

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем.
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

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

« ___ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

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

« ___ » _____ 20__ 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 систем автоматизації виробництва кисломолочних продуктів»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1

_____ Сергієнко Михайло Олексійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Іващук В'ячеслав Віталійович. _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент Бойко Регіна Олегівна _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

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

« 27 » квітня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Сергієнко Михайло Олексійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації процесу виготовлення кисломолочних продуктів

керівник роботи Іващук В'ячеслав Віталійович, професор, доктор технічних наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 27 » квітня 2020 р. № 269-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 9 » червня 2020 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. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного

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. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 27.04.2020 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 Сергієнко М.О.

_____ (підпис)

Керівник роботи Іващук В.В.

_____ (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота розроблена на тему: “ Розробка системи автоматизації процесу виробництва кисломолочних продуктів” з використанням мікропроцесорного контролера Modicon M340 фірми Schneider Electric.

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу:

1. Схема автоматизації.
2. Схема підключення датчиків та ВМ до контролера.
3. Схема підключення та монтаж комплекту приладів для вимірювання кислотності.

Особлива увага в даній роботі була приділена розробці системи автоматизації, вибору і розрахунку вимірювальних перетворювачів та виконавчих механізмів (ВМ). Розроблена схема підключення датчиків і виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера. В проекті розроблений алгоритм управління роботою лінії по виробництву йогурту, який реалізований в програмі Unity Pro для мікропроцесорного контролера Modicon M340.

Для візуалізації та оперативного контролю технологічного процесу використано SCADA програма Vijeo Citect.

В роботі також приділена увага основним принципам регулювання та досліджена автоматизована система регулювання.

Ключові слова: виробництво йогурту, ПЛК M340, П-регулятор, ПІ-регулятор, схема автоматизації, датчик рН, Unity Pro, Vijeo Citect.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Annotation

The qualification work is designed on the theme: "Development of automation systems sour milk production process" using microprocessor controller Modicon M340 firm Schneider Electric.

The qualification consists of settlement and explanatory notes and graphics:

1. Scheme of automation.
2. Wiring sensors and controller VM.
3. Wiring and installation kit devices for measuring acidity.

Special attention in this work was given to the development of automation systems, selection and calculation measuring transducers and actuators (VM). The scheme connecting sensors and actuators to microprocessor controller. The project developed an algorithm for management of the production line of yogurt, which is implemented in the program for Unity Pro microprocessor controller Modicon M340.

For visualization and operational control of the process used SCADA software Vijeo Citect.

The paper also paid attention to the fundamental principles of regulation and the regulation automated system investigated.

Keywords: yogurt production, PLC M340, P-regulator, PI-regulator, scheme of automation, sensor pH, Unity Pro, Vijeo Citect.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Зміст

Вступ.....	6
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації.....	9
1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації.....	9
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	14
Розділ 2. Опис функціонування системи автоматизації та специфікація приладів і засобів автоматизації.....	17
2.1. Аналіз та вимоги до існуючої систем автоматизації.....	17
2.2. Вибір технічних засобів автоматизації.....	18
2.3. Опис схеми автоматизації.....	20
2.4. Специфікація засобів автоматизації.....	22
Розділ 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмованого логічного контролера.....	24
3.1. Аналіз схеми підключення.....	24
3.2. Специфікація та опис модулів ПЛК.....	27
Розділ 4. Опис схем встановлення технічних засобів.....	38
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	48
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	53
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.....	60
7.1. Постановка задачі дослідження.....	60
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	61
7.3. Вибір математичної моделі об'єкта керування.....	61
Висновки.....	66
Список використаної літератури.....	67

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Предмет досліджень: виробництво йогурту.

Об'єкт досліджень: система автоматизації процесу виробництва йогурту.

Мета дослідження: покращення якості кінцевого продукту шляхом удосконалення системи автоматизації.

Автоматизація управління є одним з основних напрямів підвищення ефективності виробництва. Прискорення науково-технічного прогресу та інтенсифікація виробництва неможливі без застосування засобів автоматизації. Характерною особливістю сучасного етапу автоматизації полягає в тому, що вона спирається на революцію обчислювальної техніки, на найширше використання мікропроцесорних контролерів, а також на швидкий розвиток робототехніки, гнучких виробничих систем, інтегрованих систем проектування і управління.

Застосування сучасних систем і засобів автоматизації дозволяє вирішувати наступні завдання:

- вести процес з продуктивністю максимально досяжною для цих продуктивних сил, автоматично враховуючи безперервні зміни технологічних параметрів, властивостей початкових матеріалів, змін в довкіллі, помилки операторів;
- керувати процесом, постійно враховуючи динаміку виробничого плану на номенклатуру продукції, що випускається, шляхом оперативної перебудови режимів технологічного устаткування, перерозподіл робіт на однотипному устаткуванні і тому подібне;
- автоматично керувати процесом в умовах шкідливих і небезпечних для людини.

Рішення поставлених завдань передбачає цілий комплекс питань по проектуванню і модернізації існуючих і знову таких, що розробляються систем автоматизації технологічних процесів і виробництв.

Одним з напрямів підвищення ефективності енергетичного виробництва є впровадження обчислювальної техніки в системах управління.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Широке впровадження АСУ - це об'єктивна необхідність, обумовлена ускладненням завдань управління, підвищенням об'ємів інформації, які необхідно переробляти в системах управління.

На сьогодні на будь-якому конкурентоздатному підприємстві впроваджені АСУТП і АСУ, які виконують до 90% завдань підприємства.

У організації обслуговування технологічного процесу велику роль грають локальні (місцеві) системи управління технологічним устаткуванням і процесами і призначені для контролю і управління окремими, незв'язаними між собою системами регулювання і в ієрархії утворюють нижній рівень. Ці системи управління є одноконтурними і для синхронного управління такими системами, найкращим буде використання в управлінні контролера. Оскільки при безперервному характері виробництва основним завданням автоматизації є автоматичне регулювання параметрів, а при дискретному виробництві найбільш підходить програмно логічне управління.

Широке впровадження систем автоматизації приносить промисловості окрім прямого економічного ефекту істотний організаційний ефект, оскільки вимагає фахівців високої кваліфікації, отже, підвищує загальний рівень організації виробництва (зменшує міру неупорядкованості) і його культури, покращує стиль і ефективність керівництва і так далі. Рівень механізації і автоматизації виробничих процесів сьогодні є одним з найважливіших показників науково-технічного прогресу в країні.

Особливостями процесів в харчовій промисловості є велика кількість та складність зв'язків між параметрами стану об'єктів; трудомісткість процедур побудови математичного опису і використання його результатів для практичних реалізацій; високий рівень похибок вимірювання технологічних параметрів, а іноді неможливість проведення вимірювання; необхідність приймати рішення для управління технологічними агрегатами і виробництвами в умовах неповної інформації про стан об'єкту і інших факторів. Поряд з цим практика впровадження систем автоматичного

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

управління показує, що оператор - технолог часто вирішує задачі управління більш успішно, ніж автоматичні регулятори.

Світовий досвід автоматизації виробництва показує, що при створені систем управління загальна проблема розпадається на дві складові:

- використання типових рішень та структур, програмних оболонок, які існують на ринку і мають комерційний характер;
- адаптація готових рішень до конкретних умов, забезпечення ефективності функціонування з урахуванням показників живучості, надійності, вартості.

Саме остання складова потребує найбільших зусиль, застосування сучасних науково-технічних методів і проведення комплексних досліджень об'єкта в цілому. Підвищення продуктивності в харчовій галузі, розробка нових технологій які спрямовані на поліпшення якості і підвищення ефективності виробництва - все це потребує удосконалення й відновлення систем керування на основі нових засобів вимірів та автоматизації.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної дільниці як об'єкта автоматизації

Кисломолочні продукти – це збірна назва продуктів типу йогурту, кефіру, ряжанки, сметани і кумису. Загальна назва кисломолочних продуктів виникла завдяки кисломолочному бродінню (часткове перетворення лактози в молочну кислоту), викликаного мікроорганізмами, що входять до складу закваски. У процесі бродіння утворюється двоокис вуглецю, оцтова кислота, діацетил, ацетальдегід і деякі інші речовини, що надають продуктові характерні свіжий смак і аромат.

Йогурт є досить відомим і популярним у світі дієтичних кисломолочних продуктів. Йогурт – кисломолочний продукт з підвищеним вмістом сухих речовин, який виробляють сквашуванням молока культурами видів *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*. Підвищений вміст сухих речовин в продукті досягається двома способами – попереднім згущенням молока у вакуум-апаратах або внесенням сухого знежиреного молока

Існує два способи виробництва йогурту - цетермостатний і резервуарний спосіб.

Резервуарний спосіб. Нормалізовану суміш складають на підставі рецептур із незбираного і знежиреного молока, вершків, сухого знежиреного або незбираного молока, цукру. Нормалізовану суміш очищають, гомогенізують, пастеризують так, як передбачено загальною схемою виробництва кисломолочних напоїв. Суміш охолоджують до температури 40 - 45°C і направляють до резервуара для кисломолочних продуктів. Вносять 3-5% закваски, приготовленої на болгарській паличці і термофільних стрептококах. Молоко сквашують при температурі 40 - 45°C протягом 3 - 4 годин до утворення згустку кислотністю 80°T.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сергієнко М.О.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення кисломолочних продуктів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Іващук В.В.					9	68
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Готовий згусток поступово охолоджують до температури 20°C в резервуарі при одночасному перемішуванні. Готовий продукт фасують. При виробництві йогуртів з наповнювачами їх вносять в охолоджений згусток, перемішують і фасують.

Термостатний спосіб. Заквашену суміш фасують у дрібну тару. Сквашування проводять у термостатній камері при температурі 40 - 45°C, тривалість сквашування 3 - 4 години. Готовий згусток має кислотність 70-80°Т. Продукт охолоджують до температури 4-6°C. При виробництві плодово-ягідного йогурту наповнювачі вносять у молочну суміш при заквашуванні зразу після внесення закваски, ретельно перемішують і направляють на фасування. Щоб уникнути утворення пластівців згустку, тривалість фасування не має перевищувати 30 - 40 хвилин.

Йогурт, виготовлений за традиційною технологією, зберігається при температурі 4 - 6°C протягом 36 годин, в тому числі на підприємстві виробника - не більше 18 годин.

Сучасні технології виготовлення йогуртів передбачають застосування стабілізаторів структури, заквасокпрямого внесення, різноманітного спектру наповнювачів. На виробництво йогуртів відбирається сировина вищого гатунку, з необхідними органолептичними, фізико-хімічними і мікробіологічними показниками. Молоко до переробки зберігають в окремих резервуарах за температури не вище 2 - 4°C. Термін зберігання молока до переробки не повинен перевищувати 4 годин. Відібране молоко нормалізують по масовій долі жиру і сухих речовин. Сухі компоненти (стабілізатори, цукор) попередньо змішують, розчиняють у молоці за температури 30 - 45°C, суміш залишають для набрякання протягом 30 - 60 хвилин (залежно від виду стабілізатора) і змішують з основною масою суміші. Далі нормалізовану суміш очищають, гомогенізують при тиску 15 - 20 МПа і температурі 65 - 95 °С, пастеризують при температурі 90 - 95°C з витримкою до 15 хвилин. Після довготривалої пастеризації залишаються лише термостійкі молочнокислі

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

палички і спори деяких бактерій. Значної ролі вони не відіграють, тому що процес сквашування відбувається швидко, а із заквасками вносять більше молочнокислих бактерій, ніж кількість залишкових термостійких паличок.

Суміш охолоджують до температури заквашування 35 - 45°C і направляють в резервуар для кисломолочних продуктів. Заквашування проводять негайно після охолодження. Кількість закваски прямого внесення залежить від її виду і активності. Чисті культури термофільних молочнокислих стрептококів і болгарської палички малоактивні самі по собі (окремо), ніж їхня комбінація. Це пояснюється тим, що болгарська паличка в результаті своєї життєдіяльності продукує амінокислоти, які активізують життєдіяльність термофільного молочнокислого стрептококу.

Сквашують протягом 4 - 10 годин до утворення згустку, що має рН від 4,4 до 4,7. Готовий згусток перемішують і охолоджують до температури 20 - 25 °С. При виробництві продуктів з фруктами та іншими наповнювачами, їх вносять в охолоджений згусток. Після закінчення охолодження і змішування з наповнювачами йогурт направляють на розлив. Упакований продукт направляють у холодильну камеру для охолодження до температури 6°C.

Стрептококи надають перевагу температурі не вище ніж 40°C, болгарська паличка, навпаки, активізує свій розвиток за температури вище ніж 40 °С та внесення більшої кількості закваски. Ці особливості враховують при виробництві йогурту для того, щоб регулювати вміст стрептококів і паличок в заквасках і готовому продукті. Загальна кількість термофільних молочнокислих стрептококів і болгарської палички в 1см³ продукту повинна становити 10⁷- 10⁸ клітин.

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

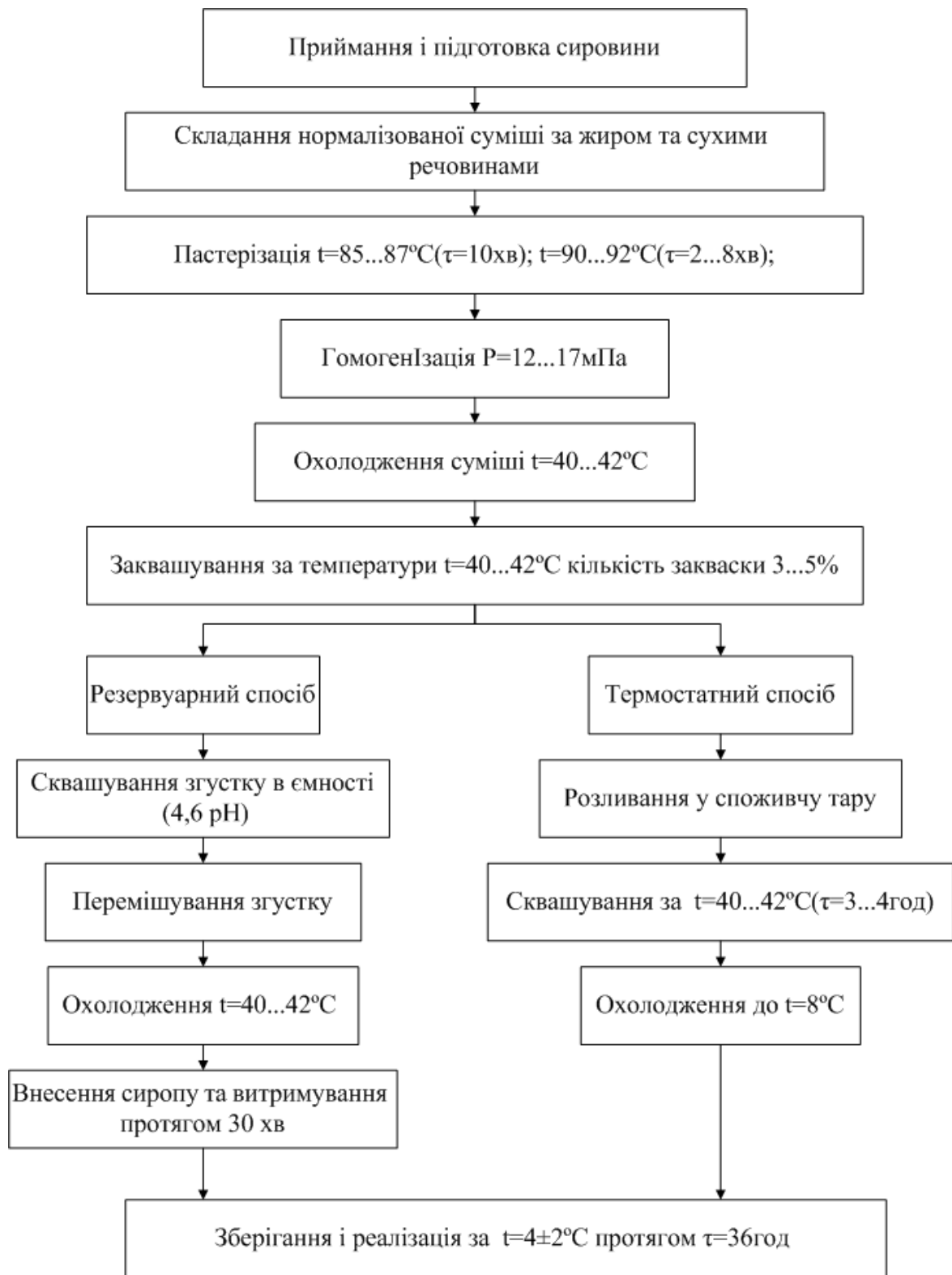


Рис.1.1. Технологічна схема виробництва йогурту

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Короткий опис технологічного процесу роботи лінії по
виробництву йогурту

З апаратного відділення молоко надходить на дієт-дільницю, в зрівноважуючий бак, який служить для демпферування збурень. За допомогою насосу, що приводиться в дію електродвигуном М1, молоко потрапляє у регенератор, де нагрівається пастеризованим молоком. Пастеризація відбувається в трубчатій пастеризаційній установці (типу труба в трубі) парою з температурою 150°C, яка надходить з котельні під тиском 0,3 МПа. На першій ступені пастеризації молоко нагрівається до температури 60°C, а далі йде в дегазатор, де видаляються леткі елементи (кисень). В гомогенізаторі відбувається розбивання жирних часток молока і перетворення його в однорідну рідину. На другій ступені пастеризації відбувається нагрівання продукту до температури 95°C. Недопастеризоване молоко повертається в зрівноважуючий бак. Молоко, нагріте до потрібної температури, потрапляє на витримувач, де перебуває при заданій температурі близько 15с. Час витримування молока при пастеризації збільшується із зменшенням температури пастеризації. Гаряче молоко охолоджується спочатку в регенераторі, а потім в холодильнику холодною водою до температури 23°C.

