

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 1

Конспект

Тема 1. Основні положення автоматизації в машинобудуванні. Визначення, задачі та тенденції. Класифікація обладнання та технологічних процесів

Напрямок технічного переозброєння виробництва на основі гнучкої автоматизації усіх його процесів має широке використання в машинобудуванні. Комплексно-автоматизоване машинобудівне виробництво дозволяє одночасно досягати високої продуктивності, яку можна порівняти з продуктивністю автоматичних ліній, і технологічної гнучкості, що забезпечувалася раніше лише безпосередньо участю людини у виробничому процесі.

Завдяки науково-технічному прогресу в таких галузях, як автоматика, радіоелектроніка, обчислювальна техніка, інформатика, з'явилась можливість розглядати проблему комплексної автоматизації виробничих процесів по-новому – як побудову інтегрованих систем, які об'єднують в одне ціле все виробництво, від проектування виробів та технологій до виготовлення продукції і доставки її замовнику.

Ця тенденція веде до виникнення високоавтоматизованих цехів та заводів-автоматів, головні особливості яких – широке використання обчислювальної техніки практично у всіх ланках виробництва, високий рівень автоматизації технологічного обладнання на основі числового програмного керування, зникнення ручної праці за рахунок використання робототехніки.

Напрямок у розвитку виробництва, який характеризується використанням у виробничому процесі машин та механізмів, що замінюють фізичну працю робітника, називається механізацією.

Механізація частини рухів, необхідних для виконання виробничого процесу (головного руху, або допоміжних рухів, або рухів пов'язаних з переміщенням виробів) називається частковою механізацією.

Механізація всіх рухів, необхідних для виконання виробничого процесу називається повною або комплексною механізацією.

Напрямок у розвитку виробництва, який характеризується звільненням людини не тільки від фізичної праці, але і від оперативного керування механізмами, що забезпечують виробничий процес, називається автоматизацією.

Часткова автоматизація – автоматизація частини операцій по керуванню виробничим процесом при умові, що інша частина всіх операцій виконується робітником.

Повна або комплексна автоматизація характеризується автоматичним виконанням всіх функцій для реалізації виробничого процесу безпосереднього втручання людини в роботу обладнання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2-2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 2

Одиниця обладнання, на якій без безпосередньої участі людини (автоматично) відбувається один цикл виконання усіх операцій обробки заготовки (повтор операцій вимагає втручання людини – встановлення, зняття заготовки), називається напівавтоматом.

Одиниця обладнання, на якій без участі людини, автоматично виконуються всі роботи, для яких вона призначена (людина виконує завантажувальні операції, контроль роботи, заміну інструменту), називається автоматом.

Виробнича дільниця, на якій постійно виготовляється один або декілька видів виробів, робочі місця (верстати, машини, стенди), спеціалізовані на виконанні однієї або декількох однотипних операцій, розміщених по ходу технологічного процесу (в лінію), називається поточною лінією.

Група верстатів-автоматів, об'єднаних загальними транспортними пристроями з єдиним темпом і загальною системою керування, які реалізують без участі людини у визначеній технологічній послідовності комплекс операцій частини виробничого процесу, називається автоматичною лінією.

Виробнича дільниця, на якій всі технологічні процеси основного і допоміжного виробництва; транспортні і складські роботи; видалення відходів виробництва; прибирання приміщень і території; підготовка і управління виробництвом виконують працівники заводу з використанням машин, механізмів, приладів і інших засобів механізації, називається комплексно-механізованою дільницею.

Цех, на якому всі технологічні процеси основного і допоміжного виробництва; транспортні і складські роботи; видалення відходів виробництва; прибирання приміщень і території; підготовка і управління виробництвом виконують працівники заводу з використанням машин, механізмів, приладів і інших засобів механізації, називається комплексно-механізованим цехом.

Завод, на якому всі технологічні процеси основного і допоміжного виробництва; транспортні і складські роботи; видалення відходів виробництва; прибирання приміщень і території; підготовка і управління виробництвом виконують працівники заводу з використанням машин, механізмів, приладів і інших засобів механізації, називається комплексно-механізованим заводом.

Виробнича дільниця, на якій технологічні процеси основного виробництва реалізуються за допомогою автоматів, автоматичних ліній і інших засобів автоматизації, а допоміжні роботи і процеси; прибирання приміщень і територій; підготовку і управління виробництвом виконують працівники різних служб за допомогою машин і механізмів з елементами автоматизації робіт, називається автоматизованою дільницею.

Цех, на якому технологічні процеси основного виробництва реалізуються за допомогою автоматів, автоматичних ліній і інших засобів автоматизації, а допоміжні роботи і процеси; прибирання приміщень і територій; підготовку і управління виробництвом виконують працівники різних служб за допомогою

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2-2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 3

машин і механізмів з елементами автоматизації робіт, називається автоматизованим цехом.

Завод, на якому технологічні процеси основного виробництва реалізуються за допомогою автоматів, автоматичних ліній і інших засобів автоматизації, а допоміжні роботи і процеси; прибирання приміщень і територій; підготовку і управління виробництвом виконують працівники різних служб за допомогою машин і механізмів з елементами автоматизації робіт, називається автоматизованим заводом.

Виробнича дільниця, на якій виконання всіх технологічних процесів основного і допоміжного виробництва реалізовано за допомогою автоматичного обладнання і пристроїв, а людина виконує тільки функції централізованого спостереження, регулювання і керування ходом заданого технологічного процесу, називається комплексно-автоматизованою дільницею.

Цех, на якому виконання всіх технологічних процесів основного і допоміжного виробництва реалізовано за допомогою автоматичного обладнання і пристроїв, а людина виконує тільки функції централізованого спостереження, регулювання і керування ходом заданого технологічного процесу, називається комплексно-автоматизованим цехом.

Завод, на якому виконання всіх технологічних процесів основного і допоміжного виробництва реалізовано за допомогою автоматичного обладнання і пристроїв, а людина виконує тільки функції централізованого спостереження, регулювання і керування ходом заданого технологічного процесу (ТП), називається комплексно-автоматизованим заводом.

З точки зору придатності ТП до автоматизації процеси можна розбити на основних і два перехідних класи.

Процеси, які вимагають орієнтації заготовки (деталі) і характеризуються наявністю інструмента: обробка різанням, тиском, складання, контроль відносяться до 1 основного класу.

Процеси, які вимагають орієнтації заготовки (деталі) але інструмент відсутній (його роль виконує робоче середовище (нанесення місцевих покриттів, контроль твердості магнітними полями) відносяться до 1 перехідного класу.

Процеси, які не вимагають орієнтації заготовки (деталі) і замість інструмента в них використовують робоче середовище (термообробка, миття, галтування, сушіння) відносяться до 2 основного класу.

