

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ З  
ДИСЦИПЛІНИ  
АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ  
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ГАЛУЗІ  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ V–VI КУРСІВ**

**Дніпропетровськ УДХТУ 2016**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту з дисципліни «Автоматизовані системи керування технологічними процесами» для студентів спеціальностей: 161- Хімічні технології та інженерія, 101- Екологія, 162-Біотехнології та біоінженерія, 181-Харчові технології, 226- Фармація, 133- Галузеве машинобудування, 131- Прикладна механіка

Затверджено на засіданні кафедри  
комп'ютерно-інтегрованих  
технологій та метрології.  
Протокол № 1 від 31.08.2015

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Автоматизовані системи керування технологічними процесами» для студентів спеціальностей: 161- Хімічні технології та інженерія, 101- Екологія, 162- Біотехнології та біоінженерія, 181-Харчові технології, 226- Фармація, 133- Галузеве машинобудування, 131- Прикладна механіка // Укл.: Шуть О.Ф., Мінакова Н. О., Фурса О.О. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2016. – 29 с.

Укладачі: О. Ф. Шуть,  
Н. О. Мінакова  
О. О. Фурса

Відповідальний за випуск Ю.К. Тараненко, д.т.н., проф..

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання курсового проекту з дисципліни «Автоматизовані системи керування технологічними процесами» для студентів спеціальностей: 161- Хімічні технології та інженерія, 101- Екологія, 162-Біотехнології та біоінженерія, 181-Харчові технології, 226- Фармація, 133- Галузеве машинобудування, 131- Прикладна механіка

Укладачі: ШУТЬ Олександр Феліксович  
МІНАКОВА Наталя Олександрівна  
ФУРСА Ольга Олександрівна

Редактор Л. М. Тонкошкур  
Коректор Л.Я. Гоцуцова

Підписано до друку . Формат 60 × 84 1/ 16.  
Папір ксерокс. Друк різнограф. Умовно –друк. арк. Облік. –вид. арк. .  
Тираж 100 прим. Зам. № . Свідоцтво ДК № 303 від 27.12. 2000 р.  
ДВНЗ «УДХТУ», 49005, Дніпропетровськ –5, пр. Гагаріна, 8

Дільниця оперативної поліграфії ІмКомЦентр

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	
1 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	
1.1 Мета і задачі курсового проектування.....	
1.2 Структура курсового проекту.....	
1.3 Обсяг і вимоги до курсового проекту.....	
2 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ ТА ОФОРМЛЕННЯ ОКРЕМИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	
2.1 Аналіз об'єкта керування.....	
2.2 Особливості використання засобів автоматизації в харчовій промисловості.....	
2.3 Розробка системи керування технологічним процесом.....	
2.4 Замовна специфікація на прилади та засоби автоматизації.....	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	
Додаток 1.....	
Додаток 2.....	
Додаток 3.....	

## ВСТУП

У зв'язку з широким розвитком і впровадженням прогресивних технологій у хімічній промисловості, удосконалюються та розробляються нові автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСК ТП) основних галузей хімічних виробництв.

При впровадженні АСК на хімічних виробництвах застосовуються в основному прилади та засоби Державної системи промислових приладів (ДСП) загальнопромислового призначення, але вимірювання низки параметрів через специфічні особливості хімічних продуктів може бути виконано тільки за допомогою спеціально розроблених для цих цілей засобів вимірювання.

Вимірювання параметрів технологічних процесів є невід'ємною частиною будь-якої системи автоматизації та виконується за допомогою вимірювальних перетворювачів та приладів.

До останнього часу в традиційних засобах вимірювань, як правило, удосконалювались лише конструктивні параметри. Сучасні засоби вимірювань переводяться на зовсім іншу мікроелементну базу, що забезпечує більш високу надійність та довговічність (зростає термін служби приладів), широкі функціональні можливості, поліпшені технічні та метрологічні характеристики.

В експлуатації знаходиться велика кількість засобів вимірювання старого випуску, обмежені можливості яких (недостатня точність вимірювань, неможливість безпосереднього включення їх в АСК ТП із застосуванням мікропроцесорних пристроїв) вимагають їх заміни сучасними засобами автоматизації ДСП.

Сучасні ринкові умови вимагають від виробників хімічної продукції значного підвищення її біологічної цінності та якості, а також істотне розширення асортименту. У світлі цих задач автоматизація хімічних виробництв здобуває ще більшого значення.

Перспективний розвиток автоматизації передбачає комплексне удосконалення виробництва, спрямоване на економію трудових, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів; істотне розширення роботи з створення повністю автоматизованих ліній з програмним керуванням на базі застосування мікропроцесорної техніки.

Сполучення прогресивних технологій та гнучких виробництв з автоматичним керуванням на основі технічних засобів, з використанням елементної бази підвищення надійності та швидкодії, сучасних промислових контролерів для різноманітних видів обладнання є одним з головних напрямків підвищення ефективності виробництва.

# 1 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

## 1.1 Мета і задачі курсового проектування

Курсовий проект з навчальної дисципліни “Автоматизовані системи керування технологічними процесами”, виконується студентом самостійно під керівництвом викладача протягом встановленого терміну відповідно до технічного завдання на основі набутих з даної та суміжних дисциплін знань та умінь, а також матеріалів промислових і науково-дослідних підприємств та установ, що мають творчий характер і становить собою сукупність документів (пояснювальної записки, креслень, що виконані з обов'язковим додержанням вимог ДСТУ, тощо).

Курсовий проект є самостійною роботою і представляє собою комплексне завдання в ході виконання якого набуваються та закріплюються, поглиблюються та узагальнюються теоретичні знання дисципліни “Автоматизовані системи керування технологічними процесами”, розвиваються навички їх практичного застосування, самостійного та комплексного розв'язування конкретних фахових завдань.

Курсове проектування має також за мету навчити студента швидко і впевнено користуватися відповідною довідковою літературою, державними стандартами, єдиними нормами і розцінками, таблицями, номограмами, типовими проектами та іншими матеріалами, які фахівець використовує під час своєї професійної діяльності тощо.

В процесі виконання курсового проекту студент повинен показати вміння обґрунтувати вибір методів вимірювання засобів вимірювальної техніки, а також системи автоматичного контролю в цілому. Система повинна бути розроблена із застосуванням сучасних засобів вимірювання технологічних параметрів та показників якості сировини. Також студенти повинні навчитися правильно оформлювати пояснювальну записку, специфікацію на прилади та засоби автоматизації і викреслювати функціональну схему засобів вимірювання.

## 1.2 Структура курсового проекту

Курсовий проект (робота) становить собою сукупність документів (пояснювальної записки, креслення, що виконане з обов'язковим додержанням вимог ДСТУ, та специфікації обладнання).

Пояснювальна записка повинна мати таку структуру:

- титульний аркуш;
- завдання на виконання курсового проекту;
- реферат;
- зміст;
- вступ;
- основна частина, в розділах якої розкривається зміст курсового проекту (роботи);

- список використаної літератури;
- Додаток (замовна специфікація на прилади та засоби автоматизації).

### **1.3 Обсяг і вимоги до курсового проекту**

Курсовий проект складається з пояснювальної записки і графічної частини.

