

Інститут енергетики та систем керування

Спеціалізація:

Комп'ютерно-інтегровані системи керування виробництвом

(код 151/0111)

Спеціальність:

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(код 151)

Галузь знань:

Автоматизація та приладобудування

(код 15)

Перелік дисциплін

для вступу на навчання за освітньою програмою підготовки магістр

- **Автоматизація технологічних процесів та виробництв**
- **Автоматизовані системи керування технологічними процесами**
- **Виконавчі механізми та регульвальні органи**
- **Мікропроцесорна техніка**
- **Основи автоматики та автоматизації**
- **Теорія автоматичного керування (вибрані розділи 3)**
- **Теорія інформації**
- **Технічні засоби автоматизації**
- **Технологічні вимірювання і прилади**

Дисципліна: Автоматизація технологічних процесів та виробництв

Розділ 1. Класифікація систем автоматизації

§ 1. Особливості неперервних технологічних процесів. Особливості автоматизації неперервних технологічних процесів. Функції систем автоматизації неперервних технологічних процесів

§ 2. Підготовка технологічних об'єктів до автоматизації. Методика аналізу технологічних об'єктів керування (ТОК). Вибір вхідних, вихідних і керуючих координат ТОК. Аналіз збурень

§ 3. Принципи класифікації систем автоматизації. Класифікація систем автоматизації за функціональними ознаками. Локальні системи автоматизації: системи автоматичного (СА) вимірювання; СА контролю; СА сигналізації; системи дистанційного керування; СА захисту; СА блокування

§ 4. Основні принципи побудови систем автоматичного регулювання (САР): принцип за відхиленням, принцип за збуренням. САР: стабілізуючі (САР-С); програмні (САР-П); слідкуючі (САР-С); екстремальні (САР-Е); оптимальні (САР-О), адаптивні та інші

Розділ 2. Типові контури регулювання

§ 1. Регулювання витрати. Динамічні характеристики контурів витрати. Вплив динамічних характеристик регуляторів на контур витрати. Вибір закону регулювання. Особливості впливу D- складової на контур регулювання витрати. Вибір засобів для реалізації контурів регулювання витрати

§ 2. Регулювання тиску рідин, пари та газів. Динамічні характеристики технологічних об'єктів регулювання тиску. Вибір закону регулювання. Схеми регулювання тиску в ресиверах, барабанних котлоагрегатах, випарних апаратах, ректифікаційних колонах, печах і інших апаратах. Особливості регулювання тиску в ГРП та ГРС. Вибір закону регулювання. Вибір засобів для реалізації контурів регулювання тиску

§ 3. Регулювання рівня рідин та сипких матеріалів. Динамічні властивості об'єктів регулювання рівня. Схеми регулювання рівня в різних технологічних апаратах (резервуарах, випарних апаратах, ректифікаційних колонах, абсорберах, екстракторах, реакторах, барабанних котлоагрегатах і інших апаратах) . Вибір закону регулювання. Вибір засобів для реалізації контурів регулювання рівня. Особливості регулювання рівня сипких матеріалів

§ 4. Регулювання температури. Динамічні властивості об'єктів регулювання температури. Схеми регулювання температури в різних технологічних апаратах. Вибір закону регулювання

§ 5. Регулювання показників якості. Динамічні властивості об'єктів регулювання складу. Схема регулювання складу в різних технологічних об'єктах. Вибір закону регулювання. Особливості регулювання: концентрації рідин та газів; рН; густини та інших показників

Розділ 3. Багатоконтурні системи регулювання

§ 1. Системи каскадного регулювання, особливості, призначення, приклади реалізації систем каскадного регулювання

§ 2. Системи регулювання співвідношення, особливості, призначення, приклади реалізації систем регулювання співвідношення

§ 3. Комбіновані системи регулювання , особливості, призначення, приклади реалізації комбінованих систем регулювання

Розділ 4. Розрахунок систем автоматизації

§ 1. Вибір координат керування ТОК . Складання математичної моделі ТОК. Розрахунок основних параметрів математичних моделей ТОК

§ 2. Вибір і обґрунтування параметрів перехідного процесу контуру регулювання. Вибір і обґрунтування типу перехідного процесу

§ 3. Визначення закону регулювання. Розрахунок оптимальних настроювальних параметрів регулятора. Інженерні методи розрахунку настройки регуляторів. Обґрунтування та вибір типу регулятора для проектного контуру регулювання. Побудова перехідного процесу розрахованої САР. Розрахунок показників надійності САР

Розділ 5. Автоматизація механічних процесів

§ 1. Транспортування твердих матеріалів. Стрічкові, пластинчасті, скребкові, гвинтові, вібраційні транспортери - як об'єкти керування. Автоматичний контроль і сигналізація роботи конвеєрного транспорту. Автоматичне керування конвеєрним транспортом

§ 2. Автоматизація процесів подрібнення твердих матеріалів. Щоківні, конусні, валкові дробарки - як об'єкти автоматизації. Автоматичне регулювання дробарок. Оптимізація роботи дробарок. Автоматизація

кульових барабанних млинів

§ 3. Автоматизація процесів дозування і змішування твердих матеріалів. Маятникові, тарілчасті, лопатеві живильники як об'єкти керування. Дозатори сипких матеріалів. Автоматичний контроль витрати матеріалу при дозуванні. Динамічні і статичні характеристики дозаторів неперервної дії. Автоматичне зважування матеріалу на конвеєрах. Змішувачі твердих матеріалів як об'єкти керування. ФСА змішувачів твердих матеріалів

Розділ 6. Автоматизація процесів переміщення рідин та газів

§ 1. Автоматизація насосів. Фізичні основи роботи насосів. Способи зміни продуктивності відцентрових та поршневих насосів. Методи регулювання продуктивності відцентрових та поршневих насосів. Сучасні ФСА відцентрових та поршневих насосів

§ 2. Автоматизація компресорів. Фізичні основи стиснення газів. Машини і апарати для стиснення газів. Математичний опис поршневого компресора. Способи зміни продуктивності компресорів. Сучасні САР поршневих компресорів. САР тиску газу в колекторах нагнітання і всмоктування. САР тиску нагнітання повітряних компресорів загального призначення

§ 3. Автоматизація вентиляторів. Фізичні основи роботи вентиляторів та димососів. Способи зміни продуктивності вентиляторів. САР вентиляторів та вентиляційних установок

Розділ 7. Автоматизація теплових процесів

§ 1. Автоматизація процесів нагрівання та охолодження. Фізичні основи нагрівання і охолодження та їх основні закономірності. Структурні схеми теплообмінної апаратури. Динамічні характеристики теплообмінників змішування, кожухотрубних теплообмінників та холодильників. Теплообмінники, холодильники, конденсатори, кип'ятильники, рибойлери, нагрівальні печі, топки як об'єкти керування. ФСА теплообмінної апаратури

