

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Довбиш А.С.
_____ 2020 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

«Автоматизована система керування технологічного процесу бродіння та фільтрації
пивного сусла»

Керівник проекту:
доцент, к.ф.-м.н.

Соколов С.В.

Дипломник:
студент групи СУ-61

Лантух І.М.

Суми – 2020

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	К-ть аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	2		
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4	ТЗ	Технічне завдання	3		
3	A4		Реферат	1		
4	A4	СУ-61.6.050201.ПЗ	Пояснювальна записка	50		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A1	СУ-61.6.151.01.A2	Функціональна схема автоматизації	1		
6	A1	СУ-61.6.151.01.Э3	Схема електрична принципова живлення	1		
7	A1	СУ-61.6.151.01.C4	Схема з'єднань зовнішніх проводок	1		
8	A1	СУ-61.6.151.01.C5	Схема управління, регулювання та сигналізації	1		
9	A1	СУ-61.6.151.01.C6	Схема щита КВПтаА	1		
10	A4	СУ-61.6.151.01.CO	Специфікація обладнання	2		

					<i>СУ-61.6.050201.ДП</i>		
зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Лантух І.М.			Арк.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Соколов С.В.					
Реценз.					<i>СумДУ СУ-61</i>		
Н. Контр.							
Затверд.							
					<i>Автоматизована система керування технологічного процесу бродіння та фільтрації пивного сусла</i>		

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Довбиш А.С.

_____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Лантуху Івану Миколайовичу

1. Тема проекту: Автоматизована система керування технологічного процесу бродіння та фільтрації пивного сусла.
Затверджено наказом ректора університету. № _____. від “__” _____ 2020 р.
2. Термін здавання студентом закінченого проекту “__” _____ 2020 р.
3. Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація та перелік літературних джерел з матеріалами опису і автоматизації технологічного процесу бродіння та фільтрації пивного сусла.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ: аналіз рівня розвитку автоматизації, постановка мети та завдань розробки дипломного проекту; техніко-економічне обґрунтування: доведення економічної та технічної доцільності розробки та впровадження системи в виробництво; характеристика об'єкта автоматизації: аналіз процесу бродіння та фільтрації, визначення головних об'єктів керування, виявлення основних параметрів контролю; система автоматизації: опис всіх контурів регулювання та контролю системи; засоби автоматизації та програмне забезпечення: підбір засобів автоматизації: давачів, індикаторів, ПЛК та програмного забезпечення для них; економічна частина: розрахунок економічних показників системи; охорона

праці: розгляд основних питань охорони праці пов'язаних з виробництвом;
висновки: підведення підсумків розробки.

5. Перелік графічних матеріалів: 21 рисунок, 10 таблиць,, 5 схем.

6. Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок - кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	10.04.2020 – 17.04.2020
2	Аналіз процесу бродіння та фільтрації пивного сусла.	18.04.2020 – 25.04.2020
3	Розробка та реалізація контурів регулювання та контролю.	26.04.2020 – 30.04.2020
4	Підбір засобів автоматизації.	01.05.2020 – 05.05.2020
5	Розроблення основних схем та креслень.	06.05.2020 – 08.05.2020
6	Розрахунок економічної частини та розгляд питань охорони праці	09.05.2020 – 12.05.2020
7	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації.	10.04.2020- 17.05.2020

7. Дата видачі завдання " ____ " _____ 2020 р.

Керівник проекту:

доцент

Соколов С.В.

До виконання прийняв:

студент-дипломник

групи СУ-61

Лантух І.М.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування автоматизованої системи керування технологічного процесу
бродіння та фільтрації пивного сусла

Розробник:

студент гр. СУ-61

Лантух І.М.

Погоджено:

керівник проекту

доцент

Соколов С.В.

1. *Назва і галузь застосування:* автоматизована система керування технологічного процесу бродіння та фільтрації пивного сусла; пивоваріння.

2. *Підстави для проектування:* Наказ ректора Сумського державного університету № _____ від __.__.2020.

3. *Мета і призначення проекту:* Проаналізувати існуючий процес бродіння та фільтрації пивного сусла. Розробити систему автоматизації для збільшення добового та річного обсягу виробництва пива. Розробити необхідну конструкторську документацію Виконати підбір засобів автоматизації. Довести економічну доцільність впровадження системи. Розглянути основні питання охорони праці характерні для даного виробництва.

4. *Джерела розроблення:* інформація отримана під час проходження переддипломної практики, веб-сайти, література.

5. *Режими роботи об'єкта:* автоматичний режим, призначений для безперервної роботи системи, візуального контролю параметрів, збору та обробки даних про основні параметри, які необхідні для системи управління; ручний режим, призначений для налаштування системи керування у випадку виходу з ладу ПЛК.

6. *Умови експлуатації СК:* для забезпечення нормальної роботи, система керування повинна бути встановлена в кліматичних умовах по ГОСТ 15150-69, температура навколишнього середовища від -20°С до +40°С. Навколишнє середовище має бути не вибухонебезпечним, не містити пилу в концентраціях, що порушують роботу електрообладнання, а також не містити агресивних парів і газів, що руйнують метал і ізоляцію. Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації від дії навколишнього середовища не нижче IP41 по ДСТУ 14254 – 96.

7. *Технічні вимоги:* система керування установки повинна бути надійною, точною, зручною і безпечною при експлуатації та монтажу; ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 2.702 – 75 Правила виконання схем; ДСН 3.3.6.042 - 99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки; ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення.

8. *Економічні показники:* сума капіталовкладень, коефіцієнт ефективності капіталовкладень, термін окупності.

9. Стадії та етапи проектування: и

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок - кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	10.04.2020 – 17.04.2020
2	Аналіз процесу бродіння та фільтрації пивного сусла.	18.04.2020 – - 25.04.2020
3	Розробка та реалізація контурів регулювання та контролю.	26.04.2020 – 30.04.2020
4	Підбір засобів автоматизації.	01.05.2020 – 05.05.2020
5	Розроблення основних схем та креслень.	06.05.2020 – 08.05.2020
6	Розрахунок економічної частини та розгляд питань охорони праці	09.05.2020 – 12.05.2020
7	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації.	10.04.2020- 17.05.2020

10. Додатки: Додаток А - Алгоритм керування основних параметрів в ЦКТ на прикладі контуру регулювання температури.

РЕФЕРАТ

Лантух Іван Миколайович. Автоматизована система керування технологічного процесу бродіння та фільтрації пивного сусла. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2020 р.

Дипломний проект містить 49 аркушів пояснювальної записки, 21 рисунок, 10 таблиць, 1 додаток, конструкторську документацію, що містить 5 креслень. При виконанні дипломного проекту було використано 27 літературних джерел.

Спроековано автоматизовану систему керування технологічного процесу бродіння та фільтрації пивного сусла. Розроблено контури регулювання. Підібрано засоби автоматизації. Обрано промисловий логічний контролер. Розраховані основні параметри економічної ефективності системи. Розглянуто основні питання охорони праці на виробництві.

Основним результатом проектування є розробка автоматизованої системи для підвищення обсягу виробництва пива.

Ключові слова: циліндро-конічний бродильний танк, сепаратор, фільтр, засоби автоматизації, контури регулювання, контроль параметрів системи, датчик.

ABSTRACT

Lantukh Ivan Mykolayovych. Automated control system for the technological process of fermentation and filtration of beer wort. Degree project. Sumy State University. Sumy, 2020

The diploma project contains 49 sheets of explanatory note, 21 figures, 10 tables, 1 appendix, design documentation containing 5 drawings. 27 literature sources were used in the implementation of the diploma project.

An automated control system for the technological process of fermentation and filtration of beer wort has been designed. Control contours were developed. Automation tools were selected. An industrial logic controller was selected. The main parameters of economic efficiency of the system were calculated. The main issues of labor protection at work were considered.

The main result is the development of the automated system which helps to increase the volume of the beer production.

Key words: cylindrical-conical fermentation tank, separator, filter, automation means, control circuits, control of system parameters, sensor.

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту
«Автоматизована система керування технологічного процесу бродіння та фільтрації пивного
сусла»

Керівник проекту
Доцент

Соколов С.В.

Проектант:
студент гр. СУ-61

Лантух І.М.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП	4
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	6
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	8
2.1 Бродіння	8
2.2 Фільтрація	11
2.3 Пластинчастий фільтр-прес.....	12
3 СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ	14
3.1 Схема автоматизації та її опис	14
3.2 Принципові схеми управління, сигналізації та живлення.....	19
3.3 Проектне компонування мікропроцесорного контролера	23
4 ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	25
4.1 Засоби автоматизації.....	25
4.2 Програмне забезпечення.....	29
4.2.1 Стандартний пакет STEP 7.....	29
4.2.2 SIMATIC Manager	30
4.2.3 Діагностика апаратури.....	31
4.2.4 Мови програмування	31
4.2.5 SCADA	32
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	34
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	39
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТОК А.....	50

					<i>СУ-61.6.050201.ДП</i>			
<i>зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Лантух І.М.</i>			<i>Автоматизована система керування технологічного процесу бродіння та фільтрації пивного сусла</i>	<i>Арк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Соколов С.В.</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ СУ-61</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ – автоматизована система управління

АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом

БЗ – буферна зона

КП – карбонізатор в потоці

ПЕОМ - персональна електронно-обчислювальна машина

ПФП – пластинчастий фільтр-прес

СП - сепаратор

ФСА – функціональна схема автоматизації

ФФ – форфас

ЦКТ – циліндро-конічний (бродильний) танк

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Автоматизація технологічних процесів є ключовою ланкою в системі функціонування та розвитку будь-якого сучасного підприємства. Заміна у виробничій сфері розумової праці людини машиною дає змогу покращити якість та ефективність технологічних рішень, збільшити швидкість їх впровадження, зменшити витрати, повною мірою використовувати наявні запаси виробничої системи, забезпечити максимальну ефективність та гнучкість, значно обмежити кількість інженерно-технічного персоналу тощо.

Незважаючи на досить складну економічну ситуацію у світі, у галузі триває процес технічної модернізації технологічного обладнання та впровадження новітніх систем управління.

Світовий досвід та аналіз підприємств показують, що покращити якість продукції та зменшити виробничі витрати неможливо без широкого впровадження сучасних систем управління обладнанням, технологічними комплексами та без створення корпоративних систем управління виробництвом.

Насьогодні процес розвитку систем управління характеризується широким впровадженням керуючої мікропроцесорної техніки та комп'ютерно-інтегрованих систем управління.

Після впровадження та експлуатації програмно-апаратних систем, побудованих на базі мікропроцесорних пристроїв управління, умови праці оператора-технолога змінюються. Працюючи на автоматизованій робочій станції, створеній на базі персонального комп'ютера (ПК) або сенсорної панелі, людина має змогу отримувати інформацію про теперішній стан системи керування та безпосередньо об'єкта у зручній для користувача формі, що полегшує ефективні та швидкі дії.

Системи дозволяють проаналізувати роботу обладнання чи технологічного комплексу за певний проміжок часу завдяки тому, що підтримуються та зберігаються як фон процесу, так і дії оператора, який ним керує. Це дозволяє не тільки отримувати об'єктивну та своєчасну інформацію, необхідну для прийняття обґрунтованих управлінських дій, але й знаходити та усунути фактори, що негативно впливають на ефективне функціонування об'єкта управління.

Впровадження мікропроцесорної техніки створює реальні умови для побудови систем корпоративного управління, які завдяки широкому використанню різних виробничих, локальних та корпоративних мереж дають можливість координувати управління як технологічними комплексами, так і виробництвом загалом.

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою даного дипломного проекту є розробка системи автоматизації бродіння та фільтрації пивного сусла, а саме виявлення та здійснення контролю та регулювання основних параметрів, підтримання їх на заданому рівні, забезпечення безперебійної роботи, очікування та швидкого реагування на надзвичайні ситуації, покращуючи економічний ефект та зменшуючи потребу втручання людини у виробничий процес.

Основним завданням цього дипломного проекту є розробка системи автоматизації для збільшення добового та річного виробництва пива, що збільшить обсяг щорічного прибутку підприємства відповідно. Також необхідні завдання для виконання:

- проаналізувати характеристики об'єкта автоматизації, а саме технологічний процес бродіння та фільтрації пивного сусла;
- розробка основних проектних документів (креслень): функціональної схеми автоматизації, схеми електричної принципової живлення, схеми зовнішніх з'єднань та проводок, схеми сигналізації та управління;
- підбір необхідних засобів та програмного забезпечення для автоматизації;
- розрахунки показників економічної ефективності інвестицій, а саме: коефіцієнт ефективності інвестицій та термін окупності, на основі якого проаналізувати економічну доцільність впровадження розробленої системи;
- розглянути основні питання охорони праці, характерні для зазначеного об'єкта автоматизації.

