

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

ім. проф. А.П. Ладанюка

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

Освітньо-професійна програма *«Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»*

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

ім. проф. А.П. Ладанюка

Ярослав СМІТЮХ

«07» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Гурському Богдану Вадимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації управління виробничими лініями молочної продукції*

керівник роботи *ст.викл. Мацебула Дмитро Валерійович*

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від *«07» жовтня 2024 р. № 886-кс*

2. Строк подання здобувачем роботи *«03» лютого 2025 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. Проєктне 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 07 жовтня 2024 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 Богдан ГУРСЬКИЙ

_____ (підпис)

Керівник роботи Дмитро МАЦЕБУЛА

_____ (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота розроблена на тему: “ Розробка системи автоматизації управління виробничими лініями молочної продукції” з використанням мікропроцесорного контролера Modicon M340 фірми Schneider Electric.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу:

1. Схеми автоматизації.
2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.
3. Креслення встановлення технічних засобів.

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. Було розроблено алгоритм управління роботою лінії по виробництву вершків 35%-ної жирності, який реалізований в програмі Unity Pro для мікропроцесорного контролера Modicon M340.

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

Спеціальним завданням даного дипломного проекту є вимірювання вмісту жиру у вершках. Воно реалізовано за допомогою фотометра NBP007 фірми Kemtrak. Впровадження даного технічного засобу значно покращило якість виготовленої продукції.

Ключові слова. Молочна продукція, вершки, жирність, система автоматизації, контролер, контроль якості.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		4

Annotation

The qualification work is developed on the topic: “Development of an automation system for managing dairy production lines” using the Modicon M340 microprocessor controller from Schneider Electric.

The work consists of a calculation and explanatory note and graphic material:

1. Automation scheme.
2. Connection diagram of sensors and VM to PLC.
3. Installation drawing of technical equipment.

Special attention in this work was paid to the development of an automation system, selection and calculation of measuring transducers and actuators (VM). A scheme for connecting sensors and actuators to a microprocessor controller was developed. An algorithm for controlling the operation of a 35% fat cream production line was developed, which is implemented in the Unity Pro program for the Modicon M340 microprocessor controller.

For visualization and operational control of the technological process, the Vijeo Citect SCADA program was used.

The specific task of this diploma project is to measure the fat content in cream. It was implemented using the NBP007 photometer from Kemtrak. The introduction of this technical tool significantly improved the quality of the manufactured products.

Keywords. Dairy products, cream, fat content, automation system, controller, quality control.

					Кваліфікаційна робота	Адк.
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		5

Зміст

Анотація.....	5
Вступ.....	7
1. Опис об'єкта автоматизації	11
1.1. Загальна характеристика процесу виробництва вершків.....	11
1.2. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	13
1.3. Розробка завдання на систему автоматизації.....	14
2. Система автоматизації.....	17
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	17
2.2. Схема автоматизації.....	29
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	32
3. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.....	33
3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	34
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	36
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру	39
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	42
5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	47
5.1. Алгоритм управління процесом виготовлення вершків.....	47
5.2. Програма для ПЛК.....	52
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	54
Висновки.....	56
Список використаних джерел.....	58

Вступ

На сучасному етапі розвитку країни на першому місці постає питання підвищення ефективності виробництва, покращення якості продукції і росту продуктивності праці на основі прискорення впровадження досягнень науки та техніки, підвищення технічного рівня виробництва.

В сьогоднішній науково-технічний прогрес у харчовій промисловості впровадження автоматизації на виробництвах посідає одне з головних місць в підвищенні їх ефективності. Це є одним з основних заходів по зростанню продуктивності підприємства. Це дає змогу застосовувати поточні та неперервні способи виробництва, забезпечує підприємства високопродуктивним устаткуванням. Широке застосування автоматизованих систем управління зумовлюється значним ефектом, який досягається за рахунок забезпечення потрібної якості продукції, зменшенню втрат цінних напівпродуктів та продуктів, зменшенню трудоемкості процесів виробництва.

Харчова промисловість, на сучасному етапі розвитку країни, являє собою складний виробничий комплекс народного господарства, створений великою кількістю підприємств та організацій, головною задачею яких є ефективна переробка сільгосппродуктів.

Основним завданням є - підвищення ефективності виробництва, покращення якості продукції і росту продуктивності праці на основі прискорення впровадження досягнень науки та техніки, підвищення технічного рівня та покращення виробництва взагалі. Основним спрямуванням розвитку в харчовій промисловості є постійна інтенсифікація технологічного виробництва та впровадження агрегатів більшої виробничої потужності при одночасному зменшенні його габаритів, енергоспоживання, металомісткості та зниження собівартості одиниці готової продукції. Також до основних напрямків розвитку молокозаводів відносять збільшення одиничної потужності обладнання, ефективність та економічність його роботи, збільшення

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

якості виробництва зменшення їх втрат, за рахунок зменшення браку готової продукції, вдосконалення засобів автоматизації та систем управління.

А крім того, впровадження сучасних технологій на лініях молочної продукції, зокрема впровадження мікропроцесорної техніки дозволить суттєво покращити якість регулювання, наочне спостереження процесів, що дасть змогу більш ефективніше використовувати обслуговуючий персонал і роботу оператора.

Прогресивна технологія передбачає високу ступінь використання корисної фракції сировини, можливість отримання продукту високої якості, мінімальну питому витрату енергії і мінімальну тривалість технологічних операцій. Для забезпечення цих показників і використовується автоматизація у харчовому виробництві.

У зв'язку з бурхливим розвитком найновіших технічних засобів (мікропроцесорних пристроїв та персональних комп'ютерів) з'явилась можливість створювати складні системи управління. Такі системи прийнято називати автоматизованими системами управління (АСУ). Автоматизовану систему виробництва можна визначити як єдину систему, що об'єднує різні підрозділи підприємства з метою отримання мінімальної собівартості та максимального прибутку від реалізації виробленої продукції.

