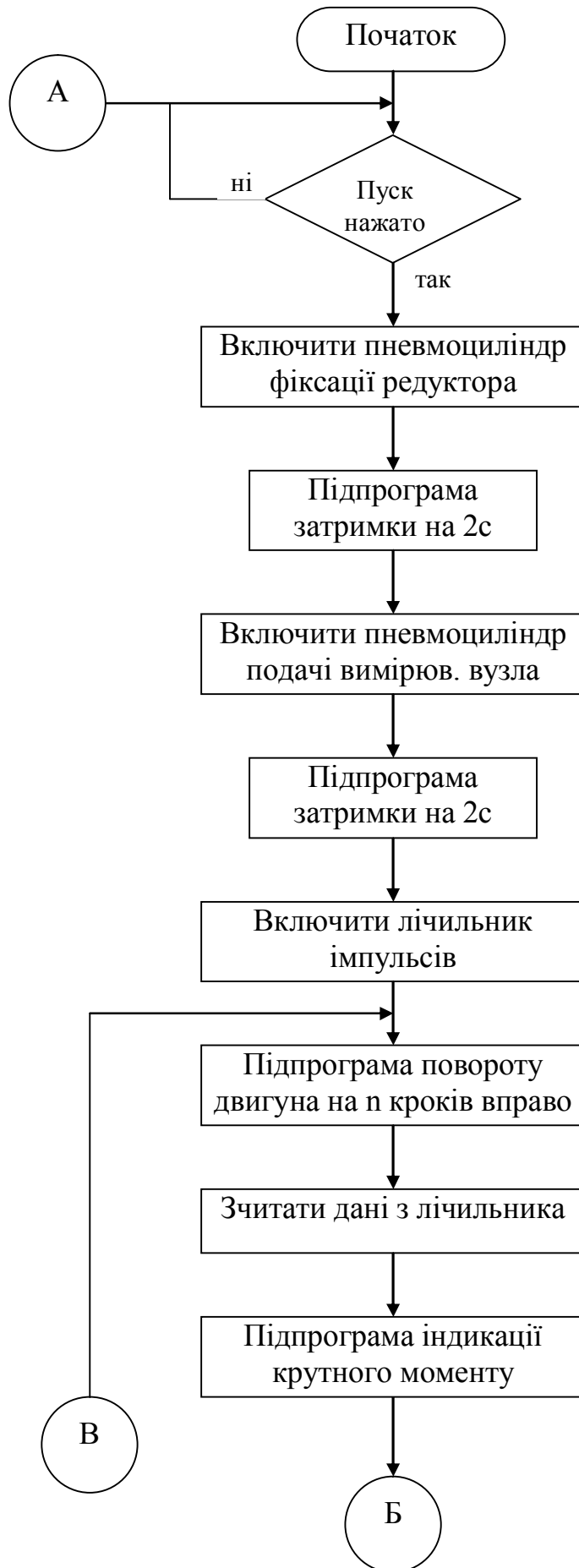


Рисунок 4.3 Алгоритм роботи програми



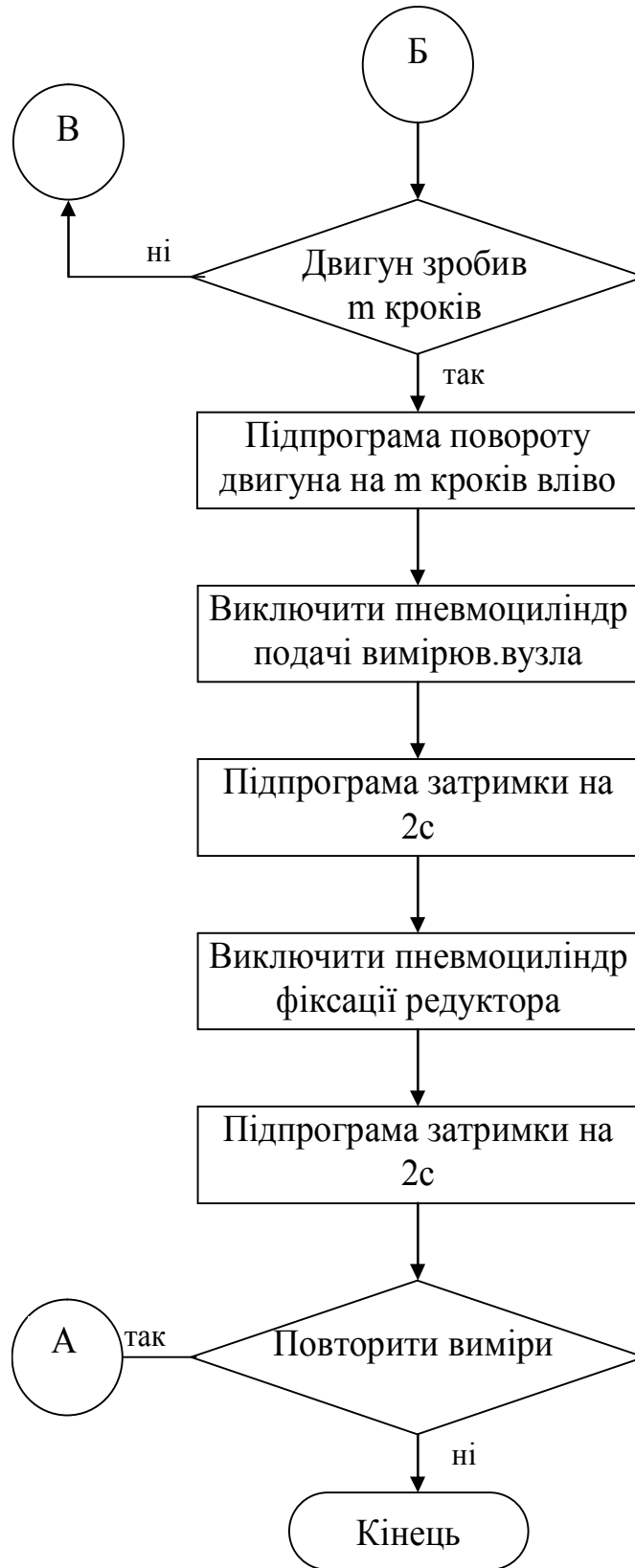


Рисунок 4.3 Продовження алгоритму роботи програми

#### 4.7 Опис програми та програма роботи

0000-0007 – установка початкових умов

0009-000С- опитування клавіші “Початок роботи”

000F – включити пневмоциліндр фіксації редуктора

0011 – підпрограма затримки на 2 с

0013 – включити пневмоциліндр подачі на вимірювальну позицію

0015 – підпрограма затримки на 2 с

0017- запуск лічильника імпульсів

001С-звернення до підпрограми повороту двигуна на n кроків вправо

001Е- звернення до підпрограми читання даних з лічильника

0020 звернення до підпрограми індикації прикладеного навантаження

0022 перевірка умови повного повороту вала контрольованого редуктора

0024 - підпрограма повороту двигуна для зняття навантаження з валу

0026 – виключити пневмоциліндр подачі на вимірювальну позицію

0028 – підпрограма затримки на 2 с

002А – виключити пневмоциліндр фіксації редуктора

002С – підпрограма затримки на 2 с

0031 - опитування клавіші “Повтор”

0035 - кінець роботи (програми)

0035-0043- підпрограма затримки на 2 с

007Е-0085 - підпрограма читання даних з лічильника

0086-00ВЕ - підпрограма виведення на динамічну індикацію результату

0044-0052- підпрограма повороту двигуна на n кроків вправо

Програма

Wed Mar 19 2003 16:58

Page 1

2500 A.D. 8051 Macro Assembler - Version

