

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ



РОБОЧА ПРОГРАМА

методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни

«Контроль та автоматизація виробничих процесів»

для студентів заочного факультету, які навчаються за спеціальністю

136– Металургія



Дніпропетровськ НМетАУ 2019

Робочий план дисципліни

Розподіл навчальних годин (денна та заочна форма навчання)

	денна форма	заочна форма
Усього годин за навчальним планом	90	90
у тому числі:		
Аудиторні заняття	40	12
з них:		
лекції	32	8
лабораторні роботи	8	4
практичні заняття	-	-
семінарські заняття	-	-
Самостійна робота	50	78
у тому числі при :		
підготовці до аудиторних занять	20	10
підготовці до модульних контрольних робіт	9	-
виконанні курсових проектів (робіт)	-	-
виконанні індивідуальних завдань	-	40
опрацюванні розділів програми, які не викладаються на лекціях	21	28
Підсумковий контроль	екзамен	зал.

Характеристика дисципліни

Навчальна дисципліна " Контроль та автоматизація виробничих процесів" є нормативною і входить до циклу дисциплін професійної підготовки бакалаврів за напрямом 136 – «Металургія».

Мета вивчення дисципліни – засвоєння основ побудови автоматичних та автоматизованих систем управління (САУ та АСУТП).

В результаті вивчення дисципліни студент повинен

знати:

- причини, що викликають необхідність автоматизації та передумови щодо їх застосування;
- основні принципи автоматизованого управління, їхні достоїнності та недоліки;
- принцип дії, характеристики та можливості основних вимірювачів технологічних параметрів;
- загальну структуру, функціональні можливості та межі застосування мікропроцесорних контролерів;

вміти:

- висувати вимоги до САУ та АСУТП;
- читати функціональні схеми автоматизації;
- оцінювати доцільність використання певних технічних засобів, зокрема вимірювачів технологічних параметрів, для реалізації локальних САУ;
- робити висновки щодо ефективності використання САУ в металургійному виробництві.

Критерії успішності – отримання позитивної оцінки при складанні екзамену у тестовій формі.

Зв'язок з іншими дисциплінами– вивченню дисципліни передуює вивчення дисциплін "Вища математика", "Фізика", "Електротехніка".

Зміст дисципліни

№№ тем	Назва розділу/теми та її зміст	Тривалість (годин)
1	Історія розвитку автоматизації виробничих процесів. Причини автоматизації та її передумови Вступ: мета, задачі та логічна структура дисципліни. Автоматизація як об'єктивна закономірність розвитку суспільного виробництва та її соціальне значення. Причини, що викликають необхідність автоматизації. Умови, які мають передувати впровадженню автоматизації.	1г.лекц. 4г. самост. роботи [1,2,3]
2	Принципи побудови систем автоматичного управління (САУ) Сутність та особливості принципів управління за відхиленням, збурюванням та комбінованого управління. Основні пристрої САУ та їх класифікація за призначенням. Типова функціональна схема САУ.	1г.лекц. 4г. самост. роботи [1,2,3]
4	Класифікація САУ Класифікація САУ за методом управління, характером використання інформації. Різновиди математичних моделей САУ.	4г. самост. роботи [1,2]
5	Статичні та динамічні характеристики лінійних САУ. Поняття про статичний та динамічний стан САУ. Математичний опис лінійних САУ із зосередженими параметрами. Перехідна функція. Функція передачі. Частотні характеристики.	1г.лекц. 4г. самост. роботи [1]

6	Типові динамічні ланки Поняття про типову динамічну ланку. Динамічні характеристики типових ланок різного порядку, ланок, що інтегрують і диференціюють, ланки чистого запізнення.	2г. лекц. 8г. самост. роботи [1]
7	Функції передачі замкнених САУ. Алгоритмічні (структурні) схеми АСУ та правила їх перетворення. Пошук функцій передачі замкнених САУ за керуючим та за збурюючим впливами.	1г. лекц. 4г. самост. роботи [1]
8	Поняття про якість САУ. Типові закони регулювання Показники якості перехідних процесів регулювання. П-, І-, ІІ- та ІІІД-закони регулювання та особливості їх застосування.	2г. лекц. 8г. самост. роботи [1,2]
9	Основи вимірювальної техніки Основні поняття метрології та вимірювальної техніки. Похибки вимірювань. Клас точності вимірювальних приладів. Класифікація вимірювальних приладів та систем автоматичного контролю.	4г. самост. роботи [1,4]
10	Вимірювання технологічних параметрів металургійного та прокатного виробництва Принципи дії та побудова вимірювачів температури, тиску, витрати, ваги, складу газів. Вимірювання специфічних параметрів прокатного виробництва: швидкості прокатки, геометричних розмірів прокату, натягнення та ін.	14г. самост. роботи [1,4]