Системи автоматизації набувають нових властивостей системного характеру:

- впровадження комп'ютерних технологій та вдосконалення структури існуючих багаторівневих систем управління;
- використання сучасних програмних засобів для візуалізації технологічної інформації, її зберігання;
- інтелектуалізація виконуваних функцій з використанням елементів штучного інтелекту.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дат		8

При автоматизованому режимі роботи установки чи лінії роль людини здебільшого зводиться до вмикання об'єкта або до виконання окремих ручних функцій.

Основні переваги автоматизації полягають у можливостях забезпечити:

- зростання продуктивності та поліпшення умов праці;
- виконання робіт у важкодоступних чи взагалі недоступних людині сферах;
- підвищення точності, якості технологічних процесів і відповідних виробів.

Сучасний розвиток промислового виробництва молочної продукції супроводжується все більше широким застосуванням автоматичних систем управління технологічними процесами.

Широке застосування АСУ обумовлюється завдяки забезпеченню заданої якості продукції, яка виробляється незалежно від суб'єктивних факторів, зменшенню втрат цінних продуктів, зменшенню затрат на працю і збільшенню культури виробництва.

Характерними особливостями сучасного виробництва вершків є якісне забезпечення технологічних процесів, що дають можливість збільшення терміну придатності, зменшення відходу або мінімізувати використання консервантів. Тому з підвищенням рівня автоматизації технологічних процесів ускладнюється задача по їх управлінню.

Велике значення при виробництві вершків має їх теплова обробка. Якість продукту в значній мірі залежить від підтримування встановлених режимів теплової обробки. Це впливає не тільки на вміст вітамінів та мікроелементів, але й надає продуктам відповідних для них властивостей (смак, запах).

Застосування мікропроцесорної техніки дозволяє значно поліпшити якість управління технологічним процесом і надає більш широку інформацію про хід процесу, а також вивільнює оператора, що веде до зниження собівартості продукції.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

Використання АСУ лише традиційних підходів до керування не може дати задовільних результатів, оскільки процеси, що відбуваються в них надзвичайно складні, та зв'язані між собою.

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

Світовий досвід автоматизації виробництва показує, що при створенні 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 нової технології, спрямованої на поліпшення якості і підвищення ефективності виробництва - все це потребує удосконалення й відновлення систем керування на основі нових засобів вимірів та автоматизації.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Загальна характеристика процесу виробництва вершків

Вершкі — це цінний і поживний молочний продукт, отриманий сепаруванням молока, що знаходить широке застосування від кулінарії до медицини.

Вершки являють собою однорідну білу рідину з кремовим відтінком. Ця рідина без грудок жиру, чиста, без сторонніх запахів.

Вершки виготовляються з коров'ячого молока. Одержують цей продукт сепаруванням молока. Залежно від термічної обробки вершки виготовляють пастеризовані і стерилізовані. Вони бувають без наповнювачів і з наповнювачами. Пастеризовані вершки випускають з таким вмістом жиру: 8, 10, 20 і 35%. Пастеризацію вершків з вмістом жиру 8 і 10% проводять при температурі 80°C, а 20 і 35% — при 87° С. Стерилізовані вершки мають у своєму складі 10% жиру. Як наповнювачі використовують цукор, какао, каву та інші добавки. У рецептуру вершків з цукром входить 7% цукру, з какао — 7% цукру і 2,5% какао, з кавою — 10% цукру і 2% кави.

Згідно з чинним ГОСТ Р 52091-2003 в залежності від м.ч. жиру вершки поділяють на:

- «Нежирні» з м.ч. жиру - не більше 10,0%, 12,0%, 14,0%;
- «Маложирні» з м.ч. жиру - не менше 15,0%, 17,0%, 19,0%;
- «Класичні» з м.ч. жиру - не менше 20,0%; 22,0%; 25,0%; 28,0%; 30,0%; 32,0%; 34,0%;
- «Жирні» з м.ч. жиру не менше 35,0%; 37,0%; 40,0%; 42,0%; 45,0%; 48,0%;
- «Високожирні» з м.ч. жиру не менш 50,0%; 52,0%; 55,0%; 58,0%.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гурський Б.В.			Розробка системи автоматизації управління виробничими лініями молочної продукції	Літ.	Арк.	Акрівнів
Перевір.		Мацебула Д.В.					11	5
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

Залежно від виду застосованої сировини вершки класифікуються:

- вироблені із нормалізованих вершків;
- вироблені з відновлених вершків;
- вироблені з рекомбінованих вершків і їхніх сумішей.

Органолептичні показники вершків

Таблиця 1.1.

Найменування характеристики	Зміст характеристики
Зовнішній вигляд	Однорідна непрозора рідина. Допускається незначний відстій жиру, зникає при перемішуванні.
Консистенція	Однорідна в міру в'язка. Без пластівців білка і грудочок жиру.
Смак і запах	Чистий, свіжий, злегка солодкуватий, характерний для вершків, без сторонніх присмаків і запахів, з легким присмаком кип'ятіння. Для продукту, що виробляється з відновлених вершків, допускається солодкувато-солонуватий присмак.
Колір	Білий з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі

Основними технологічними операціями по виготовленню вершків є:

1. Прийом молока заданої якості.
2. Охолодження молока в пластинчастому теплообміннику.

3. Сепарування – процес поділу молока на так звані фракції, в результаті якого отримують вершки і знежирене молоко. Процес являє собою механічну процедуру впливу на молоко відцентрової сили. Крім відділення вершків, сепарування використовується також для очищення молока від механічних і природних домішок.