					<i>СУ-61.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						5
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Виробництво пива є одним із найскладніших технологічних процесів у харчовій промисловості. Для приготування високоякісного напою необхідно враховувати багато факторів і ретельно підбирати інгредієнти. Під час пивоваріння протікає безліч фізико-хімічних, біохімічних та інших процесів, що впливають на якість та смак готового продукту. Виникає завдання керування процесами, регулювання і контролю основних параметрів для задоволення попиту населення в продукції підвищеної якості, яка б змогла витримати конкуренцію з продукцією закордонних фірм за смаковими та якісними показниками [2, с. 11].

Ключем до вирішення та розв'язання цих питань являється впровадження в виробництво нових досягнень науки і техніки, застосуванням нових технологій, випуск високоякісної продукції в різнобічному асортименті.

Вирішення цих проблем дасть можливість продукції успішно конкурувати з іноземною продукцією, що заповнила наш ринок, а також вийти на міжнародний ринок.

Основним завданням побудови АСУ ТП «Процесу бродіння та фільтрації пивного сусла» є розробка і впровадження заходів, направлених на підвищення стабільності операцій процесу бродіння, підвищення якості фільтрації.

Метою створення автоматизованої системи управління технологічним процесом є отримання економічного ефекту за рахунок:

- стабілізації дозування та витрати всіх складових процесу виробництва;
- зменшення витрат на енергоресурси;
- заміни технічно застарілих існуючих засобів автоматизації;
- збільшення кількості автоматично-контрольованих і регульованих параметрів;
- аналізу виникаючих ситуацій і своєчасне їх усунення;
- підвищення професійної підготовки технологічного персоналу і персоналу служби КВП та А.

Розвиток систем автоматизації за рахунок їх ускладнення та насичення більшою кількістю засобів автоматизації економічно нерозумно. Важливо покращувати технічний рівень систем і розширяти коло завдань керування. Удосконалення системи, що погоджує роботу комплексу виробництва, дає можливість значно упорядкувати збір і обробку інформації, виключити непогодженість роботи окремих агрегатів у часі, простої устаткування, прискорити обробку матеріалів. Тому підвищення економічного ефекту неодмінно залежить від

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автоматизації управління виробничим комплексом та широкого використання засобів обчислювальної та мікропроцесорної техніки.

Автоматизована система управління технологічним процесом – АСУ ТП «Процесу бродіння та фільтрації пивного сусла» призначена для автоматичного управління параметрами процесу:

- дозування пивного сусла та дріжджей;
- охолодження циліндро-конічного танку (ЦКТ) згідно програми;
- періодичне випускання в атмосферу CO₂ з ЦКТ;
- керування клапаном на виході з ЦКТ;
- охолодження пива перед фільтрацією;
- насичення CO₂ пива після фільтрації;
- підтримка необхідних температури та концентрації CO₂ у форфасах;
- поліпшення умов роботи обслуговуючого персоналу;
- організація обліку технологічних параметрів.

При виході значень контрольованих параметрів за допустимі межі, невідповідності стану технічних засобів виданій команді і інших нештатних ситуаціях виводиться відповідне інформаційне повідомлення, яке вчасно інформує оператора про неполадку або вихід параметру за межі завдання.

Дана система автоматизації розроблена на базі сучасних мікропроцесорних засобів автоматизації, в тому числі контролер SIEMENS SIMATIC S7-300, що забезпечує якісне протікання технологічного процесу. Вона дає можливість: підвищити продуктивність та якість продукції, зменшити затрати енергоресурсів, полегшити роботу операторів та скоротити чисельність обслуговуючого персоналу, але вимагає достатнього рівня кваліфікації для управління технологічним процесом.

Завдяки сучасним первинним перетворювачам вдалося досягти точних показань значень параметрів, та більш швидкого їх корегування. [4, с. 19].

Використання циліндро-конічних танків дозволяє процесам головного бродіння та дозрівання проходити безперервно, без перекачки, в одній ємності.

Розрахунки основних економічних параметрів, які більш детально описані в економічній частині, показали, що впровадження даної системи є економічно доцільним, адже сума необхідних капіталовкладень має невеликий термін окупності (~2 роки), а також дозволяє збільшити обсяг виробництва продукції.

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ`ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Згідно технологічній схемі виробництва пива (рис. 2.1) зрозуміло, що бродіння та фільтрація пивного суслу – одні з найважливіших процесів в пивоварінні. Саме вони визначають сорт пива, впливають на якість і смак готової продукції. Автоматизація дозволяє більш точно контролювати процес бродіння, що дає можливість виведенню нових сортів пива – збільшення асортименту продукції. Фільтрування пива допомагає збільшити термін зберігання.

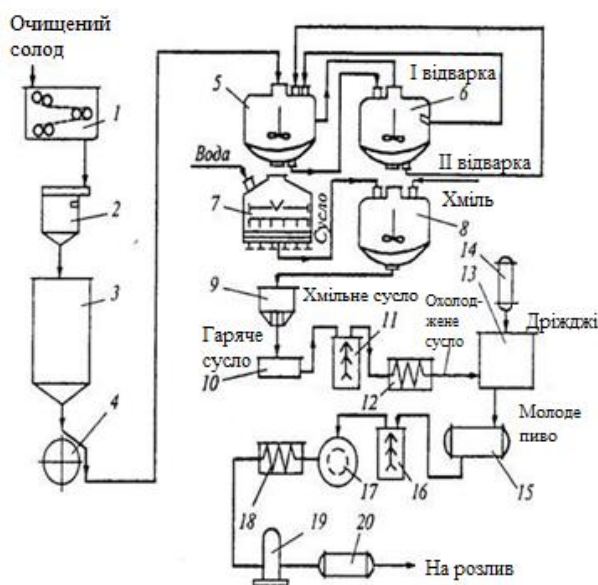


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва пива

2.1 Бродіння

Під час бродіння дріжджі перетворюють цукор у спирт, вуглекислий газ та інші органічні сполуки. Впродовж цього процесу формується аромат і смак, притаманні кожному сорту. Історично бродіння проходило у два етапи - головне бродіння у відкритих чанах та дозрівання - у закритих бочках [1, с. 23].

Якщо дріжджі після бродіння осідали на дні чану, то бродіння називають низовим (проходить при температурі від +8 до +14°C). Так виходив лагер. А якщо дріжджі після процесу піднімалися нагору чана - то бродіння називають верховим (проходить при температурі від +15 до +20°C). Так виходив ель. Дріжджі відповідно називають «верхові» і «низові», хоча зараз нерідко вживаються назви «ельові» і «лагерні» - відповідно назвам двох основних стилів пива, одержуваних з їх допомогою. [2, с. 88].

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СУ-61.6.050201.ПЗ

На сучасних підприємствах всі стадії виробничого процесу за участю дріжджів проводять в одній ємності - циліндро-конічному бродильному танку (ЦКТ). У ЦКТ спочатку проходить стадія бродіння (близько восьми діб), а потім холодна стабілізація, коли ЦКТ з пивом поступово охолоджують і витримують при низьких температурах - близько -1°C .

Частинки дріжджів і білків осідають на дно і потім видаляються. Так пиво стає стійким і не стає каламутним під час зберігання. Після закінчення бродіння фахівці з пивоварні збирають дріжджі з бродильного бака та перевіряють їх на відповідність правилам пивоваріння. Якщо мікроорганізми «поводяться гідно», вони готуються до виробництва наступних партій пінного напою. [1, с. 110]

Циліндро-конічний танк (рис. 2.2) - вертикальна ємність з сорочкою і теплоізоляцією на регульованих опорах, призначення якого - бродіння і дозрівання пива. Головна перевага - використання ЦКТ дозволяє процесам головного бродіння та дозрівання проходити безперервно, без перекачки, в одній ємності, що дало можливість скоротити їх тривалість [6].



Рисунок 2.2 – Циліндро-конічні бродильні танки (ЦКТ)

Для цієї технології характерна простота, а також істотне зменшення капітальних витратів за встановлення апаратів ззовні приміщення. Проте час бродіння істотно збільшують для отримання елітних сортів пива. Такий тривалий цикл бродіння гарантує м'який, цілісний, унікальний смак пива. Циліндро-конічні танки мають теплоізоляційне покриття, що дає можливість встановлювати їх просто неба, а для зручності обслуговування нижню частину їх розташовують в одноповерховому приміщенні. [2, с. 115].

					<i>СУ-61.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Сьогодні спосіб одержання пива в ЦКТ є найбільш поширеним і прогресивним, а провідним виробником апаратів є німецька фірма Ziemann, яка виготовляє їх з високоякісної харчової нержавіючої сталі. Навіть труднощі, які виникають під час транспортування цих апаратів з Німеччини у країни СНД, не перешкоджають упровадженню їх у вітчизняне виробництво пива.

Певні труднощі, що виникали колись у пивоварінні з осадженням дріжджових клітин у ЦКТ, зараз успішно подолані за допомогою перевірених технік охолодження та з розряду проблем перейшли до категорії нормальних робочих моментів. Затримка (відносно класичного варіанту) розмноження дріжджових клітин компенсується більш високою аерацією сусла та великими дозами введених дріжджів.

ЦКТ дозволяє помітно поліпшити екологію робочих місць, а крім цього - істотно підвищити продуктивність праці і зменшити собівартість продукції. Можливість роботи всіх сорочок охолодження в автономних режимах робить режим охолодження ЦКТ гнучким і ефективним. Також до додаткових переваг циліндро-конічних танків відноситься те, що з цих ємностей можна оперативно відводити дріжджовий осад [7, с. 74].

Серед основних недоліків ЦКТ - неможливість повного усунення дріжджових дек, що утворюються на поверхні бродячого сусла і більш тривалий (в порівнянні з чаном) період осадження дріжджових клітин. Крім цього, в ЦКТ необхідно резервувати близько 20% від загального обсягу ємності під піну, що помітно знижує виробничу ефективність танка. Втім, в традиційних бродильних чанах також резервується близько 20% вільного простору [3, с. 35].

Якщо говорити про найефективніші умови ЦКТ, слід підкреслити, що вся суть ЦКТ - це ефект підвищення гідростатичного тиску пивної колонки, що сприяє прискореному накопиченню CO₂ під час дозрівання (у свою чергу, швидкість та ступінь накопичення CO₂ безпосередньо впливає на швидкість дозрівання пива). Завдяки цьому скорочується тривалість циклу бродіння. Найпростішим варіантом для збільшення висоти колони сусла буде поставити використаний горизонтальний резервуар вертикально, отримуючи замість горизонтального чана вже циліндрично-конічний резервуар.

У цьому контексті стає зрозумілим, чому ємність ЦКТ (при стандартних пропорціях танка) повинна становити не менше 20 гектолітрів - в іншому випадку ми не отримаємо необхідної висоти стовпа пива, який повинен запустити механізм прискореного накопичення вуглекислого газу при підвищеному тиску. Також варто врахувати, що при 20-30 гектолітрах дозрівання пива прискориться на лічені дні. По справжньому ефективним ЦКТ стає, починаючи з 150-200 гектолітрів (обсяг для середнього заводу). Тому використання на міні-пивзаводах

					СЧ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вертикально розташованих танків бродіння і дозрівання можна пояснити, перш за все, бажанням розташувати обладнання більш компактно [6, с. 88].

2.2 Фільтрація

Щоб в пивному келиху виявився кристально прозорий, з «блиском», напій, необхідно його відфільтрувати. Фільтрація пива застосовується в промисловому пивоварінні та використовується для збільшення терміну зберігання продукту. При фільтрації видаляються останні дріжджі і найдрібніші частинки, що залишилися в пиві. Нефільтроване пиво, як можна здогадатися, не проходить цю стадію і містить невелику кількість дріжджів, що додають характерні особливості смаку напою. Для фільтрації пива застосовують сепаратори та фільтри.