4.02a

--

-----

Input Filename : SAS.asm  
Output Filename : SAS.obj

```

1  0000  75 20 33          MOV 20H,#33H
2  0003  D2 96          SETB P1.6
3  0005  D2 97          SETB P1.7
4  0007  D2 93          SETB P1.3
5  0009  75 B0 80      KLP:  MOV P3,#80H
6  000C  30 80 FA      JNB P0.0,KLP
7  000F  C2 96          CLR P1.6
8  0011  11 35          ACALL DEL
9  0013  C2 97          CLR P1.7
10 0015  11 35          ACALL DEL
11 0017  C2 93          CLR P1.3
12 0019  78 F6      MOV R0,#F6H
13 001B  00          M2:  NOP
14 001C  11 44          ACALL DVNL
15 001E  11 7E          ACALL READ
16 0020  11 86          ACALL IND
17 0022  D8 F7      DJNZ R0,M2
18 0024  11 62          ACALL DVMR
19 0026  D2 97          SETB P1.7
20 0028  11 35          ACALL DEL
21 002A  D2 96          SETB P1.6
22 002C  11 35          ACALL DEL
23 002E  75 B0 80      MOV P3,#80H
24 0031  30 81 D5      JNB P0.1,KLP
25 0034  00          NOP
26 0035          END.
27
28 0035  7B 06      DEL:  MOV R3,#06H
29 0037  7C FF      M3:  MOV R4,#FFH
30 0039  7D FF      M4:  MOV R5,#FFH
31 003B  00      M5:  NOP
32 003C  00      M6:  NOP

33 003D  DD FC      DJNZ R5,M5
34 003F  DC F8      DJNZ R4,M4
35 0041  DB F4      DJNZ R3,M3
36 0043  22          RET
37
38 0044  7D 06      DVNL: MOV R5,#06H
39 0046  AE 20      MOV R6,20H
40 0048  8E B0      M6:  MOV P3,R6
41 004A  00          NOP
42 004B  EE          MOV A,R6