Процеси, які не вимагають орієнтації заготовки, але в них приймає участь інструмент (виробництво деталей з преспорошків, керамічних виробів) відносяться до 2 перехідного класу.

З точки зору неперервності технологічні процеси автоматизованого виробництва поділяються на 3 класи: дискретні, безперервні, квазінеперервні.

При виконанні кожної операції технологічні процеси періодично перериваються для виконання допоміжних рухів та холостих ходів. Вони

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 4

характеризуються чіткою циклічністю виконання елементів операції, що виконується і відносяться до машин дискретної дії.

Технологічні процеси, що відбуваються на машинах роторного типу, які характеризуються безперервним переміщенням виробів під час обробки (складання) відносяться до машин безперервної дії.

Технологічні процеси, які характеризуються безперервним виробництвом виробів штучного та нештучного характеру, відбувається без періодичної зупинки обладнання для установки і зняття заготовок, деталей і відносяться до машин квазінеперервної дії.

По ступеню участі людини автоматичні робочі машини можуть бути поділені на: циклічні автоматичні машини і системи машин; рефлексорні автоматичні машини і системи машин; самонастроюванні автоматичні машини і системи машин.

Циклічні автоматичні машини і системи машин виконують жорстко задану програму виробничого циклу без контролю в процесі її виконання.

Рефлексорні автоматичні машини і системи машин управління і контроль за ходом виробничого процесу реалізують у відповідності з заданою постійною програмою.

По заданим кінцевим параметрам виробничого процесу і в залежності від сукупності умов автоматично відшукується і виробляється необхідне (або також оптимальне) управління процесом, а саме людина звільняється і від програмування в самонастроюванні автоматичних машинах і системі машин.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2-2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 5

Тема 2. Системи автоматичного управління. Визначення, класифікація, порівняльні характеристики. Системи нечислового програмного управління

Під системою керування (СК) розуміють сукупність засобів, які забезпечують групі об'єктів, об'єднаних спільністю задач, досягнення мети. СК вважають автоматичною, якщо основні функції керування виконуються в ній без участі людини.

Комплекс пристроїв, що реалізує автоматичне підтримання заданого параметра на заданому рівні або змінює його по відомому закону, називається системою автоматичного регулювання (САР). САР поділяють на системи стабілізації, системи програмного регулювання та системи стеження.

Розрізняють системи керування окремими механізмами, що виконують елементарні цикли, і системи, що забезпечують керування загальним циклом роботи машини.

Класифікація СК по інформаційним признакам.

Основне джерело інформації є програма керування (задаюча інформація). Даються дані про характер руху робочих органів, їх синхронізації, режимах роботи, різні технологічні дані та інші команди.

Другим джерелом інформації є сам ТП. Існуючі датчики дають інформацію про фактичне положення, швидкість руху робочого органу, розміру оброблюваної поверхні, температурних і силових деформаціях в системі ВПД, температури в зоні різання, рівня вібрацій і т.п. цю інформацію називають інформацією зворотного зв'язку.

Джерелом інформації про збурення слугує навколишнє середовище (температура, вологість, коливання припуску заготовки, твердість матеріалу, рівень вібрацій).

СК, які використовують тільки задаючу інформацію мають розімкнуту структуру. Два канали інформації (задаюча інформація + канал зворотного зв'язку) мають замкнуті СК.

СК, які використовують два і більше каналів інформації і мають пристій для корекції керуючого сигналу відносяться до класу адаптивних СК (самонастроюванні, самоорганізуючі, самонавчаючі).

Самонастроюванні системи мають постійну структуру, а процесі роботи змінюються лише керівні впливи або параметри (коефіцієнти функцій).

Самоорганізуючі системи змінюють не тільки керівні впливи і параметри, але і структуру СК.

Самонавчаючі системи характеризуються зміною в процесі роботи алгоритму, по якому вони побудовані.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 6

В залежності від виду інформації СК поділяють на безперервні, імпульсні і змішані. В безперервних СК інформація представлена у виді безперервної величини. В імпульсних СК інформація виражена послідовністю імпульсів.

Носій програми.

Програма керування може бути зафіксована за допомогою упорів, перемикачів, кулачків, копирів, номеронабирачів, і швидкозмінних носіїв (перфострічки, кінострічки, перфокарти, магнітних барабанів і ін.)

СК загальним циклом роботи

Поділяють СК загальним циклом обладнання в залежності від степені централізації та виду синхронізації на централізовані, децентралізовані та комбіновані.

Централізовані СК виконують керування роботою всіх приводів від єдиної програми. Децентралізовані СК – набір СК окремими циклами, які мають свої блоки керування і свої програми із заданою інформацією. Комбіновані СК – проміжкові рішення між централізованими і децентралізованими СК.

СК окремими циклами.

Поділяють на дві групи: системи нечислового програмного керування та системи числового програмного керування.

До систем нечислового програмного керування відносяться:

- системи шляхового керування;
- системи з автоматичною установкою упорів;
- системи керування від кулачків;
- системи керування від розподільчого валу;
- системи керування з копірами.

СК з упорами, кулачками і копірами.

Системи шляхового керування застосовують при автоматизації прямолінійних рухів інструменту з постійною швидкістю (упори на барабанах, лінійках і на верстаті). Упори виконують функцію обмеження переміщення робочого органу. Можуть бути перемикачами апаратури керування приводів. В СК застосовують електричні кінцеві вимикачі і перемикачі контактної і безконтактної дії.

СК з упорами застосовують при автоматизації токарних, револьверних і фрезерних верстатів і інших машин в умовах серійного виробництва.

СК з автоматичним встановленням упорів.

Довжина переміщення в них набирається за допомогою блоку барабанів, оснащених комплектом еталонних прутків.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 7

СК від кулачків.

Задаюча інформація закладена в профілі кулачків. Кулачкові системи виконують функції силового механізму та системи керування.

В залежності від типу кулачків розрізняють системи з циліндричними, плоским з прямолінійним рухом, дисковими та торцевими кулачками. Кулачки можуть бути відкритими, закритими і комбінованими.

СК від розподільчого валу.

Є різновидністю кулачкових систем. По принципу реалізації холостих ходів поділяють на три групи:

- всі кулачки (основних і допоміжних механізмів) встановлені на одному валу;
- всі кулачки розміщені на одному валу, але вал має дві швидкості обертання: одну – для робочих подач, другу – для швидких холостих ходів;
- два вали: основний налагоджувальний, допоміжний з кулачками холостих ходів.

Командоапарати (з кулачками).

Змінні кулачки змонтовані на швидкозмінній втулці.

СК копірами.

Застосовують для автоматизації керування швидкістю і переміщенням робочого органу, що знаходиться довгий час в роботі (в обладнанні для обробки ступінчастих і фасонних поверхонь).