Обсяг пояснювальної записки 20-25 сторінок рукописного тексту формату А4. Умовні, літерні і графічні позначення повинні відповідати існуючим стандартам. Якщо в тексті використані формули, то розшифрування літерних позначень і числових коефіцієнтів дається за формулою. Всі сторінки пояснювальної записки повинні бути пронумеровані.

Графічна частина складається з:

- схеми автоматизації, що виконується на аркуші білого паперу формату А1.

Специфікація обладнання оформлюється узгоджено з функціональною схемою автоматизації.

## **2 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ ТА ОФОРМЛЕННЯ ОКРЕМИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

Структура пояснювальної записки повинна задовольняти вимогам повноти інформації та логічності викладання.

Після титульного аркуша пояснювальна записка повинна вміщувати завдання на проект

– ;

Далі пояснювальна записка повинна складатися із наступних розділів:

Реферат

Зміст

Вступ

1 Аналіз об'єкта керування

1.1 Короткий опис об'єкта керування

1.2 Норми технологічного режиму

1.3 Задачі контролю та керування технологічним процесом

2 Розробка автоматизованої системи керування технологічним процесом

2.1 Призначення, цілі та автоматизовані функції системи керування

2.2 Вибір та обґрунтування методів автоматичного контролю технологічних параметрів

2.3 Вибір комплексу технічних засобів

2.4 Огляд сучасних засобів автоматизації, які використовуються в АСКТП галузі (виконують тільки магістри)

2.5 Опис функціональної схеми автоматизації

Література

Додатки

На список використаної літератури мають бути посилання в тексті.

Разом з пояснювальною запискою підшивається специфікація обладнання.

Нижче подані пояснення до змісту та рекомендації з розробки основних питань з урахуванням специфіки автоматизації виробництв.

*Завдання на курсовий проект* – є основою для виконання курсової роботи і видається викладачем. Аркуш завдання, що вміщує назву системи автоматичного контролю та сигналізації технологічної ділянки і основні розділи курсової роботи та строки їх виконання, заповнюється і підписується студентом. Завдання також підписується викладачем.

*Реферат курсового проекту* повинен вміщувати коротку анотацію виконаної роботи.

*Зміст курсового проекту* повинен надавати номер сторінки кожного розділу пояснювальної записки.

## **2.1 Аналіз об'єкта керування**

### *2.1.1 Короткий опис об'єкта керування*

У промисловості є багато різнобічних об'єктів керування внаслідок різноманіття виробництв.

У даному пункті необхідно привести головні конструктивні характеристики обладнання (матеріал, форма та інше), що встановлено на ділянці. При цьому слід звернути увагу на місця зливу (постачання) продукту (сировини) та способи їх організації, оснащення додатковими нагрівальними приладами (теплообмінник, електронагрівач).

Об'єктами автоматизації можуть виступати як окреме технологічне обладнання (автоклав для стерилізації продукту, вакуум-сушильна установка, пастеризатор, гумозмішувач, екструдер, змішувач, реактор та ін..) чи крупні агрегати виробництва (цех, відділення, ділянка), так і виробничий процес всього промислового підприємства.

Таким чином, у курсовому проекті під керівництвом консультанта необхідно чітко визначити технологічний процес, апарат або групу апаратів, які надалі будуть розглядатись в проекті АСК ТП як об'єкті керування.

Для повноти уявлення про виконання курсового проекту, приведений приклад розробки АСК ТП для відділення пастеризації у консервному виробництві. На цьому прикладі буде розглянуто розробку всього розділу АСК ТП курсового проекту.

### **Приклад**

Багато харчових продуктів (овочеві та м'ясні консерви, молоко, овочеві та фруктові соки та ін.) є живильним середовищем для мікроорганізмів. З метою уповільнення або повного придушення життєдіяльності мікроорганізмів такі продукти піддають тепловій обробці. Теплова обробка продуктів, що відбувається при температурі до 100 °С, називається пастеризацією.

Після стерилізації продукт фасується в банки, які потім автоматично накриваються кришками та надходять у ексгаустер, де відбувається видалення повітря з банок. З ексгаустера банки надходять на закаточну машину, де



відбувається їх закупорювання. Далі банки надходять у пастеризатор.

Об'єктом керування є пастеризатор безперервної дії з допоміжним обладнанням (насос, вентилятор). Пастеризатор включає три зони пастеризації, зону охолодження повітрям, зону охолодження водою та зони завантаження і вивантаження. У зонах пастеризації банки занурюються у ванну з підігрітою водою. Підігрів води у ванні здійснюється парою шляхом барботування. Рівень води над банками при їх зануренні у ванну складає 30 мм. Для пересування банок у пастеризаторі передбачений конвеєр.

### 2.1.2 Норми технологічного режиму

Забезпечення оптимальної продуктивності обладнання, а також зменшення норм витрати електроенергії при нормальній роботі основного технологічного обладнання у великій мірі залежать від дотримання норм ведення технологічного режиму.

В цьому підрозділі приводяться основні умови експлуатації технологічного устаткування, а також умови експлуатації технічних засобів, що встановлюються в приміщенні на щитах КВП і керування.

Опис та характеристику технологічних величин та допустимі відхилення їх від нормальних значень доцільно представляти у вигляді таблиці.

#### Приклад

Таблиця 2.1 – Норми технологічного режиму

Найменування обладнання	Назва технологічних параметрів	Одиниця вимірювання	Номінальне значення	Допустиме відхилення
1	2	3	4	5
пастеризатор безперервної дії	температура у I зоні пастеризації	°C	90	± 5
	температура у II зоні	°C	90	± 5
	температура у III зоні	°C	90	± 5
	температура у зоні охолодження	°C	25	± 2
	тиск пари, що подається у зони I - III	МПа	0,25	± 0,02
трубопровід подачі пари	тиск пари	МПа	0,25	± 0,02
	витрата пари	м <sup>3</sup> /год	12	± 2
насос охолодження	тиск середовища (охолоджуючої води) у лінії нагнітання	МПа	0,2	± 0,05

### *2.1.3 Задачі контролю та керування технологічним процесом*

Головною задачею при розробці системи керування є вибір параметрів, що беруть участь у керуванні – параметрів, які необхідно контролювати, регулювати, реєструвати, а також параметрів, які визначають аварійний стан об'єкта.

На етапі вибору параметрів, що характеризують процес, необхідно вибрати ті, які підлягають регулюванню й зміною яких доцільно вносити регулюючий вплив. Як правило, число регульованих параметрів не перевищує четвертої частини параметрів, що беруть участь у керуванні. Виконати поставлену задачу можна лише аналізуючи цільове призначення процесу та його взаємозв'язок з іншими процесами виробництва. Виходячи з результатів аналізу, вибирають критерій керування, його задане значення та параметри, зміною яких доцільно впливати на об'єкт керування.

При необхідності керування періодичними виробничими процесами застосовують логічне керування. Алгоритм керування повинний передбачати виконання ряду умов, зв'язаних із застосуванням устаткування в різних технологічних режимах (режими пуску й зупинки апаратів, режими нормальної експлуатації, аварійні режими). Застосування засобів логічного керування обумовлено неможливістю для оператора здійснювати вручну складні переключення устаткування.