Сепаратор (рис. 2.3) - апарат, що виконує поділ продукту на фракції з відмінними характеристиками. Сепаратори використовуються в пивоварінні для освітлення сусла, зеленого (молодого) пива, освітлення пива перед кізельгуровою фільтрацією для зниження навантаження на фільтр, для регенерації пива з осадових дріжджів, для переривання бродіння при виробництві безалкогольного пива і ін [7].



Рисунок 2.3 - Сепаратор

Сепаратор обладнаний барабаном, що саморозвантажується і дає можливість здійснювати процес поділу безперервно. Тверді частинки, розділені набором пластин, скочають у простір для збору осаду, з якого вони періодично видаляються з повною швидкістю обертання барабана. Це забезпечується поршнем на периферії подвійного конічного простору для збору

					<i>СУ-61.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

осаду з гідравлічним отвором для видалення твердих частинок за секунди. З саморозвантажувального сепаратора очищена рідина вивантажується під тиском за допомогою відцентрового насоса. Для запобігання контакту продукту в сепараторі та зовнішньому повітрі машина обладнана водонепроникною системою.

2.3 Пластинчастий фільтр-прес

Пластинчасті фільтри-преси (рис. 2.4) застосовуються в області, що потребують високу ступінь освітлення або фільтрації. Принцип дії: основним вузлом пластинчастого фільтр-преса є пакет фільтрувальних плит для камерного фільтр-преса або пакет з набору плит і рам, що чергуються для рамного. Плита має прямокутну, частіше, квадратну форму [8].



Рисунок 2.4 – Пластинчастий фільтр-прес

Пластинчастий фільтр складається з гофрованих квадратних пластин, розміщених між тильною та передньою напірними пластинами. Проміжні пластини підтримуються приливами у вигляді ручок на горизонтальних опорних балках. Плити виготовляються з нержавіючої сталі та полімерних матеріалів. Пластина притиску переміщується гвинтом за допомогою колеса вручну, електромеханічного або гідравлічного приводу. Фільтруючий елемент пластинчастого (камерного) фільтрувального преса - це фільтруючий картон, розміщений між пластинами. Набір пластин у затисненому стані утворює ряд камер, кожна з яких розділена на дві половини фільтруючим матеріалом. У верхньому і нижньому кутах кожної пластини є два відливи з отворами для прийому після складання загальних каналів, з'єднаних з гофрованими порожнинами на обох сторонах плити. Парні камери з'єднані з каналами парних плит, а непарні

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

камери - з каналами непарних плит. Суспензія подається через парні канали для фільтрації, з каналу вона потрапляє в парні камери між пластинами і проходить під тиском через фільтрувальну пластину. Пиво потрапляє в непарні камери, звідки переходить в непарний канал і виводиться з фільтрувального преса. Контактні поверхні пластин герметизують фільтруючим матеріалом, а канали - спеціальними гумовими прокладками [2, с. 203].

Пиво в фільтр-пресі фільтрується через пористу перегородку і поступово накопичується шар осаду. Подачу здійснюють відцентровим насосом. Фільтр-прес забезпечений необхідною запірною арматурою.

Важливу роль в пластинчастих фільтрах має фільтр-картон. Він складається з целюлози і кізельгура. При цьому особливе значення відіграє не тільки співвідношення між цими речовинами в суміші, а й структура волокон дерева, з якого була отримана целюлоза.

Необхідно розрізняти такі поняття, як тонкість фільтрування та питому продуктивність. Зі збільшенням тонкості фільтрування питома продуктивність шару зменшується.

Відповідно до призначення, фільтр-картон підрозділяється на наступні типи:

- для грубого фільтрування;
- для освітлювального фільтрування;
- для тонкого фільтрування;
- для стерилізуючого (знепліднювального) фільтрування.

Фільтроване пиво надходить в форфаси, а з них - на розлив. Форфаси – ємності для накопичення і короткочасного зберігання готового продукту перед його розливом. Вони зазвичай виготовляються вертикальними, з короткою донною частиною, повністю термоізовані. Перед подачею пива в форфаси, за допомогою карбонізатора в потоці, встановлюють певний рівень тиску діоксиду вуглецю (CO₂). подача пива в форфаси відбувається знизу, з постійним підтриманням необхідного тиску в ньому. Під час зберігання в форфасах створюють протитиск діоксидом вуглецю (0,9-1,1 МПа) та температуру 0–4 °С. При таких умовах температури і тиску забезпечується збереження діоксиду вуглецю в пиві і поліпшення якості продукту. Після фільтрації, не менше однієї доби пиво має відстоюватися в форфасах. Під час спорожнення форфасів в ньому так само підтримується надлишковий тиск діоксиду вуглецю (CO₂) для запобігання зменшення концентрації діоксиду вуглецю в пиві, а також для уникнення вакуумування форфаса. [9, с. 144].

					СЧ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ

В ході дипломного проектування була розроблена система, яка завдяки більш якісному та точному контролю технологічних параметрів дозволяє збільшити обсяг продукції, перешкодити появі аварійних ситуацій та своєчасно сигналізувати про вихід параметра за норми.

При автоматизації процесу бродіння і фільтрації пивного сусла повинно передбачатися управління двигунами, насосами, виконавчими механізмами, комплексом автоматичних захистів, а також регулювання, контроль, реєстрація, сигналізація основних параметрів: співвідношення сусло-дріжджі, температура, рівень, тиск. Таким чином були розроблені контури регулювання, контролю та сигналізації, які описані нижче. Також, було розроблено алгоритм керування основних параметрів ЦКТ на прикладі контуру регулювання температури (додаток А).

3.1 Схема автоматизації та її опис

Шляхом аналізу технологічного процесу, для підвищення якості продукту, економії енергоресурсів та сировини, збільшення добового обсягу продукції були виявлені необхідні контури регулювання, контролю та сигналізації, що реалізовані в розробленій схемі автоматизації, а саме:

- регулювання співвідношення сусло-дріжджі шляхом зміни витрати дріжджей та сусла, що надходять з цеху підготовки дріжджей та з варочного цеху;
- регулювання та сигналізація рівня в ЦКТ шляхом зміни витрати пивного сусла та дріжджів, що надходять з варочного цеху та цеху підготовки дріжджей;
- регулювання та сигналізація температури в ЦКТ шляхом зміни швидкості циркуляції хладогену в сорочках охолодження ЦКТ;
- регулювання і сигналізація тиску в ЦКТ шляхом періодичного випуску CO₂ з ЦКТ в атмосферу;
- керування позицією клапана на виході з ЦКТ в залежності від густини рідини на виході;
- регулювання і сигналізація температури на виході з теплообмінника шляхом зміни швидкості циркуляції хладогену в трубопроводі змієвика;
- регулювання і сигналізація рівня в буферній зоні шляхом зміни витрати нефільтрованого пива, що надходить з сепаратора;

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- регулювання рівня концентрації CO₂ в пиві після фільтрації шляхом збільшення подачі CO₂ в карбонізатор;
- регулювання і сигналізація рівня в форфасах шляхом закриття клапана подачі пива до форфаса після досягнення верхнього рівня;
- регулювання температури у форфасах шляхом зміни швидкості циркуляції хладогену в сорочках охолодження форфасів;
- регулювання та сигналізація втрати CO₂ у форфасах шляхом збільшення або зменшення подачі CO₂ у форфаси;
- контроль і сигналізація тиску у фільтрі, сепараторі, карбонізаторі у випадку забиття;
- керування мішалкою і насосами.

Нижче представлена реалізація виявлених контурів контролю, регулювання та сигналізації, що зображені на функціональній схемі автоматизації (СУ-61.6.050201.С3).

Контур регулювання співвідношення сусло-дріжджі реалізований шляхом регулювання витрати дріжджей та сусла.

По технології виробництва пива, при бродінні на кожні 100л сусла додають 0.35л дріжджей. Тому в трубопроводі подачі в ЦКТ сусла і дріжджей вмонтовані електромагнітні витратоміри ПРЭМ (поз. 1а,2а), які вимірюють витрату цих величин і перетворюють в уніфікований струмовий вихідний сигнал, що передається на БРУ-15 (поз 1б,2б) – імпульсний блок ручного керування, що виконує роль дублюючого прилада, а з нього сигнал надходить на контролер, який і формує керуючий вплив через блок ручного керування БРУ-15 та пускач ПБР-21 на виконавчий механізм – механізм електричний однообертвий МЕО-40 (поз. 1г,2г), розташований в трубопроводі подачі сусла та трубопроводі подачі дріжджей.

Другий контур – регулювання і сигналізація перевищення рівня в ЦКТ.

Реалізація контуру: якщо рівень в ЦКТ набуває максимального значення, що фіксується хвилеводним рівнемірором Rosemount 3300 (поз. 3а), уніфікований сигнал з якого надходить на контроллер, який сигналізує про перевищення рівня світловою сигналізацією і формує керуючий вплив через дублюючий блок ручного керування БРУ-15 про зупинку подачі сусла та дріжджів.

Третій контур – регулювання і сигналізація підвищення та зниження температури в ЦКТ.

В наслідок протікання процесу бродіння всередині ЦКТ збільшується температура, а для якісної продукції на виході, температура має підтримуватися згідно з технологічними нормами. Тому ЦКТ необхідно охолоджувати. Контур регулювання температури реалізовано циркуляцією хладогену (гліколю) в сорочках охолодження циліндро-конічного танку. Датчиком є

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

термоперетворювач опору ТСМ-У (поз. 4а) з вихідним уніфікованим сигналом, що через блок ручного керування БРУ-17 (поз. 4б) надходить на контроллер. Керуючий сигнал з контроллера через БРУ-17 йде на частотний перетворювач ПЧВ2 (поз. 4в), який керує насосом в трубопроводі подачі гліколю, тим самим змінюючи швидкість його циркуляції по сорочці охолодження – змінюючи температуру. При збільшенні або зменшенні температури контролер негайно сигналізує про це вмиканням відповідної сигнальної арматури.

Четвертий контур – регулювання і сигналізація збільшення тиску в ЦКТ.

Внаслідок процесу бродіння виділяється велика кількість CO₂, що призводить до збільшення тиску всередині ЦКТ, тому для регулювання тиску необхідно періодично випускати з ЦКТ в атмосферу вуглекислий газ. Контур регулювання тиску реалізовано за допомогою перетворювача тиску Aplisens PC-28 (поз. 5а), який вимірює тиск всередині ЦКТ і перетворює його в уніфікований струмовий сигнал 4...20мА на контролер. В свою чергу контролер створює керуючий вплив і передає через блок ручного керування БРУ-17 (поз. 5б) на частотний перетворювач ПЧВ2 (поз. 5в), який керує швидкістю роботи витяжного вентилятора VENTS OV 2E 300 і тим самим випускає з ЦКТ вуглекислий газ. При збільшенні тиску в ЦКТ, контролер сигналізує про це вмиканням сигнальної арматури.

П'ятий контур – керування позицією клапана на виході з ЦКТ.

Після закінчення процесу бродіння, з ЦКТ спочатку зливають дріжджі, що на дні, а потім нефільтроване пиво подають далі на фільтрацію. Контур реалізовано за допомогою проточного рідинного густиноміра Micro Motion® Compact Density Meter (CDM) (поз. 6а), який вимірює густину рідини на виході ЦКТ і подає уніфікований сигнал на контролер, який створює сигнал керування, через блок ручного керування БРУ-15 (поз. 6б), і керує електромагнітним трьохпозиційним клапаном ВН2В-1К (поз. 6в). Клапан, в залежності від густини, займає положення 1 або 2. Якщо густина на виході з ЦКТ становить приблизно 1500кг/м³ і вище, то клапан займає положення 1 і рідина викачується насосом на переробку (рідина визначається як дріжджовий осад). Якщо густина менше ніж 1500кг/м³, то клапан займає положення 2 і рідина перекачується на фільтрацію (рідина визначається як нефільтроване пиво). В залежності від позиції клапана, на щиті відображається одна з двох сигнальних арматур (положення клапану 1, положення клапану 2).

Шостий контур - регулювання і сигналізація підвищення та зниження температури на виході з охолоджувача.

Перед подачею нефільтрованого пива до фільтра, необхідно охолодити його до температури -1°C. Реалізація контуру аналогічна контуру регулювання і сигналізації підвищення

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та зниження температури в ЦКТ, але в цьому випадку гліколь циркулює в трубопроводі, що утворює з трубопроводом нефільтрованого пива змієвик. Термометр опору ТСМ-У (поз. 10а), вмонтований на виході зі змієвика, передає уніфікований сигнал на контролер. Він в свою чергу формує керуючий сигнал, що йде через блок ручного керування БРУ-17 (поз. 10б) на частотний перетворювач ПЧВ2 (поз. 10в), що керує насосом і швидкістю циркуляції гліколю в змієвику. Також контролер сигналізує про відхилення температури від заданого двома відповідними світлосигнальною арматурами на щиті.