Розрізняють ці системи прямої і непрямої дії. В системах прямої дії копир безпосередньо діє на щуп і жорстко зв'язаний з ним робочий орган. В система непрямої дії копир діє на датчик, сигнал з якого є керуючим для регулюємого привода робочого органу.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 8

Тема 3. Системи числового програмного управління. Визначення, класифікація, основні характеристики

Системи програмного керування (СПК).

В СПК інформація задана послідовністю цифр, зафіксованих на швидкозмінних носіях (магнітних стрічках, дисках і т.п.).

Задачі керування:

- керування переміщенням;
- керування положенням виконавчих органів;
- вмикання і перемикання приводів;
- синхронізація виконання окремих циклів роботи механізмів;
- збір, переробка інформації про протікання ТП і його коректування.

Класифікація СПК.

Класифікаційні ознаки:

- технологічне призначення;
- кількість потоків інформації;
- тип впливу на виконавчий механізм.

В залежності від технологічного призначення СПК поділяють на два класи: позиційні і функціональні.

Позиційні СПК (координатні).

Керують положенням робочого органу (РО) і встановлюють його в задану координату. Програма для них вміщує числову інформацію про значення довжини шляху до заданого положення по кожній з координат.

Технологічне призначення позиційних СПК – автоматизувати ті процеси, де необхідно перемістити виконавчий механізм в точку, яка задана координатами програми. В металообробці позиційні СПК застосовують для автоматизації свердлувальних операцій, розточувальних і координатно-розточувальних операцій, у вимірювальних процесах – для вимірювання розмірів у визначених точках.

По методу представлення інформації може бути зведено до трьох груп: кодовим, рахунково-імпульсним і аналоговим.

До позиційних систем програмного керування (СПК) (координатних) відносяться: кодові СПК, рахунково-імпульсні СПК, аналогові СПК.

Кодові СПК. Принцип роботи полягає в співставленні коду чисел, що виражає значення програмованої координати, з кодом числа, яке визначає фактичне положення РО, виміряного кодовим датчиком зворотного зв'язку.

Кодові датчики: кругові, лінійні, контактного і безконтактного принципу дії.

Рахунково-імпульсні СПК. Основна особливість – є наявність лічильників і імпульсів, перетворювачів імпульсного типу. Програма в формі закодованого

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 9

числа імпульсів, які відповідають переміщенню, із задаючого пристрою програми поступає в лічильник, де запам'ятовується. Лічильник дає команду на пускач, який вмикає двигун. З робочим органом кінематично зв'язаний датчик зворотного зв'язку, який при рухові видає імпульси в лічильник. При рівності числа імпульсів схема повертається у вихідний стан.

Аналогові СПК. Працюють по принципу порівняння задаючого сигналу в аналоговій формі, з таким же сигналом зворотного зв'язку. Особливістю аналогових СПК є цифро аналоговий перетворювач (ЦАП), який перетворює число задаючої інформації із пристрою зчитування у величину напруги.

Функціональні СПК (контурні).

Реалізують рух РО по складній траєкторії, яка є функцією $z=f(x, y, \varphi)$. Необхідно підтримувати співвідношення швидкостей і переміщень по керованим координатам (між ними повинен бути функціональний зв'язок). Функціональний зв'язок з високою точністю виконує інтерполятор. На виході інтерполятора отримують програму, придатну для використання в системі програмного керування верстатом. Інтерполятор – спеціальний обчислювальний пристрій, який перетворює інформацію про різницю координат опорних точок і часу її обробки в керуючі імпульси.

До функціональних систем програмного керування (СПК) (контурних) відносяться: крокові СПК, імпульсні СПК, фазові СПК.

Крокові СПК. Інтегрування реалізується в кроковому приводі (з силовим кроковим двигуном (КД), несилловий КД). Кут повороту вихідного вала двигуна пропорційний кількості імпульсів, а швидкість повороту – частоті імпульсів.

Фазові СПК. В фазових СПК додавання елементарних перетворень реалізується в фазовому перетворювачі.

Імпульсні СПК. Додавання імпульсів реалізується в рахунковому пристрої.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 10

Тема 4. Функції та основні задачі систем програмного управління

Програма керування на основі електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) дозволило створити новий тип металорізального верстата з числовим програмним керуванням (ЧПК). Функція ЕОМ у системі автоматики покликана вирішити такі загальні задачі: геометричну, логічну, технологічну і термінальну.

Геометрична задача виникла першою і на початку була єдиною (основною) задачею. Геометрична задача числового програмного управління забезпечує управління формоутворенням деталі.

Рішення цієї задачі виконується звичайно в 3 координатній системі $X Y Z$, при цьому пристрій ЧПК вимагає точного узгодження трьох координатних систем: верстата, верстатного пристосування, інструментальна система. У процесі рішення задачі описується контур деталі, будується маршрут обробки.

Логічна задача числового програмного управління забезпечує управління дискретною автоматикою верстата. Логічна задача ЧПК підтримується пристроєм ЧПК з можливостями ЕОМ.

Діалог з оператором та обмін з вищою ЕОМ забезпечує синхронізацію роботи об'єкта з іншими елементами виробництва у складі єдиної системи (гнучкої виробничої системи) і відповідно забезпечує виконання термінальної задачі ЧПК.

Технологічна задача ЧПК полягає в досягненні необхідної якості деталей з найменшими витратами. Рішення передбачає такі етапи:

- базування, встановлення, закріплення деталі;
- автоматичні виміри;
- настроювання статичне і динамічне.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2-2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 11

Тема 5. Елементи теорії систем автоматичного керування

Будь-яка система автоматичного керування (САК) може бути представлена структурною схемою (рис. 1). Задачею САК є підтримання керованої величини $y(t)$ (наприклад швидкості обертів двигуна, кут повороту робочого інструменту) в заданих по технічним умовам межах.

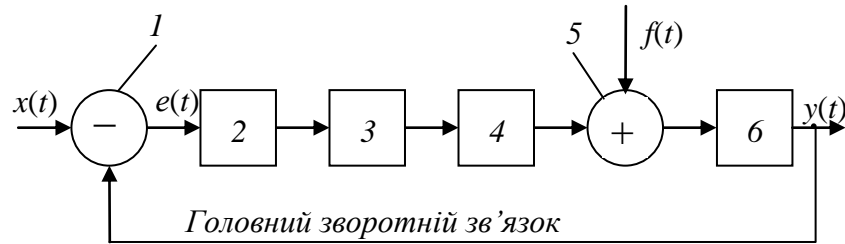


Рис. 1. Структурна схема системи автоматичного керування:

1 – елемент порівняння; 2 – чутливий елемент; 3 – підсилювач;
4 – виконавчий елемент; 5 – елемент додавання; 6 – об'єкт регулювання

В процесі роботи на систему діють зовнішні впливи:

$x(t)$ – керуючий вплив (задане значення керованої величини, яке в загальному випадку може змінюватися в часі;

$f(t)$ – зовнішній вплив (зміна навантаження на валу двигуна).