```

|    |      |       |  |            |
|----|------|-------|--|------------|
| 43 | 004C | 23    |  | RL A       |
| 44 | 004D | FE    |  | MOV R6,A   |
| 45 | 004E | DD F8 |  | DJNZ R5,M6 |
| 46 | 0050 | 8E 20 |  | MOV 20H,R6 |
| 47 | 0052 | 22    |  | RET        |

Wed Mar 19 2003 16:58

Page 2

|    |      |          |  |                  |
|----|------|----------|--|------------------|
| 48 |      |          |  |                  |
| 49 | 0053 | 7D 02    |  | DVR: MOV R5,#02H |
| 50 | 0055 | AE 20    |  | MOV R6,20H       |
| 51 | 0057 | 8E B0    |  | M7: MOV P3,R6    |
| 52 | 0059 | 00       |  | NOF              |
| 53 | 005A | EE       |  | MOV A,R6         |
| 54 | 005B | 03       |  | RR A             |
| 55 | 005C | FE       |  | MOV R6,A         |
| 56 | 005D | DD F8    |  | DJNZ R5,M7       |
| 57 | 005F | 8E 20    |  | MOV 20H,R6       |
| 58 | 0061 | 22       |  | RET              |
| 59 |      |          |  |                  |
| 60 | 0062 | 11 53    |  | DVMR: ACALL DVR  |
| 61 | 0064 | 00       |  | NOF              |
| 62 | 0065 | 30 92 FA |  | JNB P1.2,DVMR    |
| 63 | 0068 | 30 91 F7 |  | JNB P1.1,DVMR    |
| 64 | 006B | 30 90 F4 |  | JNB P1.0,DVMR    |
| 65 | 006E | 30 A7 F1 |  | JNB P2.7,DVMR    |
| 66 | 0071 | 30 A6 EE |  | JNB P2.6,DVMR    |
| 67 | 0074 | 30 A5 EB |  | JNB P2.5,DVMR    |
| 68 | 0077 | 30 A4 E8 |  | JNB P2.4,DVMR    |
| 69 | 007A | 30 A3 E5 |  | JNB P2.3,DVMR    |
| 70 | 007D | 22       |  | RET              |
| 71 |      |          |  |                  |
| 72 | 007E | 85 A0 30 |  | READ: MOV 30H,P2 |
| 73 | 0081 | 00       |  | NOF              |
| 74 | 0082 | 85 90 32 |  | MOV 32H,P1       |
| 75 | 0085 | 22       |  | RET              |
| 76 |      |          |  |                  |
| 77 | 0086 | 75 B0 50 |  | IND: MOV P3,#50H |
| 78 | 0089 | 75 80 FE |  | MOV P0,#FEH      |
| 79 | 008C | 75 B0 60 |  | MOV P3,#60H      |
| 80 | 008F | 85 42 80 |  | MOV P0,42H       |
| 81 | 0092 | 11 BF    |  | ACALL DIND       |
| 82 | 0094 | 75 B0 50 |  | MOV P3,#50H      |
| 83 | 0097 | 75 80 FD |  | MOV P0,#FDH      |
| 84 | 009A | 75 B0 60 |  | MOV P3,#60H      |
| 85 | 009D | 85 42 80 |  | MOV P0,42H       |
| 86 | 00A0 | 11 BF    |  | ACALL DIND       |
| 87 | 00A2 | 75 B0 50 |  | MOV P3,#50H      |
| 88 | 00A5 | 75 80 FB |  | MOV P0,#FBH      |
| 89 | 00A8 | 75 B0 60 |  | MOV P3,#60H      |
| 90 | 00AB | 85 44 80 |  | MOV P0,44H       |
| 91 | 00AE | 11 BF    |  | ACALL DIND       |
| 92 | 00B0 | 75 B0 50 |  | MOV P3,#50H      |
| 93 | 00B3 | 75 80 F7 |  | MOV P0,#F7H      |

```

94 00B6 75 B0 60          MOV P3,#60H
95 00B9 85 46 80          MOV P0,46H
96 00BC 11 BF            ACALL DIND
97 00BE 22              RET
98
99 00BF 78 60          DIND:  MOV R0,#60H
100 00C1 E8          DELAY:  MOV A,R0
101 00C2 D5 E0 FC          DJNZ A,DELAY
102 00C5 22              RET