Сьомий контур - регулювання і сигналізація перевищення рівня в буферній зоні.

Буферна зона слугує для збереження резервної рідини для запобігання холостого ходу насосів, при виході з ладу певного приладу тощо. Існує необхідність регулювання рівня в ній. Контур реалізовано аналогічно контуру регулювання рівня в ЦКТ, відмінністю є те, що рівень в буферній зоні регулюється подачею рідини в неї. Сигнал з хвильового радарного рівнеміра Rosemount 3300 (поз. 11а) поступає на контролер, який формує сигнал керування через блок ручного керування БРУ-17 (поз. 11б) на частотний перетворювач ПЧВ2 (поз. 11в), який в свою чергу керує насосом подачі рідини (нефільтрованого пива) в буферну зону. Сигналізація реалізована світлосигнальною арматурою червоного кольору на щиті.

Восьмий контур - контроль і сигналізація збільшення тиску у фільтрі.

Будь-який фільтр має властивість забиватися і з часом їх необхідно промивати. В даному випадку фільтр не став виключенням. В періоді експлуатації, при проходженні через фільтр нефільтрованого пива, тверді частинки можуть забруднити його і тиск всередині буде зростати. Реалізація контуру – всередині фільтра встановлено перетворювач тиску Aplisens PC-28 (поз. 12а), сигнал з якого надходить на контролер, який сигналізує про збільшення відповідною сигнальною арматурою на щиті. Аналогічно реалізовані контури контролю і сигналізації збільшення тиску в сепараторі та карбонізаторі. Відмінністю є те, що тиск всередині сепаратора регулюється подачею нефільтрованого пива до нього, а тиск всередині карбонізатора регулюється подачею фільтрованого пива до нього.

Дев'ятий контур – контроль і регулювання концентрації CO₂ після карбонізатора «в потоці».

При фільтруванні пиво втрачає деяку частину діоксиду вуглецю, тому перед розливом його піддають карбонізації шляхом продування через пиво діоксиду вуглецю. В системі це реалізовано за допомогою карбонізатора «в потоці», який дозволяє насичувати пиво CO₂ безперервно під час перекачки до форфасів, не зупиняючи виробництво. На вході в карбонізатор вмонтовано проточний датчик концентрації CO₂ (поз. 15а) сигнал з якого, через БРУ-17 (поз. 15б)

					СЧ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надходить до контроллера, який формує керуючий вплив через БРУ-17 на частотний перетворювач ПЧВ2 (поз. 15в), який керує насосом подачі CO₂ в карбонізатор.

Десятий контур – контроль, регулювання і сигналізація рівня в форфасах.

Після карбонізації пиво витримують 6-8 ч в збірниках (форфасах), а потім направляють на розлив. Контур реалізовано таким чином: в форфасах вмонтовані датчики рівня Rosemount 3300 (поз. 17а, 18а), сигнал з яких надходить через БРУ-15 (поз. 17б, 18б) на контроллер. При досягненні максимального рівня, контроллер сигналізує про це за допомогою сигнальної арматури, встановленої на щиті, та формує керуючий вплив через БРУ-15 на електромагнітний клапан СЕМЕ 8721 (поз. 17в, 18в) і закривають їх, перекриваючи подачу пива в форфас.

Одинадцятий контур – контроль, регулювання і сигналізація тиску в форфасах.

Дванадцятий контур – контроль і регулювання температури в форфасах.

Для збереження в пиві діоксиду вуглецю (CO₂) пиво прагнуть подавати в форфасах при температурі 0..0,5 С. Під час зберігання в форфасах створюють протитиск діоксидом вуглецю (CO₂). При таких умовах температури і тиску забезпечується збереження діоксиду вуглецю в пиві і поліпшення якості продукту. Контур контролю, регулювання та сигналізації тиску реалізований таким чином – всередині форфаса вмонтовано датчик тиску Aplisens PC-28 (поз. 19а, 20а) сигнал з яких надходить через БРУ-17 (поз. 19б,20б) до контроллера, який формує керуючий вплив і через БРУ-17 передає сигнал на частотний перетворювач ПЧВ2 (поз. 19в,20в), який керує насосом подачі CO₂ у форфас.

Контур контролю та регулювання температури у форфасах реалізується за допомогою датчиків температури ТСМ-У(поз. 21а,22а), сигнал з яких надходить через БРУ-17(поз. 21б, 22б) на контроллер, який в свою чергу формує сигнал керування на частотний перетворювач ПЧВ2(поз. 21в, 22в), що керує насосом швидкості циркуляції хладогену в сорочках охолодження, тим самим змінюючи температуру всередині форфасів.

Для обліку необхідно знати об'єм дріжджового осаду, нефільтрованого і фільтрованого пива. Всі ці контури контролю реалізовані однаково, за допомогою перетворювача електромагнітного витрати ПРЭМ (поз. 7а,8а,9а,13а,23а) сигнал йде на контролер, через індикатори ІТМ-100 (поз. 7б,8б,9б,13б,23б), розташований на щиті.

Керування насосами відбувається з контролеру, що формує керуючий вплив на частотні перетворювачі ПЧВ2 (поз. 24а,25а,26а), які безпосередньо керують насосами в трубопроводах, що перекачують рідину. Про роботу насоса контролер сигналізує відповідною сигнальною арматурою, розташованою на щиті.

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будь-яку інформацію з приводу протікання технологічного процесу контролер передає на ПЕОМ оператора. Оператор має можливість не відходячи від свого робочого місця керувати насосами, бачити значення технологічних параметрів, змінювати завдання тощо.

3.2 Принципові схеми управління, сигналізації та живлення

На схемі розподільчої мережі вказані живильні вводи і виводи, підводи до приладів. Апарати захисту і управління, джерела живлення, лампа освітлення, розетка. В нижній частині схеми наведена таблиця, в якій перераховані прилади, які живляться від даного щита живлення, з вказаними позиціями згідно специфікації, використовувана потужність, напруга і місце встановлення. [14, с. 62].

Принципова електрична схема живлення розроблена у такій послідовності:

- вибрані джерела живлення;
- вибрані та розраховані щити та збірки живлення системи автоматизації;
- спроектована живильна мережа;
- спроектована розподільча мережа;
- виконана принципова схема електроживлення.

Джерело живлення забезпечує необхідну напругу та потужність приладів, достатню для того, щоб відхилення напруги не перевищували значення, при яких порушується нормальна робота приймачів.

Устаткування захисту та контролю мережі живлення та розподілення розміщене в панелях, їх вибір та розміщення насамперед забезпечують надійність та зручність та безпеку роботи системи електропостачання [10, с. 111].

Вибір напруги живлення визначається напругою в ланцюгах живлення пристроїв та автоматикою з урахуванням напруг, отриманих в системі електропостачання об'єкта, що підлягає автоматизації. Найпоширенішими в системах електропостачання промислових підприємств були чотирипровідні трифазні мережі змінного струму напругою 380/220 В з глухим нейтральним заземленням.

Вибір числа фаз і проводів живильної мережі відбувається в залежності від числа фаз і напруги живлення приладів і засобів автоматизації.

Вибір автоматичних вимикачів здійснюється із розрахунку потужностей і напруги відображених на схемі. Цей розрахунок проводиться по формулі: $I_n = P/U$.

Схема електрична принципова живлення забезпечує надійність живлення, що відповідає якості електроенергії, зручність і безпеку обслуговування [11, с. 37].

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На схемі передбачена щитова розетка виробництва АскоУкрЕМ Р316-3-IP44 для підключення електроінструменту, а для освітлення щита передбачена світлодіодна лампа CP-BL02-12WC-6000. Для приладів з напругою живлення 24В використовуються блоки живлення типу DRP024V120W1AA. Для приладів з напругою живлення 12В – блоки живлення типу DRP012V100W1AA. Блоки живлення призначені для перетворення мережевої напруги 220В в стабілізовану напругу 24(12)В для живлення датчиків. Спосіб монтажу - на DIN-рейці.

Також в схемі використовуються автоматичні однополюсні, та двополюсні вимикачі виробника АВВ.

Схеми технологічного управління складаються з відкритих каналів, через які інформація про технологічний процес надходить у пункт управління.

Системи технологічного управління мають велику кількість параметрів (або станів виробничих механізмів), щодо яких для нормального ведення технологічного процесу оператору потрібна лише інформація про дві позиції (параметр є нормальним - параметр не в нормі, механізм увімкнено - механізм відключений тощо). Ці параметри регулюються ланцюгами сигналізації. У таких схемах найчастіше використовуються електричні релейно-контактні елементи зі світловою та звуковою сигналізацією про відхилення параметрів [12, с. 69].

Світлова сигналізація здійснюється за допомогою різної сигнальної арматури. У цьому випадку світловий сигнал може відтворюватися рівним або миготливим світлом, світінням ламп у неповному каналі. Звукові сигнали тривоги зазвичай виконуються за допомогою дзвонів, звукових сигналів та сирен.

В процесі виконання дипломного проекту було розроблено сигналізацію таких параметрів як:

- перевищення верхнього рівня в ЦКТ;
- висока температура в ЦКТ;
- низька температура в ЦКТ;
- високий тиск в ЦКТ;
- клапан на виході ЦКТ в положенні «на переробку»;
- клапан на виході ЦКТ в положенні «на фільтрацію»;
- висока температура на виході з охолоджувача;
- низька температура на виході з охолоджувача;
- високий рівень в буферній зоні;
- забиття фільтра, сепаратора, карбонізатора;
- перевищення верхнього рівня в форфасах;

					<i>СУ-61.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- втрата CO₂ в форфасах;
- робота насосів;
- робота мішалки.

В схемі використані світлосигнальні арматури з лінзою червоного кольору типу 8LP2TILE4 (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Світлосигнальна арматура з червоною лінзою 8LP2TILE4

Схема управління та сигналізації базується на мікропроцесорному контролері Siemens Simatic S7-300 та його модулях розширення. В даному проєкті використовуються датчики з вихідним уніфікованим сигналом 4...20мА. Зовнішні аналогові сигнали 4...20мА послідовно проходять до модуля аналогових входів SM331 (рис. 3.2). На цьому електричні зв'язки закінчуються і подальший шлях проходження сигналу визначається програмно.

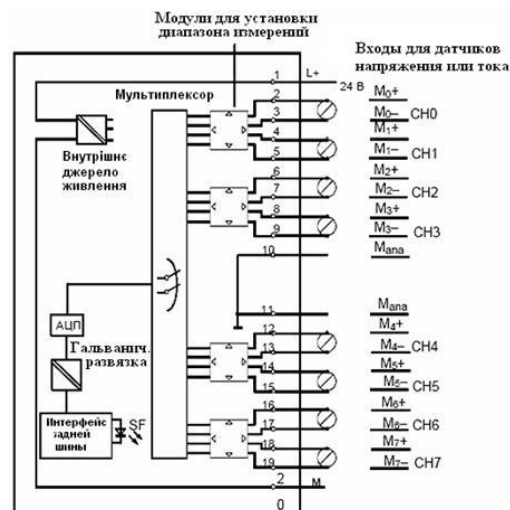


Рисунок 3.2 – Схема підключень модуля аналогових входів SM331 8AO [15, с. 15]

Більшість параметрів регулюються за допомогою насосів, що керуються частотними перетворювачами типу ПЧВ2, які отримують аналоговий сигнал завдання з контролера. Для формування аналогових сигналів використовується модуль аналогових виводів SM332 (рис. 3.3).