Принцип роботи САК полягає в наступному. В елементі порівняння порівнюється дійсне та задане значення керованої величини. Вихідна величини елемента порівняння $e(t)$ є помилкою САК: $e(t) = x(t) - y(t)$.

Відхилення керованої величини від заданого значення може відбутися як за рахунок дії зовнішнього впливу $f(t)$ на об'єкт, так і за рахунок зміни заданого значення керованої величини $x(t)$.

Величина помилки системи вимірюється чутливим елементом (датчиком). В більшості САК сигнал на виході з чутливого елемента по величині невеликий для приведення в дію виконавчого елемента і тому попередньо підсилюється підсилювачем. Виконавчий елемент так впливає на об'єкт керування, щоб керована величина була рівна заданому значенню.

До складу системи автоматичного керування (САК) входить керівна частина та об'єкт керування. Керованою частиною системи є об'єкт керування. Будь-яка величина об'єкту керування, яка може бути виміряна за допомогою вимірювальних пристроїв, може бути керованою (регульованою) величиною.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2-2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 12

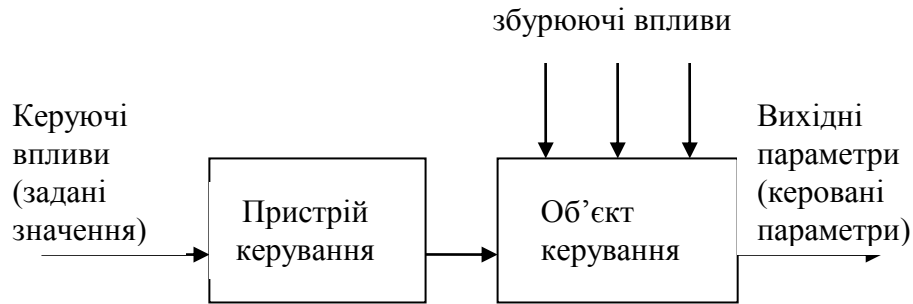


Рис. 2. Схема керування об'єктом

В процесі функціонування об'єкта керування на нього діють зовнішні чинники, які здатні змінювати режим роботи об'єкта керування в кращу або гіршу сторону, називаються збурюючими впливами.

Впливи, за допомогою яких можна змінити режим роботи об'єкта керування в необхідному напрямку, називають керуючою дією.

Залежно від способів формування керуючої дії на об'єкт існує спосіб побудови системи автоматичного керування: за збуренням; за відхиленням регульованої величини від заданого значення; змішаний спосіб.

Система автоматичного керування в якій керуюча дія в регуляторі виробляється залежно від результатів вимірювання збурення, яке діє на об'єкт, називається системою автоматичного керування за збуренням (рис.3).

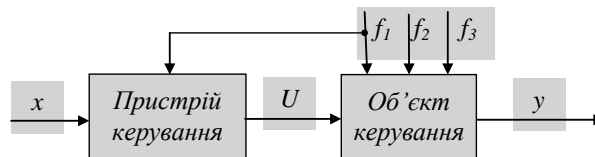


Рис. 3.

Замкнута система автоматичного керування, яка працює за відхиленням регульованої величини від заданого значення, називається системою автоматичного керування за відхиленням регульованої величини від заданого значення (рис. 4).

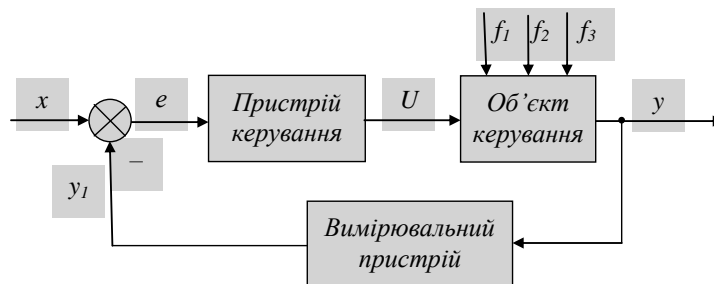


Рис. 4.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2-2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 13

На рисунку 5 показана структурна схема САК, яка побудована по принципу дії змішана система автоматичного керування.

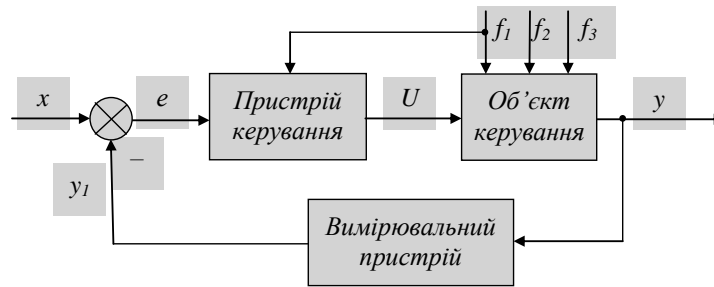


Рис. 5.

За призначенням системи автоматики поділяють на системи стабілізації, програмного керування та стеження.

Автоматичні системи, які в процесі функціонування підтримують керовану величину $y(t)$ на усталеному рівні, називаються автоматичними системами стабілізації.

Автоматичні системи, які забезпечують зміну керованої величини у відповідності до завчасно розробленої програми, яка задана вхідною величиною $x(t)=f(t)$, де $f(t)$ – програмна (конкретна функція часу), називаються автоматичними системами програмного керування.

Автоматичні системи, які забезпечують зміну керованої величини $y(t)$ у відповідності з завчасно невідомою функцією часу, яка визначається задавальним (вхідним) сигналом $x(t)$, називаються автоматичними системами стеження.

Залежно від використання зовнішньої енергії для керування процесами САК поділяють на системи прямої та непрямої дії.

По своїй природі САК є динамічною системою і її поведінка описується диференціальними рівняннями. В загальному випадку диференціальне рівняння елемента або системи може бути записано:

$$\begin{aligned}
 a_n \frac{d^n x_{\text{вих}}}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} x_{\text{вих}}}{dt^{n-1}} + a_{n-2} \frac{d^{n-2} x_{\text{вих}}}{dt^{n-2}} + \dots + a_1 \frac{dx_{\text{вих}}}{dt} + a_0 x_{\text{вих}} = \\
 = b_m \frac{d^m x_{\text{вх}}}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} x_{\text{вх}}}{dt^{m-1}} + b_{m-2} \frac{d^{m-2} x_{\text{вх}}}{dt^{m-2}} + \dots + b_1 \frac{dx_{\text{вх}}}{dt} + b_0 x_{\text{вх}},
 \end{aligned}$$

де $x_{\text{вих}}$ – вихідна величина елемента або системи (для скорочення запису індекс часу в дужках тут і далі відсутній);

$x_{\text{вх}}$ – вхідна величина елемента або системи;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 14

a_i, b_i – коефіцієнти, які залежать від конструктивних параметрів елемента або елементів системи.