Лабораторні роботи

№№ занять	Тема роботи	Тривалість (годин)
1	Функціональні схеми автоматизації	4

Рекомендована література

Основна

1. Контроль и автоматизация металлургических процессов: Учебник для вузов. / Г.М. Глишков, и др. – М.: Металлургия, 1989. – 332 с.
2. Г.С. Щербина, О.Ю. Потап, О.П. Єгоров Автоматизація виробничих процесів. Принципи побудови систем автоматизації: навчальний посібник.-НМетАУ, 2008.- 47с.
3. Щербина Г.С., Потап О.Е. Основы автоматизации: Учебное пособие. – Днепропетровск: ГИПОпром, 2003. – 56 с.
4. Глишков Г.М., Маковский В.А. АСУТП в черной металлургии: Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1999. – 310 с.
5. Методические указания для изучения основ проектирования систем регулирования, технологического программирования и выполнения лабораторных работ на базе Ремиконта-130 по дисциплине «Автоматизация производственных процессов, микропроцессорная техника» для студентов всех специальностей / Сост.: В.В. Кирсанов, Б.А. Литвинов, В.Ф. Сапов, В.И. Шibaкинский – Днепропетровск, ГМетАУ, 1999. – 98 с.

Додаткова

6. Автоматическое управление металлургическими процессами: Учебник для вузов. 2-е изд./ под ред. А.М. Беленького. – М.: Металлургия, 1989. – 384 с.

7. Глишков Г.М., Климовицкий М.Д. Теоретические основы автоматического управления металлургическими процессами: Учебное пособие. – М.: Металлургия, 1985. – 304 с.
8. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования: Учебник для вузов. / под ред. Г.М. Глишкова. – М.: Металлургия, 1987. – 270 с.

Методичні вказівки по вивченню дисципліни

Причини, що викликають необхідність автоматизації

Які ж причини викликають необхідність впровадження автоматизованих систем? Сформулюємо основні:

- необхідність управляти процесами, що надзвичайно швидко протікають, управління якими вручну неможливе через обмежені фізіологічні можливості людини;
- необхідність управляти технологічними процесами з високою точністю, набагато більшою, ніж дозволяють можливості людини;
- необхідність управляти складними процесами, для управління якими варто обробляти великий обсяг інформації з урахуванням взаємозв'язку різних параметрів;
- необхідність об'єктивності управління, тобто незалежності управління від індивідуальних якостей людини-оператора, його кваліфікації, фізичного і психічного стану;
- необхідність управляти процесами, здійснення яких при особистій участі людини неможливе через їхній шкідливий вплив на здоров'я, тобто необхідність здійснювати управління на відстані (дистанційне управління).

Як бачимо, головне місце серед зазначених займають причини, зв'язані з підвищенням якості продукції, що випускається. А от вивільнення працівників

у наведеному списку відсутнє - виробничий персонал на сучасному виробництві і без того нечисленний. Навпроти, упровадження складних автоматизованих систем найчастіше вимагає збільшення чисельності працівників для їхнього обслуговування.

При автоматизації технологічних процесів виникає необхідність у різних групах операцій управління. До однієї з таких груп відносяться операції початку (включення) і припинення (відключення) даної операції і переходу від однієї операції до іншої (переключення). Системи, що реалізують операції управління цієї групи називаються *системами програмно-логічного управління*.

Інша група операцій управління зв'язана з контролем технологічних параметрів. Ці операції полягають у вимірі значень параметрів і представленні результатів виміру в зручній для людини-оператора формі. Відповідні системи називаються *системами автоматичного контролю*.

Нарешті, третя група операцій управління – операції, спрямовані на підтримку заданого закону зміни технологічних параметрів. Операції цієї групи реалізуються *системами автоматичного регулювання (САР)*.

