

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____ 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

освітньо- професійної програми

«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»

на тему: «АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ СИРОПІВ»

Здобувачки групи СУдн-01п

Оробей Надії Андріївни

У Кваліфікаційній роботі є висновки власних досліджень. Якщо використовувались чужі ідеї, тексти інших авторів, словосполучні запозичення чи інше, - є посилання на відповідне джерело.

_____ Надія ОРОБЕЙ

(підпис)

Керівник:

доцент кафедри КСУ, к.ф.-м.н., доцент Сергій СОКОЛОВ

_____ (підпис)

Суми – 2024

Ном.ря	Формат № рядка	Позначення	Найменування	Кільк. аркуш	Шифр докумен
1			<u>Документація</u> <u>загальна</u>		
2					
3			Завдання кафедри	2	
4					
5			Анотація	1	
6					
7	A4	СУдн- 04п.6.151.03.ПЗ	Технічне завдання	2	ТЗ
8					
9	A4	СУдн- 04п.6.151.03.ПЗ	Пояснювальна записка	53	ПЗ
10					
11			<u>Графічна частина</u>		
12					
13	A2	СУдн- 04п.6.151.03.A2	Схема автоматизації ФУНКЦІОНАЛЬНА	1	E2
14					
15	A2	СУдн- 04п.6.151.03.E3	ПРИНЦИПОВА ЕЛЕКТРИЧНА схема	1	E3

					СУдн-04п.6.151.03.ВП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Надія ОРОБЕЙ			Автоматизація технологічного процесу виробництва харчових сиропів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Сергій Соколов					2	61
Реценз.						СумДУ, СУдн-04п		
Н. Контр.		Сергій Соколов						
Затверд.		Петро Леонт'єв						

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Затверджую

Завідувач кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____ 2024 року.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачці вищої освіти

ОРОБЕЙ НАДІЇ АНДРІЇВНІ

(Прізвище, Ім'я, По-батькові повністю)

ТЕМА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

«АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ СИРОПІВ»

ТЕРМІН ЗДАЧІ РОБОТИ

12 червня 2024 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

НАКАЗ РЕКТОРА СУМДУ № 0451-VI від 29 квітня 2024 року

ВИХІДНІ ДАНІ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Завдання кафедри, звіт з переддипломної практики, технічна документація, наукові статті,
література, інтернетджерела, та інше

ЗМІСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Апаратне постачання системи управління, розроблення структурних схем, розрахунок
витрат на розробку моделі управління.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБІТ

номер етапу	Зміст етапу виконання роботи	Термін виконання
1	Вступ. Розгляд основних питань процесу управління пристроєм.	14.05.2024
1.	Структура об'єкта керування та його принципу дії. Визначення поставленої задачі, та її зміст.	15.05.2024
2.	Розроблення та обґрунтування структурної схеми системи керування. Розроблення та обґрунтування функціональної схеми автоматизації.	20.05.2024
3.	Опис складу та роботи процесу управління. Розробка апарату постачання системи управління	27.05.2024
4.	Математичні розрахунки моделі керування.	30.05.2024
5.	Оцінювання вартості розроблення та дослідження системи управління.	06.06.2024

6. Завдання видано " 29 " квітня 2024 р.

Керівник проекту :

доцент кафедри КСУ,

к.ф.-м.н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання, посада)

(підпис)

Сергій СОКОЛОВ

(ім'я та прізвище)

Здобувачка:

студентка гр. СУдн-04п

(шифр групи)

(підпис)

Надія ОРОБЕЙ

(ім'я та прізвище)

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи керування для автоматизації технологічного процесу
виробництва харчових сиропів

Розробила:
Студентка групи СУдн -04п

Надія ОРОБЕЙ

Погодив:
к.ф.-м.н., доцент

Сергій СОКОЛОВ

Суми – 2024

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Затверджую
Завідувач кафедри КСУ
_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2024 року.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачці вищої освіти Оробей Надії Андріївни

1. НАЗВА ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

Автоматизація технологічного процесу виробництва харчових сиропів. Одна з поширених галузей промисловості, яка дуже часто застосовується у сучасному світі, а саме в наступних галузях: харчова, молочна, косметична, фармацевтична промисловості, пекарська справа, та в інших.

2. ПІДСТАВА ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

Затверджена наказом ректора СумДУ № 0451-VI від "29" квітня 2024р.

3. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Об'єктом являється автоматизація процесу виробництва харчових сиропів

4. ТЕРМІН ЗДАЧІ РОБОТИ

" 12 " червня 2024 р.

5. ВИХІДНІ ДАНІ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація та перелік

літературних джерел з матеріалом про подібні системи.

6. ЗМІСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (питання, що підлягають розробленню): створення системи керування, аналіз існуючих подібних систем керування, загальний опис системи, розробка структурної схеми системи, постановка задач, які потребують вирішення, опис контурів керування, розробка функціональної схеми автоматизації, підбір технічних засобів автоматизації, створення електричної принципової схеми.

7. ПЕРЕЛІК МАТЕРІАЛІВ:

18 рисунків, 6 таблиць, 2 додатки

Номер етапу	Зміст етапу проектування (виконання роботи)	Строк виконання (початок - кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Огляд аналогів .	23.04-01.05.2024
2	Розгляд основних питань та головної задачі.	02.05-07.05.2024
3	Основні технічні рішення	08.05-12.05.2024
4	Технічне забезпечення.	13.05-20.05.2024
5	Інформаційне та програмне забезпечення.	21.05-23.05.2024
6	Розроблення схем автоматизації	24.05-28.05.2024
7	Оформлення проектної документації. Здача проекту керівнику	01.06-12.06.2024

8. Завдання видане 29 квітня 2024 року

Керівник проекту:

доцент кафедри КСУ,
к.ф.-м.н., доцент

(підпис)

Сергій СОКОЛОВ

Здобувачка:
студентка гр.
СУдн-04п

(підпис)

Надія ОРОБЕЙ

АНОТАЦІЯ

Оробей Надія Андріївна. Автоматизація технологічного процесу виробництва харчових сиропів.

Кваліфікаційна робота бакалавра. Сумський державний університет, Суми, 2024.

В дипломному проекті розглядається питання на тему: «Автоматизація технологічного процесу виробництва харчових сиропів»

Також розглядаються розрахункові питання.

В пояснювальній записці: 53 сторінки, 18 рисунків, 6 таблиць, 10 джерел, 2 додатки.

Предмет дослідження: технологічний процес виробництва харчових сиропів.

Об'єктом дослідження є процес виробництва харчових сиропів.

Метою дослідження є досягнення, за рахунок вдосконалення алгоритму автоматичного керування, вищої ефективності процесу автокерування температурою сиропу у сироповарильному котлі.

Для того, щоб дійти мети було використано основні методи дослідження: імітаційне моделювання, вивчення літературних джерел, планування експерименту, аналіз даних.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГФС, КОТЕЛ, ХАРЧОВІ СИРОПИ, ОБ'ЄКТ УПРАВЛІННЯ, МОДЕЛЬ.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТОРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри КСУ

_____Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____2024 року.

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

за спеціальністю 151-Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему:

«Автоматизація технологічного процесу виробництва харчових сиропів»

Керівник проекту:

к. ф.-м. н., доцент

Сергій СОКОЛОВ

Здобувачка:

Студентка групи СУдн-04п

Надія ОРОБЕЙ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	12
1 РОЗГЛЯД ОСНОВНИХ ПИТАНЬ. ГОЛОВНА ЗАДАЧА	14
1.1 Сфери застосунку.	14
1.2 Послідовність операцій розробки	16
1.3 Процес управління.....	19
1.3.1 Опис процесу управління	19
1.3.2 Механізм дії процесу управління.....	23
1.4 Постановка задачі	24
2 РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ	26
2.1 Розроблення структурної схеми системи управління	26
2.2 Розроблення функціональної схеми автоматизації.....	28
2.3 Розроблення схеми електричної принципової	29
3 ВИБІР ПРИСТРОЇВ ПОСТАЧАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ	31
3.1 Пульт оператора	31
3.2 Апаратне забезпечення системи управління.....	33
3.2.1 Підбір датчиків.....	33
3.2.2 Виконавчі пристрої.....	39
3.2.3 Пристрій управління.....	44
3.2.4 Джерела живлення	53

					<i>СУдн-04п.6.151.03.ДП</i>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Автоматизація технологічного процесу виробництва харчових сиропів			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Листів</i>
Розроб.		Надія Оробей						10	74	
Перевір.		Сергій Соколов						СумДУ, СУдн-04п		
Реценз.										
Н. Контр.										
Затвердив		Петро ЛЕОНТЬЄВ								

4 ОБЧИСЛЕННЯ ВИТРАТ НА РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ	54
4.1 Витрати на створення моделі управління	54
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	58
ДОДАТОК А – Функціональна схема автоматизації	60
ДОДАТОК Б – Принципова електрична схема системи	61

					<i>СУдн-04п.6.151.03.ДП</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Надія Оробей</i>			<i>Автоматизація технологічного процесу виробництва харчових сиропів</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Сергій Соколов</i>					<i>11</i>	<i>74</i>
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, СУдн-04п</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Петро ЛЕОНТЬЄВ</i>						

ВСТУП

У дипломному проєкті розглядається тема "Автоматизація технологічного процесу виробництва харчових сиропів". Основна мета полягає в зменшенні витрат на виробництво, оскільки для нагрівання сиропу потрібні великі кількості енергії, що й тягне за собою чималі затрати. Щоб їх зменшити, доречно скористатися допомогою оновлених систем керування.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва цукрово-глюкозного сиропу. Цей процес потребує високотемпературного оброблення, що призводить до значних витрат енергії. Однак, за допомогою автоматизованих систем керування можна оптимізувати цей процес і зменшити витрати.