Пастеризоване охолоджене молоко за допомогою насосу, що приводиться в дію електродвигуном М2, надходить у танки для сквашування. Тут в подальшому відбувається безпосереднє вироблення кисло-молочного продукту, зокрема, йогурту. Процес сквашування молока та вироблення кисло-молочних напоїв (йогурту) відбувається так: молоко надходить у двостійний резервуар (танк), куди одночасно із заквасочного відділення надходить закваска. Заквашене молоко перемішується мішалкою (М3) як в процесі заповнення, так і через 15 хвилин після заповнення. Потім мішалка виключається, і продукт сквашується до досягнення заданої технологіями кислотності $4,6 \pm 0,05\text{pH}$. Після цього продукт охолоджується, для чого в

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

водяну рубашку резервуара (танка) подається холодна вода. Продукт при охолодженні перемішується мішалкою по заданій програмі. Коли продукт охолоджується до температури 14 - 16°C, мішалку вимикають і подачу холодної води припиняють. Продукт готовий до фасування. Решта танків для сквашування функціонують аналогічно. Пара надходить із котельні. Холодна вода надходить із мережі водопостачання.

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

№ п/п	Машина, агрегат, апарат	Пар-р, місце відбору імпульсу	Значення пар-ру, допустимі відхилення	Система автоматизації		
				Вид системи автоматизації	Характер контролю, регулювання упр-ня	Додаткові вимоги до системи
1	2	3	4	5	6	7
1.	Зрівноважуючий бак	Рівень	0-100 %	Регулювання	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі молока
2.	Трубопровід подачі молока після регенерації	Температура	56-60 °C	Регулювання	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі пари
3.	Гомогенізатор	Тиск	12,5-17,5 МПа	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
		Температура	60-65 °C	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
4.	Трубопровід подачі молока після пастеризації	Температура	90-95 °C	Регулювання	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі пари

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

5.	Трубопровід пастеризованого охолодж. молока	Витрата	10 м ³ /год	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
6.	Танк для сквашування №1	Рівень	0-100 %	Регулювання	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі молока
		Температура	12-15 °С	Регулювання	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі холодної води
		Кислотність	4,6 од.рН	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
7.	Трубопровід подачі закваски в танк	Витрата	2 м ³ /год	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
8.	Танк для сквашування №2	Рівень	0-100 %	Регулювання	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі молока
		Температура	12-15 °С	Регулювання	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі холодної води
		Кислотність	4,6 од.рН	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
9.	Трубопровід подачі закваски в танк	Витрата	2 м ³ /год	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
10.	Трубопровід подачі йогурту	Витрата	15м ³ /год	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

11.	Електропривід насоса подачі молока	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова сигналізація
12.	Електропривід насоса подачі паст. Охолодж. молока	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова сигналізація
13.	Електропривід мішалки в танку для сквашування №1	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова сигналізація
14.	Електропривід мішалки в танку для сквашування №2	Стан	-	Управління	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова сигналізація

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						16
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розділ 2. Опис функціонування системи автоматизації та специфікація приладів і засобів автоматизації

2.1. Аналіз та вимоги до існуючої систем автоматизації

Автоматизована система управління процесом виробництва йогурту повинна бути однорівневою, відноситись до нижнього ієрархічного рівня АСУ ТК. Система складається з технічних засобів автоматизації, промислового логічного контролера (ПЛК) TSX Premium фірми Schneider Electric, персонального комп'ютера (ПК), що може мати інтерфейсний зв'язок з заводським ПК.

Дана система повинна бути сумісною з системами управління на інших ділянках (цехах) виробництва.

АСУ експлуатується в умовах роботи молокозаводу заводу. Підприємство працює в дві зміни, технологічний процес – неперервний, тривалість роботи – 365 діб в рік.

Система управління повинна передбачати контроль роботи складових елементів – датчиків, функціональних частин мікропроцесорних пристроїв, виконавчих механізмів.

Система повинна функціонувати як в автоматичному, так і в ручному режимах роботи.

Система управління повинна адаптуватись до поточної технологічної ситуації на заводі. Якість реалізації функцій АСУ визначається точністю, швидкодією, надійністю та довговічністю роботи в неперервному режимі. Швидкодія системи визначається часом вироблення керуючої дії, який не повинен перевищувати 5с.

Локальні системи автоматичного управління процесами теплової обробки молока для виготовлення йогурту призначені для підтримання заданих теплових параметрів нагрівання та охолодження молока, тривалості

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сергієнко М.О.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення кисломолочних продуктів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Іващук В.В.					17	68
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

його витримки, повернення недостерилізованого продукту, запуску і зупинки установки.

Основними функціями тут є:

- Контроль за основними технологічними параметрами процесу;
- Реєстрація і регулювання температур нагріву, пастеризації та охолодження молока, температури сквашування;
- Стабілізація витрати пастеризованого охолодженого молока та йогурту.

Основними причинами, які викликають коливання температур нагрівання молока, є: непостійність витрати продукту, зміна витрат пари, що обумовлена коливанням коефіцієнта теплопередачі внаслідок відкладання білка на теплопередаючих поверхнях. Для стабілізації температури нагрівання молока в якості управляючої дії в основному приймають витрату продукту.

Причинами, які викликають коливання температур охолодження молока в установках, є: змінення температури холодної води, його витрати, яка викликана коливанням тиску холодоносія або витратою продукта. В якості управляючої дії приймають витрату холодоносія (холодної води).

2.2.Вибір технічних засобів автоматизації

Для ефективного та оперативного управління технологічним процесом виробництва кисломолочних продуктів а саме йогурту необхідно застосовувати автоматизоване управління основними технологічними параметрами, здійснювати контроль та регулювання над ними. Для забезпечення виконання усіх функцій системи автоматизації обираємо контролер Modicon M340 фірми Schneider Electric.

Modicon M340 – промисловий контролер нового покоління фірми Schneider Electric, для програмування якого використовується програмне забезпечення UNITY PRO. Modicon M340 – контролер має модульний тип, конфігурація якого вибирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління. Модулі кріпляться на шасі, яке виконує як механічну так й електричну функції. Така конструкція дає можливість гарячої заміни

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

модулів без зупинки контролера. М340 може включати від 1-го до 4-х шасі з різною кількістю місць для установки модулів (від 4-х до 12-ти), об'єднаних між собою BusX шиною, загальною довжиною до 30 м.

Індикація, реєстрація та сигналізація технологічних параметрів функціонування виробничого процесу реалізовано за допомогою SCADA - програми Vijeo Citect на персональному комп'ютері оператора-технолога, для оперативного контролю.

До автоматизованої системи управління (АСУ) процесом виробництва йогурту висунуті наступні вимоги:

- швидка та максимально якісна передача даних по мережі;
- забезпечення згідно технологічних вимог необхідної якості управління технологічними процесами з використанням мікропроцесорних контролерів;
- супервізорний контроль та управління проходження технологічного процесу за допомогою дисплейних мнемосхем (SCADA - програми);
- забезпечення необхідним програмним забезпеченням.

Автоматизована система управління передбачає:

1. як дистанційне так й автоматичне управління механізмами;
2. тепломеханічний контроль;
3. технологічну сигналізацію, індикацію та реєстрацію;
4. збір та архівацію даних;
5. автоматичне неперервне регулювання (забезпечує автоматичне підтримання технологічних параметрів заданого значення);
6. перехід на ручне управління без порушення процесу.

Передбачити можливість ручного управління всіх регульованих параметрів.

При виборі даної системи технічних засобів автоматизації було враховано наступне: структурні та алгоритмічні особливості об'єкта, умови

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

роботи та вимоги до якості роботи проекрованої системи. Зокрема, враховані такі вихідні дані, як локальність системи, необхідна серійність та однорідність апаратури. Також враховано невелика інерційність об'єкта, велика частота збурень, необхідна дистанційність передачі сигналів.

Враховуючи всі переваги та недоліки сучасних систем автоматизації та вивчивши вихідні дані по дослужованому об'єкту, нами було обрано пневматичну систему технічних засобів з урахуванням її малої інерційності, простоти живлення, надійності в межах покладеного завдання а також мінімальних затрат на її впровадження.

2.3. Опис схеми автоматизації

Рівень молока в зрівноважувальному баці та в танках для сквашування №1 і №2 регулюється за допомогою ємнісного рівнеміра кабельного типу Sitrans LC300 фірми Siemens з вихідним уніфікованим сигналом 4-20 мА (позиція 1а, 1б, 9а, 9б, 13а, 13б). Далі сигнал з датчика надходить на мікропроцесорний контролер (МПК), де формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмоперетворювач TRP-8 (позиція 1в, 9в, 13в) надходить на пневматичний виконавчий механізм HP230N (позиція 1г, 9г, 13г), який відкриває чи закриває клапан подачі молока до баку та пастеризованого молока в танки.

Температура нагріву, пастеризації та охолодження молока регулюється за допомогою ТСПУ/100П термометра опору платинового з вмонтованою в корпус платою перетворення «опір - струм» з вихідним сигналом 4-20 мА (позиція 2а, 2б, 5а, 5б, 6а, 6б). Далі сигнал з датчика надходить на МПК, де формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмоперетворювач TRP-8 (позиція 2в, 5в, 6в) надходить на пневматичний виконавчий механізм HP230N (позиція 2г, 5г, 6г), який відкриває чи закриває клапан подачі пару чи холодної води.

Аналогічним чином відбувається регулювання температури охолодження згустку в танках для сквашування №1 та №2.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Тиск в гомогенізаторі контролюється завдяки вимірювальному перетворювачу тиску Sitrans P compact (позиція 3а). Прилад має вихідний уніфікований сигнал, який далі подається на МПК та електрообчислювальну машину (ЕОМ), де відбувається індикація I, реєстрація R та сигналізація А даного технологічного параметру.

Температура в гомогенізаторі контролюється завдяки ТСПУ/100П термометра опору платиного з вмонтованою в корпус платою перетворення «опір - струм» з вихідним сигналом 4-20 мА (позиція 4а, 4б). Прилад має вихідний уніфікований сигнал, який далі подається на МПК та електрообчислювальну машину (ЕОМ), де відбувається індикація I, реєстрація R та сигналізація А даного технологічного параметру.

Кислотність (рН) молока та йогурту в танках для сквашування контролюється за допомогою електрода для вимірювання концентрації іонів водню CPS11 (позиція 7а, 12а, 16а) та вторинного вимірювального перетворювача рН СМР – 223 (позиція 7б, 12б, 16б), вихідний сигнал якого 4 – 20 мА надходить на МПК та електрообчислювальну машину (ЕОМ), де відбувається індикація, реєстрація та сигналізація даного технологічного параметру.

Витрата пастеризованого охолодженого молока та йогурту контролюється за допомогою масового витратоміра Proline Promass 80F фірми Endress+Hauser, який складається з сенсора (позиція 8а, 17а) та трансмітера (позиція 8б, 17б). Вихідний сигнал 4-20 мА з датчика надходить на МПК та електрообчислювальну машину (ЕОМ), де відбувається індикація, реєстрація та сигналізація даного технологічного параметру.

Витрата закваски для сквашування молока в танках регулюється за допомогою масового витратоміра Proline Promass 80F фірми Endress+Hauser, який складається з сенсора (позиція 10а, 14а) та трансмітера (позиція 10б, 14б). Вихідний сигнал 4-20 мА з датчика надходить на МПК, де формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмоперетворювач TRP-

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

8 (позиція 10в, 14в) надходить на пневматичний виконавчий механізм HP230N (позиція 10г, 14г), який відкриває або закриває клапан подачі закваски в танки для сквашування.

Електродвигуни насосів подачі молока, мішалок в танках для сквашування приводять в дію за допомогою магнітних пускателів (позиція КМ1, КМ2, КМ3, КМ4) та кнопочних станцій (позиція SA1, SA2, SA3, SA4), які мають змогу переключати з ручного на автоматичний режим роботи двигуна.

Індикація, реєстрація та сигналізація даних технологічних параметрів проводиться за допомогою SCADA програми., яка встановлена на ЕОМ оператора технолога лінії.

2.4. Специфікація засобів автоматизації

№ п/п	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	К-ть шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а, 1б 9а, 9б 13а, 13б	Ємнісний 2-х провідний рівнемір, який поєднує в собі надійні зонди Pointek CLS 100 з мікропроцесорним вимірювальним перетворювачем. Довжина ПВП (зондів) кабельного типу: 5.. 25м. Вих.сигнал 4 до 20 мА.	Sitrans LC 300	м	3	Siemens
2	2а, 2б 4а, 4б 5а, 5б 6а, 6б 11а, 11б, 15а, 15б	Термометр опору платиновий 100П з вмонтованою в корпус платою перетворення «опір - струм» з вихідним сигналом 4-20 мА	ТСПУ 100П	°С	6	ТЕРА
3	3а	Вимірювальний перетворювач тиску. Вих. сигнал 4-20 мА.	SitransP compact	МПа	1	Siemens (Німеччина)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

4	7а, 7б 12а, 12б 16а, 16б	Комплект з електрода та перетворювача для визначення рН в межах 0..14 од. Твим. Середовища -15 .. +130 °С	CPS11, CPM223/2 53	рН	3	Endress+ Hauser
5	8а, 10а, 14а, 17а	Масовий витратомір – універсальний сенсор для середовищ з температурою до 200 °С, номінальний діаметр ДУ 8...50, матеріал труб нержавіюча сталь	Proline	м³/год	4	Endress+ Hauser
6	8б, 10б, 14б, 17б	Трансмітер для вимірювання масової, об'ємної витрати, температури та густини середовища	Promass 80F	м³/год	4	Endress+ Hauser
7	1в, 2в, 5в, 6в, 9в, 10в, 11в, 13в, 14в,15в	Електро-пневмо перетворювач. Мінімальний тиск 2,5 бар. Мах U = 250 В.	TRP-8	-	10	Camozzi
8	1г, 2г, 5г, 6г, 9г, 10г, 11г, 13г, 14г,15г	Компактний пневматичний двохпозиційний клапан, Ду=50 мм, температура середовища до 180 оС.	HP230N	-	10	Danffos
9	КМ1- КМ4	Пускач магнітний. Робоча напруга 220 В.	ПМЕ 111	-	4	„Делис” м. Харків

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

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

3.1. Аналіз схеми підключення.

Принципова схема підключення датчиків та ВМ до контролера реалізована та зображена на листі 2 графічного матеріалу, де кожний провід має свою нумерацію згідно вимог для полегшення виконання монтажних робіт, а саме підключенні. Під час вибору даної системи технічних засобів автоматизації було враховано структурні та алгоритмічні особливості об'єкта, умови роботи та вимоги до якості роботи проектованої системи.

Зокрема, враховані такі вихідні дані, як локальність системи, необхідна серійність та однорідність апаратури. Також враховано невелика інерційність об'єкта, велика частота збурень, необхідна дистанційність передачі сигналів.

Розглянувши всі переваги та недоліки сучасних систем автоматизації та вивчивши вихідні дані по даному об'єкту, нами було обрано пневматичну систему технічних засобів з урахуванням її малої інерційності, простоти живлення, а також мінімальних затрат на її впровадження.

Для регулювання основних технологічних параметрів процесу виробництва йогурту використовуються пневматичні виконавчі механізми з вихідним сигналом 4-20мА. Передбачено автоматичний та ручний режими роботи електроприводів насосів подачі молока та мішалок в танках для сквашування. Сигналізація технологічних параметрів реалізована за допомогою SCADA програми на електорообчислювальній машині (ЕОМ).

Дана робота реалізована на використанні мікропроцесорного контролера фірми Schneider Electric, які останнім часом починають широко використовуватись вітчизняними інжиніринговими фірмами при розробці та впровадженні систем автоматизації в різних галузях промисловості, завдяки своїм ціновим діапазнам та досить різноманітним компануванням модулів

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сергієнко М.О.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення кисломолочних продуктів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Іващук В.В.					24	68
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

згідно призначення. Концерном Schneider Automation випускається велика гама ПЛК, які умовно поділяють на дві гілки. До першої гілки відносять ПЛК

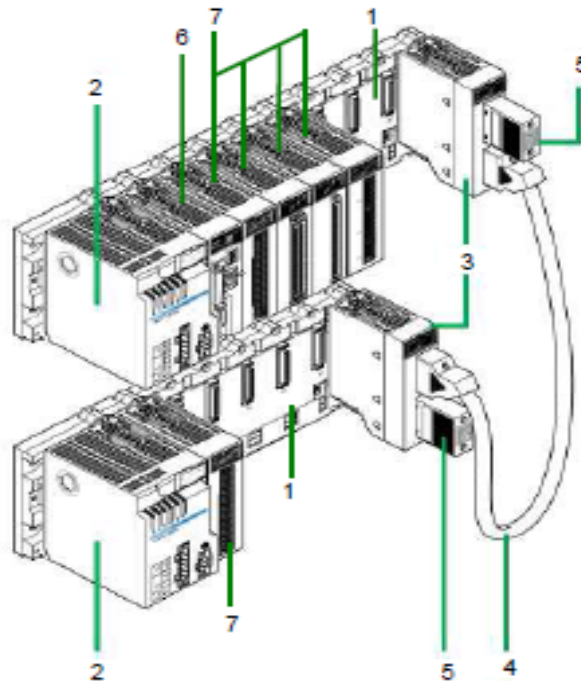


Рис.3.1. Конструкція M340

Modicon TSX Nano, Modicon TSX Micro, Modicon TSX Premium, а до другої- Modicon TSX Quantum.

