

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

_____ **Форсюк А.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 2 » червень 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ **Ельперін І.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 2 » червень 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: Розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-Зск

_____ **Науменко Денис Олександрович**
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ **Смітюх Ярослав Володимирович**
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент _____ **Власюк О.П.**
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

_____ І.В.Ельперін

«29» квітня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Науменко Денис Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу

керівник роботи к.т.н., доц. Смітюх Ярослав Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» квітня 2021 р. № 248-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «2» червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Характеристика об'єкта автоматизації. 1.1. Аналіз технологічної дільниці як об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Опис системи автоматизації. 2.1. Вибір технічних засобів 2.2. Опис схеми автоматизації. 2.3. Специфікація на прилади і засоби системи

автоматичного контролю та регулювання. 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера. 3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера. 3.2. Опис схем підключення датчиків та ВМ. 3.3. Багатолінійна схема живлення. 4. Опис встановлення технічних засобів. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. Висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 29 квітня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2	1 тиждень	
4	Розділ 3	2 тиждень	
5	Розділ 4 та 5	3 тиждень	
6	Розділ 6 та 7	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Науменко Д.О

(підпис)

Керівник роботи Смітюх Я.В

(підпис)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації –термоперетворювача ТСМУ 1-3а, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічних засобів.

Розроблено алгоритм та програма для управління процесом виробництва дифузійного соку. Програма розроблена для ПЛК М340 від виробника Schneider Electric. Інтерфейс SCADA-програма технологічного процесу розроблено в програмному забезпеченні Citect SCADA 2015 та вигляд дисплейної мнемосхеми представлено в записці.

Ключові слова: дифузійний апарат, сік, М340, ТСМУ.

					Кваліфікаційна робота	4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

In this qualification work the development of the automation system of the column diffusion apparatus is considered.

The qualification work presents a description of the technological process, tasks for the automation system, automation scheme, specification of technical means of automation, assembly diagram of technical means of automation - thermocouple TSMU 1-3a, connection schemes of sensors and actuators to the PLC and extended connection schemes of technical means.

An algorithm and a program for controlling the process of diffusion juice production have been developed. The program is designed for PLC M340 from the manufacturer Schneider Electric. The interface of the SCADA-program of the technological process is developed in the software Citect SCADA 2015 and the appearance of the display mnemonic is presented in the note.

Key words: diffusion apparatus, juice, M340, TSMU.

					Кваліфікаційна робота	5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації	9
1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації	9
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	12
Розділ 2. Опис системи автоматизації	14
2.1. Вибір технічних засобів	14
2.2. Опис схеми автоматизації	26
2.3. Специфікація на прилади і засоби системи автоматичного контролю та регулювання	38
Розділ 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера	42
3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера	42
3.2. Опис схем підключення датчиків та ВМ	49
3.3. Багатолінійна схема живлення	58
Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів	59
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для МПК).....	60
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога..	73
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI	73
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	75
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.	77
Висновки	83
Список використаної літератури	84

					Кваліфікаційна робота	6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

У той час як кожен виробник цукру стикається зі специфічними виробничими проблемами, існують кілька, що резонують усю галузь. Серед найбільш актуальних проблем сьогодення — необхідність оптимізувати споживання енергії, зменшити матеріальні витрати та витрати на інвентаризацію, збільшити використання активів та пропускну спроможність. Інші пріоритети включають потребу у поліпшенні якості та зменшенні варіацій, помилок та відходів, максимізуючи відстеження матеріалу та дотримання норм і стандартів. Нарешті, існує більша обізнаність та бажання охопити гнучке виробниче середовище. Рішення цих викликів можна знайти у «новому світі» – тобто використанні сучасних технологій та рівня стану автоматизації на підприємстві.

Стратегічні цілі виробників цукру є простими: забезпечити конкурентоспроможну продукцію, підвищити рентабельність та розвивати свій бізнес в умовах зростаючої глобалізації та підвищеної вартості розвитку продукту.

Широке впровадження автоматизації виробничих процесів являється одним з вирішальних факторів подальшого технічного прогресу в цукровій галузі. Автоматизація служить продовженням механізації виробництва. Під автоматизацією розуміють застосування приладів, пристроїв і керуючих машин, які без дії людини здійснюють керування технологічним процесом по заданій програмі.

Автоматизація цукрового виробництва забезпечує якісну і ефективну роботу технологічних дільниць лише у випадку комплексного підходу до вирішення цієї задачі. При такому підході слід підготувати до автоматизації технологічне обладнання, технологію і вибрати необхідні засоби автоматизації для основних і допоміжних процесів.

Основний і допоміжний технологічні процеси отримання цукру включають дільниці заготівлі, зберігання та підготовки сировини до переробки,

					Кваліфікаційна робота	7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

соковидобувне відділення, дільниця очищення дифузійного соку, дільниця отримання готового продукту, дільниці допоміжного виробництва, дільниці зберігання і переробки цукру-сирцю.

Технологічний процес цукрового виробництва являється в основному безперервно-поточним і здійснюється головним чином в безперервно діючому обладнанні, а тому задовольняє основним вимогам з точки зору його автоматизації. Разом з цим впровадженню автоматизації передують велика і трудомістка праця, пов'язана з капітальними затратами. З урахуванням останніх перш за все і визначається економічна доцільність автоматизації.

Велике значення при підготовці об'єкту чи технологічної дільниці до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, по яким здійснюється об'єктивне керування процесом. Наприклад, наявність надійних автоматичних рН-метрів дозволяє здійснювати контроль і керування процесами очищення соку і сиропу від дифузійного відділення до вакуум-апаратів.

При виборі засобів контролю технологічних параметрів цукрового виробництва враховують можливість їх роботи в різних середовищах і при різних режимах роботи.

Специфічність середовищ цукрового виробництва значно звужує коло загальнопромислових приладів які можна використати при автоматизації, тому необхідне створення спеціальних КВП.

Ритмічна робота підприємства в значній мірі забезпечується системами керування і обумовлює високі показники його роботи. У зв'язку з цим стабілізація основного потоку продуктів заводу пов'язана з встановленням буферних збірників, резервуванням обладнання і наявністю енергетичного запасу по регулюючим технологічним параметрам.

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

1. Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації

Об'єктом автоматизації являється колонний дифузійний апарат на цукровому заводі. Добування цукру з бурякової стружки — один з основних процесів цукрово-бурякового виробництва, яким у значній мірі визначаються якість і кількість одержуваного цукру й ефективність роботи заводу в цілому. На вітчизняних цукрових заводах цей процес здійснюють, як правило, на дифузійних апаратах безперервної дії, що прийшли на зміну дифузійним батареям періодичної дії Роберта. Існують дифузійні апарати ротаційні, ланцюгові, колонні, похилі, що розрізняються по конструкції, продуктивності, технологічним показникам, але які мають один принцип дії — проти поточе висолоджування. Екстракцію цукру з буряка здійснюють на більшості заводів у колонному й похилому дифузійному апаратах. Колонна дифузійна установка включає висолоджувач колонного типу, ошпарювача, підігрівники соку й устаткування підготовки води для живлення апарата. У нижню частину апарата подається сокостружкова суміш, що переміщається нагору транспортно-мішальним органом, і де з неї відбирається дифузійний сік на ошпарювання. У верхню частину підводять жомпресова й свіжа вода й виводиться жом. Робота транспортно-мішаючого органа регламентується питомим навантаженням обсягу апарата стружкою, що підтримується постійною й рівної 700 кг/м^3 . Середня температура сокостружкової суміші у висолоджувачі підтримується на рівні $72 \text{ }^\circ\text{C}$, що досягається нагріванням води й стружки в ошпарювачі. Розрізняють дві стадії ошпарювання: попередня й основна.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.		Науменко Д.О			<i>Розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу</i>	Літера	Арк.	Аркушів
Пров		Смітюх Я.В					9	4
Зав.		Ельперін І.В.			<i>НУХТ АК-4-3ск</i>			
Жаф. Сек. ЕК		Проскурка Є.С						

Стружка температурою 10 °С через шахту ошпарювача надходить у теплообмінну частину апарата, де попередньо ошпарюється дифузійним соком, нагрітим до 72 °С у кількості 120 % до маси буряка й відібраним через сита з нижньої частини колони. Із цієї частини ошпарювача сік температурою 45 °С через сита приділяється у виробництво, а стружка за допомогою обертового транспортного органа просувається в мішалку ошпарювача, де перемішується й ошпарюється нагрітим до 85 °С циркулюючим соком у кількості 300 % до маси буряка. З мішалки що утвориться сокостружкова суміш температурою 74 °С у кількості 400 % до маси буряка насосом подається в дифузійний апарат.

При роботі дифузійної установки колонного типу без обліку системи підготовки води контролюється масова витрата стружки, витрата дифузійного соку й зміст сухих речовин у ньому, температуру й витрату соку на перед-ошпарювання й циркуляцію в мішалку ошпарювача, рівень соку в мішалці ошпарювача й стружки в шахті ошпарювача, рівень, температуру й рН соку в колоні, стан сит колони й ошпарювача, питоме навантаження обсягу апарата стружкою, втрати цукру в жомі.

Система підготовки води для живлення дифузійних установок передбачає повне використання жомопресової води й додавання свіжої. Жомопресову воду перед використанням очищають від мезги й нагрівають до 74 °С, свіжу воду сульфітують (рН приблизно 6) і нагрівають до 65 °С. У процесі роботи системи підготовки води контролюють витрату й температуру жомопресової води, витрату, температуру й рН свіжої води.

Дифузійний сік насосом направляють в прогресивний переддефекатор, в останню зону якого добавляють вапнякове молоко. Оброблений в переддефекаторі сік надходить в холодний дефекатор, після чого він через підігрівник поступає в дефекатор.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дефекований сік направляють на першу сатурацію діоксидом вуглецю, потім знову на підігрівник. На другу сатурацію потрапляє сік з першої сатурації, що містить надлишок вапняку, цукрозу, КОН, NaOH та інші нецукри. Повторювану обробку дифузійного соку CO₂ проводять для того, щоб перевести залишені після першої сатурації вільні гідроксиди кальцію, калію, натрію та вивести в осад кальцій, зв'язаний з органічними кислотами.

На I сатурації відбувається адсорбція вапняних солей, фарбувальних речовин і колоїдів, що залишилися в розчині після попередньої defeкації; осад надає структуру, що полегшує фільтрування.

При сатурації соку, отриманого в процесі основної defeкації, розрізняють два етапи, під час яких настають характерні зміни структури і осаду і розчину. На першому етапі (лужність соку вище 0,1 % CaO) при обробці defeкованного соку CO₂ рН розчину падає, а осад набуває зернистої консистенції, сприяючи хорошему фільтруванню соку. Одночасно карбонат кальцію адсорбує на своїй поверхні солі кальцію і фарбувальні речовини, що сприяє зниженню колірності соку. При подальшому зниженні рН настає другий етап (лужність соку нижче 0,09 % CaO), коли підвищується здатність осаду (швидкість фільтрування V росте), що фільтрує, але якість відфільтрованого соку падає (підвищуються колірність і вміст солей кальцію). Між цими двома етапами сатурації (рН приблизно 11) знаходиться зона (лужність соку 0,09-0,1 % CaO), де колірність і кількість солей кальцію мінімальні. Ця оптимальна область I сатурації кількісно відповідає оптимальному рН передефікації. Зазвичай оптимальна точка I сатурації коливається залежно від умов конкретного заводу, зокрема від продуктивності станції фільтрування. Значний вплив на процес I сатурації чинять температура і тривалість його. При швидкій сатурації виходить дрібніший осад, що забезпечує зниження колірності соку і підвищення швидкості фільтрування за рахунок утримання на поверхні дрібних часток осаду CaCO₃ з великою сумарною поверхнею колоїдів (білки,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пектинові речовини), що містяться в осіданні. Крім того, осад виходить рівномірним, що також полегшує фільтрування. Тривалість I сатурації складає 10 хв, що дозволяє підтримувати рівномірну лужність соку. Температура соку на I сатурації також впливає на Дисперсність осаду CaCO₃ і за типовою схемою складає 85-90 °С. Контроль в процесі I сатурації передбачає визначення лужності методом титрування або рН соку, якості сатураційного газу, вимір температури соку, спостереження за рівнем соку в апараті, визначення здатності осаду, що фільтрує, по фільтраційному коефіцієнту або швидкості фільтрування і якості соку (колір, вміст солей Са, доброякісність фільтрату).

1.2 Завдання на розробку системи автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізація управляючої дії	Додаткові умови
1	Трубопровід	Витрата дифузійного соку з ошпарювача	12 м ³ /год	Регулювання	Стабілізація	Вплив на стан роботи двигуна М1	
2		Витрата живильної води	40 м ³ /год	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
3		Витрата жомопресованої води	130 м ³ /год	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
4		рН живильної води	4,4 од рН	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
5		Температура соку після ошпарювача	90°С	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
6		Витрата соку для стружки	40 м ³ /год	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 8в	

7		Витрата соку в ошпарювач	10 м ³ /год	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 8в	
8		Температура гарячої води	95°C	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 13в	
9		Насоси	Вкл/Викл	Управління	Стан	Вплив на стан роботи двигуна М2-М5	
10	Ошпарювач	Рівень стружки в ошпарювачі	2,3 м	Управління	Стан	Вплив на клапан 5в	
11		Рівень води в ошпарювачі	0,5 м	Управління	Стан	Вплив на клапан 6в	
12		Температура соку в ошпарювачі	90°C	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
13		Температура гарячої води в ошпарювачі	90°C	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
14	Збірник	Рівень соку	1.2 м	Управління	Стан	Вплив на клапан 2в	
15	Бурякорізка	Витрата стружки	115 т/год	Регулювання	Стабілізація	Вплив на стан роботи двигуна М1	
16	Пульпопастка	рН дифузійного соку	6,5 од рН	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
17	Дифузійний апарат	Рівень в дифузійному апараті	5,2 м	Управління	Стан	Вплив на клапан 9в	
18		Температура в дифузійному апараті	70°C	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розділ 2. Опис системи автоматизації

2.1. Вибір технічних засобів

Обґрунтування вибору датчика температури

Термоперетворювачі призначені для вимірювання температури різних середовищ від -50 до 600 °С. Датчик складається з вимірювальної частини, яка занурюється в середовище і виконана з захисної арматури, і зовнішньої частини, тобто клемної головки.

Мною обраний термоперетворювач ТСМУ 1-3а фірми ТЕРА

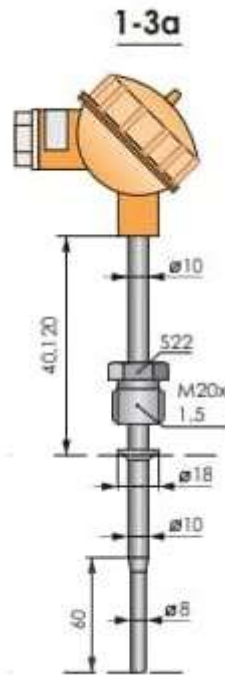


Рис.2.1 Загальний вигляд термоперетворювача ТСМУ

Даний датчик має вбудований перетворювач в уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА, який розміщено в клемній головці типу В.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>						
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	<i>Розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу</i>			Літера	Арк.	Аркушів	
Розроб.	Науменко Д.О.									14	27
Пров	Смітюх Я.В							<i>НУХТ АК-4-3ск</i>			
Зав.	Ельперін І.В.										
Каф.	Проскурка Є.С										

Характеристики ТСМУ серії 1-3а

Тип термоперетворювача	ТСМ (50М, 100М) ТСП (50П, 100П, Pt100, Pt1000) ТСТ (10kNTC) ТП (DS18B20) ТХА (К), ТХК (L), ТЖК (J)
Відносна похибка, клас допуску	В (для ТСМ) АА, А, В (для ТСП) 1% (для ТСТ) 0,5°C (для ТП) 1, 2 (для ТЖК, ТХА) 2 (для ТХК)
Тип спаю для термопар	Ізольований
Матеріал захисної арматури	Н/ж сталь 12Х18Н10Т (н/ж сталь AISI 321)
Діапазон вимірювання	-50...150 (для ТСМ) -100...250, -50...250, -50...500, -50...600 (для ТСП) -40...120, -20...200 (для ТСТ) -30...100 (для ТП) -40...250, -40...500, -40...800 (для ТХА) -40...250, -40...500 (для ТЖК) -40...250, -40...600 (для ТХК)
Показник інерційності,с	10...25 (для ТС, ТСТ и ТП) 10...30 (для термопар)

Обґрунтування вибору рівнеміра

Мною був обраний хвильовий рівнемір Rosemount 5300.

Принцип дії рівнеміра

Рівнемір 5300 являє собою інтелектуальний двухпровідний рівнемір безперервного виміру, що діє за принципом рефлектометрії з тимчасовим дозволом (Time Domain Reflectometry - TDR). Наносекундні імпульси малої потужності направляються уздовж зануреного в вимірювану середу зонда. При досягненні імпульсом поверхні частина енергії відбивається назад в рівнемір, а різниця часу між сформованим і відбитим імпульсами

Рівнемір 5300 має високу чутливість, завдяки його передовій технології обробки сигналу і високому відношенню сигнал / шум. Це дозволяє приладу справлятися з різними перешкодами.

