О. Я. Сердюкова

АВТОМАТИКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Державний заклад
„Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка”

О. Я. Сердюкова

АВТОМАТИКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Навчально-методичний посібник для організації самостійної роботи з курсу для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними рівнями „спеціаліт” та „магістр” за спеціальністю – „Професійна освіта” (профіль підготовки „Харчові технології”)

Луганськ
ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”
2012

УДК [664-04:681.5](076)
ББК 36.81р 3
С32

Рецензенти:

Морнєва М. О. – кандидат технічних наук, доцент кафедри легкої та харчової промисловості Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

Рєвякіна О. О. – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерно-педагогічних дисциплін Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.

Своєволіна Г. В. – кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.

Сердюкова О. Я.

С32 Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості : навч.-метод. посіб. для організації сам. роботи з курсу для студ., які навчаються за освітньо-кваліфікаційними рівнями „спеціаліст” та „магістр” за спец. – „Професійна освіта” (профіль підготовки „Харчові технології”) / О. Я. Сердюкова ; Держ. закл. „Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка”. – Луганськ : Вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2012. – 91 с.

Навчально-методичний посібник для організації самостійної роботи з дисципліни „Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості” містить тематичний план навчальної дисципліни; загальні рекомендації до організації самостійної роботи з дисципліни, до виконання індивідуального завдання; індивідуальні завдання для кожної з тем дисципліни, запитання підготовки до іспиту, систему поточного й підсумкового контролю знань; список рекомендованої літератури.

Посібник призначено для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними рівнями „спеціаліст” та „магістр” за спеціальністю „Професійна освіта” (профіль підготовки „Харчові технології”).

УДК [664-04:681.5](076)
ББК 36.81р 3

Рекомендовано до друку навчально-методичною радою
Луганського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол № 11 від 13 червня 2012 року)

© Сердюкова О. Я., 2012
© ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2012

Зміст

Вступ …….. 3
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ……... 6
ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ ……... 9

Перший модуль …… 14
Тема 1. Завдання автоматизації харчових виробництв ……. 14
Тема 2. Технологічні вимірювання і прилади …… 26
Тема 3. Вимірювальні перетворювачі та системи дистанційної передачі вимірювальної інформації …… 31
Тема 4. Контроль температурних показників технологічних процесів ……. 36
Тема 5. Вимірювання та контроль тиску ……. 40
Тема 6. Вимірювання та контроль кількості речовин …… 45

Другий модуль …….. 49
Тема 7. Вимірювання та контроль рівня рідини та сипучих матеріалів …… 49
Тема 8. Вимірювання та контроль вологості …….. 52
Тема 9. Вимірювання та контроль густини ……. 56
Тема 10. Промислові регулятори …… 59
Тема 11. Схеми систем автоматизації ……. 66
Тема 12. Класифікація технологічних процесів харчового виробництва як об'єктів автоматизації …… 75

ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ ……. 82
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ……... 85
Список рекомендованої літератури ……. 88
Додаток …….. 89

ВСТУП

Вивчення дисципліни „Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості” є важливою складовою процесу підготовки фахівців із спеціальності – „Професійна освіта” (профіль підготовки „Харчові технології”), яка забезпечує підготовку професійних кадрів для роботи на підприємствах харчових виробництв, ресторанного господарства та у закладах професійної освіти

Методичні вказівки до самостійної роботи і виконання індивідуального завдання розроблені відповідно до програми навчання і робочої програми курсу. Програма курсу базується на знаннях загально-інженерних та спеціальних дисциплін, передбачених навчальним планом підготовки та передбачає передбачає вивчення сучасної вимірювальної техніки та засобів автоматизації технологічного обладнання основних харчових виробництв, що використовується на харчових підприємствах.

Метою дисципліни є набуття студентами та магістрантами знань з основ автоматичного контролю і регулювання технологічних параметрів процесів харчових виробництв, упровадження сучасних технологій та нових видів устаткування, вивчення перспективних напрямків їх удосконалення.

Вивчення дисципліни „Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості” передбачає засвоєння навчального матеріалу у вільний від аудиторних занять час у формі самостійної та індивідуальної навчально-дослідної роботи, що сприятиме формуванню практичних навичок роботи зі спеціальною літературою за фахом, спрямує їх на інтенсивну пошукову роботу, критичне осмислення здобутих знань і глибоке вивчення теоретичних і практичних проблем функціонування харчової промисловості з метою підвищення якості професійної підготовки кадрів для підприємств харчової промисловості та закладів професійної освіти.

Згідно з Положенням „Про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах”, самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним

матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних завдань. Знання, які студент здобув самостійно, завдяки власному досвіду, мисленню та цілеспрямованим діям, будуть міцними. Якщо навчальний матеріал опрацьовується самостійно (індивідуально), виконується завдання від постановки проблеми до аналізу отриманих результатів, то засвоюється не менше 90 відсотків опрацьованої інформації.

Саме тому вища школа поступово переходить від передачі інформації до керівництва навчально-пізнавальною діяльністю, формування у студентів навичок самостійної творчої роботи. Самостійна робота студентів на сучасному етапі стає основою вищої освіти, важливою частиною процесу підготовки фахівців.

Удосконалення фахової підготовки потребує не лише засвоєння нових знань, а й здібностей, потреб і умінь самостійно засвоювати інформацію для успішного вирішення навчально-пізнавальних, а потім і професійних завдань.

Самостійна робота – це виконання студентами в навчальний і поза навчальний час системи різноманітних завдань з метою засвоєння професійних знань, умінь і навичок, формування професійного світогляду, творчого стилю діяльності.

Метою самостійної роботи є забезпечення умов для особистісного професійного зростання студента як майбутнього інженера-педагога. В процесі самостійної роботи студенти, спираючись на раніше засвоєнні знання, власний досвід, перетворюють отриману інформацію в якісно нові знання. Значна частина самостійної роботи ґрунтується на роботі з теоретичним матеріалом.

Навчально-методичний посібник до організації самостійної роботи з дисципліни містить: тематичний план навчальної дисципліни; загальні рекомендації до організації самостійної роботи з дисципліни, в тому числі до організації виконання індивідуального завдання; зміст індивідуальних завдань за варіантами; систему поточного й підсумкового контролю знань; список рекомендованої літератури.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальний процес з вивчення дисципліни здійснюється в таких формах: лекційні, практичні заняття (семінари), індивідуальна і самостійна робота студента. Тематичний план дисципліни наведений в табл. 1.

В результаті засвоєння дисципліни студенти та магістранти ***повинні:***

– ***знати:*** *принципи побудови сучасних систем автоматизації та управління технічними об'єктами і технологічними процесами харчових виробництв; конструкцію, принцип дії та основні характеристики сучасних засобів автоматизації і управління; методи оптимізації при виборі номенклатури засобів автоматизації, принципи типізації, уніфікації і агрегатування при організації систем автоматизації і управління, мати уявлення про тенденції розвитку сучасних засобів автоматизації та управління.*

– ***вміти:*** *складати функціональні схеми автоматизації та здійснювати вибір вимірювальних та регулюючих пристроїв; проводити аналіз технологічного процесу харчових виробництв як об'єкта управління.*

Тематичний план дисципліни „Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості" складається з двох змістовних модулів, кожний з яких місттить по 6 тем. Теми мстять відносно окремий самостійний блок дисципліни. Вивчення дисципліни спирається на методи загальної теорії систем автоматичного управління і перетворення даних, дисципліни „Механіка", „Електротехніка", „Гідравліка", „Інформатика", „Процеси та апарати харчових виробництв".

Таблиця 1

Тематичний план дисципліни „Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості”

№	Змістовні модулі та їхня структура	загальна	лекції	семінари / (пр. зан.)	самост.
	Перший модуль	**86**	**12**	**12**	**62**
1.	Завдання автоматизації харчових виробництв. Особливості автоматизаці] харчових виробництв. Вимоги до автоматичних систем.	13	2	1	10
2.	Технологічні вимірювання і прилади. Одиниці виміру. Вимірювальні прилади, їх класифікація. Похибки вимірювань.	14	2	2	10
3.	Вимірювальні перетворювачі та системи дистанційної передачі вимірювальної інформації. Електричні та пневматичні системи передачі сигналів. Реостатний, індукційний, термоелектричний, диференційно – трансформаторний перетворювач	14	2	2	10
4.	Контроль температурних показників технологічних процесів. Важливість дотримання температурного режиму в процесах зберігання та переробки. Поняття температури. Шкали температур: Кельвіна, Цельсія, Фаренгейта. Одиниці вимірювання температури. Особливості вимірювання температури в харчовій промисловості.	14	2	2	10
5.	Вимірювання та контроль тиску. Фізичне поняття тиску. Одиниці вимірювання тиску. Барометричний, надлишковий та абсолютний тиск. Пристрої для вимірювання тиску: манометри, барометри, вакуумметри.	14	2	2	10

6.	Вимірювання та контроль кількості речовин. Одиниці вимірювань: об'ємні та масові. Пристрої для вимірювання кількості рідини. Вимірювання кількості твердого тіла. Пристрої для виваження. Об'ємне вимірювання кількості сипучих речовин. Вимірювання витрат речовини. Одиниці вимірювань. Об'ємні і масові витрати. Пристрої для вимірювання витрат рідини та газів.	17	2	3	12
	Другий модуль	**94**	**12**	**12**	**70**
7.	Вимірювання та контроль рівня рідини та сипучих матеріалів. Засоби вимірювання: вимірювачі та сигналізатори.	14	2	2	10
8.	Вимірювання та контроль вологості. Вологість газів та твердих речовин. Засоби вимірювання вологості: психометри та гігрометри. Лабораторна перевірка вологості для твердих речовин.	14	2	2	10
9.	Вимірювання та контроль густинии. Залежність густини від концентрації розчинів. Плотноміри для рідини.	12	2	2	8
10.	Промислові регулятори. Виконавчі пристрої, їх класифікація. Основні характеристики регулюючих засобів.	14	2	2	10
11.	Схеми систем автоматизації. Принципи побудови функціональнизх схем автоматизації.	16	2	2	12
12.	Типізація технологічних процесів як об'єктів автоматизації. Етапи підготовки об'єктів автоматизації. Перспективні напрямки автоматизації харчових виробництв.	24	2	2	20
	ЗАГАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ ГОДИН	**180**	**24**	**24**	**132**

Курс дисципліни „Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості" знайомить із загальними принципами автоматизації виробництва та функціональними можливостями контрольно-вимірювальних приладів в обсязі, що дозволяє зрозуміти принцип дії та технічні можливості існуючих систем автоматизації.

ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ

Обов'язковим елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни є самостійна робота студентів з науковою та технічною літературою в галузі харчових технологій та автоматизації технологічних процесів харчових виробництв.

Самостійна робота – це форма організації індивідуального вивчення студентами навчального матеріалу в аудиторний та позааудиторний час.

Мета самостійної роботи – сприяти формуванню самостійності як особистісної риси та важливої професійної якості молодоїмайбутнього фахівця, суть якої полягає в уміннях систематизувати, планувати, контролювати й регулювати свою діяльність без допомоги й контролю викладача.

Завданнями самостійної роботи з дисципліни є засвоєння знань, умінь, навичок, закріплення та систематизація набутих знань, їхнє застосування при виконанні індивідуального завдання для самостійної роботи, виявлення прогалин у системі знань. Самостійна робота дає можливість студенту працювати в індивідуальному ритмі, а також обирати оптимальний темп роботи та умови її виконання.

Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від нормованих навчальних занять, тобто лекційних і практичних занять (аудиторної роботи). Навчальним планом передбачено132 години на самостійну роботу з дисципліни.

Основнми видами самостійної роботи є:

– вивчення лекційного матеріалу;

– складання розгорнутого конспекту з теоретичного матеріалу;

– поглиблене вивчення літератури на задану тему та пошук додаткової інформації;

– підготовка до практичних занять;

– пошук в комп'ютерних мережах додаткового навчального матеріалу до запропонованих викладачем тем;

– збір інформації та ознайомлення із зарубіжним досвідом, що стосується певної теми курсу;
– робота над індивідуальним завданням;
– самоперевірка знань за запитаннями для іспиту;
– підготовка до поточного та підсумкового контролю.

Вивчення теоретичного матеріалу доцільно здійснювати безпосередньо після прослуховування відповідної лекції. У процесі роботи з конспектом лекцій, рекомендованою літературою та методичними рекомендаціями до виконання практичних робіт необхідно з'ясувати незрозумілі аспекти і сформулювати питання, які варто задати викладачу на консультації. Для визначення ступеню засвоєння програмного матеріалу потрібно відповідати на контрольні питання до втвчених тем.

Відведений на самостійну роботу час необхідно використовувати раціонально протягом усього семестру. Систематична робота над теоретичним матеріалом дозволить ефективно підготуватися до практичних занять, експрес опитувань, модульних контрольних робвт та іспиту

Самостійна робота студентів та магістрантів при вивченні дисципліни „Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості" передбачає також виконання індивідуальних творчих завдань, складених за тематикою окремих розділів цієї дисципліни. Блок індивідуальних завдань для самостійної роботи має творче спрямування й повинен забезпечити формування умінь як щодо використання засвоєної бази знань на практиці, а також формування умінь і навичок щодо вирішення коплексу завдань, які передбачають трансформацію інформаційного масиву в практичній інженерно-дагогічній діяльності.

Основним підсумком виконання студентами самостійних завдань є посилення потреби в подальшій професійній самоосвіті, визначення власних можливостей індивідуального розвитку. Виконання завдань із самостійної та індивідуальної роботи є обов'язковим для кожного студента. Кожен студент працює індивідуально під контролем викладача, який видає завдання, консультує та приймає виконану роботу відповідно до встановлених термінів.

Мета виконання індивідуального завдання для самостійної роботи

Мета виконання індивідуального завдання для самостійної роботи – підсилити ефективність і якість самостійної роботи студентів над матеріалом курсу з використанням спеціальної технічної літератури, розвити творчі здібності, творче мислення студентів, створити навичку працювати з технічною літературою, самостійно розробляти схеми автоматизації технологічних процесів харчових і переробних виробництв, підібрати необхідні прибори і апаратуру для реалізації типових технологічних процесів. У ході виконання завдання студенти повинні крім рекомендованої літератури використовувати спеціальні технічні журнали, матеріали, отримані на технологічній практиці, довідники, каталоги й інші джерела.

Успішне виконання індивідуального завдання для самостійної роботи дозволяє: оволодіти основними поняттями автоматизації харчових виробництв, набути знання про методи та прилади віимірювання технологічних параметрів процесів харчових виробництв та засоби їх регулювання, ознайомитись з принципами побудови схем автоматизації, здійснювати типізацію технологічних процесів як об’єктів автоматизації, усвідомити перспективні напрямки автоматизації харчових виробництв.

Виконання індивідуального завдання для самостійної роботи передбачає: систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань із дисципліни та застосування їх при виконанні індивідуального завдання.

Оцінка за виконання індивідуального завдання для самостійної роботи враховується при виставленні загальної оцінки з дисципліни.

Методичні рекомендації до виконання індивідуального завдання з самостійної роботи

Студентом виконується один варіант індивідуального завдання згідно з номером, що відповідає порядковому номеру

студента у журналі студентської групи. Для оцінювання викладачу надається друкований та електронний варіант звіту.

Виконання індивідуального завдання для самостійної роботи слід розпочати з вивчення лекційного матеріалу, теоретичних відомостей до кожної з тем, надалі використовувати додаткову навчальну та наукову літературу.

При вивченні теоретичного матеріалу необхідно звернути увагу на навелдені схеми, конструкції та принцип дії приладів.

Виконувати індивідуальне завдання доцільно поетапно, опрацьовуючи питання для індивідуального завдання безпосереднньо після вивчення відповідної теми курсу.

Виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи з дисципліни передбачає ґрунтовну письмову відповідь на одне запитання до кожної з тем курсу за варіантом. Наявність ілюстрацій, схем конструкцій приладів, інших графічних матеріалів є обов'язковою. У методичних рекомендаціях до виконання самостійної роботи з кожної теми зазначено, які саме матеріали повинна містити кожна письмова відповідь з відповідної теми.

Якщо виконання певного завдання викликає утруднення, слід звернутися за консудьтацією до викладача, представивши йому заздалегідь напрвцьовані матеріали.

Вимоги до виконання індивідуального завдання з самостійної роботи

Індивідуальне завдання виконується у вигляді звіту на стандартних аркушах формату А4 з використанням ескізів, схем, таблиць та інших ілюстративних матеріалів. Комп’ютерний варіант роботи виконується за загальними вимогами: шрифт *Times New Roman*, кегль – 14 пунктів, міжрядковий відступ через 1,5 інтервали, абзацний відступ 1,25 см, береги: верхній та нижній – по 2 см, лівий – 2,5 см, правий – 1,5 см.

Робота виконується письмово і складається з таких частин:

– титульний аркуш (виконується згідно до додатку);

– зміст;

– вступ;

– основнна частина (виконані завдання з тем курсу за варіантами, які відповідно нумерують);

– висновки;

– список використаних джерел.

У тексті роботи в квадратних дужках надається посилання на літературні джерела, наприклад [4, с. 88].

При складанні звіту з індивідуальної самостійної роботи слід обов'язково дотримуватися системи одиниць СІ, технічних нормативів, нормативів щодо складання списку використаних джерел, а також керуватися чинними нормативними документами в галузі автоматизації:

– ГОСТ 21.404.85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах;

– ГОСТ 3464-68. Условные обозначения трубопроводов для жидкостей и газов, применяемые в схемах и на чертежах;

– ГОСТ 2.747.68. Условные обозначения элементов электрических схем.