4. Пастеризація та охолодження вершків в пастеризаційно-охолоджувальній установці (ПОУ).

5. Дезодорація вершків – процес виправлення смаку та запаху. Дезодорація також сприяє зменшенню кількості дрібних (розміром менш 2 мкм) жирових кульок і підвищенню числа великих і середніх.

6. Зберігання вершків в ємностях для тимчасового зберігання, що оснащені рубашками для підтримання заданої температури.

1.2. Технологічний опис об'єкта автоматизації

З апаратного відділення молоко відповідної якості (кислотність 6,5 од. рН) надходить в резервуар для тимчасового зберігання молока, який оснащений рубашкою для підтримання необхідної температури та мішалкою для перемішування. За допомогою насоса, що приводиться в дію електродвигуном М2, молоко потрапляє в пластинчастий теплообмінник, де за допомогою гарячої води підігрівається 35-40 °С. Далі за допомогою насоса, що приводиться в дію електродвигуном М3 охолоджене молоко подається в сепаратор, де при температурі 40-50 °С проходить відокремлення на фракції. В результаті сепарування отримуємо вершки 35%-ної жирності та нормалізоване молоко. Вершки 35%-ної жирності за допомогою насоса, що приводиться в дію електродвигуном М4, подаються в проміжну ємність для вершків. Звідти вершки надходять в ПОУ. Вершки пастеризують при температурі вище, ніж молоко з наступних причин. Жирові кульки в ході пастеризації прогріваються повільніше плазми і можуть надавати захисну дію на мікроорганізми. Тому чим вище жирність вершків, тим вище має бути температура пастеризації: для вершків 35% -ної жирності температура пастеризації становить 85-87 °С. Вершки спочатку надходять в секцію регенерації, де попередньо нагріваються, далі подаються в дезодоратор,

					Кваліфікаційна робота	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

де тиск 0,04-0,06 МПа та температура 65-70 °С. Після дезодоратора вершки без сторонніх запахів повертаються в секцію пастеризації, а вже потім в секцію охолодження при температурі 10 -120 °С. Після ПОУ вершки мають кислотність 0,5-1 °Т. Вершки 35%-ної жирності зберігаються при температурі 4-6 °С в ємності для тимчасового зберігання, яка оснащена рубашкою.

1.3. Розробка завдання на систему автоматизації

Технологічні вимоги до системи управління процесами при виготовленні вершків 35%- ної жирності подані в таблиці 2.2.

Таблиця 1.2.

№ 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	Резервуар для тимчас. зберігання молока	Рівень	0-100 %	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі молока
2		Температура	4-6 °С	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі холодної води
3		Кислот-сть	6,5 од.рН	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
4		Сепаратор	Температура	40-50 °С	Контроль	Покази, запис

1	2	3	4	5	6	7
5	Трубопровід подачі молока в сепаратор	Температура	35-40 °С	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі гарячої води
6	Трубопровід подачі вершків в ємність для вершків	Жирність	35 %	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
7	Ємність для вершків	Рівень	0-100 %	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан зливу вершків
8	Дезодоратор	Тиск	0,04-0,06 МПа	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
9		Температура	65-70 °С	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація
10	ПОУ секція пастеризації	Температура	85-87 °С	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі гарячої води
11	ПОУ секція охолодження	Температура	10-12 °С	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі холодної води
12	Трубопровід подачі вершків в ємність для зберігання	Кислот-сть	0,5-1 °Т	Контроль	Покази, запис	Світлова сигналізація

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

15

1	2	3	4	5	6	7
13	Ємність для тимчасового зберігання вершків	Температура	4-6 °С	Рег-ня	Запис Стабілізація	Дія на клапан подачі холодної води
14	Електропривід насосів подачі основного потоку	Стан	-	Управ-ня	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова
15	Електропривід мішалки в резервуарі для молока	Стан	-	Управ-ня	Ручне та дистанційне сигналізація	Пуск, зупинка, світлова

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Розділ 2. Система автоматизації

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО

Для ефективного та оперативного управління технологічним процесом виготовлення вершків 35%-ної жирності 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 та мікропроцесорні технічні засоби світових брендів.

Враховуючи всі переваги і 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.

Вимірювання ТЕМПЕРАТУРИ. Універсальний термодетектор опору TR10 Omnicard M TR10 Omnicard M призначений для застосування у будь-яких галузях промисловості. Для підвищення надійності вимірювання температури термодетектор опціонально комплектується нормуючим детектором з різними типами протоколу передачі даних (4/20мА, HART, Profibus PA, FOUNDATION Fieldbus).

Різні приєднання до процесу і матеріали змочуваних частин забезпечують універсальність застосування. Занурювальні частини з будь-якою необхідною занурювальною довжиною попереджують від перегріву.

Короткий час відгуку при використанні звуженого наконечника термодетектора. Тип вибухозахисту: Ex ia.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гурський Б.В.			Розробка системи автоматизації управління виробничими лініями молочної продукції	Літ.	Арк.	Акрівів
Перевір.		Мацебула Д.В.					17	16
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						



Рис.2.1. Загальний вигляд

Термоперетворювач може бути змонтований на стінці як труби або ємності, так і на інших частинах установки де це потрібно.

Монтажні деталі та відповідні ущільнення для підключення до процесу не постачаються виробником та надаються замовником.

Занурювальна довжина може впливати на точність вимірювань. У разі малої глибини занурення може виникати помилка внаслідок більш нижчого значення температури робочого середовища поблизу стінки труби через тепловтрати через стінку термогільзи.

Впливом цієї похибки не можна знехтувати, якщо різниця температур робочої та навколишнього середовища досить велика. Для усунення такої похибки можна використовувати термогільзу меншого діаметра, а занурювальна довжина повинна бути не менше 80...100 мм.

