

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Факультет інженерії

Кафедра електричної інженерії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**до дипломного проекту
ступінь вищої освіти магістр**

галузі знань 15 - Автоматизація та приладобудування

спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

на тему Дослідження автоматичних засобів контролю розмірів

Виконав: студент групи МВТ-22зм

Чеботарьова С.В.

(прізвище, та ініціали)

_____ (підпис)

Керівник

доц. Морнева М.О.

(прізвище, та ініціали)

_____ (підпис)

Завідувач кафедри

доц. Руднев Є.С.

(прізвище, та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

доц. Романченко О.В.

(прізвище, та ініціали)

_____ (підпис)

Київ 2023р.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії

Кафедра Електричної інженерії

Ступінь вищої освіти магістр

Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування
(шифр і назва)

Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕІ

доц. Руднев Є. С.

“ ” 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Чеботарьовій Світлані Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Дослідження автоматичних засобів контролю розмірів»

керівник проекту доц. Морнева М.О.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 23.10.2023 року №564/15.23С

2. Строк подання студентом проекту 8.12.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту 1) Нормативно-правові акти щодо метрологічного забезпечення, 2) повірочні схеми, 3) технічні умови

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Автоматизація процесів вимірювання. Засоби та системи контролю розмірів. Дослідження автоматичних засобів контролю розмірів
Висновки.

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

1. Класифікація пристроїв активного контролю

2. Пристрої для активного контролю

3. Автоматизація засобів вимірювання

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1-4	доц. Морнева М.О.		

7. Дата видачі завдання 12.10.2023 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ	1-2 тиждень	
2	Автоматизація процесів вимірювання	3 тиждень	
3	Засоби та системи контролю розмірів.	4-5 тиждень	
4	Дослідження автоматичних засобів контролю розмірів	6-7 тиждень	
5	Висновки	8-9 тиждень	
6	Оформлення ПЗ, розробка презентації	10 тиждень	

Студент _____
(підпис)Чеботарьова С.В.
(прізвище та ініціали)Керівник проекту _____
(підпис)Морнева М.О.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить 60 сторінок, 24 рисунка, та 21 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Актуальність теми

Швидкий розвиток машинобудівної промисловості та зростаючі вимоги до точності, якості, геометричної форми й чистоти спряжених поверхонь деталей, ставлять задачу широкого запровадження автоматизації контролю деталей. Незважаючи на значний прогрес та розвиток машинобудування, організація контролю продукції на підприємствах все ж пов'язана з великими витратами ручної праці. В середньому по машинобудуванню кількість контролерів становить приблизно 20% від загальної кількості зайнятих у виробництві робітників. Однак такий багатокількісний та дороговартісний апарат технічного контролю не забезпечує потрібної якості продукції. Тому автоматизація контролю є однією з найбільш важливих задач, які висуваються перед машинобудуванням.

Впровадження активного контролю деталей приводить до підвищення якості виготовлюваних деталей машин, автоматизації технологічних процесів, зменшення трудомісткості та вартості виготовлення деталей, зниження втрат від браку та скорочення кількості контролерів. Таким чином, підвищення продуктивності праці пов'язано із запровадженням автоматичного контролю розмірів на машинобудівних заводах.

Мета дослідження полягає в дослідженні автоматичних засобів контролю розмірів.

Досягнення зазначеної мети вимагає постановки та вирішення наступних завдань:

- автоматизація процесів вимірювання;
- засоби та системи контролю розмірів;
- дослідження автоматичних засобів контролю розмірів.

Об'єкт дослідження – автоматизація процесів вимірювання

Предмет дослідження – автоматичні засоби контролю розмірів.

Ключові слова: *автоматизація, автоматичний контроль, вимірювання, розмір, засоби контролю, засоби автоматизації.*

ABSTRACT

The master's thesis contains 60 pages, 24 figures, and 21 bibliographic names according to the list of references.

Actuality of theme

The rapid development of the machine-building industry and the growing requirements for accuracy, quality, geometric shape and cleanliness of the mating surfaces of parts pose the task of widespread introduction of automation of parts control. Despite the significant progress and development of mechanical engineering, the organization of product control at enterprises is still associated with high costs of manual labor. On average, in mechanical engineering, the number of controllers is approximately 20% of the total number of workers employed in production. However, such a large-scale and expensive technical control apparatus does not ensure the required product quality. Therefore, the automation of control is one of the most important tasks facing mechanical engineering.

The implementation of active control of parts leads to an increase in the quality of manufactured parts of machines, automation of technological processes, reduction of labor intensity and cost of manufacturing parts, reduction of losses from defects and reduction of the number of controllers. Thus, the increase in labor productivity is associated with the introduction of automatic size control at machine-building plants.

The purpose of the study is to investigate automatic size control tools.

Achieving this goal requires setting and solving **the following tasks**:

- automation of measurement processes;
- means and systems of size control;
- research of automatic means of size control.

The object of research is the automation of measurement processes

The subject of research is automatic size control devices.

Key words: *automation, automatic control, measurement, size, means of control, means of automation.*

Зміст

ВСТУП	9
1 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ВИМІРЮВАННЯ	10
1.1 Цілі і задачі автоматизації	18
1.2 Засоби автоматизації	21
2 ЗАСОБИ ТА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РОЗМІРІВ ТА ОСНОВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ	26
2.1 Значення автоматичного контролю у сучасних виробничих процесах машинобудівної галузі промисловості	26
2.2 Основні відомості про автоматичний контроль	27
2.3 Вимірювальні прилади для здійснення активного контролю	29
2.4 Автоматичні підналадчики	34
2.5 Автоматичні блокувальні пристрої	37
3 ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНИХ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ РОЗМІРІВ	39
3.1 Електроконтактні вимірювальні пристрої	42
3.2 Віброконтактні вимірювальні пристрої	43
3.3 Електроіндуктивні та ємнісні вимірювальні пристрої	45
3.4 Фотоелектричні та пневматичні вимірювальні пристрої	46
3.5 Вимірювальні системи з радіоактивними ізотопами та сортувальні механізми	52
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58

ВСТУП

Швидкий розвиток машинобудівної промисловості та зростаючі вимоги до точності, якості, геометричної форми й чистоти спряжених поверхонь деталей, ставлять задачу широкого запровадження автоматизації контролю деталей. Незважаючи на значний прогрес та розвиток машинобудування, організація контролю продукції на підприємствах все ж пов'язана з великими витратами ручної праці. В середньому по машинобудуванню кількість контролерів становить приблизно 20% від загальної кількості зайнятих у виробництві робітників. Однак такий багатокількісний та дороговартісний апарат технічного контролю не забезпечує потрібної якості продукції. Тому автоматизація контролю є однією з найбільш важливих задач, які висуваються перед машинобудуванням.

Впровадження активного контролю деталей на машзаводах приводить до підвищення якості виготовлюваних деталей машин, автоматизації технологічних процесів, зменшення трудомісткості та вартості виготовлення деталей, зниження втрат від браку та скорочення кількості контролерів. Таким чином, підвищення продуктивності праці пов'язано із запровадженням автоматичного контролю на машинобудівних заводах. Застосування активного контролю деталей, які обробляються на верстатах, забезпечує підвищення точності заданих розмірів шляхом компенсації похибок, викликаних пружними деформаціями технологічної системи верстат-притосування-інструмент-деталь (ВПІД) та зношенням різального інструмента. Складові системи ВПІД і викликають розсіювання розмірів деталей, які обробляються на металорізальних верстатах. Похибки обробки деталей, які залежать від пружних деформацій технологічної системи ВПІД, важко компенсувати попереднім налагодженням верстата, тому що ці похибки є випадковими.

Мета дослідження полягає в дослідженні автоматичних засобів контролю розмірів.

Досягнення зазначеної мети вимагає постановки та вирішення наступних завдань:

- автоматизація процесів вимірювання ;
- засоби та системи контролю розмірів;
- дослідження автоматичних засобів контролю розмірів.

Об'єкт дослідження – автоматизація процесів вимірювання

Предмет дослідження – автоматичні засоби контролю розмірів.

1 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ВИМІРЮВАННЯ

На сучасному етапі розвитку машинобудівного виробництва дуже важливим є застосування контролю не лише як засобу розділення готової продукції на придатну і браковану. Контроль повинен забезпечувати автоматизоване керування обладнанням з метою одержання розмірів в заданому допуску, встановлення оптимальних режимів оброблення а також попередження і виключення браку. Одним з найбільш прогресивних методів контролю є активний контроль. Застосування засобів активного контролю робить можливим багатостатне обслуговування і комплексну автоматизацію технологічних процесів механічного оброблення. Найбільшого поширення ці засоби набули на верстатах шліфувальної групи, де необхідно забезпечити високу точність оброблення при відносно низькій розмірній стійкості різального інструменту.

Останнім часом активний контроль все частіше використовують на токарних, фрезерних і фрезерно-свердлильно-розточувальних верстатах з ЧПК. Завдання засобів активного контролю полягає у видачі інформації про розмір деталі, яка обробляється або яка тільки що оброблена. Ця інформація використовується оператором або засобами автоматики для управління верстатом з метою отримання необхідного розміру.

Засоби активного контролю прийнято поділяти на дві основні групи: засоби активного контролю в процесі оброблення і засоби активного контролю після оброблення. У кожній групі можуть бути як візуальні, так і автоматичні засоби активного контролю. Найширше застосування засоби активного контролю отримали на верстатах шліфувальної групи внаслідок високої точності обробки і відносно малої розмірної стійкості різального інструменту. На верстатах інших груп – токарних, фрезерувальних, свердлильних,

розточувальних – засоби активного контролю використовують в окремих випадках, причому для кожного випадку розробляють спеціальні засоби. Використання засобів активного контролю тим ефективніша, чим вища точність обробки і масовість виробництва, чим менша розмірна стійкість інструмента і стабільність системи «верстат-пристрій-інструмент-деталь» (ВПД).

Засоби активного контролю фіксують зміну контрольованих розмірів деталей безпосередньо в процесі оброблення, видають сигнали про досягнення заданого розміру при обробленні або про досягнення заданого положення виконавчих механізмів верстата або різального інструмента. При цьому виключена необхідність в зупинці верстата, тобто час контролю суміщений з часом обробки. У засобах активного контролю відпрацьовуються відповідні сигнали, які керують механізмами металорізального верстата у відповідь на зміну ходу технологічного процесу, циклу роботи або на зупинку верстата.

Так як вимірювання розмірів деталей здійснюється засобами активного контролю безпосередньо в процесі оброблення, то вони дозволяють керувати ходом і точністю всього технологічного процесу, що досягається наявністю відповідних засобів зв'язку, які дозволяють відслідковувати положення виконавчих механізмів верстата, попереджуючи появу браку. Більшість існуючих засобів активного контролю вступають в дію при узгодженні поточного значення контрольованого параметра з його заданим значенням, тобто мають дискретну характеристику. Але системи активного контролю можуть мати і неперервну характеристику. Системи плавного регулювання розмірів, у принципі, є більш точними порівняно з системами дискретного регулювання.

Але переваги цих систем не завжди можуть проявитися повною мірою в умовах дискретності самих технологічних процесів. Дискретність технологічних процесів характеризується тим, що обробляються окремі деталі, в результаті чого вихідні параметри систем регулювання можуть приймати лише фіксовані, дискретні значення. Внаслідок особливостей дискретних

методів активного контролю розмірів сумарні похибки, які виникають при їх використанні, зумовлені в основному некомпенсованими технологічними похибками. Розміри при обробленні можна забезпечувати не тільки з допомогою регулювання, а й за допомогою управління розмірами. На відміну від систем регулювання, системи управління не мають розмірних зворотних зв'язків, тобто є розімкнутими.

Задача управління, зокрема програмного, включає в себе питання, пов'язані з реалізацією певного впливу вхідних параметрів систем на вихідні. При розробленні систем управління металорізальними верстатами на перший план висувають енергетичні, силові і динамічні характеристики об'єктів, якими керують. Разом з тим при управлінні розмірами потрібно розв'язувати і досить складні задачі точності. Системи автоматичного регулювання і управління належать до систем активного контролю.

Сучасні тенденції в створенні засобів активного контролю полягають в автоматичному керуванні верстатами, так як в промисловості значно зріс парк автоматичних та автоматизованих верстатів. Усі верстати, які проектуються, в яких передбачено застосування засобів активного контролю, розраховані на автоматичний зв'язок з цими засобами і на управління з допомогою команд, які отримують від них. Застосування жорстких калібрів в якості засобів активного контролю обмежує кількість команд керування верстатом, виключає тонке регулювання рівня налагодження, не дозволяє отримати сигнал про величину розміру, який вимірюється, в аналоговій формі, не компенсує неминуче зношення вимірювальних поверхонь калібру. Широкого застосування останнім часом в засобах активного контролю набув електронний принцип вимірювань. Цьому сприяє швидкодія, можливість перетворення сигналу в потрібну та зручну форму, добре розвинена елементна база для створення приладів, а також наявність стандартизованих вторинних пристроїв проміжних перетворень і отримання відліку, сигналу і команд в потрібній формі.

Електронний принцип вимірювання дозволив розширити сферу застосування засобів активного контролю на сучасні методи оброблення та

металорізальні верстати. Електронні прилади активного контролю використовують на верстатах для швидкісного та силового шліфування, де час оброблення становить декілька секунд. Такі прилади дозволяють виконати «слідкуючу» подачу різального інструменту, підтримуючи величину реальної подачі в заданих межах на верстатах, де це не вдається здійснити через недостатню жорсткість системи ВПД або інших причин з допомогою звичайних механізмів подачі. Всі ці обставини призвели до того, що останнім часом в машинобудуванні все інтенсивніше розробляють і застосовують схеми і засоби автоматичного контролю. Отже, задача дослідження та розроблення засобів активного контролю є актуальною.

У машинобудуванні застосовують два методи контролю деталей:

- 1) технологічний – активний;
- 2) післяопераційний – пасивний контроль.

Активний контроль – контроль деталей виконується в процесі їх обробки на верстаті спеціальними вимірювальними пристроями (контроль, який керує технологічним процесом обробки деталі).



Рис. Структурна схема системи автоматичного контролю.