Переваги рівнеміра 5300

- Немає рухомих елементів: Менший обсяг технічного обслуговування, що радикально знижує витрати і в результаті поліпшує доступність вимірювань;
- Надійність вимірювань, незалежно від щільності, турбулентності і вібрацій.

Діапазон вимірів

Діапазон вимірювання залежить від типу зонда, діелектричної проникності продукту і умов монтажу. Він обмежується перехідними зонами в самій верхній і нижній частинах зонда. У перехідних зонах похибка перевищує ± 30 мм, тому вимірювання в них провести неможливо, вимірювання поблизу перехідною зони будуть менш точними.

A. Діапазон 0-100%

B. Верхня опорна точка

C. Верхня перехідна зона

D. знижена точність

E. Нижня перехідна зона

F. Нижня опорна точка

- відсутність витрат на установку обчислювачів витрати;
- надійна робота при наявності вібрації трубопроводу, при зміні температури і тиску робочого середовища;
- тривалість термін служби і простота обслуговування завдяки відсутності рухомих і зношуються частин,
- відсутність необхідності в періодичній перекалібровка і регулярному технічному обслуговуванні;
- можливість роботи від різних джерел живлення за допомогою вбудованого блоку живлення.

Вимірювальне середовище - гази, від надлегких (H₂); рідини (в т.ч. агресивні); емульсії, суспензії, суспензії, важкі і високов'язкі середовища (сира нафта, мазут, бітум, гудрон)

Параметри вимірюваного середовища:

- температура -40 ... 125 ° С (інтегральний монтаж вимірювального перетворювача), -40 ... 150 ° С (віддалений монтаж);
- робоче надлишковий тиск в трубопроводі до 10 МПа

Умовний діаметр трубопроводу Ду 15, 25, 50 мм

Межі основної відносної похибки вимірювань масового і об'ємного витрат рідин $\pm 0,5\%$; газів $\pm 1,0\%$

Принцип дії

Основними елементами датчика витрати є дві витратомірної трубки, на яких монтуються:

- з'єднувальна коробка з силової електромагнітної (задає) котушкою збудження і магнітом;
- два тензодатчика з магнітами і електромагнітними котушками;

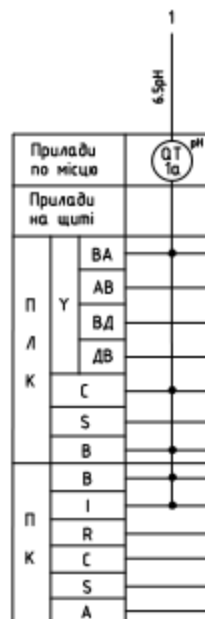
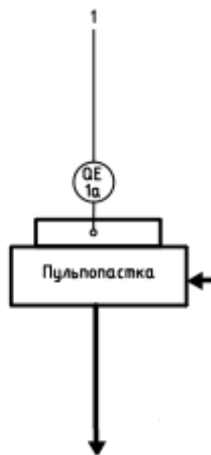
-Допустиме відхилення тиску повітря харчування не більше 610% від номінального значення. Класи забрудненості повітря харчування повинні бути 0; 1 або 3;

-Витрата повітря харчування перетворювачів в сталому режимі не більше 2 L / min;

-Витрата повітря на виході перетворювача, що характеризує потужність його вихідного сигналу, не менше 30 L / min.

2.2 Опис схеми автоматизації

Схема автоматизації контуру контролю рН дифузійного соку



Після ошпарювала дифузійний сік йде на сатурацію та далі на виробництво. Технологічними вимогами визначено, що рН соку на цьому етапі а саме в пульпопастці має бути 6.5 од рН.

В якості датчика використовується термохімічний датчик концентрації Smartpat рН 8570 з вихідним уніфікованим сигналом 4-20мА. З нього сингал йде на модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0810.

Схема автоматизації контуру контролю рН живильної води виконується аналогічно.

Схема автоматизації контуру регулювання рівня дифузійного соку у збірнику

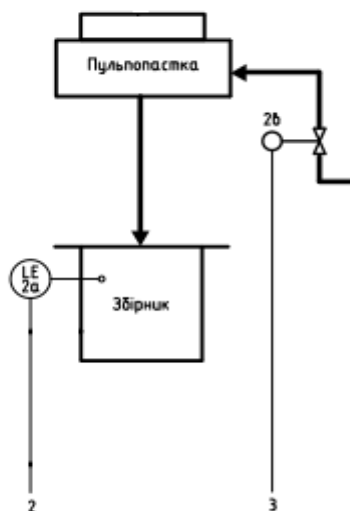
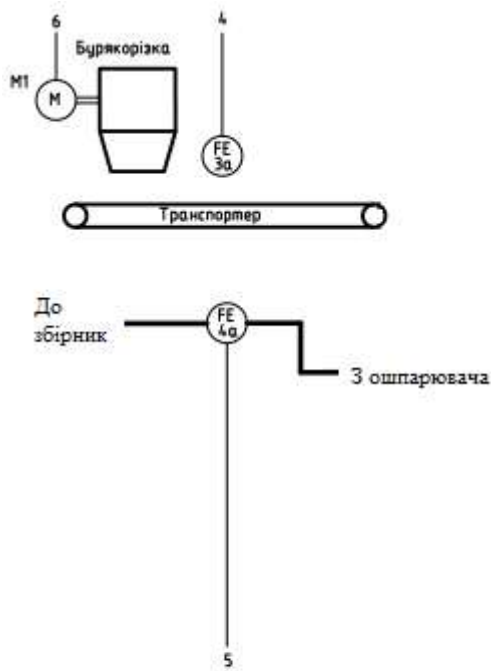


Схема автоматизації контуру регулювання продуктивності бурякорізок

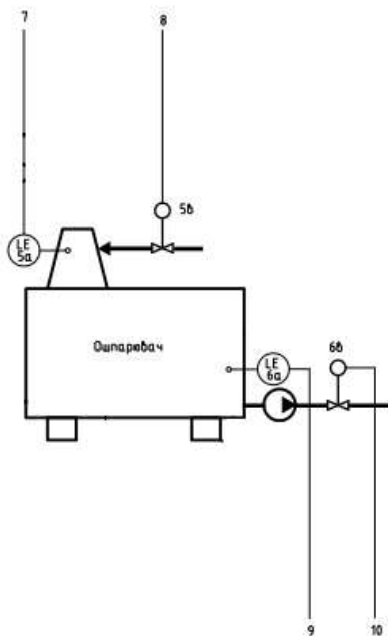


		4 115 м³/год	5 12 м³/год	6 Управління
Прилади по місця		FT 3a	FT 4a	NS KM1 H SB1
Прилади на щиті				HS SAT H SB2
П Л К	BA			
	AB			
	BD			
	DB			
	C			
	S			
П К	B			
	V			
	I			
	R			
	C			
	S			
A				

Регулювання продуктивності бурякорізок здійснюється витратоміром Метран 360 що передає сигнал на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810, з допомогою модуля дискретних виходів ВМХ DDO 1602 здійснюється управління двигуном бурякорізки М1 за допомогою магнітного пускача

ПМЛ-1165 М. Також для аварійної зупинки присутня кнопка стоп за місцем SB1.

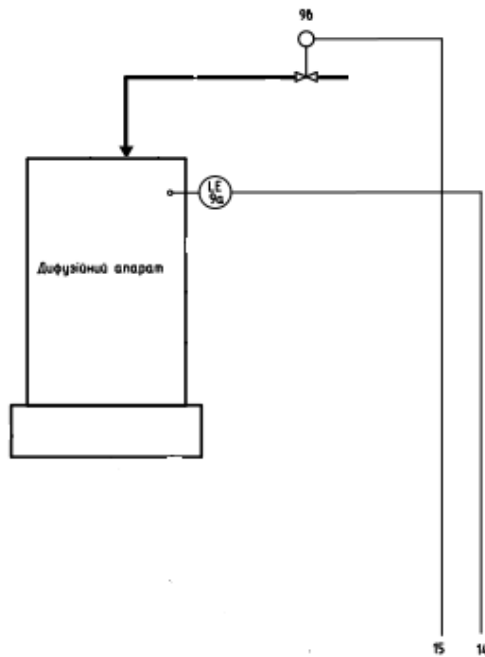
Схема автоматизації контуру регулювання рівня стружки та води в ошпарювачі



Прилади по місця		7,9	8,10
		2.3м(0,5м)	Управління
Прилади на щиті		LT 5a, 6a	LT 5b, 6b
П Л К	У	ВА	
		АВ	
		ВД	
		ДВ	
		С	
П К	В		
	І		
	Р		
	С		
	А		

В ошпарювачі регулюється рівень стружки(2,3м) та води(0,5).

Схема автоматизації контуру регулювання рівня в дифузійному апараті

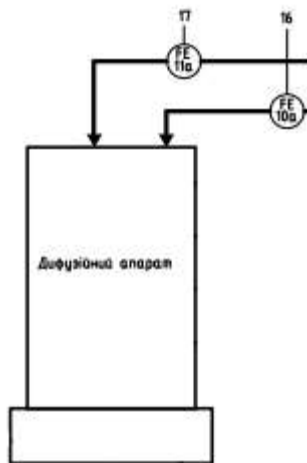


		14	15
		5.2м	Управління
Прилади по місцю		LT 9a	
Прилади на щиті			LY 9b
П Л К	У	ВА	
		АВ	
		ВД	
		ДВ	
К	С		
	С		
	В		
П К	В		
	І		
	Р		
	С		
		С	
		А	

Відповідно то завдання на схему автоматизації рівень у дифузійному апараті повинен підтримуватись 5.2м.

Вимірювання рівня здійснюється в диф.апараті за допомогою рівнеміра Rosemount 5300.Сигнал з датчика подається на ВМХ АМІ 0810 та за допомогою електропневматичного перетворювача ЕП-3211 сигнал на який надходить від ВМХ АМО 0802 керує пневматичним поворотним клапаном ПСП-1 змінюючи поточне значення рівня шляхом зміни кількості подачі соку в апарат.

Схема автоматизації контуру контролю витрати живильної та жомпресової води



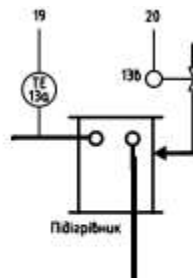
Прилади по місцях		FT 10a	FT 10a
Прилади на щиті			
П	У		
	Л	ВА	
		АВ	
		ВД	
К	ДВ		
	С		
	S		
П	В		
	В		
	І		
	Р		
	С		
	А		

Відповідно то завдання на схему автоматизації витрата жомпресової води повинна бути 130 м³/год,а живильної води 40 м³/год.

В якості датчиків використано коріолісовий витратомір Метран 360 який має уніфікований вихідний сигнал 4-20мА.Сигнал подається на модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0810.

Також виконується реєстрація витрат на АРМ оператора.

Схема автоматизації контуру регулювання температури соку на виході з дифузійного апарату



Прилади по місцю		19	20
Прилади на шпті		ТТ 130	Метран 360
П	У		
	В		
	Д		
	В		
К	С		
	С		
	В		
	В		
П	І		
	Р		
	С		
	С		
	А		

В якості первинних перетворювачів були обрані термометри опору ТСМУ 1-3а з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Сигнал з датчика подається на подається на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810, та за допомогою електропневматичного перетворювача ЕП-3211 керує пневматичним

2.3 Специфікація на прилади і засоби системи автоматичного контролю та регулювання

Позиція	Параметр	Місце установки	Найменування і коротка технічна характеристика приладу	Тип, модель	Кількість	Завод-вироблювач
13а, 14а- 14є	Температура	За місцем	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання - 200...500°С, Клас точності-0,25.	ТСМУ 1-3а	8	ТЕРА «м.Чернігів»
2а,5а, 6а, 9а	Рівень	За місцем	Ультразвуковий рівнемір. Клас точності-0,25. Межі вимірювань 0,3...15 м. Частота випромінювання 44 кГц.	Rosemount 5300	4	ОАО «Метран» м.Челябінськ
3а,4а, 7а,8а, 10а, 11а,	Витрата	За місцем	Коріолісовий витратомір Температура середовища -40 .. 180 °С Тиск до 40 бар Вихідний сигнал, мА – 4...20; Клас точності - 0,5	Метран 360	6	ОАО «Метран» м.Челябінськ
1а, 12а	рН	За місцем	Термохімічний датчик концентрації Клас точності – 0,1. Робоча температура: 0-140 °С Вхідний сигнал(мА; В): 4-20 мА Діапазон вимірювань 0-14 рН	Smartpat рН 8570	2	Krohne Німеччина

26,56, 66, 86, 96, 136		На щиті	Елект.-пневмат. Перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення: 140 кПа	ЭП-3211	6	Промприбор
2в,5в, 6в,8 в, 9в, 13в		За місцем	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО	ПСП-1	6	Промприбор
SB1- SB10		На щиті	Кнопка	КЭ14	10	Фірма «Электро мотор» м. Київ, Україна
SA1- SA5		На щиті	Перемикач хрестовий	ПК12	5	ООО НПП "Украин ская Энергети ческая компани я"
KM1- KM5		За місцем	Магнітний пускач номинального струму в 40А і номинальної напруги до 660В (660В, 500В, 415В, 400В, 380В, 240В, 230В, 220В, 127В, 110В, 48В, 40В, 36В, 24В) і частоти 50 Гц. Номинальна напруга катушки 24В постійного струму.	ПМЛ- 1165 М	5	Фірма «Етал» м.Алекса ндрія, Україна
		БЖ1	Блок живлення	MDR-60- 24	1	Mean Well Тайвань

			Вхідна напруга 110/220 в Вихідна потужність -60 Вт Вихідний струм 0-2.5А DC Вихідна напруга 24-30В DC			
		БЖ2	Блок живлення Вхідна напруга 110/220 в Вихідна потужність -120 Вт Вихідний струм 0- 5А DC Вихідна напруга 24-30 В DC	EDR-120-24	1	Mean Well Тайвань
			Процесорний модуль контролера М340 Живлення 24 В DC Вмонтований інтерфейс Ethernet Modbus/TCP	BMX P34 2020	1	Schneider-electric
			Модуль дискретних виходів 16 канальний Живлення 24 В DC	BMX DDO 1602	1	Schneider-electric
			Модуль аналогових входів 8 канальний Живлення 24 В DC	BMX AMI 0810	2	Schneider-electric
			Модуль аналогових виходів 8 канальний Живлення 24 В DC	BMX AMO 0802	1	Schneider-electric

			Модуль аналогових входів 4 канальний Живлення 24 В DC	BMX AMI 0810	1	Schneider -electric
--	--	--	---	--------------------	---	--------------------------------

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	
Змн.	Арк.	№ докум.				

Розділ 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера

3.1 Проектне компонування мікропроцесорного контролера

Відповідно до технічного завдання та з урахуванням вибраних технічних засобів автоматизації був скомпонований наступний мікропроцесорний контролер.

Позначення модуля	К-сть	Найменування модуля	Характеристика модуля
XBP 0600	1	Шасі	8 місць
CPS 2000	1	Модуль живлення	Напруга живлення 100...240 В АС, загальна потужність 26 Вт, потужність по напрузі -24..+24 В – 25 Вт
BMX P34 2020	1	Процесорний модуль	Живлення 24 В DC Вмонтований інтерфейс Ethernet Modbus/TCP
DDO 1602	1	Дискретний вихідний	Модуль має 16 дискретних виходів з живленням 24 В
AMI 0810	2	Аналоговий вхідний модуль	Працюють з аналоговими сигналами 4-20 мА
AMI 0802	1	Аналоговий вхідний модуль	Працює з аналоговими сигналами 4-20 мА
AMO 0802	1	Аналоговий вихідний модуль	Працює з аналоговими сигналами 4-20 мА

					<i>Кваліфікаційна робота</i>					
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу					
Розроб.	Науменко Д.О							Літера	Арк.	Аркушів
Пров	Смітюх Я.В								42	16
Зав.	Ельперін І.В.							НУХТ АК-4-Зск		
Каф. Сек. ЕК	Проскурка Є.С									

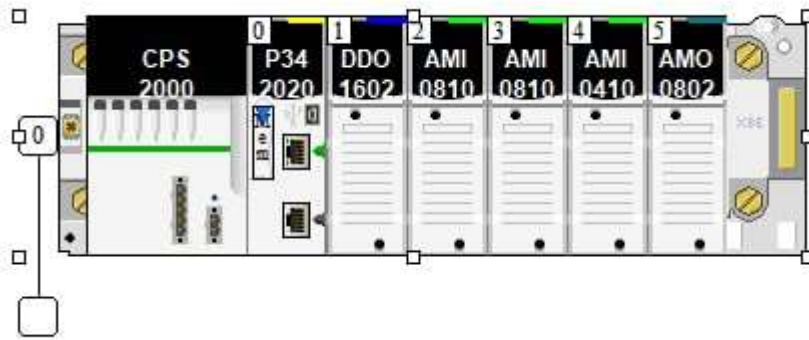


Рис.3.1 Проектне компонування в програмному пакеті Unity Pro

Обґрунтування вибору процесорного модуля

CPS 2020: центральний процесор для побудови систем управління, в яких потрібна швидкісна обробка інформації та підтримка систем локального введення-виведення, що включає в свій склад до 48 модулів.