У трубах малого діаметра кінець термогільзи повинен бути в центрі або трохи нижче центру труби (див. рис. 2.2А-2.2В). Ізоляція зовнішньої частини датчика дозволяє знизити негативний вплив малої занурювальної довжини. Іншим рішенням може бути розміщення датчика під нахилом

Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата

(див. рис.2.2С-2.2D). У харчовій промисловості рекомендується дотримуватися співвідношення $h \leq d/2$.

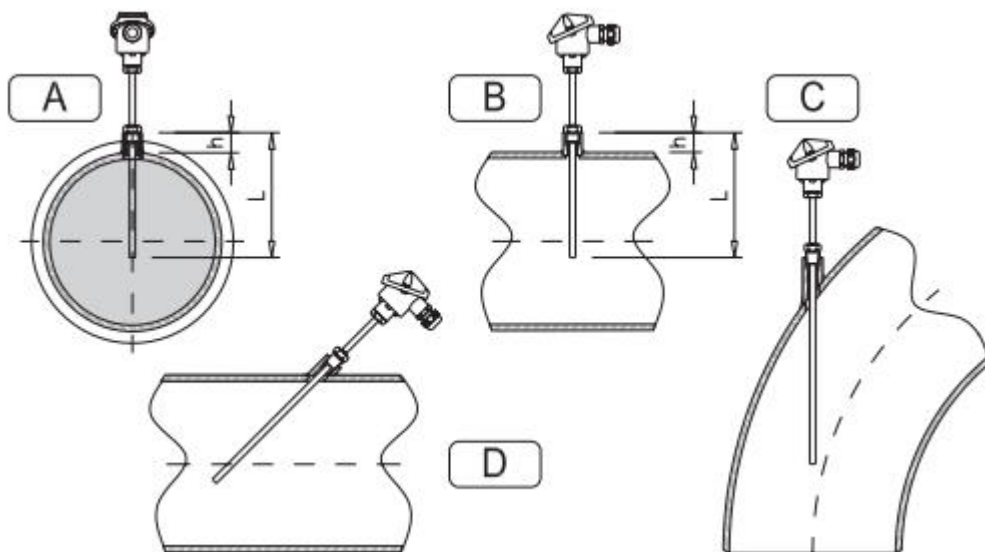


Рис.2.2. Приклади монтажу

Термочутливий елемент - Pt 100 класу А (DIN EN 60751) або 1/3 DIN В. Може бути в двох виконаннях: дровий Pt 100 (-200...600°C) або тонкоплівковий (-50...400°C). На рис. 2.3. показані стандартні схеми 2-х, 3-х та 4-х провідного підключення чутливого елемента.

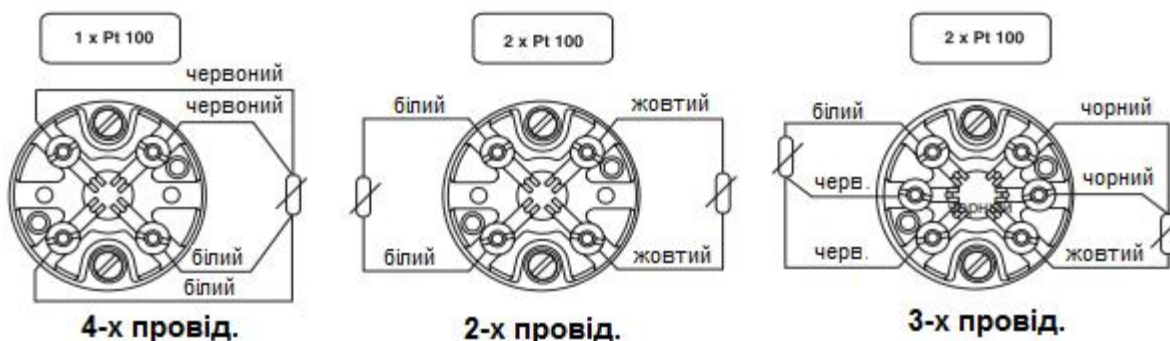


Рис.2.3. Стандартні схеми підключення

Вимірювання ТИСКУ. Цифровий перетворювач тиску Serabar PMP51 з тензорезистивним принципом вимірювання та металевою мембраною використовується у всіх галузях промисловості для вимірювання тиску, рівня, об'єму та маси в рідинах. PMP51 розроблено

для вирішення завдань вимірювання високого тиску до 400 бар. Швидке налаштування з регульованим діапазоном вимірювань для спрощення введення в експлуатацію знижує витрати та економить час. Датчик розроблений відповідно до ГОСТ Р МЕК 61508 та ГОСТ Р МЕК 61511, що регламентує функціональну безпеку систем автоматизації (SIL2).



Рис 2.4. Датчик тиску Cerabar M PMP51

Особливості:

- Висока відтворюваність та довготривала стабільність.
- Низька похибка вимірювання: до $\pm 0,15\%$, для виконання PLATINUM: $\pm 0,075\%$
- Діапазон зміни масштабу 100:1.
- Модульна конст.рукція для вимірювання перепаду тиску та гідростатичного тиску (Deltabar M – Deltapilot M – Cerabar M), наприклад, змінний дисплей, універсальна електронна вставка.
- Просте введення в експлуатацію без використання додаткових програм.
- Простота та безпека керування за допомогою меню: за місцем через дисплей, віддалено - за допомогою виходів 4...20 мА за протоколом

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

HART, за протоколом PROFIBUS PA або FOUNDATION Fieldbus

Перетворювач тиску Cerabar M призначений для виконання наступних завдань вимірювання:

Вимірювання абсолютного та надлишкового тиску в газах, парах та рідинах у всіх галузях промисловості з використанням різних технологій вимірювання. Вимірювання рівня, об'єму та маси в рідинах. Робоча температура середовища до 130 ° С, протягом максимум 60 хвилин - до 150 ° С. Високий тиск до 400 бар.