Мета дослідження полягає у підвищенні ефективності процесу автоматичного керування температурою цукрово-глюкозного сиропу у сироповарильному котлі. Це досягається шляхом удосконалення принципів та підходів до автоматичного керування роботою цього об'єкта. Тобто, дослідження спрямоване на знаходження нових методів управління процесом, що не вплине на якість продукції, знизити витрати енергії та покращити загальну продуктивність.

Завдання охоплює кілька ключових кроків:

-розроблення структурної схеми системи керування: Це включає визначення компонентів системи та їх зв'язків між собою.

-вибір апаратного постачання системи керування: Потрібно вибрати необхідне обладнання для реалізації системи керування, яке відповідає вимогам та можливостям.

-розроблення функціональної схеми автоматизації: Це визначення функцій, які має виконувати система керування.

					<i>Судн-04п.6.151.03.ДП</i>	Арк
						12
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-розроблення принципової електричної схеми: Це створення електричної схеми, яка демонструє принцип роботи нашої системи керування.

-розрахунок економічних показників: Оцінка витрат на створення моделі управління.

Це важливі етапи, які допоможуть нам створити ефективну систему керування виробництвом цукрово-глюкозного сиропу.

Кваліфікаційна робота має такий обсяг: сторінок - 61, рисунків - 18, таблиць- 6, джерел- 10, додатків – 2. Це вказує на глибоке дослідження та ретельну підготовку. Тема про сиропи цікава і важлива, оскільки це продукт з широким спектром застосувань.

					<i>СУдн-04п.6.151.03.ДП</i>	<i>Арк</i>
						13
	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 РОЗГЛЯД ОСНОВНИХ ПИТАНЬ. ГОЛОВНА ЗАДАЧА

1.1 Сфери застосунку.

Глюкозно-фруктозний сироп (ГФС) стає все більш перспективною натуральною альтернативою традиційному цукру зараз. Його виробляють з суспензії очищеного крохмалю, відомого як крохмальне молочко, що використовується для виробництва крохмалю та глюкози. Під час процесу відбувається ряд технологічних операцій, таких як ферментативний розріджувач, оцукрювач, вугільно- та іонообмінна очистка, що призводить до отримання сиропу з високим вмістом глюкози, до 95%.

Глюкозно-фруктозний (інвертний) сироп, глюкозний сироп, мальтозний сироп і крохмальна патока є основними видами сиропів, що виробляються в промислових умовах. Серед них, глюкозні сиропи та крохмальна патока найбільш відомі на українському ринку серед кондитерів [1].

Глюкозний сироп часто виробляється з кукурудзи, тоді як деякі європейські виробники використовують крохмаль з картоплі як сировину для виробництва цього сиропу.

Проте, глюкозно-фруктозні та мальтозні сиропи були менш відомі на українському ринку до 2005 року через відсутність їх виробництва в Україні та низьку якість продукту, який пропонувався ринку. Однак ці види сиропів зараз набирають популярності та стають більш доступними на ринку, особливо з розвитком виробництва та вдосконаленням технологій.

Всі ГФС класифікуються залежно від їхнього складу вуглеводів та еквіваленту декстрази, також за кількістю фруктози у суміші. Наприклад, ГФС може містити від 5% до 42% фруктози. Сиропи з вмістом 42–43% фруктози і 51–54% глюкози є найпоширенішими. Решта до 5% складається з ди-, трисахаридів і вищих цукрів [2].

ГФС практично ідентичний за фізико-хімічними та органолептичними властивостями цукру, містить приблизно по 50% глюкози та фруктози, і не містить штучних чи синтетичних речовин, а також харчових добавок. Такий склад робить його привабливою альтернативою для виробників харчових продуктів, які прагнуть до більш природних інгредієнтів.

Сироп широко застосовується у багатьох галузях промисловості з різноманітними цілями. Він використовується для поліпшення смакових якостей, структури продуктів, регулювання ступеня солодкості, подовження терміну зберігання і багато іншого. Наприклад, у медицині сироп використовується для маскування гірких, кислих та інших неприємних смаків лікарських препаратів. Кондитери використовують водні сиропи з вмістом цукру 30-60% для консервування компотів та уварення фруктів. Сироп також використовується в харчовій промисловості як згущувач, підсолоджувач і інгредієнт для приготування різноманітних страв.

Додатково, сироп є ключовим компонентом для виробництва лікеро-горілчаних напоїв, таких як креми, лікери, наливки, пунші, настоянки, десертні та слабоалкогольні напої, а також для горілок та горілок особливих. [3].

Україна має лише два основних виробника глюкозних сиропів: завод "Дніпровський крохмале-патоковий комбінат" та акціонерне товариство "Інтеркорн Корн Просессинг Індастрі". Інші виробники складають всього близько 0,2% ринку. На ринку України доступні різні марки сиропів, які класифікуються за вмістом фруктози: низькофруктозні - до 20% фруктози, середньофруктозні та високофруктозні [1].

ВАТ "Інтеркорн Корн Процесінг Індастрі" є розробником трьох видів мальтозних паток, основним складовим вуглеводним компонентом якої є дисахарид мальтоза. На сьогоднішній день підприємство виготовляє мальтозну патоку з кукурудзяного крохмалю за допомогою методу кислотного або ферментативного розрідження, з використанням бактеріальної α -амілази, а

потім проводить ферментативне оцукрення. Цей процес дозволяє отримати продукт з потрібним вуглеводним складом, що задовольняє потреби харчового ринку.

Нова технологія отримання мальтозної патоки дозволяє отримувати очищений продукт з заданими фізико-хімічними і органолептичними показниками, що відповідають вимогам споживачів. Завдяки цьому можна використовувати її у виробництві кондитерських виробів, та інших галузях харчової промисловості.

Ми, українці, у галузі виробництва сиропів маємо всі підстави дивитися оптимістично в майбутнє. Країна має багату сировинну базу, що сприяє виготовлення глюкозних сиропів, таких як кукурудза, пшениця та картопля, і маємо всі можливості для виробництва такого продукту [5].

1.2 Послідовність операцій розробки

Технологічний процес виготовлення глюкозного сиропу розпочинається з надходження зерна з кукурудзи, яке очищається від сторонніх домішок методом просіювання та повітряного сепарування. Потім кукурудза вимочується у теплій воді з двоокисом сірки протягом 48 годин для розбухання та розм'якшення, а також для запобігання розвитку мікроорганізмів. Під час цього процесу видаляються розчинні білки та мінеральні солі.

Після вимочування кукурудзи розм'якшені зерна дрібняться, щоб видалити паростки, не пошкодивши їх, і утворюється суспензія з крохмалю, клейковини, паростків та волокон. Паростки відділяються від суміші за допомогою центрифуги, а потім суспензія проходить через фільтри для видалення волокон, залишаючи лише крохмаль та клейковину.

Далі крохмальне молоко очищується від клейковини на високошвидкісних центрифугах, а потім згущується в безперервному режимі. Очищена

					<i>СУдн-04п.6.151.03.ДП</i>	Арк
						16
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

крохмальна суспензія направляється на оцукрення, яке проводиться у безперервному режимі за допомогою спеціальних оцукрювачів.

Важливо, щоб крохмаль був очищений від білків до оцукрення, оскільки їх присутність може призвести до піноутворення під час варіння готового сиропу, що є небажаним для виробництва деяких продуктів.

Технологія виробництва глюкозного сиропу може включати кілька методів, таких як кислотно-ферментативне оцукрювання або багатоетапне ферментативне оцукрювання.

При кислотно-ферментативному методі крохмальне молоко спочатку піддається гідролізу під впливом кислоти до досягнення необхідного Декстрозного еквіваленту (ДЕ), що вказує на вміст глюкози. Потім гідроліз завершується за допомогою ферменту, зазвичай α -амілази, що дозволяє отримати мальтозну патоку.

У багатоетапному ферментативному методі спочатку крохмальне зерно проходить клейстеризацію, а потім піддається гідролізу за допомогою α -амілази, що розщеплює полімерну структуру крохмалю.

Для виготовлення фруктозомісткого сиропу, його спочатку піддають дії ферменту ізомеразу, яка перетворює частину глюкози у фруктозу.

Опісля, всі сиропи фільтруються, знебарвлюються та згущуються. Деякі сиропи можуть пройти подальшу очистку від іонообмінних смол. Такий процес забезпечує високу якість та чистоту готового продукту.

Рисунок 1.1 зображає технологічну схему виробництва сиропу.