Параметри	CPS 2020
Напруга живлення (DC)	24
Робоча пам'ять	3584 кбайт
Пам'ять	4096 кбайт
Ethernet Modbus/TCP 10/100 Мбіт/с	2 порта RJ45.

Процесорні модулі платформи Modicon M340 комплектуються картою пам'яті BMX RMS 008MP. Головне функціональне призначення карти пам'яті:

- створення резервних копій програми (програми, символів і констант) з внутрішньої пам'яті RAM процесорного модуля, для якого резервні копії не створено;

- активація функції стандартного web-сервера Transparent Ready класу B10 (для вдосконалених процесорних модулів BMX P34 2020/20302).

Замість стандартної карти пам'яті з комплекту можна використовувати карти BMX RMS 008MPF або BMX RMS 128MPF, з можливістю зберігання файлів.

Опис процесорного модуля BMX P34 2020 з вбудованим портом Ethernet Modbus / TCP

На лицьовій панелі вдосконалених процесорних модулів BMX P34 2020/20302 передбачені наступні засоби індикації та роз'єми:

1. Гвинт для надійного кріплення модуля в слоті (маркування 0) монтажного шасі

2. Блок індикації, який в залежності від моделі може мати 8 або 10 світлодіодних індикаторів:

- індикатор RUN (зелений): робота процесорного модуля (виконання програми);

- індикатор ERR (червоний): несправність процесорного модуля або системи;

- індикатор I / O (червоний): несправність модулів вводу-виводу;

- індикатор SER COM (жовтий): обмін по послідовному інтерфейсу Modbus;

- індикатор CARD ERR (червоний): карта пам'яті відсутній або несправна;

- індикатор ETH ACT (зелений): обмін по мережі Ethernet Modbus / TCP;

- індикатор ETH STS (зелений): стан мережі Ethernet Modbus / TCP;

- індикатор ETH 100 (червоний): швидкість передачі даних по мережі Ethernet Modbus / TCP (10 або 100 Мбіт / с)

3 .Роз'єм USB mini-B для підключення програмного терміналу (або панелі Magelis XBT GT)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4. Відсік під карту пам'яті для зберігання резервної копії додатку (розташований над відсіком світлодіодний індикатор показує, коли йде звернення до карти або її розпізнавання)

5 .Роз'єм RJ45 для підключення кабелю Ethernet TCP / IP 10BASE-T / 100BASE-TX

Додатково, в залежності від моделі, передбачені наступні роз'єми:

6. Процесорний модуль BMX P 34 2020: роз'єм RJ45 для підключення кабелю послідовного інтерфейсу Modbus або кабелю символного режиму (RS 232C / RS 485, 2-провідний, неізолюваний)

7. Процесорний модуль BMX P 34 20302: 9-контактний роз'єм SUB-D для підключення у вигляді провідного пристрою (Master) шини CANopen

На задній панелі розташовані два обертових перемикача присвоєння IP-адреси. Адреса можна привласнити одним з трьох наступних способів:

-адреса присвоюється двома обертовими перемикачами;

- адреса присвоюється в параметрах програми;

- адреса присвоюється сервером Ethernet TCP / IP BOOTP.

Обґрунтування вибору модуля аналогових входів

Модулі аналогового вводу сигналів призначені для аналого-цифрового перетворення вхідних аналогових сигналів контролера і формування цифрових величин, використовуються центральним процесором в процесі виконання програми. До входів модулів можуть підключатися датчики з уніфікованими вихідними сигналами напруги або сили струму, термопари, термометри опору.

Основні особливості модулів аналогового вводу ВМХ АМІ 0810 та ВМХ АМІ 0802

1. Міцний корпус забезпечує надійне кріплення і захист електронної плати
2. Ідентифікаційна маркування модуля (етикетка на правій стороні модуля)
3. Блок індикації стану каналу і модуля
4. Роз'єм для установки 20- або 28-контактного знімного клемної колодки з гвинтовими або пружинними зажимами для прямого підключення датчиків або виконавчих пристроїв до модулю.

Параметри	АМІ 0810, АМІ 0802
Загальна кількість каналів	8
Роздільна здатність	15 біт+знак
Напруга живлення електроніки модуля	5 V DC
Параметри входних сигналів підключення:	±5В;±10В; 1...5В;0...10В ±20мА; 0...20мА;4...20мА Термопари типу В, Е, J, К, L, N, R, S, Т, U Датчики температури типу Pt 100, Pt 1000, Ni 100, Ni 1000 і Cu 10, 2- або 4-провідні Резистори 2-, 3- або 4-провідні, 400 або 4000 Ом
Частота опиту каналів	Висока: 1 + (1 x кількість заявлених каналів), мс За замовчуванням 9 мс для 8 каналів

Обґрунтування вибору модуля дискретних виходів

Модулі виводу дискретних сигналів призначені для перетворення внутрішніх логічних сигналів контролера в його вихідні дискретні сигнали. До виходів модуля можуть підключатися виконавчі пристрою або їх комутаційні апарати.

Завдяки вбудованим пристроїв модулі ВМХ DDO 1602 введення-виведення (включаючи спеціалізовані модулі) можна витягувати і підключати при включеному харчуванні.

Захист виходів постійного струму

Всі твердотільні виходи забезпечені запобіжним пристроєм, який забезпечує захист активного виходу від:

- перевантаження або короткого замикання: при даній несправності вихід відключається, і спрацьовує індикація несправності на блоці індикації передній панелі модуля (блимає світлодіодний індикатор несправності каналу і спалахує світлодіодний індикатор несправності модуля введення-виведення);
- зворотної полярності: при даній несправності не відбувається пошкодження модуля. Для нормальної роботи захисту по зворотній полярності необхідно встановити запобіжник на лінії живлення;
- індуктивного перенапруги: передбачена індивідуальна захист кожного виходу від індуктивних перенапруг з використанням ланцюга з діодом Зенера для розмагнічування електромагнітів, здатної зменшити час спрацьовування виходу для деяких швидких агрегатів.

Параметри	DDO 1602
Загальна кількість каналів	16
Напруга живлення	24 V DC
Номінальний струм	0.5 A
Максимальна розсіювальна потужність	6.85 Вт

Обґрунтування вибору модуля аналогових виходів

Модулі виводу аналогових сигналів призначені для цифроаналогового перетворення внутрішніх цифрових величин контролера і формування його вихідних аналогових сигналів. До виходів модулів можуть підключатися виконавчі пристрої, керовані уніфікованими сигналами сили струму та напруги.

Параметри	АМО 0802
Загальна кількість каналів	8
Роздільна здатність	15 біт+знак
Час перетворення	<1мс
Розширення	12 біт в діапазоні U 11 біт в діапазоні I

3.2 Опис схем підключення датчиків та ВМ

Опис схеми підключення контуру контролю рН дифузійного соку

В данному контурі в якості первинного перетворююча я використав термохімічний датчик концентрації Smartpat рН 8570 з вихідним уніфікованим сигналом 4-20мА. SMARTPAT PH 8570 являє собою 2-дротовий датчик рН з живленням від струмової петлі для застосувань в харчовій промисловості та секторі виробництва напоїв або у фармацевтичній промисловості.

З нього сигнал йде на модуль вхідних аналогових сигналів АМІ 0810. Живлення данної ланки відбувається від блоку живлення MDR-60-24. Даний прилад потребує допоміжного живлення 24 V DC, яке реалізовано за допомогою блоку живлення EDR-120-24.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

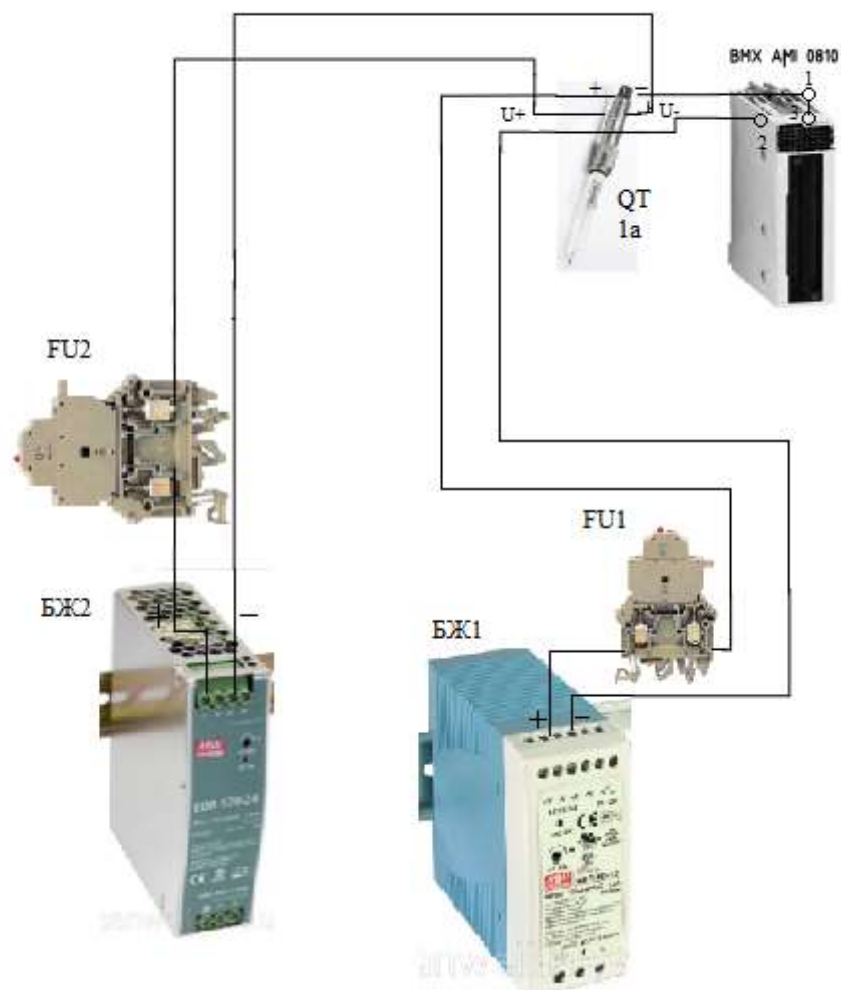


Рис.3.2 Графічне зображення технічних засобів автоматизації контуру контролю рН дифузійного соку

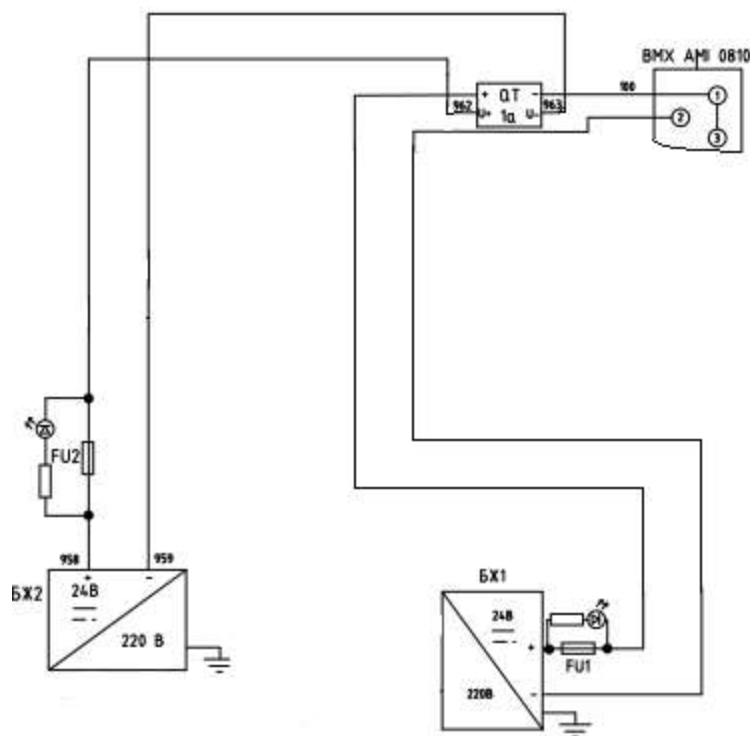


Рис.3.3 Принципова схема підключення технічних засобів автоматизації контуру контролю рН дифузійного соку

Опис схеми підключення контуру регулювання рівня дифузійного соку у збірнику

В якості первинного перетворювача мною був обраний ультразвуковий рівнемір Rosemount 5300, з вихідним уніфікованим сигналом 4-20мА.

Сигнал рівнеміра надходить на модуль вхідних аналогових сигналів АМІ 0810. Живлення даної ланки відбувається від блоку живлення MDR-60-24. Данний прилад потребує допоміжного живлення 24 V DC, яке реалізовано за допомогою блоку живлення EDR-120-24. Елементами захисту є плавкі запобіжники FU1, FU2 з індикацією перегорання.

Від модуля аналогових виходів АМО 0802 сигнал надходить на електропневмоперетворювач ЕП-3211. Перетворювачі електропневматичні призначені для перетворення уніфікованого безперервного сигналу постійного струму в уніфікований пропорційний пневматичний безперервний сигнал.

Живлення пневмоконтурів відбувається від компресора тиском 140 кПа.

З електропневмоперетворювача ЕП-3211 сигнал надходить на пневматичний клапан ПСП-1.

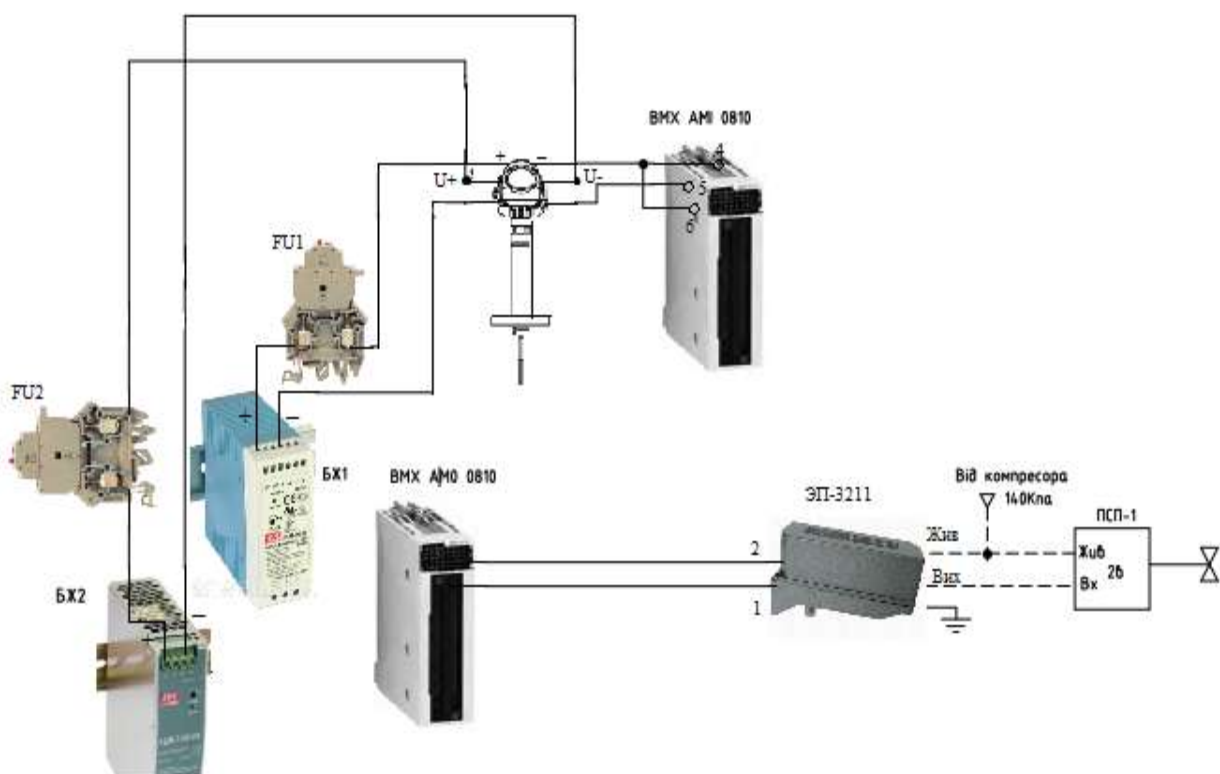


Рис.3.4 Графічне зображення технічних засобів автоматизації контуру регулювання рівня дифузійного соку у збірнику