При встановленні перетворювача тиску вище мембранного роздільника не слід перевищувати максимально допустимий перепад висоти Н1 (див. рис. 2.5). Максимально допустимий перепад висоти залежить від густини масла.

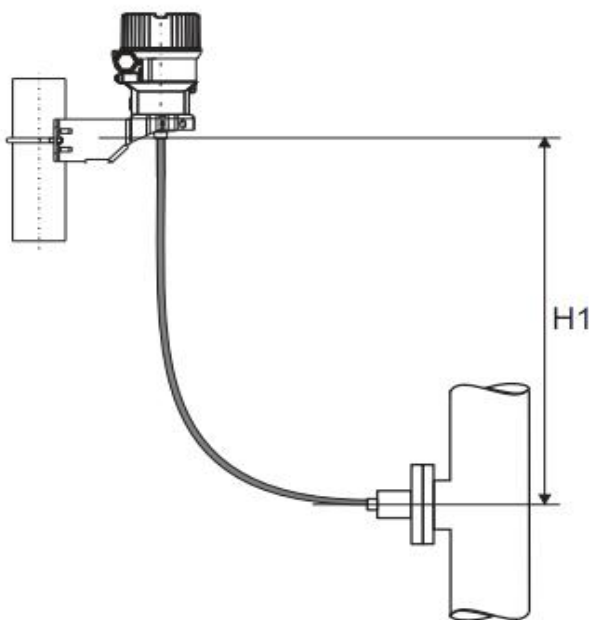


Рис.2.5. Варіант установки вище мембранного розділювача

Для версії з роздільним корпусом датчик поставляється з технологічним з'єднанням і під'єднаним кабелем (1).

2 – кабель із сполучним гніздом

3 – отвір для компенсації тиску

					Кваліфікаційна робота	Адк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		21

- 4 – гніздо
- 5 – стопорний гвинт
- 6 – корпус монтується за допомогою перехідника, що входить до комплекту постачання
- 7 – дається монтажний кронштейн, придатний для монтажу приладу на стіну або трубу (діаметром від 1/4 до 2 дюймів).

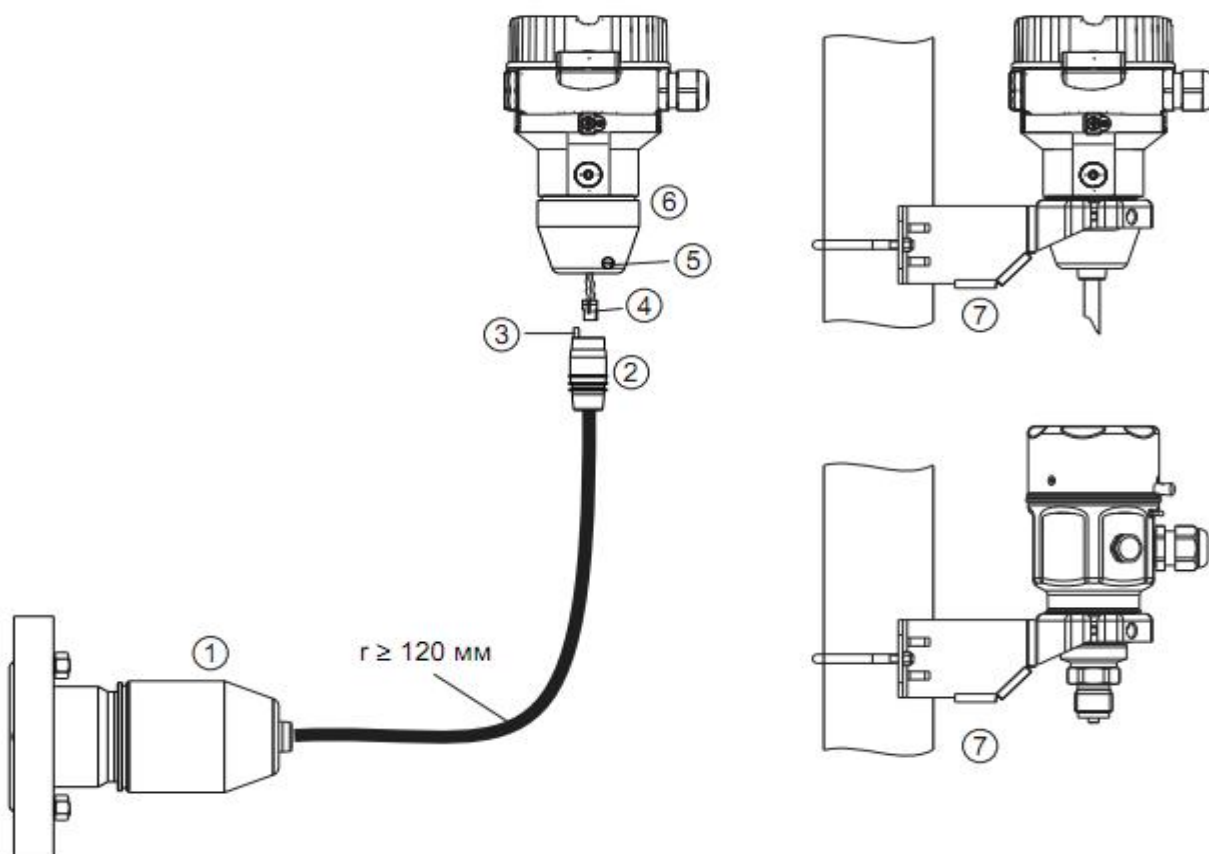


Рис.2.6. Датчик з роздільним корпусом

- 1 – клеми дроту живлення та сигнального дроту;
- 2 – тестові клеми;
- 3 – клема заземлення;
- 4 – напруга електроживлення;
- 5 – зовнішня клема заземлення.