Рис. 1.1 – Структурна схема системи автоматичного контролю

Автоматичний контроль широко застосовується в різних галузях промисловості при оцінці стану сировини, процесу виробництва, готової продукції; в техніці зв'язку; на транспорті тощо. Ступінь автоматизації засобів контролю може оцінюватись як відношення числа операцій контролю, що виконуються автоматично до загального обсягу операцій контролю. Зазвичай

вважається для автоматичних засобів контролю це співвідношення становить 95 %, напівавтоматичних — 95...50 %, в ручних — менше за 50 %.

Автоматичний контроль здійснюється за допомогою приладів автоматичного контролю та систем автоматичного контролю. В останніх контролюється значне число параметрів і виконується великий обсяг обробки інформації, для вироблення кількісного судження про стан об'єкту.

Пасивний контроль – контроль деталей виконується після їх обробки на верстаті шляхом розбраковки або сортування по групах за допомогою контрольних та сортувальних напівавтоматів та автоматів (післяопераційний контроль).

Залежно від призначення засоби активного контролю поділяють на чотири групи:

- 1) пристрої, які контролюють деталі безпосередньо в процесі їх обробки на верстаті;
- 2) підналадчики;
- 3) блокувальні пристрої;
- 4) пристрої, які контролюють деталі перед обробкою на верстаті.

До першої групи відносяться прилади, які контролюють розміри деталей та положення різальної кромки інструмента безпосередньо в процесі обробки деталі і через коло зворотного зв'язку подають команду на припинення обробки за досягнення заданих розмірів деталей.

До другої групи відносяться підналадчики – це вимірювальні прилади, які через коло зворотного зв'язку здійснюють підналадку верстата або вимірювального пристрою, який керує роботою верстата, якщо величина контрольованого розміру виходить за припустимі межі. Підналадчики не визначають дійсні розміри деталей, а контролюють розміри деталей в межах заданого допуску на обробку.

До третьої групи відносяться блокувальні пристрої – вони є найпростішою формою активного контролю. Блокувальні пристрої контролюють деталі безпосередньо після їх обробки на верстаті. Якщо розміри

деталей виходять за задані межі, то блокувальний пристрій подає команду на припинення обробки деталей на верстаті. Блокування може здійснюватися і в процесі обробки деталей, наприклад, зупинка верстата при перевищенні припустимих значень сил або потужності різання. Захисно-блокувальні пристрої застосовують на шліфувальних, токарних, свердлильних верстатах і на автоматичних лініях.

За ступенем автоматизації автоматизовані вимірювальні пристрої для післяопераційного контролю поділяють на три групи:

- 1) вимірювальні пристрої з автоматичним сигналом;
- 2) напівавтоматичні вимірювальні пристрої;
- 3) автоматичні вимірювальні пристрої

Науково технічний прогрес (НТП)- це поступовий рух науки і техніки еволюційний розвиток усіх елементів продуктивних сил суспільного виробництва на основі широкого пізнання і освоєння зовнішніх сил природи, це об'єктивна, постійно діюча закономірність розвитку матеріального виробництва, результатом якої є послідовне вдосконалення техніки, технології та організації виробництва, підвищення його ефективності.

Одним з найважливіших напрямків НТП на сучасному етапі служить комплексна механізація і автоматизація виробництва.

Автоматизація — один з напрямів науково-технічного прогресу, спрямований на застосування саморегульованих технічних засобів, економіко-математичних методів і систем керування, що звільняють людину від участі в процесах отримання, перетворення, передачі і використання енергії, матеріалів чи інформації, істотно зменшують міру цієї участі чи трудомісткість виконуваних операцій.

Разом з терміном автоматичний, використовується поняття автоматизований, що підкреслює відносно великий ступінь участі людини в процесі.

Автоматизація виробництва застосування технічних засобів з метою повної або часткової заміни участі людини в процесах отримання, перетворення, передачі і використання енергії, матеріалів і інформації.

Розрізняють автоматизацію часткову, що охоплює окремі операції і процеси, і комплексну, автоматизуючий весь цикл робіт. У тому випадку, коли автоматизований процес реалізується без безпосередньої участі людини, кажуть про повну автоматизацію цього процесу.

У промисловості перші автоматичні пристрої стали використовуватися в XVIII ст., наприклад, автоматичний супорт А.К. Нестерова для токарно-копіювальних станків (1720 м.); плавуніві регулювальник рівня води в казані І.І. Ползунова (1765 м.); відцентровий регулювальник Дж. Уатта (G.Watt).

XIX вік ознаменований появою автоматичних пристроїв, діючих завдяки електриці це і магнітоелектричне реле П.Шиллінга (P.Shelleng) (1830 м.). Список цей довгий і плавно переходить у вік XX, коли всемогутня електроніка дозволила створити принципово нові електронні автоматичні пристрої.

Уперше слово «робот» прозвучало в 1920 р. У знаменитій п'єсі чеського письменника Карела Чапека « R.U.R.». Сьогодні існують три різновиди роботів: з жорсткою програмою дії, керовані операторами і діючі цілеспрямовано без втручання людини.

Широке застосування роботів з жорсткою програмою дії і роботів, керованих операторами знайшли своє застосування в машинобудуванні, виробництві електроніки, і інших виробництвах з використанням різного роду конвеєрного виробництва.

Рівень автоматизації характеризують ті ж показники, що і рівень механізації. Це коефіцієнт автоматизації виробництва, коефіцієнт автоматизації робіт і коефіцієнт автоматизації праці.

Підвищення ефективності автоматизації виробництва здійснюється у наступних напрямках: вдосконалення методик техніко-економічного аналізу варіантів автоматизації певного об'єкту, обґрунтований вибір найбільш ефективного проекту і конкретних коштів автоматизації; забезпечення умов для

інтенсивного використання коштів автоматизації, вдосконалення їх обслуговування; підвищення техніко-економічних характеристик обладнання, що випускається, та що використовується для автоматизації виробництва.

Автоматизація виробництва і управління виробництвом дозволяє заощадити фінансові, фізичні і людські ресурси для фірм, які застосовують роботизовану техніку в своєму виробництві і в допоміжних функціях.

1.1 Цілі і задачі автоматизації

Передумовою автоматизації системи завжди є прагнення замінити працю людини машиною. В окремих випадках автоматизація може переслідувати різні цілі, найважливіші з яких представлені нижче.

1.Економічні:

-загальна недостатність робочої сили;

-неповне завантаження одного конкретного робочого внаслідок необхідності лише епізодичного, короткотривалого обслуговування об'єкта.

2.Технічні:

-скорочення часу, необхідного для кожного виміру; збільшення числа вимірювань в одиницю часу, в граничному випадку здійснення безперервного виміру;

-надмірне перевантаження персоналу складними операціями, що перевищує людські можливості.

3. Загальні:

-підвищення достовірності (якості) результатів вимірювання шляхом автоматичного розпізнавання і зменшенням систематичних і випадкових похибок.

Якщо переважають економічні міркування, то неважко зіставити витрати на автоматизацію з одержуваної економією і таким чином кількісно визначити її ефективність. Якщо автоматизація вимірювальної системи впроваджується

переважно з технічних міркуванням, то визначити її економічну ефективність часто дуже важко, а іноді навіть неможливо.

Мета автоматизації — підвищення продуктивності праці, поліпшення якості продукції, оптимізація управління, усунення людини від виробництв, небезпечних для здоров'я.

Автоматизація, за винятком простих випадків, вимагає комплексного, системного підходу до рішення задачі, тому конкретні вирішення завдань засобами автоматизації, зазвичай називаються системами, наприклад:

- система автоматичного керування (САК);
- автоматизована система управління (АСУ);
- система автоматизації проектних робіт (САПР);
- автоматизована система керування технологічним процесом (АСК ТП).

Автоматизація обумовлена переважно технічними міркуваннями в тих випадках, коли вимір за участю персоналу або нездійснено взагалі, або за даних умов експлуатації або відповідно до технічних вимог, обумовленими характером об'єкта вимірювання. Технічним обґрунтуванням автоматизації може бути необхідність забезпечення особливо високої продуктивності та ефективності вимірювальної установки, насамперед для дослідницьких цілей, якщо досягнення такої продуктивності утруднюється обмеженими людськими можливостями персоналу, недостатньою швидкістю його реакції і т.д. Витрати на автоматизацію в таких випадках іноді бувають особливо великі, проте зазвичай їх не ставлять в суворе соответствие з оцінкою очікуваних результатів вимірювання, якщо ці результати взагалі можна оцінити.

Для здійснення автоматизації виробничих процесів необхідно, щоб керування ними відбувалося без участі людини. Таке керування називають автоматичним.

Для автоматичного керування застосовують різноманітні технічні засоби, які утворюють автоматичний керуючий пристрій. Якщо такий пристрій приставити до машини або механізму, які виконують технологічні операції, то цю машину або механізм називають керуючим об'єктом. Керуючий об'єкт і

автоматичний керуючий пристрій становлять автоматичну систему керування (АСК).

Частина системи, що виконує відповідну функцію, називається блоком. Залежно від виконуваних функцій в автоматичному керуючому пристрої блок може бути сприймаючим, задавальним, запам'ятовуючим, керуючим і виконавчим'. Сприймальний блок приймає дії ззовні.

Задавальний блок встановлює заданий порядок роботи і значення заданої величини.

Запам'ятовуючий блок (блок пам'яті або фіксації) фіксує на відповідний проміжок часу значення дії. Керуючий блок перетворює дію, прийняту від інших блоків, і передає її на виконавчий блок. Виконавчий блок виробляє керуючі дії для об'єкта.

Кожна система, пристрій і блок мають вхід і вихід. Вхід — це частина системи, пристрою або блока, на яку безпосередньо подається дія. Вихід — це та частина, яка безпосередньо діє на іншу частину системи.

Залежно від характеру керуючої дії системи автоматизації бувають стабілізуючі, програмні і слідкуючі.

Стабілізуюча автоматична система здатна тривалий час підтримувати керуючу величину постійною (наприклад, підтримування заданої швидкості обертання вала, рівня рідини в резервуарі, тиску та ін.).

Програмна автоматична система змінює керуючу величину відповідно з наперед заданою послідовністю змін. Таку систему застосовують у сушильних камерах, в яких температура і вологість повітря мають змінюватись відповідно до заданого режиму сушіння.

Програма може бути задана перфорованими стрічками і картами, магнітним записом, кіноплівкою, кнопковими пристроями та ін.

Слідкуюча автоматична система замінює керуючу величину залежно від значення невідомої раніше змінної величини на вході автоматичної системи. Така система здатна слідкувати за змінами, що підбиваються в будь-якому

процесі. В цю систему можуть входити навіть лічильно-обчислювальні пристрої.

За принципом дії системи поділяються на системи з розімкнутими і замкнутими ланцюгами дії.

Автоматичною системою з розімкнутим ланцюгом дії називається така система, в якій вхідними є тільки зовнішні дії керуючого пристрою. Ці дії визначені раніше і не залежать від дійсного стану керуючого об'єкта або процесу. Така система використовується тільки для керування простими процесами, які відбуваються в одних і тих самих умовах і у визначеному порядку.

Автоматичною системою із замкнутим ланцюгом дії називають таку систему, в якій вхідними для керуючого пристрою є як зовнішні, так і внутрішні (контролюючі) дії. Прикладом замкнутої системи може бути автоматична система регулювання. В ній керуючі дії виробляються внаслідок порівняння дійсного значення керуючої величини з наперед заданою. Пристрій, що виконує функції регулювання, називається автоматичним регулятором.

1.2 Засоби автоматизації

Всі автоматичні системи складаються з автоматичних пристроїв, в які входять різноманітні елементи — прилади, механізми, апарати та ін. Елемент - це частина автоматичного пристрою, в якому відбуваються кількісні і якісні перетворення фізичних величин.

Залежно від виконуваних функцій в автоматичному пристрої всі елементи поділяються на три основні групи: первинні, проміжні і кінцеві.

Первинна група складається із задавальних і сприймальних елементів (задатчиків і датчиків) для добування первинної інформації.

Проміжна група складається з підсилюючих і перетворюючих елементів (підсилювачів, перетворювачів, реле), які здійснюють зв'язок між первинними і кінцевими елементами.

Кінцева група складається з виконавчих елементів (механізмів, приладів), які впливають на керуючий об'єкт. Якщо виконавчі елементи мають механічний вихід, то їх називають виконавчими механізмами.

Первинні елементи автоматичних пристроїв. До цієї групи належать задавальні і сприймаючі елементи. Задавальні елементи, або задатчики, задають програму, яку має виконати автоматична система. За допомогою задатчика настроюють автоматичну систему на відповідний режим роботи або встановлюють порядок дій та керуючий об'єкт. Сприймаючий елемент сприймає іззовні величини, на які він реагує.

За характером роботи сприймаючі елементи можна поділити на датчики і сприймаючі механізми.

Датчиком, або первинним вимірювальним перетворювачем, називають елемент, який перетворює вимірювану величину у вихідний сигнал для дальшої передачі і перетворення. Більшість датчиків перетворюють неелектричні величини в електричні.

Сприймаючим механізмом називають такий сприймаючий елемент, який при зміні регулюючого параметра не тільки виробляє сигнал, а й сам безпосередньо виконує потрібні вмикання або перемикання виконавчих органів.