Контролю підлягають ті параметри, за значеннями яких здійснюється оперативне керування технологічним процесом. Обов'язковому контролю підлягають параметри, значення яких регламентуються технологічною картою. Особлива увага повинна бути надана контролю технологічних параметрів вибухонебезпечних об'єктів керування. Для кожного з об'єктів визначають сукупність значень критичних фізико-хімічних величин технологічного процесу, а також допустимий діапазон їх зміни.

Сигналізації підлягають ті параметри, відхилення яких від номінальних значень може привести до аварійної ситуації, вибуху, пожежі та ін.

Оперативний технологічний персонал при сповіщенні його пристроями сигналізації про небажані події, повинен прийняти відповідні заходи по їх запобіганню або ліквідації. Якщо ці заходи виявляться неефективними і параметр, що характеризує стан об'єкта досягне аварійного значення, повинні спрацювати системи протиаварійного захисту, які автоматично і за заданою програмою перерозподіляють матеріальні та енергетичні потоки, включають або відключають апарати об'єкта з метою запобігання вибуху, аварії, нещасному випадку, випуску браку. При цьому об'єкт повинен бути переведений в безпечний стан, аж до його зупинки. Параметри і комплекс способів захисту, що реалізуються, вибирають виходячи з особливостей об'єкта управління.

Задачі контролю та керування, які повинна вирішувати АСК, що розроблюється, впливають із аналізу об'єкта керування і повинні бути подані у вигляді таблиці технологічних величин, які беруть участь у керуванні. У таблиці наводиться перелік величин, що регулюються, контролюються та підлягають сигналізації, а також їх характеристики, вид контролю та

керування. Зміст цієї таблиці є основою для розробки АСК ТП.

### **Приклад**

Критерій керування процесу пастеризації – це підтримка заданого температурного режиму в кожній зоні пастеризатора.

Ціль керування забезпечити температурний режим пастеризатора, за рахунок заданої точності підтримки значень технологічних параметрів, у будь-яких умовах виробництва, при заданій продуктивності та економічній ефективності роботи .

*Вибір параметрів, які необхідно регулювати та каналів внесення керуючих впливів.*

До параметрів, які необхідно регулювати, відносять наступні:

– температура у зонах пастеризації I – III (керуючий вплив вноситься зміною витрати гріючої пари);

– температура у зоні охолодження IV (керуючий вплив вноситься за рахунок зміни витрати охолоджуючої води);

– температура у зоні охолодження V (керуючий вплив вноситься за рахунок подачі охолоджуючого повітря).

*Вибір параметрів контролю.*

До параметрів контролю відносяться всі параметри, що підлягають регулюванню, а також наступні параметри:

– тиск на нагнітання насосу, як режимний параметр, що характеризує роботу насосу;

– тиск охолоджуючого повітря після вентилятора;

– витрати пари та води, як техніко-економічні параметри;

– тиск пари в загальному трубопроводі та трубопроводах подачі в кожну зону пастеризації.

*Вибір параметрів сигналізації.*

В якості параметрів сигналізації вибираємо:

– тиск у загальному трубопроводі подачі пари;

– тиск пари, що подається у зони пастеризації I-III;

– тиск лінії нагнітання насосу охолодження;

– тиск охолоджуючого повітря

– робота електроприводів обладнання (конвеєрів, насосу).

Задачі контролю та керування АСК процесом пастеризації наведені у таблиці 2.2.

Інформаційні функції повинні виконуватись в автоматичному режимі, а функції керування – в двох режимах: автоматичному та ручному дистанційному.

Таблиця 2.2 – Перелік задач контролю та керування технологічним процесом

Найменування обладнання	Назва технологічних параметрів	Одиниця вимірювання	Номинальне значення	Інформаційні функції			Керуючі функції		
				Відображення	Реєстрація	Сигналізація	Регулювання	Логічне керування	Ручне керування
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Конвеєр завантаження поз. 1	робота електроприводу	–	–	+	–	+	+	+	+
Пастеризатор безперервної дії поз. 2	температура у зоні пастеризації I – III	°C	90	+	+	–	+	–	+
	температура у зоні охолодження IV	°C	27	+	+	–	+	–	+
	температура у зоні охолодження V	°C	23	+	+	–	+	–	+
	тиск пари, що подається до зон I – III	МПа	0,22	+	–	+	–	–	–
	тиск пари в загальному трубопроводі	МПа	0,28	+	–	+	–	–	–
	витрата пари	м <sup>3</sup> /год	12	+	+	–	–	–	–
Транспортуюча стрічка поз. 3	робота електроприводу	–	–	+	–	+	+	+	+
Конвеєр розвантаження поз. 4	робота електроприводу	–	–	+	–	+	+	+	+
Вентилятор охолодження поз. 5	робота електроприводу	–	–	+	–	+	+	+	+
Насос охолодження поз. 6	тиск середовища у лінії нагнітання	МПа	0,2	+	–	+	–	–	–
	робота електроприводу	–	–	+	–	+	+	+	+
Вентилятор обдуву поз. 7	тиск середовища у лінії нагнітання	МПа	0,5	+	–	+	–	–	–
	робота електроприводу	–	–	+	–	+	+	+	+

## 2.2 Особливості використання технічних засобів автоматизації в галузі

При виборі та використанні засобів автоматизації в галузі враховують вимоги викликані специфічними умовами виробництв.

Так, при веденні біохімічних і мікробіологічних процесів повинні дотримуватися стерильності, щоб не допустити появи побічної мікрофлори або появи з боку контактуючих з середовищем елементів, що шкідливо діють на корисну мікрофлору. Матеріал чутливого елемента первинного перетворювача повинен бути корозієстійким та вибиратися з числа дозволених санітарними

органами для контакту з визначеними продуктами. Неприпустиме застосування токсичних речовин, влучення яких у середовище може зіпсувати великі маси готових продуктів.

У приміщеннях спиртових, ацетоно-бутилових, лікєро-горілочаних, оліє-екстракційних, шинних, лако-фарбувальних та інших виробництв необхідно враховувати вибухо- і пожежонебезпеку технологічних середовищ і приміщень. У цьому випадку для вимірювання краще застосовувати неелектричні пристрої, а для передачі показань на відстань – пневматичні дистанційні передачі.

Вимірювання температури грузлих середовищ пов'язано з певними труднощами, для усунення яких термочутливі елементи приладів повинні встановлюватись так, щоб їх можна було швидко замінити і очистити.

З великою обережністю варто підходити до використання в цехах (харчових, фармацевтичних) приладів із ртутним заповненням, трансформаторною олією, гасом.

Середовище, що знаходиться в сполучних трубках без циркуляції, може закисати, у ньому створюються сприятливі умови для розвитку шкідливої мікрофлори, що приводить до псування великої маси продуктів. Усе це викликає необхідність застосування спеціальних розділових пристроїв, які встановлюються між аналізованим середовищем і чуттєвим елементом приладу. Крім цього варто передбачати можливість зручного і швидкого чищення та мийки добірних і розділових пристроїв, а у разі потреби - їх заміни.

При застосуванні дифманометрів, витратомірів для виміру різниці тисків варто враховувати те, що багато хімічних складових, що знаходяться в рідкому стані можуть бути насичені пухирцями повітря.

Для вимірювання витрати і кількості грузлих, сильно забруднених рідин, розчинів, емульсій та пульпи застосовуються засоби вимірювання, побудовані на безконтактних методах вимірювання.