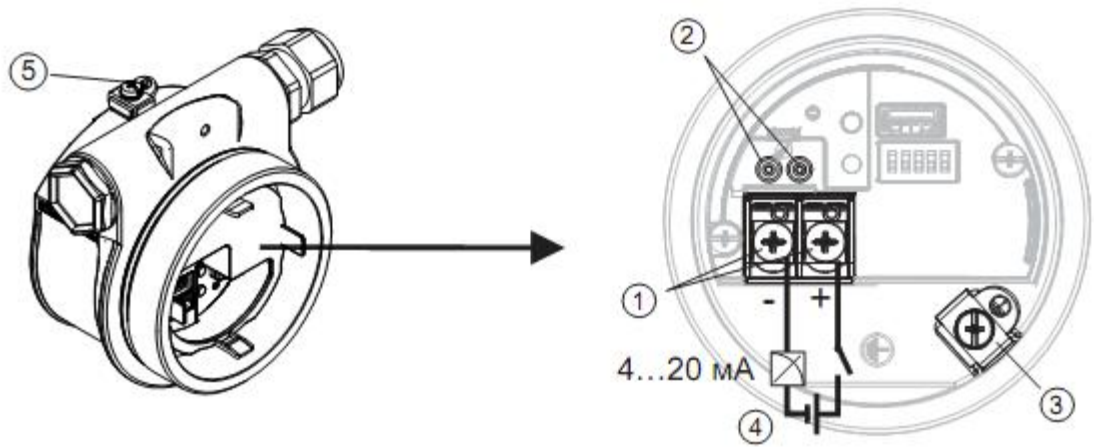


Рис.2.7. Підключення Cerabar M PMP51

Вимірювання КИСЛОТНОСТІ. Комплект для промислового визначення кислотності складається з скляного рН електрода CPS77E та цифрового багатопараметричного перетворювача CM444 рис. 2.8



а) рН електрод CPS77E



б) перетворювач CM444

Рис.2.8. Комплект для вимірювання кислотності

Електрод CPS77E – це цифровий датчик для гігієнічних застосувань, нечутливий до бактерій із високостабільним гелем гарантує точні вимірювання. Електрод, що не б'ється, витримує стерилізацію паром та автоклавовання, забезпечує високу безпеку продукту. Завдяки технології

Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата

Memosens 2.0 датчик має збільшений обсяг внутрішньої пам'яті для зберігання даних, що дає змогу вживати профілактичних заходів. Попереднє калібрування в лабораторії та швидка заміна датчика на місці максимально збільшують час безвідмовної роботи.

Корпус датчика РЕЕК, що не б'ється, забезпечує високу безпеку продукту в умовах, коли пошкодження скла неприпустима.

За рахунок сертифікованої біосумісності матеріалів та відповідності фармацевтичним вимогам (опція Pharma CoC) цей датчик захистить якість вашої продукції.

Датчик витримує очищення в автоклаві та стерилізацію гарячою парою, забезпечуючи довгострокові стабільні вимірювання.

Низькі експлуатаційні витрати: технологія ISFET нечутлива до коливань температури та практично не дає кислотних або лужних помилок, що дозволяє збільшити інтервали між калібруванням.

У шість разів більш висока стабільність до СІР порівняно із звичайними ISFET датчиками вимірювання рН забезпечує більш тривалий термін служби, навіть коли датчик зазнає очищення на місці.

Максимальна безпека процесу: безконтактне індуктивне передавання сигналу усуває всі проблеми, пов'язані з вологістю або корозією.

Сигнал від електрода передається на вторинний перетворювач з цифровою індикацією, електрод з вторинним блоком з'єднанні між собою спеціальним кабелем і має різну довжину.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		24

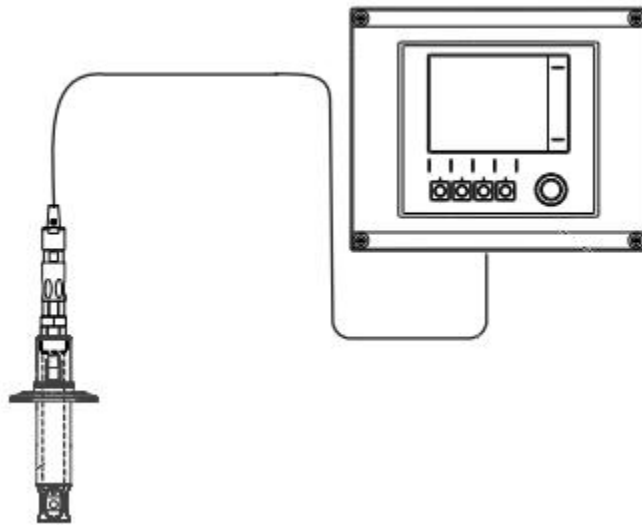


Рис.2.9. Комплект CPS77E/ CM444 від Endress+Hauser

Liquiline CM444 - цифровий багатопараметричний перетворювач для контролю та управління процесами у всіх галузях. У будь-який час можна збільшити кількість модулів відповідно до потреб. 4-канальний контролер забезпечує економію часу та грошей за рахунок ефективної системної інтеграції, простоти управління та зменшення кількості запасних частин.

Перетворювач Liquiline CM444 має всі переваги в своєму класі: від продуманої простоти до максимальної безпеки.

Liquiline CM444 підходить для використання у всіх основних та допоміжних галузях застосування: харчова промисловість, фармацевтична галузь, енергетична, хімічна промисловість, водоочищення та водовідведення.

Liquiline CM444 підтримує всі стандартні протоколи та інтерфейси зв'язку:

- 0/4...20 мА;
- HART;
- PROFIBUS DP;
- Modbus RS485/RTU;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- PROFINET;
- Modbus TCP;
- EtherNet/IP;
- Веб-сервер.