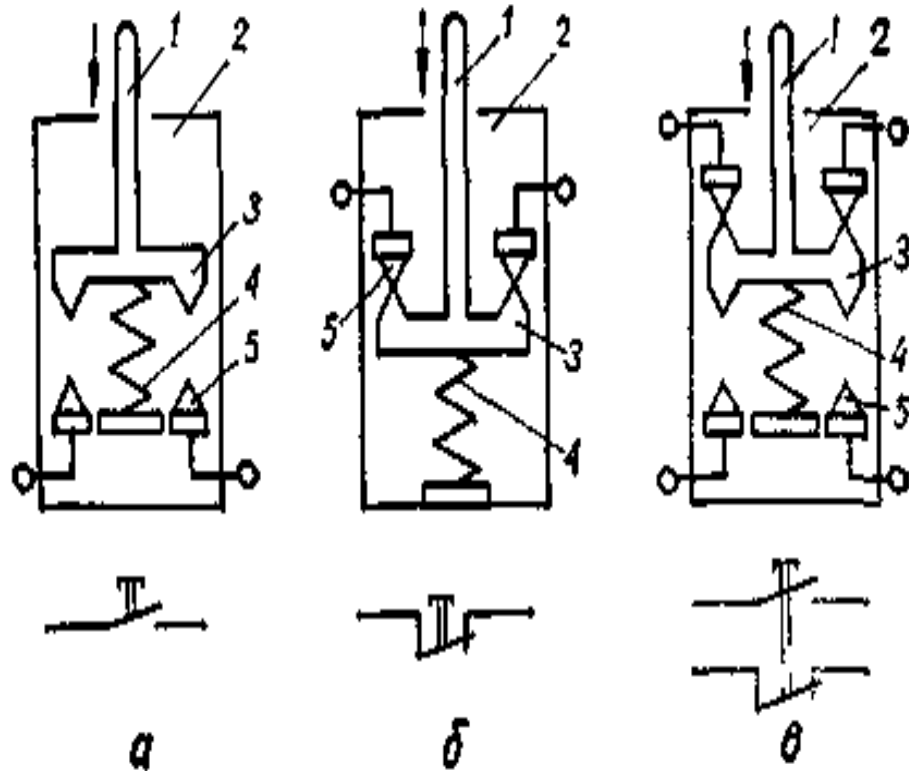


Рис.1.2 - Шляхові електричні датчики

а — замикальний, б — розмикальний, в — перемикальний; г — рухомий шток, 2 — корпус, 3 — рухомі контакти, 4 — пружина, 5 — нерухомі контакти

Командним датчиком є, наприклад, шляховий електричний датчик контактного типу (рис. 1.2), призначений для вмикання і вимикання електродвигуна в той момент, коли рухома частина верстата або оброблювана деталь досягає заданого положення із замикальними, розмикальними і перемикальними контактами. У замикальному датчику (Рис. 1.3, а) при натискуванні рухомої частини верстата на шток 1 пересувні контакти 3 опускаються і замикають нерухомі контакти 5. Як тільки натиск на шток припиняється, рухомі контакти під дією пружини 4 повертаються у вихідне положення.

У розмикальному датчику (рис. 1.2, б) при натискуванні на шток замкнуті контакти розмикаються. В перемикальному датчику (Рис. 1.2, б) при натискуванні на шток одне електричне коло (верхнє) розмикається, а друге — замикається.

Шляхові електричні датчики контактного типу називаються шляховими вимикачами і перемикачами.

За допомогою датчиків або кінцевих вимикачів автоматизується робота верстатних ліній.

До вимірювальних належить електроконтактний датчик розмірів (рис. 1.3). Контрольована деталь 1 підводиться під вимірювальний стержень 2, що переміщується в напрямній втулці 4. Якщо товщина деталі в допустимих межах, то рухомий контакт 5 не доторкнеться до нерухомих контактів 6. Коли товщина деталі менша за допустиму норму, стержень опускається і замикає нижній контакт. При цьому загоряється ліва сигнальна лампочка 7, що освітлює напис «менше». Якщо товщина деталі перевищує верхню межу допуску, стержень піднімається і замикає верхній контакт. При цьому загоряється права лампочка, що освітлює напис «більше».

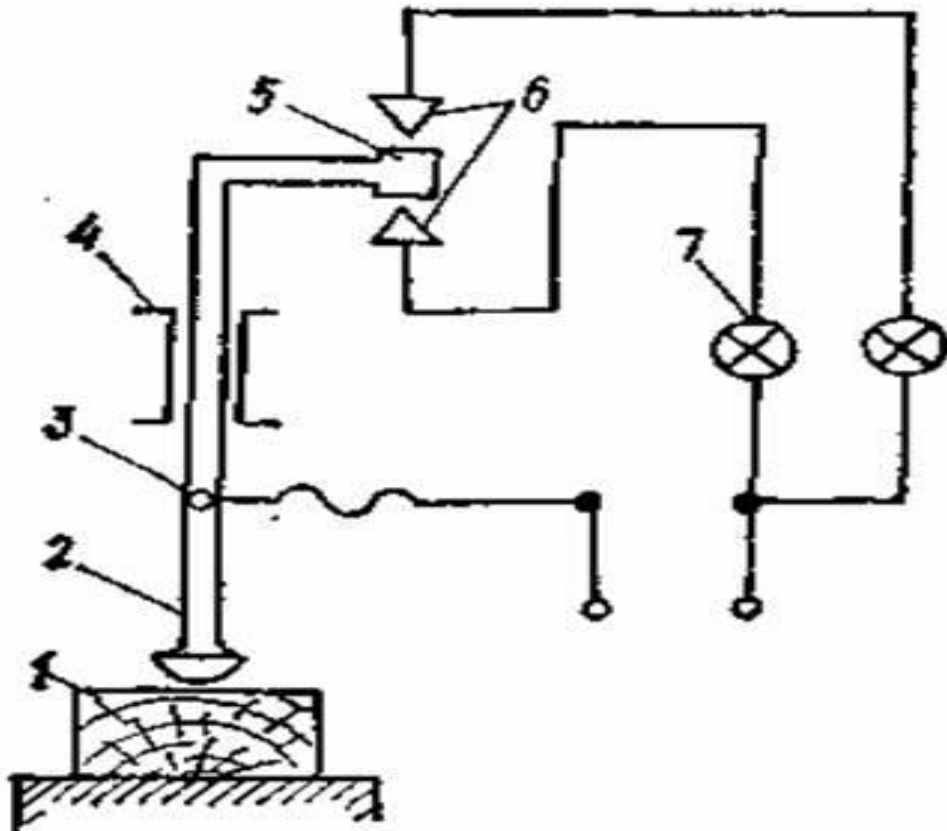


Рис.1.3 - Електроконтактний датчик розмірів

1 — контрольована деталь, 2 — вимірювальний стержень, 3 — провід електричного кола, 4 — напрямна втулка, 5 — рухомий контакт, 6 — верхній і нижній нерухомі контакти, 7 — сигнальні лампи

2 ЗАСОБИ ТА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РОЗМІРІВ ТА ОСНОВНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ

2.1 Значення автоматичного контролю у сучасних виробничих процесах машинобудівної галузі промисловості

Швидкий розвиток машинобудівної промисловості та зростаючі вимоги до точності, якості, геометричної форми й чистоти спряжених поверхонь деталей, ставлять задачу широкого запровадження автоматизації контролю деталей. Незважаючи на значний прогрес та розвиток машинобудування, організація контролю продукції на підприємствах все ж пов'язана з великими витратами ручної праці. В середньому по машинобудуванню кількість контролерів становить приблизно 20% від загальної кількості зайнятих у виробництві робітників. Однак такий багатокількісний та дороговартісний апарат технічного контролю не забезпечує потрібної якості продукції. Тому автоматизація контролю є однією з найбільш важливих задач, які висуваються перед машинобудуванням. Впровадження активного контролю деталей приводить до підвищення якості виготовлюваних деталей машин, автоматизації технологічних процесів, зменшення трудомісткості та вартості виготовлення деталей, зниження втрат від браку та скорочення кількості контролерів.

Таким чином, підвищення продуктивності праці пов'язано із запровадженням автоматичного контролю на машинобудівних заводах. Застосування активного контролю деталей, які обробляються на верстатах, забезпечує підвищення точності заданих розмірів шляхом компенсації похибок, викликаних пружними деформаціями технологічної системи ВПД та зношенням різального інструмента. Складові системи ВПД і викликають розсіювання розмірів деталей, які обробляються на металорізальних верстатах.

Похибки обробки деталей, які залежать від пружних деформацій технологічної системи ВПД, важко компенсувати попереднім налагодженням верстата, тому що ці похибки є випадковими.

2.2 Основні відомості про автоматичний контроль

У машинобудуванні застосовують два методи контролю деталей:

- 1) технологічний – активний;
- 2) післяопераційний – пасивний контроль.

Активний контроль – контроль деталей виконується в процесі їх обробки на верстаті спеціальними вимірювальними пристроями (контроль, який керує технологічним процесом обробки деталей).

Пасивний контроль – контроль деталей виконується після їх обробки на верстаті шляхом розбраковки або сортування по групах за допомогою контрольних та сортувальних напівавтоматів та автоматів (післяопераційний контроль).

Залежно від призначення засоби активного контролю поділяють на чотири групи:

- 1) пристрої, які контролюють деталі безпосередньо в процесі їх обробки на верстаті;
- 2) підналадчики;
- 3) блокувальні пристрої;
- 4) пристрої, які контролюють деталі перед обробкою на верстаті.

До першої групи відносяться прилади, які контролюють розміри деталей та положення різальної кромки інструмента безпосередньо в процесі обробки деталі і через коло зворотного зв'язку подають команду на припинення обробки за досягнення заданих розмірів деталей.

До другої групи відносяться підналадчики – це вимірювальні прилади, які через коло зворотного зв'язку здійснюють підналадку верстата або вимірювального пристрою, який керує роботою верстата, якщо величина

контрольованого розміру виходить за припустимі межі. Підналадчики не визначають дійсні розміри деталей, а контролюють розміри деталей в межах заданого допуску на обробку.

До третьої групи відносяться блокувальні пристрої – вони є найпростішою формою активного контролю. Блокувальні пристрої контролюють деталі безпосередньо після їх обробки на верстаті. Якщо розміри деталей виходять за задані межі, то блокувальний пристрій подає команду на припинення обробки деталей на верстаті. Блокування може здійснюватися і в процесі обробки деталей, наприклад, зупинка верстата при перевищенні припустимих значень сил або потужності різання. Захисно-блокувальні пристрої застосовують на шліфувальних, токарних, свердлильних верстатах і на автоматичних лініях.

За ступенем автоматизації автоматизовані вимірювальні пристрої для післяопераційного контролю поділяють на три групи:

- 1) вимірювальні пристрої з автоматичним сигналом;
- 2) напівавтоматичні вимірювальні пристрої;
- 3) автоматичні вимірювальні пристрої.

При контролі деталей вимірювальним пристроєм з автоматичним сигналом (світловим або звуковим) сигнал подається, коли контрольований розмір знаходиться в межах допуску.

Контрольний напівавтомат контролює деталі автоматично, але встановлення та зняття деталі на позицію напівавтомата здійснюється вручну.

У контрольному автоматі контроль, встановлення та зняття деталі автоматизовані.

Вимірювальні пристрої для післяопераційного автоматичного контролю розбраковують або сортують оброблені деталі по групах та розмірах.

2.3 Вимірювальні прилади для здійснення активного контролю

Сучасні вимірювальні прилади для активного контролю переважно застосовуються для контролю одного розміру і рідше – декількох розмірів деталі.

Ці прилади використовують для автоматичного контролю розмірів деталей із суцільними та переривчастими поверхнями (рис. 2.1).

Застосування тих чи інших засобів автоматичного контролю залежить переважно від таких основних факторів:

- 1) точності деталей, які вимірюються;
- 2) їх форми та розмірів;
- 3) кількості параметрів, які контролюються;
- 4) потрібної продуктивності;
- 5) економічності.

Оскільки кожний метод вимірювання супроводжується власними похибками, при виборі вимірювальних засобів користуються співвідношенням між величиною допуску на виготовлення деталі та похибкою методу вимірювання. Рекомендується допускати похибку методу вимірювання не більше $1/10 - 1/15$ частини допуску розміру контрольованої деталі. В деяких випадках це співвідношення можна збільшити до $1/3$.

Як відомо, вимірювальні прилади, зокрема вимірювальні контрольні пристрої, поділяються на пристрої, основані на:

- 1) прямому методі вимірювання;
- 2) непрямому;
- 3) комбінованому.

При прямому методі вимірювання наконечник контрольного пристрою весь час знаходиться в контакті з поверхнею контрольованої деталі та безпосередньо контролюється її розмір. За досягнення заданого розміру контрольний пристрій автоматично подає сигнал про закінчення обробки або

необхідності зміни її режиму.

Контрольні пристрої, які основані на непрямому методі вимірювання, не мають безпосереднього дотикання з поверхнею деталі, тому що закінчення процесу обробки визначається тут не моментом досягнення деталлю заданого розміру, а величиною переміщення робочого органу верстата, який несе різальний інструмент.

При комбінованому методі вимірювання контролюється одночасно положення різального інструменту та розмір оброблюваної поверхні.