Принципи побудови систем автоматичного управління. Функції

АСУТП

Регулювання—більш вузьке поняття порівняно з поняттям управління. Метою автоматичного регулювання є підтримка на заданому рівні одної або кількох величин – вихідних параметрів, які характеризують стан технологічного об'єкту управління (ТОУ). Цим терміном визначають сукупність технологічного обладнання та реалізованого на ньому технологічного процесу виробництва.

Регулювання здійснюється без участі людини – оператора, роль якого – встановити бажану величину завдання автоматичному регулятору або мікропроцесорному контролеру і в подальшому вести спостереження за ходом технологічного процесу, щоби в разі потреби змінити завдання.

При автоматизованому управлінні найважливіша функція – встановлення оптимального в даних обставинах завдання передається від людини–оператора системи до автоматичних пристроїв вищого рівня ієрархії – управляючим обчислювальним комплексам (УОК). Для визначення оптимального завдання регуляторам, які працюють на нижньому (локальному) рівні управління, УОК використовують всю доступну інформацію про технологічний процес та адекватні процесу математичні моделі. Можлива також побудова автоматизованих систем прямого цифрового управління в котрих функції локальних регуляторів виконують УОК верхнього рівня. Системи автоматизації складних технологічних об'єктів з використанням засобів обчислювальної техніки (як правило) становлять клас АСУТП.

АСУТП- автоматизована система управління технологічним об'єктом – людсько–машинна система управління призначена для автоматизованого збору та обробки інформації необхідної для оптимального управління технологічним об'єктом у відповідності до вибраного критерія оптимальності.

Функції АСУТП :

1. Інформаційні, результатом їх виконання є представлення оператору системи або зовнішньому одержувачу інформації про стан об'єкту управління.

До цих функцій відносяться:

- контроль параметрів процесу та видача результатів безперервно, періодично або за викликом оператора;
- передача, перетворення, обробка, зберігання інформації та її представлення на табло, мнемосхемах, моніторах та інш.;
- реєстрація параметрів безперервно або періодично (на принтерах);
- друкування звітної документації про технологічний процес та його результати;
- розрахунки комплексних показників технологічного процесу, які неможливо виміряти безпосередньо;
- виявлення та сигналізація небезпечних ситуацій;

-передача інформації на верхні рівні АСУ, суміжним системам та отримання від них необхідної інформації.

2. Управляючі:

- ручне дистанційне керування виконавчими механізмами системи;
- автоматична стабілізація параметрів ТОУ;
- програмна зміна параметрів процесу за наперед відомим законом (програмою), який задається регулятору **програмним задатчиком**;
- програмно – логічне керування дискретними процесами;
- формування та реалізація управляючих впливів на процес, які забезпечують досягнення або дотримання режиму, оптимального за технологічними чи технічними – економічними критеріями (ця функція і є, власне, управлінням);
- захист обладнання та персоналу від аварій.

Структура та режими роботи АСУТП

1. Децентралізована структура.

Ця структура використовується при побудові САУ відносно простими процесами. Представлена кількома не зв'язаними між собою автоматичними системами регулювання (АСР) без використання обчислювальної техніки. Основні функції:

- контроль параметрів об'єкту, як правило, аналоговими вимірювальними приладами, розташованими на щиті;
- стабілізація процесу на заданому режимі, який встановлює людина-оператор;
- програмно–логічне управління;
- захист обладнання та персоналу від аварій.

Всі управляючі рішення приймає оператор, керуючись показаннями приладів, наглядом за процесом та власним досвідом. Перевагою децентралізованих систем є їх висока живучість – при відмові одного приладу оператор переходить на ручне управління і технологічний процес не

переривається. Однак, децентралізовані системи дорогі, громіздкі, консервативні щодо модернізації.

2. Централізована структура.

Характерна для початкового періоду використання УОК в АСУТП.

Вся інформація про об'єкт концентрується та обробляється на одному потужному обчислювальному комплексі, який обслуговує всі контури управління по черзі з урахуванням пріоритетів тієї чи іншої задачі.

Системи з такою структурою працюють, як правило, в інформаційному режимі або в режимі «радника оператора».

Людина–оператор системи:

- аналізує інформацію, отриману від УОК, або поради обчислювального комплексу у вигляді конкретних розрахунків;
- приймає рішення щодо виду та величини управляючого впливу на технологічний об'єкт;
- здійснює управляючий вплив через локальні системи автоматизації.