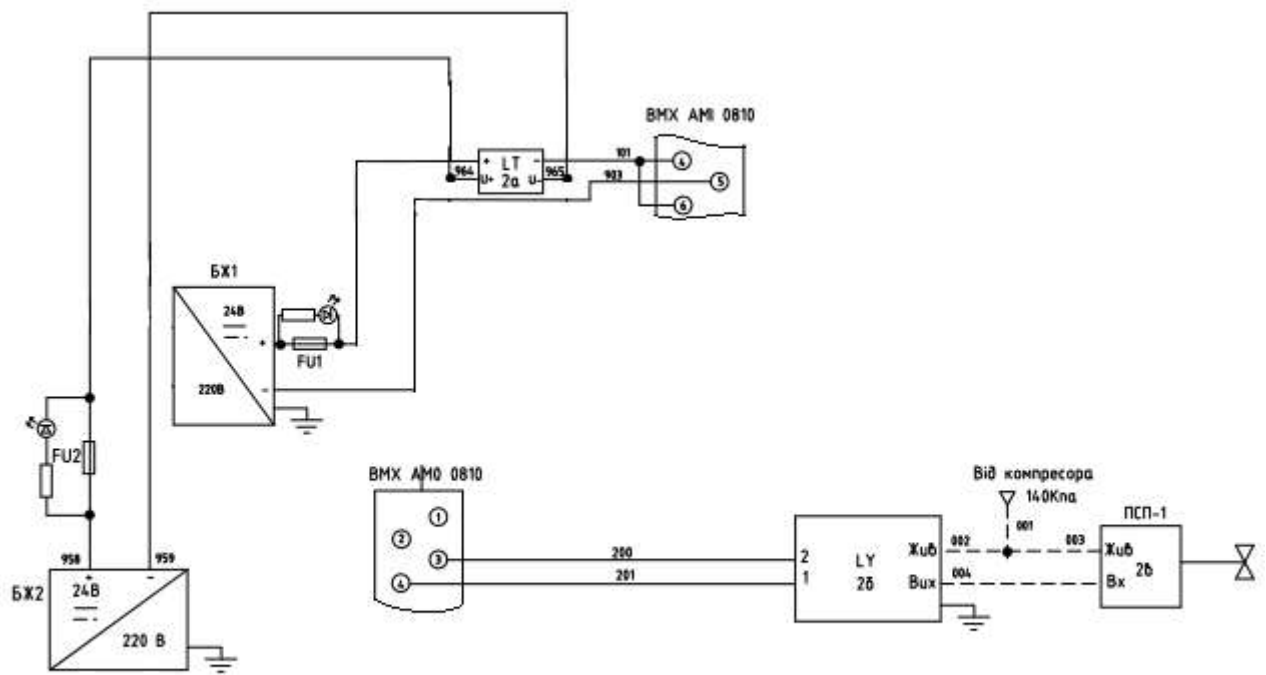


Рис.3.5 Принципова схема підключення технічних засобів автоматизації контуру регулювання рівня дифузійного соку у збірнику

Опис схеми підключення контуру регулювання продуктивності бурякорізок

В якості витратоміра я використав королісовий витратомір Метран 360, з вихідним уніфікованим сигналом 4-20мА.

Сигнал рівнемірив надходить на модуль вхідних аналогових сигналів АМІ 0810. Живлення данної ланки відбувається від блоку живлення MDR-60-24. Метран 360 потребує допоміжного живлення 24 V DC, яке реалізовано за допомогою блоку живлення EDR-120-24. Елементами захисту є плавкі запобіжники FU1, FU2 з індикацією перегорання.

З допомогою модуля дискретних виходів ВМХ DDO 1602 здійснюється управління двигуном бурякорізки М1, сигнал з модуля йде на магнітний пускач ПМЛ-1165М. Живлення катушки пускача 24 V DC, за допомогою блоку живлення БЖ1.

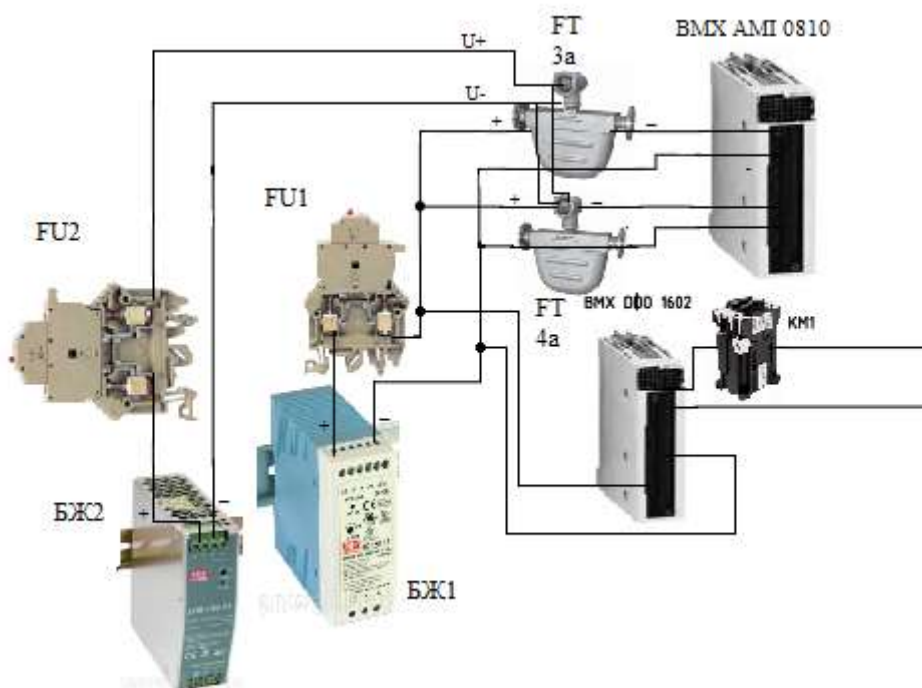


Рис.3.6 Графічне зображення технічних засобів автоматизації контуру продуктивності бурякорізок

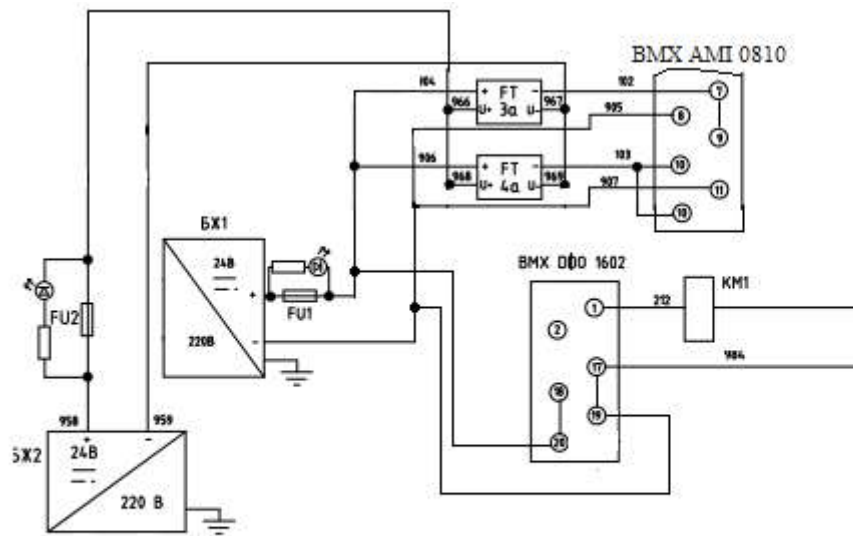


Рис.3.7 Принципова схема підключення технічних засобів автоматизації контуру регулювання продуктивності бурякорізок

Опис схеми підключення контуру регулювання температури соку на виході з дифузійного апарату

В якості первинних перетворювачів були обрані термометри опору ТСМУ 1-3а з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Сигнал з датчика подається на подається на вхідний аналоговий модуль ВМХ АМІ 0810. Живлення данної ланки відбувається за струмовою петлею від блоку живлення MDR-60-24. Елементом захисту є плавкий запобіжник FU1 з індикацією перегорання.

Від модуля аналогових виходів АМО 0802 сигнал надходить на електропневмоперетворювач ЕП-3211. Перетворювачі електропневматичні призначені для перетворення уніфікованого безперервного сигналу постійного струму в уніфікований пропорційний пневматичний безперервний сигнал.

Живлення пневмоконтурів відбувається від компресора тиском 140 кПа.

З електропневмоперетворювача ЕП-3211 сигнал надходить на пневматичний клапан ПСП-1.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

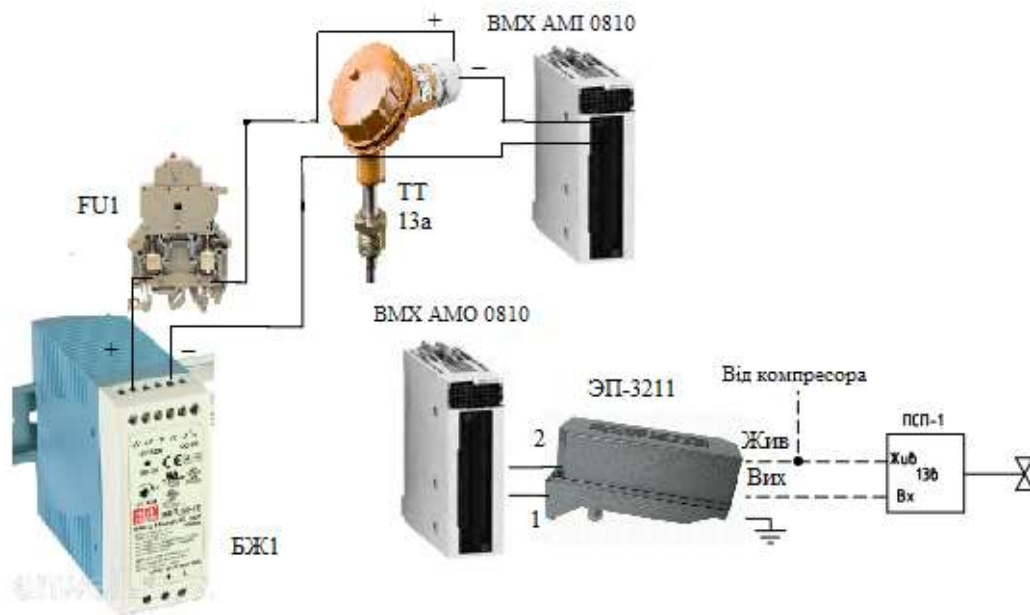


Рис.3.8 Графічне зображення технічних засобів автоматизації контуру регулювання температури соку на виході з дифузійного апарату

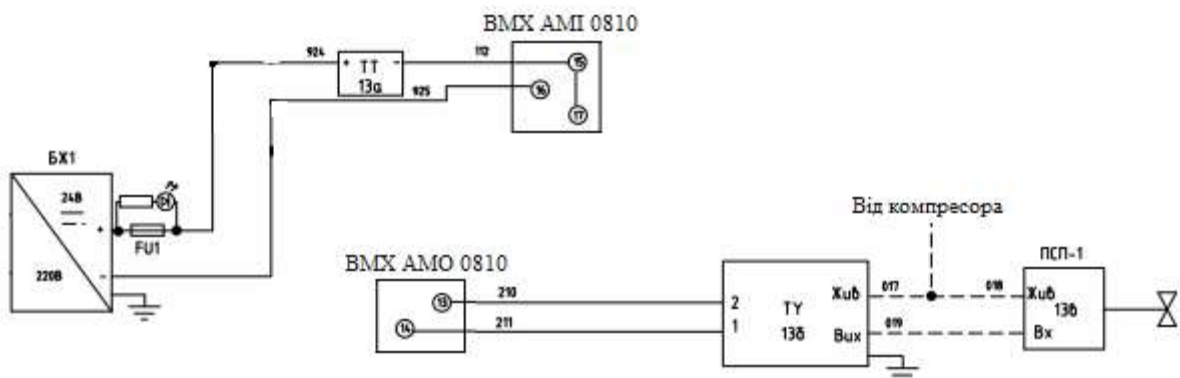
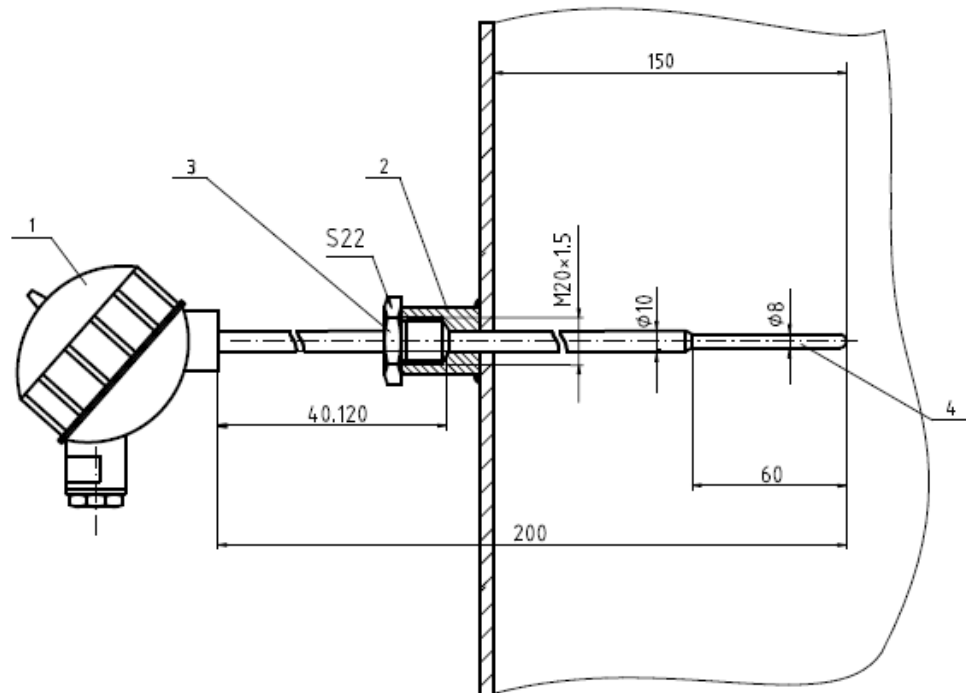


Рис.3.9 Принципова схема підключення технічних засобів автоматизації контуру регулювання температури соку на виході з дифузійного апарату

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Схема монтажу термометра опору ТСМУ 1-3а



Позиція	Найменування	К-сть	Примітки
1	Вторинний перетворювач	1	
2	Бобишка	1	
3	Зажимний гвинт	1	
4	Термоперетворювач опору	1	

Для установки на робочих місцях термоперетворювачів опору використовують бобишку. Монтаж термоперетворювачів опору здійснюють з дотриманням наступних вимог:

- виконання монтованих термометрів повинно відповідати параметрам властивостям вимірюваної і навколишнього середовища;
- перед установкою термоперетворювачів опору необхідно перевірити цілісність електричного кола термометра і опір ізоляції між чутливим елементом і корпусом термометра за допомогою мегомметра;

Бобишка виконується з внутрішньою різьбою M20×1.5, та приварюється до стінки апарату. Матеріал бобишки нержавіюча сталь марки 12X18H10.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>					
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата						
Розроб.	Науменко Д.О				<i>Розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу</i>			Літера	Арк.	Аркушів
Пров	Смітюх Я.В								59	1
Зав.	Ельперін Г.В.				<i>НУХТ АК-4-3ск</i>					
Каф.	Проскурка Є.С									
Сек.	ЕК									

Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для МПК)

1. Після вмикання кнопки пуск вмикається двигун бурякорізки М1.
2. Виконується регулювання продуктивності бурякорізки виміром витрати стружки та витрати дифузійного соку з ошпарювача, за допомогою двигуна бурякорізки М1.
3. Після потрапляння стружки в ошпарювач ,відкривається клапан подачі соку 5в,та після досягнення певного рівня соку вмикається насос М3,а клапан 5в починає регулювання рівня соку в ошпарювачі 2.3м.
4. Після вмикання насосу М3,відкривається клапан 2в.
5. Після досягнення певного рівня в збірнику, вмикається насос М2,і клапан 2в починає підтримувати рівень в збірнику 2.3м.
6. Після досягнення рівня соку стружкової суміші 0.5м,вмикається насос М4 та відкривається клапан бв,також відкривається клапан 9в подачі живильної води.
7. Після досягнення рівня в дифузійному апараті 5.2м,вмикається насос М5 та відбувається регулювання рівня в 5.2 м клапаном 9в.
- 8.Після вмикання насосу М5 відбувається регулювання витрати соку на виході з дифузійного апарату за допомогою клапану 8в.
- 8.Далі відбувається регулювання температури соку на виході з дифузійного апарату за допомогою клапану подачі пари 13в.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>							
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу</i>			<i>Літера</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Розроб.</i>	Науменко Д.О									60	12	
<i>Пров</i>	Смітюх Я.В							<i>НУХТ АК-4-3ск</i>				
<i>Зав.</i>	Ельперін Г.В.											
<i>Каф.</i>												
<i>Сек.</i>	ЕК	Проскурка Є.С										