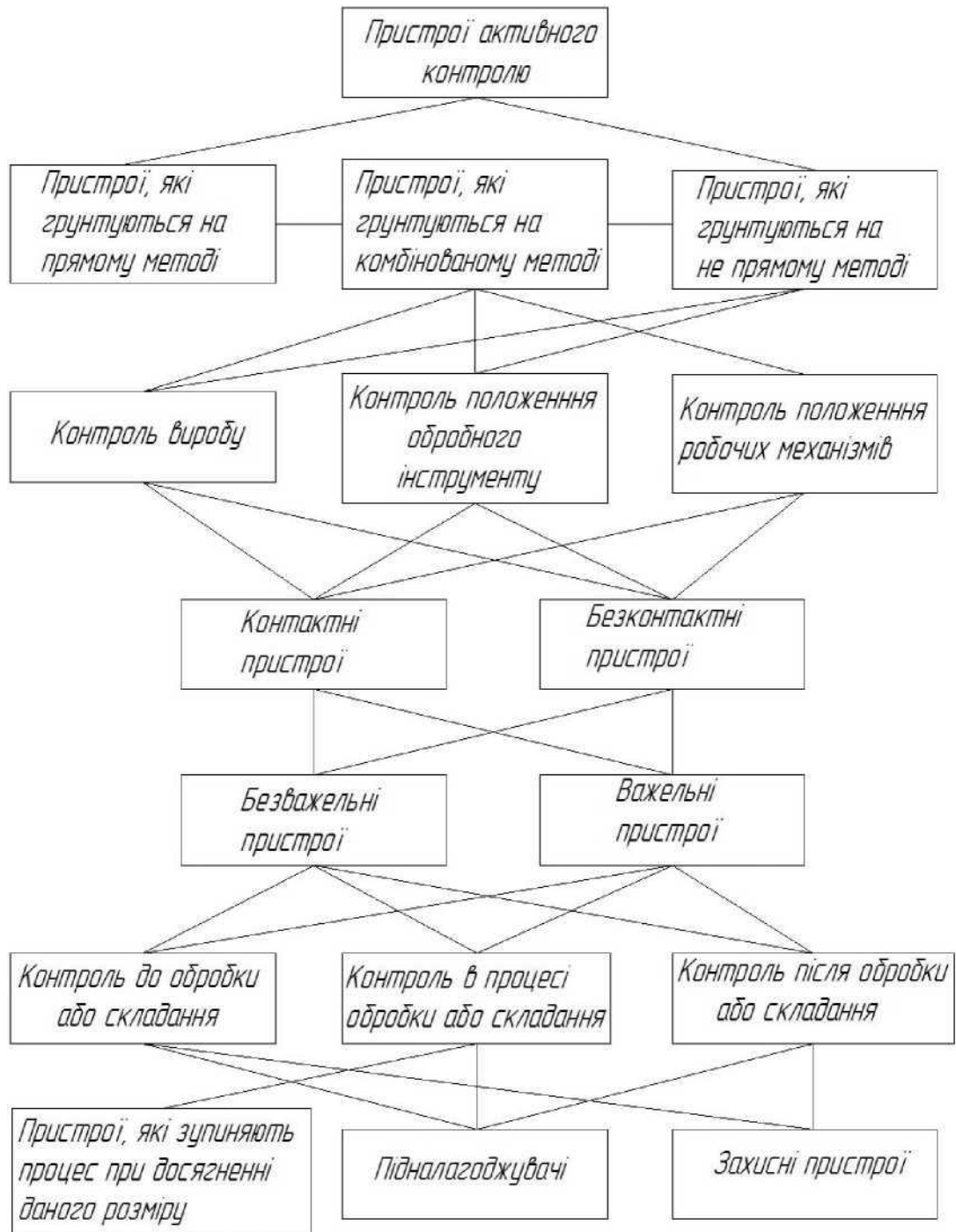


Рисунок 2.1 – Класифікація пристроїв активного контролю

Особливі умови роботи засобів активного контролю, які пов'язані з вібраціями верстатів та контрольованих деталей, наявністю охолоджувальної рідини, абразивного пилу, стружки як у навколишньому середовищі, так і на контрольованій поверхні; із силовими та температурними деформаціями

розмірних технологічних та метрологічних ланцюгів, висувають такі вимоги до конструкцій цих засобів:

- 1) стійкість проти вологи, абразивного пилю, стружки;
- 2) вібростійкість – забезпечення високої точності в умовах вібрацій;
- 3) надійність роботи в заданих межах точності;
- 4) максимальне виключення у вимірювальному засобі впливу силових та температурних деформацій розмірного технологічного ланцюга на результати контролю;
- 5) видавання певної кількості команд верстату.

За своїм призначенням датчики, які використовуються в технологічних агрегатах (верстатах), поділяють на шляхові, розмірні, силові, швидкісні та інші, а за характером сигналів, які створюють, – на механічні, електричні, фотоелектричні, пневматичні та гідравлічні.

Вимірювальні контактні прилади для прямих вимірювань поділяються на:

- 1) прилади, які контактують з вимірюваною поверхнею деталі у одній точці при вимірюванні внутрішнього та зовнішнього діаметрів (рис. 2.2).

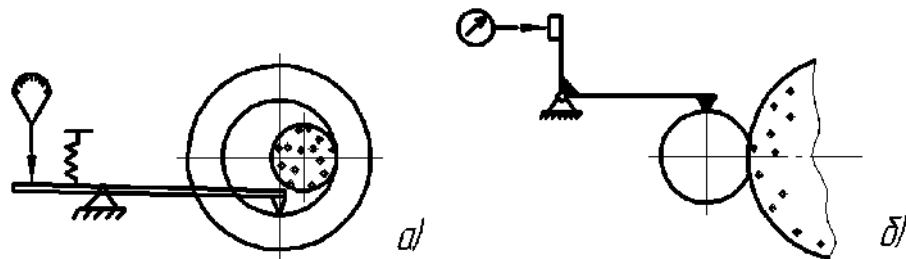


Рисунок 2.2 – Приклади вимірювань внутрішнього (а) та зовнішнього (б) діаметрів деталей

Переважно одноконтактні вимірювальні прилади застосовують для активного контролю при плоскому та безцентровому шліфуванні деталей, рідше – при зовнішньому та внутрішньому шліфуванні.

- 2) прилади, які контактують з вимірюваною поверхнею деталі у двох точках. Двоконттактні вимірювальні прилади застосовують для активного

контролю деталей на круглошліфувальних верстатах, внутрішньошліфувальних, хонінгувальних та інших верстатах (рис. 2.3).

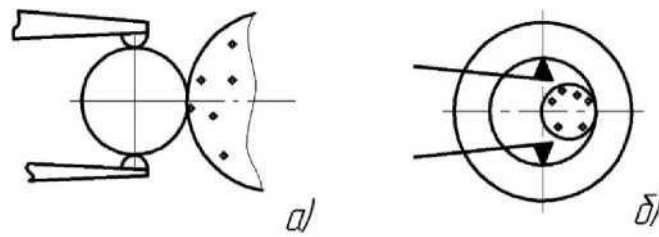


Рисунок 2.3 – Двоконтактні прилади для вимірювання поверхонь на круглошліфувальних верстатах (а) та внутрішньошліфувальних верстатах (б)

3) прилади, які контактують з вимірюваною поверхнею деталі у трьох точках. Триконтактні прилади застосовують для активного контролю на круглошліфувальних та внутрішньошліфувальних верстатах (рис. 2.4).

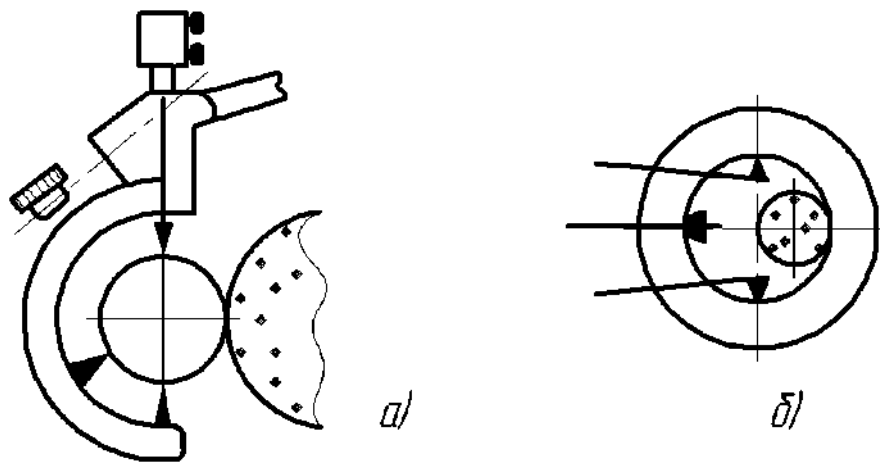


Рисунок 2.4 – Триконтактні прилади для вимірювання поверхонь на круглошліфувальних (а) та внутрішньошліфувальних (б) верстатах

4) прилади, які контактують по циліндричній поверхні, яка вимірюється. Ці вимірювальні прилади застосовуються для активного контролю отворів на внутрішньошліфувальних та хонінгувальних верстатах (рис. 2.5).

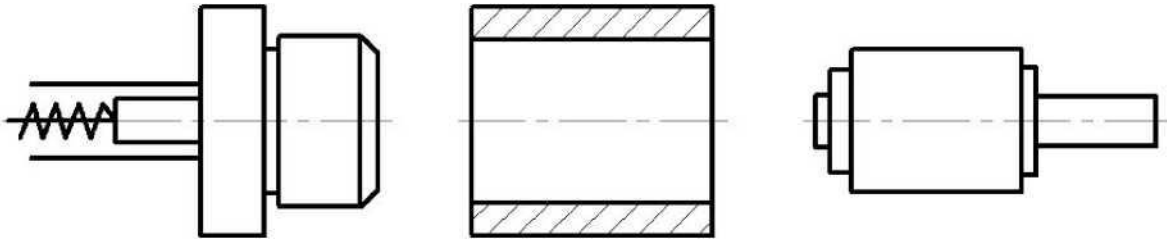


Рисунок 2.5 – Прилади, які контактують по циліндричній поверхні

5) контактні прилади з ковзним контактом. Вони поділяються на:

- межові – для контролю розмірів деталей по межових розмірах (в межах допуску);
- амплітудні – для контролю похибки форми деталі, взаємного розташування оброблених поверхонь деталі та для контролю розміру, який безперервно змінюється, тобто для контролю різниці між найбільшим та найменшим межовими значеннями розміру, який перевіряється.

У межових приладах зв'язок між вимірювальним штоком та рухомими контактами жорсткий, а у амплітудних – функціональний, який виконується у вигляді сектора обкочуваного по фрикційній пластині або у вигляді штифта, притиснутого до призми пружиною. При зміні розміру, викликаній відхиленням форми, наприклад, овальності, пересувається вимірювальний шток та фрикційно зв'язані з ним контакти.

Наприклад, при контролі конусності деталі задача звичайно зводиться до визначення різниці діаметрів у двох точках (рис. 2.6).

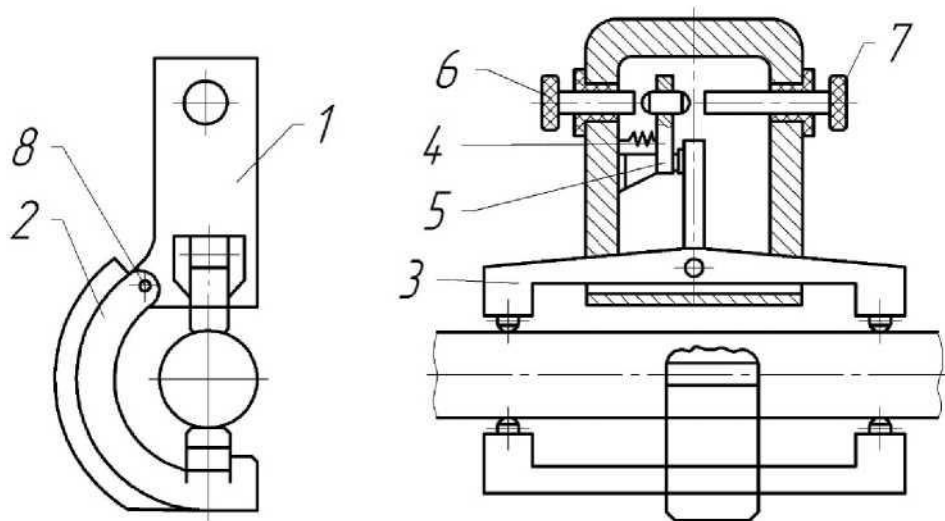


Рисунок 2.6 – Прилад для вимірювання конусності циліндричної поверхні

Виріб встановлюється у скобу 2, закріплену шарнірно у корпусі 1. До деталі у двох точках притиснуте вимірювальне коромисло 3, вертикальний важіль якого здійснює тиск на контактний важіль 4, який обертається навколо осі 5. При повороті важеля його контакти дотикаються до контактних гвинтів 6 та 7. При контролі виробу циліндричної форми контактний важіль стає у нейтральне положення і два контакти розімкнуті, а за наявності конусності повертається і замикає коло. Різниця у діаметрах контрольованих деталей компенсується поворотом скоби 2 навколо осі 8.

Є вимірювальні прилади для безконтактних вимірювань, але вони для активного контролю розмірів деталей застосовуються порівняно рідко.

Вимірювальні прилади для непрямих вимірювань поділяють на:

- 1) прилади, які контролюють положення різальних граней різального інструменту відносно оброблюваної поверхні;
- 2) прилади, які контролюють переміщення вузла верстата з різальним інструментом.

2.4 Автоматичні підналадчики

В системі з автоматичною підналадкою програма задається та перевіряється за допомогою різних пристроїв, які подають команди до загального пристрою керування. В найпростішому випадку для задання програми застосовують упори, які обмежують подачу виконавчого органу. Інколи носієм програми служить командоапарат – в цьому випадку команда, яка надходить до пристрою керування, попередньо підсилюється.

Після виконання програми оброблена деталь контролюється вимірювальним пристроєм підналадчика. Якщо з верстата сходять деталі з розмірами, які не виходять з поля допуску, контрольний пристрій 2 не подає ніяких команд. Але як тільки з будь-якої причини, наприклад, внаслідок зношення інструмента, розмір деталі наближається до межового розміру, по колу зворотного зв'язку подається команда на підналадку верстата. Ці команди надходять до пристрою керування, туди ж, куди надходять команди від програмоносія, і керівний пристрій виконує вже скоректовану програму.

Найбільше поширення для автоматизації металорізального обладнання дістали автопідналадчики для шліфувальних верстатів. Як приклад розглянемо релейну систему регулювання діаметра деталі, яка шліфується на безцентрово-шліфувальному верстаті (рис. 2.7). В цій системі діаметр шліфування вимірюється індуктивним диференційним датчиком 1. Цей датчик, на відміну, наприклад, від простого індуктивного датчика, має переваги, тому що останній для вимірювання переміщення в обох напрямках має мати початковий повітряний зазор і початковий струм I_0 . Це створює незручність у вимірюванні і значні похибки від коливань температури і живильної напруги. Диференційний датчик до того ж має вдвічі більшу чутливість.