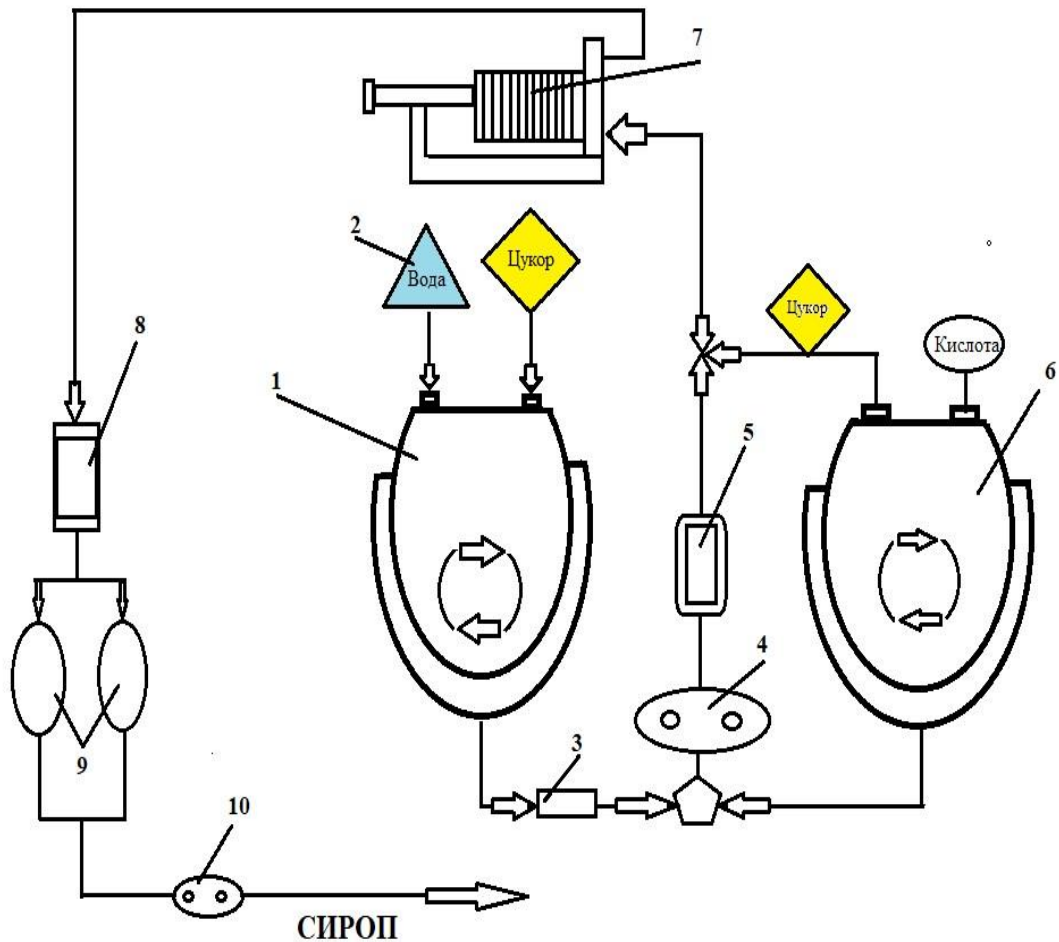


Рисунок 1.1 – Технологія виробництва сиропу. Схема [4]

1 –котел для варіння сиропу; 2 – чаша виміру; 3 – фільтрувальний колектор; 4, 10 – помпи; 5 – теплообмінник; 6 – чаша для гідролізу сахароз; 7 – фільтроуловлювач; 8 – пристрій для охолодження; 9 – збирач інвертних сиропів

Технологічний процес виробництва цукрового сиропу включає кілька етапів:

- нагрівання води та додавання цукру. У котел для варки сиропу наливається вода та нагрівається до закипання, після чого додається певна кількість цукру;

- фільтрація та охолодження. Після кип'ятіння сироп проходить через фільтр-уловлювач та охолоджується до 70°C у теплообміннику;

- інверсія сахарози. Інверсія сахарози відбувається у ємності, де додається 50% водний розчин лимонної кислоти та змішується. Суміш витримується при 70°C протягом 2 годин, з часом перемішування. При довгому охолодженні час витримки скорочується;

- додавання активованого вугілля. За 10 хвилин до закінчення інверсії додається активоване вугілля, після чого суміш витримується ще 10 хвилин та проходить через фільтр;

- охолодження та зберігання. Сироп охолоджується до 20°C та передається у закриті збірники для зберігання при температурі від 10 до 20°C.

Виготовлений цукровий сироп проходить контроль вмісту сухих речовин, інвертного цукру та органолептичні показники. При частковій інверсії сахарози напої виходять з приємним, смачним ароматом. Також головним є зменшення витрат цукру при виготовленні напоїв, що не містять алкоголь [2].

1.3 Процес управління

1.3.1 Опис процесу управління

Для виробництва глюкозних сиропів з вмістом цукру до 65% та інвертних (фруктозних) сиропів у харчовій промисловості завжди застосовують сироповарильні котли (рис. 1.2).

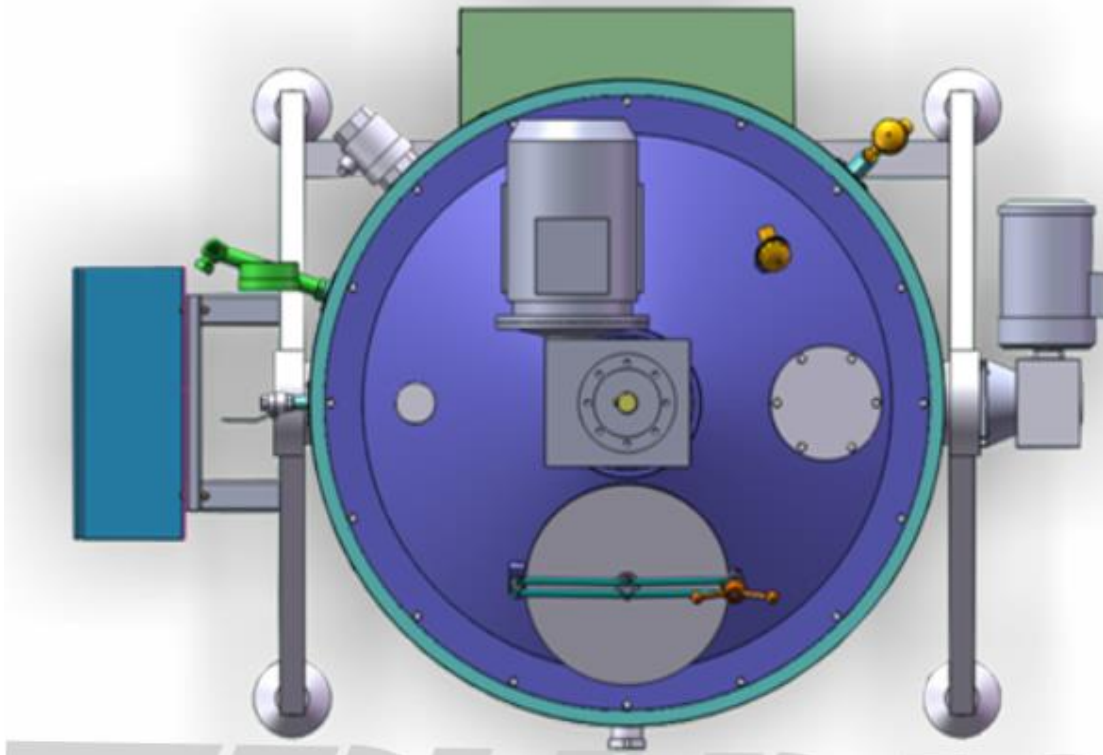
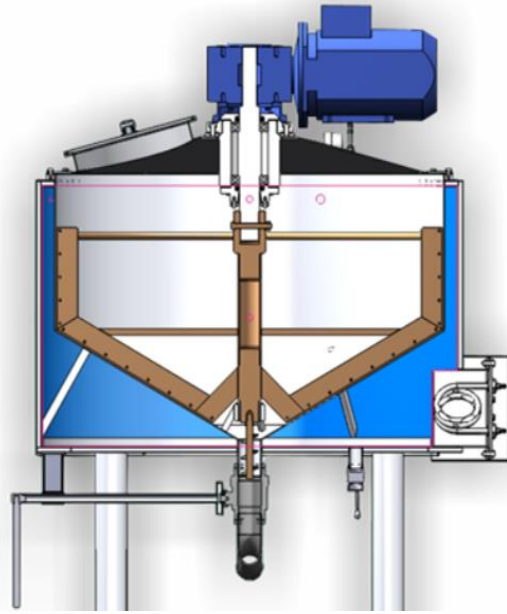


Рисунок 1.2 –Котел для варки сиропу [4]

Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

СУдн-04п.6.151.03.ДП

Арк
20

Варочні котли використовуються в кондитерській, молочній, плодоовочевій та інших галузях промисловості для виготовлення цукрового, цукрово-патокового та інших сиропів. Сироповарильний котел обладнаний теплоізолюваною сорочкою, в яку заливається або подається теплоносій (гліцерин, термічне масло або пар, залежно від технології та побажань клієнта). ТЕНи, встановлені в нижній частині котла, служать для нагріву теплоносія та забезпечують необхідний нагрів.

Пар, як теплоносій, використовується за наявності зовнішнього джерела пари. У цьому випадку в котлі передбачений спеціальний патрубок для його подачі, а також можлива комплектація обладнання регулятором температури пари та пристроєм для відведення конденсату.