Конструктивно M340 може складатись з таких основних елементів:

1. Шасі, на яких встановлюються модулі.
2. Модуль живлення, який обов'язково повинен бути присутнім в кожному шасі, та який встановлюється на спеціально відведеному місці у шасі.
3. Модуль розширення для контролерів побудованих на базі декількох шасі.
4. Кабелі розширення BusX, що з'єднує модулі розширення на суміжних шасі.
5. Термінуючі резистори в кінцевих модулях розширення архітектури M340.
6. Процесорний модуль, який обов'язково розміщується в посадочному місці з номером 00 у шасі, яке має номер 0.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

7. Модулі вводу/виводу та модулі спеціального призначення, які розміщуються в будь-якому посадочному місці.

Процесорні модулі М340 відрізняються функціональними можливостями, швидкістю обробки інструкцій, кількістю входів/виходів, які може обробляти контролер, кількістю спеціальних каналів, об'ємом доступної оперативної пам'яті та вбудованими в модуль ЦПУ комунікаційними засобами.

У кожному процесорному модулі М340 є вбудований USB-інтерфейс, який за своїм призначенням слугує для підключення терміналу програмування (комп'ютер зі встановленим UNITY PRO), а також для з'єднання з операторськими станціями з встановленим програмним забезпеченням SCADA/HMI, а також операторськими панелями. Для цього можна використати спеціальний екранований кабель, який включено в комплект поставки з процесорним модулем М340, або стандартний USB кабель з роз'ємом miniB. У будь-якому випадку довжина кабелю не може перевищувати більше 5м.

У спеціальному слоті розміщується SD-карта пам'яті. На карті, що входить у комплект стандартної поставки М340 (об'ємом 8 Мбайт), зберігається завантажений проект, вбудовані діагностичні Веб-сторінки, а також при необхідності вихідний код проекту, константи та діалогові таблиці. Альтернативний варіант – використання карти обсягом 128 Мб, з підтримкою збереження даних користувача з прикладної програми, а також файлових операцій через FTP Сервер. Кожний процесорний модуль може вміщувати один або два вбудовані комунікаційні канали з комбінації: послідовний Modbus Serial RS-232/RS- 485, Ethernet TCP/IP та CAN Open. Крім функцій обміну з іншими пристроями системи, Modbus RTU (Serial) та Modbus TCP/IP (Ethernet) забезпечують доступ терміналу програмування UNITY PRO до контролера

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3.2. Специфікація та опис модулів ПЛК

Необхідне обладнання для компонування ПЛК М340 процесу асептичного пакування кисломолочної продукції наведено в таблиці:

Найменування	Кількість шт.	Примітка
1	2	3
BMX CPS 2000	1	Модуль живлення 100...240 VАС, 20 Вт
BMX Р34 2010	1	Процесорний модуль
BMX АМІ 0800	3	Модуль аналогових входів на 8-м каналів
BMX АМО 0802	2	Модуль аналогових виходів на 8-м каналів
BMX DDO 1612	1	Модуль дискретних виходів на 16-ть каналів
BMX FTB 2820	3	28-ми контактна з'ємна клемна колодка
BMX FTB 2010	2	20-ти контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

Реалізація алгоритму управління виробництва йогурту потребує:

- Дискретні виходи 4;
- Аналогові входи 17;
- Аналогові виходи 10.

Контролер Modicon М340 компонуємо з таких модулів:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

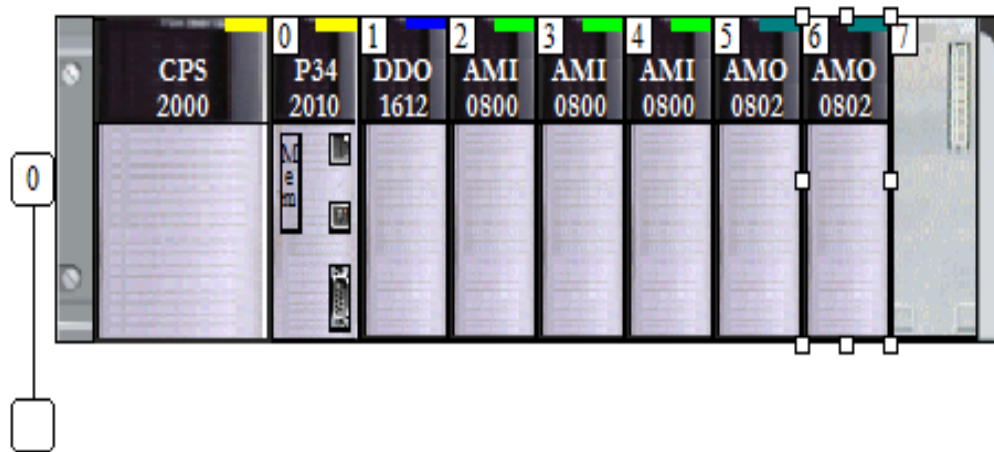


Рис.3.2.Компановка контролера в середовищі UNITY PRO

Живлення модулів по шасі проводиться через два виходи модуля живлення 24 В (24V_BAC) та 3,3 В (3V3_BAC). Вихід 24V_BAC використовується для живлення встановлених на монтажному шасі модулів входів-виходів та процесорного модуля, а вихід 3V3_BAC використовується тільки для живлення модулів входів-виходів.

Модулі живлення, що живляться напругою 100...240VAC (BMX CPS 2000 та BMX CPS 3500), додатково мають зовнішній вихід 24 В (24V_SENSORS), який можна використати для живлення датчиків або виконавчих механізмів.

Процесорний модуль BMX P34 2010 призначений для обробки даних по заданій програмі шляхом виконання арифметико-логічних операцій та програмного керування роботою пристроїв.

Модулі вводу / виводу призначені для безпосереднього з'єднання з датчиками, виконавчими пристроями. Вони виконують сполучну роль між ЦПУ ПЛК і об'єктом управління. У цих модулях якраз і реалізовані вимірювальні схеми, схеми АЦП / ЦАП перетворення, схеми посилення, схеми захисту від позаштатних струмів і напруг.

В одному модулі, як правило, реалізовано кілька каналів для вимірювання сигналів з датчиків або для роботи з виконавчими пристроями. Один канал називають точкою, тобто канали, що вимірюють сигнал з датчиків,

К-кість аналогових входів модуля	8шт.
Параметри входних сигналів	напруга +/- 5 В / 4 / -10 В / 0..5 В / 0..10 В / 1,5 В
	струм +/- 20 мА / 0..20 мА / 4..20 мА;
Живлення модуля	від внутрішньої шини 5В постійного струму

називають входними точками, а канали, що видають вихідні впливу на виконавчі пристрої, називають вихідними точками. Крім того, канали модулів введення / виведення по тину сигналу, з яким вони працюють, діляться на аналогові і дискретні.[8]

Аналогові входи

В даній системі використовуються ВМХ АМІ 0800 входний аналоговий модуль високої щільності з 8 неізолюваними каналами. Цей модуль використовується спільно з датчиками або передавачами. Він виконує функції моніторингу, вимірювання та безперервного керування процесом. Модуль працює з входами напруги. Він включає вісім резисторів зчитування, підключених до клемного блоку для виконання поточних входів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

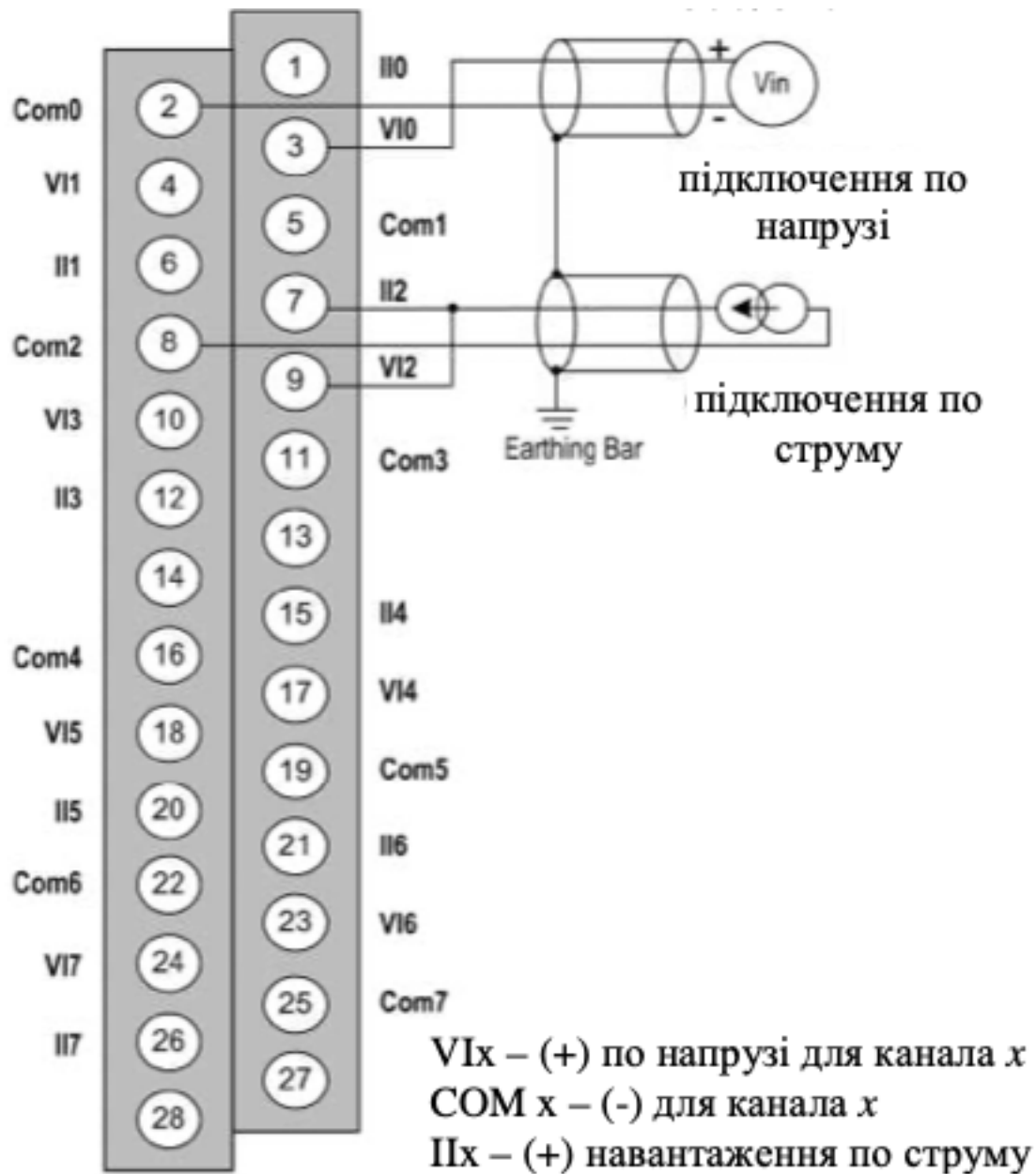


Рис.3.3.Схема підключення зовнішніх ланцюгів до аналогового вхідного модуля BMX AMI 0800

Аналогові виходи

В даній системі використовуються модулі BMX AMO 0802 - аналоговий модуль високої щільності, оснащений 8 неізолюваними каналами. Він призначений для цифро-аналогового перетворення внутрішніх цифрових

величин контролера й формувати його вихідний сигнал.

К-кість аналогових виходів	8шт.
Параметри вихідних сигналів	0..20 мА / 4..20 мА;
Живлення модуля	від внутрішньої шини 5В постійного струму

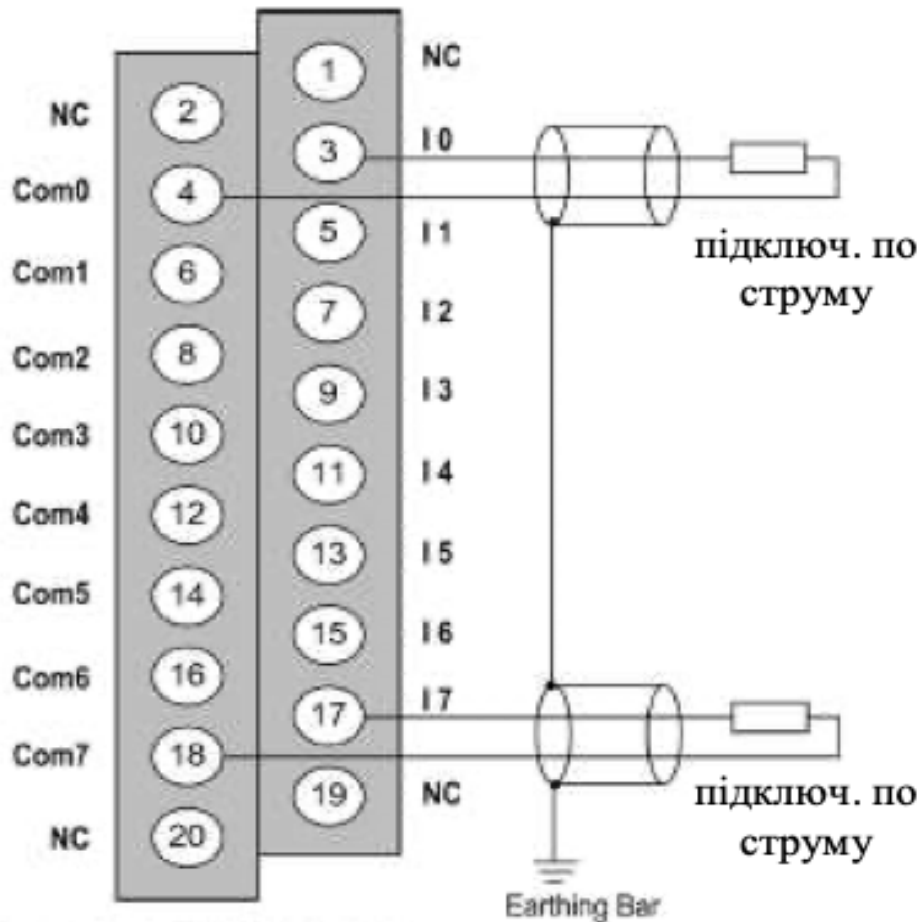


Рис.3.4. Схема підключення виконавчих механізмів до аналогового вихідного модуля BMX AMO 0802

Дискретні виходи

В даній системі використовується модуль BMX DDO 1612 який є модулем дискретних транзисторних виходів 24 В постійного струму з підключенням через 20-контактну клемну колодку. Це модуль з негативною

логікою тобто джерела живлення об'єднуються по плюсовому клемнику: його 16 вихідних каналів приймають струм від виконавчим механізмів.