Адреси входів-виходів на МПК М340

Входи аналогові та дискретні

Джерело сигналу	Позначення		Адреси
Датчик витрати стружки	FE1	BA01	%IW0.1.2
Датчик витрати соку з ошпарювача	FE2	BA02	%IW0.1.3
Датчик витрати гарячого соку з дифузійного апарату	FE3	BA03	%IW0.1.6
Датчик витрати соку з дифузійного апарату	FE4	BA04	%IW0.1.7
Датчик витрати жомопресової води	FE5	BA05	%IW0.2.1
Датчик витрати живильної води	FE6	BA06	%IW0.2.2
Датчик рівня в збірнику	LE1	BA07	%IW0.1.1
Датчик рівня соку в ошпарювачі	LE2	BA08	%IW0.1.4
Датчик рівня сокостружкової суміші в ошпарювачі	LE3	BA09	%IW0.1.5
Датчик рівня в дифузійному апараті	LE4	BA10	%IW0.2.0
Датчик рН живильної води	QE1	BA11	%IW0.2.3
Датчик рН в пульпопастці	QE	BA12	%IW0.1.0
Датчик температури дифузійного соку	TE1	BA13	%IW0.2.4
Датчик температури дифузійному апараті	TE2	BA14	%IW0.2.5
Датчик температури дифузійному апараті	TE3	BA15	%IW0.2.6
Датчик температури дифузійному апараті	TE4	BA16	%IW0.2.7
Датчик температури в ошпарювачі	TE5	BA17	%IW0.3.0
Датчик температури в ошпарювачі	TE6	BA18	%IW0.3.1
Датчик температури в ошпарювачі	TE7	BA19	%IW0.3.2
Датчик температури соку на виході з ошпарювача	TE8	BA20	%IW0.3.3

Виходи аналогові та дискретні

Виконавчі механізми	Позначення		Адреси
Двигун бурякорізки	M1	ДВ01	%Q0.5.0
Насос на виході з збірника	M2	ДВ02	%Q0.5.1
Насос на виході з ошпарювача	M3	ДВ03	%Q0.5.2
Насос подачі сокостружкової суміші в дифузійний апарат	M4	ДВ04	%Q0.5.3

Насос подачі соку в підігрівник	M5	ДВ05	%Q0.5.4
Клапан подачі соку в пульпопастку	KL1	АВ01	%QW0.4.0
Клапан подачі соку в ошпарювач	KL2	АВ02	%QW0.4.1
Клапан подачі подачі сокостружкової суміші в дифузійний апарат	KL3	АВ03	%QW0.4.2
Клапан подачі соку в підігрівник	KL4	АВ04	%QW0.4.3
Клапан подачі живильної води	KL5	АВ05	%QW0.4.4
Клапан подачі пари	KL6	АВ06	%QW0.4.5

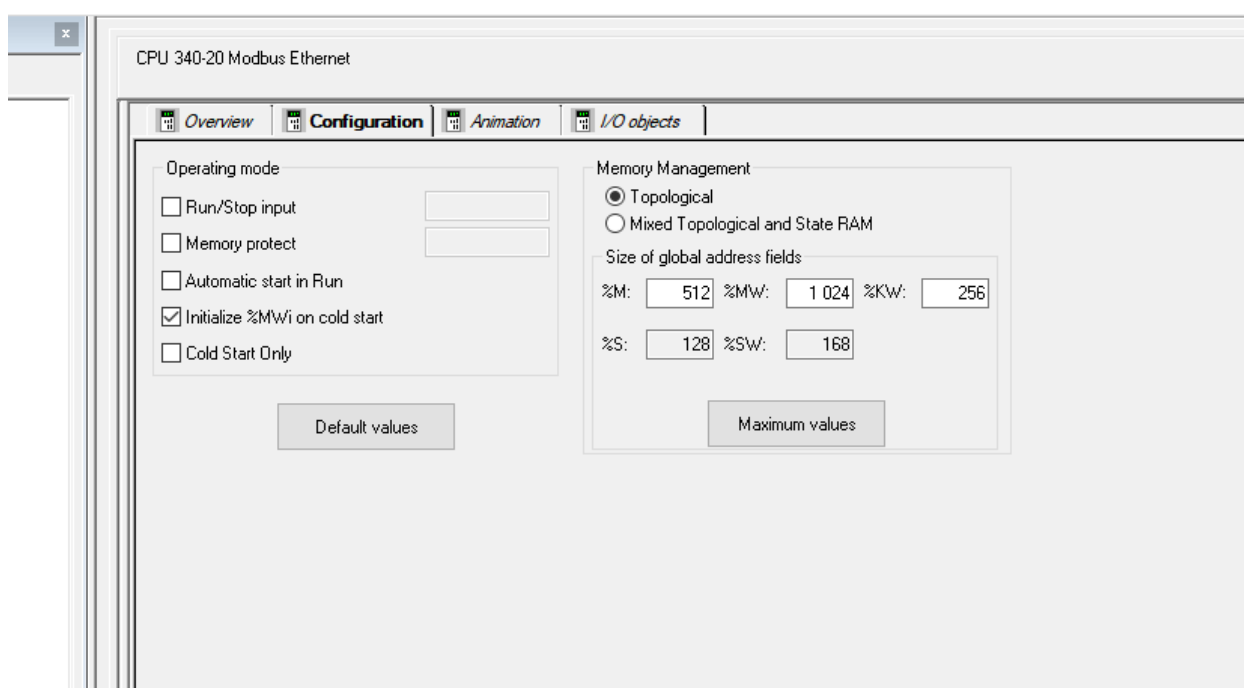


Рис.5.1 Конфігурування процесорного модуля Р34 2020

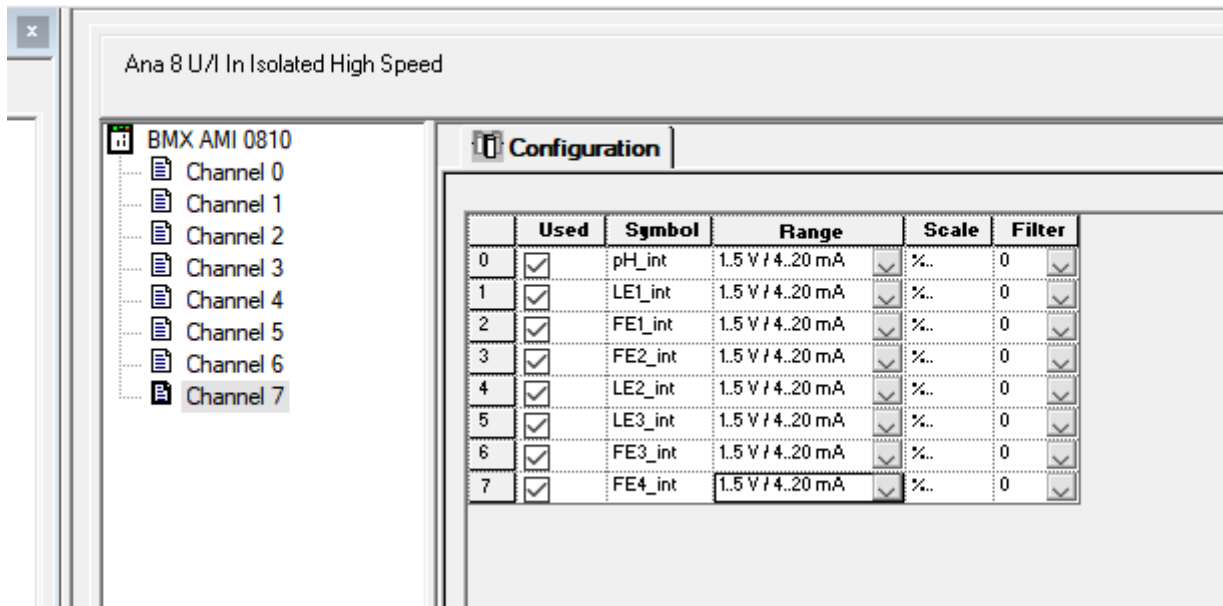


Рис.5.2 Конфігурування модуля аналогових входів BMX AMI 0810(перший модуль)

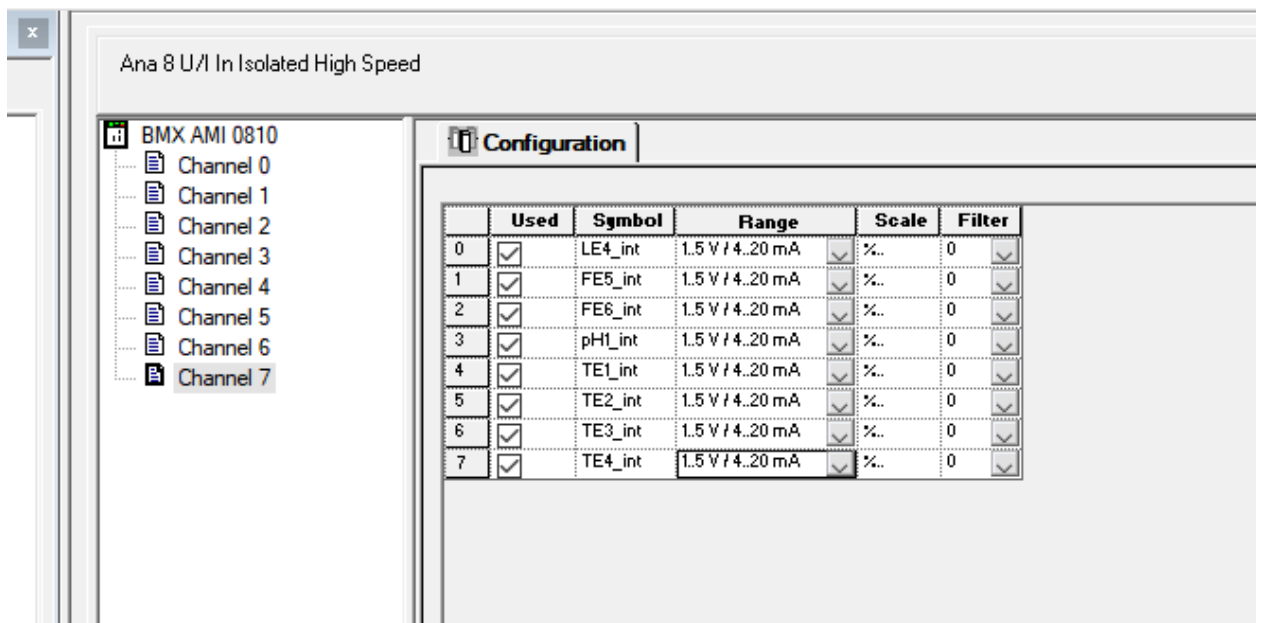


Рис.5.3 Конфігурування модуля аналогових входів BMX AMI 0810(другий модуль)

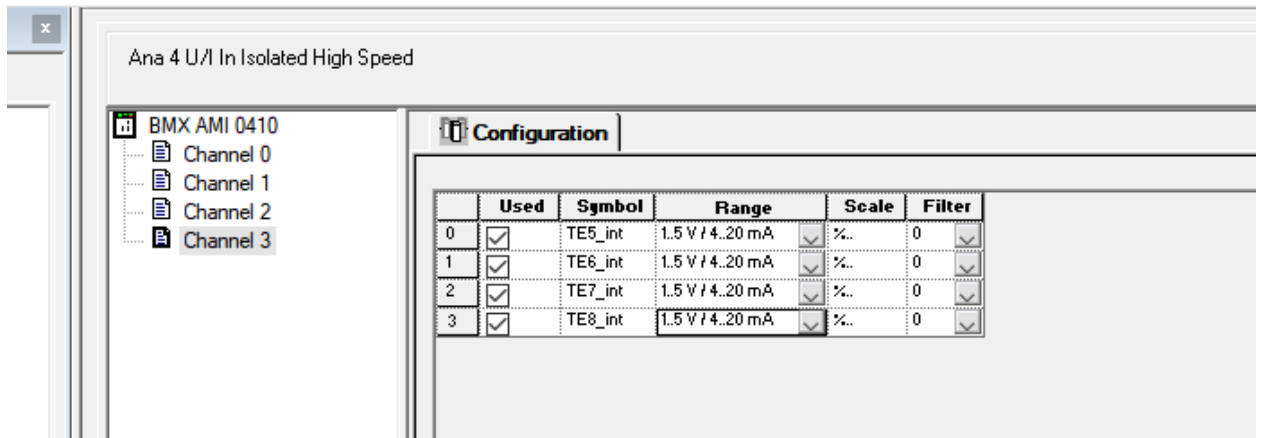


Рис.5.4 Конфігурування модуля аналогових входів BMX AMI 0410

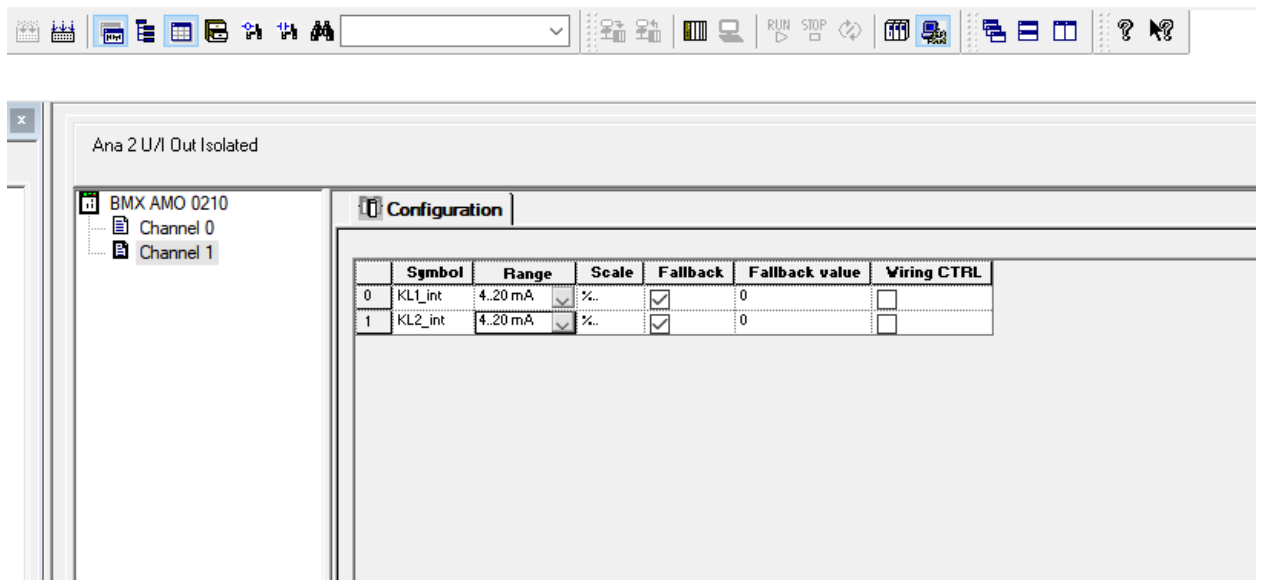


Рис.5.5 Конфігурування модуля аналогових входів BMX AMO 0410(другий модуль)