Функцію перемішування продукту виконує знімна мішалка з приводом (якірна або якірно-турбінна, залежно від потреб клієнта). Для розбивання грудок та підвищення якості перемішування варильний котел може бути додатково оснащений турбінкою. Завантаження продукту здійснюється через люк, розташований у кришці котла, а розвантаження – через кран у конусному дні. При виконанні складних завдань, таких як розвантаження продуктів з високим ступенем в'язкості або необхідність перекачування продукту на інший рівень, можлива комплектація насосом з обігріваним трубопроводом.

Температурні та часові параметри задаються на пульті управління. Час варіння сиропу залежить від специфіки технології. Всі деталі варильного котла, що контактують з продуктом, виготовлені з нержавіючої сталі харчових марок [4].

Таблиця 1.1 – Технохарактеристики сироповарильного котла, ємністю 350 літрів

Ємність, дм куб., (літрів)	350
Частота оборотів мішання, оборотів/хвилину	25-40
Сила приводного механізму, (кВт)	2,6
Напруга у внутр. сорочці, (кВт)	20
Присутність сорочки нагрівання	присутня
Температура в котлі (град Цельсія)	до 125
Теплопереносник	Термічне мастило чи гліцерин
Об'єм рідини, що містить теплоносійний контур, (літри)	200
Матеріал – спец.нержавійка для харчових продуктів	присутня
Облицювання	З нержавіючої відполірованої сталі
Габарити (м)м	1000 * 950

Оснащення сироповарильного котла може бути досить різноманітним і залежить від конкретних потреб виробництва. Нижче наведені кілька основних компонентів, які можуть входити до складу такого котла.

1. Мірна трубка. Це пристрій, який використовується для точного вимірювання кількості рідини або інших речовин, які додаються до котла.
2. Миючі головки. Ці пристрої призначені для очищення внутрішніх поверхонь котла від залишків сиропу або інших матеріалів після процесу приготування.

3. Перемішувальний пристрій зі шкребками. Цей пристрій забезпечує рівномірне перемішування і нагрів продукту. Він може бути обладнаний мотором-редуктором для ефективної роботи.

4. Циркуляційний насос теплоносія. Насос використовується для циркуляції теплоносія (наприклад, води або гліцерину) для рівномірного нагріву продукту і підтримки потрібної температури.

5. Система захисту тенів. Ця система призначена для запобігання пошкодженню ТЕНів в разі "сухого" включення, коли відсутній достатній рівень рідини в котлі.

6. Датчики індикації і контролю. Датчики температури і інші пристрої використовуються також для автоматичної зупинки роботи пристроїв у певних ситуаціях.

Усі ці компоненти спільно допомагають забезпечити ефективну роботу сироповарильного котла і забезпечити високу якість та безпеку виробництва.

1.3.2 Механізм дії процесу управління

Процес виготовлення цукрового сиропу, включає декілька важливих кроків, що наведені нижче, для досягнення високої якості продукту.

1. Розчинення цукру в воді. Цей етап передбачає розчинення цукру у нагрітій воді. Після додавання цукру воді і перемішування розчин повільно нагрівається до кипіння.

2. Кипіння сиропу і видалення піни. Коли сироп починає кипіти, відбувається видалення утвореної піни, що містить незакріплені домішки і білки. Це може здійснюватися шляхом зниження температури або збільшення швидкості вентиляції.

3. Повільне кипіння та регулювання температури. Після видалення піни сироп кипить повільно, з постійним перемішуванням. Температура контролюється

так, щоб уникнути карамелізації цукру та забезпечити потрібний ступінь в'язкості і вологості.

4. Фільтрація і охолодження. Після досягнення потрібної концентрації цукру (зазвичай 60-65%), варіння припиняють і сироп фільтрують для видалення будь-яких залишкових домішок і твердих частинок. Потім сироп охолоджується перед зберіганням або використанням.

Цей процес допомагає забезпечити якість цукрового сиропу та видалити забруднення, що можуть впливати на його смак, колір та консистенцію [2].

1.4 Постановка задачі

Моє завдання націлене на вдосконалення системи автоматичного керування температурою цукрового сиропу під час його приготування. Для досягнення цієї мети важливо мати математичну модель об'єкта керування. Це дає можливість застосовувати методи теорії автоматичного керування для оптимізації процесу.

Ідентифікація об'єкта керування включає кілька етапів, включаючи структурну і параметричну ідентифікацію, а також оцінку адекватності моделі.

Після цього модель можна перевірити на адекватність за допомогою імітаційного моделювання в середовищі, наприклад, Simulink.

Одним з ключових критеріїв успішності цього процесу є нормоване середньоквадратичне відхилення між результатами моделювання та експериментальними даними. Важливо, щоб це відхилення не перевищувало 10%, щоб модель була достатньо адекватною для використання в системі автоматичного керування.

Успішне завершення цього дослідження допоможе підвищити точність та ефективність процесу приготування цукрового сиропу, що може мати велике

значення для промислових виробників та підприємств, які використовують цей продукт у своїй продукції.

					<i>СУдн-04п.6.151.03.ДП</i>	<i>Арк</i>
						25
	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2. РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Розроблення структурної схеми системи управління

Зобразимо стабілізацію температури всередині сироповарильного котла для збереження якості сиропу.

На рисунку 2.1 зображено об'єкт автоматизації: структурну схему котла для варки сиропів.

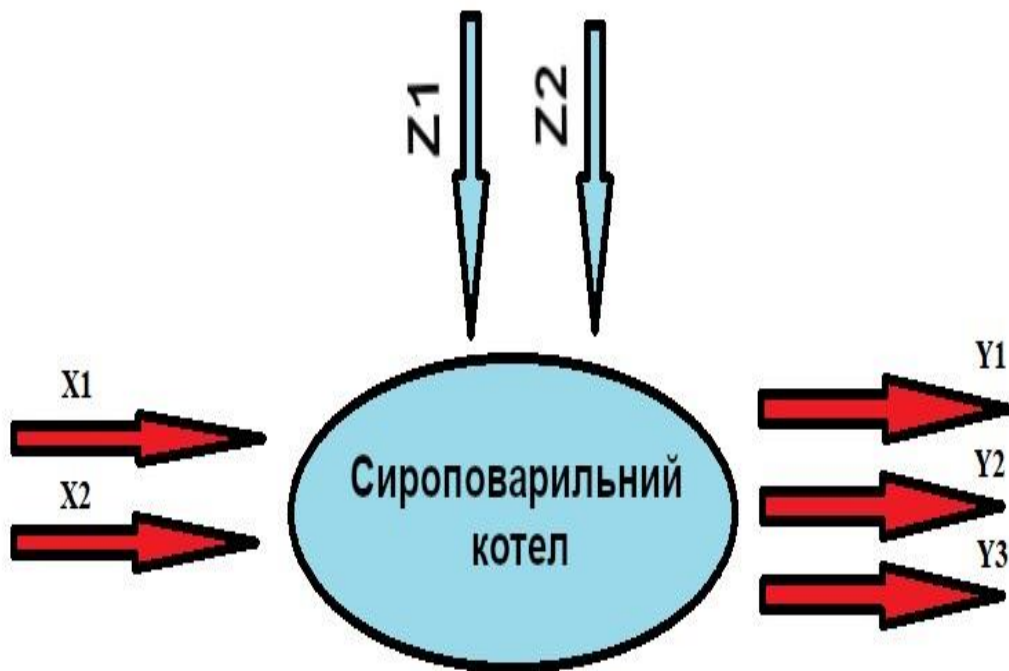


Рисунок 2.1 - Структурна схема сироповарильного котла [4]

Вхідні впливи:

X1 – електронагріву, P (0-20кВт)

X2 – час варіння (17-27хв).

Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Вихідні параметри:

Y1 – вогкість сиропів, w (16-18%);

Y2 – температура сиропів, T (90-95 °C);

Y3 – в'язкість сиропів μ (13-20 Па X с);

Збурюючі впливи:

Z1 – оберти мішання n (0-35 об/хв);

Z2 – якої якості цукор .

Рисунок 2.2 представляє структурну схему системи керування, зображені наступні елементи:

- пристрої управління і індикації. Це інтерфейс для взаємодії з оператором, де він може контролювати та спостерігати за параметрами процесу;
- програмований логічний контролер – ПЛК, як пристрій управління. Це основний контролер, який приймає дані від датчиків та оператора і керує роботою сироповарильного котла та інших пристроїв;
- сироповарильний котел, привід пристроями, що перемішують, силові ланцюги керування,-як об'єкт управління. Це сам процес виробництва сиропу, який керується ПЛК залежно від отриманих сигналів;
- датчики температури, тиску та рівня сиропу,що знаходиться всередині котла. Ці датчики надають реальні дані про стан процесу, які використовуються ПЛК для прийняття рішень щодо регулювання;
- привід перемішування. Включення приводу перемішування здійснюється ПЛК і є однією з функцій дискретного керування;
- дискретні датчики "СТОП" і "ПУСК". Ці датчики надають сигнали про зупинку або запуск процесу, які також керуються ПЛК;
- індикаторні лампи. вони вмикаються коли досягаються критичні значення рівнів тиску та температури, щоб оператор міг швидко виявити проблеми та втрутитися.