Оператор може реалізувати пораду УОК чи відхилити її в залежності від власного розуміння ситуації, що склалася на об'єкті. В цьому недоліки режиму «радник оператора» і в той же час його переваги у зв'язку з можливістю захисту ТОУ від помилок через недостовірність інформації, неадекватність використаної математичної моделі реальному процесу, або через збої в УОК.

Недоліком централізованої структури є також її низька живучість– при збоях

в УОК процес управління переривається.

3. Розподілена структура АСУТП.

Реалізація розподіленої структури стала можливою у зв'язку з появою нових технічних засобів автоматизації – мікропроцесорних контролерів.

Вона базується на трьох основних принципах:

-задачі управління складним об'єктом розділяються між кількома (або кількома десятками) мікропроцесорних контролерів та УОК, кожен з котрих обслуговує порівняно автономну зону технологічного процесу;

-представлення інформації ієрархічно централізується (по агрегату, цеху, підприємству); інформація представляється переважно на екранах дисплеїв в компактній, наглядній формі без використання громіздких щитів для розміщення приладів контролю та автоматизації;

-для зв'язку технічних засобів між собою використовується цифрова мережа, інформація в котрій передається в послідовній формі (ІРПС).

Розподілені АСУТП працюють переважно в режимі супервізорного або прямого цифрового управління.

При **супервізорному режимі** роботи УОК включається в замкнутий контур автоматичного управління і виробляє управляючі впливи у вигляді сигналів завдання локальним регуляторам. Оператор здійснює лише загальний нагляд за ходом процесу. Втручання в управління потрібне тільки в разі виникнення непередбачених ситуацій. Залишається також необхідність вносити корективи в управління процесом при змінах умов виробництва (сировини, продукції що виробляється та інш.), тобто уточняти математичні моделі процесу, їх коефіцієнти.

В режимі прямого цифрового управління локальні регулятори взагалі виключаються із системи або використовуються як резерв. Їх роль виконує безпосередньо УОК, тобто на обчислювальний комплекс покладаються додаткові функції по формуванню законів регулювання та управління виконавчими механізмами АСУТП. Очевидний недолік концепції ПЦУ проявляється при відмовах УОК– повна втрата управління об'єктом.

Статичні та динамічні характеристики лінійних САУ.

Типові динамічні ланки

Якість перехідних процесів, які виникають в САУ в результаті взаємодії збурювання з одного боку та керуючих впливів регуляторів з іншого боку, залежить від її структури та характеристик елементів, що складають систему.

Статичною характеристикою елемента САУ називають зв'язок між його вихідною та вхідною величинами в сталому стані. Якщо статична характеристика елемента САУ представляє пряму лінію, такий елемент називається лінійним, а система управління що зібрана з лінійних елементів – лінійною САУ. В інших випадках елемент системи є нелінійним або має релейну статичну характеристику.

Динамічна характеристика елемента (ланки) САУ описує, як змінюється його вихідна величина якщо на вхід ланки подано будь-який сигнал (вплив).

Зазвичай типовий вхідний вплив – одиничний стрибок, імпульс або гармонічний сигнал з постійною амплітудою та змінною частотою.

При цьому поведінка вихідної величини лінійних ланок в динаміці описується математичним апаратом лінійних диференціальних рівнянь з постійними коефіцієнтами або функціями комплексної змінної (частотні характеристики ланки).

Домовилися ділити складну САУ на динамічні ланки таким чином, щоби динаміка окремої ланки описувалась диференціальним рівнянням не вище другого порядку. За таких умов велике різноманіття функціональних елементів САУ зводять до кількох так званих **типових динамічних ланок**.

З деякими спрощеннями це:

- ланка нульового порядку (підсилювач, ланка без інерції);
- ланка першого порядку (інерційна ланка);
- ланка другого порядку (аперіодична та коливальна);
- інтегруюча ланка (ланка пропорційної швидкості);
- диференціатор;
- ланка чистого запізнення.

Визначивши теоретично або експериментом динамічні властивості окремих ланок, з яких складається САУ, можливо дослідити поведінку

системи управління будь – якої структури. Для цього використовують особливу форму описання динаміки окремих ланок, їх сполучень та САУ в цілому – за допомогою функцій передачі, які можливо отримати, записавши диференційні рівняння динаміки в операторній формі.