К-кість виходів	16 дискретних транзисторних вихідних каналів	
Номінальні значення	напруга	24В пост.струму
	струм	0.5А
Порогові значення	напруга(включаючи пульсації)	від 19 до 30В(до 34В на протязі години)
	струм/канал	0.625А
	струм/модуль	10А

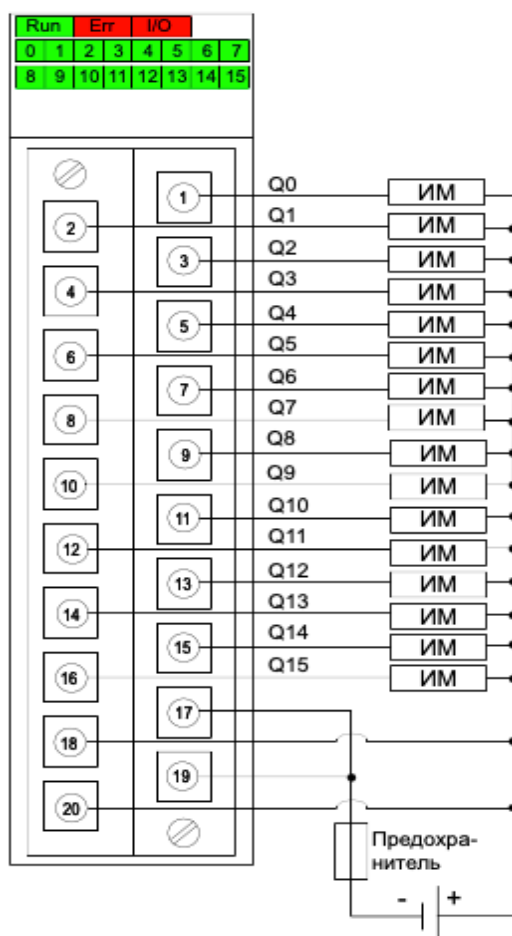


Рис.3.5. Підключення виконавчих механізмів до модуля дискретних виходів BMX DDO 1612

3.3. Розширені схеми підключення окремих контурів

Розширений контур контролю рівня в зрівноважуючому баці

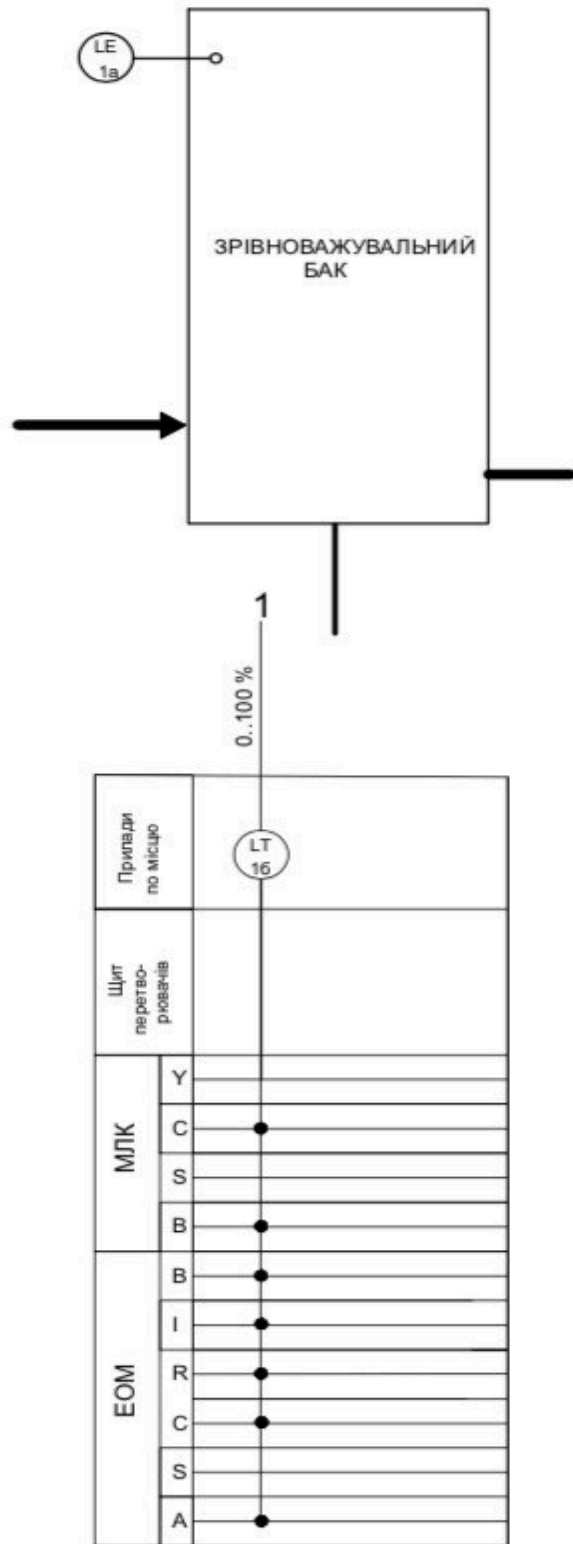


Рис.3.6. ФСА розширеного контура контролю рівня в зрівноважуючому баці

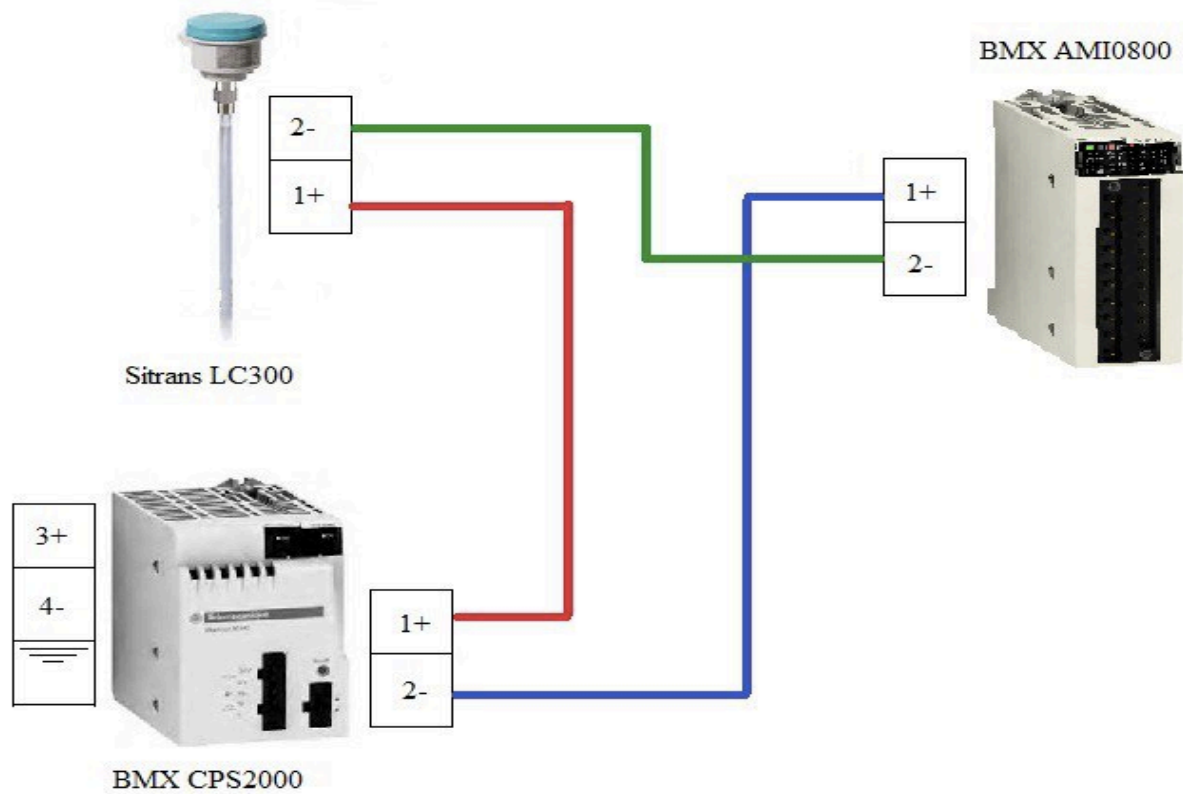


Рис.3.7. Графічне зображення підключення

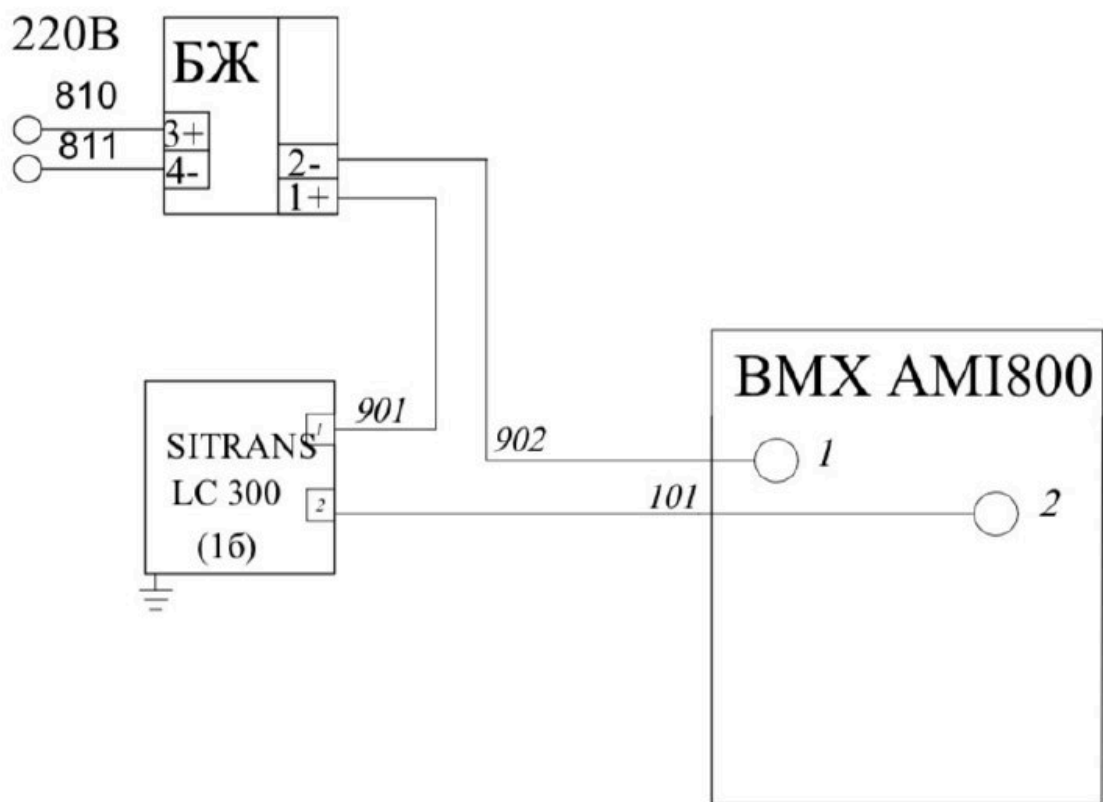


Рис.3.8. Схема підключення

Опис схеми підключення

Вторинний прилад для перетворення рівня LE (1a) під'єднаний до модуля аналогових входів ВМХ АМІ0800 на 1 та 2 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ВМХ АМІ0800 від датчика рівня, інформація передається до процесорного контролера ВМХ Р 34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації процесу виготовлення кисломолочної продукції а саме йогуртів.

Розширений контур регулювання температури в танку для сквашування

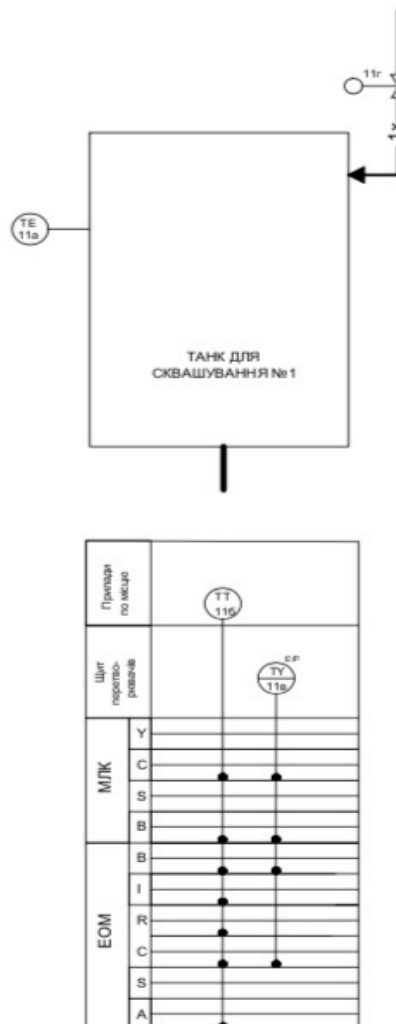


Рис.3.7. ФСА розширений контур регулювання температури в танку для сквашування

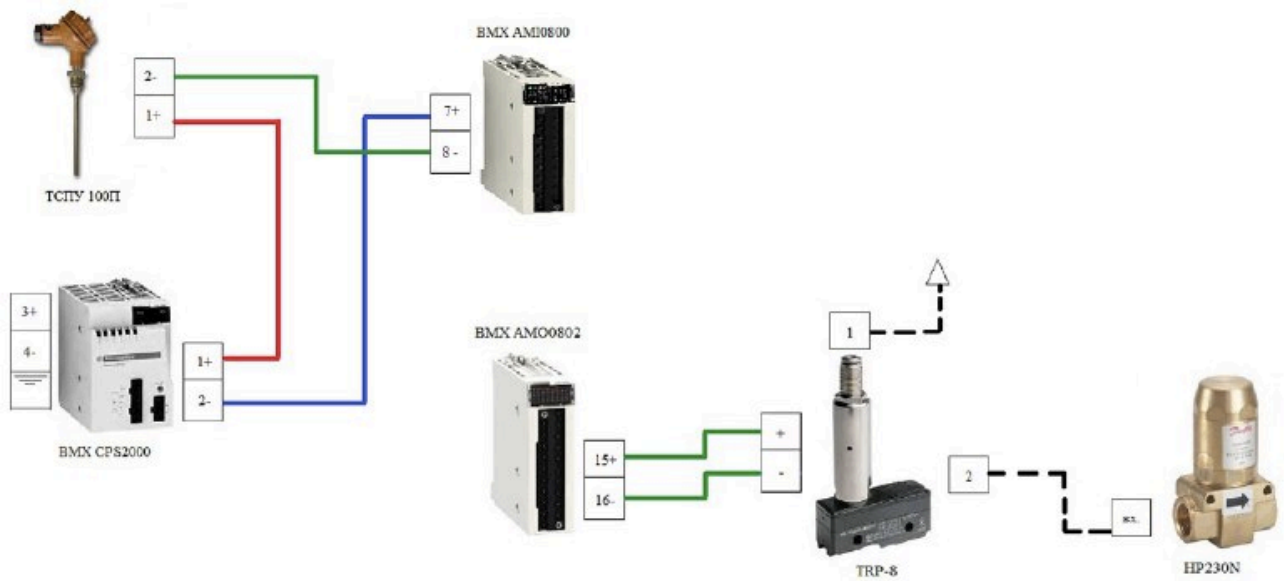
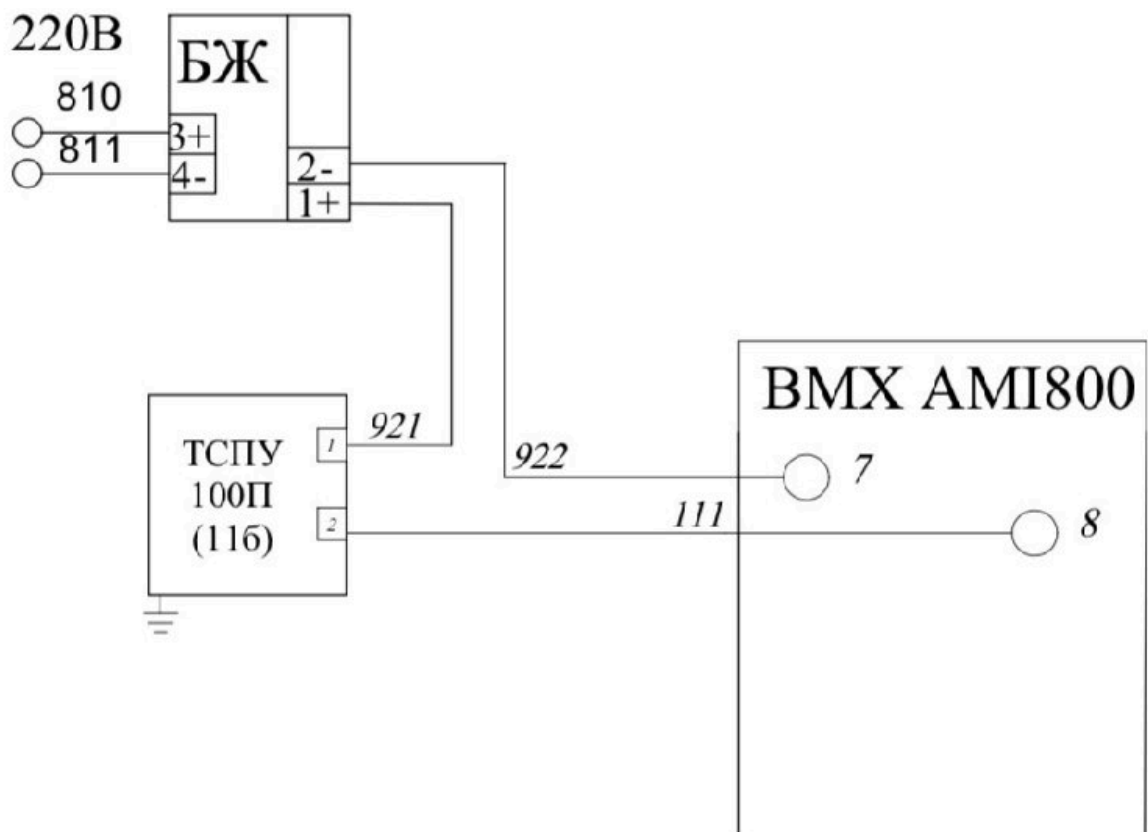


Рис.3.8. Графічне зображення підключення



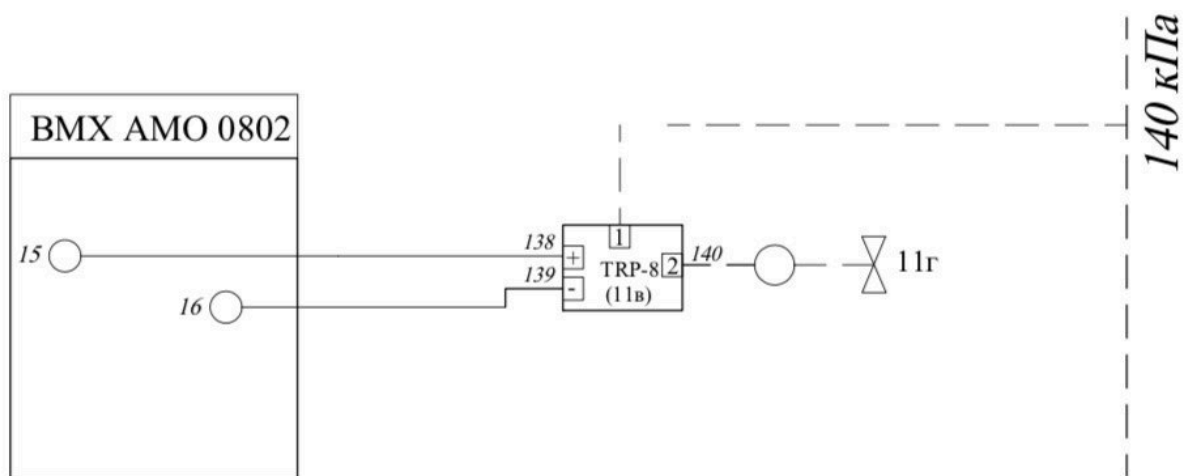


Рис.3.9. Схеми підключення

Опис схеми підключення

Чутливий елемент термометр опору ТЕ (11а) через прилад дистанційної передачі ТТ (11б) під'єднаний до модуля аналогових входів BMX AMI 0800 на 7 та 8 клеми. Після отримання інформації аналоговим входом модуля BMX AMI 0800 від термометра опору, інформація передається в контролер BMX P 34 2010, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на модуль аналогових виходів BMX AMO 0802. Де до нього під'єднаний електропневматичний перетворювач (11б), який керує пневматичними клапаном (11г), що регулюють подачу холодної води у водяну рубашку танка для сквашування кисломолочного продукта.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Розділ 4. Опис схем встановлення технічних засобів

У харчовій промисловості до вимірювальних датчиків висуваються дуже високі вимоги з точки зору їх відповідності гігієнічним нормам і можливості гігієнічної обробки. Ендресс + Хаузер пропонує для цих цілей спеціальні рН-електроди, що характеризуються ідеальною промиваємістю, здатністю витримати велику кількість циклів промивки СІР/СІР, можливістю автоклавування. Крім цього, спеціальні електроди сертифіковані на біосумісність по стандартам ISO, що гарантує використання в матеріалах, що контактують із середовищем, тільки біологічно безпечних речовин.