§ 2. Автоматизація систем опалення. Автоматизація водогрійних котлів. Автоматизація парових котельних установок. Автоматичне регулювання живлення барабанних котлоагрегатів. Автоматичне регулювання тиску пари в барабанних котлоагрегатах. Автоматичне регулювання тягодуттєвого режиму котлоагрегатів. Автоматизація РОУ. Автоматизація бойлерів. Автоматизація опалювального теплового вузла. Регулювання температурного режиму в приміщеннях

§ 3. Автоматизація систем вентиляції і кондиціонування повітря. Загальні зауваження. Типи припливних і витяжних вентиляційних систем. Режими роботи вентиляційних систем. ФСА вентиляційної системи при різних режимах роботи. Фізичні основи кондиціонування повітря. Кондиціонери, як об'єкти керування. Особливості роботи кондиціонерів літом і зимою. Способи автоматизації кондиціонерів. ФСА кондиціонерів. Автоматизація повітряних завіс

§ 4. Автоматизація систем газопостачання. Газові мережі, як об'єкти керування тиску. Динамічні характеристики газових мереж. Автоматизація газорозподільних станцій. Автоматизація газорозподільних пунктів. Автоматизація процесів спалювання газів. Системи безпеки на установках, які споживають опалювальний газ

Розділ 8. Функціональні схеми автоматизації (ФСА)

§ 1. Призначення ФСА. Методика і загальні принципи синтезу ФСА. Визначення об'єму автоматизації окремих технологічних об'єктів

§ 2. Зображення на ФСА технологічних апаратів, машин, трубопроводів та трубопровідної арматури. Оформлення табл. з переліком обладнання

§ 3. Зображення на ФСА технічних засобів автоматизації і ліній зв'язку між ними. Основні положення ГОСТ 21.404-85. „Автоматизація технологічних процесів, приладів і засобів автоматизації. Умовні позначення в схемах автоматизації”

§ 4. Методика побудови умовних графічних позначень на ФСА. Позиційне позначення технічних засобів автоматизації. Правила і вимоги до графічного оформлення ФСА

Література

1. Дудников Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности / Е.Г. Дудников. – М. : Химия, 1987.
2. Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности / В.В. Шувалов, Г.А. Огаджанов, В.А. Голубятников. – М. : Химия, 1991.
3. Полоцкий Л.М. Автоматизация химических производств / Л.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. – М. :Высш. шк., 1982.

Розділ 1. Основні поняття дисципліни

§ 1. Поняття про АСК ТП. Технологічний об'єкт керування. Автоматизований технологічний комплекс. Функціональна структура АСК ТП. Інформаційні функції АСК ТП, функції керування та допоміжні. Технічні структури АСК ТП: інформаційна, супервізорна, централізована, розподілена. Інформаційне і організаційне забезпечення АСК ТП. Оперативний персонал АСК ТП

§ 2. Режими функціонування АСК ТП: комбінований (супервізорний) і безпосереднього цифрового керування. Стадії створення АСК ТП. Техніко-економічна ефективність впроваджуваних АСК ТП

Розділ 2. Первинна обробка інформації в АСК ТП

§ 1. Алгоритми і завдання первинної обробки інформації в АСК ТП. Вибір розрядності представлення інформації в КОМ і частоти опиту вимірювальних перетворювачів. Інтерполяція і екстраполяція сигналу

§ 2. Фільтрація вимірюваних величин від завад. Експоненціальний фільтр. Фільтр ковзного середнього. Статистичні фільтри

§ 3. Цифрові фільтри. Застосування теорії дискретного перетворення для опису фільтрів та інших елементів систем керування

§ 4. Аналітичне градування вимірювальних перетворювачів і корекція результатів вимірювань

Розділ 3. Математичне забезпечення АСК ТП

§ 1. Контроль і підвищення достовірності початкової інформації. Алгоритми контролю

§ 2. Обчислення узагальнених показників процесу. Типові задачі обчислення невимірюваних величин і узагальнених показників. Обчислення інтегральних і усереднених значень вимірюваних величин

§ 3. Обчислення невимірюваних величин за рівняннями регресії (посередні вимірювання). Автоматичне розшифрування хроматорграм. Прогнозування показників процесу

Розділ 4. Оптимальне керування технологічними процесами

§ 1. Типові постановки завдань оптимального керування технологічними процесами. Декомпозиція і агрегування оптимізаційних задач. Керування технологічними процесами з паралельною структурою. Оптимальне керування системами з послідовною структурою і рециклами

§ 2. Способи спрощення розв'язування задач оптимального керування технологічними процесами. Оптимальне керування періодичними процесами. Уточнення моделі керованого об'єкта за даними поточних вимірювань

Розділ 5. Технічне і програмне забезпечення АСК ТП

§ 1. Технічне забезпечення АСК ТП. Керуючий обчислювальний комплекс. Пристрої зв'язку з об'єктом. Пристрої зв'язку з оперативним персоналом. Архітектура керуючих обчислювальних комплексів. Системи безпосереднього цифрового керування

§ 2. Програмне забезпечення АСК ТП. Основні поняття. Спеціальне програмне забезпечення АСК ТП. Розробка функціонально-алгоритмічної структури АСК ТП

Розділ 6. Технічна реалізація цифрових систем автоматичного керування технологічними процесами

§ 1. Реалізація регуляторів у цифровій формі. Реалізація імпульсних регуляторів. Регулятори з адаптивними алгоритмами настроювання параметрів

§ 2. Технічна реалізація цифрових АСР. Приклади сучасних АСК ТП. Реалізація систем керування на основі апаратно-програмного комплексу Simatic PCS7. Структура Simatic PCS7 та основні функціональні можливості

§ 3. Технічні характеристики основних апаратних компонентів Simatic PCS7. Технічні характеристики комплексу засобів МІКРОЛ. Технічні характеристики комплексу засобів Schneider для побудови АСК ТП

§ 4. Супервізорний режим функціонування цифрової АСР на прикладі автоматизації кожухотрубного теплообмінника. Принципи формування багатоконтурних АСР на базі керуючої ЕОМ. Комбіновані системи регулювання. Структурна і функціональна схеми комбінованої цифрової АСР

§ 5. Каскадні системи регулювання (дво- і триконтурні). Структурна і функціональна схеми триконтурної каскадної цифрової АСР. Системи пов'язаного регулювання. Структурна і функціональна схеми двопов'язаної АСР

§ 6. Приклади АСК ТП. АСК ТП мікробіологічного синтезу лізину в біореакторах періодичної дії на хімічному комбінаті. АСК ТП виробництва електричної і теплової енергії на ТЕС

Література

1. Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности / В.В. Шувалов, Г.А. Огаджанов, В.А. Голубятников. – М. : Химия, 1991.
2. Стефани Е.П. Основы построения АСУ ТП / Е.П. Стефани. – М. : Энергоиздат, 1982.