Звіт з індивідуальної самостійної роботи надається викладачу у роздрукованому та електронному вигляді.

Індивідуальне завдання для самостійної роботи має бути представлено на перевірку викладачу та захищено безпосередньо після другого модульного контролю. Захист завдання відбувається в ідивідуальному порядку за рахунок часу, відведеного для самостійної роботи.

Лише за умови виконання та успішного захисту індивідуального завдання студенти допускаються до складання іспиту.

ПЕРШИЙ МОДУЛЬ

Тема 1. Завдання автоматизації харчових виробництв

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 1 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, відповісти на контрольні запитання до теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури.

Основні поняття та визначення

Зі збільшенням навантажень на апарати, підвищенням потужностей машин, складності і масштабів харчового виробництва, з підвищенням тисків, температур, швидкостей хімічних реакцій ручна праця навіть у механізованому виробництві часом просто неможлива. Обмежені ресурси людського організму (стомлюваність, недостатня швидкість реакції на зміни навколишнього середовища, на великий обсяг інформації, суб'єктивність в оцінці виробничих ситуацій) є перешкодою для подальшої інтенсифікації виробництва.

Настає новий етап машинного виробництва – автоматизація виробництва. Цей етап характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління виробничими процесами та передачею цих функцій автоматичним пристроям.

Автоматизація призводить до поліпшення основних показників ефективності виробництва: збільшення кількості, поліпшенню якості, зниження собівартості продукції, підвищенню продуктивності праці.

Автоматизація сприяє безаварійній роботі устаткування, виключає випадки травматизму, попереджає забруднення навколишнього середовища промисловими відходами.

При автоматизації виробництв харчової промисловості об'єктом автоматизації є не окремий технологічний процес чи агрегат, а технологічний комплекс (ТК) зі складними

взаємозв'язками між його підсистемами. Сучасні системи автоматизації харчової промисловості мають широкі функціональні можливості, вдосконалені технічні характеристики, та забезпечують підвищення надійності автоматизованих систем управління харчової промисловості, їх швидкодію, оперативність управління.

Виробничий процес – сукупність взаємопов'язаних трудових і технологічних процесів, при реалізації яких вихідні матеріали і напівфабрикати перетворюються в готові вироби.

Автоматичними називаються пристрої, які керують різними процесами і контролюють їх без безпосередньої участі людини.

Предмет або процес, що підлягає вивченню, називається об'єктом, а всі навколишні предмети взаємодіють з ними – зовнішнім середовищем.

Система – сукупність елементів або пристроїв, що знаходяться у відносинах і зв'язках між собою і утворюють певну цілісність (єдність).

Об'єкт управління – сукупність технологічних пристроїв (машин, знарядь праці, засобів механізації), що виконують даний процес з точки зору управління.

Операція управління – забезпечує в потрібні моменти початок, порядок проходження і припинення робочих операцій, виділяє необхідні для їх виконання ресурси.

Під **управлінням** розуміють процес організації такого цілеспрямованого впливу на об'єкт управління, в результаті якого останній переходить в необхідний (цілеспрямований) стан.

Параметри виробничого процесу або технологічного процесу або технологічного об'єкту, які необхідно підтримувати постійно або змінювати за певним законом, називається керованою величиною.

Автоматизація цукрової галузі. Цукрове виробництво є одним з найбільш складних, енерговитратних. Умови високої конкуренції сучасної дійсності на перший план виводять такі показники, як якість, енергоспоживання, собівартість. Такі умови конкуренції диктують необхідність застосування останніх

досягнень технології, теплотехніки, організації цукрового виробництва.

Автоматизація цукрової промисловості забезпечує якісну, ефективну роботу всіх технологічних ділянок цукрового заводу за допомогою комплексного підходу. Однією з основних проблем є стабілізація транспортної лінії основного продукту цукрової технології, а також підтримання оптимальних рівнів запасу продукту в проміжних (буферних) збірниках цукрових технології.

Технологічний процес цукрового виробництва є безперервно-потоковим, здійснюється за допомогою безперервно працюючого устаткування, задовольняє всім основним вимогам з точки зору автоматизації технологічних процесів цукрової промисловості. Велике значення при підготовці об'єкта або технологічного ділянки цукрового заводу до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів об'єктивного управління процесом виробництва цукру. Специфічні умови розвитку автоматизації технологічних процесів цукрової промисловості визначаються:

– тенденціями зростання одиничної потужності цукрових заводів зі зростанням ролі задач координації управління підприємствами цукрової промисловості;

– зміною технологічних показників якості сировини, палива, допоміжних матеріалів;

– сезонністю цукробурякового виробництва, що знижує ефективність автоматизованих систем управління, підвищує вимоги до зниження початкових витрат на їх створення;

– недостатньою забезпеченістю засобами вимірювання, первинними перетворювачами (датчиками), виконавчими механізмами і регулюючими органами необхідної якості.

Зростання продуктивності праці на цукрових заводах, розробка нової технології з метою поліпшення якості, підвищення ефективності виробництв цукрової промисловості, вимагають поновлення а також удосконалення систем управління з використанням сучасних засобів вимірювання і автоматизації.

Автоматизація спиртові галузі. Новий етап розвитку ринкових відносин висуває для спиртової галузі актуальні

завдання впровадження ефективних технологій, що забезпечують зниження всіх виробничих витрат, дозволяючи стабільно отримувати високоякісну спиртову продукцію.

Впровадження нових технологій на базі автоматизованих систем управління технологічними процесами спиртового виробництва найчастіше проводиться локально, без урахування глибоких взаємозв'язків між різними технологічними підсистемами спиртового заводу. Одночасного відображення всіх змінніх технологічного процесу, а також оперативне оповіщення про виникнення критичних ситуацій допомагає організуваті технологічний процес випуску спирту, що суворо відповідає технології, та досягти найкращої якості спіртової продукції.

Результатом таких заходів є більш раціональне використання сировини, ресурсів, істотне підвіщення рівня, функціонування автоматічної системи вцілому.

Автоматизація галузі пивоваріння та безалкогольних напоїв. Сучасне виробництво пива й безалкогольних напоїв засноване на додержанні жорстких вимог, починаючи від ефективності виробничого процесу, нешкідливості продуктів, що випускаються.

Використання сучасних засобів автоматизації відкриває широкий діапазон апаратних засобів, широкого спектру вимірювальних приладів, системи промислового обміну даними. Із запровадженням закритих циліндричних ферментаторів (бродильних апаратів), процесів кипіння сусла під тиском або стаціонарних трубопроводів з пневматичними клапанами виробництво пива радикально змінилося. Це призвело до стрімкого впровадження нових технологій автоматизації процесу приготування пива.

Технологія пива містить досить багато періодично повторюваних процесів, які вимагають точного додержання рецептури, дотримання багатьох технологічних параметрів. Відповідно виробництво вимагає оптимізації всіх виробничих процесів для підвищення рівня якості продукції.

Запровадження автоматизації у галузі виробництва пивобезалкогольних напоїв забезпечує високий рівень, стабільну якість кінцевого продукту. Досить широко автоматизовані

системи управління також застосовуються в технологічних процесах дозування в точно заданої рецептом кількості інгредієнтів.

Автоматизація хлібопекарської галузі. Проаналізуємо особливості підприємств хлібопекарської промисловості, як об'єктів автоматизації:

– основним видом сировини підприємств виробництва хліба є зерно, яке характеризується чотирма десятками параметрів якості, які постійно змінюють своє значення, та вимагають безперервного контролю на всіх стадіях роботи хлібзаводу;

– заготівля зерна є сезонним процесом, що поєднується з безперервністю хлібопекарського виробництва, регулярністю поставок борошна (крупи) на хлібозаводи, а комбікормів – на тваринницькі та птахівницькі підприємства;

– підприємства хлібопекарської промисловості характеризуються специфічним галузевим обліком хлібопродуктів, пов'язаних зі зміною маси сировини в процесі зберігання;

– жорсткий контроль якості хлібної продукції з боку держави;

– структура хлібопекарського виробництва має ієрархічний характер (продукція одного виробничого процесу є сировиною для інших галузей виробництва хлібопродуктів);

– можливість багатопотокового випуску продукції із сировини одного виду при виробництві борошна або крупи з багатокомпонентним складом сировини при виробництві комбікормів.

Впровадження АСУ на підприємствах хлібопекарської промисловості забезпечує:

– зростання продуктивності, а також ефективності роботи підприємств галузі хлібопродуктів (сучасна система автоматизації є вирішальним фактором високої продуктивності роботи підприємства);

– інтенсивніше використання обладнання підприємств хлібопекарської промисловості;

– економію електроенергії, палива основними технологічними лініями виробництва хлібопродуктів;

– підвищення ефективності використання матеріальних ресурсів.

Автоматизація зернової галузі. Впровадження сучасних інформаційних технологій, а також останніх розробок у сфері промислової автоматизації підприємств зберігання та переробки зерна має суттєвий вплив на підвищення ефективності управління, зростання конкурентоспроможності підприємств в цілому.

Процес зберігання та переробки зерна складний, багатоступінчастий, енергоємісткий, що вимагає запровадження досконалих, надійних систем автоматизації зберігання і переробки зерна для досягнення високої ефективності роботи галузі.

Кількість контрольованих, а також керуючих параметрів сучасних автоматизованих підприємств зберігання та переробки зерна (елеваторів, зерносховищ, борошномельних заводів, комбікормових комбінатів) постійно збільшується, перевищуючи межу, коли оператор може самостійно (без застосування складних автоматизованих комплексів для підприємств зберігання та переробки зерна) керувати технологічним процесом. У зв'язку з цим, питання впровадження комплексної автоматизації зерносховищ, елеваторів, силосів та інших об'єктів з переробки та зберігання зерна є актуальним.

Автоматизація технологічних процесів сушіння, зберігання зерна, як правило, виконується на досить високому рівні. Автоматичні системи борошномельного виробництва надають можливість контролювати процес зволоження зерна в підготовчому відділенні, формувати помольні партії зерна, формувати гатунки борошна при відвантаженні споживачу, вимірювати вологість борошна в потоці, виконувати ваговий контроль при відвантажуванні.

Основні напрямки автоматизації технологічних процесів зберігання і переробки зерна:

– впровадження систем нового покоління – комп'ютеризованих автоматизованих комплексів зернопереробних підприємств та сховищ замість існуючих на багатьох підприємствах галузі релейних систем

автоматизованого управління процесами зберігання і переробки зерна;

– впровадження сучасних систем автоматизації підприємств зберігання й переробки зерна дозволяє якісно підготувати зерно до розмелювання, включаючи формування помольной партії, оптимальне автоматичне зволоження зерна, залежно від його початкової вологості.

Автоматизований облік продукції зернопереробних підприємств та зерносховищ суттєво зменшує вплив людського фактора на результат зважувань і підвищує точність вимірювань.

Останні розробки в галузі автоматизації зернопереробної галузі дозволяють прогнозувати процес самозігрівання зерна, надійно, в автоматичному режимі, керувати потоками вологого й сухого зерна, процесом сушіння, також системою формування технологічних маршрутів у межах зернопереробного підприємства.

Автоматизація молочної галузі. Автоматизація молокозаводів є одним з найважливіших показників рівня технічного розвитку галузі. Комплексна автоматизація молокозаводу забезпечує технологічні, економічні переваги, а також є базою для перспективного розвитку сучасної молочної промисловості. Підвищення рівня автоматизації молочної промисловості має величезне значення для процесу поліпшення якості молочних продуктів, оптимального використання виробничих ресурсів, економії енерговитрат підприємства молочної промисловості.

Підвищення рівня автоматизації молочної промисловості змінює підхід до роботи, спрощуючи її фізично, вимагає вдосконалення рівня технічної підготовки фахівців, звільняє персонал від трудомістких, некваліфікованих робіт. Автоматизація молочної промисловості поділяється на часткову і комплексну.

При комплексної автоматизації всі ділянки та відділення підприємства молочної промисловості функціонують як єдиний технологічний комплекс молокозаводу.

Вибір ступеню автоматизації молокозаводу визначається специфікою молочного виробництва, економічною доцільністю

автоматизації того чи іншого процесу, стратегією виробника молочної продукції, фінансовими можливостями молокозаводу.

Молочний ринок на сучасному етапі розвитку економіки характеризується високим рівнем конкуренції. Переможцями тут виходять молокозаводи, які впроваджують у виробництво передові, вдосконалені керуючі схеми, а також технологічні режими виробництва молока.

Комплексна автоматизація молокозаводів дозволяє максимально скоротити участь персоналу у виконанні складних технологічних процесів, звільняє фахівців від управління локальними операціями, дозволяючи більшу увагу приділяти організації взаємодії обладнання. Обов'язки персоналу зводяться до налагодження виробничого циклу для роботи в певному режимі, налагодження контрольних приладів, механізмів, пристроїв, профілактичному ремонту, усунення несправностей технологічних ліній молокозаводу.

Запровадження комплексної автоматизації молочних підприємств забезпечує:

– прозорість, а також керованість технологічних процесів виробництва молокопродуктів;

– скорочення можливостей впливу людського фактора на хід виробничих процесів;

– оперативний облік всіх матеріальних витрат і надходжень.

Автоматизація м'ясної галузі. В сучасних економічних умовах промислова автоматизація поступово впроваджується багатьма галузями м'ясної промисловості. Розвиток автоматизації м'ясної промисловості відбувається досить нерівномірно. На етапі первинного забою, а також переробки підприємствами галузі досить широко використовується ручна праця, – наприклад, при виконанні такої процедури м'ясопереробного підприємства, як обвалка м'яса.

Впровадження сучасних систем автоматизації м'ясокомбінатів надасть можливість у автоматичному режимі виконувати обробку м'яса, сортування, контролювати відхилення технологічних параметрів від норми, рівень забруднення продукції, проводити обробку і упаковку продукції, жорстко контролювати якість продукції, що випускається,

видаляти браковану продукцію, значно підвищувати ефективність роботи м'ясопереробного підприємства.

Основною проблемою впровадження сучасних технологій м'ясопереробної галузі є їх вартість. Перевагами комплексної автоматизації підприємств м'ясопереробної галузі є зниження витрат, істотне поліпшення якості продукції, зниження термінів виробництва, зниження ризиків. Недоліками впровадження тотальної автоматизації виробництв з переробки м'яса є висока, не завжди виправдана енергозалежність систем управління.

Автоматизація масложирової галузі. Масложирова галузь є однією з провідних галузей харчової промисловості, що забезпечує випуск широкого спектру продуктів харчування з рослинних жирів.

Основний цикл заводу з виробництва і переробки масложирової продукції, крім отримання нерафінованої олії, охоплює комплексну рафинацію, дезодорацію рослинного масла. Ці процеси є складними, вимагають ведення безперервного автоматичного контролю технологічного процесу, забезпечення надійної роботи обладнання, виключення можливості виникнення аварійних ситуацій.

Комплексна автоматизація підприємств масложирового комплексу частково схожа з технічними рішеннями, що використовуються при побудові автоматизованих систем управління комбінатів хлібопродуктів – такі системи автоматизації, як вимірювання ваги, тензометричні системи дозування, вимірювання температури в силосах елеватора, а також вологості зернових в потоці і управління маршрутами переміщення сировини повністю ідентичні.

Виробництва масложирового комплексу характеризуються безперервністю технологічного процесу, що забезпечує багатоступеневу переробку сільськогосподарської сировини в продукцію харчового (побутового) споживання. Для ефективної організації виробництв масложирового комплексу необхідно постійно контролювати як кількість витраченої сировини (отриманої з неї готової продукції), так і кількість проміжних продуктів, одержуваних на кожній виробничій ділянці. Практика впровадження систем автоматизації для

підприємств масложирової промисловості свідчить, що найбільший ефект контроль має, якщо він носить комплексний характер, а облік кількості продуктів ведеться за масою.

Відсутність достовірного контролю переміщення сировини, напівфабрикатів, готової продукції масложирової технології призводить до значних втрат продуктів, не дозволяє фахівцям оперативно контролювати хід виробництва рослинного масла з метою усунення виникаючих порушень. Тому створення комплексної автоматизованої системи контролю маси на підприємствах олійно-жирового комплексу харчової промисловості, яка забезпечує об'єктивний контроль (реєстрацію) руху маси сировини, напівпродуктів, готової продукції, є найбільш актуальною проблемою масложирової галузі.

Автоматизація виробництва рослинного масла, вторинної продукції масложирового підприємства, забезпечує значний економічний ефект завдяки додержанню заданих якісних показників продукції масложирової галузі; зменшенню втрат напівфабрикатів, основної продукції масложирової технології; зниження трудомісткості процесів виробництва рослинного масла.

Автоматизація управління технологічними процесами на окремих ділянках виробництва зазвичай здійснюється шляхом оптимізації або стабілізації режимних параметрів технологічних процесів.

Таким шляхом можливо досягти достатньо високих техніко-економічних показників як на окремих ділянках, що автоматизуються, так і на виробництві вцілому.

Отже**, автоматизація** – це етап машинного виробництва, що характеризується передачею функцій управління від людини до автоматичних пристроїв.

Технологічний об'єкт управління (ТОУ) – сукупність технологічного обладнання та реалізованого на ньому технологічного процесу.