Після заміни $p = \frac{d}{dt}$ отримано рівняння ланки в операторній формі

$$\begin{aligned} & (a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + a_{n-2} p^{n-2} + \dots + a_1 p + a_0) \cdot x_{\text{вих}} = \\ & (b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + b_{m-2} p^{m-2} + \dots + b_1 p + b_0) \cdot x_{\text{вх}}. \end{aligned}$$

Існує три види з'єднань елементарних ланок: послідовне, паралельне, зустрічно-паралельне.

При послідовному з'єднанні ланок САК (рис. 6) передаточну функцію САК визначають за виразом: $W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)$.

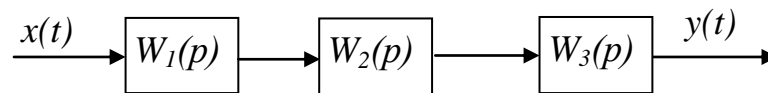


Рис. 6.

При паралельному з'єднанні ланок САК (рис. 7) передаточну функцію САК визначають за виразом: $W(p) = W_1(p) + W_2(p) + W_3(p)$.

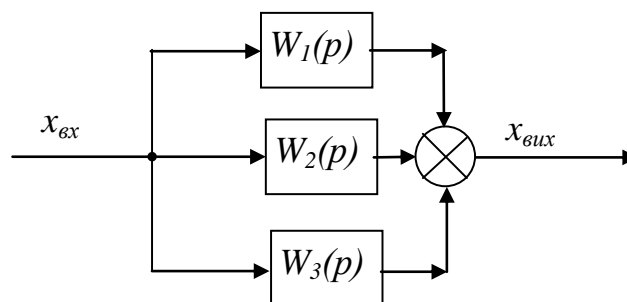


Рис. 7.

При зустрічно-паралельному з'єднанні ланок САК (рис. 8) передаточну функцію САК визначають за виразом:

$$W(p) = \frac{W_1(p) \cdot W_2(p)}{1 \pm W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)}.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 15

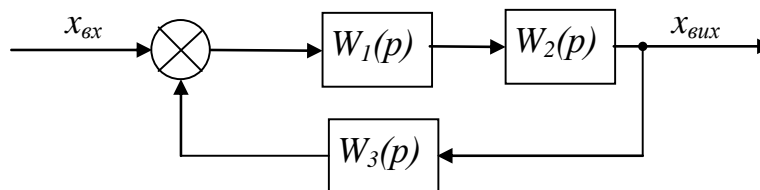


Рис. 8.

Передаточна функція $W(p) = \frac{X_{\text{вих}}(p)}{X_{\text{вх}}(p)}$,

де $X_{\text{вих}}(p)$ – зображення функції сигналу на виході системи;

$X_{\text{вх}}(p)$ – зображення функції сигналу на вході системи.

Після заміни p на $j\omega$ отримуємо амплітудно-фазову характеристику $W(j\omega)$ (частотна комплексна) (АФХ).

Амплітудно-фазова характеристика (частотна комплексна) (АФХ)

$$W(j\omega) = A(\omega) \cdot e^{-j\varphi(\omega)}$$

де $A(\omega) = |W(j\omega)|$ – модуль амплітудно-фазової характеристики;

$$j = \sqrt{-1};$$

ω – кругова частота в радіанах.

Амплітудно-фазову характеристику можна представити на комплексній площині як геометричну суму

$$W(j\varpi) = P(\varpi) + jQ(\varpi),$$

де $P(\varpi)$ – дійсна частотна характеристика;

$jQ(\varpi)$ – уявна частотна характеристика.

Модуль амплітудно-фазової характеристики АФХ

$$|W(j\varpi)| = A(\omega) = W(\varpi) = \sqrt{P^2(\varpi) + Q^2(\varpi)},$$

де $W(\varpi)$ – амплітудно-частотна характеристика (АЧХ).

Логарифмічна амплітудна характеристика (ЛАХ)

$$L(\varpi) = 20 \lg |W(j\varpi)|.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 16

Логарифмічна фазова характеристика (ЛФХ)

$$\varphi(\varpi) = \operatorname{arctg} \frac{Q(\varpi)}{P(\varpi)}.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2-2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 17

Тема 6. Поняття про системи автоматичного управління та регулювання. Пристрої та апаратура автоматичного управління

В будь-якій системі автоматичного керування можна виділити три основні ланки: вимірювальну, проміжну та виконавчу.

Вимірювальна ланка являє собою різного типу датчики, що сигналізують про досягнення заданого значення параметра, що контролюють.

Проміжна ланка служить для підсилення і перетворення сигналу в зручний для керування.

Виконавча ланка – комплекс механізмів, які безпосередньо приймають керування.

Пристрій, який реалізує потрібні математичні операції з сигналами від найпростіших до складних алгоритмів, називається обчислювальним пристроєм.

Пристрій, який виробляє задане значення регульованої величини, називається задавальним елементом.

Пристрій, що встановлюється на вході регульованого об'єкта для виведення діяння на вихідну (регульовану) величину, називається виконавчим елементом.

Пристрій, призначений для переміщення регульовального органа відповідно до керуючого сигналу, називається приводом.

Датчики.

Датчики в САК сприймають контрольовану величину і перетворюють її в електричний сигнал, зручний для подальшого використання. Датчик – це пристрій, призначений для перетворення контрольованих і керованих величин або вимірюваних збурюючі діянь у сигнал, зручний для передачі і подальшого використання в системах автоматики.

Датчик виконує дві функції: вимірювання фізичної величини та перетворення виміряної величини в електричний сигнал (див. рис. 1).



Рис. 1. Схема датчика:

C – фізична величина; $ПВ$ – пристрій вимірювання; $ПП$ – пристрій перетворення; x – вхідний сигнал; y – вихідний сигнал

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 18

По своєму призначенню датчики поділяють на шляхові, розмірні, силові, швидкісні та інші.

По характеру створених сигналів датчики поділяють на механічні, електричні, фотоелектричні, пневматичні, гідравлічні.

За енергетичним режимом роботи вони поділяються на два класи: параметричні та генераторні.

Параметричні датчики – в них контролювана величина приводить до зміни деяких параметрів, частіше всього електричних: опору, ємності, індуктивності та ін.

Генераторні датчики – в яких контролювана величина викликає появу електрорушійної сили (ЕРС). Генераторні датчики поділяють на п'ять груп: термоелектричні; п'єзоелектричні; фотоелектричні; індукційні; гальванічні.