У різних галузях важливе значення має облік штучної продукції або продукції, що знаходиться в стандартній тарі або упакована та рухається по конвеєру і т.п. Для вирішення цієї задачі використовуються пристрої для автоматичного рахування штучних виробів (механічні та безконтактні лічильники для штучної продукції).

Для вимірювання рівнів середовищ у промисловості широко застосовуються такі загальнопромислові прилади, як поплавкові, буйкові, п'єзометричні, ємнісні, кондуктометричні, мембранні й інші рівнеміри (рівнеміри безконтактного способу вимірювання – акустичні, ультразвукові). Однак, області застосування їх обумовлюються конкретними вимогами технологічних процесів харчових виробництв.

При автоматичному контролі складу та властивостей рідких середовищ у різних технологіях промисловості поширення одержали методи аналізу без попереднього перетворення проби: кондуктометричний, потенціометричний, полярографічний, оптичні (рефрактометричний, поляризаційний, нефелометричний), за тиском насичених парів, радіоізотопні, механічні (густина), кінетичні (в'язкість) та ін. і з попереднім перетворенням проби – титрометричний.

## 2.3 Розробка системи керування технологічним процесом

### 2.3.1 Призначення, цілі та автоматизовані функції системи керування

Автоматизована система керування процесом призначена для здійснення таких задач, як автоматична стабілізація та ведення технологічного процесу у заданому режимі, збільшення оперативності керування.

Призначення АСКТП полягає у цілеспрямованому веденні технологічного процесу та забезпеченні інформацією сумісних та вищих органів та систем керування.

Основними цілями створення АСКТП є:

- зниження собівартості виготовлення продукції;
- зменшення зносу та підвищення надійності роботи основного технологічного обладнання;
- скорочення затрат ручної праці у керуванні та контролі технологічним процесом;
- покращення умов праці операторів та обслуговуючого персоналу;
- забезпечення безпеки функціонування об'єкта.

Практично ціль керування реалізується шляхом стабілізації параметрів процесу на вході та заданих параметрів готової продукції, узгодження режимів роботи установки.

Функції АСКТП направлені на виконання поставлених цілей керування реалізуються комплексом технічних засобів (КТЗ) та персоналом. Вони розділяються на інформаційні та керуючі функції.

Інформаційні функції забезпечують контроль основних параметрів процесу та сигналізацію про відхилення від цих параметрів, вимір та реєстрацію за викликом; запит оператора; обчислення техніко-економічних показників; показників якості продукції та процесу; періодичну реєстрацію та інше. Сукупність інформаційних функцій складає інформаційну підсистему АСКТП.

Керуючі функції забезпечують вироблення та реалізацію керуючих впливів на об'єкт керування, стабілізацію параметрів, розподілення навантажень між агрегатами, керування пускачами та ін. Сукупність керуючих функцій складає керуючу підсистему АСКТП.

### 2.3.2 Вибір і обґрунтування методів автоматичного контролю технологічних параметрів

Вибір того або іншого методу вимірювання обумовлено наступними факторами:

- діапазоном вимірювання технологічного параметра;
- чутливістю вимірювання;
- лінійністю градувальної характеристики;
- похибкою вимірювання.

Необхідно вибрати найбільш ефективний метод вимірювання, що

покладений в основу побудови Державної системи контролю. Для цих цілей доцільно використовувати наступну формулу:

$$\sigma_N = \frac{\Delta\Psi}{\Psi} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

де  $\sigma_N$  – припустиме відносне відхилення N-го первинного перетворювача;

$\Delta\Psi$  – допустиме відхилення технологічного параметра;

$\Psi$  – номінальне значення технологічного параметра.

Дані за розрахунком похибки кожного вимірювального перетворювача доцільно представити у вигляді таблиці (наприклад, як у табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Похибка вимірювання технологічних параметрів

Назва технологічних параметрів	Припустиме відносне відхилення	Похибка методу вимірювання
температура у I зоні пастеризації	5,56	0,5
температура у II зоні	5,56	0,5
температура у III зоні	5,56	0,5
температура у зоні охолодження	2	$\pm 2$
тиск пари, що подається у зони I - III	0,25	$\pm 0,02$
тиск пари	0,25	$\pm 0,02$
витрата пари	12	$\pm 2$
тиск середовища (охолоджуючої води) у лінії нагнітання	0,2	$\pm 0,05$

### Приклад

Процес пастеризації у консервному виробництві здійснюється при температурі 90 плюс-мінус 5 °С. Припустиме відносне відхилення складе

$$\sigma = \frac{\Delta T}{T} \cdot 100\% = \frac{5}{90} 100\% = 5,56\%.$$

Прилад для вимірювання цієї температури повинен мати похибку у 3–5 разів менше, ніж припустиме відносне відхилення, тобто  $\sigma_{\Pi} = 1,11 \dots 1,85\%$ . Таку точність вимірювання можливо досягти шляхом застосування термоелектричного методу вимірювання. Для цієї мети варто використовувати термоелектричний перетворювач опору типу ТСМ, що має похибку вимірювання не більше 0,5%. Також при виборі методу вимірювання необхідно врахувати той факт, що робота датчику при граничних температурах може привести до передчасного зносу термоелектричного перетворювача. Тому, найбільш доцільно застосовувати термоелектричний перетворювач типу ТСМ, для якого температура 90 °С знаходиться в середній частині діапазону

вимірювання. Градувальна характеристика даного термоелектричного перетворювача в діапазоні температур мінус 50...плюс 150 °С лінійна.

### *2.3.3 Вибір комплексу технічних засобів*

Ціль розділу – обґрунтування і вибір технічних засобів, що входять до складу каналів контролю і регулювання технологічних змінних.

Обґрунтування і вибір технічних засобів, що належать до складу каналів контролю і регулювання проводиться згідно функціональної схеми за кожним технологічним параметром, а також згідно номінальних значень вимірюваних параметрів.

Обґрунтування і вибір технічних засобів включає:

- вибір первинних перетворювачів (датчиків);
- вибір перетворювачів сигналів;
- вибір мікропроцесорного контролера (МПК);
- вибір засобів відображення і представлення інформації;
- вибір засобів введення оперативної та керуючої інформації;
- вибір виконуючих пристроїв (виконуючі механізми та регулюючі органи).

Для вибору мікропроцесорного контролера (МПК) використовують наступні вихідні дані:

- характеристики розв'язуваних задач (обсяг вхідної та вихідної інформації, коефіцієнти складності обробки вхідної інформації і т.д.);
- вимоги до швидкодії і надійності роботи МПК;
- перелік моделей, що серійно випускаються, МПК, що можуть бути використані;
- технічні й експлуатаційні характеристики МПК.

При виборі проміжних перетворювачів (при необхідності) необхідно вирішити наступні задачі:

- вибір нормуючого перетворювача;
- вибір електропневматичного перетворювача (ЕПП);
- вибір пневмоелектричного перетворювача (ППЕ).

При виборі виконавчого пристрою необхідно враховувати відповідність вхідного сигналу виконавчого пристрою і вихідного сигналу попереднього технічного засобу. Обираючи регулюючий орган виконуючого пристрою необхідно враховувати наступні фактори:

- діаметр трубопроводу, на якому буде встановлено відповідний регулюючий орган;
- характеристики середовища у трубопроводі (температура, тиск, вид середовища);
- категорія виробництва за вибухо- та пожежонебезпекою.