2. Пульт оператора з панеллю серії Eсо. Відображає дані про перебіг технологічних процесів та дозволяє операторові моніторити та керувати системою.
3. Датчик температури Sensit PTS 45-100. Вимірює температуру сиропу і передає ці дані в ПЛК.
4. Тиристорний регулятор потужності серії Terneo SNEG. Отримує сигнал від ПЛК щодо розрахованої потужності електронагрівачів та керує їх роботою.
5. Ультразвуковий рівнемір Endress+Hauser Prosonic T FMU30-AAHEABGHF. Відслідковує рівень сиропу в котлі.
6. Манометр гліцериновий типу МПАК-18. Контролює тиск в котлі.
7. Кнопки ПУСК та СТОП серії LIA-119 (HPS 1-1 та HPS 2-1). Використовуються для запуску та зупинки системи.
8. Сигнальні лампи. Сповіщають оператора про досягнення граничних значень тиску, рівня та температури.
9. Триполюсне твердотіле реле AF12-30-10-11 КОНТАКТОР AF12. Відповідає за пуск та зупинку приводу перемішування.

Ці компоненти спільно працюють, щоб забезпечити оптимальні умови виробництва та надійність процесу виготовлення цукрово-глюкозного сиропу.

Функціональна схема автоматизації наведена в ДОДАТКУ А.

2.3 Розробка схеми електричної принципової

Принципова схема системи керування, використовує контролери серії VIPA V200, які складаються з різних блоків. Один з основних блоків - це процесорний блок контролера. Його функція полягає в перетворенні аналогових та дискретних вхідних сигналів у цифрову форму, обробці цієї інформації відповідно до обраного алгоритму керування, а також у

перетворенні внутрішніх цифрових сигналів у дискретні та аналогові вихідні сигнали.

Короткий опис кожної частини типової схеми живлення та підключення аналогових сигналів до контролера наведено нижче.

1. Блок живлення. Підключений до промислової мережі напругою 220 В, блок живлення генерує дві напруги по 24 В постійного струму. Ці напруги використовуються для живлення блоку контролера, інтерфейсних ланцюгів блоку контролера та ланцюгів аналогових виходів.

2. Модуль стабілізованої напруги та модуль процесора. Основні компоненти контролера, які відповідають за обробку сигналів та управління системою. Модуль процесора відповідає за обробку і аналіз сигналів, а модуль стабілізованої напруги - за живлення контролера.

3. Клемно-блокові з'єднання. Для надання інформації про аналогові сигнали слугують саме клемно-блокові з'єднання. Вони передаються до аналогоих входів призначених портів контролю. Включаючи частину кабелю з одного краю, де розміщена вилка роз'єму, та з іншого, де розміщена спеціальна колодка для клем, слугуюча для підключення вхідних та вихідних аналогових ланцюгів відповідного блоку контролера.

Ця схема забезпечує стабільне живлення контролера та правильне підключення аналогових сигналів для ефективного управління системою.

Принципова електрична схема системи наведена в ДОДАТКУ Б [7].

3 ВИБІР ПРИСТРОЇВ ПОСТАЧАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

3.1 Пульта оператора



Рисунок 3.1 – Панель серії Eco

Пульт оператора з панеллю серії Eco, сполучений з системою візуалізації Movikon Basik, дійсно може забезпечити вам потужні можливості управління та візуалізації проектів. Деякі переваги цієї комбінації наведені нижче.

1. Потужний функціонал: система візуалізації Movikon Basik володіє широким спектром функцій для відображення даних, управління процесами та забезпечення ефективного моніторингу та управління.
2. Простота використання: дякуючи простому інтерфейсу розробки, можна швидко створювати і відлагоджувати свої візуалізаційні проекти без значних зусиль.
3. Масштабність: система Movikon Basik дозволяє масштабувати проекти

від невеликих до дуже складних систем автоматизації, що робить її відмінним вибором для різних за розміром та складністю завдань.

Загалом, комбінація панелі серії Eсо з системою візуалізації Movikon Basic надає нам потужні інструменти для успішного впровадження вашого проекту автоматизації.

Панель оператора серії Eсо забезпечує ряд переваг і можливостей для ефективного управління та візуалізації системи. Деякі характеристики та функціонал цієї панелі описані нижче.

1. Розмір екрану та тип дисплея: великий кольоровий TFT-дисплей розміром від 22 до 32 дюймів забезпечує зручний та чіткий візуальний інтерфейс.
2. Процесор: панель обладнана потужним процесором Cortex-A8 з тактовою частотою 1000 МГц, що забезпечує швидку та надійну роботу.
3. Інтерфейси: Різноманітні інтерфейси, такі як rs-232, rs -485, Ethernet, USB, дозволяють зручно підключати панель до різних пристроїв та мереж.
4. Пам'ять: великий обсяг користувацької пам'яті (від 50 до 256 Мбайт) дозволяє зберігати великі обсяги даних та програм.
5. Операційна система: встановлена операційна система Windows Embedded CE 6.0 Professional, що забезпечує стабільну та надійну роботу пристрою.
6. Середовище виконання Movikon BASIC 11: Це середовище дозволяє розробляти та виконувати програми для візуалізації та управління, забезпечуючи широкий функціонал та простоту використання.

Загалом, панель оператора серії Eсо є потужним інструментом для візуалізації та управління вашими проектами автоматизації, який забезпечить зручність, ефективність та надійність.

Пульт оператора Eсо 62P-NHC0-CB має наступні характеристики:

- напруга живлення - 24В;

СУдн-04п.6.151.03.ДП

Арк
32

Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	----------	--------	------

- потужність споживання - 27Вт.

3.2 Апаратне забезпечення системи управління.

3.2.1 Підбір давачів

Манометр типу МПАК-18 призначений для вимірювання і градування абсолютного і надлишкового тиску. Він може бути використаний у різних технічних системах і процесах, де важливо виміряти абсолютний тиск, тобто тиск відносно абсолютної вакуумної.

Манометр гліцериновий Ø100 мм з підключенням знизу, G 1/2", робочий тиск 0 - 1000 бар має великий діапазон вимірювання тиску і досить високу точність. Він може бути використаний як для вимірювання тиску в рідинних, газових та парових середовищах, так і для контролю тиску в різних технологічних процесах.

Цей манометр має бути коректно установлений та належно залітений, щоб забезпечити правильні вимірювання тиску. Важливо також регулярно перевіряти та калібрувати його, щоб забезпечити точність вимірювань і тривалу його експлуатацію.

Ось технічні характеристики манометру:

1. Призначення: для вимірювання рівня і температури чистих продуктів, а також інших рідких неагресивних рідин різних виробництв.
2. Робочий принцип: ультразвуковий.
3. Діапазон вимірювання рівня: визначається конкретними параметрами виробництва і може бути налаштований відповідно до потреб користувача.

4. Матеріал корпусу: зазвичай виготовлений з нержавіючої сталі або іншого корозійностійкого матеріалу.

5. Діапазон вимірювання температури: зазвичай від -40°C до $+100^{\circ}\text{C}$, але може бути розширений або зменшений в залежності від конкретних вимог, описаних нижче.



Рисунок 3.2 – Манометр гліцериновий типу МПАК-18

6. Точність вимірювання: зазвичай має високу точність вимірювання рівня і температури, залежно від моделі та виробника.

7. Інтерфейс зв'язку: зазвичай має цифровий інтерфейс зв'язку для передачі даних до системи моніторингу або контролю.

8. Монтаж: може бути вмонтований прямо на резервуарі або встановлений за допомогою спеціального кріплення.

9. Живлення: зазвичай живиться від мережі змінного струму або вбудованим акумулятором для незалежної роботи від мережі.

10. Відповідність стандартам: може бути сертифікований згідно з міжнародними та національними стандартами якості і безпеки.

Ці характеристики можуть варіюватися в залежності від конкретної моделі і виробника.

Ультразвуковий рівнемір Endress+Hauser Prosonic T FMU30-AAHEABGHF.

Ось технічні характеристики ультразвукового рівнеміра Endress+Hauser Prosonic T FMU30-AAHEABGHF:

- максимальна довжина чутливого елемента (ЧЕ) датчика: 3,5 метра;
- верхній невимірюваний рівень: не більше $(0,23 + H_{п} - H_{погр})$ м, де $H_{п}$ - исота поплавця, $H_{погр}$ - глибина занурення поплавця;

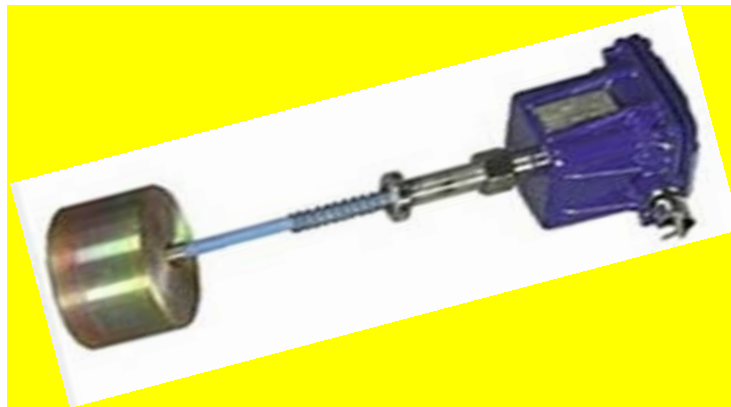


Рисунок 3.3 – Ультразвуковий рівнемір

Endress+Hauser Prosonic T FMU30-AAHEABGHF

- нижній невимірювальний рівень: не більше $(0,08 + H_{погр})$ м;
- робочий надлишковий тиск: не більше 2,2 Мпа;

					СУдн-04п.6.151.03.ДП	Арк
						35
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- температура середовища: від -50°C до $+65^{\circ}\text{C}$;
- додаткова похибка вимірювання рівня: залежить від зміни щільності рідини в робочому діапазоні температур;
- абсолютна основна похибка вимірювання температури:
 - а) в діапазоні від -45°C до -10°C : не більше $\pm 2^{\circ}\text{C}$;
 - б) в діапазоні від -10°C до $+75^{\circ}\text{C}$: не більше $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.
- стандартний струмовий вихід: 4-20 мА;
- надійність:
 - а) середнє напрацювання на відмову: не менше 70 000 годин з урахуванням технічного обслуговування;
 - б) строк придатності: 10 років.
 - в) конструкторські параметри:
 - габарити: не більше 140x13x125 мм;
 - вага: не більше 3,3 кг;
 - маса: не більше 3,3 кг;

Датчик температури Sensit PTS 45-100

Це високоефективний та надійний датчик, який може забезпечити точне та стабільне вимірювання рівня та температури в різних умовах.