Більш детально поняття передаточних функцій буде розкрито на лекціях.

Ефективним способом дослідження перехідних процесів в реальних САУ є математичне моделювання динаміки систем на сучасних комп'ютерах з використанням пакетів прикладних програм (зокрема системи структурного моделювання SIMULINK). Моделювання дозволяє з мінімальними витратами часу визначити як умови стійкості системи, так і конкретні показники якості управління.

Поняття про якість САУ. Типові закони регулювання

Основні показники якості управління:

- час регулювання;
- динамічна помилка;
- помилка сталого стану;
- коливальність перехідного процесу;
- перерегулювання;
- декремент загасання коливань та інші.

Показники якості перехідних процесів в САУ визначаються величиною збурюючих впливів, статичними та динамічними властивостями об'єкта, вибраним законом управління та параметрами регулятора.

Основні лінійні закони управління:

-Пропорційний, (П-закон) в якому величина управляючого впливу Y пропорційна вхідному сигналу регулятора X ; тобто $Y=K_p X$,

де K_p - коефіцієнт передачі регулятора, який визначає величину регулюючого впливу П-регулятора Y при умові $X = 1$.

- **Інтегральний (астатичний , І-закон)**, або закон пропорційної швидкості, при якому швидкість реалізації управляючого впливу пропорційна вхідному сигналу регулятора X : $dY/d\tau = K_a X$, де K_a - астатичний коефіцієнт передачі регулятора, який визначає швидкість управляючого впливу $dY/d\tau$ при величині вхідного сигналу $X=1$.

Після інтегрування приведеного вище закону маємо $Y = K_a \int X d\tau$, тобто величина управляючого впливу пропорційна інтегралу від вхідного сигналу X .

В операторній формі І-закон записують як: $Y = K_a / p$.

Обидва найпростіші закони регулювання: П-закон та І-закон мають чималі недоліки в сенсі забезпечення якості управління. П-регулятори не в змозі регулювати без помилок сталого стану, а І-регулятори не спроможні ефективно працювати на інерційних об'єктах; перехідні процеси характеризуються значною коливальністю або система управління взагалі втрачає стійкість. З наведених причин в більшості випадків проєктанти САУ віддають перевагу більш складним законам ПІ та ПІД.

-**Пропорційно-інтегральний закон (П І-закон)** об'єднує попередні два закони П та І . Величина регулюючого впливу П І регулятора визначається як: $Y = K_p X + K_a \int X d\tau$.

Це означає, що на початку процесу регулювання, коли величина $K_a \int X d\tau$ ще мала через малий час інтегрування, регулюючий вплив складає $Y_p = K_p X$, регулятор працює як пропорційальний і видає реакцію на вхідний сигнал X з максимальною швидкістю, забезпечуючи невелику динамічну помилку.

З часом збільшується інтегральна компонента регулюючого впливу

$Y_i = K_a \int X d\tau$ з суттєво меншою швидкістю, яка залежить від встановленої в процесі наладки регулятора величини коефіцієнту K_a . Слід звернути увагу, що інтегральна компонента регулюючого впливу $Y_i = K_a \int X d\tau$ буде зростати в процесі регулювання доти, доки вхідний сигнал X не стане рівним нулю.

Таким чином наявність інтегралу в законі регулювання є гарантією ліквідації помилок сталого стану, оскільки при наявності будь-якої малої величини X величина Y_i буде зростати і процес регулювання продовжується.

В операторній формі ПІ-закон часто представляють в формі:

$$Y = K_p (1 + 1 / T_i p) X;$$

де $K_p/T_i = K_a$. Новий параметр регулятора T_i – час інтегрування, величина якого визначає швидкість інтегрального впливу на процес управління.

Очевидно, чим більше T_i , тим ця швидкість буде меншою. Існують теоретичні та інженерні методи для розрахунків оптимальних параметрів регуляторів, що забезпечать бажаний характер перехідних процесів в САУ з заданими показниками якості управління. Величина цих параметрів пов'язана з властивостями об'єкта. Наприклад, чим більша інерція об'єкта, тим меншою повинна бути швидкість інтегрального впливу на процес, для чого потрібно збільшити час інтегрування T_i . В іншому випадку зросте коливальність перехідного процесу і навіть втрата стійкості системи.