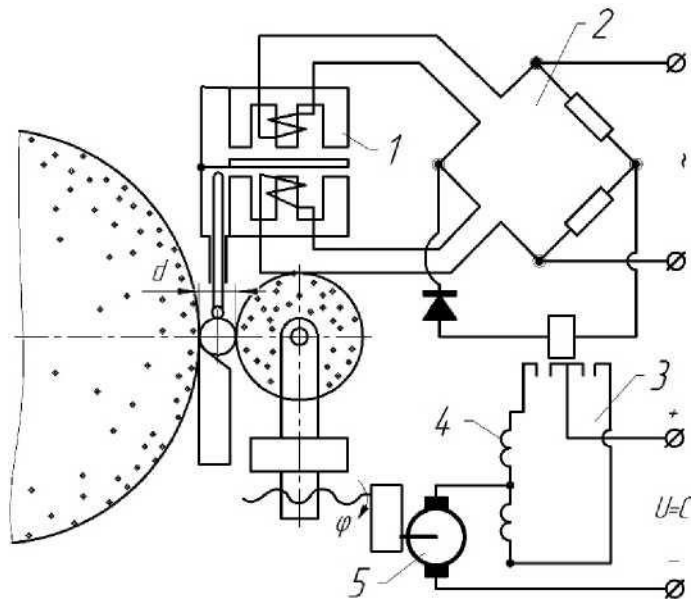


Рисунок 2.7 – Релейна система автоматичної підналадки безцентрово-шліфувального верстата

Котушки датчика ввімкнені у плечі містка 2, який керується поляризованим реле 3. Його середній контакт залежно від знака струму в діагоналі містка 2, тобто залежно від знака відхилення регульованої величини d , замикається з правим або лівим контактом, вмикаючи струм або в одну, або в іншу обмотку 4 збудження двигуна 5. В результаті цього гвинт отримує обертання або в один, або в інший бік, відповідно рухома бабка з ведучим кругом, переміщується у відповідний бік.

2.5 Автоматичні блокувальні пристрої

Блокувальні пристрої на відміну від підналадчиків не виконують автоматичну підналадку, а тільки зупиняють верстат, коли зношення інструмента чи з інших причин розмір деталей виходить за контрольні межі або коли потрібна обробка взагалі не відбулася, що можливо при поломці інструмента.

Одним з прикладів може слугувати конструкція скоби з блокувальним

клапаном. Зміна зовнішнього діаметра шліцьового валу в процесі шліфування (рис. 2.8) перетворюється губками 1 та 11, закріпленими на каретках 2, в зміну зазору Z між соплом 7 та гвинтом-засувкою 10.

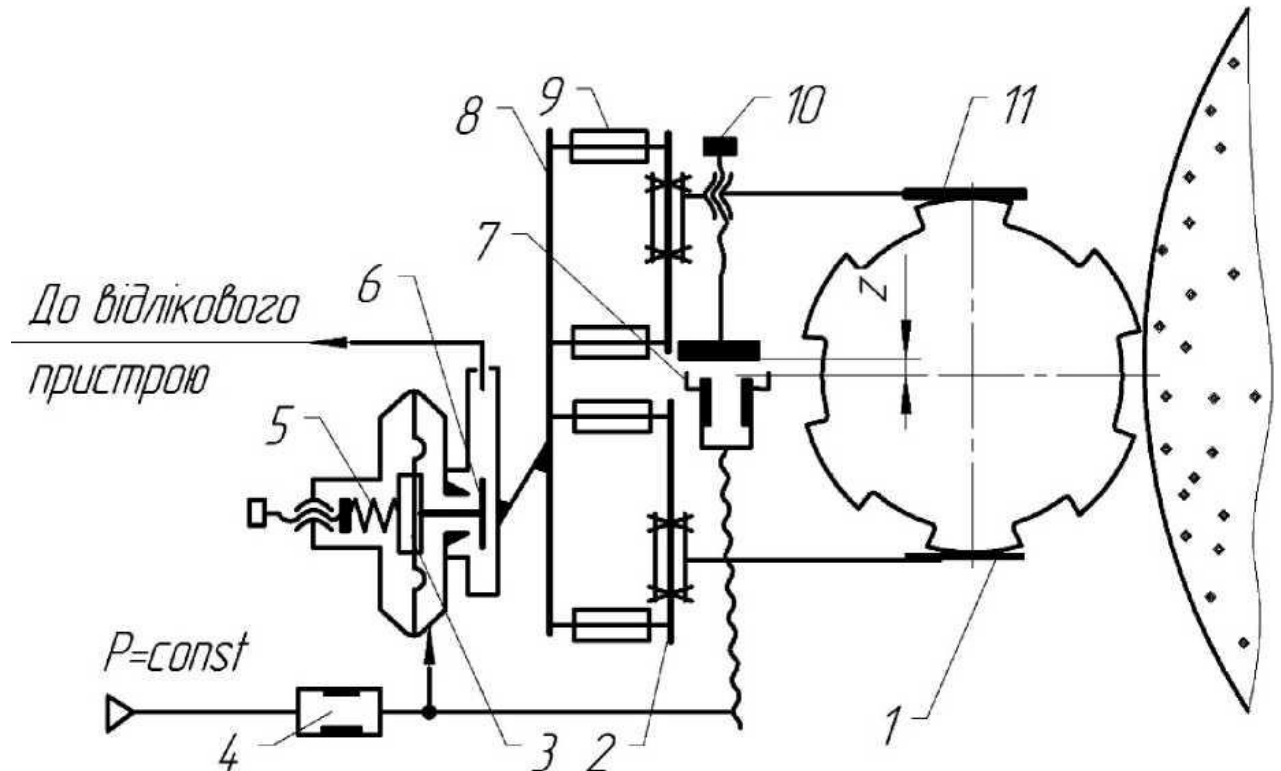


Рисунок 2.8 – Вимірювальний пристрій з блокувальним клапаном

Каретки 2 підвішені до нерухомої основи 8 за допомогою плоских пружин 9.

Залежно від зазору Z у вимірювальній камері (простір між соплом 7 та вхідним соплом 4) встановлюється певний вимірювальний тиск P , який через канал клапана 6 надходить до відлікового пристрою. Коли контактні поверхні губок стануть над розривами, засувка-гвинт 10 сяде на захисну коронку сопла 7, вимірювальний тиск різко збільшиться, мембрана 3, долаючи зусилля пружин 5, закриє клапан 6. Відліковий пристрій буде ізолюваний від прийому хибної інформації. Розсіювання розмірів в партії деталей зі шліцьовою поверхнею, оброблених за допомогою цього приладу, становить 6–8 мкм.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНИХ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ РОЗМІРІВ

Автоматизація виробництва сучасних машин вимагає значного підвищення продуктивності, точності, надійності і достовірності вимірювань. Важливо, щоб вимірювання попереджувало появу браку. З цією метою все ширше застосовують автоматичні засоби контролювання.

Автоматизація засобів вимірювання і контролювання займає одне з важливих місць в комплексній автоматизації виробничих процесів.

Автоматичний пристрій для контролю розмірів повинен виконувати всю сукупність операцій, необхідних для порівняння дійсних розмірів кожного виробу з заданими, залежно від результатів цього порівняння пристрій, повинен сортувати вироби на кілька груп або змінювати режим роботи основного технологічного обладнання.

Автоматизація технічного контролю є суттєвим етапом автоматизації промисловості, бо питома вага технічного контролю в сучасних виробництвах дуже значна. Автоматичні контрольні пристрої поділяють на кілька основних груп:

1. Контрольні сортувальні пристрої, які сортують готові вироби на придатні й браковані, а часто ще й придатні вироби на ряд вимірних груп для селективного складання (пасивні методи контролю).

2. При контролі в процесі оброблення автоматичний пристрій може давати команди виконавчим пристроям і припиняти обробку при досяганні потрібного розміру (активні методи контролю).

Автоматичні пристрої для контролю і сортування виробів дуже різноманітні. Проте всі вони включають повністю або частково (головні) пристрої: завантажування, транспортування, вимірювання, пристрої пам'яті і сортування.

Основну функцію виконує вимірювальний пристрій. Він визначає належність даного виробу до тієї чи іншої групи і дає команду сортувальним пристроям. Пристрій пам'яті або, як його називають інакше, пристрій запасу імпульсу, запасає імпульс на час, який відповідає проміжку між моментом контролю і моментом сортування виробів.

Сортувальний виріб направляє пристрій у відповідний канал залежно від належності його до тієї чи іншої групи.

Вимірювальні пристрої контрольних автоматів можна поділити на дві групи:

- безпосередньої дії;
- перетворення імпульсу.

У вимірювальних пристроях безпосередньої дії контролюючий виріб під тиском або під дією власної ваги проштовхується через калібр і залежно від проходження чи непроходження через нього попадає в ту чи іншу групу.

Калібр виконує тут одночасно функції вимірювального і сортувального приладу.

На рис. 3.1 зображено клиновий калібр для конічних роликів із обов'язковим переміщенням виробів. Нерухомі ролики (валики) 1 і 3 з непаралельними осями утворюють клиновий калібр. Навколо валика 3 обертається шнек 4, який переміщує виріб 2 уздовж щілини клинового калібру.

При контролі лінійних розмірів виробів доводиться мати справу з малими відхиленнями від їх номінального значення. Значення цих відхилень у більшості випадків доводиться збільшувати, а потім перетворювати. В цих випадках можна використовувати механічні вимірювальні пристрої з перетворенням імпульсу. За механічним способом перетворення імпульсу переміщення штока, який торкається з виробом, масштабується за допомогою системи важелів. Схеми такого контролю зображено на рис. 3.2.

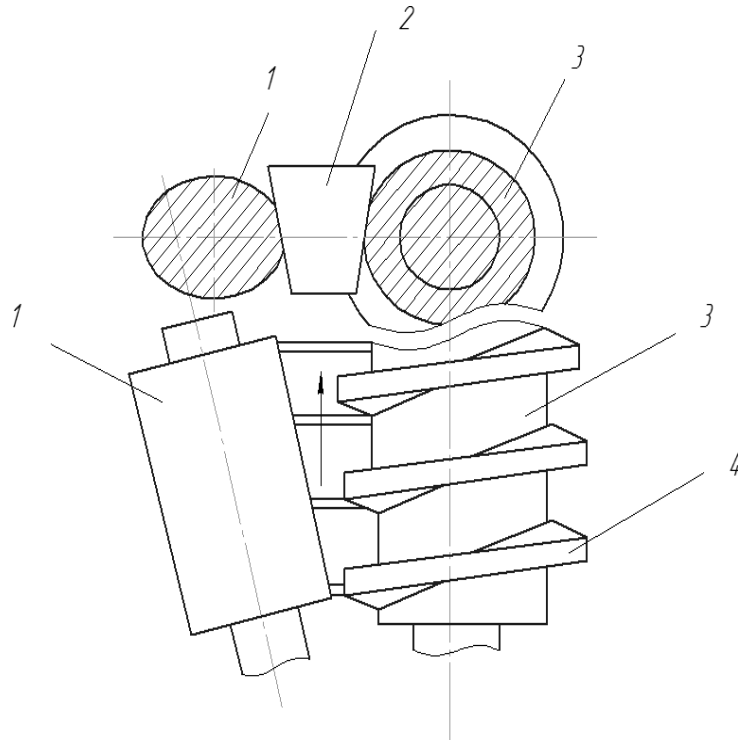


Рисунок 3.1 - Клиновий калібр для конічних роликів

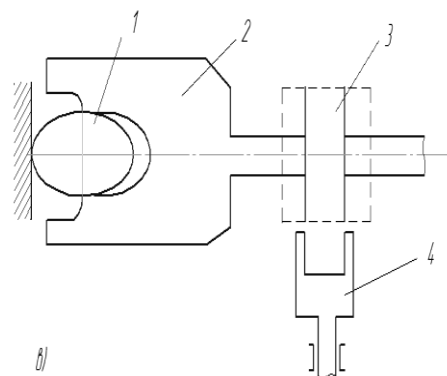
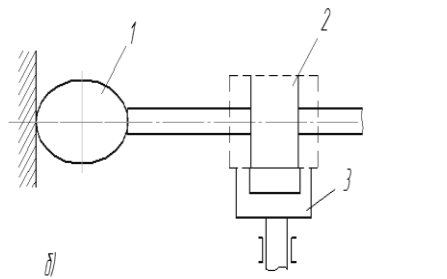
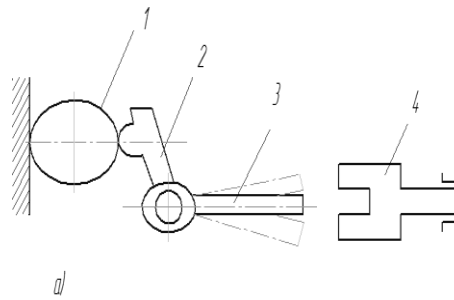


Рисунок 3.2 - Схеми контролю перетворення імпульсу

3.1 Електроконтактні вимірювальні пристрої

Суть електроконтактного методу полягає в тому, що переміщення вимірювального щупа викликає замикання чи розмикання електричних контактів при відхиленнях розміру чи геометричної форми виробу, які виходять за границю допустимих.

Залежно від призначення електроконтактні пристрої виконують одномежевими, двомежевими, і багатомежевими.

Одномежові пристрої розбивають вироби на групи з розміром, відмінним від встановленого.

Двомежові пристрої поділяють деталі на три групи: з розмірами, які знаходяться у встановленому полі допуску і виходять з поля допуску. Такі пристрої набули найбільшого поширення.

Багатомежові пристрої використовують для сортування деталей на певне число груп. Контактні вимірювачі розбивають на дві групи:

- з переміщенням контактів, що дорівнюють переміщенню вимірювального елемента – безважільні.
- з переміщення контактів на більшу відстань у порівнянні з переміщенням вимірювального елемента – важільні.

Схеми контактних вимірювальних пристроїв зображено на рис. 3. 3.