Дисципліна: Виконавчі механізми та регулювальні органи

Розділ 1. Загальні відомості про виконавчий пристрій як ланки системи автоматичного керування

§ 1. Місце і роль виконавчого пристрою в системі автоматичного керування. Основні поняття і терміни. Класифікація виконавчих пристроїв. Загальні вимоги до виконавчих пристроїв, їх монтажу та експлуатації

§ 2. Основні характеристики виконавчих пристроїв загальнопромислового призначення

§ 3. Надійність виконавчих пристроїв. Сучасні напрями вдосконалення і розробки виконавчих пристроїв

Розділ 2. Виконавчі механізми і додаткові блоки, необхідні для їх роботи

§ 1. Класифікація виконавчих механізмів. Будова, принцип роботи і основні характеристики виконавчих механізмів

§ 2. Вибір та розрахунок пневматичних виконавчих механізмів. Статичні та динамічні характеристики пневматичних виконавчих механізмів. Додаткові блоки пневматичних виконавчих механізмів: позиціонери, панелі керування та ін.

§ 3. Вибір і розрахунок гідравлічних виконавчих механізмів. Статичні та динамічні характеристики гідравлічних виконавчих механізмів. Додаткові блоки гідравлічних виконавчих механізмів

§ 4. Електродвигунні та електромагнітні виконавчі механізми. Вибір і розрахунок електричних виконавчих механізмів. Статичні та динамічні характеристики електричних виконавчих механізмів. Схеми керування електричними виконавчими механізмами. Контактні і безконтактні пускові пристрої електричних виконавчих механізмів. Додаткові блоки електричних виконавчих механізмів

Розділ 3. Регулювальний орган як складова частина виконавчого пристрою системи автоматичного керування

§ 1. Класифікація регулювальних органів. Конструкції регулювальних органів. Область використання. Основні параметри і характеристики дросельних регулювальних органів. Задача розрахунку і вибору регулювальних органів

§ 2. Регулювальний орган як елемент гідравлічної ланки об'єкта автоматизації. Залежність витрати через гідравлічний опір від перепаду тиску на ньому. Вплив перехідних патрубків на витрату через регулювальний орган у робочих умовах

§ 3. Режими руху рідини через регулювальний орган. Кавітація і кипіння. Режими руху газу або пари через регулювальний орган. Швидкість звуку. Витрата газу або пари через регулювальний орган у випадку турбулентного або ламінарного потоку

§ 4. Пропускні характеристики регулювальних органів: лінійна, рівновідсоткова, та спеціальна. Вибір пропускнуої характеристики залежно від характеристик об'єкта автоматизації

§ 5. Профілювання затворів регулювальних органів. Спеціальні схеми з'єднання регулювальних органів з трубопроводом. Вибір та розрахунок механічних зв'язків виконавчих механізмів і регулювальних органів

Розділ 4. Спеціальні виконавчі пристрої

§ 1. Технологічні механізми і агрегати, які виконують функції виконавчих пристроїв: принцип роботи, область використання, статичні і динамічні характеристики, способи керування

§ 2. Нагнітальні виконавчі пристрої: принцип роботи, область використання, статичні і динамічні характеристики, способи керування

Література

1. Иткина Д.М. Исполнительные устройства систем управления в химической промышленности / Д.М. Иткина. – М. : Химия, 1984.
2. Патрикеев В.Г. Специальные исполнительные устройства химической промышленности / В.Г. Патрикеев, Ю.С. Сербулов. – Воронеж : изд-во Воронеж.ун-та, 1982.
3. Емельянов А.И. Исполнительные устройства промышленных регуляторов / А.И. Емельянов, В.А. Емельянов. – М. : Машиностроение, 1975.
4. Трубопроводная арматура с автоматическим управлением : справочник / Д.Ф. Гуревич и др. – Л. : Машиностроение, 1982.

Дисципліна: Мікропроцесорна техніка

Розділ 1. Системи числення

- § 1. Непозиційні та позиційні системи числення
- § 2. Перевід чисел з однієї системи числення в іншу
- § 3. Алгебраїчні операції над числами в різних системах числення

Розділ 2. Елементи математичного апарату цифрової техніки

- § 1. Поняття булевої змінної та булевої функції однієї та двох змінних. Способи задання булевих функцій
- § 2. Операції та закони булевої алгебри
- § 3. Функціонально повні системи булевих функцій (базис)
- § 4. Мінімізація булевих функцій. Метод винесення за дужки та склеювання. Діаграми Вейча (карти Карно)

Розділ 3. Комбінаційні цифрові пристрої

- § 1. Поняття комбінаційного цифрового пристрою. Елементна база комбінаційних цифрових пристроїв
- § 2. Етапи синтезу комбінаційних цифрових пристроїв
- § 3. Формулювання та запис умов роботи
- § 4. Мінімізація логічної функції
- § 5. Перехід до заданого базису елементів
- § 6. Правило суперпозиції. Побудова структурної схеми

Розділ 4. Послідовні цифрові пристрої

- § 1. Структурна схема послідовного цифрового пристрою. Автомати Мілі, Мура та Сі-автомати. Повністю визначені, частково визначені та ініціальні автомати
- § 2. Найпростіші послідовні цифрові пристрої. Класифікація. RS-, D-, T- та JK- тригери
- § 3. Етапи синтезу синхронних послідовних цифрових пристроїв. Формування та запис умов роботи послідовного цифрового пристрою. Мінімізація таблиць переходів та виходів. Перевід таблиць переходів та виходів апарату Мілі в таблиці переходів та виходів апарату Мура і навпаки. Кодування таблиць переходів та виходів. Визначення логічних функцій збудження елементів пам'яті та функцій виходів. Складання структурної схеми послідовного цифрового пристрою на логічних елементах та елементах пам'яті

Розділ 5. Загальна структурна схема та основні вузли мікропроцесорних систем

- § 1. Загальна структурна схема та основні вузли мікропроцесорних систем

Розділ 6. Технічні характеристики мікроконтролера сімейства 8x51

- § 1. Структурна схема мікроконтролера. Універсальний арифметико-логічний пристрій. Резидентна пам'ять. Засоби мікропрограмного керування та синхронізації. Порти вводу-виводу інформації. Доступ до зовнішньої пам'яті
- § 2. Таймер та лічильник мікроконтролера
- § 3. Послідовний інтерфейс мікроконтролера
- § 4. Система переривань