Автоматизована система управління (АСУ) – це система людина-машинна, що забезпечує автоматизований збір і обробку інформації, необхідну для оптимального управління.

Розвиток харчової технології, де переважають безперервні технологічні процеси, вимагає створення більш досконалих систем управління, ніж локальні системи автоматичного регулювання (АСР). Ці принципово нові системи отримали назву автоматизованих систем управління технологічними процесами – АСУ ТП.

Автоматизований технологічний комплекс (АТК) – сукупність спільно функціонуючих ТОУ і АСУ ТП. АСУ ТП відрізняється від локальних САР:

– більш досконалою організацією потоків інформації;

– практично повною автоматизацією процесів отримання, обробки та подання інформації;

– більш високим ступенем автоматизації функцій управління, включаючи пуск і зупинку виробництва.

Глобальна мета управління ТОУ за допомогою АСУ ТП полягає у підтримці оптимального значення критерію управління при виконанні всіх умов, що визначають безліч допустимих значень керуючих впливів. У більшості випадків глобальна мета розбивається на ряд окремих цілей; для досягнення кожної з них потрібно вирішення простіших завдань управління.

Керуючі функції забезпечують підтримку оптимальних значень критерію управління в умовах мінливої виробничої ситуації. Вони поділяться на дві групи:

1) визначення оптимальних керуючих впливів;

2) реалізація цього режиму шляхом формування керуючих впливів на ТОУ (стабілізація, програмне управління; програмно-логічне управління).

Будь-яке харчове виробництво складає послідовність трьох основних операцій:

1) підготовка сировини;

2) власне переробка;

3) виділення кінцевих цільових продуктів.

Ця послідовність операцій залучається в єдину складну технологічну систему (ТС).

Сучасне підприємство як система, складається з великої кількості взаємопов'язаних підсистем, між якими існують відносини співпідпорядкованості у вигляді ієрархічної

структури з трьома основними ступенями. Кожна підсистема харчового підприємства являє собою сукупність технологічної системи та системи автоматичного управління, вони діють як єдине ціле для отримання заданого продукту або напівпродукту.

Основними джерелами економічної ефективності систем автоматизації харчових процесів є приріст обсягу реалізації продукції та (або) зниження її собівартості.

Поліпшення цих економічних показників найчастіше досягається за рахунок зменшення витрат сировини, матеріалів та енергії на одиницю продукції, якості продукції, збільшення продуктивності обладнання за рахунок скорочення втрат робочого часу через позапланові зупинки процесу, викликані помилками управління та ін.

Контрольні питання до теми 1

1. Сформулюйте поняття технологічних об'єктів управління (ТОУ), визначіть їх класифікацію.
2. Що називають параметрами процесу?
3. Назвіть основні напрямки в удосконаленні управління технологічними процесами.
4. Назвіть основні напрямки автоматизації зернової галузі.
5. Окресліть основні напрямки автоматизації молочної галузі.
6. Назвіть основні напрямки автоматизації м'ясної галузі.
7. Назвіть особливості автоматизації масложирової галузі.
8. Назвіть особливості автоматизації хлібопекарської галузі.
9. Якими є основні напрямки автоматизації цукрової галузі?

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 1

1.1. Виробнича система. Технологічний процес.
1.2. Автоматизоване виробництво.
1.3.Характеристика об'єкту управління.
1.4. Особливості автоматизації харчових виробництв.
1.5. Значення автоматизації в розвитку харчових виробництв.
1.6. Визначення критеріїв управління.

1.7. Комплексне виробництво: ділянка, цех, підприємство.
1.8.Типова структурна схема автоматизованого виробництва.
1.9. Критерії розподілу технологічних процесів в харчовій промисловості.
1.10. Етапи розробки схеми автоматизації технологічного процесу.
1.11. Місцеві схеми автоматизації та їх основні функції.

Тема 2. Технологічні вимірювання і прилади

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 2 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, відповісти на контрольні запитання до теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантом 4 необхідно скласти відповідну таблицю. При виконанні завдання за варіантом 6 необхідно навести відповідні схеми. При виконанні варіанту 11 необхідно навести конкретні приклади щодо харчових виробництв.

Основні поняття та визначення

Вимірювання фізичних величин здійснюється шляхом експерименту та обчислень за допомогою спеціальних технічних засобів. Залежно від виду вимірюваних величин, необхідної точності їх, умов проведення експерименту та виду потрібної інформації використовуються різноманітні засоби вимірювальної техніки, що видають відповідні сигнали вимірювальної інформації. Будь-яка фізична вимірювана величина завдяки засобам вимірювання перетворюється на відповідний сигнал, який спостерігач сприймає безпосередньо на шкалі приладу, або ж після перетворення і опрацювання передається через канали зв'язку на інші засоби вимірювання у вигляді сигналу зовсім іншої фізичної величини. Наприклад, вимірювання температури, тиску, густини супроводжуються

перетворенням вимірюваної величини на сигнал (електричний, пневматичний, механічний), який за допомогою засобів відтворення видає значення вимірюваної величини на шкалі приладу.

Вимірювання – знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів. Стандарт визначає методи вимірювань (метод безпосередньої оцінки і метод порівняння з мірою).

До **видів вимірювань** можна віднести вимірювання:

– прямі та непрямі,
– сукупні та спільні,
– абсолютні та відносні,
– одноразові й багаторазові,
– технічні та метрологічні,
– статичні і динамічні.

Прямі і непрямі вимірювання розрізняють в залежності від способу отримання результату вимірювань.

При прямих вимірюваннях значення величини визначають безпосередньо за вимірювальним пристроєм відображення вимірювальної інформації. Прикладами непрямих вимірів можна вважати знаходження значення кута трикутника по виміру довжини сторін, визначення площі трикутника або іншої геометричної фігури і т. п.

При сукупних вимірюваннях здійснюється вимірювання кількох однойменних величин.

При спільних вимірюваннях здійснюються вимірювання декількох неодноіменних величин, наприклад, для знаходження залежності між ними.

При вимірах для відображення результатів можуть бути використані різні оціночні шкали, в тому числі градуйовані або в одиницях вимірюваної фізичної величини, або в різних відносних одиницях, включаючи і безрозмірні. Відповідно з цим прийнято розрізняти абсолютні та відносні вимірювання.

За кількістю повторних вимірювань однієї і тієї ж величини розрізняють одноразові і багаторазові вимірювання, причому багаторазові здійснюються з наступною математичною обробкою результатів.

В залежності від точності вимірювання ділять на технічні та метрологічні, а також на рівноточні і нерівноточні. Технічні вимірювання виконують із заздалегідь встановленої точністю, іншими словами, похибка технічних вимірювань не повинна перевищувати заздалегідь заданого значення. Метрологічні вимірювання виконують з максимально досяжною точністю, домагаючись мінімальної похибки виміру.

Статичні і динамічні вимірювання правильніше характеризувати в залежності від сумірності режиму сприйняття вхідного сигналу вимірювальної інформації і його перетворення. При вимірюванні в статичному режимі швидкість зміни вхідного сигналу незрівнянно нижче швидкості його перетворення у вимірювальному ланцюзі, й всі зміни фіксуються без додаткових динамічних спотворень. При вимірюванні в динамічному режимі з'являються додаткові (динамічні) похибки, пов'язані із занадто швидкою зміною самої вимірюваної фізичної величини або вхідного сигналу вимірювальної інформації від постійної вимірюваної величини.

Розрізняють два основні методи вимірювань: метод безпосередньої оцінки і метод порівняння з мірою. При використанні методу безпосередньої оцінки значення вимірюваної фізичної величини визначають безпосередньо за відліковим пристроєм прямої дії. Прилад здійснює перетворення вхідного сигналу вимірювальної інформації, відповідного всій вимірюваній величині, після чого і відбувається оцінка її значення.

Метод порівняння з мірою характеризується тим, що прилад (компаратор) порівнює вимірювану величину з аналогічною відомою величиною, що служить мірою. Міру, що відтворює з визначеною точністю фізичну величину певного (близького до вимірюваної) розміру, використовують в явному вигляді. Прикладами використовуваних заходів є гирі, кінцеві міри довжини або кута і т. д.

При вимірюванні фізичних величин слід чітко розмежувати два поняття: істинні значення фізичних величин та результати їх вимірювань.

Істинне значення фізичної величини – це значення, що ідеально відображає властивості об'єкта і у кількісному, і в

якісному відношеннях. Істинні значення не залежать від засобів нашого пізнання і є абсолютною істиною, до якої наближається спостерігач, намагаючись виразити її як числове значення.

Похибка результатів вимірювання – це значення відхилення результатів вимірювання від істиного значення величини, що вимірюється.

Результат вимірювання є продуктом пізнання спостерігача і є приблизною оцінкою значення величини. Результати залежать від методів вимірювання, технічних засобів, властивостей органів чуття спостерігача, зовнішнього середовища й самих фізичних величин. Різниця між результатом вимірювання X та істинним значенням величини Q називається абсолютною похибкою вимірювання (3.1):

$$\Delta = X\text{-}Q. \quad (1) \quad (2.1)$$

Причини виникнення похибок: недосконалість методів вимірювання, технічних засобів, органів чуттів спостерігача, зміна умов проведення експерименту. Зміна умов проведення досліджень може впливати на фізичну величину, технічні засоби і самого спостерігача.

Кожна із наведених причин виникнення похибок є зумовлена багатьма чинниками, під впливом яких формується загальна похибка вимірювання.

Засіб вимірювальної техніки – технічний засіб, який застосовується під час вимірювань фізичних величин і має нормовані метрологічні характеристики. До засобів вимірювальної техніки відносяться засоби вимірювань та вимірювальні пристрої.

Засіб вимірювань – засіб вимірювальної техніки, який реалізує процедуру вимірювань. До засобів вимірювань відносяться кодувальні, реєструвальні засоби вимірювань, вимірювальні прилади, канали, установки та системи.

Вимірювальний пристрій – засіб вимірювальної техніки, в якому виконується лише одна зі складових частин процедури вимірювань. Наприклад, перетворення, масштабування, порівняння, обчислення сигналу та інші операції із сигналом.

Засоби вимірювальної техніки – досить широке поняття, яке охоплює міри, компаратори, вимірювальні прилади і перетворювачі, вимірювальні установки і системи та допоміжні засоби. Одні з цих засобів досить прості, інші – досить складні як за функціональним призначенням, так і за будовою та методами обробки сигналу вимірювальної інформації.

Мірою називається засіб вимірювання, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру. Наприклад: ваги – міри маси: 1 кг; 0,5 кг; 0,2 кг; 0,1 кг та ін.

Вимірювальний прилад – засіб вимірювання, призначений для формування інформації у доступній для безпосереднього сприйняття спостерігачем формі. За формою видачі інформації прилади поділяються на аналогові, покази яких є неперервною функцією вимірюваної величини, та цифрові, покази яких дискретні, а інформація подається у цифровій формі. Крім того, прилади бувають показові, самописні, сигнальні, регулювальні з лічильниками, з нормувальними перетворювачами та іншими додатковими функціональними засобами.

Контрольні питання до теми 2

1. Розкрийте поняття системи фізичних одиниць.
2. Назвіть основні характеристики якості проведених вимірювань.
3. Як класифікують вимірювання?
4. Назвіть способи вимірювань.
5. Назвіть основні види засобів вимірювання.
6. Назвіть похибки результатів та засобів вимірювань.
7. Чк розподіляються похибки?
8. Назвіть принципи оцінювання похибок.
9. Як класифіккють складові похибок вимірювань?
10. Назвіть похибки прямих та непрямих вимірювань.
11. Що таке систематична складова похибки? Назвіть методи її усунення.
12. Що таке випадкова складова похибки? Надайте її визначення.

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 2

2.1. Параметри та їх вимірювання.
2.2. Види вимірювань.
2.3. Одиниці вимірювання.
2.4. Система СІ. Використання позасистемних одиниць вимірювання.
2.5. Засоби для вимірювання.
2.6. Вимірювальні прилади.
2.7. Похибки результатів вимірювань та їх оцінка.
2.8. Похибки, види похибок. Систематичні похибки та їх врахування.
2.9. Похибки, види похибок. Прямі та непрямі вимірювання.
2.10. Похибки, види похибок. Абсолютні та відносні похибки вимірювань.
2.11. Особливостей використання вимірювальних приладів на виробництві.

Тема 3. Вимірювальні перетворювачі та системи дистанційної передачі вимірювальної інформації

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 3 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, відповісти на контрольні запитання до теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантом 4 необхідно скласти відповідну таблицю. При виконанні завдання за варіантами 1, 2, 6, 8, 11 необхідно навести відповідні схеми. При виконанні варіанту 10 необхідно навести конкретні приклади щодо харчових виробництв.

Основні поняття та визначення

Управління технологічним процесом можливо на підставі отриманої інформації про його стан і перебіг. Різноманітність технологічних процесів різних галузей харчових виробництва зумовило необхідність отримання інформації про велику кількість технологічних параметрів.

Створено кадастр величин, що підлягають вимірюванню. Кадастр містить понад 2000 вимірюваних величин, що охоплюютьрізні галузі виробництва, зокрема, харчові виробництва.

Кадастр – систематизований звід відомостей, що складається періодично або шляхом безперервних спостережень над відповідними об'єктами. Він об'єднує фізичні величини, які визначають стан технологічних об'єктів управління. До них відносяться величини простору і часу, механічні, електричні й магнітні, акустичні, світлові, а також відносні.

До **вимірювальних приладів** відносяться пристрої, призначені для вироблення вимірювальної інформації у формі, зручній для безпосереднього сприйняття оператором. Вимірювальні перетворювачі (ВП) - це пристрої, призначені для вироблення вимірювальної інформації у формі, зручній для передачі, перетворення, обробки та зберігання сигналу. Прицьому інформація не підлягає безпосередньому сприйняттю спостерігачем.

Сигналом називається фізичний процес, властивості якого визначаються взаємодією між матеріальним об'єктом та засобом вимірювання. За своєю природою сигнали можуть бути: електричними, пневматичними, механічними тощо.

Сигналом вимірювальної інформації називається сигнал, який представляє вимірювальну інформацію на виході засобу вимірювань, тобто на виході первинного перетворювача. У процесі вимірювання, передачі та відтворення доводиться мати справу не з вимірюваною величною, а з сигналом вимірювальної інформації.

Розрізняють вимірювальні прилади (ВП) з **природними** і **уніфікованими** вихідними сигналами. Вимірювальні перетворювачі з природними вихідними сигналами пристрою, в

яких здійснюється первинне (зазвичай одноразове) перетворення вимірюваної фізичної величини.

До ВП з *природним* поданням інформації належить велика група пристроїв - термоелектричні перетворювачі, термометри опору, тензорезистори, диференційно-трансформаторні датчики. Такі ВП застосовуються в локальних пристроях контролю та автоматизації або при централізованому контролі порівняно простих об'єктів.

Вимірювальні перетворювачі з *уніфікованими* вихідними сигналами мають на виході сигнали, передбачені відповідними стандартами; в більшості випадків застосовуються уніфіковані сигнали. Для перетворення природних сигналів в уніфіковані в передбачені нормуючі перетворювачі.

Структури ВП незважаючи на різноманітність вимірюваних величин в АСУ ТП можуть бути зведені до чотирьох видів. Структура одноразового прямого перетворення реалізується в ВП з природними вихідними сигналами, наприклад в термоелектричних перетворювачах, датчиках тиску і перепаду тиску. Якщо первинне перетворення вимірюваної величини не дає зручного для використання сигналу, застосовують структури з декількома послідовними ВП.

Диференціальна структура у ВП застосовується у випадках, коли вимір параметру грунтується на зіставленні результатів перетворення вимірювальної інформації, отриманої в реальних й в деяких еталонних умовах. Перевага цієї структури в порівнянні з попередніми полягає в значному зменшенні похибки, зумовленої зміною параметрів джерела живлення і навколишнього середовища.

Найбільш досконалою є структура з негативним зворотним зв'язком, що отримала назву компенсаційної схеми. Переваги схеми – компенсація змін параметрів вимірювального тракту внаслідок того, що вихідний сигнал безперервно порівнюється з вимірюваною величиною. Негативний зворотний зв'язок істотно знижує вплив похибки ланок прямого каналу на результат перетворення.

В якості основних контрольно-вимірювальних засобів використовуються датчики, що безпосередньо сприймають

зміни контрольованого парамету та перетворюють ці зміни в механічні або електричні сигнали.

Комплекс технічних засобів у складі первинного перетворювача, лінії зв'язку та засобу відтворення вимірюваної величини є **системою дистанційної передачі сигналів вимірювальної інформації.** Вимірювана величина перетворюється в сигнал певної фізичної природи, який передається лінією зв'язку до вторинного приладу, де знову сигнал перетворюється у вимірювану величину, що набуває форми, прийнятної для спостерігача.

Первинним вимірювальним перетворювачем є перетворювач, який першим взаємодіє з об'єктом вимірювання і видає сигнал вимірювальної інформації.

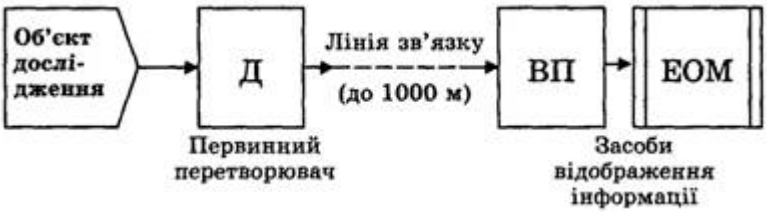

Рис. 3.1. Схема дистанційної передачі сигналів вимірювальної інформації

До систем дистанційних передач сигналів вимірювальної інформації висуваються такі вимоги: точність передачі; достовірність і надійність передачі; захищеність; дистанційність передачі; мінімальна інерційність; стабільність сигналів, незалежність від джерела живлення; економічність системи дистанційної передачі.