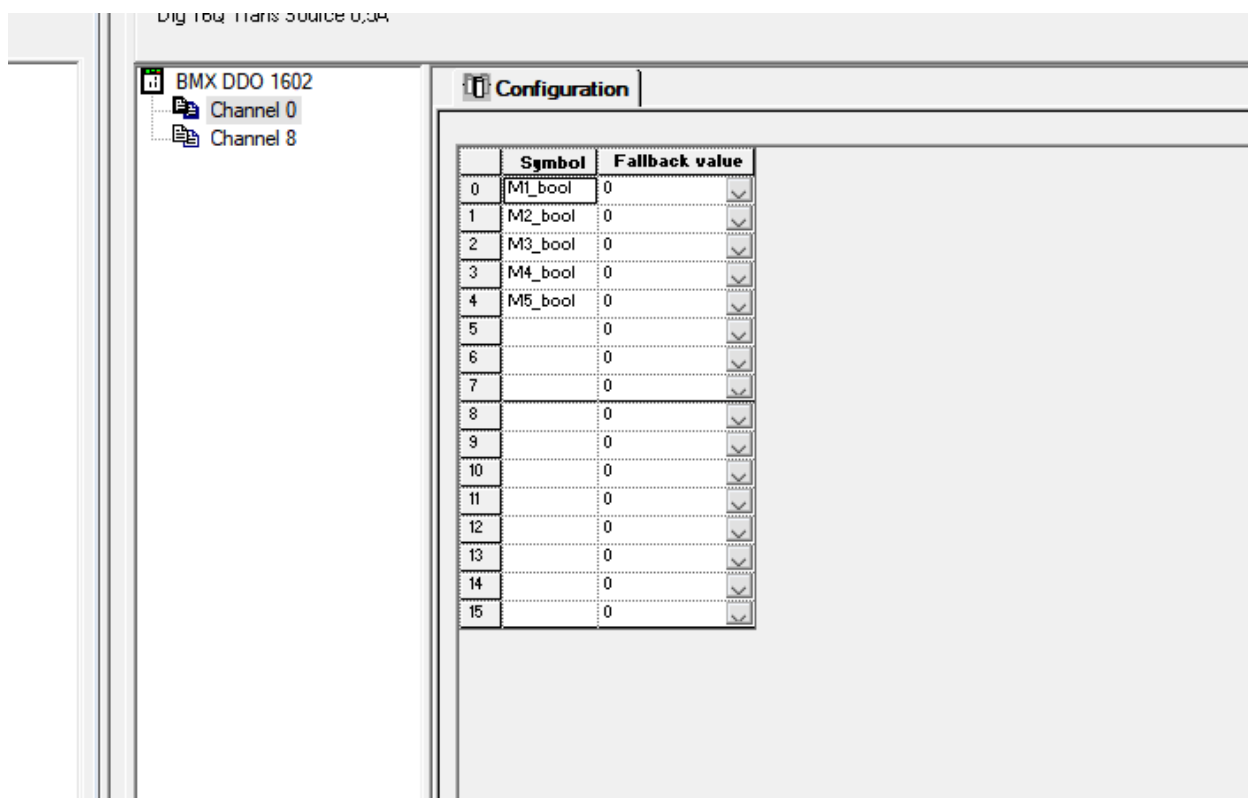
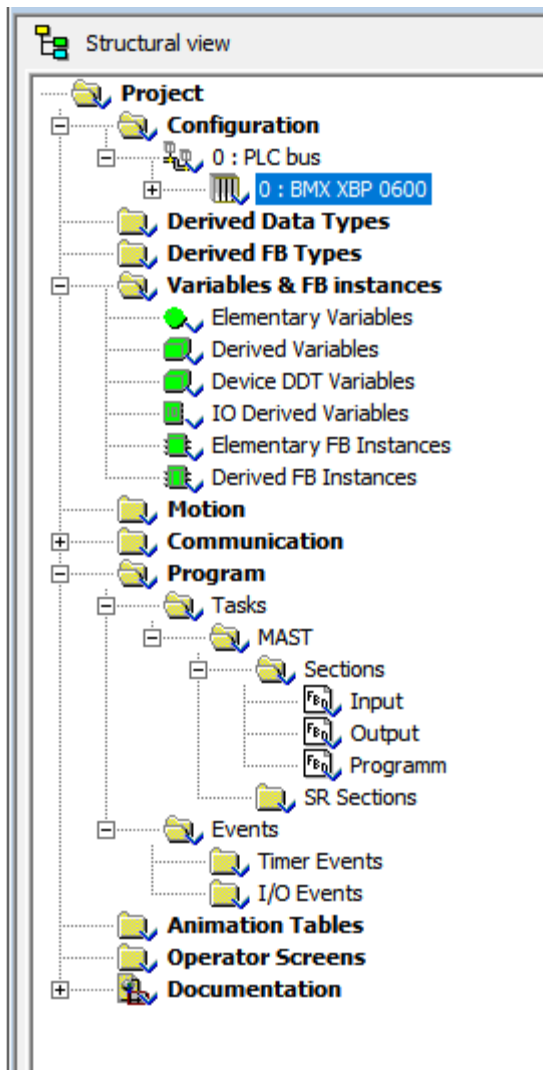


Рис.5.6 Конфігурування модуля дискретних виходів BMX DDO 1602

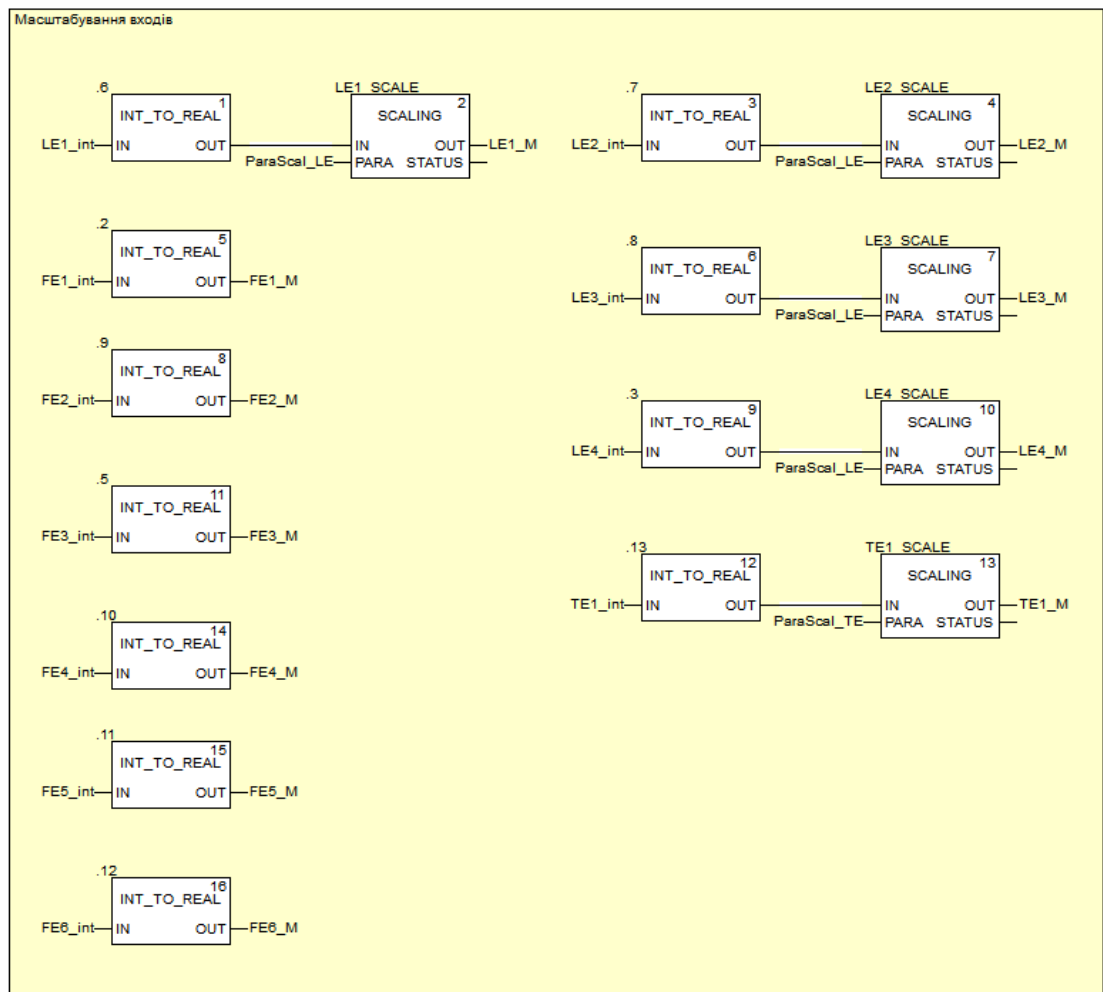
Розроблення прикладного програмного забезпечення для реалізації алгоритму керування

Розроблення програми користувача для МПК М340



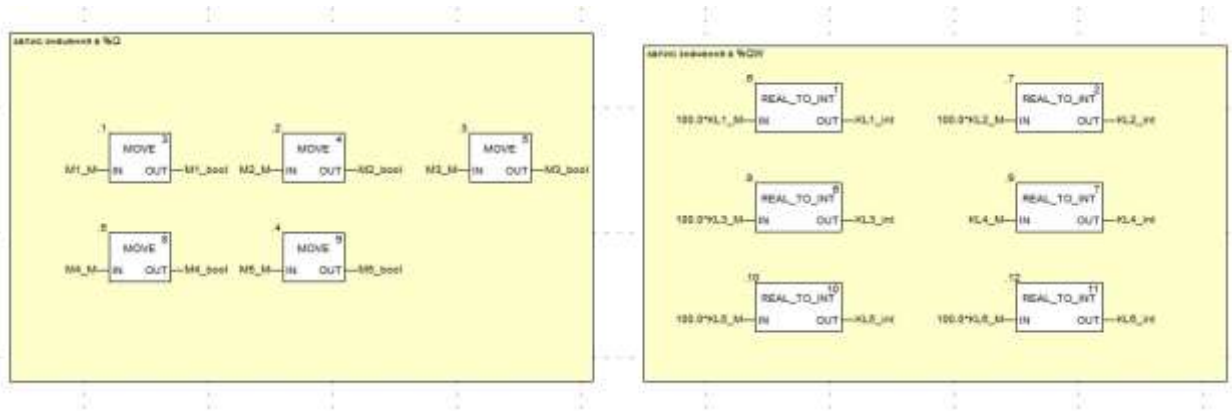
Опис секцій:

Секція Input



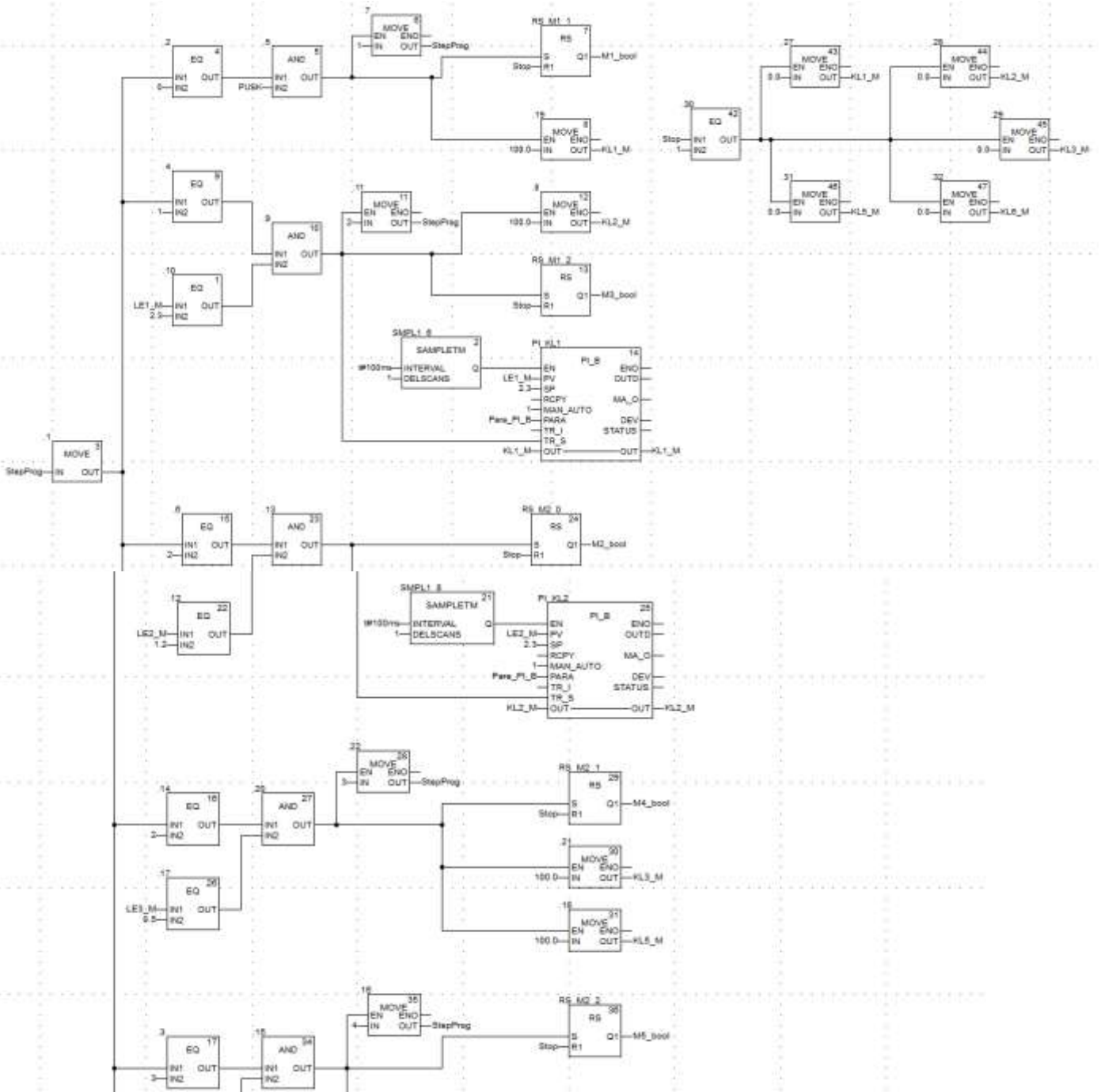
В даній секції відбувається зміна типу даних датчиків рівнів, температур витрат та рН з INT в REAL. Це робиться для подальшої роботи цих змінних (LE1_M, TE2_M, FE1_M...) у програмі. Далі ми їх масштабуємо за допомогою функціонального блока SCALING. Так при опитуванні датчика температури сигнал від універсальних аналогових входних модулів перетворюється в діапазон 0-10000. Після масштабування на виході маємо значення в діапазоні 0...100°C.

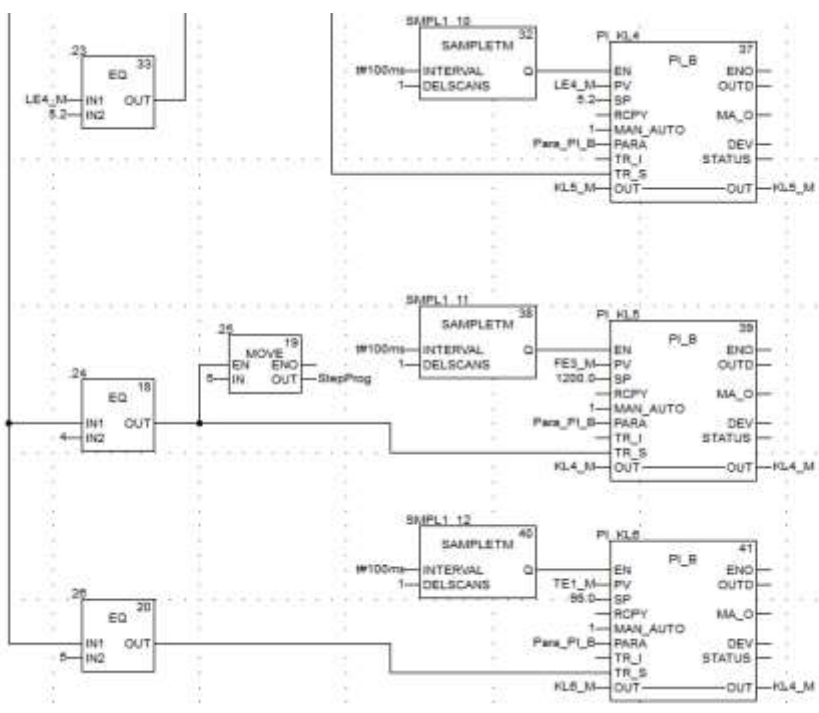
Секція Output



В цій секції записуються дискретні та аналогові виходи. Також відбувається масштабування значення клапанів, які я отримую в ході виконання програми 0...100% і після масштабування на аналогових виходах маємо значення в діапазоні 0-10000.