Рівнемір монтується на фланцевому або різьбовому патрубку, розміщеному у верхній частині резервуара. При цьому зонд може бути встановлений під кутом до 90 по вертикалі. Крім того корпус рівнеміра можна повернути в будь-якому напрямку на 360.

Зонд повинен бути підвішений так, щоб він перекривав весь необхідний діапазон вимірювання рівня.

Для твердих тіл слід забезпечити використання зонда 6 мм, так як він має найбільш високу міцність при розтягу. Зонд повинен мати провисання ≥ 1 см/м для запобігання його пошкодження.

Треба уникати закріплення зонда в резервуарах з сипучими середовищами, що перевищують по висоті 30 м.

Для отримання оптимальних робочих характеристик в неметалевих ємкостях зонд повинен бути закріплений або з допомогою 2-х дюймового/ DN 50 або великого металевго фланця, або прикрученим на 200мм чи великому металевому листі.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сергієнко М.О.			Розробка системи автоматизації процесу виготовлення кисломолочних продуктів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Іващук В.В.					38	68
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Монтаж на товстому залізобетонному бункері повинен бути виконаний нарівні з нижньою межею з металевим екрануванням.

Зонд не повинен контактувати з стінкою, патрубком або іншими перешкодами в резервуарі. Мінімальна відстань від зонда до стінки резервуара повинна бути не менше 100мм - у випадку гладкої металевої стінки і не менше 500 мм - у випадку перешкод, що викликають поміхи, шерохватостей металевої поверхні та ін..

В застосуванні з сипучими середовищами середовище може викликати направлені вниз зусилля на кришці бункера. Кришка бункера повинна бути в змозі витримати руйнуюче навантаження зонда або, в крайньому випадку, максимальне руйнуюче розтягуюче навантаження зонда.

Для твердих середовищ монтаж рекомендовано виконувати коло бункер пустий. Також потрібно регулярно перевіряти зонд на наявність дефектів.

Монтаж хвилеводного рівнеміра здійснюють на патрубку, який вварюється у кришку бункера. Для правильності монтажу слід правильно вибрати діаметр та висоту патрубка, а також відстань патрубка до стінки резервуара. Всі ці розміри вибирають в залежності від типу вибраного зонда. Для гнучкого однопровідного зонда діаметр $D=150$ мм і більше (рекомендований) і 50мм (мінімальний); висота патрубка H вибирається в залежності від довжини зонда, а відстань від зонда до стінки бункера L повинна бути не менше 100 мм.

Для досягнення високої якості і точності вимірювань при використанні рівнеміра 5400 необхідно враховувати наступні рекомендації:

1. Рівнемір слід встановлювати в місцях, звідки чітко і безперешкодно проглядається рівень поверхні і немає можливості попадання яких-небудь перешкод в зону поширення променя радара.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

2. Датчик треба встановлювати не по центру
3. Рівнемір рекомендовано встановлювати як можна далі від вхідних патрубків для наливу продукта.
4. Об'єкти і наливні труби, що створюють турбулентність, повинні знаходитись збоку від вимірювального променя радара
5. Для отримання максимально узького променя слід використовувати антену як можна більшого діаметра, так як вона концентрує промінь радара і менш сприйнятлива до поміхам від перешкод. Крім того, вона забезпечує максимальний коефіцієнт направленої дії.
6. Для зменшення впливу турбулентності на процес треба застосовувати заспокоюючі або байпасні пристрої.
7. Антена повинна бути вирівняна вертикально (відхилення від вертикальної осі рівнеміра допускається в межах одного градуса).
8. Для найбільшої ефективності вимірювань антена повинна виступати вниз за патрубок на 10 мм або більше.
9. Завдяки круговій поляризації не існує вимог до відстані від зонда (променя) до стінки резервуара, якщо стінк плоска і не існує таких перешкод, як нагрівальні спіралі і трапи. Оптимальні відстані складають 1/3 радіуса резервуара.

Первинні перетворювачі, які вимірюють температуру (рідинні скляні термометри, термовідтворювачі опору і термоелектричні термометри, термобалони манометрових термометрів) приймають в монтаж після стендової перевірки, суть якої визначити чи придатний прилад.

Безпосередньо перед установкою перетворювачі піддають зовнішньому огляду, перевіряють, чи немає бачимих пошкоджень; наявність

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічної документації (заводського паспорта і протоколу стендової перевірки).

Термовідтворювачі опору. Перед монтажем перевіряють цілісність чутливого елемента і опір ізоляції по відношенню до захисної арматури. Останнє повинне бути не менше 20 МОм.

Термовідтворювачі опору, призначені для вимірювання температури в технологічних апаратах і трубопроводах, встановлюють в бобишках, внутрішнє різьблення яких повинне бути рівний зовнішньому різьбленню приєднувального штуцера термовідтворювача. Штуцер може бути рухомим або нерухомим. Довжина монтажної частини термовідтворювача опору визначається вимогами замовника і може досягати 3200 мм.

Відбірні пристрої для вимірювання тиску і вакууму вмонтовують на ділянках з прямолінійним потоком середовища. На горизонтальних і похилих трубопроводах відбірні пристрої встановлюють на газо- і повітропроводах у верхній частині, на трубопроводах, несучих рідини і пару, — збоку.

Для вимірювання надмірного тиску і вакууму в системах автоматизації використовують уніфіковані відбірні пристрої. Відбірні пристрої тиску складаються з кільцеобразної трубки 1, ніпельного з'єднувача 2, замочного органу (вентиля або триходового крана) 3 і футорки 4 з різьбленням М20х1 1/2" для приєднання манометра або вакуумметра. Кільцеобразна трубка необхідна для захисту при вимірюванні тиску гарячої рідини (температура більш 70° С) і пари. Її призначення — не допустити проникнення в манометр гарячої води або пари. В кільці скоплюється охолоджений конденсат і тим самим відділяє манометр від середовища, що вимірюється. Крім того, кільцеобразна трубка дещо згладжує кидок тиску у момент підключення приладу.

Відбірний пристрій приварюють до заставної конструкції — штуцера, встановленому безпосередньо на трубопроводі або апараті. Відбірні пристрої тиску і вакууму газового або повітряного середовища встановлюють

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

вертикально або під деяким кутом вгору. В цьому випадку що утворюється в відбірному пристрої і імпульсному трубопроводі конденсат стікатиме назад в трубопровід або технологічний апарат.

При відборі імпульсу тиску (вакууму) димових газів відбірний пристрій встановлюють в такому місці, де можлива якнайменша концентрація твердих частинок. Для зручності обслуговування слід уникати установки добірною пристрою поблизу заслінок, шиберов, вигинів трубопроводу, фланців.

При монтажі особливу увагу надають якості приварювання штуцерів і бобишек: на їх внутрішній поверхні не повинні залишатися напливи ґрата, що утворюється при зварці. В осоружному випадку звуження внутрішнього перетину відбірних пристроїв може привести до запізнювання імпульсу тиску вакууму. Крім того, відбірні пристрої тиску і вакууму не повинні мати виступів всередину технологічного устаткування або трубопроводів щоб уникнути спотворення параметрів, що вимірюються, оскільки виникаючі при цьому завихрення вносять зміни в свідчення приладів.

У разі вимірювання тиску або вакууму середовища, що має високу в'язкість або агресивно впливаючої на матеріал чутливого елемента вимірювального приладу, застосовують розділові судини. Середовищем, що при цьому вимірюється, заповнюють імпульсну лінію від технологічного апарату або трубопроводу лише до розділової судини, далі всю лінію заповнюють розділовою рідиною.

При виборі розділової рідини враховують наступні вимоги: рідина не повинна змішуватися і з'єднуватися з середовищем, що вимірюється, повинна бути негорючою і не надавати руйнуючої дії на деталі вимірювального приладу.

Ендресс + Хаузер – єдиний виробник рН-електродів, гель яких повністю біологічно безпечний, оскільки не містить акриламід. У електродах

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

використаний ряд конструкторських рішень, що перешкоджають хімічному отруєнню і відповідно подовжують термін служби при роботі в складних середовищах (наприклад, з'єднання амінокислот, що містять сірку).

Електроди CPS11, що входять в даний комплект вимірювання кислотності очищеного та стерилізованого молока у відповідних резервуарах, мають ряд особливостей:

- кільцева діафрагма з тефлону (низький вплив до забруднень);
- висока хімічна стійкість завдяки новому гелевому електроліту;
- надійні результати на граничних значеннях (0-14 рН);

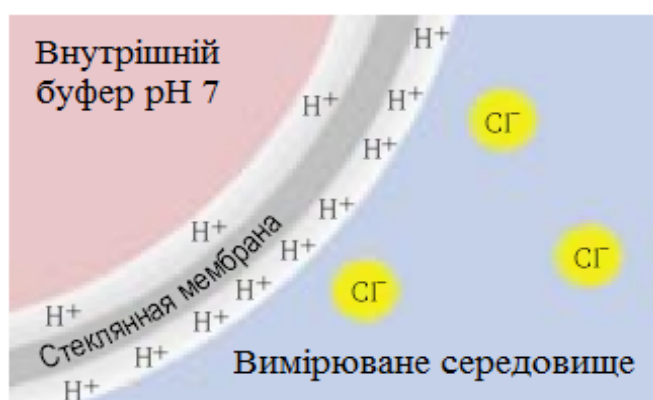


Рис.4.1. Розподілення зарядів на електроді типу CPS11

Технічні характеристики електрода CPS11

Матеріал	Скло
Одиниці вимірювання	рН
Діапазон вимірювання	0..14
Температура вимір. середовища	0..135 (- 5..+80) °С
Датчик температури	Pt100
Мінімальна провідність	≥50мкСм/см
Максимальний тиск	6 бар/ 16 бар
Діафрагма	PTFE
Електроліт	Гель
Довжина (мм)	120/225/360/425
Кабель	СРК9

В комплекті з електродами CPS11 використовується трансмітер СРМ253 для обробки та перетворення отриманого сигналу з електродів в зручну для сприйняття форму.

СРМ253 має наступні особливості:

- простота настройки і управління, логічне багатомовне меню;
- великий 2-рядковий дисплей для одночасного відображення рН/ОВП і температури;
- зручне калібрування по 2-м точкам простим натисканням клавіші Cal;
- надійність: захист по напрузі згідно EN 61000-4-5;
- можливість ручного перемикання реле;
- контроль результатів калібрування;
- програмовані реле сигналізації і струмовий вихід;
- автоматичний запуск промивки електрода за кодом стану або за граничними значеннями;
- моніторинг стану рН-електрода;
- моніторинг поведінки рН-електрода;
- вбудований контролер процесів нейтралізації.

Переваги вимірювального перетворювача СРМ253

Завдяки модульній конструкції перетворювач СРМ253 може бути адаптований для різноманітних застосувань. Базова модель, яка забезпечує безпосередньо вимірювання та аварійну сигналізацію, може бути оснащена додатковими блоками та програмним забезпеченням для специфічних сфер застосування. Також можлива модифікація різноманітних модулів.

1. Корпус приладу для польового та панельного монтажу.
2. Універсальність: значення рН та вимірювання ОВП (окисно-відновного потенціалу) mV або %, перемикання через ПЗ.
3. Легкість експлуатації:

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

- логічна структура меню з простим текстом на 6-ти мовах полегшує настройку приладу;

- великий 2 рядковий дисплей одночасно відображає вимірювані значення і температуру;

- проста калібровка по двом точкам завдяки клавіші Cal.

4. Безпека:

- захист від перенапруги (захист від блискавки) у відповідності з нормами EN 61000-4-5;

- прямий доступ до контактів для перемикання їх в ручну;

- підтвердження достовірності калібровки;

- налаштування користувачем реле і струмового виходу для спрацювання аварійної сигналізації.

5. Опції:

- будь-яка конфігурація струмових виходів через табличні дані;

- автоматичне включення очистки після спрацювання сигналізації;

- система повірки датчика рН;

- перевірка працездатності датчика;

- спеціальний контроль нейтралізації.

6. HART або Profibus PA.

7. 2-й струмовий вихід для температури.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

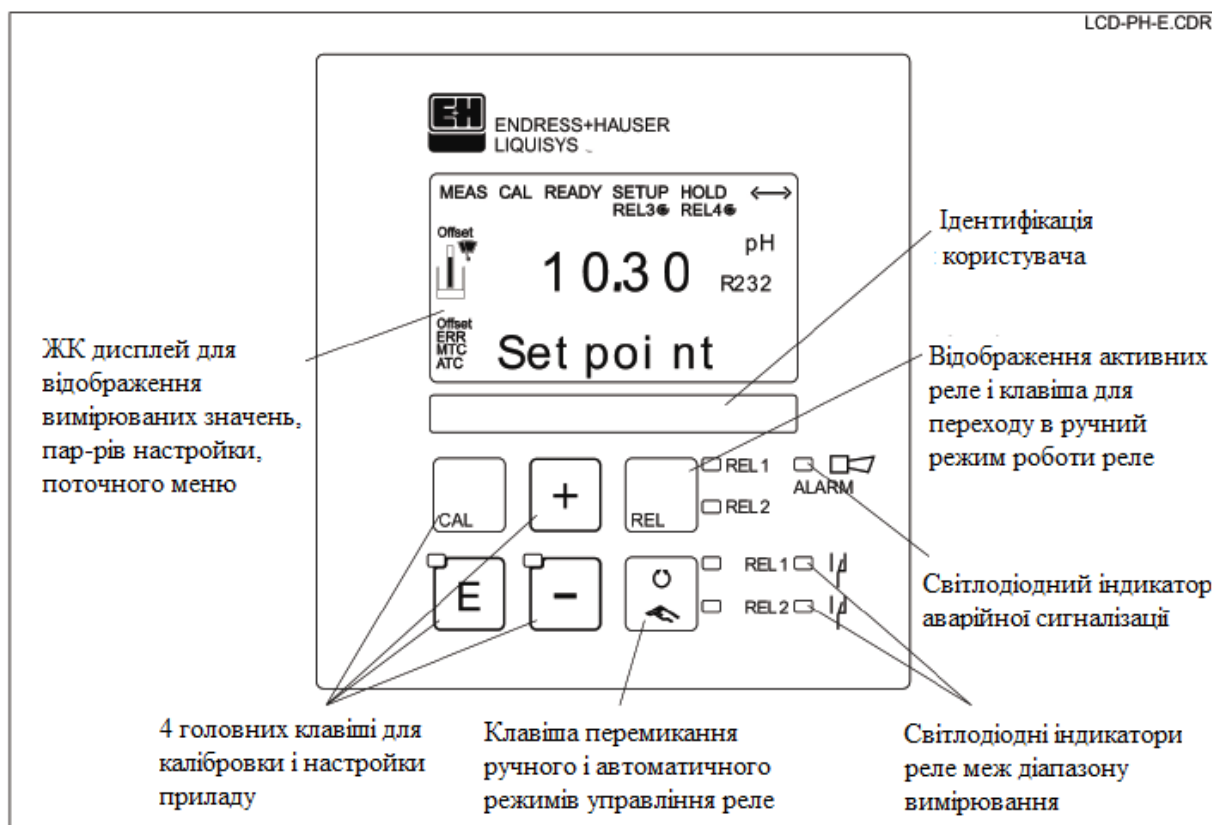


Рис.4.2. Панель управління: дисплей і клавіатура трансмітера CPM253

Технічні характеристики трансмітера CPM253

№ п/п	Параметр	Значення параметра
1	2	3
1.	Вимірювані параметри	pH/ОВП/Температура
2.	Діапазон вимірювання pH	2..14
3.	Відображаємий діапазон pH	2..14 з індикацією завищення меж вимірювання
4.	Максимальна довжина кабеля для pH електроду	50м

5.	Діапазон вимірювання та відображення ОВП	-1500..+1500мВ, 0..100%
6.	Датчик температури	Pt100
7.	Діапазон вимірювання температури	-20..+150 °С
8.	Вихідний сигнал	4..20 мА
9.	Т-ра навколишнього середовища (допустима)	-20..+60 °С
10.	Ступінь захисту приладу панельного монтажу	IP54 (лицьова панель), IP30 (корпус)
11.	Панель управління	ЖК дисплей, 2 рядки, п'ять і дев'ять знаків, індикатори стану
12.	Маса, не більше	0,7 кг

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

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

На сьогоднішній день для програмування контролерів Modicon Quantum, Premium, Atrium та M340 використовується єдине програмне забезпечення UNITY PRO. Цей інструментарій дає користувачу такі можливості:

1. Створення апаратної конфігурації та програми користувача для контролерів Modicon, а саме:

- використання мультизадачного режиму: одна MAST, одна FAST, декілька EVT, одна AUX (тільки для QUANTUM та PREMIUM);
- використання 5-ти мов програмування згідно стандарту MEK 61131-3: LD,ST, IL, FBD, SFC;
- поділу програми користувача на секції (Section), кожна з яких може бути написана на різних мовах програмування MEK;
- використання підпрограм (SR);
- функціональне структурування проекту користувача;
- доступу до великої бібліотеки функцій та функціональних блоків (FFB), які доступні на будь якій мові програмування;
- створення функціональних блоків користувача (DFB);
- використання поряд з локалізованими (located, прив'язаними до конкретної комірки пам'яті) та нелокалізованих (unlocated, не прив'язаних до конкретної комірки) даних;
- використання масивів, структурних типів користувача;

2. Відладгодження програми користувача, а саме:

- використання програмного емулятору (simulator) контролера з підтримкою більшості функцій UNITY та можливості доступу з інших програмно-технічних засобів до нього по Modbus/TCP;

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Сергієнко М.О.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Іващук В.В.				48	68
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедри		Ельперін І.В.					