Задовольнити усі наведені вимоги у повному обсязі за допомогою однієї дистанційної системи передачі досить складно, проте у своїй більшості системи відповідають цим вимогам.

Типи перетворювачів дистанційних передач обираються залежно від об'єкта і виду вимірюваної фізичної величини, яка

перетворюється в сигнал, що передається лінією зв'язку (струм, напруга, частота,тиск).

Контрольні питання до теми 3

1. Наведіть схему дистанційної передачі сигналів вимірювальної інформації.
2. Що називають системою дистанційної передачі сигналів вимірювальної інформації?
3. Що відносять до вимірювальних приладів?
4. Що представляє собою сигнал вимірювальної інформації?
5. Як розрізняють вимірювальні прилади за видами вихідних сигналів вимірювальної інформації?
6. Охарактеризуйте структуру вимірювальних приладів.
7. Наведіть вимоги до систем дистанційних передач сигналів вимірювальної інформації.

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 3

3.1. Уніфіцированний електросиловий перетворювач.
3.2. Структура вимірювальних пристроїв при централізованому контролі.
3.3. Доцільність та необхідність передачі вимірювальної інформації на відстань.
3.4. Перетворювання сигналів у вимірювальних пристроях.
3.5. Первинні вимірювальні пристрої, їх призначення. Графічне зображення на ФСА.
3.6. Кінцеві вимірювальні пристрої, їх призначення.
3.7. Лінії зв’язку (передавальні пристрої). Їх класифікація за видом енергії, що використовується. Графічне зображеня на ФСА.
3.8. Уніфіцированний пневматичний перетворювач.
3.9. Порівняний аналіз електричних та пневматичних передавальних систем.
3.10. Важливість вимірювань та використання вимірювальної інформації в умовах автоматизованого виробництва.

3.11. Схеми дистанційної передачі сигналів вимірювальної інформації.

Тема 4. Контроль температурних показників технологічних процесів

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 4 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, та відповісти на контрольні запитання до теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантами 7, 11 необхідно скласти відповідні таблиці. При виконанні завдання за варіантами 1 – 5 необхідно навести відповідні схеми. При виконанні варіанту 11 необхідно навести конкретні приклади щодо харчових виробництв.

Основні поняття та визначення

Температура – це один з найважливіших технологічних параметрів, від точності вимірювання яких залежить ефективність технологічних процесів харчових виробництв.

Слово „температура" походить від латинського temperatura – нормальний стан. Це фізична величина, яка характеризує стан термодинамічної рівноваги системи. Температура всіх частин ізольованої системи, яка знаходиться в рівновазі, однакова. Якщо система не знаходиться в рівновазі, то між її частинами, які мають різну температуру, відбувається теплообмін.

Вимірюють температуру термометрами на основі залежності певних властивостей тіла (обсягу, електричного опору і т. п.) від температури.

Її вимірюють рідинними або газовими термометрами, які відповідно градуюють. Висока температура вимірюється оптичними термометрами (за спектром випромінювання) або

електричними термометрами (напівпровідникові термістори, термопари).

У міжнародній шкалі температур за нуль прийнята температура розтаювання льоду при нормальному атмосферному тиску, за 100 градусів – температура кипіння води при нормальному атмосферному тиску. Позначається t, С (Цельсія).

За Міжнародною системою одиниць СІ, яка використовується в усьому світі, температуру позначають символом Т і виражають в Кельвінах (позначення К). Температурні шкали Кельвіна і Цельсія пов’язані формулою:

$$T = (273{,}15 + t),\ K \quad (4.1)$$

Абсолютний нуль за міжнародною шкалою дорівнює – 273,15 С (Цельсія).

Вимірювання температури може здійснюватися різними методами. Кожний метод має свої особливості, які визначаються як принципом, так і засобами вимірювання та схемами їх підключення.

Внаслідок зміни при нагріванні внутрішньої енергії речовини практично всі її фізичні властивості залежать від температури, але для її вимірювання вибираються ті показники, які однозначно змінюються зі зміною температури, не підлягають впливу інших факторів, а також порівняно легко вимірюються. Цим вимогам найбільше відповідають такі властивості речовин, як об'ємне розширення, зміна тиску в замкнутому об’ємі, зміна електричного опору, виникнення термоелектрорушійної сили, інтенсивність випромінювання, покладені в основу конструкцій приладів для вимірювання температури.

Прилади для вимірювання температури поділяються у залежності від фізичних властивостей речовин, пов’язаних зі зміною температури на такі **групи**:

1. Термометри розширення, конструкція яких заснована на властивості тіл змінювати під дією температури свій обсяг.

2. Манометричні термометри, які діють за принципом зміни тиску рідини, газу або пари в замкнутому осязі при нагріванні або охолодженні цих речовин.

3. Термометри опору, принцип дії яких засновано на властивості металевих проводників змінювати залежно від нагрівання електричний опір.

4. Термоелектричні термометри, принцип дії яких ґрунтується на властивості різнорідних металів і сплавів утворювати в парі (спаї) термоелектрорушійну силу, що залежить від температури спаю.

5. Пірометри, які працюють за принципом вимірювання випромінюваної нагрітими тілами енергії, що залежить від їх температури.

Для автоматичного контролю за температурою зазвичай використовуються засоби вимірювань загально-промислового призначення. Проте їх використання за прямим призначенням у харчовій промисловості не завжди припустиме і можливе. У більшості харчових виробництв засоби вимірювань повинні бути стерильними, не допускається використання токсичних речовин, а також виникнення побічних ефектів та явищ, зумовлених контактуванням первинних перетворювачів з харчовим середовищем (наприклад, ртуть, скло тощо).

У переважній більшості харчових технологій робочі середовища є хімічно активними (дифузійні соки, продукти бродіння) і агресивними (миючі лужні розчини), тому засоби вимірювань, що контактують з такими середовищами, повинні бути корозійно і ерозійно стійкими. Водночас необхідно виключити можливість впливу контактних із середовищем засобів вимірювань на якість продукції, що виробляється (невластиві запахи, зміна кольору, погіршення смакових властивостей, зниження харчової цінності продукції).

При вимірюванні тиску манометрами необхідно обов'язково використовувати роздільні мембрани, підігрівачі трубок, оскільки технологічні середовища при зниженні температури загусають і перешкоджають передачі тиску із середовища до манометра.

Контрольні питання до теми 4

1. Наведіть визначення поняття температурних шкал.
2. Як класифікують методи вимірювання температури?
3. Наведіть класифікацію засобів вимірювання температури.
4. Надайте характеристику термометрів опору.
5. Надайтк храктеритсику термометрів розширення.
6. Надайте характеристику манометричних термометрів.
7. Надайте характеристику термоелектричних термометрів.
8. Назвіть особливості застосування пірометрів у харчовій промисловості.

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 4

4.1. Термометри розширення.
4.2. Манометричні термометри.
4.3. Термоелектричні термометри.
4.4. Термометри опору. Термоперетворювачі опору на основі металу. Конструкції. Термістори.

4.4. Безконтактні засоби вимірювання температури. Пірометри випромінювання.
4.5. Кінцеві пристрої електричних термометрів.
4.6. Важливість контролю температури в харчовій промисловості. Приклади гафічних зображень на ФСА приладів для вимірювання температури.
4.7. Вимірювання температури. Шкали температур.
4.8. Особливості використання пристроїв для вимірювання температури в харчовій промисловості. Приклади гафічних зображень на ФСА приладів для вимірювання температури.
4.9. Класифікація термометрів за принципом дії.
4.10. Впровадження загальнотехнічних засобів контролю температури на харчових виробництвах.
4.11. Поняття температури. Температурні шкали. Класифікація засобів вимірювання.

Тема 5. Вимірювання та контроль тиску

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 5 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, відповісти на контрольні запитання до теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантом 3 необхідно скласти відповідну таблицю. При виконанні завдання за варіантами 4 – 9, 11 необхідно навести відповідні схеми. При виконанні варіанту 10 необхідно навести конкретні приклади щодо харчових виробництв.

Основні поняття та визначення

Тиск є показником співвідношення витрат газової фази на вході у технологічний апарат і виході з нього. Сталість тиску свідчить про дотримання матеріального балансу по газовій фазі. Зазвичай тиск (або розрідження) в технологічній установці стабілізують в якому-небудь одному апараті, а по всій системі він встановлюється відповідно до гідравлічного опору лінії і апаратів.

У тих випадках, коли тиск істотно впливає на кінетику процесу (наприклад, в процесі ректифікації), передбачається система стабілізації тиску в окремих апаратах.

За основну одиницю вимірювання тиску відповідно до Міжнародної системи (СІ) прийнята одиниця – Паскаль.

Крім цього, в промисловості для вимірювання тиску використовують такі одиниці:

– технічна атмосфера – дорівнює тиску, який відчуває 1 кв. см. плоскої поверхні під дією рівномірно розподіленої перпендикулярній до поверхні навантаження сили в 1 кг. кГ.

– метр водяного стовпа (м вод. ст.);

– міліметр водяного стовпа (мм вод. ст.);

– міліметр ртутного стовпа (мм рт. ст.).

При вимірюванні тиску розрізняють:

– абсолютний тиск Ра,

– надлишковий тиск Р,
– розрядження Ph.

Під абсолютним тиском розуміють повний тиск, під яким знаходиться рідина, пара або газ.

Надлишковий тиск, що вимірюється манометром, дорівнює різниці між абсолютним тиском, більшим, ніж атмосферний, і атмосферним тиском Pb, показуваним барометром:

$$P = Pa – Pb \qquad (5.1)$$

Розрядження (вакуум) дорівнює різниці між атмосферним тиском і абсолютним тиском, меншим, ніж атмосферний:

$$Ph = Pb - Pa. \qquad (5.2)$$

Абсолютний і надмірний тиску звичайно виражають у кг/см2, розрядження (вакуум) - в мм рт. ст. або мм вод. ст.

Атмосферний тиск, що дорівнює тиску на горизонтальну площину стовпа ртуті висотою в 760 мм при щільності ртуті, яка дорівнює 13,5951 г/см2, називають фізичної атмосферою, на відміну від одиниці кГ/см2 – технічної атмосфери. Взаємозв'язок між технічної та фізичної атмосферами наступна:

$$1 \text{ кг/см2} = 0{,}9678 \text{ атм}; \qquad (5.3)$$

$$1 \text{ атм.} = 1{,}0332 \text{ кг/см2} = 10{,}332 \text{ м вод. ст.}$$

Приладами для вимірювання та контролю тиску служать манометри, для вимірювання та контролю тиску і розрядження – мановакуумметри, для вимірювання розрядження вакуумметр і для вимірювання різниці (перепаду) тиску диференціальні манометри.

Прилади для вимірювання та контролю тиску можна класифікувати за різними ознаками: за принципом дії, призначенням, конструктивними ознаками і класу точності.

За принципом дії прилади для вимірювання тиску поділяються на:

– рідинні, в яких вимірюється тиск (або розрідження) шляхом врівноваження тиском стовпа затворної рідини відповідної висоти;

– пружинні, в яких для визначення тиску вимірюється деформація різного роду пружних елементів – трубчастої пружини, мембрани, гармоніковой мембрани (сильфона) і т. д. , що виникає під дією вимірюваного тиску;

– поршневі, в яких тиск визначається навантаженням на поршень, що переміщається в циліндрі, заповненому маслом;

– радіоактивні, в яких вимірюється тиск (розрідження) щляхом визначається зміни іонізації, виробленої випромінюваннями;

– п'єзоелектричні, в яких використовується п'єзоелектричний ефект, який полягає в тому, що в деяких кристалах (турмалін, кварц, сегнетовая сіль, п'єзокераміка тощо) під впливом сили, що діє в напрямку, що залежить від будови кристала, з'являються рівні за величиною і протилежні за знаком заряди, пропорційні діючій силі, і зникаючі при знятті навантаження;

– дротяні тензоманометри, в яких використовується ефект зміни опору дроту під впливом механічної напруги і деформацій. Матеріалом для виготовлення дротяних тензоманометров може служити дріт ніхрому, манганін або константана.

За конструктивними ознаками прилади поділяють на:

– рідинні:

а) трубні манометри (скляні двотрубні манометри, чашкові однотрубні манометри);

б) дзвонові;

в) кільцеві;

г) поплавкові.

– пружинні:

а) з одновитковою трубчастою пружиною;

б) з многовитковою трубчастою (гелікоїдальною) пружиною;

в) мембранні з плоскою гофрованою мембраною;

г) мембранні з гармоніковою мембраною (сильфонні).

– поршневі.

Датчики тиску. Принцип дії датчиків тиску заснований на використанні деформаційних властивостей матеріалів. Датчик складається з двох перетворювачів:

1) чутливого елемента (механічного перетворювача), що перетворює вимірювану величину (Р) в лінійне переміщення штока чутливого елемента (l);

2) індукційної катушки (електричного перетворювача), що перетворюютьлінійне переміщення штока чутливого елементау (l) в напругу змінного струму (U).

Чутливі елементи. У датчиках тиску використовуються різноманітні чутливі елементи. Найбільш простим ЧЕ є гофрована мембрана. Така мембрана штампується із сталі, латуні, бронзи у вигляді диска з кільцевими гофрами для підвищення пружності і закріплюється в корпусі приладу. Корпус і мембрана утворюють порожнину, що сполучається з вимірюваним середовищем. Під впливом надлишкового тиску мембрана деформується. До мембрані кріпиться шток, який з'єднаний з сердечником котушки. Більш складним ЧЕ є гофрована мембранна коробка. Вона складається з двох гофрованих мембран, зварених по периметру, які утворюють порожнину. Мембранна коробка має більшу чутливість, ніж одинарна мембрана.

При вимірюванні тиску манометрами необхідно обов'язково використовувати роздільні мембрани, підігрівачі трубок, оскільки технологічні середовища при зниженні температури загусають і перешкоджають передачі тиску із середовища до манометра.

Контрольні запитання до теми 5

1. Розкрийте фізичну сутність тиску, назвіть види тиску.
2. Охарактеризуйте тиск як параметр технологічного процесу.
3. Охарактеризуйте прилади для вимірювання тиску за принципом дії.

3. Охарактеризуйте прилади для вимірювання тиску за конструктивними ознаками.
4. Обґрунтуйте особливості використання приладів для вимірювання тиску для різних типів технологічних процесів харчової промисловості.
5. Обґрунтуйте особливості монтажу приладів для вимірювання тиску.
6. Опішіть принцип дії датчиків тиску.
7. Опішіть чутливі елементи датчиків тиску.

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 5

5.1. Важливість вимірювання тиску в харчовій промисловості. Графічне зображення пристроїв для вимірювання тиску на ФСА.
5.2. Поняття тиску. Види тиску. Одиниці виміру тиску.
Класифікація засобів вимірювання
5.2. Монтаж приладів тиску. Графічне зображення пристроїв для вимірювання тиску на ФСА.
5.3. Пристрої для вимірювання тиску, їх класифікація за функціональним призначенням.
5.4. Рідинні манометри.
5.5. Колокольні манометри.
5.6. Деформаційні трубчато – пружинні манометри.
5.7. П'єзоелектричні манометри.
5.8. Манометри опору.
5.9. Вимірювання атмосферного тиску та пристрої для вимірювання. Функціональне позначення приладів для контролю тиску.
5.10. Особливості використання приладів для вимірювання тиску в умовах харчового виробництва.
5.11. Прилади з трубчастою пружиною, мембранні, сильфонні.

Тема 6. Вимірювання та контроль кількості речовин

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 5 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, відповісти на контрольні запитання з теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантом 3 необхідно скласти відповідну таблицю. При виконанні завдання за варіантами 3-10 необхідно навести відповідні схеми приладів. При виконанні варіанту 11 необхідно навести конкретні приклади щодо харчових виробництв.

Основні поняття та визначення

Вимірювання витрати та маси речовин (рідини, газів, сипучих та ін) широко застосовується при контролі, регулюванні та управлінні технологічними процесами харчових виробництв.

У харчовій промисловості оптимальне управління багатьма технологічними процесами ґрунтується на змішуванні різних компонентів та інгредієнтів, що входять до складу кінцевого вогопродукту, в суворо визначених співвідношеннях, зміна яких можепризвести до порушення ходу процесів і отримання неякісного готовогопродукту.

Витрата речовини – це маса або об'єм речовини, що проходить через перетин каналу засобу вимірювання витрати в одиницю часу. Залежно від того, в яких одиницях вимірюється витрата, розрізняють об'ємні або масові витрати. Об'ємна витрата вимірюється в м3/с (м3/год і т.д.), масова – у кг/с (кг/год, т/год).

Витрата речовини вимірюється за допомогою **витратомірів** – засобів вимірювань або для обліку витрати. Зазвичай витратоміри призначені не лише для вимірювання витрат, але й для вимірювання маси або обсягу речовини, що проходить через засіб вимірювання впротягом певного

інтервалу часу. У цьому випадку вони називаються витратомірами з лічильниками або просто лічильниками.

Маса або обсяг речовини, що пройшла через лічильник, визначається за різницею двох послідовних у часі показань відлікового пристрою або інтегратора.