Розділ 7. Програмне забезпечення мікроконтролера сімейства 8x51

- § 1. Особливості програмування в командах мікропроцесора на мові Асемблер та мовах високого рівня
- § 2. Типи і формати даних мікроконтролера
- § 3. Характеристика системи команд мікроконтролерів сімейства 8x51
- § 4. Команди передавання та завантаження даних
- § 5. Команди арифметичних та логічних операцій
- § 6. Команди передачі керування у програмі. Операції над бітами

Розділ 8. Основні особливості мікроконтролерів серії PIC

- § 1. Технічні характеристики PIC-контролерів. Резидентна пам'ять. Засоби мікропрограмного керування та синхронізації. Порти вводу-виводу інформації. Доступ до зовнішньої пам'яті. Таймер та лічильник мікроконтролера. Послідовний інтерфейс мікроконтролера. Система переривань
- § 2. Характеристика системи команд мікроконтролерів системи PIC18

Розділ 9. Запам'ятовувальні пристрої

§ 1. Класифікація та основні характеристики запам'ятовувальних пристроїв. Ієрархія пам'яті мікропроцесорних систем. Організація пам'яті. Адресні, асоціативні та стекові запам'ятовувальні пристрої

§ 2. Постійні запам'ятовувальні пристрої. Програмовані постійні запам'ятовувальні пристрої. Ультрафіолетові та електричні перепрограмовані запам'ятовувальні пристрої. Підключення постійних запам'ятовувальних пристроїв до мікроконтролера сімейства 8x51

§ 3. Оперативні запам'ятовувальні пристрої. Статичні та динамічні оперативні запам'ятовувальні пристрої. Підключення оперативних запам'ятовувальних пристроїв до мікроконтролера сімейства 8x51

Розділ 10. Аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі

§ 1. Технічні характеристики АЦП та ЦАП. Схеми підключення АЦП та ЦАП до мікроконтролера сімейства 8x51

Література

1. Рицар Б.Є. Цифроватехніка / Б.Є. Рицар. – К. : НМК, 1991.
2. Сташин В.В. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах / В.В. Сташин, А.В. Урусов, О.Ф. Мологонцева. – М. : Энергоатомиздат, 1990.
3. Стрепко І.Т. Проектування систем керування на однокристалльних мікро-ЕОМ / І.Т. Стрепко, О.В. Тимченко, Б.В. Дурняк. – К. : Фенікс, 1998.

Дисципліна: Основи автоматики та автоматизації

Розділ 1. Основні поняття дисципліни

§ 1. Вступ. Основні поняття дисципліни. Завдання і значення автоматизації. Ступені автоматизації: часткова, комплексна і повна. АСК ТП. Складові частини автоматизації (системи: технологічного контролю, автоматичного регулювання, дистанційного керування, захисту й автоматичного ввімкнення резерву, блокування, автоматичного керування, сигналізації та зв'язку). Історія розвитку автоматики та автоматизації. Перелік рекомендованої літератури

§ 2. Командний електричний прилад КЭП-12У як пристрій автоматичного керування. Програмні задавачі

§ 3. Ручне регулювання. Автоматичне регулювання. Приклад системи автоматичного регулювання температури. Основні елементи системи автоматичного регулювання (САР). Структурна схема САР. Будова і принцип дії регулятора Ползунова. Будова і принцип дії регулятора Уатта. Принципи регулювання: за відхиленням (принцип Ползунова-Уатта), за збуренням (принцип Понселе)

§ 4. Елементи систем автоматики та їх функції. Вхідні та вихідні величини елементів автоматики. Давачі, або первинні перетворювачі. Підсилювачі. Стабілізатори. Реле. Розподільвачі. Двигуни. Виконавчі механізми, їх класифікація та основні технічні характеристики. Регулюючі органи та запірні і запобіжно-захисна арматура, їх основні монтажні та експлуатаційні характеристики

§ 5. Загальні характеристики елементів автоматики. Коефіцієнт перетворення. Чутливість давача. Коефіцієнт підсилення. Коефіцієнт стабілізації. Похибка (абсолютна, відносна, зведена). Нестабільність. Поріг чутливості та причини, що його викликають. Зона нечутливості

§ 6. Динамічні характеристики елементів автоматики: інерційність (стала часу), час встановлення вихідної величини, динамічна похибка. Характеристики точності приладів і засобів автоматизації. Номінальна статична характеристика перетворення. Характеристики похибки та її систематичної і випадкової складових. Варіація вихідного сигналу і варіація переміщення рухомого органу. Функції впливу. Найбільші допустимі зміни вище названих характеристик за рахунок зміни зовнішніх впливаючих величин і неінформативних параметрів вхідного сигналу

§ 7. Поняття зворотного зв'язку як одного з основних понять автоматики. Внутрішній і зовнішній зворотний зв'язок. Коефіцієнт зворотного зв'язку. Додатний і від'ємний зворотний зв'язок. Вплив зворотного зв'язку на коефіцієнт передачі та відносну похибку елементів і систем автоматики. Глибина зворотного зв'язку та статизм

§ 8. Державна система приладів і засобів автоматизації (ДСП). Електричні, пневматичні та гідравлічні засоби автоматизації. Класифікація сигналів ДСП. Електричні, пневматичні та гідравлічні сигнали. Аналогові та дискретні (позиційні, кодові) сигнали. Основні види і параметри аналогових електричних сигналів

Розділ 2. Об'єкти автоматичного регулювання та їх властивості

§ 1. Об'єкти автоматичного регулювання та їх властивості. Означення об'єкта регулювання. Класифікація об'єктів регулювання: за видом регульованої величини, за характером матеріальних і енергетичних внутрішніх зв'язків, за призначенням, за динамічними властивостями. Об'єкти з зосередженими і розподіленими параметрами

§ 2. Властивості об'єктів автоматичного регулювання, їх вхідні та вихідні величини. Збурення. Ємність об'єкта регулювання - перша загальна властивість. Швидкість розгону. Одноємнісні та багатоемнісні об'єкти регулювання, приклади таких об'єктів

§ 3. Самовирівнювання - друга загальна властивість об'єктів регулювання. Коефіцієнт самовирівнювання. Об'єкти регулювання з самовирівнюванням і без самовирівнювання. Запізнення - третя загальна властивість об'єктів регулювання. Транспортне, ємнісне і повне запізнення. Приклади об'єктів регулювання, які за динамічними властивостями відповідають типовим елементарним ланкам