Вимірювані середовища: - газоподібні і рідкі, хімічно агресивні і неагресивні середовища.

Діапазони вимірювання: від -50 до $+400^{\circ}\text{C}$.

Вихід струму 4-20 мА.

Характеристики: 100 мм x $\varnothing 6$ мм, М 20x1.5, IP 54.

СУдн-04п.6.151.03.ДП

Арк
36

Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	----------	--------	------

Похибка вимірювання: - $\pm 3,25$ °С, при -40 ... 300 °С; - $\pm 0,0087$ Тсредн., при 300 ... 600 °С.



Рисунок 3.4 – датчик температури Sensit PTS 45-100

Вимірювані середовища: - газоподібні і рідкі, хімічно агресивні і неагресивні середовища.

Отримані технічні дані стосуються датчика температури, який призначений для вимірювання газоподібних і рідких середовищ, як хімічно агресивних, так і неагресивних. Цей датчик відповідає високим стандартам якості і може надійно працювати в різних умовах експлуатації, забезпечуючи точне вимірювання температури в широкому діапазоні.

Перемикачі та кнопки серії LA-118

					СУдн-04п.6.151.03.ДП	Арк
						37
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Призначені для використання в електричних ланцюгах змінного струму частотою 50/60 Гц з напругою до 680 В і постійного струму з напругою до 450 В. Їх головним призначенням є оперативне керування технологічним обладнанням. Ось деякі ключові характеристики цих виробів:

1. Встановлюються в стандартні отвори діаметром 23,3 мм на жорсткій металевій або пластиковій панелі.
2. Модульна конструкція дозволяє їх встановлювати на панелі товщиною до 5 мм.
3. Виготовлені відповідно до стандартів, що гарантує їх високу якість та безпеку в експлуатації.
4. У базі кнопок укомплектовані дві контактні групи, і є можливість встановлення додаткових контактів, що забезпечує більш гнучке використання в електричних ланцюгах. Ці перемикачі та кнопки надійні та ефективні в експлуатації, що робить їх популярними для використання в різних технічних системах.

Стандартна контактна група апаратів серії LIA-119 (HPS 1-1 та HPS 2-1) містить 1 Normall Open (зазвичай відкритий) і 1 Normall Cloosed (зазвичай закритий) самоочисні пружинні контакти.



Рисунок 3.5 – Зовнішній вигляд кнопки

Це означає, що за замовчуванням в одному положенні ключа апарат буде мати відкритий контакт, а в іншому - закритий .

Однак, є можливість встановлення додаткових груп контактів залежно від потреби. Можна встановити і інші комбінації.

3.2.2 Виконавчі пристрої

Тиристорний регулятор потужності Terneo SNEG - це пристрій, який використовується для керування потужністю електричних нагрівальних елементів, таких як тен. Тиристири в цьому пристрої дозволяють змінювати ефективність використання електричної енергії шляхом регулювання часу подачі струму на нагрівальні елементи.

Використання тиристорного регулятора потужності для керування тенами дозволяє ефективно контролювати температуру в сироповарильному котлі. Він регулюється з використанням сигналів керування, які, наприклад, можуть бути вироблені програмованим логічним контролером (ПЛК) або іншими системами автоматизації.

Такий тип регулятора може забезпечити точне й стабільне управління нагрівом, що важливо для процесу приготування цукрового сиропу. Він дозволяє регулювати потужність нагріву в широкому діапазоні, що дозволяє точно підтримувати задану температуру і уникати перегріву або недогріву сиропу.



Рисунок 3.6 – Тиристорний регулятор потужності серії Terneo SNEG

					СУдн-04п.6.151.03.ДП	Арк
						40
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 2.2 – Технохарактеристики тиристорного регулятора потужності Terneo SNEG

Фази (кількість)	одна	три
Надана потужність	110 / 220 / 380 / 440 В~ (гвинта в керуючій) ланці 220В~ 50 / 60 герц)	
межі потужності, що допускаються	від 95 до 120 % номін. потужності	Від 95–125 % номін. потужності
номіналь. частоти	55/65 Гц (автовизначення), можливе відхил. — ± 1 Гц	
Струм напруги (Min) (А)	1	
Діапазон вихідних значень	Управління фазами: від 3 до 99 %. Управління циклами: від 0 до 100 %	
Види навантажень	Управління фазами: резистивне, індуктивне., Циклічне дискретне управління: резистивне	
напруга споживання	Мах.- 6 Вт (не врах. споживання гвинтів охолодження)	Мах. 11 Вт (не врах. споживання гвинтів охолодження)
індикаційні методи	Показ показань і налаштувань: екран з 7-сегментним 4-розрядним дисплеєм. індикація положення: 4 СИД.	Показ показань і налаштувань: екран з 7-сегментним 4-розрядним дисплеєм. індикація положення: 6 СИД.
Вихід з точністю	Управління статистичною потужністю зі зворотнім зв'язком: с похибк. ± 2 % п. ш. від ном. потужності (с похибк. ± 10 % п. ш. відхилення від ном. Потужності- 1–10-кр. відхилу при роботі під навантаженням). Звичайний режим управління: ± 10 % п. ш. від ном. потужності	
Методи налагодження	Клавіші клавіатури. Інтерфейс з'єднання.	
Спосіб курування	Автомат. керування: діапазони 4-20 мА, 0-20 мА, 0-5 В, 1-5 В, 0-10 В, імпульсна потужність (0/12 В), без виходу напруги (увімк./вимк.). Ручне керування: внутрішній потенціометр 10 кОм, зовнішній потенціометр 3-10 кОм (понад 2 Вт).	
Завадо-стійкість	Шум прямокутн. форми з амплітудою ± 2 кВ (імпульсна ширина 1 мкс) від імітатора шуму.	
Зберіг. і експлуату в. в умовах	Атмосф. умови	Від -10 до +50 °С, зберігання: від -20 до +80 °С Відносно від 3 до 95 %
	Вологість	
Сертифікація	СЕ	

Опис характеристик пускача Terneo SNEG наведенийи нижче.

					Судн-04п.6.151.03.ДП	Арк
						41
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1. Тип: тиристорний пускач.
2. Максимальний струм: до 60 ампер.
3. Максимальна напруга: до 1000 вольт.
4. Контроль вмикання: підтримка керування зовнішніми сигналами.
5. Температурний діапазон: від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$.
6. Захист: вбудовані заходи захисту від перевантаження і короткого замикання.
7. Інтерфейс: можливість підключення зовнішніх потенціометрів для точного налаштування.
8. Вихідні характеристики: підтримка високоефективної регуляції потужності з мінімальними втратами.



Рисунок 3.7 – Сигнальна лампа 24В

Таблиця 3.1 – Технохарактеристики сигнальної лампи 24В

Продукція серії	Harmony XVL
Виріб типу	Сигнальні лампи
Назва	Сигнальна лампа 24В
Розмір (діам)	24 мм
Світлоподача	Лампочки світлодідні під ковпаком
Блок світлосигналізації	Червоно-оранжевий
Захист	Резистор баласту, що вмонтований
Зворотна полярність (захист)	Вмонтовані діоди
Ном. потуж. живлення [Us]	24 V AC / DC 50 / 60 Hz

Пускач приводу змішування AF12-30-10-11 КОНТАКТОР AF12.



Рисунок 3.8 – Пускач приводу змішування AF12-30-10-11 КОНТАКТОР AF12

					СУдн-04п.6.151.03.ДП	Арк
						43
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опис характеристик пускача AF12-30-10-11 КОНТАКТОР AF12 наведені нижче.

1. Тип: тиристорний пускач.
2. Максимальний струм: до 68 ампер.
3. Максимальна напруга: до 1000 вольт.
4. Контроль вмикання: підтримка керування зовнішніми сигналами.
5. Температурний діапазон: від -40°C до +85°C.
6. Захист: вбудовані заходи захисту від перевантаження і короткого замикання.
7. Інтерфейс: можливість підключення зовнішніх потенціометрів для точного налаштування.
8. Вихідні характеристики: підтримка високоефективної регуляції потужності з мінімальними втратами.