Витратоміри, найбільш поширені в харчовій промисловості, за принципом дії поділяються на наступні **основні групи**:

– змінного перепаду тиску;
– постійного перепаду тиску;
– електромагнітні;
– змінного рівня;
– теплові;
– акустичні.

Крім того, відомі витратоміри, засновані на інших принципах дії: резонансні, оптичні, іонізаційні та ін.

У харчовій промисловості поширені також вимірювальні пристрої, призначені для обліку одиниць готової продукції, що випускається у вигляді окремих виробів (булок, батонів), упаковок (пляшок, коробок, ящиків) та інп. Крім того, дуже широко використовуються різні автоматичні ваги та вагові дозатори.

Потреби харчової промисловості в приладах для вимірювання витрат, маси і обсягу різних харчових продуктів задовольняються в основному загальнопромисловими приладами і пристроями. Існує також велика номенклатура приладів і пристроїв, призначенихдля вимірювання витрат харчових продуктів, у конструкціях яких враховуються специфічні властивості останніх. Зокрема, широке застосування знаходять автоматичні зважуючі та дозуючі пристрої для цукру-піску, круп, какао-порошку, кави та інших сипких матеріалів.

За принципом дії спеціальні прилади аналогічні загальнопромисловим, ,але їх конструкція враховує деякі специфічні вимоги: можливість швидкого чищення та миття (бажано безрозбірного); відсутність застійних зоні та ін. Крім того, при виготовленні таких приладів повинні використовуватися матеріали, які не піддаються корозійній або хімічній дії з боку продукту.

Прилади для вимірювання витрат, маси або обсягу харчових продуктів повинні мати високу точність і надійність вимірювання, тому що більшість вимірювань є обліково-звітними.

Останнім часом широкого поширення набувають методи й прилади, в яких відсутні рухомі елементи або дроселюючи пристрої. Так, за допомогою індукційних витратомірів можна вимірювати витрати швидкокристалізуючих і забруднених рідин, розчинів і пульп, а також патоки, рідких дріжджів, зацукреної маси та ін

Для вимірювання витрати в'язких продуктів типу опари, тіста, фруктово-ягідних начинок і т. п. дуже перспективним є застосування теплових і акустичних витратомірів.

При використанні загальнопромислових витратомірів і ротаметрів слід передбачати необхідність частого їх розбирання для очищення чутливих елементів і поплавців від твердих речовин, що на них осідають.

Нормальна експлуатація всіх типів приладів можлива лише умови задотримання правил їх ксплуатації, основними з яких є: відсутність значних пульсацій тиску в трубопроводах, вібрацій і ударів; підтримка температури і тиску в заданих межах; повільне включення потоків при вмиканні приладів з метою уникнення динамічних ударів потоку.

Контрольні запитання до теми 6

1. Що називають витратою речовин?
2. Наведіть умови експлуатації приладів для вимірювання витрат.
3. Обґрунтуйте необхідність автоматизації
4. Обґгунтуйте необхідність контролю витрат речовин. В яких технологічних процесах його необхідно забезпечувати?
5. Класифікація приладів контролю витратрат речовин.
6. Масові та об'ємні витрати речовин.
7. Назвіть переваги акустичніих витратомірів.
8. Особливості вимірювання витрати в'язких продуктів.
9. Наведіть класифікацію витратомірів.

10. Наведіть конструктивні особливості лічильників рідин і газів.

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 6

6.1. Контроль витрат речовин у харчовій промисловості. Графічне зображення приладів для виміру витрат речовин на ФСА.
6.2. Кількість речовин. Витрати речовин. Одиниці виміру кількості та витрат речовин.
6.3. Об'ємні лічильники, їх класифікація.
6.4. Лічильник для виміру витрати рідини.
6.5. Ротаційник лічильник для газів.
6.6. Швидкісні лічильники.
6.7. Щілинні лічильники витрат рідини.
6.8. Ультразвукові лічильники витрат.
6.9. Автоматичні ваги для сипучих речовин.
6.10. Лічильники для окремих виробів.
6.11. Умови експлуатації приладів контролю та регулювання кількості речовин.

ДРУГИЙ МОДУЛЬ

Тема 7. Вимірювання та контроль рівня рідини та сипучих матеріалів

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 7 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, відповісти на контрольні запитання до теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантом 3 необхідно скласти відповідну таблицю. При виконанні завдання за варіантами 1, 2 – 10 необхідно навести відповідні схеми приладів. При виконанні варіантів 2, 11 необхідно навести конкретні приклади щодо харчових виробництв.

Основні поняття та визначення

Рівень є непрямим показником гідродинамічного рівноваги в апараті. Сталість рівня свідчить про дотримання матеріального балансу, коли приплив рідини дорівнює стоку, і швидкість зміни рівня є близькою до нуля. Слід зазначити, що „приплив" і „сток" тут є узагальненими поняттями. У найпростішому випадку, коли в апаратах (проміжні ємності, рідини рідинофазних реактори) не відбуваються фазові перетворення, приплив дорівнює витраті рідини, що подається в апарат, а стік – витраті рідини, що відводиться з апарата.

У більш складних процесах, що супроводжуються зміною фазового стану речовин, рівень є характеристикою не тільки гідравлічних, але і теплових і масообмінних процесів, а приплив і стік враховують фазові перетворення речовин. Такі процеси протікають в випарниках, конденсаторах, випарних установках, ректифікаційних колонах і т. п.

При відсутності фазових перетворень в апараті рівень в ньому регулюють одним з трьох способів:

– зміною витрати рідини на вході в аппарат;

– зміною витрати рідини на виході з аппарат;

– регулювання співвідношення витрат рідини на вході в апарат і виході з нього з корекцією за рівнем.

У харчовій промисловості вимірювання рівня рідин і сипучих матеріалів в технологічних апаратах, різних ємностях і резервуарах має дуже важливе значення. Велика розмаїтість вимірюваних середовищ, їх хімічних, фізичних, електромагнітних властивостей робить неможливим створення будь-яких універсальних способів вимірювання їх рівня.

Вибір **методу вимірювання** залежить від властивостей речовини, які використовуються при вимірюванні:

– щільності;

– питомої ваги;

– електропровідності;

– діелектричних;

– акустичних;

– теплофізичних;

– оптичних.

Труднощі виникають при вимірюванні рівня агресивних, радіоактивних і вибухонебезпечних середовищ. Наявність в контрольованих середовищах газовиділень і налипань твердої фази створює додаткові труднощі.

Прилади, що застосовуються для вимірювання рівня рідких середовищ, називаються **рівнемірами.**

Рівень вимірюється в лінійних (м) або відносних (%) одиницях. Існує кілька методів вимірювання рівня рідких середовищ, кожен з яких знаходить певну область застосування.

Відсутність будь-яких універсальних способів вимірювання рівня пояснюється великою різноманітністю вимірюваних середовищ, які відрізняються фізичними, хімічними, електромагнітними властивостями, особливостями експлуатації, вимогою до точності вимірювання, надійності і довговічності. Рівнеміри можуть бути і з безпосереднім наглядом у місцях їх установки, і з дистанційною передачею показань.

Рівнеміри можна класифікувати за принципом дії на:

– механічні;

– електромеханічні;
– хвильові.

Для **дистанційного контролю** рівня застосовують різні рівнеміри в поєднанні з електричними вимірювальними перетворювачами:

– поплавкові;
– гідростатичні;
– п'єзоелектричні;
– радіоізотопні;
– фотоелектричні;
– ультразвукові;
– ємнісні;
– індуктивні.

Завдяки простоті і надійності поплавкові, пьезометричні рівнеміри знайшли широке використання у місцевому контролі та сигналізації рівнів рідких середовищ. Електронні ємнісні і радіоізотопні рівнеміри використовуються при контролі агресивних і вибухонебезпечних середовищ, сигналізації аварійних значень рівнів і відключенні технологічного обладнання.

При використанні радіоактивних, високочастотних, ультразвукових приладів повинен враховуватися шкідливий вплив їхнього випромінювання на якість харчових продуктів та на обслуговуючий персонал.

Впроваджуючи системи автоматичного контролю, необхідно враховувати підвищену вибухонебезпечність деяких технологічних виробництв: спиртозаводи, сушарки цукру та жому, молока та інших продуктів.

Контрольні питання до теми 7

1. Назвіть зметоди іимірювання рівня рідин та сипких матеріалів.
2. Наведіть класифікацію рівнемірів.
3. Опішіть конструкцію поплавкових та буйкових рівнемірів.
4. Опішіть конструкцію гідростатичних та п’єзометричних рівнемірів.
5. Охарактеризуйте ємнісні рівнеміри.

6. Охарактеризуйте акустичні та ультразвукові рівнеміри.
7. Наведіть конструкцію радіоізотопних рівнемірів.
8. Наведіть конструкцію кондуктометричних сигналізаторів рівня.
9. Назвіть особливості використовування рівнемірів у харчових виробництвах.
10. Назвіть методи визначення рівня сипких матеріалів.

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 7

7.1. Поплавкові вимірювачі рівня.
7.2. Особливості використання приладів для вимірювання рівня в умовах харчового виробництва. Графічне зображення приладів для вимірювання рівня на ФСА.
7.3. Контактно – механічні вимірювачі рівня.
7.4. Гідростатичні вимірювачі рівня.
7.5. Електричні вимірювачі рівня.
7.6. Акустичні вимірювачі рівня.
7.7. Класифікація пристроїв для вимірювання рівня.
7.8. П'єзометричні вимірювачі рівня.
7.9. Кондуктометричні вимірювачі рівня.
7.10. Ємкісні вимірювачі рівня.
7.11. Умови монтажу та експлуатації засобів для контролю рівня.

Тема 8. Вимірювання та контроль вологості

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 8 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, відповісти на контрольні запитання до теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантом 3 необхідно скласти відповідну таблицю. При виконанні завдання за

варіантами 1, 3, 8, 9 необхідно навести відповідні схеми приладів. При виконанні варіантів 4, 7 необхідно навести конкретні приклади щодо харчових виробництв.

Основні поняття та визначення

Вологість залежить від природи речовини, а в твердих тілах, крім того, від ступеню подрібнення або пористості. Вміст хімічно пов'язаної, так званої конституційної води, що виділяється тільки при хімічному розкладанні, а також води кристаллогидратної, не входить у поняття вологості.

Вологість зазвичай характеризується кількістю води в речовині, вираженою у відсотках (%) від початкової маси вологої речовини (масова вологість) або її обсягу (об'ємна вологість).

Вологість можна характеризувати також **вологовмістом, або абсолютною вологістю** - кількістю води, віднесених до одиниці маси сухої частини матеріалу.

Цю величину не завжди можна точно виміряти, тому що в ряді випадків неможливо видалити всю неконституційну воду й зважити предмет до і після цієї операції.

Відносна вологість характеризує вміст вологи в порівнянні з максимально можливою кількістю вологи, яка може міститися в речовині в стані термодинамічної рівноваги. Зазвичай відносну вологість вимірюють у відсотках від максимуму.

Вплив вологості повітря на властивості матеріалів. Переважна більшість неорганічних і органічних матеріалів, речовин і компонентів має той чи інший ступінь гігроскопічності, тобто мають властивість поглинати (сорбувати) водяні пари з повітря.

Для всіх пористих матеріалів існує певна залежність між кількістю поглиненої ними вологи (так званої гігроскопічної вологістю) і відносною вологістю навколишнього повітря. Максимальна гігроскопічна вологість матеріалів відповідає максимальній 100%-ної вологості повітря.

Небажане підвищення гігроскопічної вологості матеріалів може призвести до:

– збільшення ваги і (або) обсягу (зміни щільності);

– зміни електричної провідності;
– зміни теплопередачі і тепловіддачі;
– протікання хімічних реакцій;
– зміни якості продукту;
– зміни ефективності процесу;
– зміни в'язкості рідин;
– зміни пружності та пластичності;
– зміни умов росту бактерій і мікроорганізмів.

Вплив надмірно вологого повітря небезпечно не тільки для гігроскопічних матеріалів. Матеріали з малою гігроскопічністю також відчувають вплив водяної пари вологого повітря. Надлишкова волога є найбільш важливим фактором навколишнього середовища при зберіганні продукції та сировини.

Вимірювання та контроль вологості повітря та інших газів може виявитися істотним для контролю різних фізико-хімічних та біологічних процесів. Основний обсяг вимірювань вологості в харчовій промисловості становить вимір вологості повітря.

Методи та засоби вимірювання вологості, тобто наявності молекул води в речовині, поділяються на три групи в залежності від фазового стану досліджуваної речовини або середовища:

1) вимірювання вологості газів - визначення фізичних величин, які характеризують зміст водяної пари в повітрі чи інших газах;

2) вимірювання вологості рідин формулюються як спорадичне або безперервне визначення вмісту води в рідинах у випадках, коли вода не є основним компонентом, а тільки додатком (наприклад в нафті, маслах, спирті, органічних розчинниках і ін);

3) вимірювання вологості твердих речовин здійснюється для визначення кількості гігроскопічної або вільної (кристалізаційної або абсорбованої) води в речовині. Метод і засоби вимірювань істотно залежать від виду і стану досліджуваного матеріалу: монолітний, кусковий, листовий, сипкий, липкий і т. д.

При виробництві та зберіганні багатьох харчових продуктів потрібна підтримка певної вологості повітря. **Необхідність регулювання вологості повітря зумовлена:**

– необхідністю сушки продуктів;

– комкування або злипанням гігроскопічних порошкоподібних продуктів;

– санітарно-гігієнічними вимогами у зв'язку з ризиком зростання цвілі і бактерій як на самому продукті, так і у виробничому цеху;

– ризиком утворення конденсату на продукті, а також на різних поверхнях виробничого приміщення.

Вологість вимірюють спеціальними приладами – **вологомірами,** які залежно від методу, покладеного в основу їх роботи, діляться на психрометри, гігрометри, вагові вологоміри, кондуктометричні вологоміри, діелькометричні вологоміри, вологоміри ядерно-магнітного резонансу та ін.

Контрольні питання до теми 8

1. Назвіть особливості вимірювання вологості у технологічних процесах харчових виробництв.
2. Назвіть методи оцінки вологості газів.
3. Назвіть методи оцінки вологості твердих речовин.
4. Опішить сорбційно-кондуктометричний метод вимірювання вологості.
5. Охарактеризуйте психрометричний метод вимірювання вологості.
6. Охарактеризуйте основні складнощі при вимірюванні і регулюванні вологості на харчових виробництвах.
7. Охарактеризуйте метод точки роси.
8. В чому полягає оцінювання вологості рідини?

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 8

8.1. Гигрометри на основі зміни імпедансу. Конструкція, принцип дії, сфера застосування.

8.2. Абсолютна та відносна вологість. Пристрої для вимірювання вологості повітря.
8.3. Конструкція, принцип дії та сфера використання психрометрів.
8.4. Фізичне поняття вологості. Графічне зображення пристроїв для вимірювання вологості на ФСА.
8.5. Методи вимірювання вологості повітря та газів, пристрої для контролю параметру.
8.6. Методи вимірювання вологості рідини, пристрої для контролю параметру.
8.7. Вимірювання вологості твердих речовин.
8.8. Кондуктометричний метод вимірювання вологості, сфера його застосування.
8.9. Ємкостний метод вимірювання вологості. Ємкосний гигрометр на основі полімерного діелектрика.
8.10. Вплив вологості на стан речовин та протікання технологічних процесів харчової промисловості.
8.11. Вологість газів, твердих тіл, рідини. Контроль та регулювання параметру в технологічних процессах харчових виробництв.

Тема 9. Вимірювання та контроль густини

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 9 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, відповісти на контрольні запитання до теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантом 9 необхідно скласти відповідну таблицю. При виконанні завдання за варіантами 4 – 8 необхідно навести відповідні схеми приладів. При виконанні варіанту 11 необхідно навести конкретні приклади щодо харчових виробництв.

Основні поняття та визначення

Густина рідини є однією з основних фізичних величин (параметрів), що характеризують її властивості, а в ряді випадків і склад. Вимірювання густини відіграє істотну роль при контролі за перебігом технологічних процесів та їх автоматизації практично у всіх галузях харчової промисловості, особливо в цукровій, кондитерській, спиртовій, пивобезалкогольній та ін. Значною є роль вимірювання густини при організації системи обліку продуктів за масою при їх прийманні, зберіганні та відпуску, коли маса речовини не може бути виміряна безпосереднім зважуванням і визначається за результатами вимірювання об'єму і густини.

Густиною називається маса речовини, що міститься в одиниці об'єму, тобто:

$$r = m/V \quad (9.1),$$

де р - густина однорідної речовини або середня густина неоднорідного речовини, кг / м3; m - маса речовини, кг; V - об'єм речовини, м3. За принципом дії густиноміри, що застосовуються для контролю різних рідин у всьому діапазоні їх зміни, поділяються на механічні, радіоізотопні та акустичні. Відомі також прилади, засновані на використанні вихрових, теплових і гідродинамічних явищ, проте вони не отримали скільки-небудь значного поширення і в харчовій промисловості не застосовуються. На точність і надійність засобів вимірювань густини харчових продуктів знкачно впливає правильний вибір необхідних засобів вимірювання.