Секція Программ






Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

В програмі використані такі символні позначення:

Name	Type	Address	Value	Comment
FE1_int	INT	%IW0.1.2		Датчик витрати стружки
FE1_M	REAL	%MW0		
FE2_int	INT	%IW0.1.3		Датчик витрати соку з ошпарювача
FE2_M	REAL	%MW2		
FE3_int	INT	%IW0.1.6		Датчик витрати соку з гарячого дифузійного апарату
FE3_M	REAL	%MW4		
FE4_int	INT	%IW0.1.7		Датчик витрати соку з дифузійного апарату
FE4_M	REAL	%MW6		
FE5_int	INT	%IW0.2.1		Датчик витрати жомопресової води
FE5_M	REAL	%MW8		
FE6_int	INT	%IW0.2.2		Датчик витрати живильної води
FE6_M	REAL	%MW10		
KL1_int	INT	%QW0.4.0		Клапан подачі соку в пульпопастку
KL1_M	REAL	%MW12		
KL2_int	INT	%QW0.4.1		Клапан подачі соку в ошпарювач
KL2_M	REAL	%MW14		
KL3_int	INT	%QW0.4.2		Клапан подачі сокостружжкової суміші в дифузійний апарат
KL3_M	REAL	%MW16		
KL4_int	INT	%QW0.4.3		Клапан подачі соку в підігрівник
KL4_M	REAL	%MW18		
KL5_int	INT	%QW0.4.4		Клапан подачі живильної води
KL5_M	REAL	%MW20		
KL6_int	INT	%QW0.4.5		Клапан подачі пари
KL6_M	REAL	%MW22		
LE1_int	INT	%IW0.1.1		Датчик рівня в збірнику
LE1_M	REAL	%MW24		
LE2_int	INT	%IW0.1.4		Датчик рівня соку в ошпарювачі
LE2_M	REAL	%MW26		
LE3_int	INT	%IW0.1.5		Датчик рівня сокостружжкової суміші в ошпарювачі
LE3_M	REAL	%MW28		
LE4_int	INT	%IW0.2.0		Датчик рівня в дифузійному апараті
LE4_M	REAL	%MW30		
M1_bool	EBOOL	%Q0.5.0		Бурякорізка
M1_M	EBOOL	%M0		
M2_bool	EBOOL	%Q0.5.1		
M2_M	EBOOL	%M1		
M3_bool	EBOOL	%Q0.5.2		
M3_M	EBOOL	%M2		
M4_bool	EBOOL	%Q0.5.3		
M4_M	EBOOL	%M3		
M5_bool	EBOOL	%Q0.5.4		
M5_M	EBOOL	%M4		
Para_PI_B	Para_PI_B			
ParaScal_LE	Para_SCALING			
ParaScal_pH	Para_SCALING			
ParaScal_TE	Para_SCALING			
pH1_int	INT	%IW0.2.3		Датчик рН в живильній воді
pH_int	INT	%IW0.1.0		Датчик рН в пульпопастці
Pusk	EBOOL	%M5		
StepProg	INT	%MW32		
Stop	EBOOL	%M6		
TE1_int	INT	%IW0.2.4		Датчик температури дифузійного соку
TE1_M	REAL	%MW34		
TE2_int	INT	%IW0.2.5		Датчик температури в дифузійному апараті
TE3_int	INT	%IW0.2.6		
TE4_int	INT	%IW0.2.7		
TE5_int	INT	%IW0.3.0		Датчик температури в ошпарювачі
TE6_int	INT	%IW0.3.1		
TE7_int	INT	%IW0.3.2		
TE8_int	INT	%IW0.3.3		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Функціональні блоки:

Variables DDT Types Function Blocks DFB Types						
Filter  Name = *						
Name	no.	Type	Value	Comment	R/W Rights	
LE1_SCALE		SCALING			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LE2_SCALE		SCALING			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LE3_SCALE		SCALING			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LE4_SCALE		SCALING			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PI_KL1		PI_B			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PI_M6		PI_B			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M1		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M1_0		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M1_1		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M2		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M2_0		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M3		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M4		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M5		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_0		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_1		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_2		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_3		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_4		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_5		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_6		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_7		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TE1_SCALE		SCALING			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M1_2		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PI_KL2		PI_B			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_8		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M2_1		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PI_KL3		PI_B			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_9		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RS_M2_2		RS			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PI_KL4		PI_B			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_10		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PI_KL5		PI_B			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_11		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PI_KL6		PI_B			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SMPL1_12		SAMPLETM			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Масштабування:

ParaScal_LE	Para_SCALING				<input type="checkbox"/>
in_min	REAL	0.0	Lower limit of the input scale		<input type="checkbox"/>
in_max	REAL	10000.0	Upper limit of the input scale		<input type="checkbox"/>
out_min	REAL	0.0	Lower limit of the output scale		<input type="checkbox"/>
out_max	REAL	10.0	Upper limit of the output scale		<input type="checkbox"/>
clip	BOOL		"1": the value of the OUT output is limited by out_min and out_max		<input type="checkbox"/>
ParaScal_pH	Para_SCALING				<input type="checkbox"/>
in_min	REAL	0.0	Lower limit of the input scale		<input type="checkbox"/>
in_max	REAL	10000.0	Upper limit of the input scale		<input type="checkbox"/>
out_min	REAL	0.0	Lower limit of the output scale		<input type="checkbox"/>
out_max	REAL	14.0	Upper limit of the output scale		<input type="checkbox"/>
clip	BOOL		"1": the value of the OUT output is limited by out_min and out_max		<input type="checkbox"/>
ParaScal_TE	Para_SCALING				<input type="checkbox"/>
in_min	REAL	0.0	Lower limit of the input scale		<input type="checkbox"/>
in_max	REAL	10000.0	Upper limit of the input scale		<input type="checkbox"/>
out_min	REAL	0.0	Lower limit of the output scale		<input type="checkbox"/>
out_max	REAL	100.0	Upper limit of the output scale		<input type="checkbox"/>
clip	BOOL		"1": the value of the OUT output is limited by out_min and out_max		<input type="checkbox"/>

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

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

Вхідні сигнали				
Ім'я змінної	Адрес	Контролерні одиниці	Фізичні одиниці	Назва змінного тегу
Датчик витрати стружки	%MW0	0-10000	0-10000 л/год	FE1_M
Датчик витрати соку з ошпарювача	%MW2	0-10000	0-10000 л/год	FE2_M
Датчик витрати гарячого соку з дифузійного апарату	%MW4	0-10000	0-100	FE3_M
Датчик витрати соку з дифузійного апарату	%MW6	0-10000	0-100	FE4_M
Датчик витрати жомопресової води	%MW8	0-10000	0-100	FE5_M
Датчик витрати живильної води	%MW10	0-10000	0-100	FE6_M
Датчик рівня в збірнику	%MW24	0-10000	0-100	LE1_M
Датчик рівня соку в ошпарювачі	%MW26	0-10000	0-100	LE2_M
Датчик рівня сокостружкової суміші в ошпарювачі	%MW28	0-10000	0-100	LE3_M
Датчик рівня в дифузійному апараті	%MW30	0-10000	0-100	LE4_M
Датчик рН живильної води	%MW32	0-10000	0-100	Ph1_M
Датчик рН в пульпопасті	%MW36	0-10000	0-100	Ph_M
Датчик температури дифузійного соку	%MW34	0-10000	0-100°C	TE1_M

					<i>Кваліфікаційна робота</i>							
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу			<i>Літера</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
Розроб.	Науменко Д.О									73	4	
Пров	Смітюх Я.В							НУХТ АК-4-Зск				
Зав. Каф. Сек. ЕК	Ельперін І.В. Проскурка Є.С											

Датчик температури дифузійному апараті	%MW36	0-10000	0-100 °С	TE2_M
Датчик температури дифузійному апараті	%MW38	0-10000	0-100 °С	TE3_M
Датчик температури дифузійному апараті	%MW40	0-10000	0-100 °С	TE4_M
Датчик температури в ошпарювачі	%MW42	0-10000	0-100 °С	TE5_M
Датчик температури в ошпарювачі	%MW44	0-10000	0-100 °С	TE6_M
Датчик температури в ошпарювачі	%MW46	0-10000	0-100 °С	TE7_M
Датчик температури соку на виході з ошпарювача	%MW48	0-10000	0-100 °С	TE8_M
Кнопка пуску	%M5	Дискретний сигнал		Pusk
Кнопка стоп	%M6	Дискретний сигнал		Stop
Вихідні сигнали				
Клапан подачі соку в пульпопастку	%MW12	0-10000	0-100%	KL1_M
Клапан подачі соку в ошпарювач	%MW14	0-10000	0-100%	KL2_M
Клапан подачі подачі сокостружкової суміші в дифузійний апарат	%MW16	0-10000	0-100%	KL3_M
Клапан подачі соку в підігрівник	%MW18	0-10000	0-100%	KL4_M
Клапан подачі живильної води	%MW20	0-10000	0-100%	KL5_M
Клапан подачі пари	%MW22	0-10000	0-100%	KL6_M
Двигун бурякорізки	%M0	Дискретний сигнал		M1_M
Насос на виході з збірника	%M1	Дискретний сигнал		M2_M
Мішалка в сепараторі	%M2	Дискретний сигнал		M3_M
Насос на виході з ошпарювача	%M3	Дискретний сигнал		M4_M
Насос подачі сокостружкової суміші в дифузійний апарат	%M4	Дискретний сигнал		M5_M
Насос подачі соку в підігрівник	%M5	Дискретний сигнал		M6_M

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Для зручності наочного сприйняття функціональних схем об'єктів, контрольованих або керованих, застосовують мнемосхеми - графічні зображення схем цих об'єктів.

Мнемосхема відображає графічно структуру всієї системи, полегшуючи тим самим роботу оператора, який, завдяки такій схемі, сам легше запам'ятовує структуру системи, взаємозв'язку параметрів, призначення тих чи інших органів управління, приладів і т.д.

Для оператора, керуючого процесами, мнемосхема служить, мабуть, одним з найважливіших джерел інформації про процеси, що відбуваються в даний момент в системі, про структуру і характер цих процесів, про поточний статус системи, зокрема, про аварії та порушення нормальних режимів роботи.

Найчастіше мнемосхеми будуються на використанні технологічних схем. Під технологічною схемою розуміється умовне графічне зображення сукупності основних і допоміжних елементів (устаткування) і зв'язків між ними, що визначає основний технологічний процес.

Схеми виконують в площинному зображенні без дотримання масштабу, не враховують дійсного просторового розташування елементів або враховують його наближено.

Мнемосхема розроблена мною зображена на рисунку нижче.

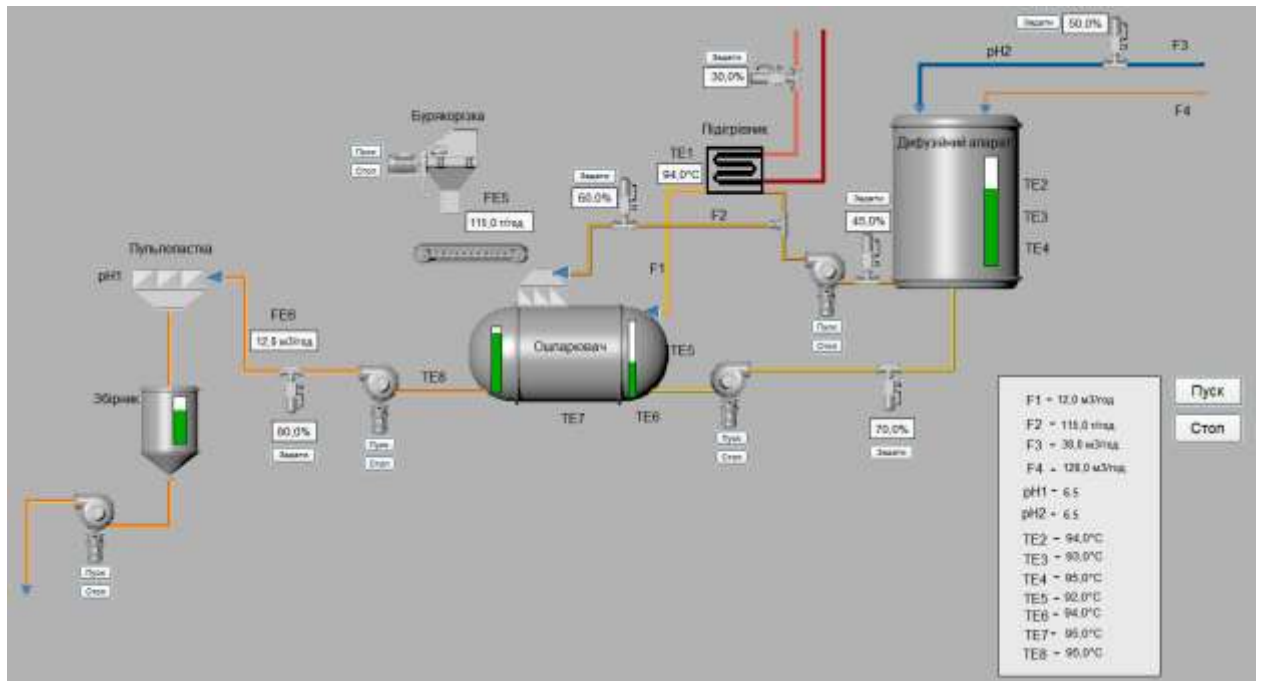


Рис.6.1 Мнемосхема оператора

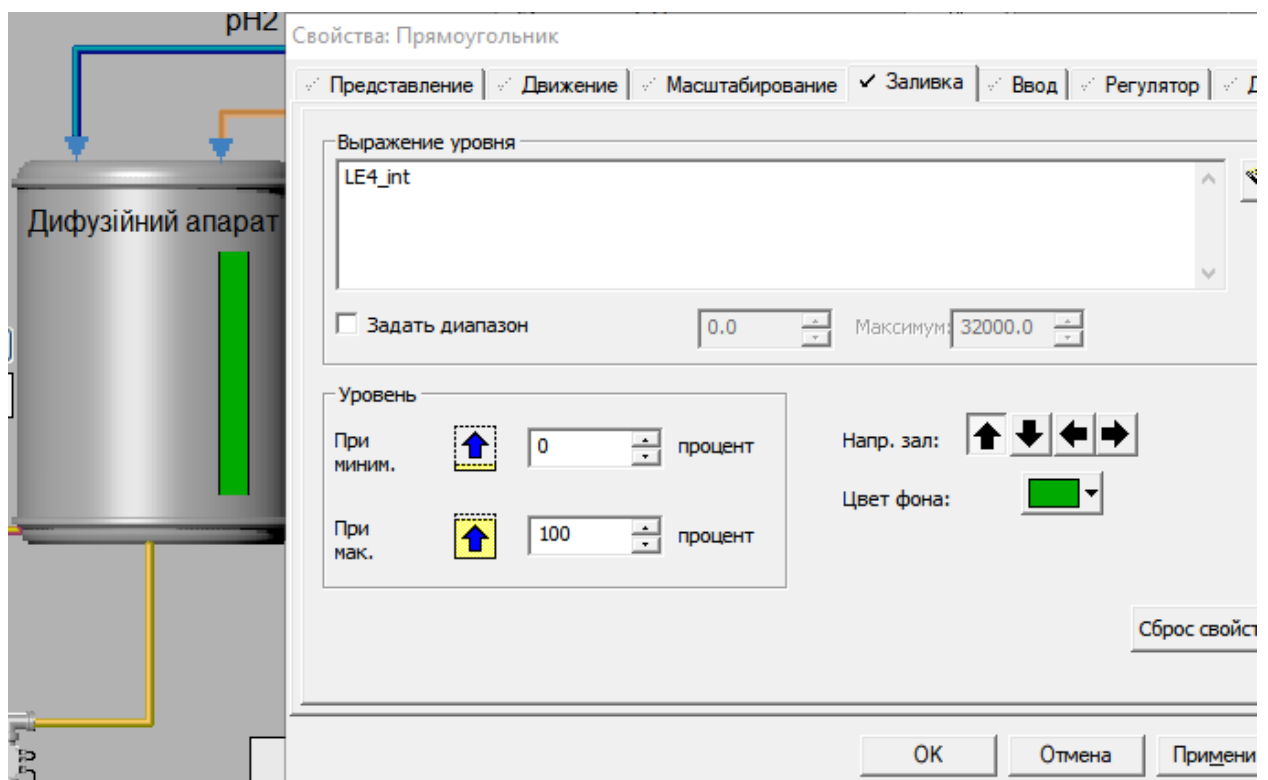


Рис.6.2 Приклад налаштування відображення рівня соку в дифузійному апараті

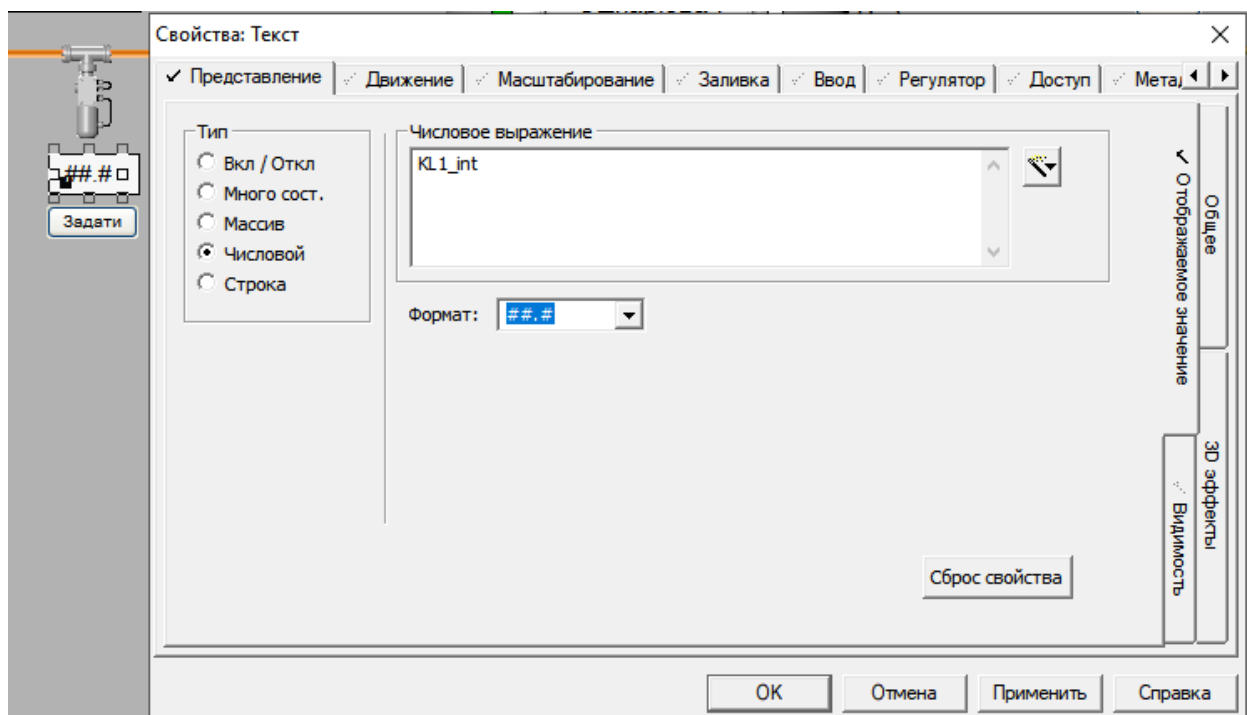


Рис.6.3 Приклад налаштування відображення стану клапану подачі соку в пульпопастку