§ 4. Методи дослідження властивостей об'єктів регулювання. Експериментальне визначення параметрів об'єктів регулювання. Крива розгону і перехідна функція. Види збурень об'єктів регулювання. Метод імпульсної характеристики. Інтеграл Дюамеля та приклад його практичного застосування

Розділ 3. Автоматичні регулятори. Закони регулювання

§ 1. Автоматичні регулятори. Класифікація регуляторів

§ 2. Регулятори прямої дії. Приклади регуляторів прямої дії: регулятор тиску, регулятор рівня, регулятор температури. Будова та принцип дії регуляторів прямої дії, способи встановлення завдання регуляторам. Нечутливість регулятора. Зона нечутливості. Статична характеристика системи регулювання. Нерівномірність регулятора та способи її зміни. Статичний та астатичний автоматичні регулятори, приклади таких регуляторів

§ 3. Експериментальне визначення статичної характеристики системи автоматичного регулювання з регулятором прямої дії на прикладі регулятора тиску прямої дії. Принципові схеми деяких регуляторів прямої дії. Регулятор тиску рідини РДЖ-1, його будова та робота, основні технічні характеристики. Термостатний регулятор рівня прямої дії типу ОРП-50, його будова, елементи налаштування та принцип дії. Регулятор температури прямої дії типу РПД, його будова, елементи налаштування та принцип дії

§ 4. Лінійні та нелінійні закони регулювання. Регулятори дискретної дії: релейні та імпульсні. Система двопозиційного регулювання рівня рідини. Статична характеристика двопозиційного регулятора з зоною нечутливості та без неї. Статична характеристика трипозиційного регулятора. Вплив зони нечутливості на роботу виконавчого механізму і регулюючого органу та на точність регулювання. Приклад електричного імпульсного регулятора

§ 5. Лінійні закони регулювання. Пропорційні регулятори. Рівняння пропорційного закону регулювання. Функція передачі, статична і динамічна характеристики пропорційного регулятора. Границі пропорційності, їх означення та фізичний зміст. Приклад пропорційного регулятора тиску, його будова і робота, елементи зміни завдання і коефіцієнта передачі. Статична характеристика пропорційного регулятора в безрозмірних координатах. Вплив границь пропорційності на характер перехідного процесу системи автоматичного регулювання. Основні властивості, переваги і недоліки пропорційних регуляторів

§ 6. Інтегральні регулятори. Рівняння інтегрального закону регулювання. Функція передачі, статична і динамічна характеристики інтегрального регулятора. Приклад інтегрального регулятора тиску, його будова і робота. Час інтегрування, його означення та фізичний зміст. Елементи зміни завдання інтегрального регулятора та його часу інтегрування. Основні властивості інтегральних регуляторів, їх переваги та недоліки

§ 7. Пропорційно-інтегральні регулятори. Рівняння пропорційно-інтегрального закону регулювання та його складові. Функція передачі, статична і динамічна характеристики пропорційно-інтегрального регулятора. Налаштовувальні параметри: границі пропорційності та час ізодрому, або час подвоєння. Означення часу ізодрому, його фізичний зміст. Приклад ізодромного, або пропорційно-інтегрального регулятора. Призначення пристрою ізодрому. Будова і робота гідравлічного золотникового пропорційно-інтегрального регулятора тиску. Гнучкий зворотний зв'язок та його вплив на роботу регулятора. Переваги та недоліки пропорційно-інтегральних регуляторів

§ 8. Пропорційно-диференціальні регулятори. Рівняння пропорційно-диференціального закону регулювання та його складові. Час диференціювання, або час випередження, його означення та фізичний зміст. Регулятори з прямим і зворотним випередженням, їх динамічні характеристики. Функція передачі та структурне представлення пропорційно-диференціального регулятора. Переваги та недоліки регуляторів з випередженням

§ 9. Пропорційно-інтегрально-диференціальні регулятори. Рівняння пропорційно-інтегрально-диференціального закону регулювання та його складові. Функція передачі та структурне представлення пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора. Універсальність пропорційно-інтегрально-диференціальних регуляторів. Регулятори із змінною структурою. Динамічна характеристика ізодромного регулятора з випередженням. Переваги та недоліки пропорційно-інтегрально-диференціальних регуляторів. Приклад застосування регулятора з випередженням в системі автоматичного регулювання температури, його будова і робота

Розділ 4. Вплив властивостей об'єкта регулювання і автоматичного регулятора на характер процесу регулювання

§ 1. Вплив властивостей об'єкта регулювання і автоматичного регулятора на характер процесу регулювання. Характер процесу регулювання у випадку регулювання об'єкта без самовирівнювання і запізнення інтегральним регулятором без зони нечутливості. Вплив самовирівнювання на характер процесу регулювання. Вплив запізнення об'єкта регулювання на характер процесу регулювання

§ 2. Вплив зони нечутливості автоматичного регулятора на характер процесу регулювання. Характер процесу регулювання у випадку регулювання об'єкта без самовирівнювання і запізнення пропорційним регулятором без зони нечутливості. Характер процесу регулювання у випадку регулювання об'єкта без самовирівнювання і запізнення пропорційно-інтегральним регулятором без зони нечутливості. Вплив настроювальних параметрів ізодромного регулятора (границь пропорційності та часу ізодрому) на характер процесу регулювання

§ 3. Характер процесу регулювання у випадку регулювання об'єкта без самовирівнювання і запізнення пропорційно-інтегрально-диференціальним регулятором без зони нечутливості

Література

1. Шарков А.А. Автоматическое регулирование и регуляторы / А.А. Шарков. – М. : Химия, 1990.
2. Клюев А.С. Автоматическое регулирование / А.С. Клюев. – М. : Энергия, 1973.
3. Основы автоматического регулирования и управления / Л.И. Каргу и др. – М. :Высш. шк., 1974.
4. Такер Г.К. Упрощенные методы анализа систем автоматического регулирования / Г.К. Такер, Д.М. Уиллс. – М.-Л. :Госэнергоиздат, 1963.
5. Основи автоматики та автоматизації : навч. посіб. / Є.П. Пістун, І.Д. Стасюк. – Львів : вид-во Львівської політехніки, 2014. – 336 с.

Дисципліна: Теорія автоматичного керування (вибрані розділи 3)

Розділ 1. Основні поняття автоматичного керування

§ 1. Регулювання, керування, об'єкт регулювання. Ручне регулювання.