За природою фізичної величини, що діє на вході датчика, вони поділяються на:

- датчики температури;
- датчики лінійного або кутового переміщення;
- датчики маси, напруженості, освітлення, швидкості, прискорення, рівня, вологості та інші.

Шляхові датчики. В цих датчиках сигнал керування виникає в результаті дії на них рухомої частини технологічного агрегату в момент, коли ця частина приходить у визначене положення.

Електричні шляхові датчики контактного типу (шляхові вимикачі і перемикачі) призначені для замикання і розмикання електричного ланцюга керування в залежності від пройденого шляху.

Електричні безконтактні датчики. Частіше всього застосовують індуктивні датчики.

Гідравлічні шляхові датчики. Слугують плунжерні датчики для вмикання, перемикачів і вимикання руху відповідного керування напрямом потоків оливи в гідравлічному двигуні. Плунжерні датчики використовуються для вимірювання переміщення

Пневматичні шляхові датчики по принципу дії аналогічні гідравлічним і являють собою розподільчі крани і золотники, які приводяться в дію від упорів, кулачків або лінійок.

Розмірні датчики використовують при контролі лінійних розмірів деталей і складальних одиниць, які обробляють на верстатах, автоматичних лініях або на контрольних верстатах.

Індуктивні датчики переміщення. До них відносяться обертаючі трансформатори, сельсини, індуктосини та інші. Особливістю цих датчиків є безперервне вимірювання переміщення контрольованого органу і перетворення вимірюваного результату в електричний сигнал, модульований по фазі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 19

Сельсини. Для передачі інформації на відстань про кутове співвідношення не зв'язаних механічно між собою валів використовуються сельсини. Конструкційно сельсинна пара являє собою дві електричні мікромашини, які електрично з'єднані між собою.

Сельсинна пара складається з сельсина-датчика і сельсина-приймача, які конструкційно не відрізняються між собою. Кожен з них має статорну обмотку збудження та роторну обмотку синхронізації. Сельсини бувають однофазні або трифазні. Принцип дії базується на властивості зміни взаємодукції між обмотками статора і ротора при повороті ротора відносно початкового положення, для якого осі обмотки збудження та першої обмотки синхронізації співпадають.

Тахогенератори відносяться до класу машин, які використовуються для вимірювання швидкості обертання валів. Залежно від форми вихідного сигналу бувають постійного та змінного струму. За принципом дії поділяються на синхронні та асинхронні.

Ємнісні датчики використовують для вимірювання лінійних розмірів з високою точністю. Принцип дії датчика заснований на тому, що зміна розміру змінює ємність конденсатора.

Реостатні датчики засновані на вимірюванні активного опору елемента в залежності від величини переміщення. Потенціометричні датчики використовуються для вимірювання переміщення.

Фотоелектричні і фотохімічні розмірні датчики. Розрізняють фотоелементи із зовнішнім, внутрішнім фотоефектами і вентильні.

Пневмоелектричні датчики поділяють на мембранні, рідинні і сифонні.

Датчики тиску. Принцип дії заснований на перетворенні тиску в механічне переміщення. Бувають електромеханічні, гідравлічні, пневматичні, електрогідравлічні, п'єзоелектричні та інші.

Датчики температури. Термопара – найпростіший термоелектричний датчик. Заснований на виникненні термоелектрорушійної сили (ЕРС) в місці спаю. Термометри опору – засновані на властивості електричних провідників збільшувати опір з ростом температури. Термістори – напівпровідникові прилади в яких при зростанні температури збільшується провідність і зменшується опір. Радіаційні пірометри – принцип дії заснований на розміщенні теплового випромінювання від поверхні оптичним пристроєм на вимірюваній термопарі або фотоелементі.

Реле і підсилювачі.

Пристрої автоматики, в яких вихідна величина стрибкоподібно переходить в інше положення при досягненні відповідного значення вхідної величини називається реле.

Реле використовують як датчики дискретного керування виконавчими механізмами через електричні сигнали порівняно малої потужності.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 20

По типу виконавчого механізму реле поділяють на електричні, пневматичні, гідравлічні та пневмоелектричні.

По принципу дії реле поділяють на електромагнітні, магнітоелектричні, індуктивні та електронні.

По потужності сигналів керування бувають малопотужні (менше 1 Вт), середньої потужності (1...10 Вт) і потужні (10 Вт).

По часу спрацювання бувають швидкодіючі, нормальні, сповільнені та реле часу.

Підсилювачі.

Вихідні сигнали датчиків та інших елементів в структурі систем автоматизації часто бувають досить слабкими. Їхньої потужності недостатньо для приведення в дію виконавчих механізмів. В таких випадках виникає необхідність підсилення вихідних сигналів за потужністю.

Підсилювачем називається пристрій, який збільшує потужність сигналу за рахунок енергії допоміжного джерела.

Всі підсилювачі, які використовують в автоматизації, поділяють на підсилювачі сигналів і операційні підсилювачі. Всі підсилювачі слугують для підсилення напруги, струму, потужності.

В якості джерела енергії може бути:

- мережа змінного струму;
- генератор постійного струму;
- перетворювач-випрямляч;
- гідравлічна станція;
- мережа стиснутого повітря.

Навантаженням може бути:

- обмотка другого підсилювача (електронного, електромашинного, магнітного);
- обмотки електромагнітної муфти, електромагніта, електродвигуна, нагрівального елемента, вхід гідро- і пневмодвигуна, перетворювальна схема).

Приводи.

Приводи є виконавчими пристроями, які підсилюють вхідний сигнал керування і перетворюють його в механічне перетворення рухомих частин РО технологічного обладнання.

По виду енергії, яку використовують приводи, бувають пневматичні, гідравлічні, електричні, електромеханічні, електромагнітні, комбіновані.

Всі приводи з точки зору їх виходу, поділяють на класи: без зворотного зв'язку та із зворотнім зв'язком.

Система автоматизації технологічних процесів крім основних елементів включає ряд допоміжних пристроїв. До електричних пускорегулювальних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 21

пристроїв автоматики відносяться: електричні контактори; електромагнітні муфти; магнітні пускачі.

Електричні контактори.

Електричні контактори – це електричні апарати, принцип дії яких базується на використанні тягового зусилля електромагніту для замикання силових контактів, які комутують досить великі струми (100 А, 150 А, 300 А, 600 А). Використовуються для дистанційного автоматичного керування силовими електричними пристроями з частим ввімкненням і вимкненням.

Магнітні пускачі.

Магнітні пускачі – це електричні апарати, які застосовуються для дистанційного керування двигунами середньої та малої потужності (2,5...75 кВт) при напрузі 220, 380, 500 В змінного струму.