Також у системі має бути передбачено дистанційне керування, яке передбачає вибір органів ручного включення (кнопка, ключ управління). За виконанням канал дистанційного управління аналогічний каналу регулювання автоматичної системи. Відзнака складається у тім, що у автоматичній системі



регулювання командна дія на виконуючий механізм потрапляє від МПК, а в системі дистанційного управління – при вмиканні органа ручного управління оператором. Прилади ручного дистанційного керування обираються з пневматичної чи електричної гілок ДСП.

Для зв'язку МПК з датчиками і виконавчими пристроями об'єкта керування використовуються пристрої зв'язку з об'єктом (ПЗО). В якості ПЗО в системах АСК ТП звичайно виступає електронний блок, що працює автономно або у складі промислового комп'ютера, призначений для перетворення в цифрову форму первинних електричних сигналів від датчиків і перетворювачів, безпосередньо зв'язаних з об'єктом керування.

Для представлення інформації технологічному персоналу використовуються пристрої зв'язку з оперативним персоналом (ПЗОП). Вони дозволяють оперативно здійснювати контроль та керування технологічним процесом.

Вибір технічних засобів здійснюється за довідниками та каталогами [4–10]. При виборі технічних засобів перевага надається уніфікованій апаратурі виробництва України. У багатьох виробництвах найбільш поширеними є електричні та пневматичні прилади.

При виборі засобів одержання інформації про стан об'єкта слід врахувати ряд факторів метрологічного та режимного характерів, найбільш істотні з яких наступні:

- допустима для АСКТП похибка, яка визначає клас точності датчика;
- границі вимірювання з гарантованою точністю;
- вплив фізичних параметрів контрольованого та навколишнього середовища (температури, тиску, густини, вологості) на нормальну роботу датчика;
- можливість застосування датчика з точки зору вимог пожежо- та вибухонебезпеки;
- відстань, на яку може бути передана інформація;
- граничні значення вимірюваної величини та інших параметрів середовища.

### **Приклад**

З урахуванням функцій, які реалізує АСК відділення пастеризації, та апаратних засобів, що реалізують ці функції, АСКТП можна розбити на наступні рівні:

- рівень датчиків і виконавчих механізмів (нижній рівень);
- рівень програмованих логічних контролерів (рівень управління процесом);
- рівень взаємодії системи з операторами (інтерфейсний рівень).

Рівень управління процесом представлений мікропроцесорним контролером SIMATIC S7-300, що призначений для побудови систем автоматичного керування з підвищеними вимогами до надійності їх функціонування.

Структура інформаційних каналів складається з:

- каналів мікропроцесорного контролера SIMATIC S7-300;
- каналів обміну даними по шині PROFIBUS DP між контролером і операторськими станціями;
- каналів операторського інтерфейсу (робочого місця оператора-технолога).

Після незалежного перетворення і обробки за ідентичними алгоритмами в контролері SIMATIC S7-300 вхідні аналогові сигнали циклічно передаються по шині PROFIBUS DP в операторську станцію.

Підсистема керування на базі мікропроцесорного контролера SIMATIC S7-300 представлена функціональними модулями FM 355 з ПІД-регуляторами; підсистема контролю, сигналізації та логічного керування - модулями аналогових входів SM331.

В якості пристрою зв'язку з оператором використовується панель оператора SIMATIC MP 270В.

Для зв'язку контролера зі станцією оператора з боку SIMATIC S7-300 використовують інтерфейс PROFIBUS DP S7-300, що працює у відповідності з протоколом PROFIBUS EN 501070. Швидкість передачі інформації – 1,5 Мбіт/с.

Для сигналізації оператору про місце виникнення порушення на технологічній клавіатурі передбачено світлодіодне підсвічування об'єкта, в якому виникло порушення.

Передача команд оператора-технолога відбувається за допомогою технологічної клавіатури, яка допускає набір і передачу в ПЕОМ наступних команд:

- вибір об'єкта;
- вибір функції (мнемосхем, груп, таблиць, огляд);
- зміна завдання регулятора;
- зміна режиму контуру керування;
- зміна виходу;
- ручне дистанційне керування регулюючими органами, іншим обладнанням (насосами, мішалками, конвеєрами та ін.).

Нижній рівень АСКТП представлений датчиками з уніфікованим вихідним сигналом та виконавчими пристроями з пневмоприводом. Перевага при виборі датчиків надавалась тим первинним вимірювальним перетворювачам, що мають вихідний струмовий сигнал 4-20 мА, оскільки це дає змогу не використовувати всілякі проміжні перетворювачі з метою узгодження вихідного сигналу датчику з вхідним сигналом МПК.

Оскільки термоелектричний метод вимірювання можна використовувати для вимірювання температури газоподібних, рідких, та сипучих речовин, то в якості датчика для контролю температури води у ваннах пастеризатору обрано термоперетворювач опору мідний типу ТСМУ/1-1088-420, що має вихідний сигнал 4–20 мА [8].

Витрата пари та води вимірюється методом змінного перепаду тиску за допомогою комплексу приладів, до складу якого входить стандартний

звужуючий пристрій – діафрагма камерна типу ДКС-0,6 та інтелектуальний датчик різниці тиску типу Метран-100-ДД 1420.

Контроль тиску пари та води здійснюється інтелектуальним датчиком надлишкового тиску типу Метран-100-ДИ 1152. [4]

Для регулювання параметрів в процесі пастеризації в якості регулюючих органів виконавчих пристроїв використовуються регулюючі односідельні клапани типу Fisher GX. Клапан має вбудований пневматичний мембранний привід. Клапан GX оснащений контролером FIELDVUE серії DVC 2000 фірми Fisher, який перетворює вихідний сигнал контролера (4 – 20 мА) в стандартний пневматичний сигнал 20-100 кПа, що подається на вхід клапана з метою внесення керуючої дії. Виконавчі механізми пневматичної гілки ДСП характеризуються безпекою застосування у вибухонебезпечних середовищах, високою надійністю у важких умовах праці.

Керування електроприводом конвеєрів (завантаження та розвантаження), транспортуючої стрічки здійснюється за допомогою перетворювача частоти MICROMASTER 440 виробництва фірми SIEMENS, що забезпечує високу точність керування електроприводом за допомогою вбудованої мікропроцесорної системи керування. У системі реалізований захист перетворювача і двигуна від перевантажень. Перетворювач частоти серії MICROMASTER зв'язаний з контролером за протоколом FIELDBUS.

Комутацію електричних кіл керування будемо здійснювати за допомогою пускачів типу ПБР-3А для електричного технологічного обладнання (насос, вентилятор). Для переходу з автоматичного режиму роботи на ручний та у зворотному напрямку оберемо блок ручного дистанційного керування типу БРУ-22.

Обрані прилади та засоби автоматизації занесені до специфікації обладнання, що наведена у Додатку 1.

#### *2.3.4 Огляд сучасних засобів автоматизації, які використовуються в АСКТП галузі. (виконують тільки магістри)*

Ціль розділу – огляд і обґрунтування вибору технічних засобів які використовуються в АСКТП галузі, що входять до складу каналів контролю і регулювання технологічних змінних.