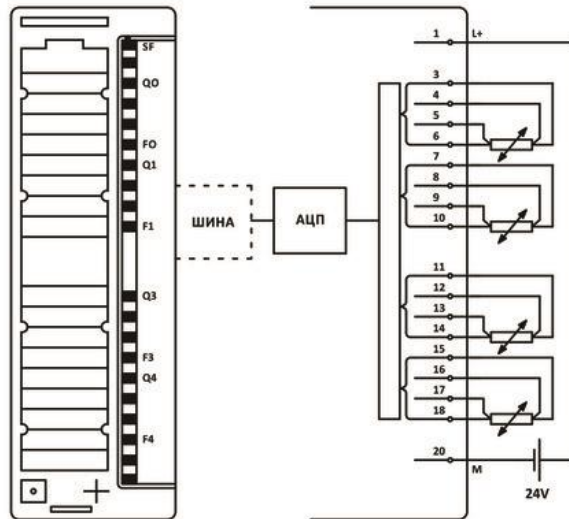


Рисунок 3.3 – Схема підключень модуля аналогових виводів SM332 4AO [15, с.16]

В системі мають місце імпульсні виконавчі механізми. Сигнали керування для них формуються завдяки модулю дискретних виводів SM322 (рис. 3.4). В тому числі, система сигналізації також реалізована завдяки цьому модулю розширення.

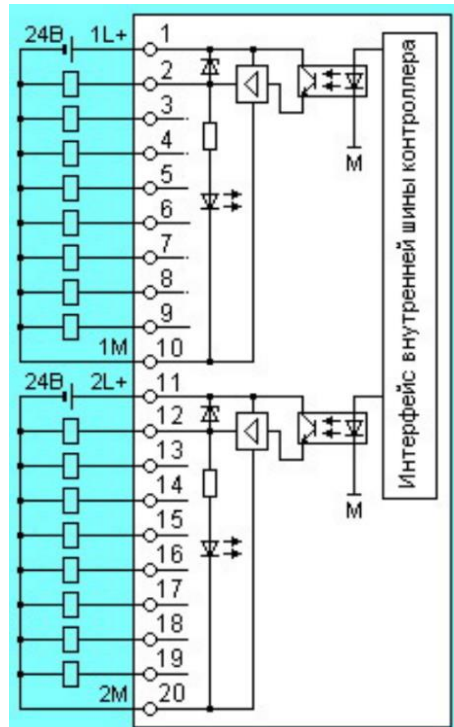


Рисунок 3.4 – Схема підключень модуля дискретних виводів SM322 16DO [15, с. 22]

3.3 Проектне компонування мікропроцесорного контролера

Дана система автоматизації побудована на базі програмованого логічного контролера Siemens Simatic S7-300 (рис. 3.5).

SIMATIC S7-300 - це модульний програмований логічний контролер, призначений для побудови систем управління середньої складності. Залежно від типу ЦП, системи на базі S7-300 можуть обслуговувати від 16 дискретних входів / виходів до 65 536 дискретних або 4 096 аналогових каналів вводу / виводу. Наявність широкого спектру процесорів, інтерфейсу, зв'язку, сигналу та функціональних модулів дозволяє легко адаптувати обладнання контролера до вимог завдань [13, с. 77].

Система вводу / виводу S7-300 може складатися з двох частин: локальної системи вводу / виводу та розподіленої системи вводу / виводу. Система локального вводу / виводу об'єднує всі модулі, встановлені в базовому блоці та стелажах розширення контролера. Розподілена система вводу / виводу базується на віддалених станціях вводу / виводу та пристроях на польового рівня, підключених до програмованого логічного контролера через мережі PROFINET, PROFIBUS та AS-Interface [15, с. 13].



Рисунок 3.5 – ПЛК Siemens Simatic S7-300

S7-300 може використовувати 16 типів процесорів. Всі процесори мають вбудований інтерфейс MPI, який використовується для програмування контролера та його обслуговування, а також для побудови більш простих мережевих структур з циклічним обміном глобальними даними. Глобальний обмін даними підтримується на рівні конфігурації і не вимагає програмування контролера. MPI дозволяє об'єднати до 32 станцій. Швидкість передачі даних в мережі може доходити до 187,5 Кбіт / с [15, с. 43].

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Області застосування:

- системи управління машин спеціального призначення;
- системи управління текстильних машин;
- системи управління пакувальних машин;
- системи управління машинобудівного обладнання;
- системи управління обладнання для виробництва технічних засобів управління і електротехнічної апаратури;
- побудова систем автоматичного регулювання та позиціонування;
- системи управління вимірювальними установки та інші.

Після аналізу поставлених задач для даної системи автоматизації, підрахунку кількості аналогових та дискретних точок вводу/виводу було обрано центральний процесор типу 312С, модуль блока живлення типу PS307, модулі введення аналогових сигналів SM321 8AI, модулі виведення аналогових сигналів SM332 8AO та модулі виведення дискретних сигналів SM322 16DO (табл. 3.1). Цього достатньо для повного функціонування системи.

Таблиця 3.1 – Склад ПЛК

№	Найменування блока	К-сть
1	Процесорний блок CPU 312С	1
2	Блок живлення PS307	1
3	Модуль введення аналогових сигналів SM331 (8AI)	3
4	Модуль виведення аналогових сигналів SM332 (8AO)	2
5	Модуль виведення дискретних сигналів SM322 (16DO)	3

4 ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Засоби автоматизації

Вибір засобів автоматизації та пристроїв безпосередньо впливає на нормальне функціонування системи в цілому. [12, с. 13]. В ході виконання дипломного проекту, вибір конкретних автоматичних пристроїв робився з наступних міркувань:

- для контролю та регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовували однакові автоматичні пристрої, що полегшує їхнє придбання, налаштування, ремонт та експлуатацію;
- віддавалась перевага автоматичним пристроям серійного виробництва.

Шляхом аналізу та порівнянню багатьох засобів автоматизації були обрані наступні автоматичні пристрої:

– ПРЭМ – перетворювач витрати електромагнітний (рис. 4.1). Призначений для перетворення об'ємної витрати і об'єму електропровідних рідин в їх покази, реєстрації цих показів і передаванні результатів вимірювання на вторинні прилади [16];



Рисунок 4.1 – Перетворювач витрати електромагнітний ПРЭМ

– ТСМ-У – термоперетворювач опору з уніфікованим вихідним сигналом (рис. 4.2). Призначений для перетворення значення температури різних середовищ в різних галузях промисловості: теплоенергетичній, хімічній, а також в харчовій, в уніфікований струмовий сигнал 4...20мА [17];

					<i>СУ-61.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 4.2 – Термоперетворювач опору TCM-U

– Вимірювальний перетворювач тиску Aplisens PC-28 (рис. 4.3). Призначений для вимірювання розрідження, а також надлишкового і абсолютного тиску газу, пари, рідини і перетворення отриманих результатів в уніфікований струмовий сигнал 4...20мА [18];



Рисуснок 4.3 – Вимірювальний перетворювач тиску Aplisens PC-28

– Rosemount 3300 – універсальний і простий у використанні хвилеводний радарний рівнемір (рис. 4.4). Призначений для ефективного вимірювання рівня в широкому діапазоні. Хвилеводна технологія з покращеними характеристиками обробки сигналу і більш високою чутливістю дозволяє датчикам одночасно вимірювати рівень і рівень межі розділу середовищ. Рівнемір надійно працює навіть у найжорсткіших умовах технологічного процесу [19];

					СЧ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 4.4 – Хвильоводний радарний рівнемір Rosemount 3300

– ПЧВ2 – компактний перетворювач частоти загальнопромислового використання (рис. 4.5). Призначений для використання для керування приводами на базі асинхронних двигунів в промисловості. Має широкий набір функцій для вирішення базових задач частотного керування [20];



Рисунок 4.5 – Компактний перетворювач частоти ПЧВ2

– БРУ-15 – блок ручного керування імпульсний, БРУ-17 – блок ручного керування аналоговий. Призначені для використання в системах промислової автоматизації для ручного або дистанційного перемикання керуючих ланцюгів регулятора з автоматичного режиму керування і навпаки за допомогою клавіші на передній панелі або зовнішніх сигналів. Виконують

					СЧ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роль дублюючих пристроїв, які можуть створювати керуючий сигнал на виконавчі механізми, або насоси у випадку виходу зі строю контролера [21, с.45];



Рисунок 4.6 – Блок ручного керування БРУ-15



Рисунок 4.7 – Блок ручного керування БРУ-17

– ІТМ-100 – одноканальний мікропроцесорний індикатор. Призначений для вимірювання одного контрольованого входного параметра, обробки і відображення його поточного значення на вбудованому чотирьох розрядному цифровому дисплеї [21, с.37];



Рисунок 4.8 – Одноканальний мікропроцесорний індикатор ІТМ-100

– СЕМЕ – соленоїдний електромагнітний клапан, який використовують в різних галузях промисловості, в системах водопідготовки, а також в сільськогосподарському

					СЧ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

господарстві. Електромагнітні клапани CEME гарне рішення для автоматизації і регулювання потоків рідин и газів [22].



Рисунок 4.9 – Соленоїдний електромагнітний клапан CEME 8721

4.2 Програмне забезпечення

Simatic Step 7 — пакет програмного забезпечення компанії Siemens, яке призначене для розробки систем на базі програмованих логічних контролерів Simatic та інших з подібною архітектурою. Випускається з інтерфейсом на англійській, німецькій, французькій, італійській та іспанській мовах. Існують наступні версії програми:

- STEP 7 Micro/DOS і STEP 7 Micro/Win — призначений для відносно невеликих проектів на базі контролерів Simatic S7-200.
- STEP 7 для SIMATIC S7-300/S7-400, SIMATIC M7-300/M7-400 та SIMATIC C7 — розширений функціонал.

Програма дозволяє розробляти та обслуговувати системи автоматизації на основі програмованих логічних контролерів Simatic S7-300 і Simatic S7-400 фірми Siemens. У першу чергу це роботи з програмування контролерів.

Також програма підтримує такі мови, як SCL, GRAPH 7, HiGraph 7, CFC [22, с. 15].

4.2.1 Стандартний пакет STEP 7

Мови програмування SIMATIC і вбудовані в STEP 7 уявлення мов відповідають вимогам стандарту EN 61131-3. Стандартний пакет працює в операційній системі Windows і відповідає графічній і об'єктно-орієнтованій філософії роботи Windows.

Стандартне програмне забезпечення надає Вам підтримку на всіх стадіях процесу рішення задачі автоматизації, таких як:

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- створення та управління проектами;
- конфігурація і призначення параметрів апаратури та зв'язків;
- управління символами;
- створення програм, наприклад, для програмованих контролерів S7;
- завантаження програм в програмовані контролери;
- тестування системи автоматизації;
- діагностика несправностей установки;

Інтерфейс програмного пакету STEP 7 розроблений для задоволення останніх досягнень ергономіки та полегшує роботу користувача. Документація до програмного забезпечення STEP7 надає інформацію в онлайн-довідці та в електронному посібнику у форматі PDF [22, с. 25]

4.2.2 SIMATIC Manager

SIMATIC Manager (рис. 4.10) управляє всіма даними, пов'язаними з проектом автоматизації - незалежно від того, для якої системи управління програмним забезпеченням (S7/ M7 / C7) вони призначені. Інструменти, необхідні для редагування вибраних даних, автоматично запускаються менеджером SIMATIC [22, с. 33].

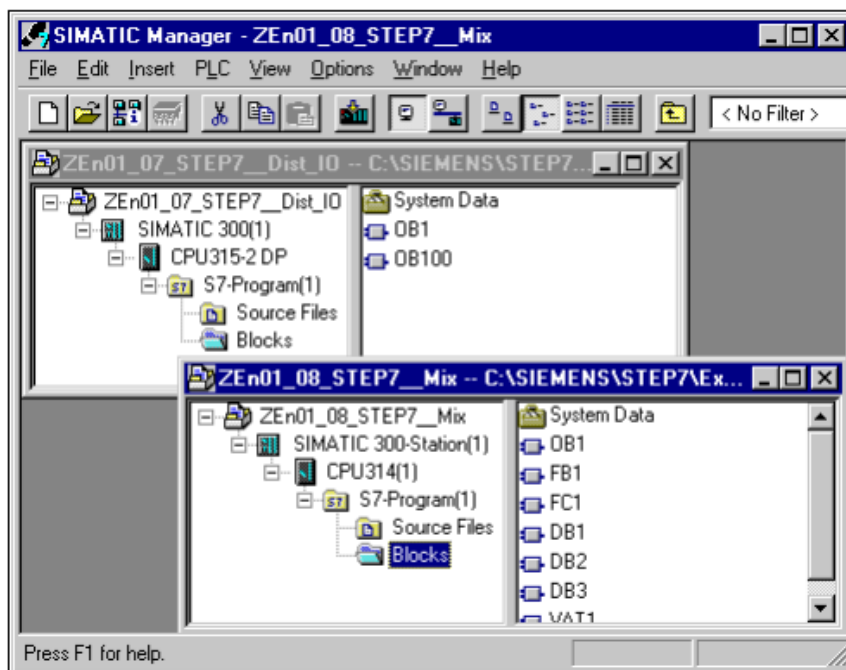


Рисунок 4.10 – Вікно SIMATIC Manager

4.2.3 Діагностика апаратури

Ці функції дають вам можливість огляду стану програмованого контролера. Під час аналізу стану ПЛК можуть відобразитися символи, щоб вказати, що якийсь модуль вийшов з ладу чи ні. Подвійне клацання по несправному модулю відображає детальну інформацію про несправності. Кількість цієї інформації залежить від конкретного модуля:

- відображення загальної інформації про модуль (наприклад, номер для замовлення, версія, ім'я) і стану модуля (наприклад, несправний);
- відображення несправностей модуля (наприклад, несправність каналу) для центрального пристрою і відомих DP;
- відображення повідомлень з діагностичного буфера.