Слід виходити з конкретних вимог до чутливості, точності та експлуатаційної надійності. У ряді випадків має значення не стільки вибір методу вимірювання, скільки ретельне врахування умов і особливостей експлуатації конкретних приладів і правильна установка цих приладів. Поплавкові густиноміри доцільно використовувати для контролю однорідних, чистих крапельних рідких середовищ. При цьому має враховуватися вплив на поплавок руху потоку, температури і осідання зважених часток.

Умови, що виключають вплив руху потоку на поплавок і в той же час осідання на нього твердих частинок, можуть бути створені при монтажі шляхом установки спеціальних відбійних щитків, струменевипрямлячів, зливних і переливних пристроїв, дренажів для видалення опадів, а в деяких випадках вібраційних пристроїв. Аналогічні методи монтажу застосовуються при установці гідростатичних мембранних густиномірів, чутливий елемент яких повністю занурюється у вимірюване середовище.

При установці гідростатичних густиномірів з продувкою повітрям слід враховувати як загальні вимоги, які полягають в забезпеченні нормального постачання пьезометріческіх трубок повітрям, так і специфічні, що виникають внаслідок можливості кристалізації на кінцях імпульсних трубок, що створюватиме додатковий гідравлічний опір, й приводить до значних похибок виміру. При установці вагових щільномірів, які є досить точними приладами, повинна бути передбачена можливість їх швидкого розбирання для періодичної промивки і чищення.

Перспективними для харчової промисловості є використання радіоізотопних та акустичних густиномірів, що забезпечують безконтактні і безінерційні вимірювання, а також достатню точність. Вібраційні густиноміри також є перспективними для використання при аналізі харчових середовищ, внаслідок того що чутливі елементи, до яких підводяться механічні коливання, є самоочищувальними й на них не налипають частки продукту та кристали, що випадають з рідин. Однак при цьому слід враховувати, що на точність вимірювань за допомогою акустичних та вібраційних густиномірів впливає зміна температури середовища, яке аналізується.

Контрольні питання до теми 9

1. Охарактеризуйте поняття густини як параметру технологічного процесу зарчових виробництв.
2. Лбґрунтуйте необхідність контролю густини на різних стадіях технологічного процесу.
3. Лпішіть густиноміри та принцип їх роботи.

4. Наведіть класифікацію густиномірів.
5. Охарактеризуйте диференційний густиномір, принцип його роботи.
6. Обґрунтуйте особливості установки та експлуатації густиномірів на харчових виробництвах.
7. Охарактеризуйте віброційні густиноміри та обґрунтуйте їх використання в автоматизованому виробництві.

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 9

9.1. Специфіка виміру густини в умовах харчового виробництва. Графічне зображення приладів для вимірювання густини на ФСА.
9.2. Фізичне поняття густини. Одиниці виміру густини. Графічне зображення приладів для вимірювання густини на ФСА.
9.3. Зв'язок густини речовини з її складом та властивостями.
9.4. Поплавкові вимірювачі густини.
9.5. Вагові вимірювачі густини.
9.6. Гідростатичні вимірювачі густини.
9.7. Вібраційні вимірювачі густини.
9.8. Акустичні вимірювачі густини.
9.9. Класифікація та характеристика вимірювачів густини.
9.10. Фізичне поняття густини. Одиниці виміру густини. Графічне зображення приладів для вимірювання густини на ФСА.
9.11. Номенклатура пристроїв для вимірювання та регулювання густини. Особливості їх застосування.

Тема 10. Промислові регулятори

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 10 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, відповісти на контрольні запитання до теми. Далі слід приступити к виконанню

індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантом 5 необхідно скласти відповідну таблицю. При виконанні завдання за варіантами 4-11 необхідно навести відповідні схеми приладів.

Основні поняття та визначення

Автоматична система будь-якої складності складається з *керованого об'єкта* (*об'єкта автоматичного керування, регулювання*) і автоматичного керуючого пристрою (*регулятора*).

Об'єкт регулювання і автоматичний регулятор і утворюють *систему автоматичного регулювання* (САР).

Системою автоматичного регулювання **(САР)** називають таку ***систему автоматичного керування*** **(САК),** задача якої полягає у підтримці вихідної величини об'єкта Х на заданому рівні Хзад. У залежності від характеру задавального діяння розрізняють САР трьох видів: *системи стабілізації, системи програмного управління, слідкуючі системи*.

Лінійними автоматичними системами називають такі системи, які можна описати з достатньою точністю лінійними рівняннями (алгебраїчними, диференціальними, рівняннями в кінцевих різницях і т.д. Лінійні системи поділяють на стаціонарні і нестаціонарні.

Нелінійні системи – автоматичні системи, динаміка яких описується нелінійними рівняннями. Більшість автоматичних систем є нелінійними. Нелінійності виникають з різних причин: через наявність зон нечутливості і зони насичення в статичних характеристиках окремих елементів, при включенні в керуючий пристрій системи нелінійних елементів (реле) і т. ін. Якщо нелінійності сильно впливають на динамічні властивості системи, то їх враховують і досліджують систему як нелінійну. Однак у багатьох випадках, особливо в системах із зворотними зв'язками при малих відхиленнях, нелінійності впливають неістотним чином, і такі системи можна вважати лінійними.

Об'єкт керування (регулювання) – це сукупність технічних засобів (машин, апаратів, пристроїв), які виконують

технологічний процес, але при цьому потребують спеціально організованих впливів ззовні для досягнення поставленої мети керування.

Система автоматичного регулювання складається з регульованого об'єкта та елементів управління, які впливають на об'єкт при зміні однієї або декількох регульованих змінних. Під впливом вхідних сигналів (управління або обурення), змінюються регульовані змінні.

Мета регулювання полягає у формуванні таких законів, при яких вихідні регульовані змінні мало відрізнялися б від необхідних значень. Вирішення даного завдання в багатьох випадках ускладнюється наявністю випадкових збурень (перешкод). При цьому необхідно обирати такий закон регулювання, при якому сигнали керування проходили б через систему з малими спотвореннями.

Аналіз технологічного процесу як об'єкту автоматичного регулювання передбачає оцінку його статичних і динамічних властивостей по кожному з каналів від будь-якого можливого керуючого впливу до будь-якого можливого регульованого параметру, а також оцінку аналогічних характеристик по каналах зв'язку. У ході такого аналізу необхідно обрати структуру системи регулювання, тобто вирішити, з використанням якого регулюючого впливу слід керувати тим чи іншим параметром стану. У результаті у багатьох випадках вдається виділити контури регулювання для кожної з регульованих величин, тобто отримати сукупність одноконтурних систем регулювання.

Здійснюючи аналіз технологічної систему окремої ділянки виробництва як об'єкту автоматизації, необхідно вказати та описати технологічні процеси, що перебігають в об'єкті, обладнання для їх реалізації, навести технологічну схему об'єкту із зазначеням режимів роботи, значень та допустимих відхілень технологічних параметрів. Слід приділити увагу параметричному аналізу, тобто визначенню вхідних значень (параметрів, що управляються) а також вихідних значень – керуючих та спонукаючих впливів , що характеризують роботу апаратів, агрегатів та ділянок виробництва.

Вибір параметру, що управляється та характеризує роботу технологічного обладнання, визначається технологічними вимогами до системи і можливістю їх точного та надійного контролю для одержання необхідної інформації про об'єкт управління. Відхілення параметрів від номінальних значень залежить від характеру та значення вхідних впливів. Тому необхідно врахувати всі можливі впливи на об'єкт, виділити основні з цих впливів, передбачити їх автоматичний контроль та визначити керуючі (регулюючі) впливи. Слід у загальному вигляді дати оцінку ступеню впливу вхідних значень на вихідні параметри. Це виконується шляхом параметричного аналізу об'єкту автоматизації. Необхідно враховувати характеристику сировини та допоміжних матеріалів, час роботи, зміну параметрів та характеристик у часі.

Значення керованої величини, яке згідно із завданням повинно бути забезпечено у даний момент часу, називають **заданим значенням керованої величини** (керованого параметра).

Можливі **регулюючі впливи** – це матеріальні або теплові потоки, які можна змінювати автоматично для підтримки регульованих параметрів.

Вихідні змінні. При побудові замкнутих систем регулювання в якості регульованих координат обирають технологічні параметри, зміна яких свідчить про порушення матеріального або теплового балансу

До них відносяться:

– рівень рідини – показник балансу по рідкій фазі;

– тиск – показник балансу по газовій фазі;

– температура – показник теплового балансу в апараті;

– концентрація – показник матеріального балансу по компоненту.

Аналіз можливих регулюючих впливів і вихідних координат об'єкту дозволяє обрати канали регулювання для проектування АСР. Остаточний вибір каналів регулювання проводять на основі порівняльного аналізу статичних і динамічних характеристик різних каналів. При цьому враховують такі показники, як коефіцієнт посилення, час

чистого запізнювання, його ставлення до найбільшої постійної часу каналу τ / T.

Існує три різних принципу побудови систем регулювання, що забезпечують реалізацію необхідного закону зміни регульованої величини: за розімкненим циклом, з амкнутим циклом, за комбінованим циклом регулювання (замкнуто-розімкнутий).

Принцип **розімкнутого** циклу полягає в забезпеченні необхідного закону зміни регульованої величини безпосередньо шляхом перетворення керуючого впливу.

Принцип **замкнутого** циклу характеризується порівнянням керуючого впливу з дійсним зміною регульованої величини за рахунок застосування зворотного зв'язку та елементу порівняння. За рахунок цього й забезпечується в замкнутих системах необхідний закон зміни регульованої величини.

Комбінований принцип полягає в поєднанні замкнутого і розімкнутого циклів в одній системі.

Розглянемо деякі терміни щодо систем автоматичного регулювання.

Автоматичним управлінням називається процес, при якому операції виконуються за допомогою системи, що функціонує без втручання людини відповідно до заздалегідь заданого алгоритму.

Автоматична система з **замкнутим ланцюгом дії**, в якій регулюючий вплив виробляється в результаті порівняння дійсного значення керованої (регульованої) величини з заданим (запропонованим) її значенням, називається АСР.

Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматичного регулювання передбачає оцінку його статичних і динамічних властивостей по кожному з каналів від будь-якого можливого керуючого впливу до будь-якого можливого регульованим параметру, а також оцінку аналогічних характеристик по каналах зв'язку.

В ході такого аналізу необхідно вибрати структуру системи регулювання, тобто вирішити, з використанням якого регулюючого впливу слід керувати тим чи іншим параметром стану. В результаті у багатьох випадках вдається виділити

контури регулювання для кожної з регульованих величин, тобто отримати сукупність одноконтурних систем регулювання.

Будь-який технологічний процес як об'єкт регулювання характеризується наступними основними групами змінних:

1. Змінні, що характеризують стан процесу.

Ці змінні в процесі регулювання необхідно підтримувати на заданому рівні або змінювати по заданому закону. Точність стабілізації змінних стану може бути різною, в залежності від вимог, що диктуються технологією, і можливостей системи регулювання. Як правило, змінні, вимірюють безпосередньо, але іноді їх можна обчислити, використовуючи модель об'єкта за іншими безпосередньо вимірюваними змінним.

2. Змінні, зміною яких система регулювання може впливати на об'єкт з метою управління. Зазвичай регулюючими впливами служать зміна витрат матеріальних потоків чи потоків енергії.

3. Змінні, зміни яких не пов'язані з впливом системи регулювання. Ці зміни відображають вплив на регульований об'єкт зовнішніх умов, зміни характеристик самого об'єкта та ін. Їх називають обурювальними впливами. Можливість вимірювання обурюючого впливу дозволяє ввести в систему регулювання додатковий сигнал, що покращує можливості системи регулювання.

Загальне завдання управління технологічним процесом формулюється як задача максимізації (мінімізації) деякого критерію (собівартості, енерговитрат, прибутку) при виконанні обмежень на технологічні параметри, накладених регламентом. Рішення такого завдання для всього процесу в цілому трудомістко, або практично неможливо через велике число факторів, що впливають на хід процесу.

Тому весь процес розбивають на окремі ділянки, які характеризуються порівняно невеликим числом змінних. Зазвичай ці ділянки співпадають з закінченими технологічними стадіями, для яких можуть бути сформульовані свої підзадачі управління, підпорядковані загальному завданню управління процесом у цілому. Завдання управління окремими стадіями спрямовані на оптимізацію (в окремому випадку, стабілізацію)

технологічного параметру або критерію, що визначається шляхом вимірювання або обчисленнять.

Оптимізацію критерію проводять в рамках обмежень, що задаються технологічним регламентом. На підставі завдання оптимального управління окремими стадіями процесу формулюють завдання автоматичного регулювання ТП.

Контрольні питання до теми 10

1. Дайте характеристику системи САР ТП.
2. Роз'ясніть поняття об'єкта керування, наведіть приклади.
3. Надайте визначення поняттям: регульована величина, канал керування, поточне і задане значення вихідної величини.
4. Назвіть основні види впливів у САР, надайте їх характеристику.
5. Охарактеризуйте елементи САР.
6. Визначіть поняття: автоматичний регулятор, виконавчий механізм, регулювальний орган.
7. Визначіть поняття зворотного зв'язку, його види.
8. Розкрийте поняття стабілізації, самовирівнювання.

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 10

10.1 Зворотний зв'язок як необхідна умова автоматизації процесів в харчовій промисловості.
10.2 Роль і мета автоматичного регулювання процесів.
10.3 Адаптація та стабілізація систем автоматичного регулювання.
10.4 Загальна структура систем автоматичного регулювання. Розімкнуті та замкнуті системи автоматичного регулювання.
10.5 Класифікація методів регулювання за рівнем складності алгоритмів.
10.6 Одновимірні та багатовимірні системи автоматичного регулювання.
10.7 Регулювання витрат, співвідношення витрат. ФСА регулювання витрат.

10.8 Регулювання температури. Приклади автоматичних систем регулювання температури.
10.9 Регулювання тиску. Приклади ФСА регулювання тиску.
10.10 Регулювання рівня. Приклад ФСА регулювання рівня.
10.11 Регулювання часу як технологічного параметру ТП харчових виробництв.

Тема 11. Схеми систем автоматизації

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 11 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, відповісти на контрольні запитання з теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантами необхідно навести відповідні схеми та їх елементи.

Основні поняття та визначення

На основі аналізу технологічного процесу як об'єкту регулювання проектують систему автоматизації, що забезпечує рішення поставленого завдання регулювання. Остаточне рішення про застосування тієї чи іншої схеми автоматизації приймають після моделювання різних АСР і порівняння якості одержуваних процесів регулювання.

При розробці схем автоматичного управління і технологічного контролю застосовують різні прилади і засоби автоматизації, що сполучаються з об'єктом управління і між собою по певних схемах. Залежно від використовуваних приладів і засобів автоматизації (електричних, пневматичних, гідравлічних) і лінійного зв'язку в проектах автоматизації розробляють схеми, які розрізняють по видах і типах.

Найбільшого поширення в автоматизації технологічних процесів набули електричні прилади і засоби автоматизації, що пояснюється великою різноманітністю наявної апаратури і приладів і наявністю на об'єктах джерел електроживлення необхідної потужності і напруги.

У зв'язку з цим найбільшого поширення набули електричні схеми. У спеціальних умовах, наприклад в умовах вибухонебезпечних виробництв, в переважній більшості випадків застосовують пневматичні прилади і засоби автоматизації.

Через громіздкість гідравлічної апаратури і труднощів передачі гідравлічних командних імпульсів на відстані гідравлічні схеми не набули поширення.

За типами схеми автоматизації підрозділяють на: структурні, функціональні, принципові, монтажні, з'єднань.

Схеми автоматизації, як правило, виконують без дотримання масштабу. У монтажних схемах дотримується дійсне просторове розташування окремих засобів автоматизації і монтажних виробів. У конструкторській документації схеми автоматизації кодуються буквами і цифрами в залежності від виду і типу схеми. Схеми автоматизації мають загальні терміни і поняття щодо схем (Додаток до ГОСТ 2.701-76).

Схеми автоматизації мають загальні терміни і поняття (Додаток до ГОСТ 2.701-76).

Обладнання і комунікації зображуються тонкими лініями, технологічні потоки виділяються більш жирними лініями. У зображенні об’єктів і трубопроводів повинні бути пояснювальні надписи (найменування обладнання, номери та ін.), а також вказані стрілками напрямки потоків згідно зі стандартом ГОСТ 2.721-74.

Схеми автоматизації, як правило, виконують без дотримання масштабу. У монтажних схемах дотримується дійсне просторове розташування окремих засобів автоматизації і монтажних виробів. Визначення типу та сфери застосування схем автоматизації показано в таблиці 11.1.