- **Пропорційно-інтегрально-диференціальний закон (П І Д-закон)**, який створюється шляхом введення похідної в закон управління:

$$Y = K_p (1 + 1 / T_i p + T_n p) X;$$

де T_n – постійна часу передування.

Як зрозуміло з математичного запису ПІД-закону, до пропорційної та інте-

гральної складової регулюючого впливу додається диференціальна складова

$Y_d = T_n p X$, де pX – операторна форма запису похідної від X , тобто $dX/d\tau$.

Особливість цієї складової в ПІД-законі полягає в тому, що її знак

визначається напрямком зміни вхідної величини регулятора X : якщо керована величина процесу X зростає від заданої, $dX/d\tau > 0$ і диференціальна компонента Y_d додається до інших складових, підсилюючи загальну величину

керуючого впливу на процес. Очевидно, це приведе до зменшення відхилення величини X від завдання, динамічна помилка буде меншою.

У випадку, коли керована величина перейшла через максимум і наближається до заданої, сигнал похідної $dX/d\tau < 0$, і диференційна компонента Y_d віднімається від решти складових, зменшуючи загальну величину керуючого впливу ПД-регулятора на об'єкт. Відбувається своєрідне гальмування впливу регулятора Y , цим він передуює можливому в інших випадках перерегулюванню, зменшує коливальність перехідного процесу в САУ.

Визначна властивість сигналу похідної в законі управління полягає в тому, що він суттєво покращує показники перехідного процесу в динаміці і ніяк не впливає на статику, оскільки в сталому стані при $X = \text{const}$ величина похідної $dX/d\tau = 0$.

Вимірювання технологічних параметрів металургійного та прокатного виробництва

При побудові АСУТП в металургії виникають чималі труднощі з отриманням оперативної і точної інформації про стан ТОУ. Причиною цих ускладнень є високі температури, запиленість та вологість газів, труднощі проникнення в середину агрегатів для безперервного контролю за ходом технологічного процесу та інші.

Вивчаючи самостійно розділ «Вимірювання технологічних параметрів металургійного виробництва» особливу увагу зверніть на технічні характеристики та можливості стандартних термоелектричних термометрів основних засобів контролю температури рідких металів–чавуну та сталі. Необхідно також мати уяву про номенклатуру та принципи дії вторинних вимірювальних приладів : пірометричних мілівольтметрів, потенціометрів, мікропроцесорного вимірювача температури металу в кисневих конверторах–«Сталь» .

Для контролю температури в системах охолодження металургійних агрегатів використовують різноманітні термометри опору–платинові, мідні та напівпровідникові (термістори). Слід усвідомити можливості цих термометрів та номенклатуру їх вторинних вимірювальних приладів.

Великі перспективи для автоматизації агрегатів в металургії мають пірометри випромінювання з практично необмеженою верхньою межею застосування. Головним недоліком цих приладів є поки ще велика помилка результатів вимірювання, яка залежить від властивостей реальних об'єктів, котрі не є абсолютно чорними тілами. Необхідно засвоїти поняття «умовні температури» та вміти дати оцінку вірогідних помилок вимірювань температури в металургії квазімонохроматичними пірометрами (пірометрами часткового випромінювання), радіаційними пірометрами (пірометрами повного або інтегрального випромінювання), та пірометрами спектрального співвідношення (або диференціальними пірометрами). Останні перспективні для вимірювання температури поверхні сталних злитків в процесі безперервного розливу сталі на МБЛЗ, в прокатному виробництві, і заслуговують особливої уваги.

Важливим параметром контролю та автоматизації переважної більшості металургійних агрегатів є **витрати енергоносіїв** – природного газу, кисню, компресорного та турбінного дуття, води, тощо. Забезпечення максимальної точності вимірювань витрати енергоносіїв важливе як з огляду на ефективність управління технологічними процесами так і для підвищення достовірності розрахунків техніко– економічних показників виробництва.

Найбільш поширеним методом вимірювання витрат є метод дроселювання потоку енергоносія (метод змінного перепаду статичного тиску на дросельному пристрої–діафрагмі, соплі чи на трубі Вентурі).