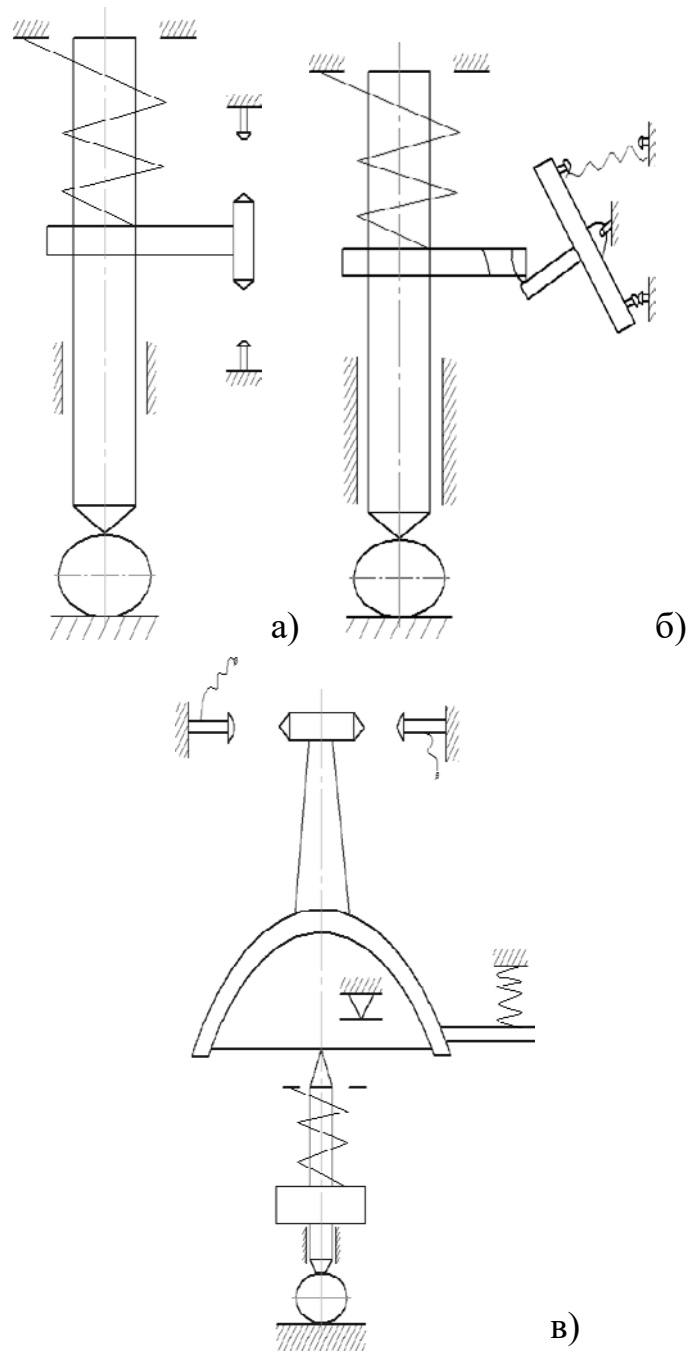


Рисунок 3.3 - Схема контактних вимірювальних пристроїв

3.2 Віброконтактні вимірювальні пристрої

Контактні методи вимірювання мають недолік, тому що наконечник при тривалому контакті з оброблюваною поверхнею дуже зношується і втрачається точність вимірювання. Перервний контакт вимірювального

пристрою може бути здійснений в вигляді віброуючого щупа. Такий щуп при кожному коливанні торкається контролюючої поверхні на дуже короткий час (порядку мікросекунди). У зв'язку з цим практично відсутнє ковзання наконечника по поверхні деталі(рис. 3.4).

При коливаннях різнойменними полюсами постійних магнітів якір перемагнічується і в котушці генератора генерується струм, пропорційний швидкості зміни магнітного потоку в якорі. Ця швидкість при постійній частоті коливань визначається розмахом коливань віброуючого щупа. Точність вимірювання – до 1 мкм.

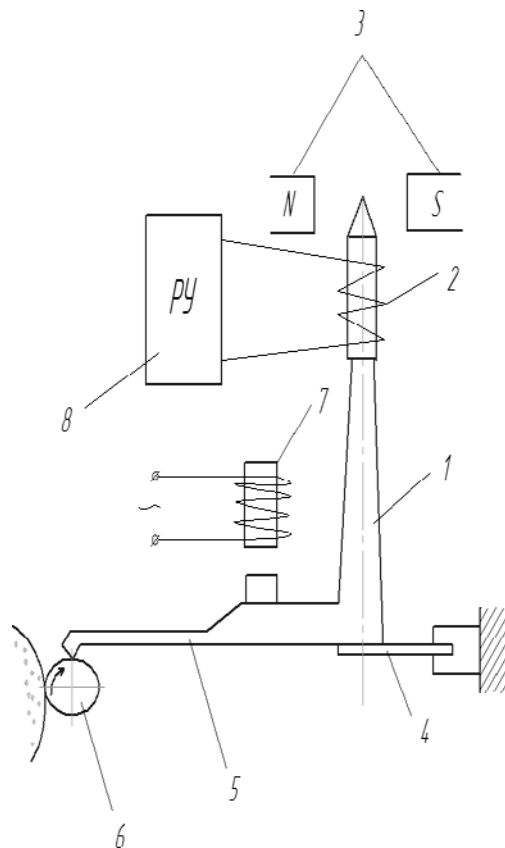


Рис. 11.4. Віброконтактні вимірювальні пристрої:

- 1) наконечник з якорем; 2) щуп; 3) котушка генератора; 4) постійний магніт; 5) пружина; 6) контрольна деталь; 7) вібратор; 8) пристрій для реєстрації

3.3 Електроіндуктивні та ємнісні вимірювальні пристрої

В основі електроіндуктивного методу вимірювання лежить процес, коли зазор між якорем і магнітопроводом однієї з котушок збільшується, а другої – зменшується, що появляється при зміні розмірів оброблюваної поверхні. Внаслідок цього індуктивність першої котушки падає, а другої – зростає. Фіксуючи (реєструючи) цю зміну можна робити висновки про розміри деталі (рис 3.5).

На рис. 3.6 представлений ємнісний вимірювальний пристрій. Вимірювальний стержень 2 підвішений на гнучких мембранах 3 і несе систему рухомих пластин 5, які розташовані між двома системами нерухомих пластин 4 і 6 і утворюють два конденсатори, ємність яких визначається розміром виробу.

Контроль виробу зводиться до вимірювання відхилень ємності від заданої величини при зміні параметрів оброблюваних поверхонь.

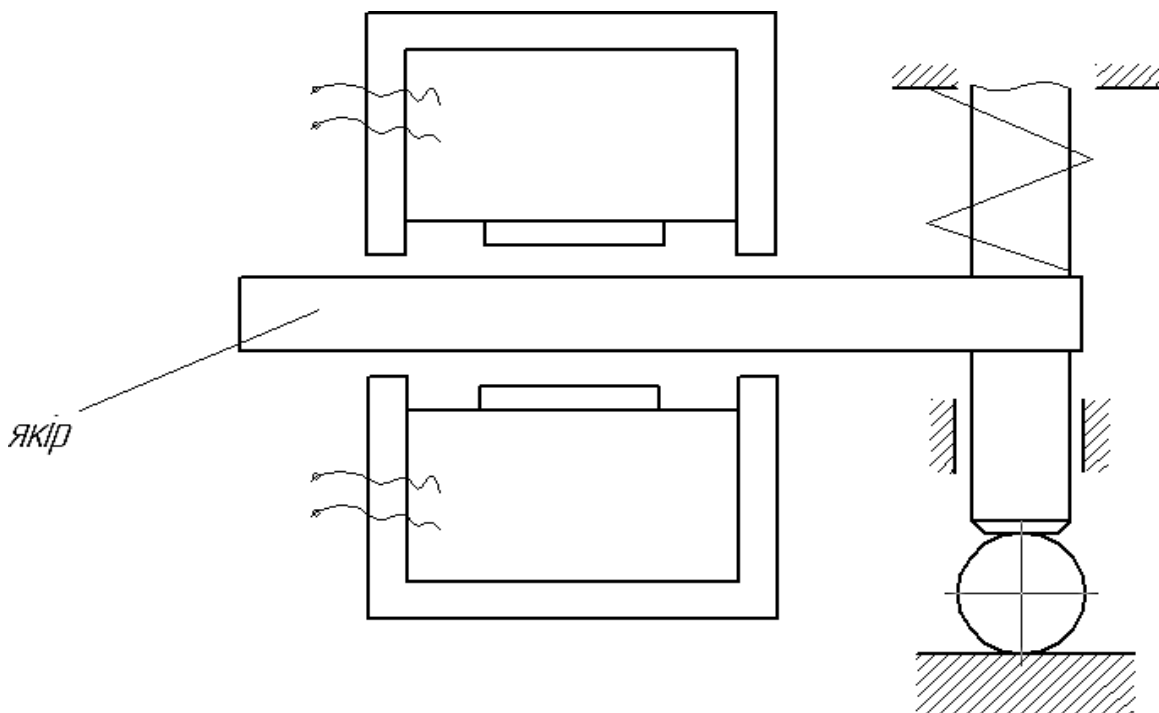


Рисунок 3.5 - Електроіндуктивні вимірювальні пристрої

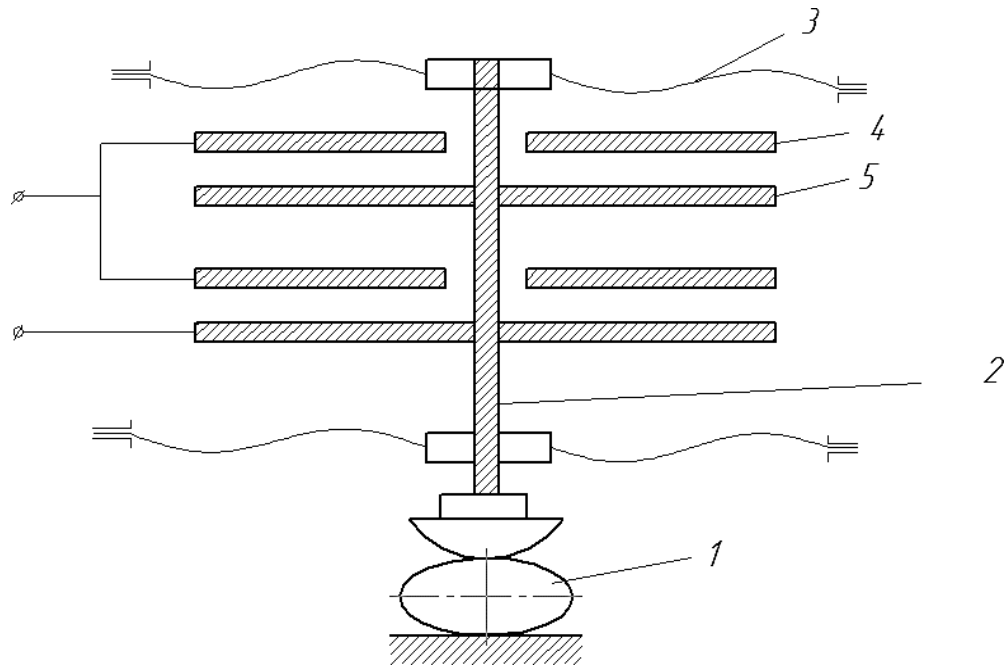


Рис. 3.6 - Ємнісний вимірювальний пристрій

3.4 Фотоелектричні та пневматичні вимірювальні пристрої

Фотоелектричні датчики (фотодатчики) використовуються в автоматичі для перетворення в електричний сигнал різних неелектричних величин: механічних переміщень, швидкості розмірів рухомих деталей, температури, освітленості, прозорості рідкої чи газової середовища і т. д.

За принципом кодування інформації фотодатчики можна розділити на дві групи: з амплітудною модуляцією світлового потоку і з тимчасовою або частотною модуляцією. У датчиків з амплітудною модуляцією значення фотоструму пропорційно світловому потоку, залежному від керованої (контрольованої) неелектричної величини. У датчиків з тимчасовою або частотною модуляцією фотострум змінюється дискретно за рахунок повного або часткового переривання світлового потоку від впливу неелектричної величини. Інформація про керований (контрольованому) параметрі кодується в цих датчиках у вигляді числа, частоти або тривалості імпульсів фотоструму.

На рис. 3.7 зображена схема фотоелектричного вимірювального

пристрою на фотоопорах.

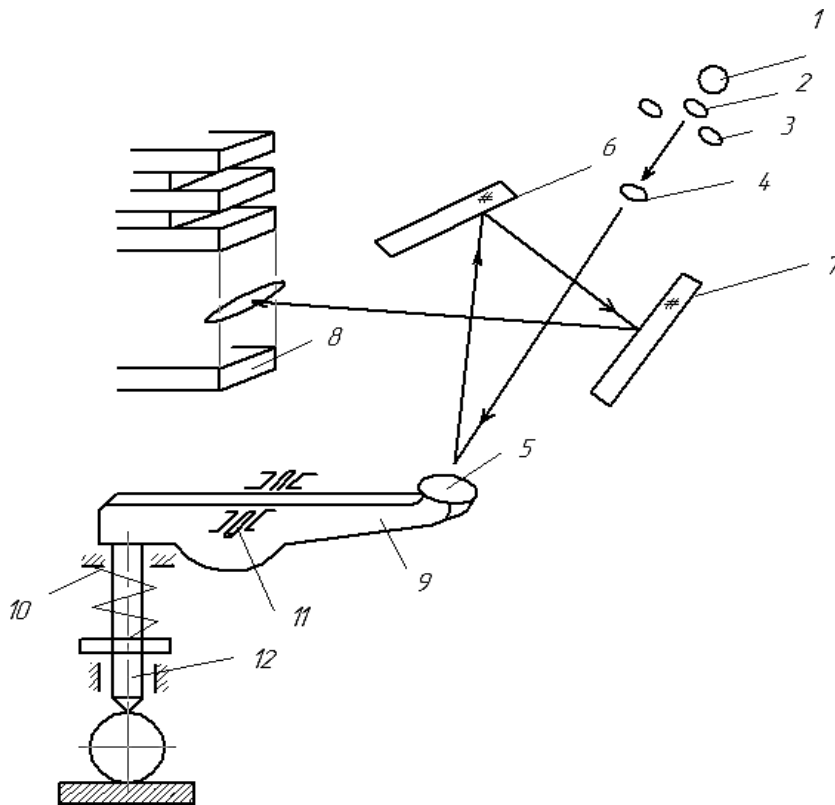


Рис. 3.6 - Фотоелектричний вимірювальний пристрій

Світло від лампи 1 через конденсатор 2, діафрагму 3 і об'єктив 4 подає на рухоме дзеркало 5 і, відбившись від нього, а потім від нерухомих дзеркал 6 і 7, попадає на блок фотоопорів 8. Дзеркало 5 встановлено на довгому плечі важеля 9, який може обертатися навколо осі П. Коротке плече важеля 9 пов'язане з вимірювальним штоком 12.

Залежно від розміру виробу дзеркало 5 займає у просторі визначене положення і промінь світла попадає на той чи інший фотоопір, різко зменшуючи його омичний опір. Струм, що протікає через фотоопір, різко зростає і досягає значення, яке призводить до спрацювання високоомного реле, що увімкнене послідовно з фотоопором. Такий пристрій дозволяє сортувати деталі на 50 – 100 груп через 1 мкм.