Розробка системи автоматизації процесу виготовлення кисломолочних продуктів

- анімації змінних безпосередньо в редакторах за допомогою кольору, відображення числових та текстових значень;
- управління та контролю змінних за допомогою таблиць анімацій (Animation Table);
- перегляду стану кроків мови SFC;
- використання точок переривання (Break Point), покрокового виконання програми, точки спостереження (Watch point);
- зміни програми користувача в режимі виконання контролером програми управління.

3. Експлуатації та обслуговування, а саме:

- створення та використання графічних сторінок (Operator Screens) з анімацією технологічного процесу (подібно засобам HMI);
- використання вбудованих діагностичних засобів для контролю стану будь якої частини контролера;
- використання вбудованого вікна тривоги Alarm Viewer для перегляду стану діагностичного буферу контролера;

4. Автоматичне створення документації по проекту.

5. Імпорт та експорт частин проекту в форматі *.XML для можливості їх використання в інших програмних засобах.

Програма користувача може оперувати локалізованими та нелокалізованими даними. Розміщення локалізованих даних (located data) у пам'яті наперед визначене, що дає можливість звернутися до них за адресою.

При створенні змінних, можна вказати комірку розміщення даних для неї в конкретній області, що дає можливість оперувати з локалізованими даними не за адресою а за символічним ім'ям змінної. Процес прив'язки змінних до конкретної комірки пам'яті будемо називати локалізацією. Змінні, які прив'язані до локалізованої області пам'яті будемо називати локалізованими змінними.

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

У залежності від призначення, локалізовані дані розміщені в декількох областях:

- **%M** – область даних для внутрішніх булевих (Boolean) змінних;
- **%MW** – область даних для внутрішніх числових змінних;
- **%S** – область даних для системних булевих змінних;
- **%SW** – область даних для системних числових змінних;
- **%I, %IW, %Q, %QW** – область даних асоційованих з каналами модулівПЛК;
- **%KW** – область констант.[3]

Перелік аналогових вхідних змінних процесу виробництва йогурту.

● L_zb	REAL	%iw0.2.0
● Temp_rehen	REAL	%iw0.2.1
● P_homohen	REAL	%iw0.2.2
● Temp_homohen	REAL	%iw0.2.3
● Temp_pas	REAL	%iw0.2.4
● Temp_oxolod	REAL	%iw0.2.5
● pH_pas	REAL	%iw0.2.6
● F_oxolod	REAL	%iw0.2.7
● L_tank1	REAL	%iw0.3.0
● F_zakv_tank1	REAL	%iw0.3.1
● Temp_tank1	REAL	%iw0.3.2
● pH_tank1	REAL	%iw0.3.3
● L_tank2	REAL	%iw0.3.4
● F_zakv_tank2	REAL	%iw0.3.5
● Temp_tank2	REAL	%iw0.3.6
● pH_tank2	REAL	%iw0.3.7
● F_rozluv	REAL	%iw0.4.0

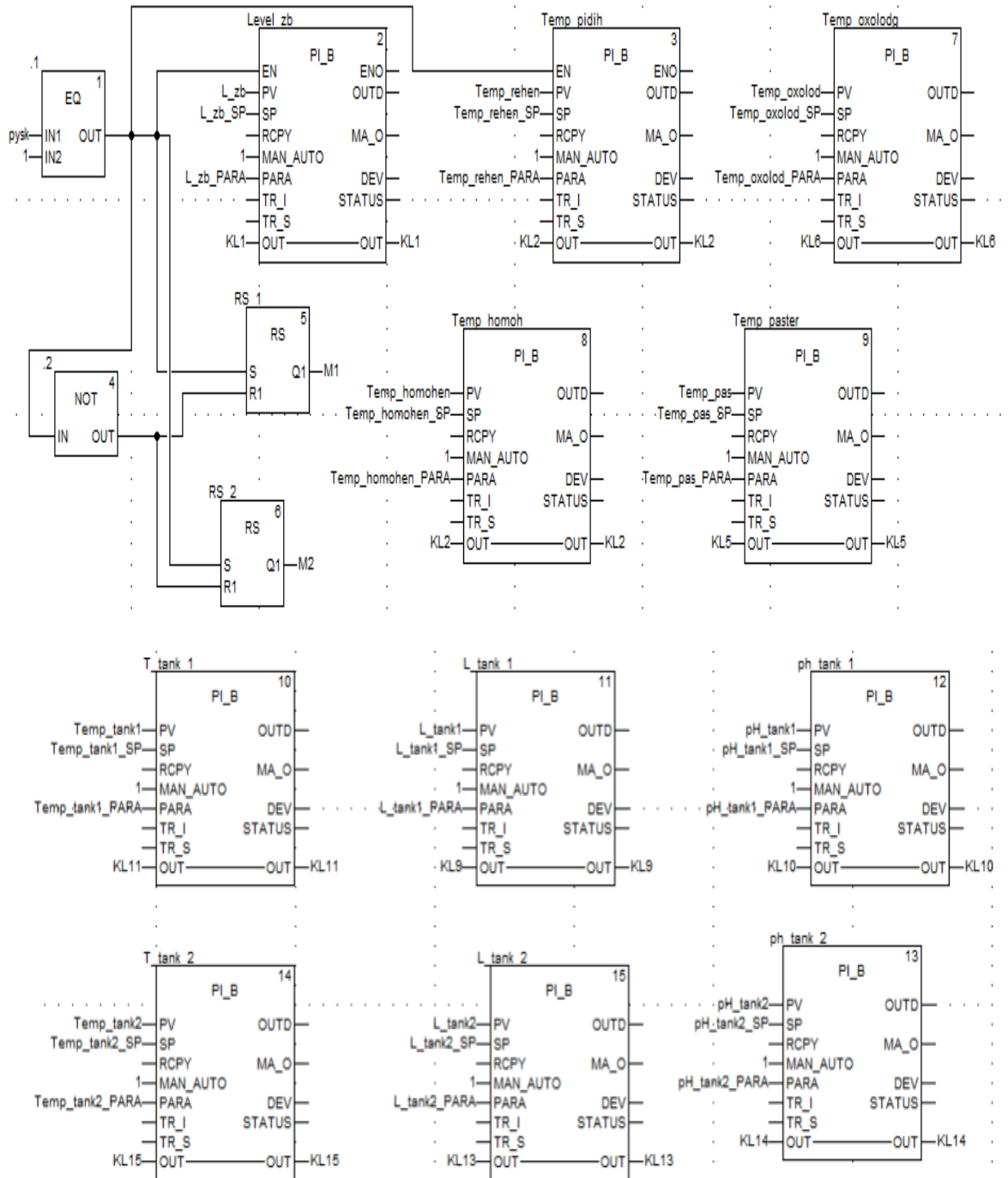
Перелік аналогових вихідних змінних процесу виробництва йогурту

● KL1	REAL	%qw0.5.0
● KL2	REAL	%qw0.5.1
● KL5	REAL	%qw0.5.2
● KL6	REAL	%qw0.5.3
● KL9	REAL	%qw0.5.4
● KL10	REAL	%qw0.5.5
● KL11	REAL	%qw0.5.6
● KL13	REAL	%qw0.5.7
● KL14	REAL	%qw0.6.0
● KL15	REAL	%qw0.6.1

Перелік дискретних вихідних змінних процесу виробництва йогурту

name	Type	Address	Value	Comment
● M1	BOOL	%q0.1.0		
● M2	BOOL	%q0.1.1		
● M3	BOOL	%q0.1.2		
● M4	BOOL	%q0.1.3		

Програма роботи виробництву йогурту має наступний вигляд:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

52

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

Vijeo Citect, що входить до складу програмного забезпечення Collaborative, є в той же час компонентом PlantStruxure™, нової архітектури автоматизації технологічних процесів Schneider Electric, і призначений для побудови систем диспетчеризації.

Vijeo Citect - це надійна і гнучка система з високою продуктивністю, призначена для використання в будь-яких галузях промислової автоматизації в системах диспетчерського управління та збору даних.

Потужні засоби візуалізації та функціональні можливості дозволяють створювати зручні у використанні системи диспетчеризації, дозволяючи операторам повністю контролювати протікання технологічного процесу і

оперативно реагувати на відхилення в ньому, що в підсумку підвищує їх ефективність. Легкі у використанні інструменти конфігурування Vijeo Citect і потужні функціональні можливості допоможуть вам швидко і легко розробляти та розгортати рішення для систем диспетчеризації будь-якого розміру.

Могутні функціональні можливості включають в себе:

- Повне резервування для високонадійних рішень: на критично важливих виробничих ділянках апаратний збій може призвести до потенційно небезпечних ситуацій. Завдяки повному резервуванню Vijeo Citect апаратний збій у будь-якій частині вашої системи, не призведе до втрати її функціональності і продуктивності.

- Потужна графіка та інтерфейс користувача: графічні можливості вашої SCADA системи є критичним фактором, що визначає зручність її використання. Vijeo Citect дозволяє розробляти повноколірний, витриманий в одному стилі, легкий у використанні і інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс користувача.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Сергієнко М.О.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу виготовлення кисломолочних продуктів</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Іващук В.В.</i>				53	68
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>	
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					

- Process Analysis: Vijeo Citect Process Analysis - це інтуїтивно зрозумілий і зручний інструмент для візуалізації та аналізу даних, який є частиною SCADA системи. Process Analysis дозволяє бачити всю історію в рамках підприємства і надавати важливу інформацію для операторів, допомагаючи підвищувати їх ефективність і продуктивність.

- Просте конфігурування: що б ви не конфігурувати, будь - то розподілена система для технологічного процесу водопідготовки або централізована система для технологічного процесу транспортування руди, гнучкість і великий набір інструментів Vijeo Citect прискорюють процес конфігурування системи управління, істотно знижуючи час і вартість розробки, а також мінімізуючи проектні ризики.

Vijeo Citect розроблений, щоб надати промисловим підприємствам будь-яких розмірів гнучке управління розробкою, розгортаємо, обслуговуванням, підтримкою та розвитком систем диспетчеризації технологічних процесів. Інженерні рішення, закладені в Vijeo Citect, забезпечую багаторівневе резервування, яке забезпечує надійність і безперебійну роботу вашої системи.

Для того, щоб створити проект на даній мові необхідно сконфігурувати OPS та перевірити зв'язок з контролером. Також налаштовується OFS Configuration tools, де вказуємо тип пристрою SNAIDER та адресу UNTLW01:0.254.0./T. Далі, створюючи проект, вносимо певні корективи за допомогою Tools/Computer Setup Wizard, де вказуємо ім'я сервера, драйвера, тип пристрою, протокол OPS, в полі адреси прописуємо Schneider.Aut-OFS. Далі в Project Editor перевіряємо чи у відповідних вікнах появились всі наші пристрої.

Так, як даний проект створювався в демо – версії, то дана конфігурація не проводилась, використовувались ресурси та звернення, що були прописані автоматично та по замовчуванню (рис.6.1.).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

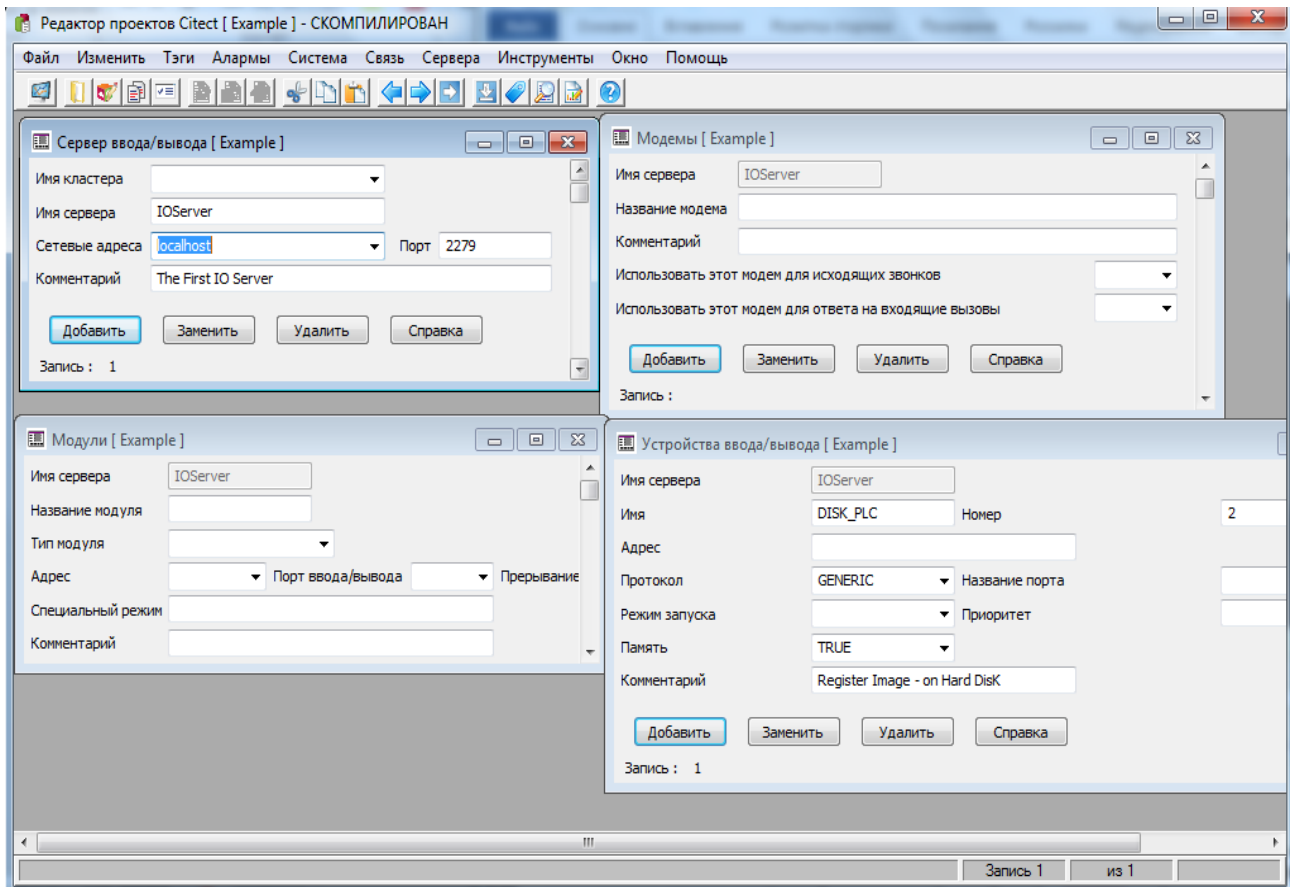


Рис.6.1. Настройка конфигурации проекта

Перелік тегів

NAME	TYPE	UNIT	RAW_ZERO	RAW_FULL	ENG_ZERO	ENG_FULL
M1	DIGITAL	DISK_PLC	0	1	0	1
M2	DIGITAL	DISK_PLC	0	1	0	1
M3	DIGITAL	DISK_PLC	0	1	0	1
M4	DIGITAL	DISK_PLC	0	1	0	1
KL1	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL2	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL5	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL6	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL9	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL10	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100

KL11	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL13	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL14	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
KL15	REAL	DISK_PLC	0	1	0	1
L_ZB	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
Tem_r	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
P_hom	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
Tem_h	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
Tem_p	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
Tem_o	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
pH_p	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
F_o	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
L_T1	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
pH_T1	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
L_T2	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
F_zT2	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
T_T2	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
pH_T2	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100
F_r	REAL	DISK_PLC	0	100	0	100

Для повного відображення всього технологічного процесу виробництва йогурту створювалось два вікна: на першому власне відображення процесу виробництва йогурту (рис.6.3.), на другому – тренди зміни технологічних параметрів (рис.6.4.). Також забезпечено відображення повідомлень щодо стану технологічного процесу у першому вікні.