Електромагнітні муфти.

Електромагнітні муфти в системах автоматики використовують для ввімкнення, вимкнення або реверсу веденої частини приводу.

За принципом дії електромагнітні муфти поділяються на: фрикційні, індукційні, порошкові.

Виконавчі електричні двигуни.

Виконавчі електричні двигуни (ВД) в системах автоматики називають такі двигуни, які призначені для перетворення амплітуди або фази електричного сигналу в механічне переміщення, обертання. Вони майже ніколи не працюють в номінальному режимі. Для них характерні часті пуски, зупинки та реверси.

Як ВД використовують: електродвигуни постійного струму з незалежним збудженням або постійними магнітами, двофазні асинхронні двигуни змінного струму, синхронні крокові двигуни.

ВД мають потужність до 600 Вт.

Кроковим двигуном називається електромеханічний пристрій, який перетворює дискретні електричні сигнали, що подаються на обмотку керування, в дискретні кутові переміщення ротора з можливою його фіксацією в потрібному положенні.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2-2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 22

Тема 7. Автоматизація завантаження. Автоматизація складання. Особливості проектування, вимоги та рекомендації

Автоматизація завантаження.

Автоматичним завантажувально-розвантажувальним пристроєм називається комплекс механізмів, які забезпечують автоматичне переміщення заготовки з даного місця зберігання в робочу зону верстата і після завершення операції обробки видалення деталі в задане місце зберігання.

Автоматичні завантажувально-розвантажувальні пристрої поділяють на магазинні, бункерно-магазинні і бункерні. Пристрої складаються з:

- ємності (магазин, бункер);
- функціональних механізмів (механізму орієнтації, накопичувача, живильника, відсікача, заштовхувала, виштовхувала, розвантажувача, приймального лотка і привода).

Магазини поділяють на самотечні, примусові (магазини-транспортери), напівсамотечні.

Лотки бувають по характеру руху: лотки скати, лотки-склізи.

Лотки бувають по формі повздовжнього профілю:

- прямолінійні звичайні;
- прямолінійні роликові;
- зігнуті;
- гвинтові;
- зигзагоподібні;
- спеціальні.

Лотки бувають по формі поперечного перерізу відкриті та закриті.

Автоматизація складання.

Існує 4 ступені механізації і автоматизації складання виробів.

1. Часткова механізація, при якій механічні засоби застосовують на окремих складальних операціях, а основна частина роботи виконується вручну.
2. Повна механізація.
3. Часткова автоматизація.
4. Комплексна автоматизація складання.

ТП автоматизації складання складається з наступних елементів (переходів):

1. Завантаження деталей в завантаження деталей в завантажувальні і транспортні пристрої і наступне переміщення деталей до місця складання з попередньої їх орієнтації.

2. Базування і відносної орієнтації деталей на складальні позиції з необхідною точністю.

3. Спряження поверхонь деталей і закріплення встановленої деталі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 23

4. Видалення зібраного вузла зі складальної позиції.

Методи складання. Два види складання:

- обумовлене (складання до якого висуваються спеціальні вимоги по точності);
- необумовлене (не висуваються спеціальні вимоги).

Обумовлене складання реалізується методами:

- повної взаємозамінності;
- неповної взаємозамінності;
- методом сортування деталей на групи;
- із застосуванням компенсаторів;
- індивідуальної пригонки деталей.

Верстати для автоматизації складання поділяють на: однопозиційні (для складання з 2-3 деталей) та багато позиційні. Однопозиційні верстати виконують операції з одного переходу. Багатопозиційні верстати для складання виконують два і більше переходів.

По степені автоматизації верстати для автоматизації складання поділяють на: напівавтоматичні та автоматичні.

Промислові роботи та маніпулятори. Робот – багатоцільова машина і відрізняється від звичайного автомата гнучкістю і універсальністю виконання різних операцій.

Складові частини: маніпуляційні пристрої, система керування, чутливі елементи, засоби переміщення.

Класифікація роботів.

1. По призначенню: універсальні, спеціальні.
2. По характеру руху руки: виконання руху по циліндричній поверхні (рух вгору і поворот) і по сферичній поверхні (рука шарнірно качається).
3. По типу приводів рухів: гідравлічні, пневматичні, електричні, змішані.
4. По типу переміщення: нерухомі (напільні, підвісні), напільні рухомі, підвісні рухомі.
5. По розміщенню пульта керування – окремий пульт на роботі.
6. По конструкції пульта керування:
 - програма задається на перфострічці, магнітній стрічці або барабані;
 - програма задається панеллю зі штекерним набором;
 - керування від ЕОМ.
7. По технічним можливостям:
 - роботи 1 покоління, які працюють по жорсткій програмі і вимагають точного позиціонування деталі;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 24

– роботи 2 покоління, які здатні пристосовуватися до навколишньої обстановки (адаптивні роботи);

– роботи 3 покоління, які здатні сприймати навколишню обстановку і самостійно вибирати напрям руху для досягнення кінцевої мети (розумні роботи, зі штучним інтелектом).

8. По масі деталей і величині розкриття захватів.

9. По величині підйому і висуненні руки.

Датчики роботів:

– контактні датчики;

– локаційні, які визначають швидкість руху і відстань до предмета;

– телевізійні і оптичні, які формують штучний зір;

– датчики зусиль і моментів на виконавчих руках робота;

– датчики, що розрізняють колір, звучання, нагрітість.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 25

Тема 8. Технічні засоби та особливості гнучких автоматизованих виробництв. Мікропроцесорна техніка

Автоматичної лінії з жорстким зв'язком, при якому між окремими верстатами відсутні міжопераційні заділи, призначені для обробки складних корпусних деталей, а також деталей, які вимагають для свого переміщення пристосувань-супутників.

В таких лініях єдина транспортна система проходить через всі робочі позиції. На всіх робочих позиціях деталь під час обробки, залишаючись на транспортері, фіксується по базовим поверхням. При зупинці одного верстата автоматично переривають роботу інші, тому що рух оброблюваних деталей вимушено координовано в часі. Принцип ритмічності вимагає точного узгодження роботи всіх елементів лінії в часі і по можливості більш рівномірного завантаження всіх верстатів автоматичної лінії.

Класифікація механізмів.

Цільові механізми ліній із жорстким зв'язком.

1. Цільові механізми робочих ходів забезпечують безпосередньо обробку заготовки, приймають участь у формуванні і контролі оброблюваної деталі і несуть відповідний інструмент. До них відносяться:

- а) силові столи;
- б) силові головки;
- в) спеціальні пристосування.

3. Цільові механізми холостих ходів забезпечують підготовку і виконання робочих ходів. Виконують різні функції: транспортування, затискування, фіксації або поворот оброблюваної заготовки, видалення відходів, стружки. До них відносяться:

- а) транспортні механізми;
- б) механізми затискування і фіксації;
- в) механізми видалення стружки і відходів.