В основі пневматичного методу лежить залежність між витратами повітря, яке витікає через малий отвір, чи тиску перед отвором і його величиною.

Якщо через камеру з двома розташованими один за другим отворами 1 і 2 (рис. 3.7) протікає повітря при постійному тиску P_1 перед камерою, то тиск P_2 в камері між отворами буде залежати від відношення перерізів отворів.

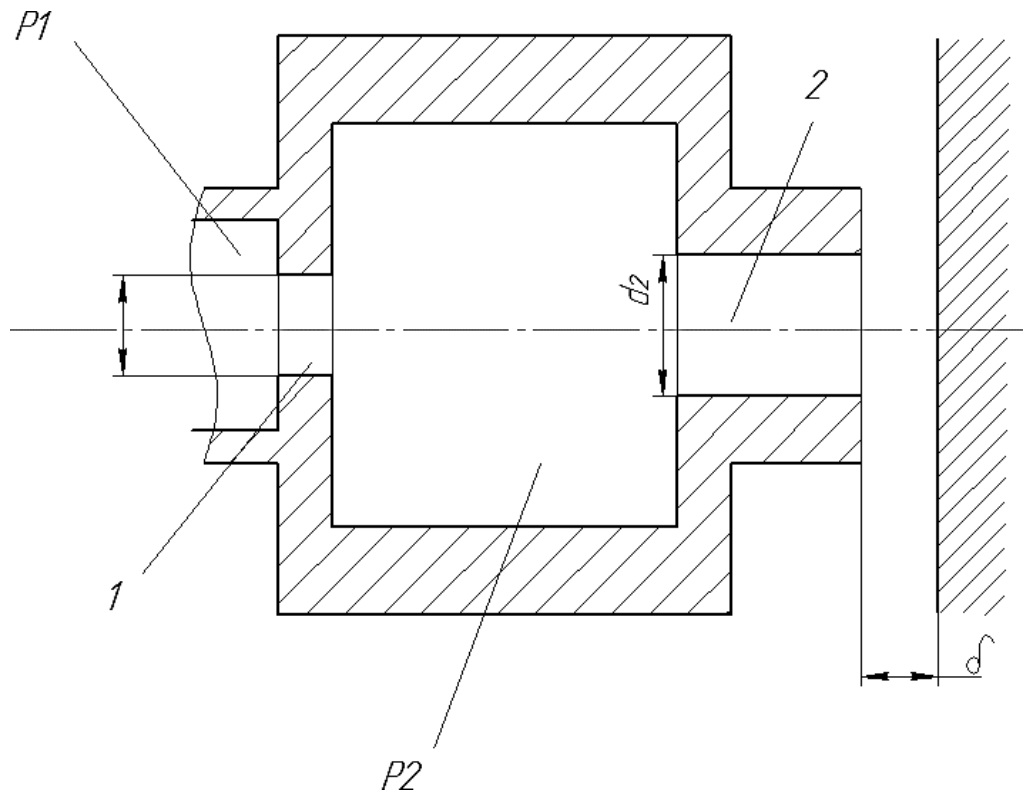


Рис. 3.7 - Пневматичні вимірювальні пристрої

Прикриваючи отвір 2 (вимірювальне сопло) площиною і змінюючи цим величину кільцевого зазору, через який повітря виходить в атмосферу, за величиною тиску P_2 можна сказати про відстань між краями отвору і площиною. При контролі виріб переміщується між вимірювальною базою і соплом 2. Відстань між краями сопла і поверхнею виробу, а, отже, і переріз кільцевої щілини між ними залежать від розміру виробу.

Пневматичні контрольні прилади поділяють на три типи:

1. Низького тиску з водяним манометром, які працюють при тиску повітря в межах 500 – 1200 мм вод. ст. (рис. 3.8). Прилад складається з

посудини 1 з зануреною в неї трубкою 2, яка служить для підтримання постійності тиску повітря, вимірювальної камери 4, з жиклером 3, манометром 5, вимірювальним пристроєм 6.

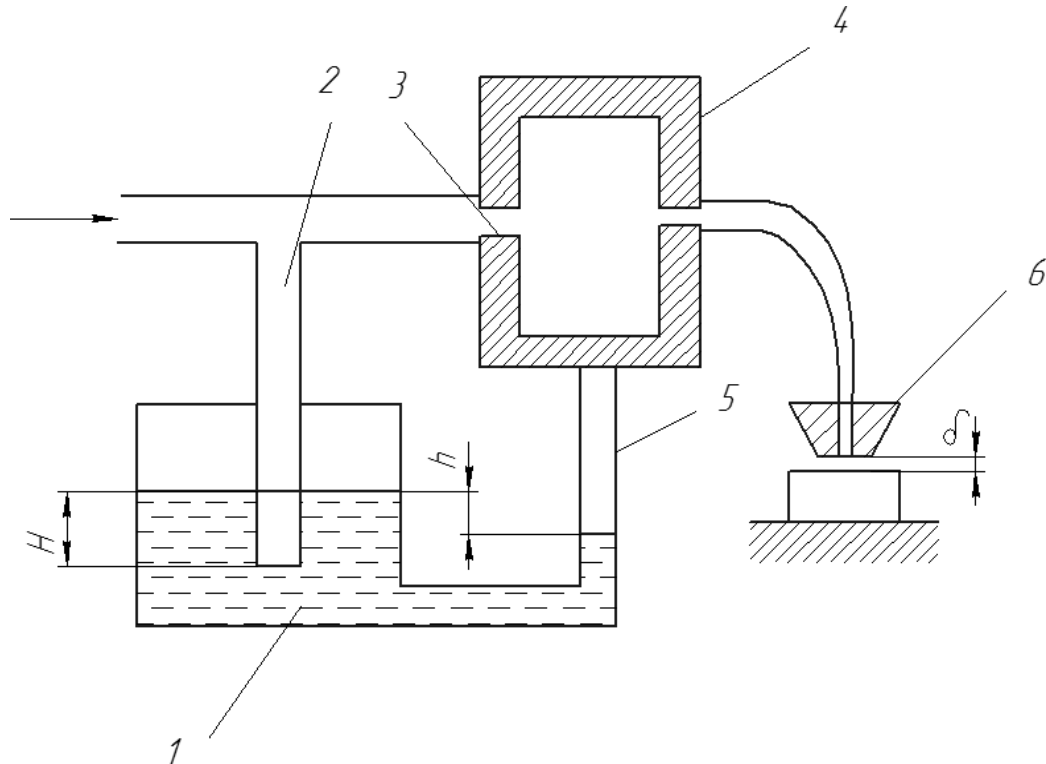


Рис. 3.8 - Пневматичні прилади низького тиску

Тиск повітря H , яке надходить у камеру, залежить від занурення трубки 2. При підвищенні тиску надлишок повітря виділяється у вигляді бульбашок і тиск зберігається незмінним. Різниця рівнів у посудині 1 і манометрі 5 залежить від величини зазору між датчиком 5 і виробом. Манометрична трубка 5 градуйована в мікронах.

Основні параметри таких приладів пов'язані і до них відносять:

- надлишковий тиск у вимірювальній камері;
- надлишковий тиск повітря, що надходить;
- перерізи вхідного і вихідного отворів;
- відношення коефіцієнтів витрати через вихідний і вхідний отвори.

2. Прилади високого тиску (рис 3.9). Зі стабілізатора 1 стиснене повітря через вхідне сопло 2 надходить до вимірювального пристрою 4. Зміну тиску між соплами реєструється манометром 3. Продуктивність цих приладів майже в два рази вища, ніж приладів низького тиску.

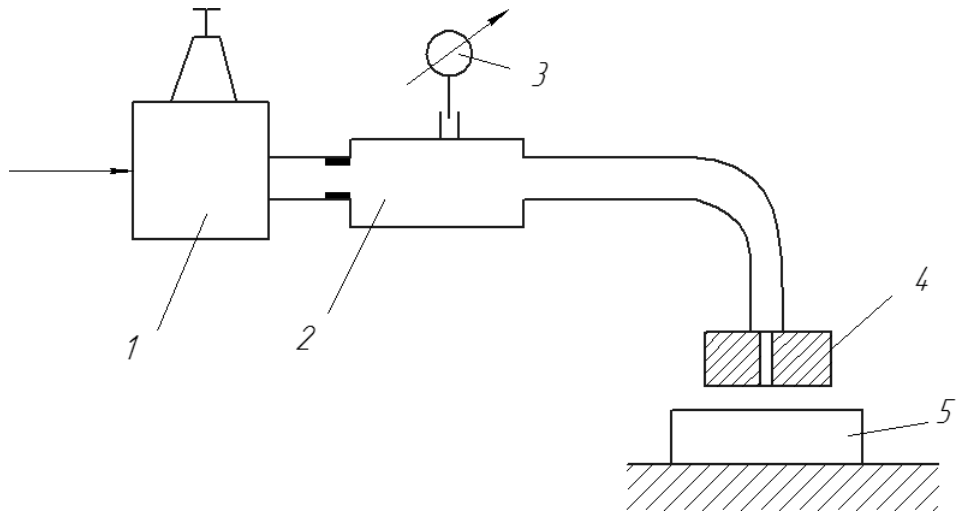


Рис. 3.9 - Пневматичні прилади високого тиску

3. Пневматичні вимірювальні пристрої з ротаметром (рис 3.10). В таких пристроях вимірюється витрата повітря, яке виходить через вимірювальне сопло. Ротаметр являє собою конічну скляну трубку 2, всередині якої знаходиться поплавок 1. Струмін повітря, який проходить знизу вгору, підтримує поплавок у зрівноваженому стані. Поплавок піднімається в конічній трубці тим вище, чим більша витрата повітря. Динамічна рівновага настає, коли між поплавком і стінками конічної трубки утворюється кільцева щілина, витрата повітря через дорівнює витраті повітря через вимірювальний пристрій. Положення поплавка є мірою зходу повітря.

Положення поплавка є мірою розходу повітря.

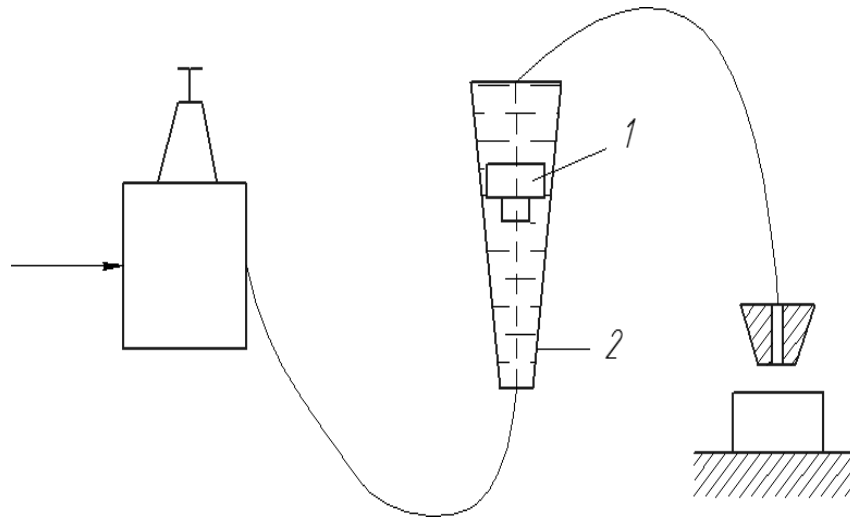


Рис. 3.10 - Пневматичні вимірювальні пристрої з ротаметрами

Переваги пневматичних методів контролю можна констатувати за такими параметрами:

1. Висока чутливість і можливість отримати точність вимірювань порядку частин мікрметра при простій апаратурі.
2. Контроль розмірів виробів без торкання з ними вимірювального елемента.
3. Можливість контролю розмірів виробів складної форми і внутрішніх розмірів виробів, а саме, виробів малого діаметра.

Схеми вимірювальних пристроїв зображено на рис. 3.11.

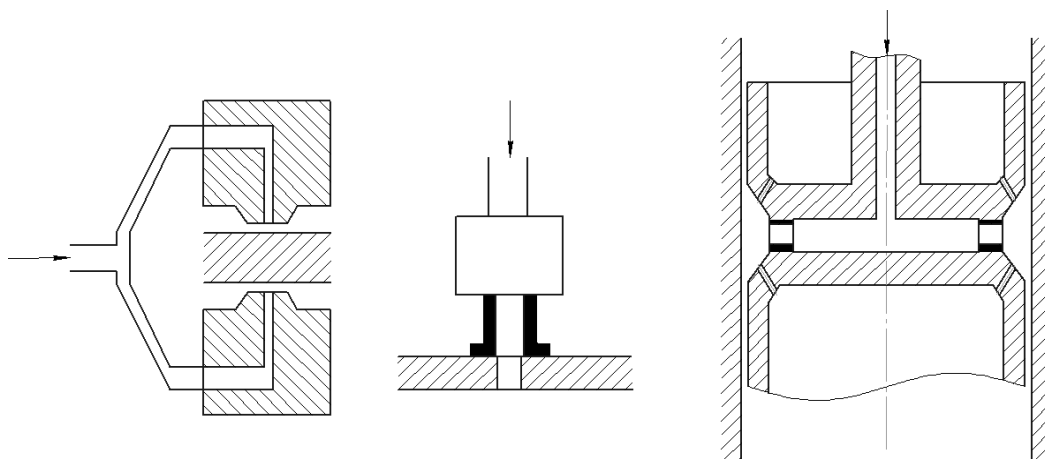


Рис. 3.11 - Схеми вимірювальних пристроїв

3.5 Вимірювальні системи з радіоактивними ізотопами та сортувальні механізми

На рис. 3.12 зображена вимірювальна система з радіоактивними ізотопами. Пристрій складається з випромінювача 1, приймача 2, підсилювача 3 і високоомного реле 4.

Джерелом випромінювання є контейнер із радіоактивним ізотопом, що дає м'яке гамма-випромінювання. Жорстке гамма - випромінювання неприємне, бо воно легко проходить через стінку діафрагми, а також через край деталі. Бета- випромінювання непридатне, бо воно значною мірою поглинається охолоджуючою речовиною. Приймачем служить лічильник частинок.