Головний екран процесу виробництва йогурту має наступний вигляд:

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

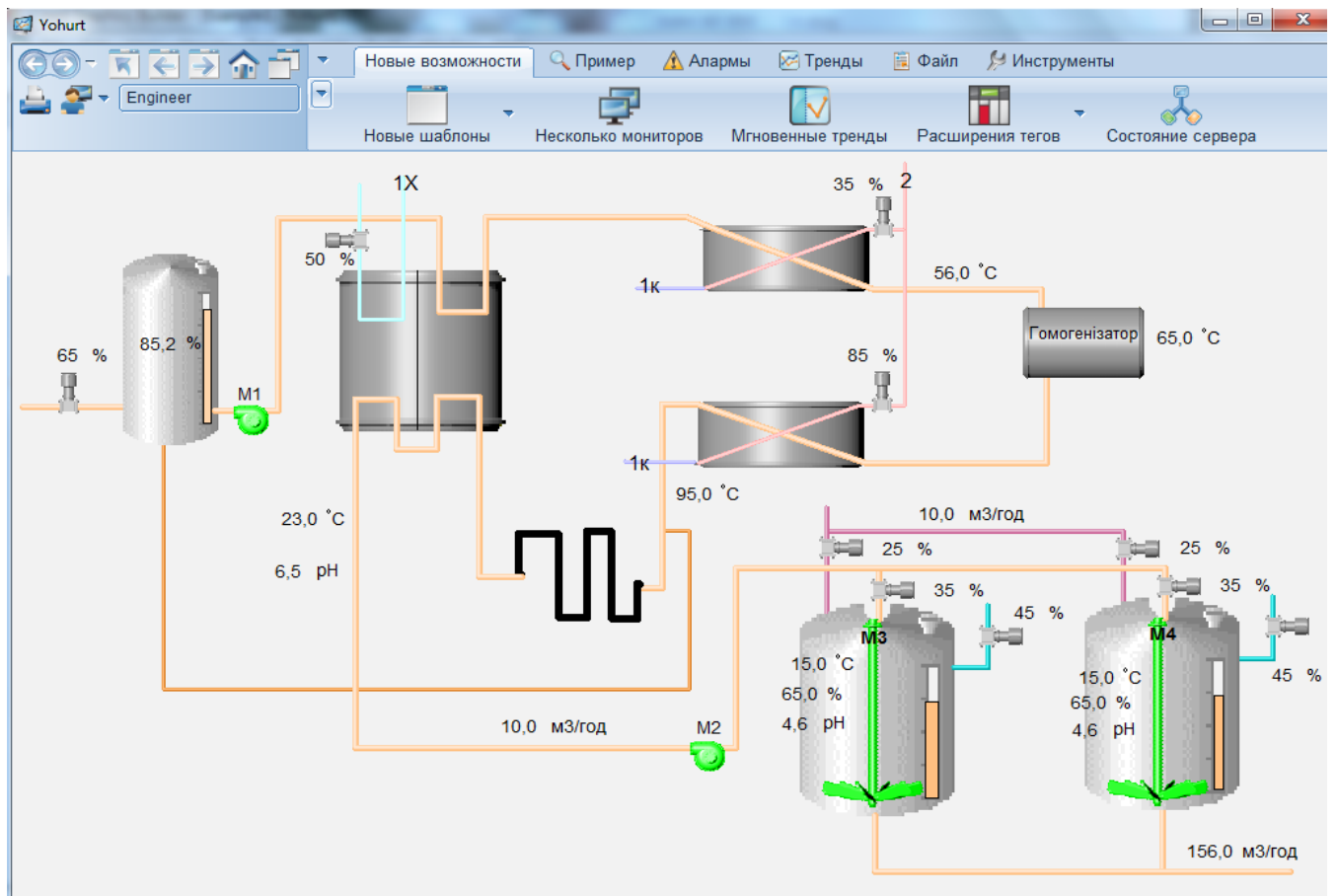


Рис.6.2. Мнемосхема технологического процесса производства йогурта

Для створення тегів викликається форма для перегляду-редагування:
Тэги / Переменные тэги.

Викликається форма для редагування дискретного аларму – в *Редакторе проекта* – вибирається пункт меню *Алармы/Дискретные алармы.*

- в полі *Тег аларма* - нове ім'я конкретної тривоги,
- в полі *Переменный тег А* вибирається із списку ім'я дискретного тегу, значення «1» якого буде джерелом тривоги,
- для збільшення інформативності повідомлення оператору-технологу можна заповнити поля *Название аларма, Описание аларма, Комментарий.* Інші поля залиште пустими.

Викликається форма для редагування дискретного аларму – в *Редакторе проекта* – вибирається пункт меню *Алармы/Аналоговые алармы.*

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Створюється сервер алармів, з меню *Сервера/ Сервери алармов* викликається форма і задайте ім'я нового сервера натискається кнопка *Добавить*, сервер буде виконуватись в єдиному кластері із *Сервером в/в*.

Створюється новий тег тренду на основі тегу певної змінної з меню *Теги/ Теги тренда*.

З меню *Сервера/ Сервери трендов* викликається форма і задається ім'я нового сервера. Натискається кнопка *Добавить*. Сервер буде виконуватись в єдиному кластері із *Сервером в/в* та *Сервером алармів*. В *Редакторе графіки* створюється нова сторінка на шаблоні *singlepa* і зберігається під іменем *ProcessAnalist*.

Існує можливість перейменувати криві, задавати осі тренда та колір лінії.

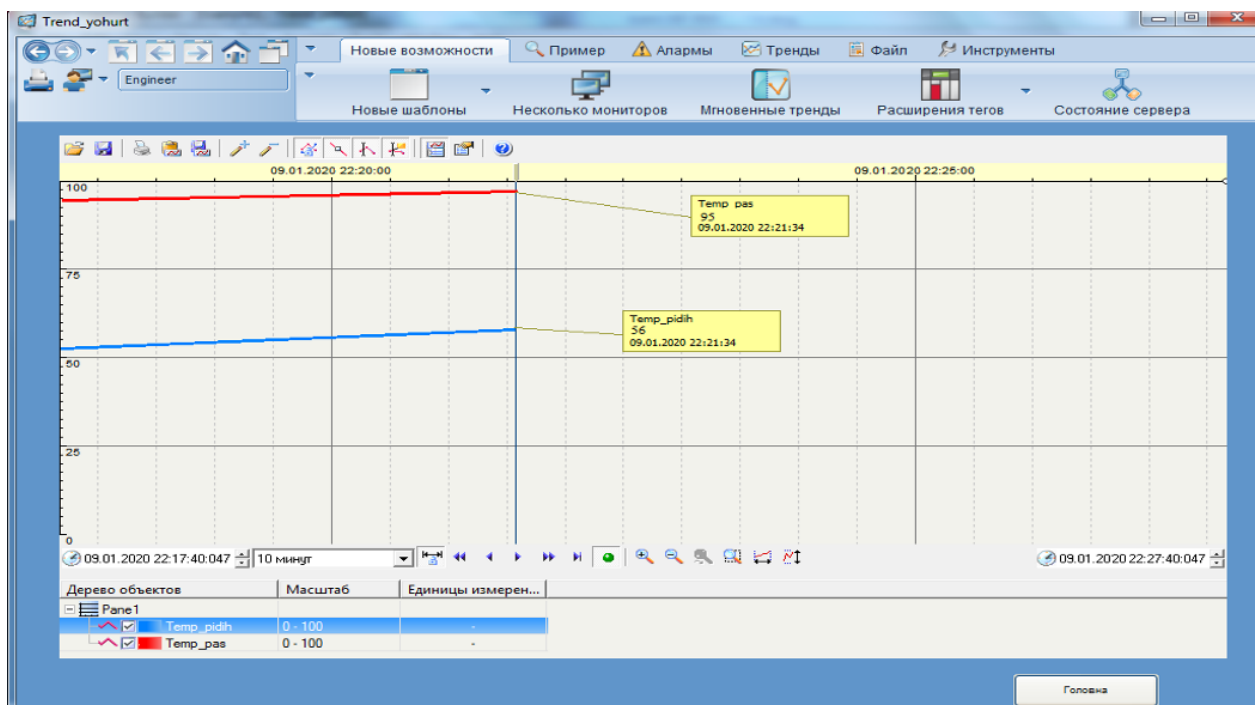


Рис.6.3. Тренди реального часу

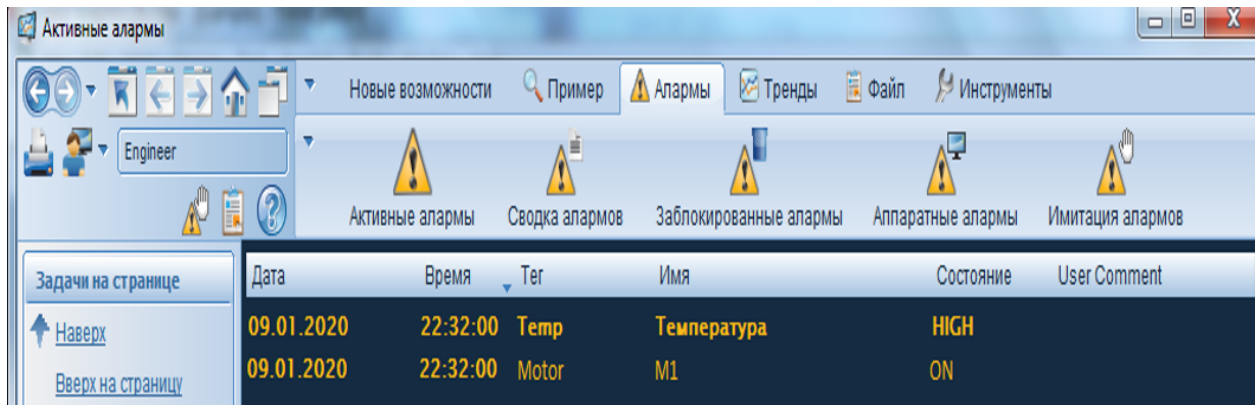


Рис.6.4. Экран тривог та алармів

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1 Постановка задачі дослідження

Комп'ютерне моделювання – це інструмент математичного моделювання, який застосовується для вивчення складних систем. Комп'ютерні моделі використовуються для отримання нових знань про об'єкт або для наближеної оцінки поведінки систем, занадто складних для аналітичного чи натурального дослідження.[2]

Для танку в якому відбувається сквашування потрібно підвищити якість регулювання температури.

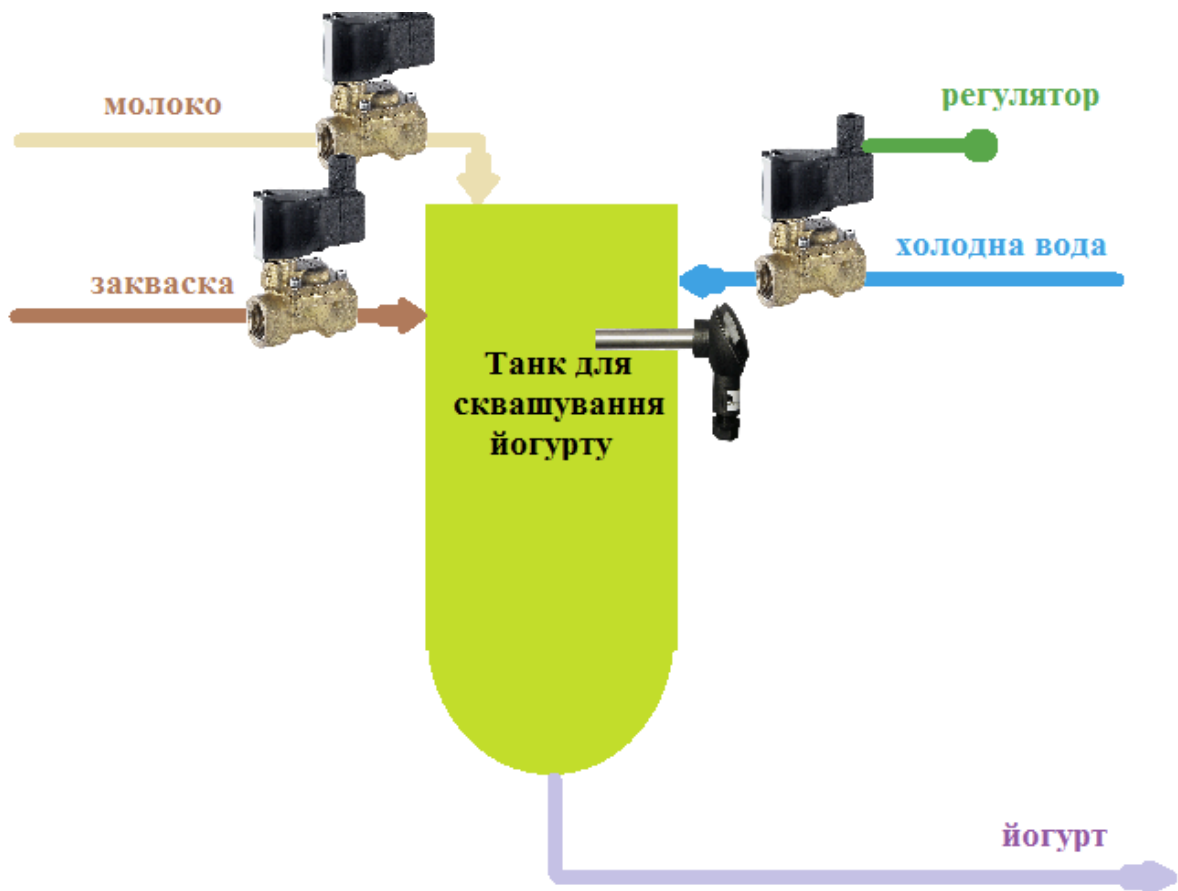


Рис.7.1. Графічна схема контуру регулювання температури в танку для сквашування йогурту

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Сергієнко М.О..			Літ.	Арк.	Акрушів
		Іващук В.В.				60	68
		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1		
		Ельперін І.В.					
					Розробка системи автоматизації процесу виготовлення кисломолочних продуктів		

Постановка задачі: дослідити покращення системи регулювання температури в танку для сквашування йогурту при використанні П-регулятора та ІІІ-регулятора.

7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

Враховуючи постановку задачі, регульована змінна – це температура сквашування йогурту, $^{\circ}\text{C}$, керувальна дія – витрата холодної води. В якості основного збурення оберемо витрату молока та закваски на танк.

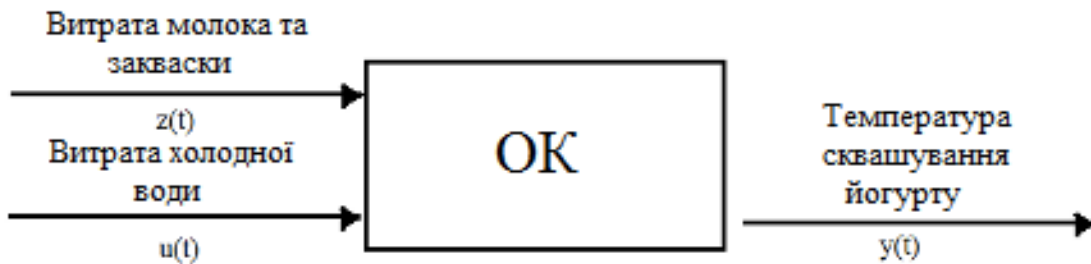


Рис. 7.2 Параметрична схема об'єкта керування

7.3 Вибір математичної моделі об'єкта керування

Об'єкт складається із трьох ланок і показаний на рис.7.3.

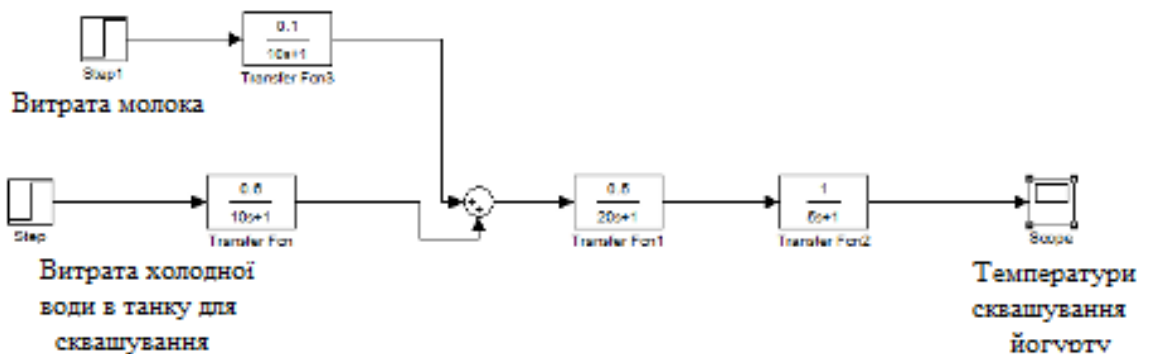


Рис.7.3. Модель об'єкта

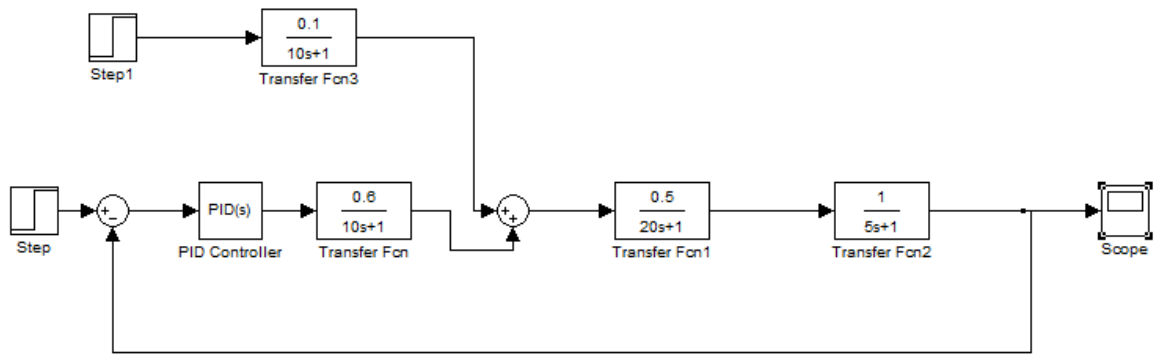


Рис.7.4 Модель об'єкта з регулятором

За двома каналами управління та збурення знімаємо криві розгону. За кривими розгону визначаються: час запізнення, час об'єкта та коефіцієнт об'єкта.