§ 2. Система автоматичного регулювання та її елементи. Вхідні та вихідні величини елементів систем регулювання

§ 3. Основні принципи побудови систем автоматичного регулювання та керування: принцип за відхиленням, принцип за збуренням. Поняття від'ємного зворотного зв'язку. Розімкнуті, замкнуті, та комбіновані розімкнуто-замкнуті системи автоматичного регулювання

§ 4. Класифікація систем автоматичного регулювання та керування (стабілізуючі, програмні, слідкуючі, екстремальні, адаптивні та ін.) Аналогові та дискретні системи автоматичного регулювання. Автоматизовані системи керування технологічними процесами

Розділ 2. Елементи систем автоматичного регулювання

§ 1. Циркуляція інформації в системах автоматичного регулювання. Елементи систем. Статичні характеристики елементів. Лінійні та нелінійні елементи. Рівняння статики. Коефіцієнти передачі елементів

§ 2. Статичні характеристики послідовного з'єднаних елементів. Статичні характеристики паралельно з'єднаних елементів. Статичні характеристики зустрічно-паралельного з'єднання елементів. Приклади вищенаведених з'єднань

§ 3. Динамічні характеристики елементів. Математичний опис сигналів. Типові вхідні сигнали та реакція на них елементів. Перехідна функція, імпульсна перехідна функція, реакція елемента на гармонічні збурення

Розділ 3. Математичні моделі елементів систем автоматичного регулювання

§ 1. Складання рівнянь елементів систем автоматичного регулювання. Лінеаризація рівнянь елементів

§ 2. Основні види алгебраїчних та диференціальних рівнянь, що застосовуються для опису елементів систем автоматичного регулювання

§ 3. Безрозмірна форма подачі рівнянь елементів. Операторна форма запису рівнянь елементів. Функції передачі елементів систем автоматичного керування. Типові ланки систем автоматичного керування

Розділ 4. Частотні характеристики елементів систем автоматичного керування

§ 1. Амплітудно-фазова характеристика, дійсна та уявна частотні характеристики

§ 2. Амплітудно-частотна та фазочастотна характеристики елементів (ланок) систем автоматичного керування

Розділ 5. Типові ланки систем автоматичного керування та їх характеристики

§ 1. Пропорційна ланка. Аперіодична ланка першого порядку, її часові функції та частотні характеристики. Знаходження параметрів аперіодичної ланки першого порядку

§ 2. Інтегровальна ланка, диференціальна (ідеальна та реальна ланка), їх часові та частотні характеристики

§ 3. Аперіодична та коливна ланки другого порядку, їх часові функції та частотні характеристики. Знаходження параметрів ланок другого порядку

§ 4. Ланка запізнення та її характеристики

Розділ 6. Математичні моделі лінійних систем та перетворення їх структурних схем

§ 1. Основні види з'єднань ланок. Функції передачі та частотні характеристики послідовного з'єднання ланок, паралельного з'єднання ланок та зустрічно-паралельного з'єднання ланок

§ 2. Визначення функції передачі та частотних характеристик системи за функціями передачі їх елементів. Функція передачі замкнутої системи. Основи еквівалентного перетворення структурних схем систем. Застосування прямого і зворотного перетворень Лапласа для досліджень систем автоматичного керування

Розділ 7. Зв'язок перехідних функцій системи з її функцією передачі

§ 1. Зв'язок імпульсної перехідної функції системи з її функцією передачі. Аналітичні методи знаходження імпульсних перехідних функцій систем

§ 2. Зв'язок перехідної функції системи з її функцією передачі. Зв'язок перехідних функцій систем з їх імпульсними перехідними функціями

Розділ 8. Логарифмічні частотні характеристики елементів системи

§ 1. Логарифмічна амплітудна та логарифмічна фазова частотні характеристики типових ланок (аперіодичної першого порядку, інтегруючої, диференціюючих ланок та ланок другого порядку)

§ 2. Знаходження логарифмічних частотних характеристик послідовного з'єднаних ланок та систем автоматичного керування

Розділ 9. Стійкість лінійних динамічних систем

§ 1. Визначення стійкості динамічних систем. Системи стійкі, нестійкі, і ті, що знаходяться на границі стійкості. Аналітичне формулювання умов стійкості. Алгебраїчні та частотні критерії стійкості

§ 2. Критерій Рауса. Критерій Гурвіца. Частотний критерій Найквіста для розімкнено нестійких і стійких динамічних систем

§ 3. Аналіз стійкості динамічних систем згідно з критерієм Найквіста з застосуванням логарифмічних характеристик. Вплив запізнення на стійкість систем. Частотні критерії стійкості для систем із запізненням. Запас стійкості

§ 4. Критерій Михайлова. Спрощена методика знаходження стійкості систем на базі критерію Михайлова

Розділ 10. Побудова систем автоматичного регулювання реальними технологічними процесами

§ 1. Математичні моделі об'єктів регулювання. Апроксимація реальних об'єктів типовими ланками

§ 2. Побудова систем автоматичного регулювання з різними законами регулювання. Типові закони регулювання промислових автоматичних регуляторів: П-, І-, ПІ-, ПД-, ПІД-, їх функції передачі та перехідні функції, структурні схеми

Розділ 11. Якість процесів регулювання. Синтез САР

§ 1. Оцінка якості процесів регулювання. Інваріантна та коваріантна задачі. Показники якості: максимальне відхилення регульованої величини від її заданого значення; час перехідного процесу, статична та динамічна похибка регулювання; коливальність перехідного процесу. Інтегральні оцінки якості процесів регулювання. Лінійна інтегральна оцінка якості. Квадратична інтегральна оцінка якості. Методологія знаходження значень настроювальних параметрів регуляторів за мінімумом інтегральних оцінок якості

§ 2. Методи аналізу якості процесів регулювання: прямі, непрямі, їх порівняльні характеристики. Основні способи знаходження перехідних процесів регулювання. Аналіз якості процесу регулювання на основі розміщення коренів характеристичного рівняння системи

§ 3. Ступінь стійкості системи, його зв'язок з часом перехідного процесу. Знаходження ступеня стійкості систем. Застосування зміщеного рівняння для встановлення ступеня стійкості системи. Розрахунок параметрів САР з умови забезпечення заданого ступеня стійкості чи часу регулювання

Розділ 12. Методи розрахунку лінійних САР

§ 1. Класифікація методів розрахунку лінійних САР. Оптимальні значення параметрів автоматичних регуляторів. Наближені методи розрахунку параметрів настроювання регуляторів

§ 2. Аналітичні методи розрахунку САР: за функціями передачі елементів САР; за амплітудно-фазовою характеристикою розімкненої системи. Розрахунок параметрів настроювання регуляторів методом розширених частотних характеристик на заданий запас стійкості

§ 3. Синтез САР на ЕОМ. Методи оптимального розрахунку САР. Системи автоматизованого проектування САР