Для CPU відображається наступна додаткова інформація:

- причини несправностей при обробці програми користувача;
- відображення тривалості циклу (найдовшого, найкоротшого і останнього);
- можливості та завантаження зв'язків через MPI;
- відображення функціональних характеристик (числа можливих входів/виходів, меркерів, лічильників, таймерів і блоків) [22, с. 46].

4.2.4 Мови програмування

Мови програмування: контактний план, список операторів і функціональний план для S7-300 і S7-400 є складовою частиною стандартного пакета.

- Контактний план (нім. KOP, англ. LD) - це графічне представлення мови програмування STEP 7 (рис. 4.11). Його синтаксис для команд схожий на релейно-контактні схеми: така схема дає можливість простежити потік енергії між шинами при його проходженні через різні контакти, складові елементи та вихідні котушки.
- Список команд (нім. AWL, англ. ST) - це текстове представлення мови програмування STEP 7, подібне машинного коду. Якщо програма написана у вигляді списку команд, то окремі команди відповідають крокам, за допомогою яких CPU виконує програму. Для полегшення програмування список команд розширено шляхом включення в нього деяких конструкцій мов високого рівня (таких як доступ до структурованих даних і параметри блоків).
- Функціональний план (нім. FUP, англ. FBD) - це графічне уявлення мови програмування STEP 7, що використовує для уявлення логіки логічні блоки

					<i>СУ-61.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						31
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

подібно булевої алгебри. Складні функції можуть бути представлені безпосередньо в з'єднанні з логічними блоками [23, с. 51].

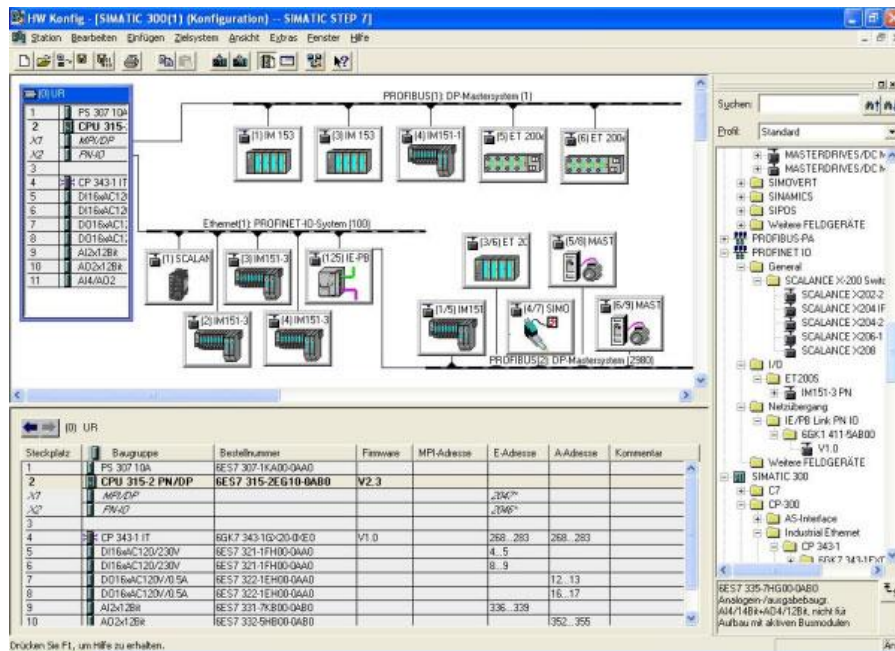


Рисунок 4.11 – Вікно пакету програмного середовища Step 7

4.2.5 SCADA

SCADA (скорочення від англ. Supervisory Control And Data Acquisition) — великі, розподілені системи спостереження та контролю. Системи SCADA використовуються для контролю та керування хімічних, фізичних, виробничих чи транспортних процесів.

Загальними для усіх систем SCADA функціями є:

- збір поточної інформації про роботу устаткування з датчиків і контролерів;
- первинне перетворення зібраної інформації;
- збереження поточної інформації;
- представлення поточної інформації у вигляді гістограм, таблиць, графіків;
- друк звітів і протоколів про роботу одиниць устаткування;
- передача і введення в пристрої керування команд диспетчера;
- використання поточної інформації для вирішення завдань управління виробництвом;
- організація зв'язку з пристроями, підключеними до інформаційної мережі.

TRACE MODE (рис. 4.12) - програмний комплекс класу SCADA HMI, розроблений компанією AdAstra Research Group, Москва в 1992 році. Призначений для розробки програмного

забезпечення АСУТП, систем телемеханіки, автоматизації будівель, систем обліку електроенергії (АСКОЕ, АИИС КУЕ), води, газу, тепла, а також для забезпечення їх функціонування в реальному часі. Починаючи з версії 4.20 (1995) TRACE MODE має функції програмування промислових контролерів [24].

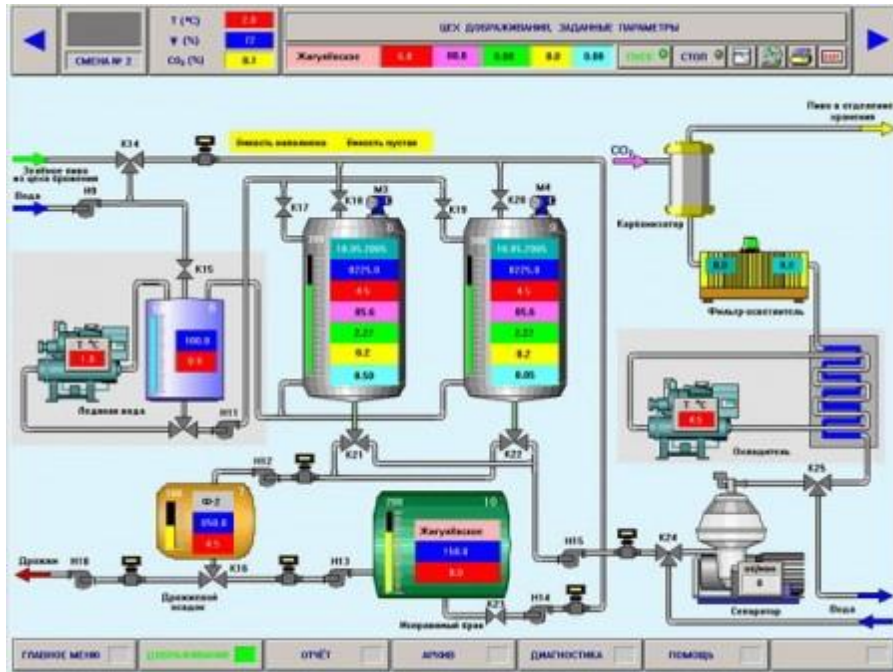


Рисунок 4.12 – Приклад мнемосхеми цеху бродіння сула в середовищі TRACE MODE

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для обґрунтування доцільності впровадження розробленої системи в виробництво був проведений розрахунок економічної ефективності системи автоматизації процесу бродіння та фільтрації пивного суслу [25, с. 126].

Таблиця 5.1 – Розрахунок вартості приладів та засобів автоматизації

Найменування приладів	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Вартість, грн.
Електромагнітний витратомір-лічильник ПРЭМ	7	8000,00	56000,00
Радарний рівнемір Rosemount 3300	4	7300,00	29200,00
Термоперетворювач опору ТСМУ	4	1125,00	4500,00
Датчик тиску Aplisens PC-28	6	4115,00	24690,00
Проточний рідинний густиномір Micro Motion Compact Density Meter (CDM)	1	16300,00	16300,00
Частотний перетворювач ПЧВ2	14	3780,00	52920,00
Пускач реверсивний ПБР-21	2	2116,00	4232,00
Датчик CO ₂ CARBOTEC TR-PT	1	5350,00	5350,00
Нормально-відкритий електромагнітний клапан СЕМЕ 8721	2	1243,00	2486,00
Електромагнітний трьохпозиційний клапан ВН2В-1К	1	1450,00	1450,00
Електричний однообертвий виконавчий механізм МЭО-40	2	2400,00	4800,00
Одноканальний мікропроцесорний індикатор ITM-100	5	1650,00	8250,00
Блок ручного керування аналоговий БРУ-17	11	5135,00	56485,00
Блок ручного керування імпульсний БРУ-15	5	2544,00	12720,00
Процесорний блок контролера Siemens Simatic S7-300 CPU 312C	1	12673,00	12673,00

Продовження таблиці 5.1

Найменування приладів	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Вартість, грн.
Блок живлення PS307 5A	1	4176,00	4176,00
Модуль введення аналогових сигналів SM321 8AI	3	16849,00	50547,00
Модуль виведення аналогових сигналів SM332 8AO	2	27956,00	55912,00
Модуль виведення дискретних сигналів SM322 16DO	4	9889,00	39556,00
Разом	-	-	442247,00

Таблиця 5.2 – Розрахунок вартості монтажних матеріалів

Найменування монтажних матеріалів, одиниці виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Вартість, грн.
Провід ПВС 2x0,75, м	190	3,90	741,00
Провід монтажний МКЭШ 2x0,75, м	735	14,17	10414,95
Контрольний кабель КВВГ 4x6, м	48	50,53	2425,44
Кабель канал ЛНП 50x50, м	80	19,35	1548,00
Кабель канал ЛНП 150x50, м	680	28,80	19584,00
Кабель АВВГ 3x2,5, м	10	5,07	50,70
Профільна шина S7-300, шт	1	881,00	881,00
DIN-рейка, м	8	65,72	525,76
Разом	-	-	36170,85

Таблиця 5.3 – Розрахунок вартості щита

Найменування щита	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Вартість, грн.
Щит шафовий двосекційний ЩШ-2-02 2200x1600x800	1	22760,00	22760,00

Таблиця 5.4 – Вихідні дані для розрахунку суми капіталовкладень

Найменування показників, одиниці виміру	Значення
Вартість приладів, грн.	442 247,00
Вартість монтажних матеріалів, грн.	36 170,85
Вартість щита, грн.	22 760,00
Вартість електро-пневмоапаратури, %	20
Транспортно-заготівельні витрати, %	4
Витрати на монтажні роботи, %	18
Витрати на налагоджувальні роботи, %	20
Інші капіталовкладення, %	5

Таблиця 5.5 – Розрахунок суми капіталовкладень

Найменування показників	Значення, грн.
Вартість приладів	442 247,00
Вартість монтажних матеріалів	36 170,85
Вартість щита	22 760,00
Вартість електро-пневмоапаратури	88 449,40
Транспортно-заготівельні витрати	23 585,09
Витрати на монтажні роботи	99 622,15
Витрати на налагоджувальні роботи	110 691,28
Інші капіталовкладення	41 176,29
Разом	864 702,06

Розрахунок економічної ефективності впровадження системи автоматизації процесу бродіння та фільтрації пивного [25, с. 177].