```

Wed Mar 19 2003 16:58

Page 3

| Defined           | Symbol Name | Value | References                 |
|-------------------|-------------|-------|----------------------------|
| Pre               | BSECT       | 0000  |                            |
| Pre               | CODE        | 0000  |                            |
| Pre               | DATA        | 0000  |                            |
| 28                | DEL         | 0035  | 8 10 20 22                 |
| 100               | DELAY       | 00C1  | 101                        |
| 99                | DIND        | 00BF  | 81 86 91 96                |
| 60                | DVMR        | 0062  | 18 62 63 64 65 66 67 68 69 |
| 38                | DVNL        | 0044  | 14                         |
| 49                | DVR         | 0053  | 60                         |
| 26                | END.        | 0035  |                            |
| 77                | IND         | 0086  | 16                         |
| 5                 | KLP         | 0009  | 6 24                       |
| 13                | M2          | 001B  | 17                         |
| 29                | M3          | 0037  | 35                         |
| 30                | M4          | 0039  | 34                         |
| 31                | M5          | 003B  | 33                         |
| 40                | M6          | 0048  | 45                         |
| 51                | M7          | 0057  | 56                         |
| 72                | READ        | 007E  | 15                         |
| Pre               | RSECT       | 0000  |                            |
| Lines Assembled : |             |       | 102                        |
| Assembly Errors : |             |       | 0                          |

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Охорона праці

#### 5.1.1 Розрахунок місцевого освітлення для спроектованої установки

Організація раціонального освітлення робочих місць – одне з важливіших питань охорони праці.

При незадовільній освітленості різко знижується продуктивність праці, можливі нещасні випадки, поява близорукості, скоро проходить втома.

Раціональне освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці, його безпеки. При недостатньому освітленні і поганій його якості відбувається швидке стомлення зорових аналізаторів, підвищується травматичність. Занадто висока яскравість викликає явище осліплення, порушення функції ока.

В залежності від джерела світла освітлення буває трьох видів: природне, штучне і змінне. Штучне освітлення передбачається в всіх виробничих і побутових приміщеннях, де не достатньо природного світла, а також для освітлення приміщень в нічний час роботи.

Для освітлення робочого місця оператора, при роботі з розроблюваною установкою для вимірювання шорсткості, використовуємо додаткове штучне освітлення.

Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла двох видів: ламп накаливання і люмінесцентних ламп.

Будемо використовувати люмінесцентні лампи, що у порівнянні з лампами накаливання мають ряд істотних переваг:

- по спектру випромінювання вони близькі до денного, природного світла;
- володіють більш високим ККД (у 1,5-2 рази вище, ніж ККД ламп накаливання);

- мають підвищену світловіддачу (у 3-4 рази вище, ніж у ламп накаливання);

- більш тривалий термін служби.

Розрахунок освітлення розробляється для кімнати площею  $15\text{м}^2$ , довжина якої 5м, ширина - 3 м. Скористаємося методом визначення світлового потоку.

Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, що падає на поверхню по формулі:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n}, \quad (5.1)$$

де  $F$  - світловий потік, що розраховується, Лм;

$E$  - нормована мінімальна освітленість, Лк ( $E = 300\text{Лк}$ );

$S$  - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку  $S = 15\text{м}^2$ );

$Z$  - відношення середньої освітленості до мінімального (звичайно приймається рівним 1,1...1...1,2, нехай  $Z = 1,1$ );

$K$  - коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку  $K = 1,5$ );

$n$  - коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін і стелі (характеризуються коефіцієнтами відбивання від стін (СН) і стелі (СТ)), СН=40%, СТ=60%. Значення  $n$  визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників.

Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A+B)}, \quad (5.2)$$

де  $S$  - площа приміщення,  $S = 15 \text{ м}^2$ ;  $h$  - розрахункова висота підвісу,  $h = 2,92 \text{ м}$ ;  $A$  - ширина приміщення,  $A = 3 \text{ м}$ ;  $B$  - довжина приміщення,  $B = 5 \text{ м}$ .

Підставивши значення отримаємо:

$$I = \frac{15}{2,92 \cdot (3+5)} = 0,64$$

Знаючи індекс приміщення  $I$ , по таблиці 7 [ 18 ] знаходимо  $n = 0,22$

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку  $F$ :

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 15 \cdot 1,1}{0,22} = 33750 \text{ Лм}$$

Для освітлення вибираємо люмінесцентні лампи типу ЛБ40-1, світловий потік яких  $F = 4320 \text{ Лк}$ .

Розрахуємо необхідну кількість ламп по формулі:

$$N = \frac{F}{F_l}, \quad (5.3)$$

де  $N$  – необхідна кількість ламп;  $F$  - світловий потік,  $F = 33750 \text{ Лм}$ ;  
 $F_l$ - світловий потік лампи,  $F_l = 8320 \text{ Лм}$ .

$$N = \frac{33750}{8320} = 4 \text{ шт.}$$

При виборі освітлювальних приладів використовуємо світильники типу ОД. Кожен світильник комплектується двома лампами.

Отже для відповідного освітлення робочого місця оператора пристрій для контролю діаметру отвору  $\varnothing 40\text{H7}$  у приміщенні площею  $15 \text{ м}^2$  необхідно встановити 2 світильники типу ОД.



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

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

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

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

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

Існують два способи гасіння пожеж: фізичний та хімічний.

До фізичних способів припинення горіння відносяться:

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

Хімічний спосіб припинення пожежі – це хімічне гальмування реакції горіння.

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

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

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

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

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

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

3 охолоджує зону горіння.

Воду застосовують у вигляді потужних струменів і як пару. Струменем води збивають полум'я і одночасно охолоджують поверхню. Струменем води гасять тверді спалимі речовини; дощем і водяним пилом – тверді, волокнисті сипучі речовини, а також легкозайmistі та спалимі рідини (спирт, трансформаторна олія, тощо). Водяна пара застосовується для гасіння пожеж у приміщеннях об'ємом до 500 м<sup>3</sup> невеликих загорянь на відкритих установках.

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

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

Спринклерна установка водяної системи являє собою розгалужену мережу труб під стелею зі спринклерними головками (розбризкувачами), які закриті легкоплавкими замками, що розраховані на спрацювання при температурі 72, 93, 141, 182 °C. Установки мають контрольно-сигнальний

клапан, який пропускає воду в спринклерну мережу, при цьому одночасно подає звуковий сигнал, контролює тиск води до і після клапану.

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

Інертні гази (вуглекислота, азот, аргон, інш.) особливо доцільно застосовувати тоді, коли застосування води може викликати вибух або поширення горіння, або ж пошкодження апаратури, обладнання, цінностей.

Вуглекислота виконує дві функції: охолоджуючу та ізолюючу.

Вуглекислота – газ без кольору і запаху. Він важчий від повітря в 1.5 рази; при  $0^{\circ}\text{C}$  і  $P=3\text{батм}$  легко переходить у рідкий стан, тоді його називають вуглекислою. З 1л рідкої вуглекислоти при  $t^{\circ}=0^{\circ}$  утворюється 50л газу. Зберігаються в сталевих балонах. Подача кислоти проводиться через раструби – диффузори, внаслідок чого відбувається переохолодження кислоти, що виходить і утворення вуглекислого снігу.

При використанні вуглекислоти необхідно врахувати її токсичність. При вдиханні повітря, яке містить 10%  $\text{CO}_2$ , і не має запаху настає параліч дихання і смерть.

Азот не має ні кольору ні запаху. Порівняно з  $\text{CO}_2$  в рідкий стан переходить при дуже низькій температурі ( $-195.8^{\circ}\text{C}$ ). Азот як засіб гасіння використовується по методу розбавлення спалимої речовини.

Вуглекислоту і азот застосовують в порівняно невеликих по об'єму приміщеннях, головним чином при гасінні речовин, що горять полум'ям (рідини, гази).