Зв'язок між витратами газу V та перепадом статичного тиску на дросельному пристрої характеризується залежністю: $V = A \alpha \varepsilon d^2 \sqrt{\Delta P / \rho}$; м³/хв, де:

A – постійний коефіцієнт;

α – коефіцієнт витрати, залежить від модулю дросельного пристрою $m=(d/D)^2$

та критерія Рейнольдса ;

ε – коефіцієнт, що враховує вплив безповоротної втрати тиску на дросельному пристрої на точність вимірювання витрати газу;

d – діаметр отвору дросельного пристрою;

ΔP – перепад статичного тиску на дросельному пристрої, який вимірюється диференціальним манометром;

ρ – густина газу в трубопроводі.

Вимірювання витрат по перепаду статичного тиску з необхідною точністю можливе при умові врахування коливань температури та тиску енергоносія в трубопроводі, які впливають на його густину, об'єм та швидкість руху. Зверніть увагу на необхідність автоматичного корегування показань вимірювачів витрат газів в залежності від зміни цих параметрів. При відсутності таких можливостей необхідно ввести поправку в показання відповідних приладів на поточну величину абсолютного тиску та температури газу по формулі $V_d = V_n \sqrt{P_{Tp}/T_{Pp}}$, в якій:

V_d – дійсні витрати газу, м³/хв;

V_n – показані приладом витрати газу, м³/хв;

P, T – фактичні значення абсолютного тиску та температури газу;

P_p, T_p – розрахункові значення абсолютного тиску та температури газу.

Вимірювання перепаду статичного тиску на тому чи іншому дросельному пристрої здійснюється диференціальними манометрами, як правило з вихідним нормованим сигналом постійного струму, що сприймається універсальними вторинними приладами, автоматичними регуляторами чи УВК. Передача інформації в АСУТП нормованими сигналами постійного струму є найбільш поширеним методом і в інших приладах та системах автоматизації. Їх використання забезпечує можливість централізованого контролю параметрів об'єкту, зменшує номенклатуру приладів, та дозволяє їх взаємозамінність.

Склад промислових газів на виході металургійних агрегатів в багатьох випадках є майже єдиним джерелом інформації про хід технологічних процесів всередині цих агрегатів. Необхідно вивчити принципи роботи та можливості магнітних газоаналізаторів для визначення концентрації **O₂**, кондуктометричних аналізаторів для вимірювання концентрації **CO₂**, а також універсальних газоаналітичних комплексів на базі мас-спектрометрів.

КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Навчальним планом заочного факультету передбачено виконання однієї контрольної роботи з дисципліни "Контроль та автоматизація виробничих процесів" .

Варіант завдання на контрольну роботу визначає викладач в період установчих занять.

Варіант 1

1. Навантаження - це ...
 2. Зобразіть схему, яка ілюструє принцип розімкнутого керування.
 3. Опишіть сутність управління по обуренню.
 4. Наведіть показники якості, які характеризують точність управління.
 5. Опишіть будь-якої з відомих Вам об'єктів як об'єкт управління
 6. Наведіть умовні позначення, які використовують при складанні функціональних схем автоматизації відповідно до ДСТ 21.404–85.
- Запропонуйте фрагмент схеми автоматичного регулювання температури гарячого дуття в доменній печі і опишіть її роботу.

Варіант 2

1. Об'єктом управління можна вважати агрегат або процес, якщо для нього можна сформулювати ...
 2. Зобразіть схему, яка ілюструє принцип регулювання по обуренню.
 3. Опишіть сутність управління з обуренню.
 4. Наведіть приклад кількох відомих вам виконавчих механізмів.
 5. Зобразіть якісний вид перехідного процесу в стійкій і в нестійкій системах при ступінчастому вхідному впливі.
 6. Наведіть умовні позначення, які використовують при складанні функціональних схем автоматизації відповідно до ДСТ 21.404–85.
- Запропонуйте фрагмент схеми вимірювання складу колошникового газу в доменній печі і опишіть її роботу.

Варіант 3

1. Назвіть типові впливи, які Вам відомі.
 2. Зобразіть якісний вид перехідного процесу в стійкій і в нестійкій системах при ступінчастому вхідному впливі.
 3. Дайте визначення інтегральних показників якості.
 4. Опишіть, яким чином сигнали від датчиків технологічних параметрів надходять до обчислювального комплексу.
 5. Наведіть приклад системи, яка працює в режимі ручного управління.
 6. Наведіть умовні позначення, які використовують при складанні функціональних схем автоматизації відповідно до ДСТ 21.404–85.
- Запропонуйте фрагмент схеми контролю температури газу на колошнику в доменній печі і опишіть її роботу.