##### **Приклад**

*Вибір датчиків тиску : МЕТРАН-100-ДИ модель-1460 код МП5*

Інтелектуальні датчики тиску МЕТРАН-100-ДИ призначені для виміру і безперервного перетворення в уніфікований аналоговий струмовий сигнал і/або цифровий сигнал в стандарті протоколу HART або цифровий сигнал на базі інтерфейсу RS - 485 надмірного тиску. Датчик тиску МЕТРАН-100-ДИ представлений на рисунку 2.1



Рисунок 2.1 – Датчик тиску МЕТРАН-100-ДИ.

*Технічні характеристики:*

- *Вимірювані середовища:* рідини, пара, газ, в т.ч. газоподібний кисень і кисневоповітряні газові суміші; харчові продукти ;

*Діапазони вимірюваних тисків :*

- *мінімальний* 0-0,04 кПа;

- *максимальний* 0-100 МПа ;

- *Основна похибка вимірів:* до плюс-мінус 0,1% від діапазону ;

- *Діапазон перенастроювань меж вимірів:* до 25:1 ;

- *Виконання:* вибухозахищене (Ex);

- *Міжперевірочний інтервал:* 3 роки ;

- *Гарантійний термін експлуатації* - 3 роки.

- *Напруга живлення:* 12-42 В.

- *Поживна потужність:* 2,5 ВА

- *Напрацювання на відмову:* 200000 годин.

*Вибір клапана:* GX фірми Fisher®

*Регулюючий клапан моделі GX фірми Fisher®* є найсучаснішою конструкцією, що складається з регулюючого клапана і приводу і призначеною для регулювання різноманітних середовищ : рідин, газів і пари.

Клапан моделі GX є міцним, надійним і простим у виборі конфігурації. Розмір приводу вибирати не треба - він виконується автоматично відразу ж після визначення конструкції корпусу клапана. Оптимізована конструкція дозволяє зменшити кількість деталей, а також понизити витрати на технічне обслуговування.

Клапан моделі GX відповідає вимогам стандартів EN і ASME. Він допускає використання спільно з повним набором додаткового устаткування, включаючи вбудований цифровий контролер серії FIELDVUE® DVC2000. Регулюючий клапан і привід моделі GX з цифровим контролером серії DVC2000. представлений на рисунку 2.2



Рисунок 2.2 - Регулюючий клапан і привід моделі GX з цифровим контролером серії DVC2000

Особливості:

- простота у виборі розмірів і типу;
- не потрібно визначення розміру приводу - вибір робиться автоматично;
- легкість технічного обслуговування;
- максимальна уніфікація деталей для усіх розмірів;
- замінюваний комплект внутрішніх деталей;
- низька вартість експлуатації;
- міцна конструкція;
- компактний, реверсивний в польових умовах пневматичний привід з декількома пружинами;
- є варіант зі вбудованим, простим в калібруванні цифровим контролером серії DVC2000;
  - розміри клапана від DN 15 до DN 150 (від 0.5 до 6 дюймів);
  - класи тиску PN 10 - 40, Класи 150 і 300 здатністю;
  - тракт корпусу клапана оптимізований для отримання стабільного потоку;
  - повний спектр матеріалів, включаючи сплави;
  - класи герметичності : Клас IV, V і VI;
  - діапазон регулювання 50: 1 (рівновідсоткова пропускну характеристика);
  - додаткове металеве ущільнення сільфону.

### 2.3.5 Опис схеми автоматизації

Схема автоматизації (СА) є основним технічним документом, який

відображає суть усіх основних рішень з керування технологічним процесом. Тут повинні бути подані основи технологічного процесу: технологічні апарати та зв'язки між ними, вимірювальні та регульовані величини технологічного процесу і засоби організації керуючих дій.

При описі схеми автоматизації потрібно розкрити всі основні рішення з автоматичного контролю та керування технологічним процесом, показати як і за допомогою яких технічних засобів реалізуються окремі функції системи керування. При описі складних контурів керування необхідно показати послідовність перетворення інформації у ньому, починаючи від датчиків інформації та закінчуючи виконавчими пристроями, вказавши на якому матеріальному або енергетичному потоці вони встановлені. Прості контури регулювання та вимірювання можна тільки зазначити без докладного опису.

На схемі автоматизації умовними зображеннями показують устаткування і комунікації, що входять до складу технологічного об'єкта (процесу), пристрої контролю і керування, умовні лінії зв'язку між технологічним устаткуванням і пристроями контролю і керування.

Технологічне устаткування і комунікації зображуються спрощено, але у відповідності зі схемою, прийнятою в технологічній частині проекту. Допускається зображення окремих вузлів технологічних об'єктів у виді прямокутників з відповідними найменуваннями (ГОСТ 2.793-79).

Товщина ліній позначень машин апаратів 0,5 – 1 мм. Біля кожного апарата необхідно вказати найменування або позиційне позначення. Найменування може бути вписане всередині умовного графічного зображення апарата (машини).

При позначенні апаратів на вільному місці схеми повинна бути приведена таблиця з переліком устаткування (Додаток 3, рис. Д1).

Лінії трубопроводів зображуються суцільною лінією. Для вказівки найменування середовища в трубопроводі виконується розрив лінії трубопроводу. Умовні позначення трубопроводів відповідно до ГОСТ 14202-69 приведені в додатку 3, табл. Д4. На позначеннях трубопроводів проставляють стрілки, що вказують напрямок руху в трубопроводі. Стрілка зображується як рівносторонній трикутник зі стороною 6 мм. У випадку газоподібних середовищ трикутник не зафарбований, коли мова йде про рідину, тверді речовини або порошкоподібне середовище – зафарбований.

Інформацію про використані в системі матеріальні потоки приводять у виді таблиці на вільному полі креслення (Додаток 3, рис. Д2).

На технологічних комунікаціях показують клапани, засувки, вентилі та інші запірні та регулюючі органи, що використовуються в системі контролю і керування процесами.

Зображення приладів та засобів автоматизації на кресленні виконується у відповідності до ДСТУ Б А.2.4-16:2008 (Додаток 3, табл. Д1)

Комплексні пристрої (контролери) позначаються прямокутником довільного розміру (товщина ліній 0,5 – 1 мм). У кожному прямокутнику позначають апаратуру, встановлену на щиті.

Прилади і засоби автоматизації, що розташовані поза щитами і

конструктивно не зв'язані безпосередньо з технологічним устаткуванням, показують у прямокутнику «Прилади місцеві».

Допоміжну апаратуру і пристрої, що не впливають на функціональну структуру автоматичної системи, на схемі автоматизації не показують.

Лінії зв'язку зображуються між приладами і засобами автоматизації однолінійно (товщина ліній 0,2 – 0,3 мм) незалежно від реальної кількості проводів і труб. Ці лінії виконують за можливістю по менш короткому напрямку з мінімальною кількістю вигинів і перетинань, допускається перетинання ліній зв'язку з технологічним устаткуванням і комунікаціями.

Умовні позначення вимірюваних параметрів у відповідності до ДСТУ Б А.2.4-16:2008 наведені у додатку Д, табл. ДЗ.

Нумерація текстових і графічних матеріалів повинна виконуватися у відповідності з наступною структурою.

1	2	.	3	4	.	5	6	.	7	8	.	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

У графах 1, 2 записується буква – умовне позначення групи і рік випуску: ТЖ 17;

3, 4 – номер проекту за списком групи;

5 ... 8 – специфічні характеристики, що студент не формує, тому вказуються нульові позиції;

9, 10 – місце для індексації конструкторського документа у відповідності з ГОСТ 2.701-84.