3. Цільові механізми керування слугують для реалізації заданої послідовності обробки заготовки на автоматичній лінії.

Транспортні механізми автоматичних ліній з жорстким зв'язком.

- а) кроковий транспортер;
- б) поворотні столи;
- в) кантувачі;
- г) перевантажувачі;
- д) рейнери;
- е) пристосування-супутники;
- ж) механізми повернення супутників.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 26

Автоматичні лінії з гнучким міжагрегатним зв'язком – це лінії, в яких завдяки міжопераційним заділам всі верстати працюють незалежно з самостійним робочим циклом.

Автоматичні лінії з гнучким зв'язком будують переважно для обробки виробів типу коротких тіл обертання. Їх особливістю є можливість переміщення під дією власної ваги, що широко використовується при міжверстатному транспортуванні, накопиченні заділів.

Вихідний матеріал: труба, пруток, штучні заготовки отриманні прокатуванням, ковкою, штампуванням.

Найбільш типові операції обробки: токарна і шліфування, що дозволяє створювати типові технологічні процеси, як стабільну основу для створення автоматичних систем машин.

До транспортних систем автоматичних ліній з гнучким зв'язком відносяться:

1. Підйомники (штовхаючі, елеваторні);
2. Транспортери-розподільвачі (з примусовим переміщенням, з гравітаційним переміщенням);
3. Механізми прийому-видачі (заслінки, відсікачі);
4. Лоткові системи (із роз'ємних елементів, із нероз'ємних елементів);
5. Відводні транспортери (ланцюгові, лоткові);
6. Міжопераційні накопичувачі (магазини, бункери).

Мікропроцесорна техніка.

Мікропроцесор (МП) – це програмний логічний пристрій, розміщений в одній інтегральній схемі.

Для типового МП характерно виконання елементарних арифметичних операцій і визначених команд. Використання МП пов'язано з складанням програми обробки інформації і з'єднанням з пристроями вводу-виводу інформації. Для вирішення більш складних задач використовуються мікроЕОМ, які являють собою об'єднання МП із запам'ятовуючим пристроєм, пристроями вводу-виводу інформації і засоби зв'язку із зовнішніми пристроями.

Класифікація МП засобів.

Найбільш характерною ознакою класифікації є продуктивність сучасних ЕОМ. Можна виділити наступні групи:

- надвеликі ЕОМ;
- великі ЕОМ;
- мініЕОМ (малі ЕОМ);
- мікроЕОМ;
- мікропроцесори.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 27

Мікропроцесор є програмним пристроєм, який складається з арифметично-логічного пристрою (АЛП), внутрішніх регістрів і пристроїв керування (ПК). Він призначений для реалізації заданої системи команд. Відрізняється від ЕОМ не тільки розмірами, але і малою розрядністю чисел (від 4 до 32 розрядів).

МП 1 покоління мають розрядність АЛП 4 і 8 розрядів.

МП 2 покоління характеризуються більшою розрядністю АЛП (8 – 16 розрядів).

МП 3 покоління мають високу швидкодію, мають АЛП розрядність, яку можна нарощувати.

МП класифікують по конструкції керованої частини: пристрої з жорсткою і програмованою логікою.

Область застосування МП і мікроЕОМ.

В даний час МП засоби застосовують практично в усіх областях науки і техніки. Вбудовування МП у верстати, обладнання, роботи допоможе вирішити складні проблеми програмного регулювання технологічними процесами. Верстати з числовим програмним управлінням змінили функції верстатника. Вони зводяться до контролю роботи автоматизованого обладнання. Продуктивність праці зросла в 1,5-5 разів. У верстатах з вбудованими МП гнучкість універсального обладнання доповнюється точністю і продуктивністю верстатів-автоматів.

Досягнення в області мікроелектроніки дозволили перейти від централізованої обробки даних до децентралізованої, а саме до побудови розгалужених мереж обробки даних. На їх основі і створюються автоматизовані системи управління технологічним процесом (АСУ ТП).

На базі АСУ ТП будують заводи-автомати. Наприклад у виробничому об'єднанні обчислювальна техніка може бути розподілена по рівням наступним чином:

- на першому рівні (дільниця, цех) автоматизовані робочі місця (мікроЕОМ);
- на другому рівні (підприємство) установка (мініЕОМ або ЕОМ);
- на 3 рівні (об'єднання, галузь) установка потужної ЕОМ.

Команди МП.

Командою називається сукупність даних, які необхідно задати процесору для виконання ним необхідної дії. В основу класифікації команд покладені ознаки:

- функціональне призначення;
- структура;
- довжина;
- спосіб кодування команди.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05/05.01 /131.00.1/Б/ВК11.2- 2019
	Екземпляр № 1	Арк 1 / 28

По функціональному призначенню розрізняють наступні групи команд:

- команди обробки даних, призначені для реалізації арифметичних і логічних операцій над даними, які зберігаються в регістрах центрального процесора (ЦП) і в основній пам'яті

- команди внутрішньої пересилки даних, що забезпечують передачу даних між регістрами ЦП і основною пам'яттю

- команди вводу-виводу, що забезпечує обмін інформації між основною пам'яттю і зовнішніми пристроями, а також керування роботою зовнішніх пристроїв

- команди передачі керування, призначені для зміни послідовності виконання команд програми шляхом передачі керування на будь-яку її ділянку, а також команди, що забезпечують передачу керування підпрограмам із зворотним поверненням у вихідну програму.

- допоміжні команди, що забезпечують виконання деяких елементарних дій (очищення регістрів, перевод ЦП у вихідний стан, перевод процесора в стан очікування).

Типова структура МП.

Умовно можна виділити два основних функціональних блоки: блок обробки команд, блок обробки даних.

Блок обробки команд забезпечує формування адреси чергової команди, що зберігається в основній пам'яті, вибір команди з пам'яті, її розшифрування. В результаті обробки команди визначається адреса комірки пам'яті, що містить дані, які підлягають обробці і формуються сигнали керування, що забезпечують вибір даних з основної пам'яті і ініціалізацію роботи пристроїв блоку обробки даних.

Блок обробки даних забезпечує приймання даних з основної пам'яті, розміщує його на тимчасове зберігання в один з регістрів, виконує операції над даними і реалізує пересилання результатів обробки в основну пам'ять.

Структура ЕОМ.

ЕОМ – це комплекс взаємопов'язаних електронних пристроїв – вводу-виводу (ПВВ), запам'ятовуючих пристроїв (ЗП) і оброблювальних пристроїв, призначених для автоматичної обробки інформації по заданим програмам. Склад пристроїв з вказівкою зв'язків між ними називається структурою ЕОМ.