Варіант 4

1. Назвіть умови, без яких автоматизувати технологічний процес неможливо.
2. Зобразіть схему, яка ілюструє управління по відхиленню.

3. Наведіть приклад кількох відомих вам виконавчих механізмів
4. Наведіть спосіб отримання статичної характеристики експериментальним шляхом
5. Наведіть приклад розімкнутого управління яким-небудь об'єктом.
6. Наведіть умовні позначення, які використовують при складанні функціональних схем автоматизації відповідно до ДСТ 21.404–85. Запропонуйте фрагмент схеми автоматичного регулювання вологості гарячого дуття в доменній печі і опишіть її роботу.

Варіант 5

1. Опишіть основні відмінності автоматизації та механізації.
2. Опишіть сутність управління по обуренню.
3. Наведіть випадки, в яких доцільно використовувати системи управління в режимі поради оператора.
4. Наведіть спосіб отримання статичної характеристики експериментальним шляхом.
5. Опишіть схему оптимального управління.
6. Наведіть умовні позначення, які використовують при складанні функціональних схем автоматизації відповідно до ДСТ 21.404–85. Запропонуйте фрагмент схеми системи контролю температури гарячого дуття в доменній печі і опишіть її роботу.

Варіант 6

1. Зобразіть перехідний процес без перерегулювання.
2. Для чого застосовують інтегральні показники якості систем?
3. Опишіть сутність управління по обуренню.
4. Назвіть основні відмінності промислових комп'ютерів від офісних.
5. Опишіть який-небудь з відомих Вам об'єктів як об'єкт управління.

6. Наведіть умовні позначення, які використовують при складанні функціональних схем автоматизації відповідно до ДСТ 21.404–85. Запропонуйте фрагмент схеми системи вимірювання температури холодного дуття в доменній печі і опишіть її роботу.

Варіант 7

1. Зобразіть перехідний процес без перерегулювання.
2. Наведіть приклад розімкнутого управління яким-небудь об'єктом.
3. Назвіть відмінність між системами прямого і непрямого регулювання.
4. Перерахуйте основні вимоги до датчиків.
5. Наведіть приклад системи, яка працює в режимі ручного управління.
6. Наведіть умовні позначення, які використовують при складанні функціональних схем автоматизації відповідно до ДСТ 21.404–85. Запропонуйте фрагмент схеми автоматичного регулювання розподілу природного газу по фурмам доменної печі і опишіть її роботу.

Варіант 8

1. Назвіть умови, без яких автоматизувати технологічний процес неможливо.
2. Зобразіть схему, яка ілюструє управління по відхиленню.
3. Що таке перерегулювання? Зобразіть перехідний процес з перерегулюванням.
4. Перерахуйте основні вимоги до датчиків.
5. Опишіть який-небудь з відомих Вам об'єктів як об'єкт управління.
6. Наведіть умовні позначення, які використовують при складанні функціональних схем автоматизації відповідно до ДСТ 21.404–85. Запропонуйте фрагмент схеми контролю температури фурменої зони в доменній печі і опишіть її роботу.

Варіант 9

1. Дайте визначення стійкої системи управління.
 2. Зобразіть перехідний процес, який виникає в нестійкій системі регулювання.
 3. Наведіть випадки використання адаптивних систем управління.
 4. Назвіть шкідливі фактори, які можуть діяти на засоби автоматизації на об'єкті управління.
 5. Наведіть приклад розімкнутого управління яким-небудь об'єктом.
 6. Наведіть умовні позначення, які використовують при складанні функціональних схем автоматизації відповідно до ДСТ 21.404-85.
- Запропонуйте фрагмент схеми автоматичного регулювання температури купола повітрянагрівача в доменній печі і опишіть її роботу

Варіант 10

1. Дайте визначення стійкої системи управління..
 2. Опишіть показники якості процесу управління.
 3. Зобразіть перехідний процес без перерегулювання.
 4. Наведіть випадки використання адаптивних систем управління.
 5. Наведіть приклад системи, яка працює в режимі ручного управління.
 6. Наведіть умовні позначення, які використовують при складанні функціональних схем автоматизації відповідно до ДСТ 21.404-85.
- Запропонуйте фрагмент схеми автоматичного регулювання витрати газу на повітрянагрівач доменної печі і опишіть її роботу