Наприклад, для студента, що виконує в 2017 році курсовий проект за обліковим номером 15 специфікація обладнання буде мати таку нумерацію: ТЖ 17.150.00.00.СО, пояснювальна записка буде мати таку нумерацію: ТЖ 17.150.00.00.ПЗ.

Приклад виконання СА наведено у додатку 1.

### **Приклад**

Схема автоматизації відділення пастеризації розроблена у відповідності до ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Обрані технічні засоби автоматизації згруповані на полі креслення за призначенням та метою функціонування. Контури контролю та керування побудовані так, щоб реалізувати задачі АСКТП, наведені у підрозділі 2.1.3.3.

Система керування функціонує у такій спосіб.

Температура по зонах пастеризатора вимірюється термометром опору типу ТСМУ/1-1088-420 (поз. 1а ... 3а, 7а, 17а). Стабілізація температури в зонах нагрівання продукту відбувається наступним чином. Уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА перетворювача надходить на модулі ПЗО контролера типу SM 331, де перетворюється у цифрову форму та передається в МПК. При виникненні розузгодження між поточним та заданим значенням температури контролер формує командний сигнал, що надходить у цифровій формі на модулі зв'язку з об'єктом типу SM 332, де відбувається перетворення в уніфікований електричний сигнал постійного струму. Цей сигнал надходить на контролер виконавчого механізму типу DVC-2000, який пов'язаний з регулюючим органом типу GX (поз. 1б, 2б, 3б), що змінюють підведення пари

до апарата.

За аналогічним алгоритмом відбувається підтримка температурного режиму у зоні охолодження водою. Для цього на трубопроводах подачі холодоносія встановлені виконавчі механізми типу DVC-2000, що пов'язані з регулюючими органами типу GX (поз. 17б, 17в).

Система автоматизації передбачає автоматичний контроль тиску пари, що надходить у пастеризатор, а також тиску середовища у лінії нагнітання насоса охолодження з використанням датчиків надлишкового тиску типу Метран-100-ДИ 1152 (поз. 4а, 9а ... 12а). Уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА перетворювачів надходить на модулі ПЗО контролера типу SM 331, де перетворюється у цифрову форму та передається в МПК для подальшої обробки. Схемою передбачено аварійну зупинку насоса подачі охолоджуючої води при збільшенні тиску води вище 0,2 МПа.

Логічне керування роботою електроприводів насоса та вентиляторів здійснюється за допомогою блоку ручного керування типу БРУ-22 (поз. 5а, 6а, 8а) та перетворювача частоти для керування електродвигунами Micromaster 440 (поз. 5б, 6б, 8б). Схемою передбачено пуск конвеєра пастеризатора при досягненні температури води у ванні 90 °С. Після запуску конвеєра пастеризатора можливим є пуск завантажувального конвеєра. Керування конвеєрами здійснюється за допомогою пускачів магнітних ПМЛ (поз. 14а, 16а).

Також передбачена сигналізація роботи приводів електричного обладнання.

Загальна витрата гріючої пари вимірюється комплектом приладів, до складу якого входить діафрагма камерна типу ДКС-0,6 (поз. 13а) та вимірювальний перетворювач різниці тисків типу Метран-100-ДД 1420 (поз. 13б). Вихідний сигнал від перетворювача 4 – 20 мА надходить на контролер, де відбувається індикація та реєстрація поточних значень технологічного параметра.

## **2.4 Специфікація обладнання на прилади та засоби автоматизації**

Після завершення етапу вибору приладів і засобів автоматизації, а також ліній зв'язку (електричних та пневматичних), необхідно оформити заявку на придбання зазначеного устаткування кожної моделі в необхідній кількості. Документ, що формує заявку на закупівлю приладів, яка виконується згідно ДСТУ Б А.2.4-10-95. Цей документ безпосередньо зв'язаний зі схемою функціональної автоматизації. Використані прилади вказуються з посиланням на зазначений графічний документ, зокрема вказується позиційне позначення.

При опису, необхідно коротко і чітко викласти основні технічні характеристики приладів у відповідності з обраною моделлю (повне найменування приладу, діапазон вимірювання з вказівкою класу точності). Як правило, більшість засобів автоматизації мають потребу в додатковому джерелі живлення. Вимірювальний прилад може мати у своєму складі кілька елементів, що безпосередньо вказуються на функціональній схемі. Необхідно окремо до



кожної позиції вказати найменування складової частини, а в разі потреби вказати додаткові характеристики такого елемента.

Весь комплекс приладів і засобів автоматизації повинен бути структурований при занесенні в специфікацію. Серед функціональних груп можна виділити такі: датчики, перетворювачі, електроустаткування, виконуючі пристрої, засоби керуючої обчислювальної техніки. Перед початком занесення приладів визначеної функціональної групи, необхідно вказати найменування цієї групи і відокремити напис від подальшого викладу інформації.

Приклад заповнення специфікації наведено у Додатку 2.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Петров И.К. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности. М.: Агропромиздат – 1985. – 200 с.
2. Ануфриев В.В., Демидов Е.Я., Сербулов Ю.С. Автоматика и автоматизация производственных процессов пищевой промышленности: Уч. пособие. – Воронеж: изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1983. – 176 с.
3. Соколов В.А. Автоматизация технологических процессов пищевой промышленности. 1991. – 147 с
4. Тематический каталог. Метран. Датчики давления. – 2009. – 312 с.
5. Тематический каталог. Метран. Датчики температуры. – 2009. – 289с.
6. Тематический каталог. Метран. Расходомеры. Счетчики. – 2009. – 323с.
7. Тематический каталог. Метран. Уровнемеры. – 2009. – 187 с.
8. Промислові засоби автоматизації. Ч. 1 / Бабіченко А. К., Тошинський В. І., Михайлов В. С. та ін. / За заг. ред. А. К. Бабіченко. – Харків: НТУ «ХП». 2001. – 470 с.
9. Промислові засоби автоматизації. Ч. 2 / Бабіченко А. К., Тошинський В. І., Михайлов В. С. та ін. / За заг. ред. А. К. Бабіченко. - Харків: НТУ «ХП». 2004. – 470 с.
10. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / Под ред. В. В.Черенкова, - Л.: Машиностроение, 1987 – 848 с.
11. Шувалов В.В. и др. Автоматизация производственных процессов химической промышленности. - М.: Химия 1991. - 480с.
12. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в пищевой промышленности / Под ред. Л.А.Широкова. – М., 1986. – 311с.
13. ГОСТ 21.404-85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
14. ГОСТ 2.793-79. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств. – М.: Изд-во стандартов, 1979.