Оскільки вуглекислота відновлюється лужноземельними металами, її не можна застосовувати при гасінні цих металів.

Азот застосовують для заповнення вільних об'ємів з метою запобігання вибухів у виробничих установках.

Піни для гасіння пожеж являють собою суміш газу з рідиною. Пухирці газу можуть утворюватися всередині рідини в результаті хімічних процесів або

механічного змішування газу (повітря) з рідиною. Гасіння піною заключається в тому, що пінне покриття є якби екраном, який запобігає дії тепла зони горіння на поверхню речовини. Піна запобігає виходу рідини в зону горіння, виявляючи ізолюючу дію. Піна виявляє і деяку охолоджуючу дію.

Хімічна піна утворюється в результаті такої реакції, при якій в рідкому середовищі утворюється будь-який газ. При змішуванні порошка з водою відбувається реакція з утворенням вуглекислого газу. Цю піну застосовують для гасіння нафтопродуктів.

Повітряно-механічна піна утворюється при механічному змішуванні повітря, води і поверхнево-активної речовини (наприклад, піноутворювача ПО-1).

### 5.1.3 Суть і зміст управління охороною праці

В умовах сучасного виробництва окремі приватні заходи щодо поліпшення умов праці, для попередження травматизації є неефективними. Тому їх здійснюють комплексно, створюючи в загальній системі керування виробництвом, підсистему керування безпекою праці. Таким чином, керування охороною праці - це програмно-цільовий комплекс по підготуванню, прийняттю і реалізації рішень (організаційно-технічних, і лікувально-профілактичних заходів), спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Об'єкт керування - це безпека праці на робочому місці, ділянці, цеху, у всій системі людина-виробництво, характеризується взаємодією людей із предметами і знаряддями праці, виробничим середовищем.

Управлінням охороною праці займається начальник підприємства, який зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

З цією метою забезпечується функціонування системи управління охороною праці, для чого начальник підприємства:

1 створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій;

2 розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

3 забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, і виконання профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

4 організовує проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці в порядку і строки, що встановлюються законодавством, вживає за їх підсумками заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

5 розробляє і затверджує положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці, забезпечує безплатно працівників нормативними актами про охорону праці;

6 здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог щодо охорони праці;

В разі відсутності в нормативних актах про охорону праці вимог, які необхідно виконати для забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці на певних роботах, зобов'язаний вжити погоджених з органами державного нагляду заходів, що забезпечать безпеку працівників.

У разі виникнення на підприємстві надзвичайних ситуацій і нещасних випадків, керівник зобов'язаний вжити термінових заходів для допомоги потерпілим, залучити при необхідності професійні аварійно-рятувальні формування.

## 5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

### 5.2.1 Закон і положення про цивільну оборону України

Техногенне, екологічне та природне становище України рік від року стає складнішим, зростає його негативний вплив на населення та навколишнє середовище. Тому, з набуттям Україною незалежності, враховуючи досвід економічно розвинутих країн, було розпочато законодавче оформлення Цивільної оборони, як державної системи органів управління та сил для організації і здійснення заходів щодо захисту населення від впливу наслідків надзвичайних ситуацій.

При розробці Закону України "Про Цивільну оборону України" та "Положення про ЦО України" основна увага зверталася на досягнення наступних напрямків [1]:

- Закон та Положення повинні враховувати світовий досвід побудови і здійснення заходів Цивільної оборони і повною мірою відповідати Женевській (1949 р.) Конвенції "Про захист жертв війни";

- відповідність системи захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій до умов, потреб і можливостей держави;

- відповідність організаційної структури створюваної системи до конституційної побудови державної виконавчої влади і прийнятого законодавства України з питань оборони, державної безпеки та надзвичайного стану;

- забезпечення високої реальної готовності органів управління, сил Цивільної оборони до дій за призначенням та високої ефективності цих дій,

Прийняття Закону "Про Цивільну оборону України" є наслідком клопіткої роботи фахівців штабів Цивільної оборони на чолі зі штабом ЦО України та зацікавлених міністерств і відомств. Протягом року було опрацьовано декілька варіантів документів і 28 жовтня 1992 року Верховна Рада України розглянула і схвалила "Концепцію Цивільної оборони України", та в першому читанні Закон України "Про Цивільну оборону України", який було прийнято остаточно лише 3 лютого 1993 р.