Таблиця 11.1

Характеристики типів схем автоматизації

Тип схеми	Визначення типу	Сфера застосування
1. Структурна схема	Визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення і взаємозв'язок	Розробляються при проектуванні виробів (установок) на стадіях, що є попередніми відносно розробки схем інших типів, використовуються для загального ознайомлення з виробом (установкою)
2. Функціональна схема	Визначає основні процеси, що протікають в окремих функціональних колах виробу (установки) чи у виробі (установці) в цілому	Використовуються для вивчення принципів роботи виробів (установок), а також при їх налагодженні, контролі і ремонт
3. Принципова (повна) схема	Визначає повний склад елементів і зв'язків між ними, і, як правило, дає детальне уявлення про принципи роботи виробу (установки)	Служать основою для розробки конструкторської документації, наприклад схем з'єднань (монтажних). Використовуються для вивчення принципів роботи виробів (установок), а також при їх налагодженні, контролі і ремонті
4. Схема з'єднань (монтажна)	Відображує з'єднання складових частин виробу (установки) і визначає проводи, кабелі, якими здійснюються ці з'єднання, а також місця їх приєднання і	Використовуються при розробці конструкторської документації, і насамперед креслень, які визначають прокладання і способи кріплення проводів,

	вводу	кабелів у виробі (установці), а також для здійснення зєднань і при контролі, експлуатації і ремонті виробів (установок).
5. Схема підключення	Відображує зовнішні електричні зв'язки між вимірювальними пристроями і засобами отримання первинної інформації, з одного боку, щитами і пультами автоматизації – з іншого	Використовується при розробці конструкторської документації, а також для здійснення підключень виробів і при їх експлуатації.
6. Загальна схема	Визначає складові частини комплексу та з'єднання їх між собою на місці експлуатації	Використовується при ознайомленні з комплексами, при їх контролі та експлуатації. За необхідності загальна схема може розроблятися на збиральну одиницю.
7. Схема розташування	Визначає відносне розташування складових частин виробу (установки), а за необхідності, також проводів, двигунів, кабелів, трубопроводів тощо.	Використовується при розробці конструкторської документації, а також при експлуатації і ремонті виробів (установок).

Функціональна схема автоматизації графічно поділяється на дві зони. У верхній частині креслення зображується технологічна схема, а в нижній креслять прямокутники, які умовно зображують: розміщення місцевих приладів, щитів, пультів, пунктів контролю та керування, керуючі машини і т. п.

Елемент схеми – складова частина схеми, яка виконує певну функцію у виробі і не може бути розділена на частини, які мають самостійне функціональне призначення (резистор, трансформатор, насос-розподільник, муфта та ін.).

Пристрій – сукупність елементів, що являє собою єдину конструкцію (блок, шафа, механізм). Пристрій може не мати у виробі певного функціонального призначення.

Функціональна група – сукупність елементів, що виконують у виробі певну функцію і не об'єднані в єдину конструкцію.

Функціональна частина – елемент, пристрій, функціональна група.

Функціональне коло – лінія, канал, тракт певного значення (канал звуку, тракт ПВЧ та ін.)

Лінія зв'язку – відрізок лінії, що вказує на наявність зв’язку між функціональними частинами виробу.

Установка – умовне найменування об’єкта в енергетичних спорудах, на який випускається схема, наприклад головні (силові) кола.

Функціональна схема автоматизації (ФСА) є основним проектним документом, який визначає структуру і рівень автоматизації технологічного процесу об’єкта, що проектується, і оснащення його приладами та засобами автоматизації (зокрема засобами обчислювальної техніки). На функціональній схемі за допомогою умовних зображень показують технологічне обладнання, комунікації, органи керування, прилади і засоби автоматизації тощо із зазначенням зв’язків між ними, таблиць умовних позначень і необхідних пояснень.

Точки входу і виходу сигналів на прямокутниках відповідних блоків показують точками, діаметром 1,5 – 2 мм, біля яких вказують кількість і умовне позначення каналів.

Графічні умовні зображення приладів і засобів автоматизації, їх розміри і буквені позначення повинні відповідати стандарту ДСТУ 21.404-85.

Пристрої і засоби автоматизації показують на функціональних схемах розгорнутим способом, згідно з яким кожний прилад чи блок, який входить в єдиний комплект,

показують окремими умовними графічними зображеннями. У верхній частині зображення (кола, овалу) наносять позначення вимірюваної величини та функції, яка виконується приладом в порядку їх розміщення зліва направо. В нижній частині вказують позиційне позначення комплекту вимірювання або його окремих елементів.

Всі прийняті умовні буквені позначення повинні бути розшифровані на схемі.

Лінії зв’язку зображують однолінійними і підводять до графічних зображень приладів зверху, знизу, збоку. Напрямок передачі інформації вказують стрілками. Для зменшення перетинів ліній зв’язку, останні дозволяється розривати. В місцях розриву обидва кінці лінії зв’язку нумерують одним і тим же арабським числом. Нумерація розривів ліній зв'язку зі сторони щитових приладів подається в порядку зростання номерів. Відстань між паралельними лініями зв'язку повинна бути не менше 3 мм.

Схеми автоматизації можуть бути виконані як спрощено, так і розгорнуто. У першому випадку не показують первинних перетворювачів, а також усю допоміжну апаратуру.

Прилади і засоби автоматизації, що виконують складні функції і виконані у вигляді окремих блоків, показують одним умовним графічним позначенням (рис. 11.1 а).

Розгорнутий спосіб (рис. 11.1, б) використовують у тих випадках, коли необхідно конкретизувати функцію кожного приладу і засобу автоматизації, що входять до єдиного вимірювального, регулюючого або управляючого комплекту.

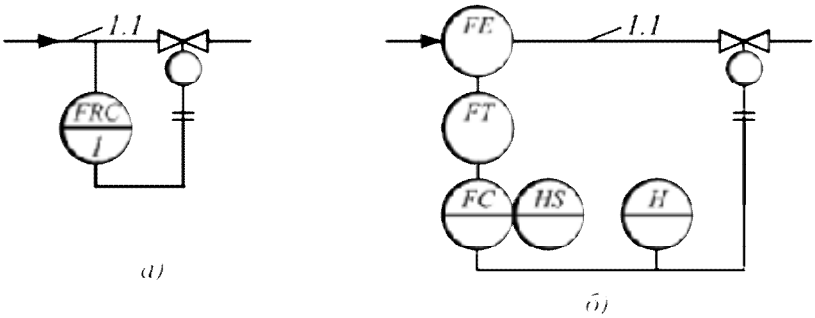

Рис. 11.1. Спрощений (а) та розгорнутий (б) способи виконання схем автоматизації

Схеми автоматизації можуть виконуватись як з умовним зображенням щитів або пультіа управління, такі без них.

У першому випадку побудова схем дещо ускладнена, але вони більш наочні, у другому – навпаки, спрощується підготовка схем, але наочність погіршується.

На базі опису автоматизації та параметричної схеми розробляється структурна схема керуваня об'єктом. Розробку структурної схеми починають з наведення технологічного процесу із нанесенням визначающіх технологічних параметрів окремих операцій процесу.

Зразок виконання функціонально-технологічної схеми зображено на рисунку 11.2.

У схемі технологічного процесу наведені умовні позначки визначаючих технологічних параметрів окремих операцій процесу (за ГОСТ 3925-59): температура *t*; вологість *m*; жирність *Ж*; концентрація сухих речовин *c*; тиск *p*; витрата *G*; рівень *H*; час t .

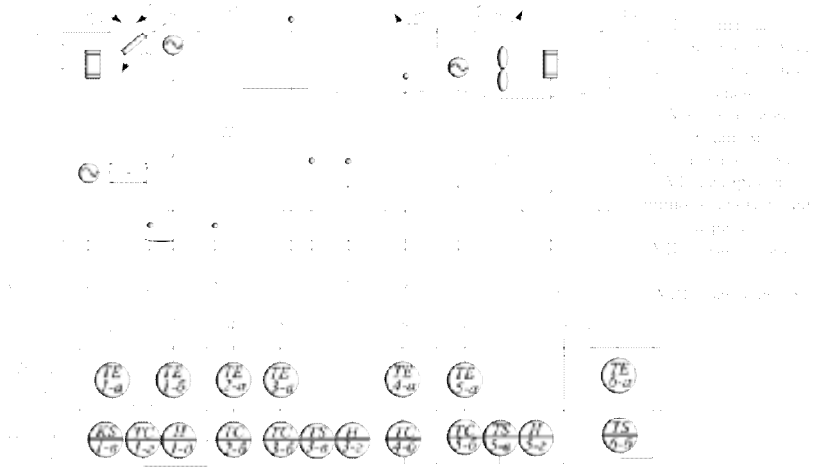

Рис. 11.2. Функціонально-технологічна схема автоматизації керування температурним режимом овочесховища

Після складання схеми технологічного процесу розробляється графічна частина функціональної схеми автоматизації (ФСА) об'єкту.

Для реалізації схеми автоматизації зазвичай віддають перевагу серійним контрольно-вимірювальним приладам та технічним засобам автоматизації, що входять у склад Державної системи приладів та засобів автоматизації.

Під час виконання функціональної схеми автоматизвції безпосередньо на технологічній схемі потрібно відобразити всі датчики (первинні перетворювачі), регулюючі, перекриваючі та переключаючі органи, а інші елементи системи – відобразити в нижній частині креслення у розташованих одне під одним прямокутниках із написами ліворуч „Місцеві прилади", „Прилади на щиті керування", „Керуючий обчислювальний комплекс".

Контрольні питання до теми 11

1. Сформулюйте загальні вимоги до систем автоматизації.
2. Опишіть склад схеми фунціональної автоматизації (ФСА) і основні правила її виконання.
3. Наведіть основні правила виконання ФСА.
4. Що навзивають елементом схеми автоматизації?
5. Як класифікують схеми автоматизації?
6. Яким документом регулюється виконання схем автоматизації?
7. Що розуміють під функціональною групою?
8. Охарактеризуйте спрощений та розгорнутий способи виконання схем автоматизації.
9. Які контрольно-вимірювальні прилади використовують для реалізації схеми автоматизації?

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 11

11.1. Правила виконання схем автоматизації.
11.2. Структурна схема автоматизації.
11.3. Функціональна **с**хема автоматизації .
11.4. Характеристики типів схем автоматизації.
11.5. Правила зображень елементів функціональної схеми автоматизації.
11.6. Загальні терміни і поняття щодо схем автоматизації. Вимоги ГОСТ 2.701-76.
11.7. Вимоги щодо вибору засобів автоматизації.
11.8. Зображення приладів та засобів автоматизації відповідно до ГОСТ 21.404-85.
11.9. Розгорнуті та спрощені схеми автоматизації
11.10. Функціональна схема автоматизації. Умовні позначення. Методика вибору первинних та вторинних приладів.
11.11. Вимоги щодо оформлення функціональних схем автоматизації.

Тема 12. Класифікація технологічних процесів харчового виробництва як об'єктів автоматизації

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з теми. При вивченні теми 12 необхідно опрацювати лекційний матеріал, вивчити та законспектувати основні поняття та визначення, наведені нижче, відповісти на контрольні запитання з теми. Далі слід приступити к виконанню індивідуального завдання для самостійної роботи згідно до варіанту з використанням рекомендованої та додаткової літератури. При виконанні завдання за варіантами необхідно навести відповідні апарутрні та структурно-функціональні схеми технологічних процесів.

Основні поняття та визначення

При розробці систем автоматизації за основу беруть виробничий процес, який є сукупністю технологічних процесів, спрямованих на створення кінцевого продукту. Виробничий процес розділяють на технологічні процеси, що, у свою чергу, поділяються на робочі операції.

На рисунку 11.1 наведено функціональну схему автоматизованого виробничого процесу, на якій вказані місце і взаємозв'язок технологічних процесів, їхніх режимів, операцій з датчиками інформаційних параметрів.

Технологічний процес – це сукупність прийомів і операції, доцільно спрямованих на переробку матеріалу чи продукту з вхідного стану до необхідного кінцевого стану. Технологічні процеси можуть відбуватися паралельно чи послідовно в часі.

Технологічний процес характеризується режимами функціонування:

– настановчим, зв'язаним з підготовкою машин і об'єктів до виконання їхніх основних функцій;

– робочим, обумовленим взаємодією об'єкта чи машини з матеріалом чи робочим середовищем;

– біологічним (чи фізико-хімічним), зв'язаним із тривалим природним процесом нагромадження усередині об'єкта рослинної чи тваринницької продукції;

– транспортним режимом, що передбачає переміщення машин, робочих органів, тварин чи матеріалу;

– режимом обслуговування, що представляє собою, наприклад, технічний догляд за машиною.

Технологічна операція являє собою визначену сукупність організаційних і технологічних дій, що обумовлюють нормальне протікання всього процесу. Поділ технологічного процесу на технологічні операції дозволяє виявити тривалість операції, черговість її проведення, циклічність, тобто алгоритмувати технологічний процес.

Контроль і керування режимами й операціями здійснюються за інформаційними параметрами, які вимірюються первинними перетворювачами різних датчиків.

Операції виконуються одночасно (паралельно) чи послідовно. Контролюються тільки основні операції і режими, що характеризують у цілому якісно і кількісно виконання виробничого процесу.

Класифікація об'єктів при розширенні робіт з автоматизації технологічних процесів і операцій полегшує визначення обсягу і черговості автоматизації, розробку типових рішень в галузі технології автоматизованого виробництва і створення технічних засобів автоматики.

У класифікацію повинні входити не тільки існуючі процеси й об'єкти автоматизації, але і ті, котрі можуть бути запропоновані надалі. Класифікація дозволяє точніше сформулювати вимоги до технічних засобів, вибрати раціональні принципи побудови систем автоматизації об'єктів і розробити загальні показники і методи визначення техніко-економічної ефективності автоматизації.

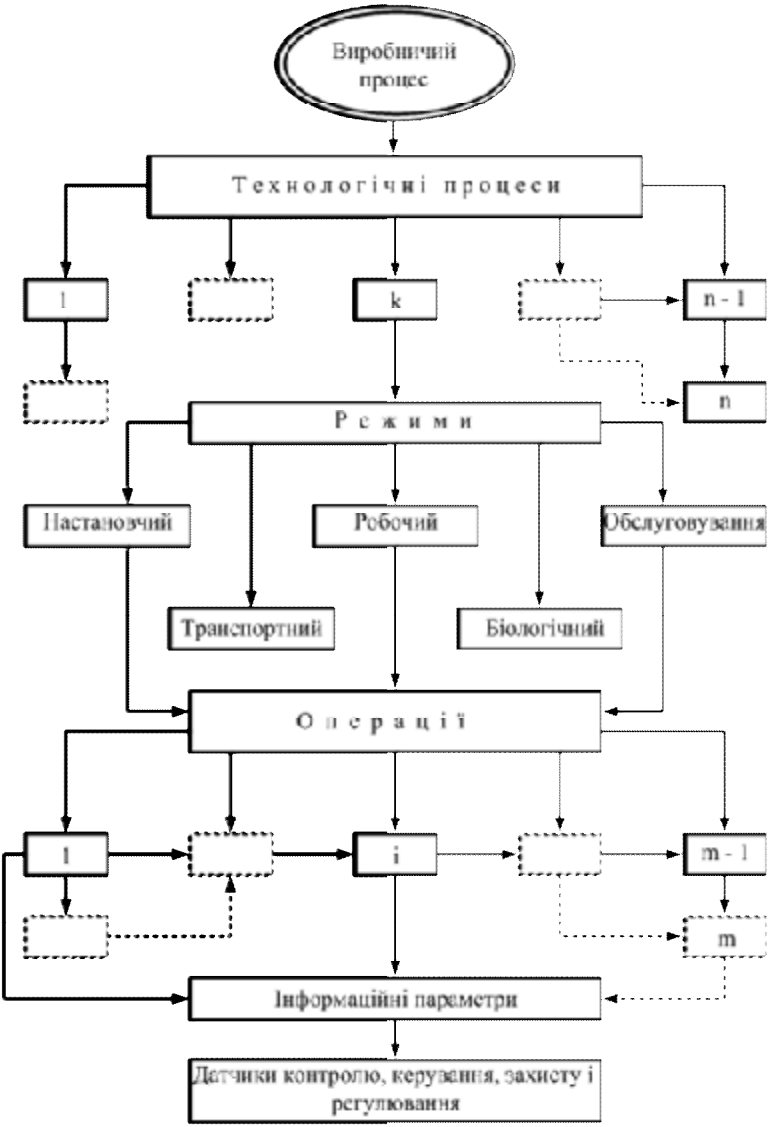

Рис. 11.1. Функціональна схема автоматизованого виробничого процесу

Виходячи із завдань проектування систем автоматизації і створення засобів автоматики, об'єкти харчових виробництв доцільно класифікувати за п'ятьма істотними ознаками:

- типом технологічних процесів;
- взаємозв'язками технологічного і транспортного руху; видами технологічного циклу;
- динамічними властивостям об'єкта;
- агрегатним станом матеріалу, що обробляється.

Класифікація за типом технологічних процесів надає можливість розробити загальний підхід до вирішення задачі автоматизації всього класу процесів, незважаючи на технологічну специфіку. Розподіл технологічних процесів на механічні, теплові, біологічні, хімічні і гідравлічні відбиває основне визначальне явище в об'єкті, в якому можуть протікати одночасно й інші процеси, що грають другорядну роль.

За взаємозв'язком технологічного і транспортного рухів об'єкти поділяються на три класи: з несполученим, сполученим і незалежним рухом. В об'єктах з несполученим рухом деякі установки призначені тільки для транспортування матеріалу без його обробки, а інші здійснюють його технологічну обробку. Ці об'єкти варто віднести до нижчого класу з погляду економічної ефективності автоматизації.

До більш високого класу відносяться об'єкти, в яких транспортний і технологічний рух сполучені й знаходяться в тісному взаємозв'язку: обробка чи переробка матеріалів відбувається під час їхнього транспортування. Для цього класу установок автоматизація дозволяє істотно підвищити продуктивність й забезпечити оптимальний режим роботи.

Об'єкти вищого класу мають незалежний рух. Транспортний рух може бути зроблено ними під час обробки, а технологічний рух — зроблений під час транспортування. Автоматизація цього класу об'єктів забезпечує безперервність виробничого процесу і найбільшу продуктивність.