Продовження додатку 2

Виконувачі пристрої									
16, 26, 36, 176, 176	Клапан регуляційний одностовільний з пневмоприводом. Діаметр умовного проходу 50 мм. Умовний тиск 1,6 МПа. Монтажна довжина 2300 мм. Напряга живлення - 220 В. Виробник: «Fischer», Німеччина	GX						5	58,4
	Контролер для керування регуляційним органом. Напряга живлення - 220 В. Виробник: «Fischer», Німеччина	FIELDVUE DVC 2000							
Засоби керувачої обчислювальної техніки									
	Мікропроцесорний контролер регуляційний. Напряга живлення напругою 220 В з частотою 50 Гц. Виробник: «Siemens», Німеччина	Simatic S7-300	компл.					1	
	Робоча станція оператора. Виробник: «Siemens», Німеччина	SIMATIC MP 2708	шт.					1	

					ТЖ 17.150.00.00.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Студент				Тема проекту. Специфікація обладнання	Сталів	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Консультант						1	1
Н. контр.						ДВНЗ „УДХТУ“, гр. ХХХ - ХХ		
Затвердив								

### ДОДАТОК 3

Таблиця Д1 – Умовні позначення засобів автоматизації (ДСТУ Б А.2.4-16:2008)

Найменування	Умовне позначення
Первинний вимірювальний перетворювач (датчик) або прилад, що встановлюється за місцем на технологічному трубопроводі, апараті, стіні, підлозі	<p style="text-align: center;">Базове      Допустиме</p>
Прилад, що встановлюється на щиті, пульті	
Виконавчий механізм	
Регулюючий орган	
Лампа сигнальна	
Машина електрична	

Таблиця Д2 – Умовні позначення вимірюваних параметрів

Вимірюваний параметр	Умовне позначення
Густина	<i>D</i>
Будь-яка електрична величина	<i>E</i>
Витрата	<i>F</i>
Розмір, положення, переміщення	<i>G</i>
Час	<i>K</i>
Вологість	<i>M</i>
Рівень	<i>L</i>
Тиск, вакуум	<i>P</i>
Склад речовини, концентрація, величина рН	<i>Q</i>
Швидкість, частота	<i>S</i>
Температура	<i>T</i>
В'язкість	<i>V</i>
Маса, вага	<i>W</i>
Різниця, перепад	<i>D</i>

Таблиця Д3 – Умовні позначення функціональних ознак приладів

Функціональна ознака	Умовне позначення
Первинне перетворення (чуттєвий елемент)	<i>E</i>
Дистанційна передача (безшкальний прилад)	<i>T</i>
Перетворення (розрахункова функція)	<i>Y</i>
Конкретизація перетворення у електричний сигнал	<i>E</i>
Конкретизація перетворення у пневматичний сигнал	<i>P</i>
Сигналізація	<i>A</i>
Конкретизація сигналізації верхнього значення	<i>H</i>
Конкретизація сигналізації нижнього значення	<i>L</i>
Показання (індикація)	<i>I</i>
Реєстрація	<i>R</i>
Керування	<i>C</i>
Включення, виключення, переключення	<i>S</i>
Ручне керування	<i>H</i>

Таблиця Д4 – Умовні позначення трубопроводів (ГОСТ 14202-69)

Цифровые обозначения	Транспортируемое вещество. Наименование	Цифровые обозначения	Транспортируемое вещество. Наименование
1	Вода	3	Воздух
1.1	питьевая	3.1	атмосферный
1.2	техническая	3.2	кондиционированный
1.3	горячая (водоснабжение)	3.3	циркуляционный
1.4	горячая (отопление)	3.4	горячий
1.5	питательная	3.5	сжатый
1.6	резерв	3.6	пневмотранспорта
1.7	резерв	3.7	кислород
1.8	конденсат	3.8	вакуум
1.9	прочие виды воды	3.9	прочие виды воздуха
1.0	отработанная, сточная	3.0	отработанный
2	Пар	4	Газы горючие
2.1	низкого давления (до 2 кгс/см <sup>2</sup> )	4.1	светильный
2.2	насыщенный	4.2	генераторный
2.3	перегретый	4.3	ацетилен
2.4	отопление	4.4	аммиак
2.5	влажный (соковый)	4.5	водород и газы его содержащие
2.6	отборный	4.6	углеводороды и их производные
2.7	резерв	4.7	окись углерода и газы его содержащие
2.8	вакуумный	4.8	резерв
2.9	прочие виды пара	4.9	прочие виды горючих газов
2.0	отработанный	4.0	отработанные горючие газы

Продовження табл. Д4

Цифровые обозначения	Транспортируемое вещество. Наименование	Цифровые обозначения	Транспортируемое вещество. Наименование
5	Газы негорючие	8	Жидкости горючие
5.1	азот и газы его содержащие	8.1	жидкости категории А ( $t_{\text{в.к.}} < 28 \text{ }^\circ\text{C}$ )
5.2	резерв	8.2	жидкости категории Б ( $t_{\text{в.к.}} > 28 \text{ }^\circ\text{C} < 120 \text{ }^\circ\text{C}$ )
5.3	хлор и газы его содержащие	8.3	жидкости категории В ( $t_{\text{в.к.}} > 120 \text{ }^\circ\text{C}$ )
5.4	углекислый газ и газы его содержащие	8.4	смазочные масла
5.5	инертные газы	8.5	прочие органические горючие жидкости
5.6	сернистый газ и газы его содержащие	8.6	взрывоопасные жидкости
5.7	резерв	8.7	резерв
5.8	резерв	8.8	резерв
5.9	прочие виды негорючих газов	8.9	прочие горючие жидкости
5.0	отработанные негорючие газы	8.0	горючие стоки
6	Кислоты	9	Жидкости негорючие
6.1	серная	9.1	жидкие пищевкусковые продукты
6.2	соляная	9.2	водные растворы (нейтральные)
6.3	азотная	9.3	прочие растворы (нейтральные)
6.4	резерв	9.4	водные суспензии
6.5	неорганические кислоты и их растворы	9.5	прочие суспензии
6.6	органические кислоты и их растворы	9.6	эмульсии
6.7	растворы кислых солей	9.7	резерв
6.8	резерв	9.8	резерв
6.9	прочие жидкости кислотной реакции	9.9	прочие негорючие жидкости
6.0	отработанные кислоты и кислые стоки (при $\text{pH} < 6,5$ )	9.0	негорючие стоки (нейтральные)
7	Щелочи	0	Прочие вещества
7.1	натриевые	0.1	порошкообразные материалы
7.2	калийные	0.2	сыпучие материалы зернистые
7.3	известковые	0.3	смеси твердых материалов с воздухом
7.4	известковая вода	0.4	гели
7.5	неорганические щелочи и их растворы	0.5	пульпы водяные
7.6	органические щелочи и их растворы	0.6	пульпы прочих жидкостей
7.7	резерв	0.7	резерв
7.8	резерв	0.8	резерв
7.9	прочие жидкости щелочной реакции	0.9	резерв
7.0	отработанные щелочи и щелочные стоки ( $\text{pH} > 8,5$ )	0.0	отработанные твердые материалы

Примітка. У разі необхідності кожна з підгруп може бути розподілена на десять дрібніших підрозділів, які охоплюють третім знаком цифрового позначення (наприклад, в укрупненій групі 4 "Газы горючі" в складі підгрупи 6 «Вуглеводні та їх похідні» етилен може бути виділений третім знаком - 4.61) .



Поз.	Найменування обладнання	Кід	Примітки
1	Насос	8	
B-5	Відстійник	2	V=202 м <sup>3</sup>

Рис. Д1 – Оформлення таблиці з переліком обладнання

Позначення трубопроводу	Найменування середовища
-1.1-	Вода
-8.51-	Гліцерин

Рис. Д2 – Оформлення таблиці з переліком матеріальних потоків