Розділ 13. Методи підвищення якості лінійних САР

§ 1. Постановка задачі корекції автоматичних систем. Вплив структури системи та параметрів елементів системи на стійкість та якість. Корекція САР шляхом включення послідовних і паралельних ланок, включення додаткових зворотних зв'язків. Застосування методу логарифмічних частотних характеристик при синтезі САР

§ 2. Способи підвищення якості САР в системах з запізненням. Інваріантні САР. Умови інваріантності лінійних САР. Принцип двоканальності. Умови фізичної реалізації інваріантних САР. Комбіновані САР. Системи взаємозв'язаного регулювання

Розділ 14. Випадкові процеси в лінійних САР

§ 1. Теорема Вінера-Хопфа. Взаємні спектральні густини двох стаціонарних випадкових процесів. Властивості спектральних густин. Зв'язок між кореляційними функціями та спектральними густинами випадкових процесів на вході та виході САР

§ 2. Визначення дисперсії на виході динамічної системи (САР) при випадкових збуреннях на її вході

Література

1. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування : підруч. / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. – К. :Либідь, 2007.
2. Теорія автоматичного управління : підруч. / за ред. Г.Ф. Зайцева. – К. : Техніка, 2002.
3. Теорія автоматичного керування : навч. посіб. / Л.М. Артюшин, Б.В. Дурняк, О.А. Машков, М.С. Сівов. – Львів : вид-во УАД, 2004.
4. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, У.П. Попов. – СПб. : Профессия, 2004.

Дисципліна: Теорія інформації

Розділ 1. Кількісні міри інформації

§ 1. Статистичні міри інформації. Кількість інформації і невизначеність. Ентропія як міра невизначеності. Основні властивості ентропії

§ 2. Ентропія і кількість інформації взаємопов'язаних джерел повідомлень. Властивості сумісної ентропії

§ 3. Ентропія неперервних повідомлень. Поняття диференційної ентропії. Диференційна ентропія типових законів розподілу імовірностей

§ 4. Надлишковість повідомлень

Розділ 2. Математичні моделі сигналів

§ 1. Класифікація сигналів. Математичні моделі детермінованих сигналів. Часові та частотні (спектральні) моделі. Енергетична інтерпретація спектра сигналу

§ 2. Математичні моделі випадкових сигналів. Основні статистичні властивості та числові характеристики випадкового процесу

§ 3. Властивості стаціонарного випадкового процесу. Кореляційна функція стаціонарного випадкового процесу та її властивості

Розділ 3. Дискретизація і квантування сигналів

§ 1. Дискретизація за часом. Рівномірна дискретизація за часом. Критерії вибору відліків

§ 2. Частотний критерій Котельникова

§ 3. Кореляційний критерій Железнова

§ 4. Критерій найбільшого відхилення

§ 5. Критерій середнього квадратичного відхилення

§ 6. Квантування за рівнем. Рівномірне квантування. Способи віднесення значення неперервної функції до відповідного рівня квантування

Розділ 4. Кодування сигналів

§ 1. Основні поняття та означення. Цифрове кодування. Код Грея. Ефективне кодування. Побудова ефективних кодів за методиками Шеннона-Фано і Хаффмена

§ 2. Завадостійке кодування. Побудова завадостійких кодів з перевіркою на парність, з подвоєнням елементів, інверсних та циклічних кодів. Коректуюча здатність коду. Показники якості коректуючого коду

Розділ 5. Передавання інформації

§ 1. Види каналів передавання. Інформаційна модель каналу. Узгіднення характеристик сигналу і каналу

§ 2. Дискретні канали передавання. Пропускна здатність каналів. Теореми Шеннона для дискретних каналів

§ 3. Неперервний канал із завадами. Пропускна здатність каналу

Розділ 6. Завадостійкість каналів передавання інформації

§ 1. Класифікація завад. Критерії оцінки завадостійкості. Підвищення завадостійкості передавання інформації

§ 2. Підвищення завадостійкості приймання інформації. Фільтрація сигналів (частотна, методом накопичення, кореляційна). Виявлення та розпізнавання сигналів на тлі завад

Література

1. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы / М.П. Цапенко. – М. : Энергоатомиздат, 1990.
2. Кузьмин И.В. Основы теории информации и кодирования / И.В. Кузьмин, А.Н. Кедрус. – М. : Сов. радио, 1989.
3. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники / П.П. Орнатский. – М. : Высш. шк., 1983.
4. Цымбал В.П. Задачник по теории информации / В.П. Цымбал. – К. : Вицшк., 1996.
5. Кловский Д.Д. Теория передачи сигналов в задачах / Д.Д. Кловский, В.А. Шилкин. – М. : Связь, 1988.

Дисципліна: Технічні засоби автоматизації

Розділ 1. Основні етапи і сучасні тенденції у розвитку ТЗА

§ 1. Структура і функціональний склад ТЗА. Застосування мікропроцесорної техніки. Структура систем керування технологічними процесами та класи застосовуваних технічних засобів (пристрої отримання, передачі, перетворення, зберігання та відображення інформації)

§ 2. Електричні, пневматичні та гідравлічні відгалуження ТЗА. Класифікація сигналів державної системи приладів (ДСП). Сигнали аналогові, дискретні (позиційні, кодові). Основні види аналогових електричних сигналів

§ 3. Стандартизація та система вимог до ТЗА. Агрегативання і уніфікація. Блочно-модульний принцип побудови ТЗА. Основні характеристики надійності та метрологічні характеристики ТЗА

Розділ 2. Пневматичні ТЗА

§ 1. Загальна характеристика пневматичних ТЗА та особливості їх застосування. Елементна база пневмоавтоматики. Пневматичні повторювачі та підсилювачі

§ 2. Побудова пристроїв множення на коефіцієнт, динамічних ланок (аперіодичних, інтегруючих, диференціюючих). Пристрої алгебраїчних операцій. Дискретні пневматичні пристрої

§ 3. Регулятори з П-, ПІ-, ПІД-законами регулювання. Регулятори співвідношення

§ 4. Пристрої динамічного перетворення та добування квадратного кореня

Розділ 3. Електричні ТЗА

§ 1. Електричні засоби автоматизації, їх особливості та область застосування. Приклади комплексів ТЗА. Структурні схеми електричних регуляторів

§ 2. Регулятори з неперервним вихідним сигналом (Р17). Безударне перемикавання режимів роботи. Вузол для формування уніфікованих струмових вихідних сигналів

§ 3. Регулятори з імпульсним вихідним сигналом, їх структура та приклади технічної реалізації (Р27, РС29, УКР 01)

§ 4. Регулятори з дистанційним встановленням коефіцієнта підсилення та часу ізодрому (Р28)

§ 5. Пристрої динамічного перетворення та оперативного керування. Допоміжні пристрої