Ці характеристики відображають основні технічні параметри пускача AF12-30-10-11 КОНТАКТОР AF12 і можуть змінюватися в залежності від конкретних вимог та умов застосування.

3.2.3 Пристрій управління

Процесорний модуль 6ES7214-1AG40-0XB0 SIEMENS ЦЕНТРАЛЬНИЙ ПРОЦЕСОР.

Керування роботою сироповарильного котла здійснюється з допомогою процесорного модуля 6ES7214-1AG40-0XB0 SIEMENS. Це модуль з певними характеристиками щодо обробки даних та управління. Він має достатню потужність для керування всією системою сироповарильного котла, включаючи температурний регулятор, датчики та інші пристрої.

Враховуючи тип процесорного модуля, можна очікувати, що він забезпечить швидку та ефективну обробку даних, що може бути важливо для реагування на зміни у параметрах процесу. Продукти VIPA відомі своєю надійністю, тому можна очікувати, що цей процесорний модуль буде працювати стабільно протягом тривалого часу без серйозних збоїв чи перебоїв.

Ймовірно, модуль сумісний з іншими компонентами системи VIPA System серії 200V, що спрощує процес інтеграції та забезпечує високий рівень сумісності та взаємодії.

Ці характеристики роблять процесорний модуль 6ES7214-1AG40-0XB0 SIEMENS відмінним вибором для керування сироповарильним котлом і забезпечують ефективну та надійну роботу нашої системи.



Рисунок 3.9 – Процесорний модуль 6ES7214-1AG40-0XB0 SIEMENS
ЦЕНТРАЛЬНИЙ ПРОЦЕСОР

Модуль 6ES7214-1AG40-0XB0 вироблений у Швейцарії є центральним процесором, який використовується в програмованих контролерах. Деякі характеристики цього модуля наведені нижче.

1. Тип: центральний процесор (CPU).
2. Компонент: входить до складу системи SIMATIC S7-1200.

3. Номер моделі: 6ES7214-1AG40-0XB0.

4. Технічні характеристики:

- доступ до швидкості CPU відповідає реактивній спроможності;
- номінальний робочий струм -12 А;
- нотужність двигуна (АС-3, 380В 50 Гц), кВт-5,5;
- номінальна напруга котушки керування, В -24-60 АС/DC;
- кількість та вид додаткових контактів-1НВ;
- тип нереверсивний;
- наявність оболонки - немає;
- наявність теплового реле- немає.

Таблиця 3.2 – Технохарактеристики Процесорного модуля
6ES7214-1AG40-0XB0

Назва	Показник
Об'єм пам'яті(кБайт)	98
Об'єм операт.пам'яті(кБайт)	146
Розширен. об'єму пам'яті	ММС (до 516 МБ)
Години	Реальн.час
Запрограмовано	WinPLC7 від VІРА
Інтерфейси	MP ² I, Ethernet 10 / 100 MBit
Входи/виходи в т.ч	
- Дискретні	1028
- Алогові	130
Модулі розширення, кількість під'єднань	34, в т.ч аналогові-18
Потужність споживання L+	24V DC

СУдн-04п.6.151.03.ДП

Арк

46

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Модуль дискретного вводу VIPA 221-1BF30.

Модуль дискретного вводу VIPA 221-1BF30 - це компонент автоматизаційної техніки, який зазвичай використовується для зчитування цифрових сигналів в системах автоматизації. Характеристики цього модуля наведені нижче.

1. Тип модуля: дискретний ввід.
2. Кількість входів: зазвичай цей модуль має 16 входів.
3. Тип входів: цифрові входи для зчитування стану (ввімкнено/вимкнено).
4. Напруга живлення: зазвичай працює з напругою 24 В постійного струму (DC).
5. Електрична ізоляція: забезпечується гальванічною ізоляцією між входами та системною шиною.
6. Інтерфейс з системою: можливість з'єднання з контролером або іншими модулями через шину зв'язку (наприклад, Profibus або Profinet, в залежності від моделі).
7. Захист: можливість захисту від короткого замикання і перенапруги.
8. Температурний діапазон: звичайно працює в діапазоні від -25°C до $+60^{\circ}\text{C}$.
9. Монтаж: можливість панельного монтажу на DIN-рейку для зручності установки.



Рисунок 3.10 – Модуль дискретного вводу VIPA 221-1BF30

Модуль дискретного вводу VIPA 221-1BF30 - це один із компонентів системи автоматизації, який призначений для збору інформації з дискретних

					СУдн-04п.6.151.03.ДП	Арк
						47
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сигналів і подальшої обробки цієї інформації контролером. Деякі характеристики цього модуля наведені нижче.

1. Кількість входів: модуль VIPA 221-1BF30 має 16 дискретних входів, що дозволяє підключати до нього до 16 різних пристроїв або сенсорів.
2. Тип входів: цей модуль має дискретні входи, призначені для прийому цифрових сигналів, таких як "Ввімкнено" або "Вимкнено".
3. Напруга живлення: він працює з напругою живлення 24 В постійного струму (DC).
4. Загальна потужність входів: максимальна загальна потужність входів для цього модуля складає 7.5 Вт.
5. Ізоляція: модуль може мати гальванічну ізоляцію між входами і іншими частинами системи, що забезпечує безпеку і захист від перенапруг та електричних збурень.
6. Стандартні з'єднання: модуль зазвичай має стандартні з'єднання для підключення до системи керування, наприклад, через роз'єми або інші типові інтерфейси.
7. Індикація стану: деякі модулі можуть мати світлодіодні індикатори для відображення стану кожного входу (наприклад, "Ввімкнено" або "Вимкнено").

Ці характеристики роблять модуль дискретного вводу VIPA 221-1BF30 корисним компонентом для збору інформації про стан окремих пристроїв або сенсорів в системі автоматизації.

Модуль дискретних виходів RMZ787 УНІВЕРСАЛЬНИЙ МОДУЛЬ

СУдн-04п.6.151.03.ДП

Арк

48

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

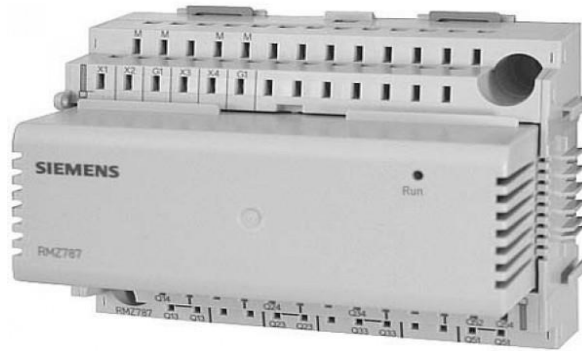


Рисунок 3.11 – Модуль дискретного виводу RMZ787

Модуль дискретних виходів RMZ787 УНІВЕРСАЛЬНИЙ МОДУЛЬ є компонентом системи автоматизації, який призначений для керування зовнішніми пристроями або виконавчими механізмами на основі сигналів, які генеруються контролером. Деякі характеристики цього модуля наведені нижче.

1. Кількість виходів: модуль RMZ787 має 8 дискретних виходів, що дозволяє йому керувати до 8 різними пристроями або механізмами.
2. Тип виходів: цей модуль має дискретні виходи, які можуть бути програмовані для вмикача або вимикача зовнішніх пристроїв або механізмів.
3. Напруга живлення: модуль працює з напругою живлення 24 В постійного струму (DC).
4. Максимальний струм виходу: кожен дискретний вихід може видавати струм до певного максимального значення, яке вказане в технічних характеристиках модуля.
5. Ізоляція: модуль може мати гальванічну ізоляцію між виходами та іншими частинами системи для захисту від електричних збурень і перенапруг.
6. Стандартні з'єднання: модуль може мати стандартні з'єднання для підключення до системи керування, наприклад, через роз'єми або інші типові інтерфейси.

7. Індикація стану: деякі модулі можуть мати світлодіодні індикатори для відображення стану кожного виходу (наприклад, "Увімкнено" або "Вимкнено").

Ці характеристики роблять модуль дискретних виходів RMZ787 корисним компонентом для керування зовнішніми пристроями або механізмами в системах автоматизації.

Модуль аналогового вводу АЦП Advantech ADAM-4017



Рисунок 3.12 – Модуль аналогового вводу АЦП Advantech ADAM-4017

Основні характеристики модуля аналогового вводу АЦП Advantech ADAM-4017 наведені нижче.

1. Тип модуля: аналоговий ввід.
2. Кількість входів: зазвичай модуль має 8 аналогових входів.

					Судн-04п.6.151.03.ДП	Арк
						50
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3. Діапазон вимірювання: залежно від конфігурації, можливі різні діапазони вимірювання, наприклад:

- для струму: 0-20 мА, 4-20 мА;

- для напруги: 0-10 В, 0-5 В, 0-2.5 В, тощо.

4. Роздільна здатність: зазвичай має точність з високою роздільною здатністю, наприклад, 12 біт або краще.

5. Швидкість зчитування: типово підтримує високу швидкість зчитування для реального часу.

6. Електрична ізоляція: може мати гальванічну ізоляцію між входами і землею для захисту від шумів і перенапруг.