Закон складається з преамбули та п'яти розділів, до складу яких входять 17 статей. За обсягом це невеликий документ, однак за змістом — дуже об'ємний, так як він коригує діяльність з питань захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій.

У преамбулі проголошено: "Кожен має право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, пожеж, стихійного лиха та на вимогу гарантій забезпечення реалізації цього права від Кабінету Міністрів України, міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, керівництва підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування.

Держава як гарант цього права створює систему Цивільної оборони, яка має на меті захист населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру".

Тобто, держава не тільки проголошує право населення на захист свого життя і здоров'я в умовах НС, але і гарантує це право, створюючи загальну систему захисту населення, систему цивільної оборони.

У статті 2 Закону підкреслено, що заходи цивільної оборони поширюються на всю територію України, всі верстви населення, а розподіл за обсягом і відповідальністю за їх виконання здійснюється за територіально-виробничим принципом".

Основними завданнями цивільної оборони України є:

- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження і запровадження заходів щодо зменшення збитків та втрат у разі аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;

- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний часи та постійне інформування його про наявну обстановку;

- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження;

- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;

- організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лиха і осередках ураження;

- створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення та зв'язку, спостереження і контролю за радіоактивним, хімічним і бактереологічним зараженнями, підтримання їх готовності для сталого функціонування у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часів;

- підготовка і перепідготовка керівного складу Цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вмінню застосовувати засоби Індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

Для виконання кожного з завдань необхідно здійснювати великий обсяг заходів, які потребують залучення значної кількості сил, засобів, матеріальних і фізичних витрат, вміння та високої відповідальності на всіх рівнях.

Наприклад, запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження передбачає запровадження і здійснення таких заходів:

- завчасна розробка і проведення інженерно-технічних заходів для зменшення ризику виникнення НС і захисту населення від впливу їхніх наслідків;

- готується науково обгрунтований прогноз наслідків можливих НС;



- здійснюється безпосереднє спостереження за станом потенційно-небезпечних об'єктів і навколишнього природного середовища;

Радіаційний та хімічний захист — це забезпечення людей засобами індивідуального захисту, організація і проведення спеціальної обробки, встановлення та дотримання типових режимів радіаційного захисту.

Радіаційний та хімічний захист досягається:

- завчасним накопиченням та утриманням у готовності засобів індивідуального захисту, приладів радіаційної, хімічної розвідки та контролю;

- своєчасним впровадженням у практику застосування засобів, способів і методів виявлення, оцінки масштабів надзвичайних ситуацій, зумовлених аваріями на радіаційно та хімічно-небезпечних об'єктах, застосуванням зброї масового ураження;

- розробленням типових режимів радіаційного захисту населення і функціонування об'єктів господарської діяльності в умовах зараження місцевості .

### 5.2.2 Вплив розробленої установки на життєдіяльність людей

Інформаційна система установки створена для дослідження запобіжних пружних муфт.

Прояви шкідливого впливу на довкілля при здійсненні технологічного процесу виготовлення пристрою для дослідження муфт використовуються процеси, які негативно впливають на навколишнє середовище. Вони супроводжуються утворенням шкідливих речовин та залишками відходів. Відходами є залишки металічного пилу, надлишок флюсів припою, що залишається після пайки.

Операції пайки та зварки проходять з виділенням шкідливих випарів припою. Припой ПОС-61, що використовується при лудженні та пайці елементів, являє собою сплав олова та свинцю у співвідношенні 61:39. Як відомо, свинець легко накопичується і осідає у легенях. Знешкодження випарів

свинцю проводиться шляхом введення у місце пайки додаткових реагентів–каталізаторів.

При проектуванні приладів точної механіки передбачають ефективні методи захисту навколишнього середовища від шкідливого забруднення.

Під час виготовлення установки використовується нанесення лакофарбового покриття. При цьому використовуються різні методи і матеріали, до складу яких входять леткі розчинники, що можуть містити шкідливі речовини: бензол, толуол, ацетон тощо.

Під час виготовлення корпусу установки присутня операція точіння, яка включає використання змащувально-охолоджувальних речовин (ЗОР), зокрема води. Після цього, забруднена вода потрапляє у навколишнє середовище.

У технологічному процесі виготовлення стійок установки використовується шліфувальна операція. Під час цієї обробки і виготовлення деталі проходить викид у атмосферу маленьких частинок пилу.