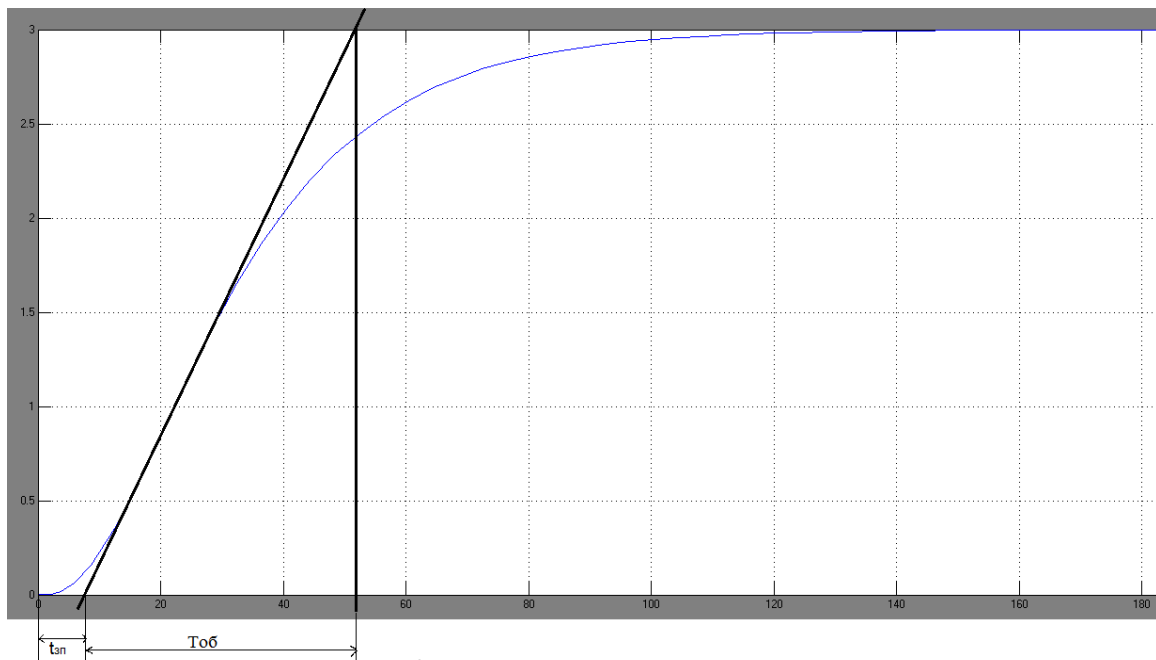


Рис.7.5. Крива розгону за каналом збурення

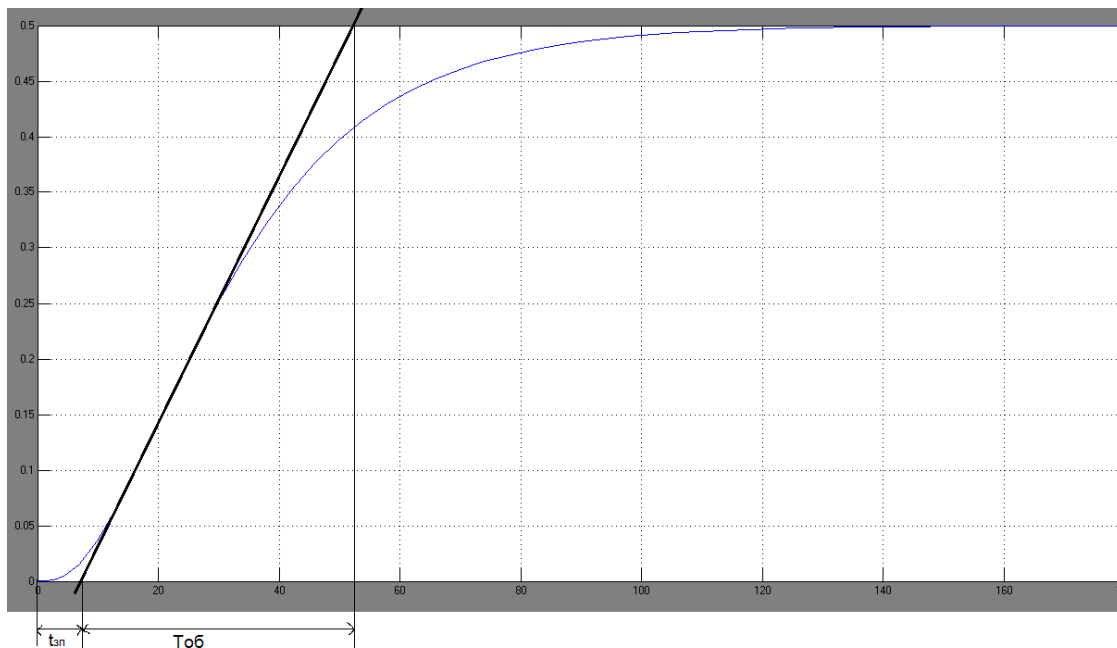


Рис.7.6. Крива розгону за каналом управління

За каналом управління: час запізнення $\tau_{zn}=7$ с.; стала часу об'єкта $T_{об}=45,5$ с.; коефіцієнт об'єкта $K_{об}=3/10=0,3$.

За каналом збурення: час запізнення $\tau_{zn}=6,5$ с.; стала часу об'єкта $T_{об}=46,5$ с.; коефіцієнт об'єкта $K_{об}=0,5/10=0,05$.

Даний об'єкт досліджувався з використанням П- та ІІІ-регуляторів, тому структурна схема була доповнена ІІІ-регулятором.

Для дослідження САР з П-регулятором по каналу управління подавали $U=0$, а за каналом збурення $Z=10$.

$$\psi = \frac{A1 - A3}{A1} = \frac{0,0398 - 0,0053}{0,0398} = 0,86$$

1. Степінь затухання
2. Тривалість перехідного процесу: $t_{pez}=175$ с.
3. Статичну похибку: $\Delta X_{ст}=0,125$
4. Коефіцієнт пропорційності: $K_p=10$

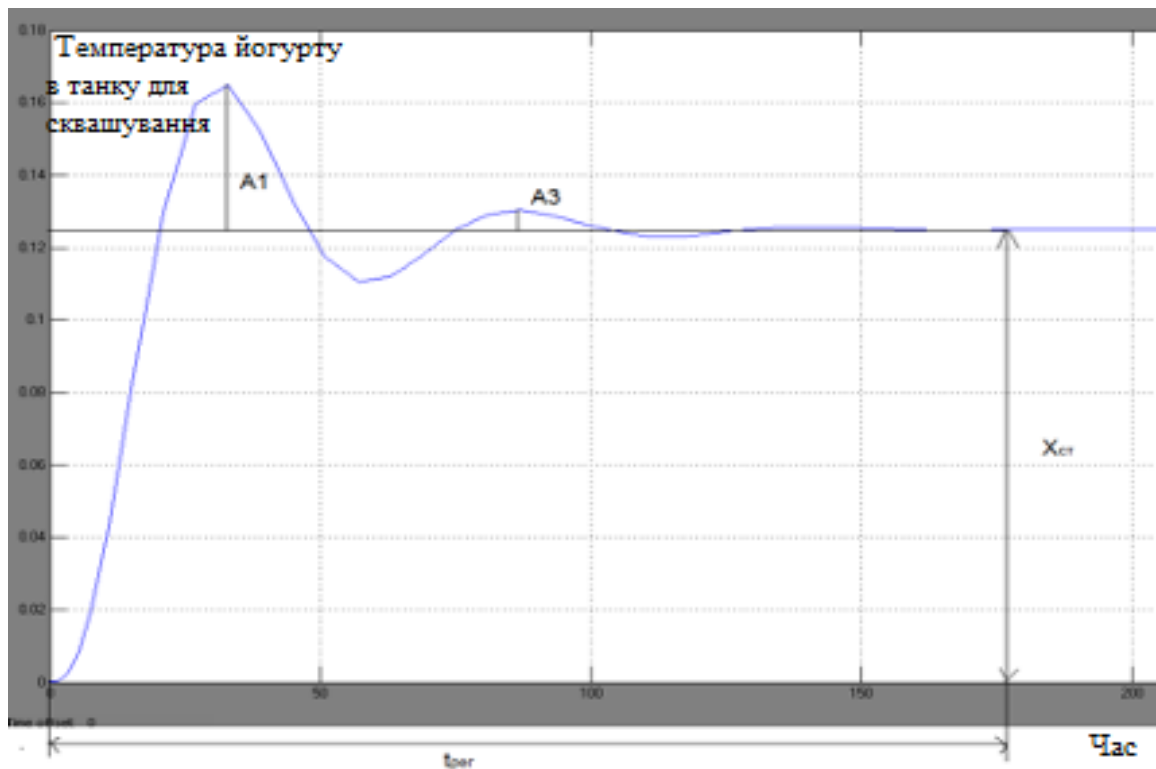


Рис.7.7. Перехідний процес з П-регулятором

Для дослідження САР з ПІ-регулятором по каналу управління подавали $U=0$, а за каналом збурення $Z=10$.

$$\psi = \frac{A1 - A3}{A1} = \frac{0,2876 - 0,0334}{0,2876} = 0,88$$

1. Степінь затухання
2. Тривалість перехідного процесу: $t_{пер} = 665$ с.
3. Статичну похибку: $\Delta X_{ст} = 0$
4. Коефіцієнт пропорційності: $K_p = 0,9$
5. Коефіцієнт інтегрування: $K_i = 0,15$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

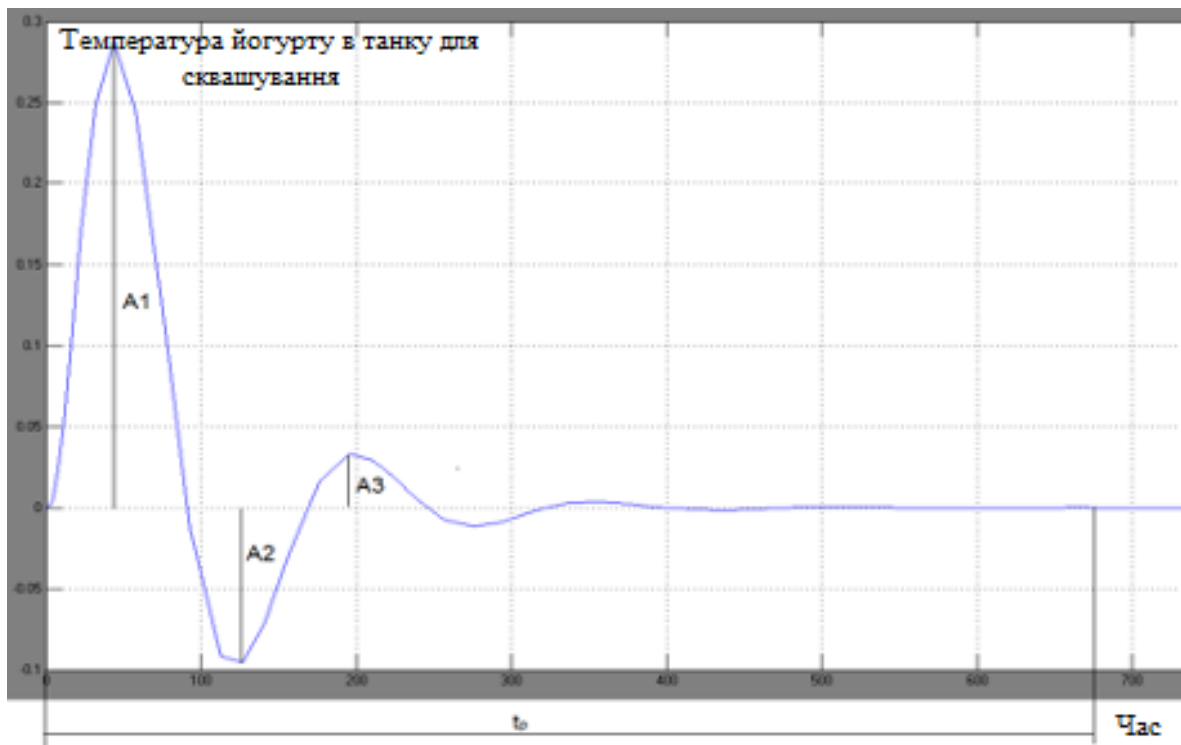


Рис.7.8. Перехідний процес з ПІ-регулятором

Отже, можна зробити висновки на основі перехідних процесів з П- та ПІ-регуляторами, що у П-регулятора тривалість перехідного процесу менша ніж у ПІ-регулятора, але присутня статична похибка, що впливає на якість регулювання. У ПІ-регулятора, за рахунок введення І-складової статична похибка відсутня, що покращує процес регулювання, але час перехідного процесу збільшився. Тобто можна зробити висновки, що використання ПІ-регулятора забезпечує ту якість регулювання, яка регламентована вимогам щодо відхилень температури процесу.

Висновки

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було розглянуто питання по впровадженню АСУ виробництва кисломолочних продуктів, а саме йогурту на прикладі підприємства ТОВ «Яготинське для дітей».

Розроблена система автоматизації відповідає вимогам якості, надійності, сучасності, а також базується на використанні закордонної техніки. Завдяки використанню вибраної в дипломному проекті мікропроцесорної техніки було забезпечено високу точність регулювання і стабілізацію роботи лінії по виробництву йогурту, що значно підвищує рівень надійності спроектованої системи і забезпечує якісне регулювання виробничим процесом.

Використання контролера Modicon M340, що є порівняно недорогим на ринку автоматизації, дає змогу в автоматичному режимі програмно керувати технологічним процесом – отримати систему управління, яка забезпечує: контроль та реєстрацію регульованих величин, відображення ходу технологічного процесу на мнемосхемі, ручне керування виконавчими механізмами, покращення якості кінцевого продукту, яка досягається шляхом введення точних налаштувань регуляторів.

Я розробив алгоритм роботи об'єкта, реалізував програму та для роботи об'єкта, підібрав пристрої для підключення до контролера, навів схеми підключень, складена специфікація на замовлення пристроїв, відповідно була розроблена та реалізована SCADA/HMI для оператора.

Внаслідок впровадження автоматизованої системи управління процесом виробництва йогурту на молочному заводі підвищилась надійність системи, значно покращення якості кінцевого продукту, яка досягається шляхом підвищення точності регулювання регламентованих параметрів, зменшилися втрати за рахунок збільшення строку придатності, а також зменшилися втрати енергоресурсів за рахунок зменшення часу пастеризації молока та охолодження продукту в танках для сквашування.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Список використаних джерел

1. Ельперін І.В. Промислові контролери. Частина 2 / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2012. – 106 с.
2. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
3. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін // Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К. – 2013. – 340с.
4. Скорченко Т.А., Поліщук Г.Є., Грек О.В., Кочубей О.В. Технологія незбираномолочних продуктів. Навч. посіб.- Вінниця: Нова книга, 2005.-264 с.
5. Грек О.В., Поліщук Г.Є., Онопрійчук О.О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки: Навч. посіб.- К.: НУХТ, 2011. – 210 с.
6. Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації / А.К.Бабіченко. – Харків.: НТУ «ХП», 2001. – 470 с.
7. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: Навчальний посібник /Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк, О.П.Лобок. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
8. Контролер м340: веб-сайт. URL: <https://www.se.com/ua/ru/product-range/1468-modicon-m340/?filter=business-1-автоматизация-и-промышленный-контроль> (дата звернення: 14.04.2020)
9. Програмне забезпечення Unity Pro: веб-сайт. URL: https://www.se.com/ua/ru/product-range/548-unity-pro-%28ecostruxure™-control-expert%29/?filter=business-1-автоматизация-и-промышленный-контроль&subNodeId=12365956192ru_UA (дата звернення: 20.04.2020)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

10. Програмне середовище Vijeo Citect: веб-сайт. URL:
<https://www.se.com/ua/ru/product-range/1054-vijeo-designer/?subNodeId=12146993961ru-UA> (дата звернення: 25.04.2020)

11. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» - НУХТ, 2020 , Укладачі: І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68