7. Інтерфейс зв'язку: зазвичай підтримує комунікацію через стандартні інтерфейси, такі як RS-485 або Ethernet (залежно від моделі).

8. Температурний діапазон: робочий діапазон від -25°C до $+75^{\circ}\text{C}$, що дозволяє використання в різних умовах.

9. Монтаж: підтримує монтаж на DIN-рейку для зручності встановлення в електричному шафі.

10. Захист: вбудовані заходи захисту від перевантаження і короткого замикання на кожному вході.

Ці характеристики забезпечують надійну роботу модуля АЦП Advantech ADAM-4017 у системах збору даних та контролю, де важлива точність і стабільність вимірювання аналогових сигналів.

Модуль аналогового виводу SM 232-1 BD40



Рисунок 3.13 – Модуль аналогового виводу SM 232-1 BD40

Нижче наведені деякі характеристики модуля аналогового виводу SM 232-1 BD40

1. Серія: цей модуль також належить до серії 200V, яка розроблена для використання в системах автоматизації.

2. Кількість виходів: модуль має 4 виходи для підключення виконавчих пристроїв з аналоговим сигналом керування.

3. Тип вихідного сигналу: підтримується вихідний сигнал в діапазоні від 4 мА до 20 мА або від 0 мА до 20 мА. Цей сигнал використовується для керування виконавчими пристроями, наприклад, регулювання рівня потужності чи інтенсивності сигналу.

4. Максимальний струм: модуль може видавати струм до 60 мА на кожний з вихідних каналів.

5. Інтерфейс з системою керування: модуль може мати стандартний інтерфейс для підключення до системи керування, що дозволяє йому отримувати команди і відправляти вихідні сигнали.

6. Ізоляція: як і в інших модулях, можлива ізоляція між виходами та іншими частинами системи для забезпечення надійності та захисту.

Ці характеристики дозволяють модулю аналогового виводу SM 232-1 BD40 ефективно керувати виконавчими пристроями в системах автоматизації.

3.2.4 Джерела живлення

Модуль живлення PS207 від VIPA забезпечить стабільне та надійне живлення ПЛК та додаткових пристроїв, потужністю 48 Вт. Однак, якщо для живлення датчиків і нормуючих перетворювачів потрібна додаткова потужність, можна використати додатковий модуль живлення з комплекту ПЛК, який працює в діапазоні напруги AC 100 / 230V та DC 24V і має струм 2A / 48W. Цей модуль забезпечить достатню потужність для живлення всіх необхідних пристроїв та забезпечить надійну роботу вашої системи автоматизації.



Рисунок 3.14 – Модуль живлення VIPA PS 207

Таблиця 3.3 – Таблиця входів та виходів модуля блоку живлення

Номер входу/виходу	Значення
L	AC 220V
N	
PE	
1	DC 24V
2	
3	DC 24V
4	

4 ОБЧИСЛЕННЯ ВИТРАТ НА РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ

4.1 Витрати на створення моделі управління

Витрати на розробку моделі об'єкта управління включають оплату праці підрядника та вартість необхідного машинного часу. Для отримання моделі та обробки результатів на комп'ютері використовується формули:

$$K_{пз} = Z_{пз} + Z_{мі} \text{ (грн.)}$$

Оплата праці виконавця:

$$Z_{пз} = t \cdot C_{пр} \text{ (грн.)}$$

де (t) – загальна трудомісткість розробки моделі об'єкта управління;
(C_{пр}) – середньогодинна ставка підрядника:

$$C_{пр} = 75 \text{ (грн./год.)}$$

Отже, витрати на оплату праці за розробку моделі об'єкта управління становлять:

$$Z_{пз} = 59,3 \times 75 = 4447,50 \text{ (грн.)}$$

де 59.3 – людино-години, витрачені на розробку моделі об'єкта управління.

Витрати часу на налаштування програми на комп'ютері:

$$Z_{мч} = t_{нал} \cdot C_{мч} \text{ (грн.)}$$

					СУдн-04п.6.151.03.ДП	Арк
						54
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де (тнал) – складність налаштування необхідних програм на комп'ютері (людино-години); (Смч) – вартість машино-години ЕОМ (грн./год.):

$$\text{Смч} = 15.32 \text{ (грн./год.)}$$

Таким чином, витрати часу на налаштування складають:

$$\text{ЗМВ} = 14 \times 15.32 = 214,48 \text{ (грн.)}$$

Вартість 1 машинного часу ПК визначається за формулою:

$$\text{Смч} = (0.7 \times 5,6) + (15600 \times 0.5) \times (2800) + (76400 \times 0.25) \times (1920) = 15,32 \text{ (грн./рік)}$$

де:

- (P = 0.7) – споживана потужність ПК, кВт;
- (Се = 5,6) – ціна на електроенергію з ПДВ, грн/кВт*год;
- (Фзал = 15600) – залишкова вартість ПК на даний момент, грн.;
- (На = 0.5) – річна норма зносу на ПК (частка одиниці);
- (Напз = 0.25) – річна норма зносу на ліцензійне програмне забезпечення;
- (Клпз = 76400) грн – вартість ліцензійного програмного забезпечення (табл. 4.1);
- (Fr = 1920) – робочі години на рік (при 40-годинному робочому тижні).

Таблиця 4.1 – Вартість необхідного програмного забезпечення

Назва грами	Собівартість на 01.05.2024 року
VMware Workstation 12 Pro	16 400 грн
MATLAB R 2013a (32-bit)	60 000 грн
Всього	76 400 грн

Витрати на розробку моделі об'єкта керування складають:

$$K_{пз} = 4447,50 + 214,48 = 4661,98(\text{грн})$$

Це означає, що витрати на розробку моделі об'єкта керування є частиною разових капітальних витрат при створенні системи керування варильним котлом.

Загальні капітальні вкладення:

$$K_{пр} = 76400 + 4661,98 = 81061,98 (\text{грн}).$$

ВИСНОВКИ

1. У ході роботи за матеріалами літератури та пошукових запитів в Інтернеті проаналізовано процес виробництва сиропу, розглянуто будову та вимоги до роботи об'єкта керування — сироповарки. На основі цього аналізу формуються завдання дослідження апаратних вимог, роботи та об'єктів керування системою керування котлом.

2. За результатами аналізу вимог до апаратної частини та роботи системи керування сформульовано структурну схему, датчики, виконавчі механізми, панелі керування, джерела живлення та пристрої керування. Після вибору додаткових модулів наводяться їх технічні характеристики. На основі цієї інформації розроблено автоматизовану функціональну схему котла для варіння сиропу регулювання температури сиропу в котлі та принципову електричну схему системи керування виготовлення сиропу.

3. На основі даних, отриманих під час активних експериментів, визначено структуру та параметри технічного об'єкта – варочного котла сиропу. Ідентифікацію завершено. Визначили, що об'єкт має передаточну функцію першого порядку. Поставлені цілі досягнуті: завдяки вдосконаленню алгоритму автоматичного керування можна більш точно регулювати температуру в варильному котлі.

4. Іншим напрямком використання результатів роботи є проведення досліджень об'єкта контролю – варочного котла сиропу з метою отримання нових моделей і на цій основі розробки нових принципів і методів управління об'єктами, які дозволять удосконалити ефективність операцій. Завдання полягало у дослідженні можливості автоматичного регулювання температури сиропу під час приготування.

					Судн-04п.6.151.03.ДП	Арк
						57
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Технологія виробництва глюкозного сиропу. URL: <https://uk.baker-group.net/raw-materials-and-semi-finished-products/raw-materials-and-ingredients/production-of-glucose-syrup.html> (дата звернення 23.05.2024).
2. О.С.Васильєв. Якість цукрових сиропів для виготовлення лікерів та іншого/ Васильєв О.С. // Науково – практичний галузевий журнал «Продукти України». – 2021р. – №8-9 (117). – с.13-17.
3. PIC32MX795F512L Datasheet (PDF) - Microchip Technology: веб-сайт URL: <http://surl.li/hwpcg> (дата звернення 10.05.2024).
4. Сироповарильні котли: URL: <https://tehnolog.com.ua/uk/catalog/confectionery/pot-for-boiling-of-sugar-syrup/> (дата звернення 30.05.2024).
5. Енциклопедія фармацевтики. Використання сиропів. (дата звернення 31.05.2024). URL [https:// www.pharmencyclopedia.com. ua/article/541 /sirop](https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/541/sirop) (дата звернення 11.05.2024р)
6. A Step-by-Step Guide to the REBA Assessment Tool: веб-сайт. URL: <https://ergo-plus.com/reba-assessment-tool-guide/> (дата звернення 17.05.2023)
7. НТДУ Дніпрвська політехніка. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/160605>.
8. Shapovalov I., Soloviev V., Finaev, Beloglazov D., Zargaryan J., Kosenko E. Research of the controlled flight dynamics based on the full and simplified quadrotor models // Advances in Engineering Mechanics and Materials, 2014.
9. ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах / Нац. стандарт України. – Вид.

офіц. [Уведено вперше ; чинний від 2020-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020.
– 10 с.

10.Автоматика техно- процесів і системи автоматичного керування.
Навч.посібник / Укладачі О.В. Бараль, П.Г. Самойліченко, – Київ.: “Аграрна
освіта”, 2011 р.

СУдн-04п.6.151.03.ДП

Арк
59

Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	----------	--------	------