Перетворювач може бути доповнений модулем, сертифікати вибухозахисту якого (IECEX, ATEX та CSA) дозволяють підключати датчики, встановлені у вибухонебезпечних зонах.

Особливості приладу.

Продумана простота. Просте та безпечне введення в експлуатацію. Єдиний контролер для всіх параметрів та областей застосування, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, автоматичне розпізнавання датчиків, оперативне підключення попередньо відкаліброваних датчиків Memosens за принципом "plug & play".

Висока гнучкість. Універсальні модулі для всіх параметрів дозволяють мінімізувати склад запасних частин та розширювати систему до 8 каналів у будь-який час.

Системна інтеграція. Унікальний набір стандартів зв'язку забезпечує підключення до будь-яких розподілених систем керування.

Збереження конфігурації на картці SD дозволяє швидко виконувати встановлення однакових приладів.

Дистанційний контроль процесу. Вбудований веб-сервер дозволяє оператору віддалено переглядати дані діагностики, виконувати конфігурування або отримати доступ до параметрів приладів через будь-який веб-браузер, у тому числі на смартфоні.

Висока надійність, низькі витрати.

Вимірювання РІВНЯ. Бюджетний пристрій для вимірювання рівня в рідинах та сипучих продуктах з діапазоном вимірювання до 5 м.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Prosonic FMU40 підходить для безконтактного вимірювання рівня в рідинах, пастах, сипучих матеріалах або вимірювання витрат у відкритих каналах або вимірювальних водозливах. Графічний метод відображення на дисплеї, спрощує діагностику. Функція лінералізації (до 32 точок) для конвертування виміряного значення у будь-яку одиницю довжини, об'єму чи витрати.



Рис.2.10. Ультразвуковий рівнемір Prosonic FMU40

Технічні характеристики

Підключення	2-х або 4-х провідне
приєднання до процесу	різьбове
Робоча температура	-40...+80°C
Робочий тиск	0,7... 3 бар
Максимальна дистанція вимірювання	рідини – 5м сипучі матеріали 2м
Дистанція блокування	рідини та сипучі матеріали – 0,25 м
Міжнародні сертифікати	ATEX, FM, CSA, TIIS, INMETRO,

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		27

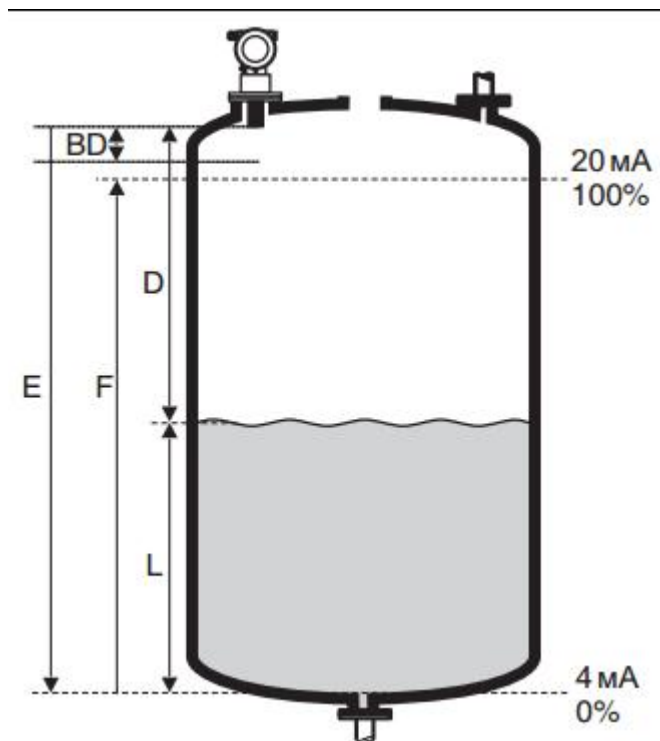


Рис.2.11. Принцип вимірювання

E: нульовий рівень; F: діапазон (повна дистанція); D: відстань від мембрани рівнеміру до поверхні продукту; L: рівень; BD: блокдистанція

Вимірювання %ЖИРНОСТІ. Для цієї задачі ідеально підходить фотометр Kemtrak типу NBP007.



Рис.2.12. Поточний фотометр

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

NBP007 від Kemtrak – це оптичний фотометр, який використовується для вимірювання вмісту жиру у молочних продуктах у потоці. Він працює за принципом оптичного розсіювання світла, що дозволяє визначати концентрацію жирових часток у рідині в режимі реального часу.

Основні переваги NBP007:

- ✓ Безконтактний метод вимірювання – не потребує забору проб;
- ✓ Висока точність і стабільність – підходить для контролю якості;
- ✓ Можливість роботи у жорстких умовах – стійкий до забруднень і змін температури;
- ✓ Легке підключення до виробничих систем – підтримує інтеграцію з PLC. Прилад не вимагає обслуговування
- ✓ Має широке застосування - контроль жирності вершків у трубопроводах, автоматизація процесів на молокозаводах, моніторинг стандартизації молочних продуктів.

Отже, NBP007 Kemtrak – відмінний варіант для онлайн-вимірювання жирності вершків, особливо якщо потрібен безперервний контроль у промисловому виробництві.

Технічні характеристики:

- Вимірювання жирності 0,001 до 60%;
- Вих. сигнал 4-20мА;
- Напруга живлення 115/230 VAC.

2.2. Схема автоматизації

Контроль температури в сепараторі та дезодораторі реалізовано за допомогою універсального, модульного датчика температури з вбудованим платиновим термометром опору Pt100 в захисній трубці із

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

нержавіючої сталі TR10 Omnigrad M (позиція 5а, 5б, 9а, 9б). Уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА з датчика надходить на ПЛК та ПК, де відбувається індикація, реєстрація та сигналізація даного технологічного параметру.