Агрегатний стан оброблюваного матеріалу впливає на вибір виконавчих і первинних перетворювачів систем автоматики.

Агрегатний стан матеріалу на вході в об'єкт може докорінно відрізнятися від стану на виході з об'єкта. Цю властивість необхідно враховувати при розробці технічних засобів автоматики харчового призначення.

Автоматизації простіше підлягають об'єкти з безупинним технологічним циклом, складніше – з періодичними процесами, що не мають самовирівнювання.

Для автоматичного керування об'єктом важливо знати його динамічні властивості, що істотно впливають на стійкість і якість регулювання.

З розвитком рівня харчового виробництва кількість технологічних процесів і операцій, а також засобів контролю і керування зростає. Тому необхідно постійно удосконалювати і розширювати класифікацію технологічних об'єктів з урахуванням особливостей і вимог автоматизації. Класифікація повинна сприяти виробленню загальних вимог до технічних засобів, вибору раціональних принципів побудови систем і засобів автоматики, розробці загальних показників і методів визначення техніко-економічної ефективності автоматизації.

На початковому етапі важливо правильно поставити завдання автоматизації виробничих процесів, ще не автоматизованих ділянок та відділень харчових підприємств.

У процесі розробки системи автоматизації основна увага повинна приділятися завданню розробки системи управління технологічними процесами (АСУТП) технологічної ділянки (лінії); вибору критерію управління; обгрунтуванню вибора параметрів, що управляють та управляються, обсягу та рівню автоматизації; доцільності використання тих чи інших засобів автоматизації та обчислювальної техніки, що застосовуються.

Схеми автоматизації (СА) окремих агрегатів технологічних ділянок або процесів відносяться до місцевих систем автоматизації з розташуванням засобів автоматики на щитах керування агрегатом або технологічним процесом.

Основними функціями місцевих систем є :

1. Контроль основних параметрів технологічного процесу.

2. Управління технологічними процесами, що передбачає :

- стабілізацію параметрів процесу на заданому рівні, що визначається технологічним регламентом виробництва;
- програмне керування (включення, пуск, зупинка агрегату) згідно з заданою функцією часу;
- оптимальне керування виходячі з обраного критерию управління.

3. Захист обладанання від аварій.

4. Оперативний зв”язок із старшими ступенями управління.

Перш за все потрібно зробити аналіз технологічного процесу, що підлягає автоматизації, з точки зору можливості автоматизації, враховуючи особливості процесу, накопичений досвід, наявність технічних засобів автоматизації (приладів, регуляторів, датчиків), а також вимог техніки безпеки.

Під час складання технологічних вимог до системи автоматизації ділянки виробництва зазначають загальне завдання автоматизації виробництва вцілому та окремих його ланок, визначають об'єкти, що автоматизуються, обсяг та рівень автоматизації, структуру системи, ступінь автоматизації та централізації керування.

Застосування сучасних систем автоматизації може суттєво покращіти такі основні показники підприємства як продуктивність праці та якість продукції, зменшити витрати сировини та енерговитрати, надасть можливість збільшити випуск продукції.

Контрольні запитання до теми 12

1. Що таке типові схеми автоматизації?
2. Яким є порядок проведення дослідження ТОУ?
3. Як здійснюється вибір: показника ефективності, цілі управління, регульованих і сігналізуємих параметрів і каналів внесення регулюючих впливів?
4. Обґрунтуйте вплив агрегатного стану оброблюваного матеріалу на вибір виконавчих і первинних перетворювачів систем автоматики.
5. Наведіть основні функції місцевих систем.
6. Що називають технологічною операцією?

7. Чим зумовлено необхідність класифікації об'єктів при при автоматизації технологічних процесів харчових виробництв?
8. Як класифікуються об'єкти харчових виробництв виходячи з задач проектування систем автоматизації і створення засобів автоматики?
9. Якими особливостями характеризується процес автоматизації харчових виробництв?
10. Виконайте аналіз харчового виробництва як об’єкта автоматизації.

Завдання для виконання звіту з індивідуальної самостійної роботи за темою 12

12.1. Класифікація технологічних об'єктів.
12.2. Автоматизація транспортування речовин, ФСА.
12.3. Автоматизація елеваторного господарства, ФСА.
12.4. Автоматизація процесів подріблення речовин, ФСА.
12.5. Автоматизація пресування, ФСА.
12.6. Автоматизація процесів перемішування, ФСА.
12.7. Автоматизація теплообмінюючих пристроїв, ФСА .
12.8. Автоматизація процесів термічної обробки, ФСА.
12.9. Автоматизація фільтрації, ФСА.
12.10. Автоматизація обліку продукції, ФСА.
12.11. Класифікація технологічних процесів харчової промисловості.

ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ

1. Роль і місце автоматизації виробничих процесів у сучасному розвитку переробних і харчових підприємств.
2. Функціональні схеми автоматичних систем регулювання і їх класифікація.
3. Характеристика автоматичних схем регулювання і їх елементів.
4. Властивості і характеристики об'єктів автоматичного регулювання.
1. Самовирівнювання об'єктів. Запізнювання об'єктів. Статичні і динамічні характеристики об'єктів.
5. Перехідні процеси систем регулювання. Показники якості процесу регулювання.
6. Системи регулювання перервної дії. Системи регулювання безперервної дії.
7. Вимірювання та засоби вимірювань**.** Технологічні вимірювання і прилади.
8. Види вимірювань.
9. Вимірювальні прилади. Їх класифікація.
10. Похибки вимірювань. Види похибок.
11. Вимірювальні схеми приладів.
12. Перетворювачі з природничими сигналами.
13. Перетворювачі з уніфікованими сигналами. Уніфікований електросиловий перетворювач.
14. Уніфікований частотно-силовий перетворювач. Уніфікований пневматичний перетворювач.
15. Пневматична дистанційна передача.
16. Електрична дистанційна передача.
17. Шкали вимірювань температури.
18. Термометри розширення. Рідинний скляний термометр.
19. Дилатометричний термометр.
20. Біметалевий термометр.
21. Манометричні термометри.
22. Термоелектричні термометри.
23. Вимірювальні прилади термоелектричних термометрів.
24. Термоперетворювачі опору (платинові, мідні, напівпровідникові).

25. Пірометри випромінювання.
26. Особливості використання приладів для вимірювання температури в харчовій промисловості.
27. Одиниці вимірювання тиску. Барометричний, надлишковий та абсолютний тиск.
28. Класифікація приладів для вимірювання тиску.
29. Рідинні манометри. U- образні манометри.
30. Дзвонові манометри. Кільцеві манометри.
31. Деформаційні манометри (мембранні, сильфонні, трубчато-пружинні).
32. Електричні манометри (п'єзоелектричні, манометри опору, ємнісні).
33. Одиниці вимірювань кількості речовин.. Об'ємні лічильники для рідини.
34. Швидкісні лічильники.
35. Витратоміри перемінного перепаду тиску.
36. Витратоміри постійного перепаду тиску (ротаметри). Витратоміри щілинні.
37. Індукційні витратоміри.
38. Ультразвукові витратоміри.
39. Теплові витратоміри.
40. Автоматичні ваги та дозатори.
41. Лічильники поштучних виробів.
42. Механічні рівноміри (поплавкові, мембранні, контактно-механічні, вібраційні).
43. Гідростатичні рівноміри (п'єзометричні, гідростатичні).
44. Електричні рівноміри (кондуктометричні сигналізатори рівня, ємнісні рівноміри).
45. Хвильові рівноміри (резонансні, адеструктивні, радіолокаційні).
46. Акустичні рівноміри.
47. Застосування рівномірів у різних галузях харчових виробництв.
48. Механічні густиноміри (вагові, поплавкові, гідростатичні, вібраційні).
49. Радіоізотопні густиноміри.
50. Акустичні густиноміри.

51. Особливості використання густиномірів у харчових виробництвах.
52. Теплові вологоміри (психометричні, конденсаційні) для вимірювання вологості в газах.
53. Сорбційні вологоміри (деформаційні, електрометричні, електролітичні, підігрівні електролітичні, кулонометричні, сорбційно-частотні) для вимірювання вологості в газах.
54. Інфрачервоні вологоміри для вимірювання вологості в газах.
55. Теплові вологоміри (термогравіметричні, дистиляційні, теплофізичні, електрофізичні, діелькометричні, СВЧ-вологоміри) для вимірювання вологості в твердих тілах.
56. Вологоміри ядерного магнітного резонансу для вимірювання вологості в твердих тілах.
57. Інфрачервоні вологоміри для вимірювання вологості в твердих тілах.
58. Акустичні вологоміри для вимірювання вологості в твердих тілах.
59. Вимірювання вологості твердих речовин.
60. Класифікація регулюючих пристроїв.
61. Регулюючі пристрої приладного типу (електричні регулюючі пристрої, пневматичні регулюючі пристрої).
62. Регулюючі пристрої агрегатного типу (електричні регулюючі пристрої, пневматичні регулюючі пристрої).
63. Регулюючі пристрої прямої дії.
64. Робочі органи автоматичних пристроїв (регулюючі органи, запірні органи).
65. Регулювання температури.
66. Регулювання тиску.
67. Регулювання витрат.
68. Регулювання рівня.
69. Проектування систем автоматизації виробничих процесів.
70. Функціональна схема автоматизації.
71. Поняття технологічного процесу як об'єкту автоматизації.
72. Основні завдання автоматизації харчових виробництв.
73. Класифікація технологічніих об'єктів автоматизації.
74. Структурна схема автоматизації.
75. Елементи функціональної схеми автоматизації.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Самостійна робота студентів підлягає обов'язковому контролю, який вирішує наступні завдання:

– спонукання студента до глибокого регулярного вивчення курсу протягом усього семестру;

– корекція навчальної діяльності студента завдяки наданню об’єктивної оцінки його роботи;

– встановлення „зворотнього зв'язку” між викладачем і студентами;

– одержання інформації про поточний стан навчального процесу для своєчасного вживання заходів по його вдосконаленню.

Структура засобів контролю знаню з дисципліни „Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості” наведено в табл. 2.

Об'єктами поточного контролю є :

1. Систематична та активна робота студентів на практичних заняттях.

2. Рвень засвоєння студентами питань, винесених для самостійного опрацювання.

Оцінюванню систематичності та активності роботи студентів протягом семестру підлягають:

1. Рвіень знань, виявлений при розгляді теоретичних питань та продемонстрованих на практичних заняттях.

2. Активність при обговоренні питань, що винесені на практичні заняття.

3. Складання розгорнутого конспекту з дисципліни з використанням додаткової літератури.

Таблиця 2

Структура засобів контролю знань з навчальної дисципліни

Критерії оцінювання (у %).		
Семестрова рейтингова оцінка розраховується, виходячи з критеріїв: - дві письмові модульні роботи 50% - підготовка звітів з практичних занять 10% - самостійна робота студентів 40%		
Карта оцінювання СРС		
№	Види самостійної роботи студента	Максимальний бал рейтингу за вид (%)
1.	Самостійне вивчення та конспектування рекомендованої та науково-технічної літератури за темами:	
1.1.	Автоматизація виробничіх процесів. Вимоги до автоматичних систем.	1%
1.2.	Передача вимірювальної інформації на відстань. Реостатний, індукційний, термоелектричний, диференційно-трансформаторний перетворювач.	1%
1.3	Важливість дотримання режиму тиску в технологічних процесах переробки. Пристрої для вимірювання тиску: манометри, барометри, вакуумметри.	1%
1.4	Особливості вимірювання температури в харчовій промисловості.	1%
1.5	Вимірювання кількості речовин. Вимірювання кількості твердого тіла. Об'ємні і масові витрати. Пристрої для вимірювання витрат рідини та газів.	1%
1.6	Вимірювання рівня рідини та сипучих матеріалів. Засоби вимірювання: вимірювачі та сигналізатори.	1%
1.7	Вимірювання вологості в газах та твердих тілах. Засоби вимірювання вологості: психометри та гігрометри. Лабораторна перевірка вологості для твердих речовин.	1%

1.8	Перевірка фізичних властивостей речовин. Густина.	1%
1.9	Основні характеристики регулюючих засобів. Виконавчі пристрої.	1%
1.10	Завдання автоматизації харчових виробництв.	1%
2.	Виконання індивідуального завдання для самостійної роботи	30%
	УСЬОГО:	**40%**

Виконання студентами завдань для самостійного опрацювання передбачає:

1. Виконання та захист індивідуального завдання для самостійної роботи, що охоплює всі теми курсу.
2. Складання розгорнутого конспекту з дисципліни.
3. Самостійне опрацювання рекомендованої та додаткової літератури, довідників, технічних періодичних видань.

Загальна підсумкова оцінка знань студентів складається з суми балів за результатами поточного контролю знань, виконання практичних робіт, підсумкового та поточного контролю знань, та балів за виконаннія самостійної роботи.

Система контролю самостійної роботи передбачає перевірку виконання студентом видаваних йому навчальних завдань, а також з'ясування ступеню засвоєння знань.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Автоматизация технологических процессов пищевых производств / под ред. Е. Б. Карпина. – М. : Агропромиздат, 1985. – 534 с.

2. Ануфриев В. В. Автоматика и автоматизация производственных процессов пищевой промышленности. учебное пособие / В. В. Ануфриев, Е. Я. Демидов, Ю. С. Сербулов. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1983. – 175 с.

3. Ладанюк А. П. Автоматизація технологічних процесів і виробництва харчової промисловості / А. П. Ладнюк, В. Г. Трегуб, І. В. Ельперін, В. Д. Цюцюра. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 244 с.

4. Петров И. К. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности / И. К. Петров. – М. : Агропромиздат, 1985. – 341 с.

5. Райхер Я. Г. Основы автоматизации процессов спиртового и ликерноводочного производства / Я. Г. Райхер. – М. : Пищевая промышленность, 1972. – 340 с.

6. Соколов В. А. Автоматизация технологических процессов пищевой промышленности / В. А. Соколов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 445 с.

7. Хажинский М. А. Основы автоматизации процессов хлебопекарного производства М. А. Хажинский. – М. : Пищевая промышленность, 1971. – 360 с.

8. Чижов А. А. Автоматическое регулирование и регуляторы в пищевой промышленности / А. А. Чижов., Л. М. Федоровский. – М. : Пищевая промышленность, 1984. – 239 с.

9. Широков Л. А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в пищевой промышленности / Л. А. Широков, В. И. Михайлов, Р. З. Фельдман и др. ; под ред. Л. А. Широкова. – М. : Агропромиздат, 1988. – 310 с.

10. Яценко В. Ф. Основы автоматизации технологических процессов пищевых производств / В. Ф. Яценко, В. А. Соколов, Л. Б. Сивакова и др. ; под ред. В. А. Соколова. – М. : Лёгкая и пищевая промышленность, 1983. – 400 с.

ДОДАТОК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЗ ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Кафедра харчових технологій

ЗВІТ
ІЗ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ
„АВТОМАТИКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ”

Студент (ка) _____

Група _____

Варіант № ___

Керівник _____

Луганськ 20 __ р.

Анотація

Навчально-методичний посібник для організації самостійної роботи з дисципліни „Автоматика та автоматизація виробничих процесів у харчовій промисловості” містить тематичний план навчальної дисципліни; загальні рекомендації до організації самостійної роботи з дисципліни, до виконання індивідуального завдання; індивідуальні завдання для кожної з тем дисципліни, запитання підготовки до іспиту, систему поточного й підсумкового контролю знань; список рекомендованої літератури.

Посібник призначено для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними рівнями „спеціаліст” та „магістр” за спеціальністю „Професійна освіта” (профіль підготовки „Харчові технології”).

Аннотация

Учебно-методическое пособие для организации самостоятельной работы по дисциплине „Автоматика и автоматизация производственных процессов в пищевой промышленности” содержит тематический план учебной дисциплины, общие рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине, к выполнению индивидуального задания; индивидуальные задания для каждой из тем дисциплины, вопросы подготовки к экзамену, систему текущего и итогового контроля знаний, список рекомендуемой литературы.

Пособие предназначено для студентов, которые учатся по образовательно-квалификационным уровням „специалит” и „магистр” по специальности „Профессиональное образование” (профиль подготовки „Пищевые технологии”).

Abstract

A guidance manual, devoted to organizing independent work during the subject „Automatics and automatization of industrial processes in the food industry”, contains a course schedule, the general recommendations of the independent work of discipline, individual tasks for each of the themes of discipline, training questions for the exam, the system current and final knowledge control, a list of recommended books.

The manual was worked out for students who studied for the gaining degree of „specialist” and „master” in „Professional Education” (Skills Profile, „Food Technology”).

Навчально-методичне видання

СЕРДЮКОВА Олена Яківна

АВТОМАТИКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Навчально-методичний посібник для організації самостійної роботи з курсу для студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними рівнями „спеціаліт" та „магістр" за спеціальністю – „Професійна освіта" (профіль підготовки „Харчові технології")

За редакцією автора
Комп'ютерний макет – О. Я. Сердюкова

Здано до склад. 14.05.2012 р. Підп. до друку 13.06.2012 р.
Формат 60x84 1/16. Папір офсет. Гарнітура Times New Roman.
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 5,29. Наклад 300 прим. Зам № 121.

Видавець і виготовлювач
Видавництво Державного закладу
„Луганський національний університет імені Тараса Шевченка"
вул. Оборонна, 2, м. Луганськ, 91011. Т/ф: (0642) 58-03-20.
e-mail: alma-mater@list.ru
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК 3459 від 09.04.2009 р.