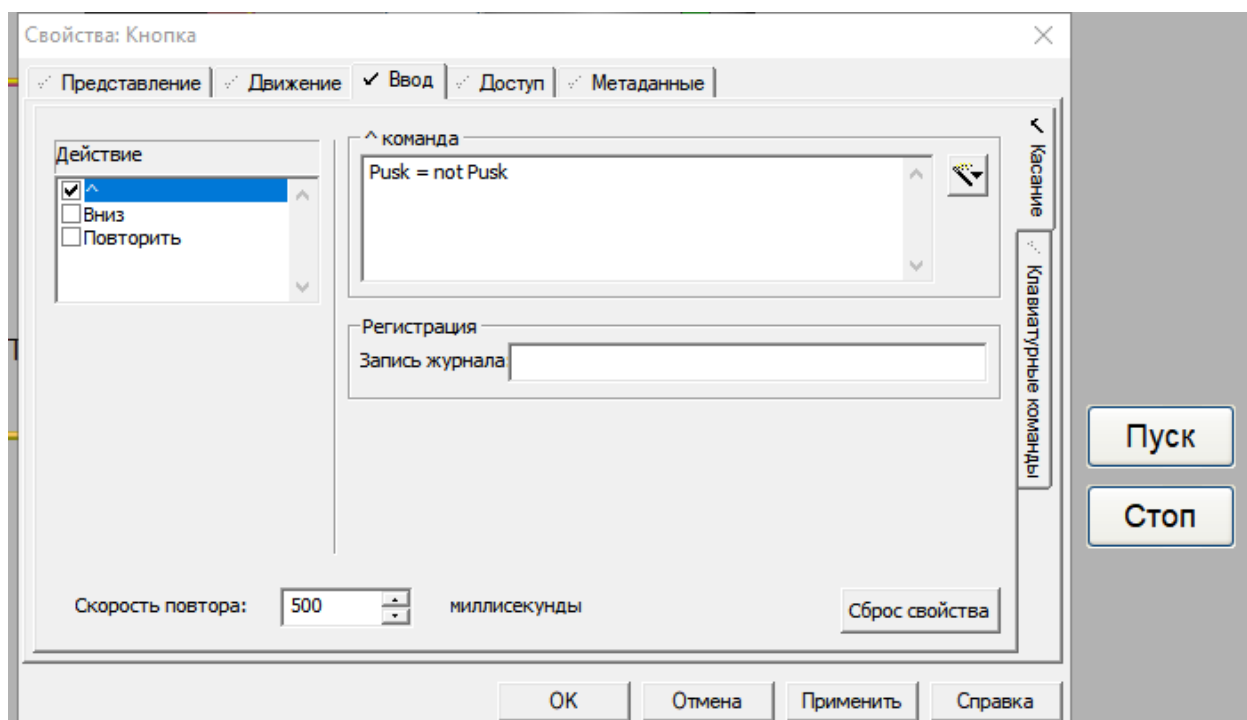


Рис.6.4 Приклад налаштування кнопки пуску

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

Комп'ютерне моделювання — метод розв'язування задачі аналізу або синтезу складної системи, що ґрунтується на використанні її комп'ютерної моделі. Сутність комп'ютерного моделювання полягає у відшуванні кількісних і якісних результатів із залученням наявної моделі. Якісні висновки, зроблені на підставі такого дослідження, дають змогу розкривати невідомі досі властивості складної системи: її структуру, динаміку розвитку, стійкість, цілісність тощо. Кількісні висновки мають переважно характер прогнозу майбутніх чи пояснення минулих значень змінних, що характеризують систему.

Комп'ютерне моделювання проводиться в програмному середовищі Matlab, з використанням зовнішніх функцій Toolbox та Simulink.

Постановка задачі: Експериментально дослідити властивості об'єкта регулювання температури та на основі його математичної моделі визначити оптимальні параметри налаштування (ОПНР) ПІД-регулятора.

В якості об'єкта був вибраний об'єкт регулювання температури дифузійного соку, який подається в опарювач.

Передатна функція представляється у вигляді інерційної ланки з запізненням:

$$W_{OK}(s) = \frac{k_{OK}}{T_{OK}s + 1} \cdot e^{-\tau s} = \frac{1,2}{180s + 1} \cdot e^{-82s}$$

проведемо дослідження системи автоматичного регулювання температури на стійкість.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>							
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	<i>Розробка системи автоматизації колонного дифузійного апарату цукрового заводу</i>			Літера	Арк.	Аркушів		
Розроб.		Науменко Д.О								78	4	
Пров		Смітюх Я.В						<i>НУХТ АК-4-Зск</i>				
Зав.		Ельперін Г.В.										
Каф. Сек. ЕК		Проскурка Є.С										

Будь-яка система автоматичного керування складається з регулятора та об'єкта керування. Динамічні властивості останнього відіграють вирішальну роль при виборі найбільш ефективного алгоритму керування.

Для зручності розрахунків перехідні процеси об'єднанні в три групи, що складають типові процеси регулювання: аперіодичний, процес з 20 % перерегулюванням і процес з мінімальним інтегральним критерієм якості.

Аперіодичний процес застосовують в тих випадках коли перерегулювання не допустиме, необхідний мінімальний час регулювання, а динамічне відхилення може бути більшим. Процес з 20 % перерегулюванням застосовують тоді коли припускається перерегулювання, але динамічне відхилення і час першого півперіоду обмежені. Процес з мінімальним інтегральним критерієм характеризується більшим перерегулюванням (40-45 %) та часом регулюванням але найменшою величиною динамічного відхилення.

При визначенні закону регулювання перевага надається найбільш якісному безперервному керуванню. Виберемо ПІ-закон регулювання і процес з 20 % - ним перерегулюванням, пропорційно-інтегральний регулятор забезпечує велику точність регулювання при значних проте плавких змінах навантаження.

Оптимальні настройки для ПІ регулятора визначимо методом незатухаючих коливань.

Для початку будемо в середовищі Simulink програмного пакету Matlab модель-схему (рис. 7.1) системи автоматичного керування температурним режимом в апараті.

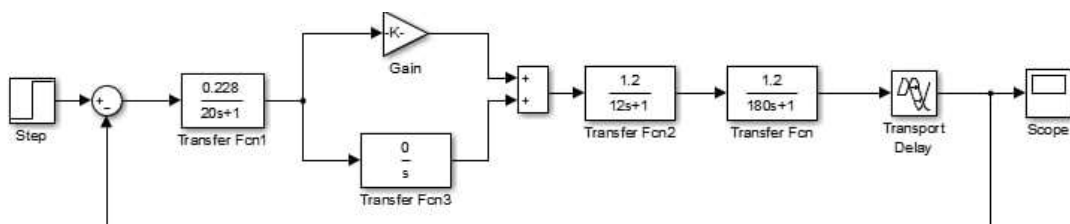


Рис.7.1 Структурна схема системи автоматичного керування температурним режимом в апараті

Відключимо інтегральну складову регулятора $K_i = 0$ та шляхом послідовного збільшення $K_{рег}$ з одночасною подачею стрибкоподібного сигналу завдання, потрібно вивести систему на границю стійкості (рис.7.2). Зафіксувати значення критичного коефіцієнта підсилення регулятора $K_{кр}$ та періоду критичних коливань в системі $T_{кр}$.

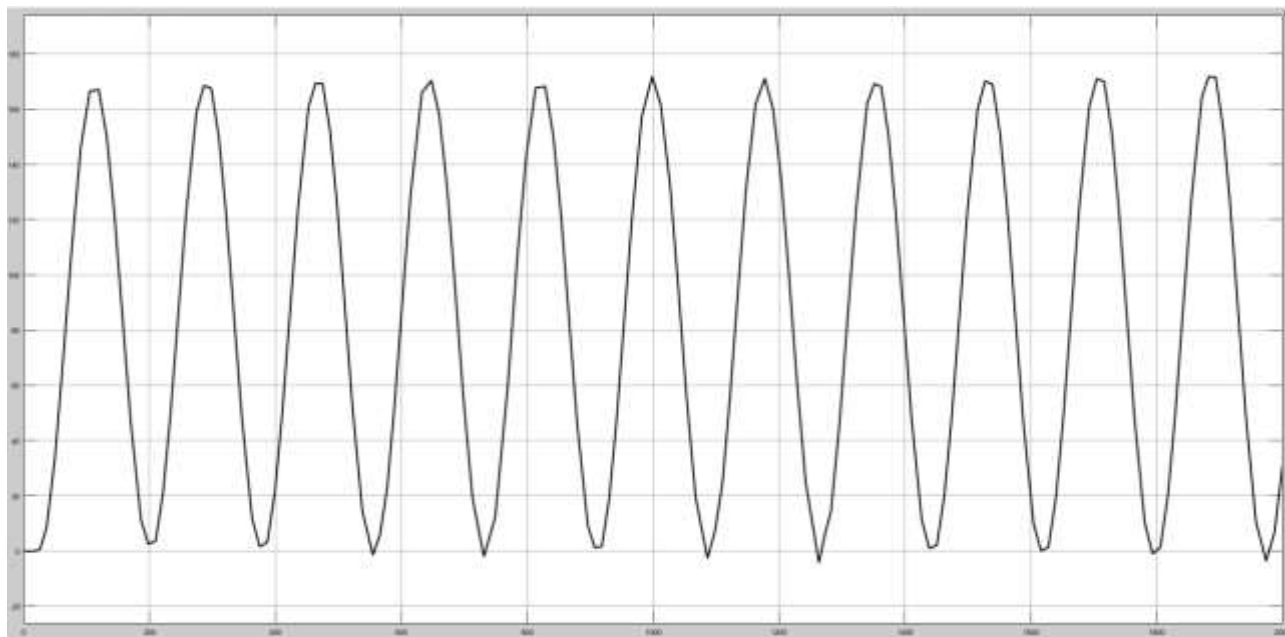


Рис. 7.2 Перехідний процес системи на границі стійкості

Визначаємо, $K_{кр} = 26.8$ а $T_{кр} = 166.7$ с. По значенням $K_{кр}$ та $T_{кр}$ розраховуються параметри настройки регулятора.

ПІ-регулятор: $K_{рег} = 0.45 \times K_{кр} = 0.45 \times 26.8 = 12.06$

$T_i = T_{кр}/1.2 = 166.7/1.2 = 138.9$

Дослідження системи автоматичного керування на стійкість

Підставимо отримані значення в імітаційну модель системи автоматичного регулювання (Рис.7.3) температури дифузійного соку та отримаємо графік перехідного процесу.

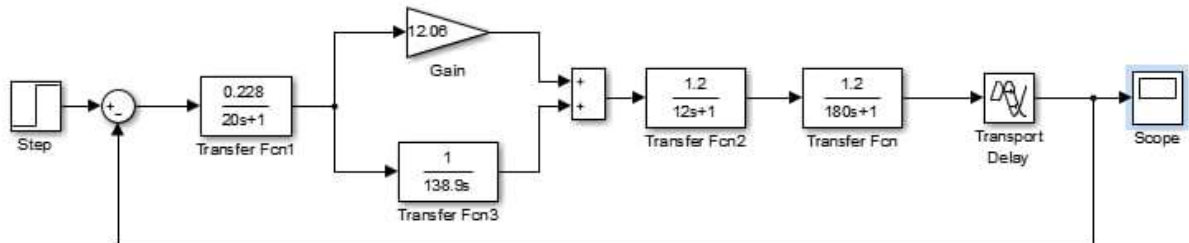


Рис.7.3 Структурна схема системи автоматичного керування температурним режимом з оптимальними настройками ПІ регулятора

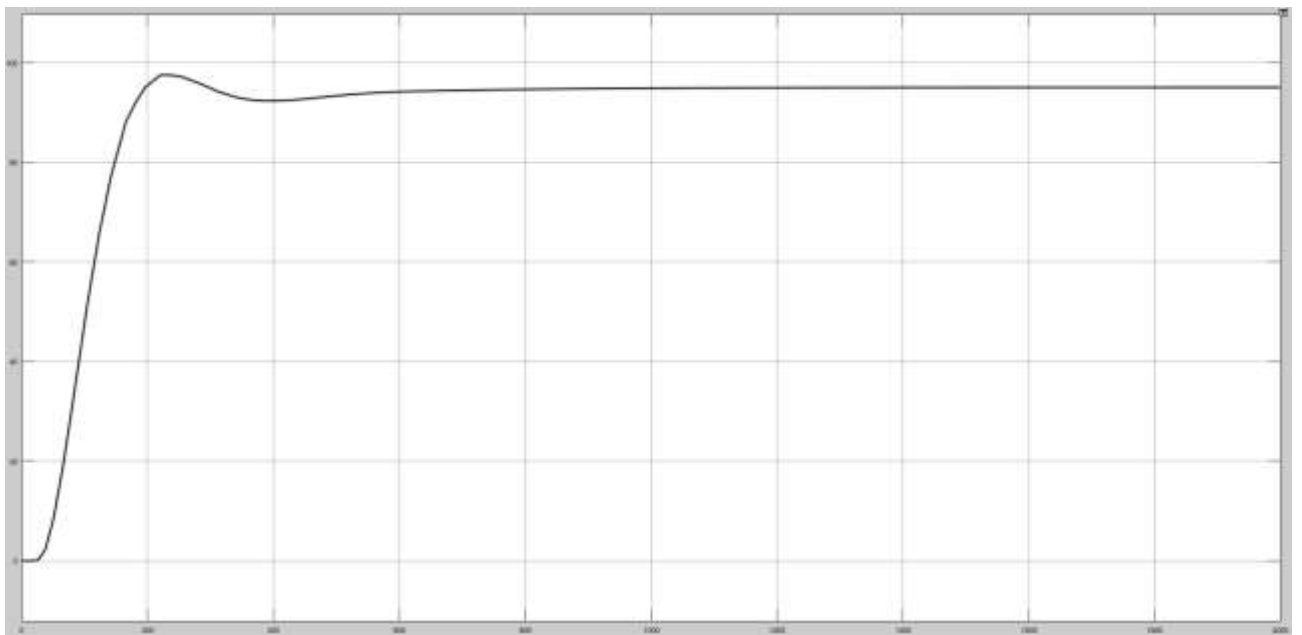


Рис.7.4 Перехідний процес системи автоматичного регулювання з ПІ-регулятором.

Показники якості:

1. Швидкодія системи або тривалість перехідного процесу (час регулювання) $t_{\text{пер}}=800$ с.
2. Динамічна помилка $A_1=98$.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3. Величина максимального відхилення вихідної величини в перехідному процесі, або перерегулювання:

$$\sigma = \frac{x_{\max} - x_{уст}}{x_{уст}} * 100\% = \frac{98 - 95}{95} * 100\% = 3.15\%$$

4. Плавність перехідного процесу або кількість напівколивань вихідної величини за час t_p , тобто коливальність $n=2$.

5. Ступінь затухання $\psi = \frac{98 - 95}{95} = 0.031$

6. Відсутня статична похибка.

Отже, розроблена система автоматичного регулювання повністю задовольняє вимогам, що ставляться до підтримання температури дифузійного соку.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Висновок

Розроблена в кваліфікаційній роботі схема автоматичного регулювання технологічних параметрів дає можливість проводити процес дифузії у оптимальному технологічному режимі з оптимальним значенням параметрів. Дана схема передбачає можливість автоматичного регулювання параметрів.

Для досягнення оптимальних результатів роботи певного агрегату на підприємстві і використовують засоби автоматизації, що побудовані на основі мікропроцесорних технологій.

При автоматизації колонного дифузійного апарату використовується промисловий логічний контролер (ПЛК) Schneider Electric M340. Для ПЛК було розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення на мові FBD в середовищі Unity Pro XL. Дисплейна мнемосхема процесу виробництва дифузійного соку розроблялася в програмному забезпеченні Citect SCADA 2015.

В якості комп'ютерної моделі в кваліфікаційній роботі було проведено параметричну оптимізацію ПІ регулятора, об'єктом регулювання була вибрана температура дифузійного соку після підігрівника.

Список використаної літератури

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
7. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
8. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
9. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

10. SMARTPAT PH 8570. Technical Datasheet KROHNE 03/2016 - 4002735402

- en

11. Каталог уровнемер 5300 Rosemount.

12. Платформа автоматизации Modicon M340. Каталог

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		85