Таблиця 5.6 – Вихідні дані для розрахунків

Найменування показників, одиниці виміру	Значення
Добовий обсяг виробництва пива, дал	16 000
Тривалість роботи підприємства протягом року, діб	360

Продовження таблиці 5.6

Найменування показників, одиниці виміру	Значення
Збільшення обсягу виробництва пива в результаті впровадження системи автоматизації, %	0,5
Ціна 1 дал пива (без ПДВ), грн.	118,90
Собівартість 1 дал пива, грн.	94,50
Сума капітальних витрат, грн.	864 702,06
Загальна потужність приладів, кВт	1,314
Норма амортизації, %	20
Витрати на поточний ремонт, %	4
Ціна 1кВт/год електроенергії, грн.	1,82
Тривалість роботи приладів протягом року, діб	360
Тривалість роботи приладів протягом доби, годин	24

Таблиця 5.7 – Розрахунок додаткової суми прибутку внаслідок збільшення обсягу виробництва пива

Найменування показників, одиниці виміру	Значення
Добовий обсяг виробництва пива, дал	16 000
Річний обсяг виробництва пива, дал	5 760 000
Збільшення обсягу виробництва пива в результаті впровадження системи автоматизації, дал/рік	28 800
Прибуток від реалізації 1 дал пива, грн.	24,40
Додатковий річний прибуток в результаті впровадження системи автоматизації, грн	702 720,00

Таблиця 5.8 – Розрахунок додаткових витрат

Найменування показників	Значення, грн.
Сума капітальних витрат	864 702,06
Додаткові амортизаційні відрахування	172 940,41
Додаткові витрати на ремонт	34 588,08

Продовження таблиці 5.8

Найменування показників	Значення, грн.
Додаткові витрати на електроенергію	20 662,39
Разом збільшення витрат	228 190,88

Таблиця 5.9 – Розрахунок показників економічної ефективності капіталовкладень

Сума капітальних витрат, грн.	Приріст суми прибутку, грн.	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Термін окупності, років
864 702,06	474 529,12	0,55	1,82

Отриманий невеликий термін окупності (менше двох років) показує, що даний проект є економічно доцільним і може бути впроваджений у реальне виробництво.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, лікувально-профілактичних та санітарно-гігієнічних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Трудове законодавство включає норми та вимоги щодо техніки безпеки та виробничої санітарії, норми регулювання робочого часу та часу відпочинку, звільнення та переведення на іншу роботу, норми праці для жінок, молоді, правила та норми гігієни тощо.

Обов'язок загального нагляду за дотриманням норм охорони праці покладається на прокуратуру, спеціальний нагляд - на профспілки. Також контроль за охороною праці здійснюють державні та відомчі спеціалізовані інспекції (Держпраці, Енергонагляд).

Для запобігання нещасних випадків та безпечної експлуатації технологічного обладнання на підприємстві всі працівники зобов'язані пройти курс навчання з техніки безпеки. Керівники підприємств, у свою чергу, зобов'язані забезпечити своєчасне та якісне навчання працівників безпечним прийомам та методам праці, які регулярно проводяться на всіх підприємствах, незалежно від ступеня небезпеки підприємств [26, с. 7].

Відповідно до ст. 15 Закону "Про охорону праці" така служба повинна бути створена на підприємстві з 50 і більше працівників відповідно до Типового положення про службу охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету з нагляду за охороною праці від 15.11. 2004 р. № 255 На підставі цього документа також слід розробити Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначити структуру такої служби, її кількість, основні завдання, функції та права її працівників. Крім того, повинні бути затверджені інструкції посадових осіб, що визначають їхні обов'язки, права та відповідальність за виконання своїх функцій.

На підприємствах, які мають менше 50 працівників, функції служби охорони праці можуть виконувати неповний робочий день особами, які мають відповідну підготовку. А на підприємствах, які мають менше 20 працівників, сторонні спеціалісти, які мають не менше трьох років досвіду роботи та пройшли навчання з охорони праці, можуть залучатись на договірних засадах до виконання функцій служби охорони праці [26, с. 55].

Основні моменти, які компанія повинна виконати, щоб відповідати законодавству України у сфері охорони праці: створити службу охорони праці:

- створити службу охорони праці
- розробити та затвердити положення, інструкції та інші акти з охорони праці на підприємстві;

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- організувати інструктажі з охорони праці;
- забезпечити навчання та перевірку знань з охорони праці;
- дбати про проведення медичних оглядів;
- забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, милом, молоком, соляною водою та інше;
- проводити атестацію робочих місць;
- налагодити облік аварій та нещасних випадків.

Заходи, спрямовані на підвищення безпеки.

Перед початком роботи на розробленому майданчику необхідно перевірити справність обладнання, пристосування та інструменту, огороження, захисне заземлення, вентиляцію. Перевірте правильність складування заготовок та напівфабрикатів. Під час роботи необхідно дотримуватися всіх правил користування технологічним обладнанням, дотримуватись правил безпечної експлуатації транспортних засобів, контейнерів та підйомних механізмів, виконувати інструкції щодо безпечного обслуговування робочого місця. У надзвичайних ситуаціях необхідно суворо дотримуватися всіх правил, що регулюють поведінку персоналу у разі нещасних випадків та ситуацій, які можуть призвести до нещасних випадків та інцидентів. Після закінчення робіт все електрообладнання повинно бути відключене, очищення виробничих відходів та інші заходи для забезпечення безпеки на місці. Майданчик повинен бути обладнаний необхідними попереджувальними плакатами, обладнання повинно мати відповідне забарвлення, проїжджу частину дороги та проїзних шляхів необхідно розмітити. Сам майданчик повинен бути спланований відповідно до вимог безпеки, а саме дотримання: ширини проходів, проходів, мінімальної відстані між обладнанням. Усі ці відстані повинні бути принаймні прийнятними.

Для запобігання негативному впливу виявлених небезпечних та шкідливих виробничих факторів на здоров'я працівників, запобігання виробничого травматизму під час технологічного процесу виготовлення деталей ми передбачаємо такі загальні заходи: раціональна організація робочих місць; регулярний контроль правильності всіх методів роботи при виконанні операцій технологічного процесу; своєчасний плановий та профілактичний ремонт виробничого обладнання та інструментів; утримання проходів та проходів у належному порядку; раціональні режими виконання всіх основних та допоміжних операцій технологічного процесу; ефективне використання засобів індивідуального захисту, своєчасний контроль їх стану, дотримання необхідної (встановленої нормами) частоти їх заміни; використання сучасних засобів безпеки та огороження робочих зон; проведення систематичного контролю за станом обладнання та допоміжних пристроїв та ін [26, с. 77].

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захист від шуму і вібрації:

Методи контролю шумом поділяються на:

- методи зменшення шуму в джерелі його виникнення;
- методи зменшення шуму на шляху його розповсюдження.

Зниження рівня шуму в джерелі його освіти досягається за рахунок:

- конструктивної зміни джерела;
- поліпшення якості балансування;
- підвищення точності виготовлення деталей;
- поліпшенням змащення;
- поліпшенням класу чистоти поверхонь і т.д.

Методи зниження шуму на шляху його поширення включають:

- акустичну обробку приміщень (застосування звукопоглинальних пристроїв);
- ізоляція джерел шуму або приміщень (звукоізолюючі огороження, обшивки, кабінки, екрани, засоби віброізоляції);
- використання глушника.

До засобів індивідуального захисту від шуму відносяться: протишумові вставки, навушники і шоломи [26, с. 115].

Захист від ураження електричним струмом

Основний спосіб захисту від статичної електрики – заземлення устаткування, судин і комунікацій, в яких накопичується статичний струм, використання спеціального взуття з електропровідною підошвою і інші засоби захисту.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є:

- забезпечення недоступності струмоведучих частин;
- електричний розподіл мережі;
- використання подвійної ізоляції, вирівнювання потенціалу, використання захисного заземлення, захисного відключення;
- застосування спеціального електрозахисного обладнання – переносних пристроїв;
- організація безпечної експлуатації електроустановок.

Електрозахисні засоби поділяють на:

1. Ізолюючі:

- основні: діелектричні гумові рукавички, інструмент з ізолюючими ручками до 1000В;

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- додаткові: діелектричні калоші, килими та ізоляційні підставки.
- 2. Огородження: щити, корпуси-клітки, ізоляційні кришки, попереджувальні плакати, пристрої тимчасового заземлення.
- 3. Запобіжні: респіратори, окуляри, рукавиці тощо.

Працездатність засобів захисту повинна перевірятися оглядом перед кожним використанням, а також періодично через 6-12 місяців.

Щоб правильно визначити необхідні засоби та заходи захисту людей від ураження електричним струмом, необхідно знати допустимі значення контактних напруг і струмів, що проходять через тіло людини.

Напруга дотику - це напруга між двома точками електричного кола, до яких людина торкається одночасно. Максимально допустимі значення контактної напруги та струму для нормальних (аварійних) та аварійних режимів електроустановок, коли струм проходить через тіло людини через шлях «рука - рука» або «рука - нога», регулюються ГОСТом 12.1. .038-82 [26, с. 163].

Пожежна безпека - це стан об'єкта, при якому виключається можливість виникнення пожежі, а у разі його виникнення застосовуються необхідні заходи щодо усунення негативного впливу небезпечних факторів пожежі на людей, споруди та матеріальні цінності. Пожежна безпека може бути забезпечена запобіганням пожежам та активними протипожежними заходами. Профілактика пожежі включає комплекс заходів, спрямованих на запобігання пожежі або зменшення її наслідків. Активна пожежна безпека - заходи щодо забезпечення успішної боротьби з пожежами або вибухонебезпечними ситуаціями. Система пожежної безпеки - це сукупність сил і засобів, а також заходів правового, організаційного, економічного, соціального та науково-технічного характеру, спрямованих на боротьбу з пожежами. Основними елементами системи пожежної безпеки є органи державної влади, органи місцевого самоврядування, підприємства, громадяни, які беруть участь у пожежній безпеці.

Заходи протипожежного захисту поділяються на організаційні, технічні, режимові та експлуатаційні.

Організаційні заходи: забезпечення належної роботи машин та внутрішньогосподарського транспорту, належне обслуговування будівель, територій, пожежна безпека.

Технічні заходи: дотримання протипожежних правил та норм при проектуванні будівель, використанні приладів, електричних проводів та обладнання, опалення, вентиляції, освітлення, правильне розміщення обладнання.

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Режимні заходи - заборона куріння у не визначених для цього місцях, заборона на зварювання та інші пожежні роботи у пожежонебезпечних районах тощо.

Оперативні заходи - своєчасна профілактика, перевірки, ремонти та випробування технологічного обладнання.

Пожежа - це найбільш руйнівний елемент, який може за лічені хвилини знищити масштабну будівлю. Ось чому кожен завжди повинен мати засоби захисту від цього. Головним із них є вогнегасник [26, с. 188].

Вогнегасник - технічний пристрій, призначений для припинення горіння, подаючи вогнегасний засіб, що міститься в ньому, під дією надмірного тиску, вагою та конструкцією придатний для транспортування та використання однією людиною.

Вогнегасники є одним з найефективніших основних засобів пожежогасіння.

У залежності від виду внутрішньої речовини вогнегасники поділяються на п'ять типів:

- вуглекислотні;
- повітряно-пінні;
- порошкові;
- водні;
- аерозольні.

Вуглекислотні вогнегасники як вогнегасну речовину застосовують зріджений диоксид вуглецю (вуглекислоту), а також аерозольні й вуглекислотно-брометиллові, зарядом у яких слугує галойодовані вуглеводні, при подачі яких у зону горіння гасіння настає при відносно високій концентрації кисню (14-18%).

Для активації вуглекислотного вогнегасника необхідно направити його у центр вогнища й повернути маховик до упору або натиснути на важіль запірно-пускового пристрою. При переході вуглекислоти з рідкого в газоподібний стан його об'єм збільшується в 400–500 разів, що супроводжується різким охолодженням до температури $-72\text{ }^{\circ}\text{C}$ і частковою кристалізацією; ні в якому разі не можна доторкатися до металевого розтрубу для уникнення обмороження рук. Ефект полум'ягасіння досягається подвійно: зниженням температури джерела займання нижче точки запалювання та витисненням кисню із зони горіння негорючим вуглекислим газом.

Порошкові вогнегасники є найбільш універсальними в області застосування та в діапазоні робочих температур (особливо із зарядом типу АВСЕ), який може успішно гасити майже всі класи пожеж, включаючи електрообладнання напругою 1000 В. Вогнегасники не є призначені для гасіння лужних пожеж та лужноземельних металів та інших матеріалів, горіння яких може відбуватися без доступу повітря.

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пінні вогнегасники призначені для гасіння пожеж з вогнегасними пінами: хімічними або повітряно-механічними.

Пінні вогнегасники застосовують для гасіння майже всіх твердих речовин, а також горючих та деяких горючих рідин на площі не більше 1 м². Не можна гасити запалені електроустановки та живі електричні мережі піною, оскільки це провідник електричного струму.