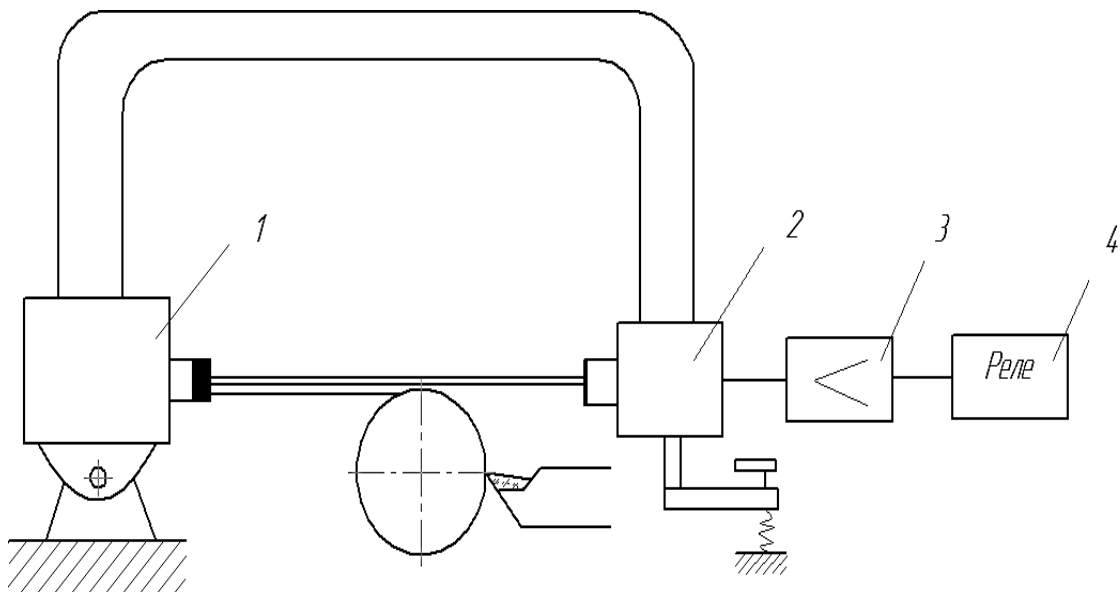


Рис. 3.12 - Вимірювальна система з радіоактивними ізотопами

Точність вимірювань дорівнює 0,3-0,5 мкм.

Найбільшого поширення набув метод для контролю розмірів нагрітих і розжарених деталей і напівфабрикатів.

Призначення: примусовий розподіл контролюючих деталей по відповідних приймачах.

Для прикладу, на рис. 3.13 зображено дві схеми сортувальних механізмів із заслінкою.

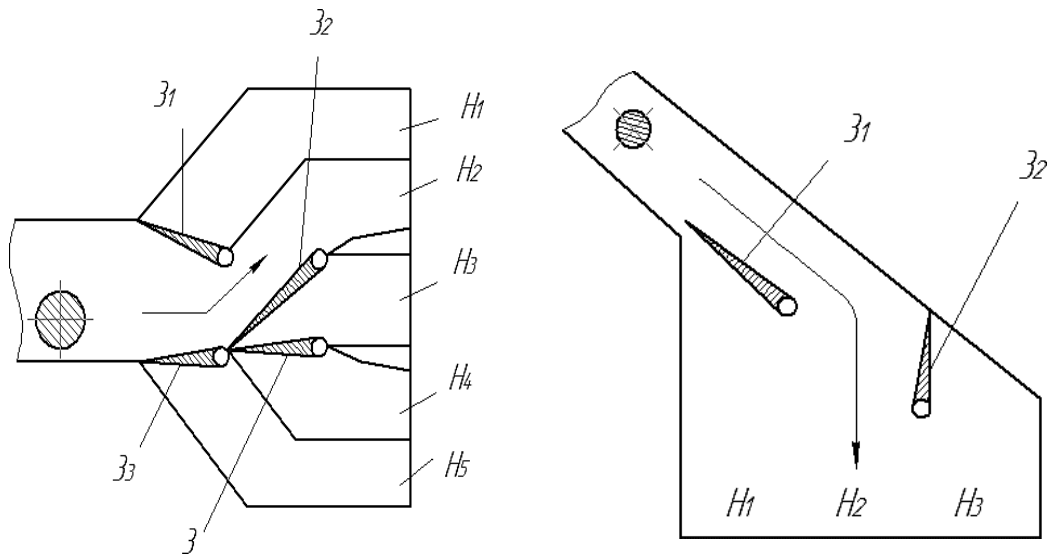


Рис. 3.13 -. Сортувальні механізми з заслінкою

Сортувальні механізми складаються з направляючих жолобів і заслінок, пов'язаних з електромагнітними середовищами засобами керування. При спрацюванні електромагніту відповідна заслінка повертається і подає проконтрольований виріб у направляючий жолоб, як показано стрілкою. При вимкнених електромагнітах усі заслінки відтягнуті пружинами і виріб надходить у жолоб Н₃.

ВИСНОВКИ

Існують багато галузей в медицині, практичній і науковій діяльності, де вимірювання геометричних розмірів об'єктів можливе лише з використанням їх зображень. В роботі проведено огляд існуючих методів попередньої обробки зображень, та встановлено, що актуальною є розробка нових та удосконалення існуючих методів обробки зображень та алгоритмів автоматизованого вимірювання геометричних параметрів об'єктів.

Автоматичний контроль широко застосовується в різних галузях промисловості.

У машинобудуванні застосовують два методи контролю деталей:

- 1) технологічний – активний;
- 2) післяопераційний – пасивний контроль.

Активний контроль – контроль деталей виконується в процесі їх обробки на верстаті спеціальними вимірювальними пристроями (контроль, який керує технологічним процесом обробки деталей).

Пасивний контроль – контроль деталей виконується після їх обробки на верстаті шляхом розбраковки або сортування по групах за допомогою контрольних та сортувальних напівавтоматів та автоматів (післяопераційний контроль).

Залежно від призначення засоби активного контролю поділяють на чотири групи:

- 1) пристрої, які контролюють деталі безпосередньо в процесі їх обробки на верстаті;
- 2) підналадчики;
- 3) блокувальні пристрої;
- 4) пристрої, які контролюють деталі перед обробкою на верстаті.

Сучасні вимірювальні прилади для активного контролю переважно застосовуються для контролю одного розміру і рідше – декількох розмірів деталі.

Ці прилади використовують для автоматичного контролю розмірів деталей із суцільними та переривчастими поверхнями (рис. 2.1).

Застосування тих чи інших засобів автоматичного контролю залежить переважно від таких основних факторів:

- 1) точності деталей, які вимірюються;
- 2) їх форми та розмірів;
- 3) кількості параметрів, які контролюються;
- 4) потрібної продуктивності;
- 5) економічності.

Як відомо, вимірювальні прилади, зокрема вимірювальні контрольні пристрої, поділяються на пристрої, основані на:

- 1) прямому методі вимірювання;
- 2) непрямому;
- 3) комбінованому.

При прямому методі вимірювання наконечник контрольного пристрою весь час знаходиться в контакті з поверхнею контрольованої деталі та безпосередньо контролюється її розмір. За досягнення заданого розміру контрольний пристрій автоматично подає сигнал про закінчення обробки або необхідності зміни її режиму.

Контрольні пристрої, які основані на непрямому методі вимірювання, не мають безпосереднього дотикання з поверхнею деталі, тому що закінчення процесу обробки визначається тут не моментом досягнення деталлю заданого розміру, а величиною переміщення робочого органу верстата, який несе різальний інструмент.

При комбінованому методі вимірювання контролюється одночасно положення різального інструменту та розмір оброблюваної поверхні.

Автоматизація виробництва сучасних машин вимагає значного підвищення продуктивності, точності, надійності і достовірності вимірювань. Важливо, щоб вимірювання попереджувало появу браку. З цією метою все ширше застосовують автоматичні засоби контролювання.

Автоматизація засобів вимірювання і контролювання займає одне з важливих місць в комплексній автоматизації виробничих процесів.

Автоматичний пристрій для контролю розмірів повинен виконувати всю сукупність операцій, необхідних для порівняння дійсних розмірів кожного виробу з заданими, залежно від результатів цього порівняння пристрій, повинен сортувати вироби на кілька груп або змінювати режим роботи основного технологічного обладнання.

Автоматизація технічного контролю є суттєвим етапом автоматизації промисловості, бо питома вага технічного контролю в сучасних виробництвах дуже значна. Автоматичні контрольні пристрої поділяють на кілька основних груп:

1. Контрольні сортувальні пристрої, які сортують готові вироби на придатні й браковані, а часто ще й придатні вироби на ряд вимірних груп для селективного складання (пасивні методи контролю).

2. При контролі в процесі оброблення автоматичний пристрій може давати команди виконавчим пристроям і припиняти обробку при досяганні потрібного розміру (активні методи контролю).

Автоматичні пристрої для контролю і сортування виробів дуже різноманітні. Проте всі вони включають повністю або частково (головні) пристрої: завантажування, транспортування, вимірювання, пристрої пам'яті і сортування.

Основну функцію виконує вимірювальний пристрій. Він визначає належність даного виробу до тієї чи іншої групи і дає команду сортувальним пристроям. Пристрій пам'яті або, як його називають інакше, пристрій запасу імпульсу, запасає імпульс на час, який відповідає проміжку між моментом контролю і моментом сортування виробів.

Сортувальний виріб направляє пристрій у відповідний канал залежно від належності його до тієї чи іншої групи.

Вимірювальні пристрої контрольних автоматів можна поділити на дві групи:

- безпосередньої дії;
- перетворення імпульсу.

При контролі лінійних розмірів виробів доводиться мати справу з малими відхиленнями від їх номінального значення. Значення цих відхилень у більшості випадків доводиться збільшувати, а потім перетворювати. В цих випадках можна використовувати механічні вимірювальні пристрої з перетворенням імпульсу.

Контроль є невід'ємною і важливою частиною технологічного процесу. Основне призначення технічного контролю у всіх різновидах - стежити за ходом технологічного процесу, регулюючи якість продукції. Контроль виявляє порушення нормального ходу процесу, які виявляються у виході контрольованих параметрів об'єктів контролю за встановлені межі. На основі інформації, отриманої за результатами контролю, проводиться регулювання проходження процесу.

Автоматизація виробництва і управління виробництвом дозволяє заощадити фінансові, фізичні і людські ресурси для фірм, які застосовують роботизовану техніку в своєму виробництві і в допоміжних функціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про метрологічну діяльність».
2. ДСТУ 2681 - 94 «Метрологія. Терміни та визначення».
3. ГОСТ 8.417-81 «ГСИ. Единицы физических величин».
4. Автоматизація аналізу вимірювальних пристроїв. Курс лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти за освітньою програмою «Інформаційні вимірювальні технології та системи» спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» / Ю. М. Туз, Ю. С. Шумков, О. В. Козир; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,54 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 318 с. – Назва з екрана.
5. Ціделко В.Д., Яремчук Н.А., Затока С.А., Бурченков Г.К., Шведова В.В., Стасевич В.А. Основи метрології та вимірювальної техніки. Навчальний підручник / За заг. ред. Н.А. Яремчук. – К: Видавництво «Політехніка», 2012. – Том 1. – 266 с.
6. Васілевський О.М., Кучерук В.Ю., Володарський Є.Т. Невпевненість результатів вимірювань, контролю та випробувань: підручник / О.М. Васілевський, В.Ю. Кучерук, Є.Т. Володарський. – Херсон: «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. – 352 с.
7. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник / В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 522 с.
8. Іванов О.Г. Вимірювальне обладнання у машинобудуванні: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1995. – 496с.
9. Єременко В.С. Аналогові та цифрові вимірювальні прилади: навч. посібник / В. С. Єременко, О. В. Монченко. К. : НАУ, 2018. – 152 с.

10. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2001. – 219 с.
11. Туз Ю.М. Автоматизація аналізу вимірювальних пристроїв: навчальний посібник / Ю.М. Туз, Ю.С. Шумков, О.В. Козир; за заг. ред. Ю.М. Туза. – Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2022. – 312 с.
12. Васілевський, О.М. Основи теорії невизначеності вимірювань: підручник / О.М.Васілевський, В.Ю.Кучерук, Є. Т. Володарський. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 230 с.
13. Бабак В.П., Єременко В.С., Куц Ю.В., Мокійчук В.М. Цифрові вимірювальні прилади: Комп'ютерний лабораторний практикум: Навч. посібник / За ред. чл.-кор. НАНУ В.П.Бабака. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006. – 168 с.
14. Васніков В.П., Хаєйн Т.М. Концепція повірки координатно-вимірювальних машин через Інтернет. Методологія та прилади. 2013. № 6. С. 48–53. URL: <http://ua.amu.in.ua/journal1>.
15. Основи вимірювань та автоматизації технологічних процесів : підручник / А. К. Бабіченко [та ін.], заг. ред. А. К. Бабіченко ; Нац. фармацевт. ун-т". – Харків: НФаУ : Золоті сторінки, 2007. – 515 с.
16. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем [Електронний ресурс] : підручник / В. П. Бабак, С. В. Бабак, В. С. Єременко та ін. – 2-е вид., перероб. і доп. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,1 Мбайт). – Київ: Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. – 496 с. – Назва з екрана.
17. Проць Я. І. Захоплювальні пристрої промислових роботів [Текст] /Я.І. Проць. Навчальний посібник для вищих технічних навчальних закладів . –Тернопіль: ТДТУ, 2008. - 232с.
18. Проць Я.І., Данилюк О.А., Лобур Т.Б. Автоматизація неперервних технологічних процесів [Текст] / Я.І. Проць, О.А. Данилюк, Т.Б. Лобур. Навчальний посібник (укр. яз.) для технічних спеціальностей

- вищих навчальних закладів. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2008. – 239с.
- 19.Стенцель Й.І. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв [Текст] / Й.І. Стенцель. Навч. посібник – К.: ІСДО, 1995. – 360с.
- 20.Surkov I.V. Development of methods and means of coordinate measurements for linear and angular parameters of cutting instruments / I.V. Surkov // Measurement Techniques: Volume 54, Issue 7 (2011), Page 758–763.
- 21.Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка, Львів, 2003. – 274с.