У даній магістерській роботі такими міроприємствами вважаємо:

- зменшення ваги пристрою, а значить і зменшення видобутку сталі для виготовлення установки;

- зменшення ваги заготовок для виготовлення установки(для валів замість прокату вибираємо штамповики і т. д. ).

Тому, що при плавці 1т металу у відкритих чавуннолиттевих вагранках виділяється 900 - 1200 куб. м газу, що містить CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, пари мастил, пил.

При обробці заготовок, верстати з емульсійним охолодженням виділяють за 1 годину на 1 кВт потужності

- води - 150г.

- туману емульсола - 0,0063г.

А шліфувальні відповідно:

- води - 150г.

- туману емульсола - 0,165г.

При шліфуванні виділяється пил, кількість якого залежить від діаметра шліфувального круга і становить від 117 до 310г/год.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Виконавши необхідні розрахунки, щодо технологічної підготовки виробництва проєктованого пристрою, визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва, визначення трудомісткості і обсягу робіт технологічної підготовки виробництва.

Однак є певні затрати на виготовлення, на експлуатацію і на вартісну оцінку. Даний пристрій на рахунок якості, точності, перевищує базовий, а це головне на сьогоднішній день, так як потреба нового пристрою є велика.

Ще однією перевагою нового пристрою над базовим пристроєм є підвищення ефективності нового пристрою над базовим, що вказує на технологічну конструкцію нового пристрою, як на більш вдосконалений і що має більш високі показники на рахунок якості і точності.

## 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. Микроэлектродвигатели приборных устройств / Под. ред. А. П. Савула, В.О. Герахов -М.: Высшая школа. 1987. 236 с.
8. Терещук М. Р. Полупроводниковые приёмно-усилительные устройства.-К.: Наукова думка. 1989. 802 с.
9. Готра З. Ю., Матвиив В. И., Паскур П. П. Справочник регулировщика радио-электронной аппаратуры.-Львов: Каменяр, 1987. 184 с.
10. Разработка и оформление конструкторской документации
11. Сорочкин Б. М. Автоматизация измерений и контроля размеров деталей. - Л.: Машиностроение, 1990.- 365 с.
12. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. –К.: Вища шк., 1993.-556с.
13. Плюснин А. К., Ерданов В. И., Пин Л.П. Проектирование механических передач приборов.-М.: Высшая шк.,1967.-346с

14. Организация и планирование машиностроительного производства /Под ред. М.И.Ипатова .- М.: Высшая школа, 1988.-273 с.
15. Рудзит А.Я., Плуталов В.Н. Основы метрологии, точность и надёжность в приборостроении.- М. :Машиностроение, 1991 – 303 с
16. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М. Мир, 1984. – 264 с.
17. Котов В.Е. Сети Петри. – М.: Наука, 1984. – 160 с.
18. Боборыкин А. В., Липовецкий Г. П., Литвинский Г. В. Однокристалльные микроЭВМ.-М.:МИКАП, 1994. 400 с.
19. Жарковский Б. И., Приборы автоматического контроля и регулирования - М.: Высшая школа, 1989. 336 с.
20. Шило В. Л., Популярные цифровые микросхемы: Справочник.- Челябинск: Металлургия, 1989. 352 с.
21. Альбом типових схем вводу і обробки інформації в ПЕОМ і мікроконтролери.
22. Сучков Д. И. Проектирование печатных плат в САПР РСАД 4.5: учебно-методическое пособие.-Облинск: “Микрос”. 1992. 476 с.
23. Работа в среде САПР AutoCAD. Краткое руководство. Рига: 1991. 8 с.
24. Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах. –М.: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.
25. Тарабрин В.В., Лунин Л.Ф., Смирнов Ю.Н.Интегральные микросхемы: Справочник. – М.: Радио и связь, 1990. – 528 с.
26. Цифровые ЭВМ. Практикум/ К.Г.Самофалов, В.И. Корнейчук, В.П. Тарасенко, В.И.Жабин– К.: Высш.шк. 1989. – 124 с.
27. AT89C51. The technical report. – Atmel Corporation, 2000. – [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc0265.pdf/](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc0265.pdf/).
28. ATmega8515. The technical report. – Atmel Corporation, 2006. – [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/2512S.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/2512S.pdf)

29. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці : Підручник.- Львів.: Афіша, 2001. -350с.

30. Нафиков Г.Ф. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания. Казань,2001, 24 с.