§ 6. Комплекси технічних засобів автоматичного регулювання і логічного керування. Побудова систем автоматичного регулювання на електричних ТЗА

Розділ 4. Мікропроцесорні контролери

§ 1. Цифрове керування технологічними процесами. Особливості цифрового керування. Програмно-керована обробка даних у мікропроцесорних пристроях. Принципи реалізації ПІД-закону регулювання з фільтром і без фільтра

§ 2. Мікропроцесорні контролери для задач автоматизації технологічних процесів. Регулюючі та логічні мікроконтролери (Протар, Пролог)

§ 3. Програмований регулятор «ПРОТАР110». Основні функціональні блоки. Функціональна схема жорсткої структури

§ 4. Структура довільного програмування регулятора «ПРОТАР110». Особливості програмування регулятора «ТАР110». Блок для автоматичного визначення настроявальних параметрів ПІД-регулятора

§ 5. Особливості роботи мікропроцесорних регуляторів DAMATROL, види дії, типи конфігурації, основні режими роботи

§ 6. Програмовані регулятори «SIEMENS» та інших виробників. Особливості роботи мікропроцесорного контролера SIPART 6DR2004

Розділ 5. Гідравлічні ТЗА

§ 1. Елементи та пристрої гідроавтоматики. Принципи побудови гідравлічних регуляторів за типовими законами регулювання. Електрогідравлічні САР

Література

1. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования / А.С. Ключев, А.Т. Лебедев и др. – М. : Энергоатомиздат, 1989.

2. Беляев Г.Б. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике / Г.Б. Беляев, В.Ф. Кузицин, Н.И. Смирнов. – М. : Энергоиздат, 1982.

3. Шарков А.А. Автоматическое регулирование и регуляторы / А.А. Шарков, Г.М. Притыко, Б.В. Палюх. – М. : Химия, 1990.

Дисципліна: Технологічні вимірювання і прилади

Розділ 1. Роль та значення технологічних вимірювань, область їх застосування

§ 1. Перспективи розвитку технологічних вимірювань

Розділ 2. Засоби вимірювання й їх основні елементи

§ 1. Вимірювальні перетворювачі, вторинні прилади, системи автоматичного контролю

§ 2. Класифікація приладів

§ 3. Державна система приладів, системи приладів провідних виробників

Розділ 3. Методи та прилади для вимірювання тиску

§ 1. Класифікація методів. Вимоги до приладів вимірювання тиску

§ 2. Рідинні прилади для вимірювання тиску. Зразкові рідинні прилади

§ 3. Деформаційні прилади. Пружинні манометри. Мембранні і сильфонні прилади для вимірювання тиску. Манометри з дистанційними передачами. Електроконтактні манометри

§ 4. Електричні манометри. Тензорезисторні перетворювачі. Структурні схеми побудови тензорезисторних перетворювачів. Ємнісні перетворювачі тиску та інтелектуальні перетворювачі тиску. Функціональні можливості та схеми ввімкнення

§ 5. Диференційні манометри. Основні принципи захисту від перевантажень. Основні типи конструкцій і їхні аналоги

§ 6. Методи перевірки приладів для вимірювання тиску та розрідження. Вантажопоршневі манометри. Автоматичні задавачі тиску. Калібратори тиску

Розділ 4. Прилади для вимірювання температури

§ 1. Основні визначення. Принципи побудови і відтворення температурної шкали

§ 2. Методи вимірювання температури. Класифікація приладів для вимірювання температури

§ 3. Термометри розширення. Класифікація. Рідинні термометри. Термометричні рідини і їх властивості. Основні конструкції, типи, характеристики, область застосування

§ 4. Ділатометричні термометри. Біметалеві термометри. Область застосування і характеристики

§ 5. Манометричні термометри: газові, рідинні та конденсаційні. Конструкція та особливості, область застосування, характеристики. Перевірка манометричних термометрів

§ 6. Термометри опору. Основні матеріали, їх характеристики і властивості. Основні типи конструкцій і область застосування. Вторинні прилади для роботи з термометрами опору. Основні схеми під'єднання й їх особливості. Мостові вимірювальні схеми. Перетворювачі для роботи з термометрами опору, основні структурні схеми

§ 7. Автоматичні мости. Прилади з цифровою індикацією. Потенціометричний метод вимірювання

опору. Перевірка термометрів опору і вторинних приладів

§ 8. Термоелектричні термометри. Основні конструкційні матеріали, їх характеристики і властивості. Вимоги до матеріалів. Основні типи конструкцій і область застосування. Джерела нестабільності термоелектричних термометрів. Компенсація температури вільних кінців термоелектричних термометрів. Видовжувальні провідники для термоелектричних термометрів

§ 9. Перетворювачі для роботи з термоелектричними термометрами. Перетворювачі з мікропроцесорними пристроями і їхні функціональні можливості. Автоматичні потенціометри. Прилади з цифровою індикацією. Перевірка термоелектричних термометрів та вторинних приладів

§ 10. Безконтактні методи вимірювання температури. Пірометри випромінювання, основні принципи їх побудови

Розділ 5. Вимірювання кількості та витрати рідин

§ 1. Визначення і одиниці вимірювання. Методи вимірювання витрати й їх класифікація

§ 2. Вимірювання витрати методом змінного перепаду тиску. Теоретичні основи методу

§ 3. Стандартні звужувальні пристрої і їх розрахунок. Розрахунок параметрів середовищ. Методи монтажу звужувальних пристроїв і дифманометрів для різних середовищ і різних взаємних розміщень

§ 4. Вимірювання витрати методом швидкісного напору. Вихрові витратоміри

§ 5. Ультразвукові витратоміри, електромагнітні витратоміри. Теплові витратоміри. Парціальний метод вимірювання витрати. Коріолісові витратоміри

Розділ 6. Методи вимірювання рівня рідин і сипких матеріалів

§ 1. Класифікація методів

§ 2. Механічні рівнеміри

§ 3. Гідростатичні рівнеміри. Перетворювачі гідростатичного тиску. Гідростатичні рівнеміри з мікропроцесорними пристроями й їхні функціональні можливості. П'єзометричні рівнеміри

§ 4. Ємнісні і електричні рівнеміри. Сигналізатори рівня. Ультразвукові, акустичні і радіолокаційні рівнеміри. Рівнеміри зі стежними системами

Література

1. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств / М.В. Кулаков. – М.: Машиностроение, 1983.
2. Промышленные приборы и средства автоматизации / В.Я. Баранов, Т.Х. Безновская и др. – Л.: Машиностроение, 1987.
3. Кремлевский П.П. Расходомеры и счётчики количества / П.П. Кремлевский. – Л.: Машиностроение, 1989.