До недоліків пінних вогнегасників можна віднести вузький температурний діапазон застосування (5-45 °С), високу корозійну активність заряду, можливість пошкодження об'єкта гасіння, необхідність щорічної підзарядки [26, с. 190].

Для створення сприятливих умов для здорової праці, які б запобігли швидкій втомі очей, професійним захворюванням, нещасним випадкам та підвищили продуктивність та якість продукції, промислове освітлення повинно відповідати таким вимогам: створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми:

- забезпечити достатню рівномірність та узгодженість рівнів освітлення у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частої переадаптації зорових органів;
- не створювати на робочій поверхні різні та глибокі тіні (особливо рухомі);
- контраст освітлених поверхонь повинен бути достатнім для розрізнення деталей;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплове випромінювання, небезпека ураження електричним струмом, пожежа та вибух ламп):
- повинно бути надійним та зручним в експлуатації, економічним та естетичним.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове [26, с. 201].

					<i>СУ-61.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час реалізації дипломного проекту технологічний комплекс пивоваріння визначався як складна технологічна та організаційна система, що складається з великої кількості взаємопов'язаних підсистем. Має високий ступінь невизначеності та ознаки хаотичної поведінки. Аналіз недоліків існуючих виробничих систем дозволив зробити висновки про необхідність розробки системи управління, яка максимально усуне їх. Визначено основні напрями вдосконалення технологічних процесів виробництва пива.

Розроблено схему автоматизації, схему електричну принципову живлення, схему підключень зовнішніх проводок, схему щита (вигляд ззовні та зсередини), пункт управління, схема керування та сигналізації для системи автоматизації процесу бродіння та фільтрації пивного сусла. Система дозволяє збільшити обсяги продукції та підвищити її якість, підвищити рівень автоматизації, збільшити точність вимірювання та контролю основних параметрів, завдяки використанню сучасної обчислювальної, мікропроцесорної техніки та програмного забезпечення. Дана система передбачає наступні контури регулювання та контролю:

- регулювання співвідношення сусло-дріжджі шляхом зміни витрати дріжджей та сусла, що надходять з цеху підготовки дріжджей та з варочного цеху;
- регулювання та сигналізація рівня в ЦКТ шляхом зміни витрати пивного сусла та дріжджів, що надходять з варочного цеху та цеху підготовки дріжджей;
- регулювання та сигналізація температури в ЦКТ шляхом зміни швидкості циркуляції хладогену в сорочках охолодження ЦКТ;
- регулювання і сигналізація тиску в ЦКТ шляхом періодичного випуску CO₂ з ЦКТ в атмосферу;
- керування позицією клапана на виході з ЦКТ в залежності від густини рідини на виході;
- регулювання і сигналізація температури на виході з теплообмінника шляхом зміни швидкості циркуляції хладогену в трубопроводі змієвика;
- регулювання і сигналізація рівня в буферній зоні шляхом зміни витрати нефільтрованого пива, що надходить з сепаратора;
- регулювання рівня концентрації CO₂ в пиві після фільтрації шляхом збільшення подачі CO₂ в карбонізатор;
- регулювання і сигналізація рівня в форфасах шляхом закриття клапана подачі пива до форфаса після досягнення верхнього рівня;

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- регулювання температури у форфасах шляхом зміни швидкості циркуляції хладогену в сорочках охолодження форфасів;
- регулювання та сигналізація втрати CO₂ у форфасах шляхом збільшення або зменшення подачі CO₂ у форфаси;
- контроль і сигналізація тиску у фільтрі, сепараторі, карбонізаторі у випадку забиття;
- керування мішалкою і насосами.

Контроль та регулювання вище перелічених контурів автоматизації дозволяє збільшити обсяг та якість продукції, передбачити та швидко відреагувати на аварійні ситуації, зменшити кількість обслуговуючого персоналу, зменшити витрати на енергоресурси, зменшити необов'язкові витрати сировини.

Дана система автоматизації розроблена на базі сучасних засобів та систем автоматизації, мікропроцесорного контролера SIEMENS SIMATIC S7-300, з використанням модулів розширення вводу/виводу аналогових та дискретних сигналів.

Розглянуті основні питання охорони праці та запропоновані шляхи їх вирішення, розраховані основні показники економічної ефективності, а саме: сума капітальних витрат, приріст суми прибутку, коефіцієнт ефективності капіталовкладень та термін окупності. Розрахунки доводять те, що система є економічно доцільною для впровадження в реальне виробництво.

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нарцисс, Людвиг Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс; при участии В. Бака; пер. с нем. А. А. Куреленкова. — СПб.: Профессия, 2017. — 640 с.
2. Симонов Л.Н. Пивоварение и квасоварение / Л.Н. Симонов, М.С. Пумпянский — 2017. — 192 с.
3. Петренко, Ю. Н. Программное управление технологическими комплексами : учеб. пособие / Ю. Н. Петренко, С. О. Новиков, А. А. Гончаров. – Минск : Выш. шк., 2019. – 369 с.
4. Автоматизація виробничих процесів : підручник / О.І. Черевко, Л.В. Кіптела, В.М. Михайлов, О.Є. Загорулько ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. — Харків, 2014. — 186 с.
5. Молдабаева, М.Н. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / М.Н. Молдабаева. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 224 с. : ил., табл.
6. Відомості про циліндро-конічні бродильні танки — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://milesta.ru/cylindrical-conical-fermentation-tanks>
7. Відомості про сепаратор — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://milesta.ua/centrifugal-separator-beer-equipment>
8. Відомості про фільтр-прес — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фильтр-пресс>
9. Автоматизація виробничих процесів : підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — Вид. 2-ге виправлене — К.: Вид. Ліра-К, 2015. — 378 с.
10. Шишмарёв, Владимир Юрьевич. Основы автоматизации технологических процессов : учебник / В.Ю. Шишмарёв. — Москва : КНОРУС, 2019. — 406 с.

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Трофимов В.Б., Кулаков С.М. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами. — М.: Инфра-Инженерия, 2016. — 232 с.: ил.
12. Laxmidhar Behera Intelligent Control of Robotoc Systems / Laxmidhar Behera, Swagat Kumar, Prem Kumar Patchaikani — 2020. — 696 с.
13. Tarik Uzunović Motion Control of Functionally Related Systems / Tarik Uzunović, Asif Šabanović — 2020. — 174 с.
14. Mehta B.R. Industrial Process Automation Systems / B.R. Mehta and Y.J. Reddy — 2015. — 675 с.
15. SIEMENS Simatic программируемый контроллер S7-300 Аппаратура и монтаж. Данные модулей — [Электронный ресурс]. — Режим доступа до ресурсу: https://www.siemens-pro.ru/docs/simatic/s7-300/S7-300_Installation_r.pdf
16. Інструкція з експлуатації ПРЕМ — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: https://teplocom.nt-rt.ru/images/manuals/PREM_Operating_manual.pdf
17. Інструкція з експлуатації термометра опору ТСМ-У — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.teplocontrol-sm.ru/tech/tsmu-tspu-thau-ex-re.pdf>
18. Інструкція з експлуатації датчику тиску РС-28 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: https://www.aplisens.ru/downloads/instruction/PE_PC_28.pdf
19. Інструкція з експлуатації хвилеводного рівнеміра Rosemount 3300— [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/rosemount-3300-gwr-transmitter-ru-ru>
20. Інструкція з експлуатації частотного перетворювача ПЧВ2 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: https://owen.ru/product/preobrazovatel_chastoti_oven_pchv1_i_pchv2
21. Каталог продукції «МІКРОЛ» — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: http://www.microl.ua/media/epub/2017_catalog_microl.pdf

					СУ-61.6.050201.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

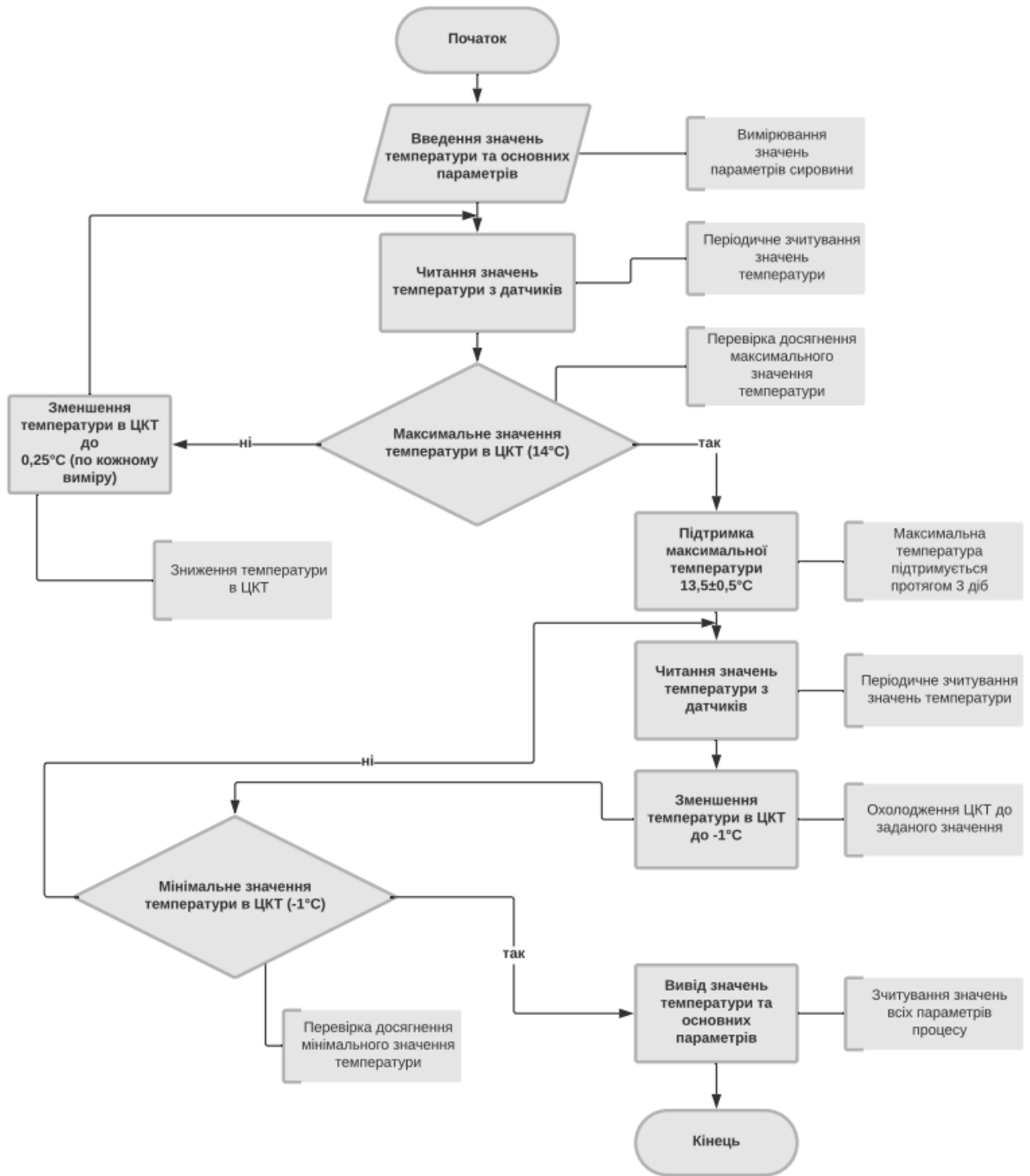
22. Інструкція з експлуатації ел-магнітного клапану CEME 8721 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.cemegroup.com/ru/solenoid-valves-ru>
23. Руководство по программированию Siemens Simatic Step 7 V5.3 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/056/18652056/att_70835/v1/STEP7V53_Programming_r.pdf
24. Руководство пользователя TRACE MODE 6 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.adastra.ru/products/rukovod/>
25. Бойчик І.М Економіка підприємства: підручник. / І.М.Бойчик. – К.: Кондор - Видавництво, 2016. – 378 с.
26. Шудренко І. В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І. В. Шудренко. – Житомир : Видавець, О. О. Євенок, 2016. – 214 с.
27. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі: В.Д. Черв'яков, О.Ю. Журавльов, І.В. Щокотова — Суми: Сумський державний університет, 2013. — 66 с.

					<i>СУ-61.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						49
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ДОДАТОК А

(обов'язковий)

Алгоритм керування основних параметрів в ЦКТ на прикладі контуру регулювання температури.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-61.6.050201.ПЗ

Арк.

50