Регулювання рівня в резервуарі для тимчасового зберігання молока, в ємності для вершків та ємності для тимчасового зберігання 35% вершків здійснюється за допомогою ультразвукового вимірювального перетворювача рівня Prosonic FMU40 (позиція 1а, 1б, 7а, 7б). Далі сигнал надходить на ПЛК, де формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмоперетворювач TRP-8 (позиція 1в, 7в) надходить на пневматичний привод SRN-101 (позиція 1г, 7г), який відкриває чи закриває клапан зливу з відповідних апаратів.

Регулювання температури в резервуарі для тимчасового зберігання молока, нагріву молока в теплообміннику, температура пастеризації і охолодження в ПОУ, а також температура зберігання в ємності для тимчасового зберігання вершків реалізовано за допомогою універсального, модульного датчика температури з вбудованим платиновим термометром опору Pt100 в захисній трубці із нержавіючої сталі TR10 Omnigrad M (позиція 2а, 2б, 4а, 4б, 10а, 10б, 11а, 11б, 13а, 13б). Далі сигнал надходить на ПЛК, де формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмоперетворювач TRP-8 (позиція 2в, 4в, 10в, 11в, 13в) надходить на пневматичний привод SRN-101 (позиція 2г, 4г, 10г, 11г, 13г), який відкриває чи закриває клапан подачі холодної та гарячої води.

Контроль кислотності в резервуарі для тимчасового зберігання молока і кислотності вершків після ПОУ здійснюється за допомогою комплекту приладів, який складається з електродів CPS77E та перетворювача для визначення рН Liquiline CM444 з вихідним

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

уніфікованим сигналом 4-20 мА (позиція 3а, 3б, 12а, 12б). Далі сигнал подається на ПЛК та ПК, де відбувається індикація, реєстрація та сигналізація даного технологічного параметру.

Контроль жирності вершків здійснюється за допомогою фотометра для вимірювання жирності у молочних продуктів фірми Kemtrak типу NBP007 (позиція 6а, 6б) з вихідним уніфікованим сигналом 4-20 мА. Сигнал надходить на ПЛК та ПК, де відбувається індикація, реєстрація та сигналізація даного технологічного параметру.

Контроль тиску в дезодораторі проводиться за допомогою інтелектуального вимірювального перетворювача тиску Cerabar M PMC51 (позиція 8а). Уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА з датчика надходить на ПЛК та ПК, де відбувається індикація, реєстрація та сигналізація даного технологічного параметру.

Електродвигуни мішалок та насосів подачі основного і допоміжних продуктів приводять в дію за допомогою магнітних пускателів (позиція КМ1– КМ5) та кнопчних станцій (позиція SA1 – SA5), яка переключає з ручного на автоматичний режим роботи двигуна.

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

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

Проектне компонування контролера, в моєму випадку це M340 від Schneider Electric (SE), передбачає налаштування і оптимізацію електричної схеми контролера для забезпечення стабільної роботи в автоматизації процесів виробничих ліній молочної продукції.

Контролер M340 є частиною серії модульних ПЛК від SE, і його компонування зазвичай має такі етапи:

1. Вибір типу контролера: Для початку визначаються вимоги до продуктивності та специфікації проекту (кількість входів/виходів, типи сигналів, зв'язок з іншими пристроями). Контролери M340 можуть підтримувати різну кількість I/O модулів, тому важливо правильно підібрати конфігурацію для конкретного завдання.

2. Вибір модулів розширення:

- Цифрові та аналогові модулі вводу/виводу: Для підключення різноманітних датчиків, виконавчих механізмів, лінійних пристроїв.
- Модулі зв'язку: Наприклад, модули Ethernet, Modbus, CANopen або інші для організації мережі між контролером і іншими системами або пристроями.
- Модулі живлення: Вибір модулів, що забезпечують стабільне живлення всіх компонентів.

3. Монтаж і підключення:

- Контролер та його модулі монтується на DIN-рейку в розподільчий щит.
- Здійснюється підключення проводки між модулями контролера, датчиками і виконавчими механізмами.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гурський Б.В			Розробка системи автоматизації управління виробничими лініями молочної продукції	Літ.	Арк.	Акрівшів
Перевір.		Мацебула Д.В.					33	8
Секретар		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

- Підключення до джерела живлення, а також налаштування параметрів живлення для стабільної роботи.

4. Програмування контролера:

Після фізичного компонування, на наступному етапі розробляється програма для контролера, що включає логіку управління, обробку сигналів від датчиків та управління вихідними пристроями.

Для програмування використовується середовище розробки EcoStruxure™ Control Expert (раніше відоме як Unity Pro), яке дозволяє налаштовувати логіку роботи, моніторинг та діагностику.

5. Тестування та налаштування:

Після завершення програмування необхідно провести тестування системи, перевірити правильність роботи всіх підключених модулів, і налаштувати комунікаційні зв'язки між контролером та іншими пристроями (серверами, інтерфейсами людина-машина тощо).

Залежно від складності проекту, можуть знадобитися додаткові компоненти для безпеки, наприклад, реле безпеки або модуля для забезпечення резервування даних.

Цей процес потребує детального планування та коректного вибору компонентів, аби система працювала надійно та ефективно.

3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Для реалізації системи автоматизації по виготовленню молочної продукції, зокрема вершків 35%-ної жирності маємо:

- Дискретні виходи 5;
- Аналогові входи 13;
- Аналогові виходи 7.

На основі кількості дискретних/аналогових вхідних/вихідних

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

сигналів компонуємо за допомогою програми UnityPRO модульний мікропроцесорний контролер.

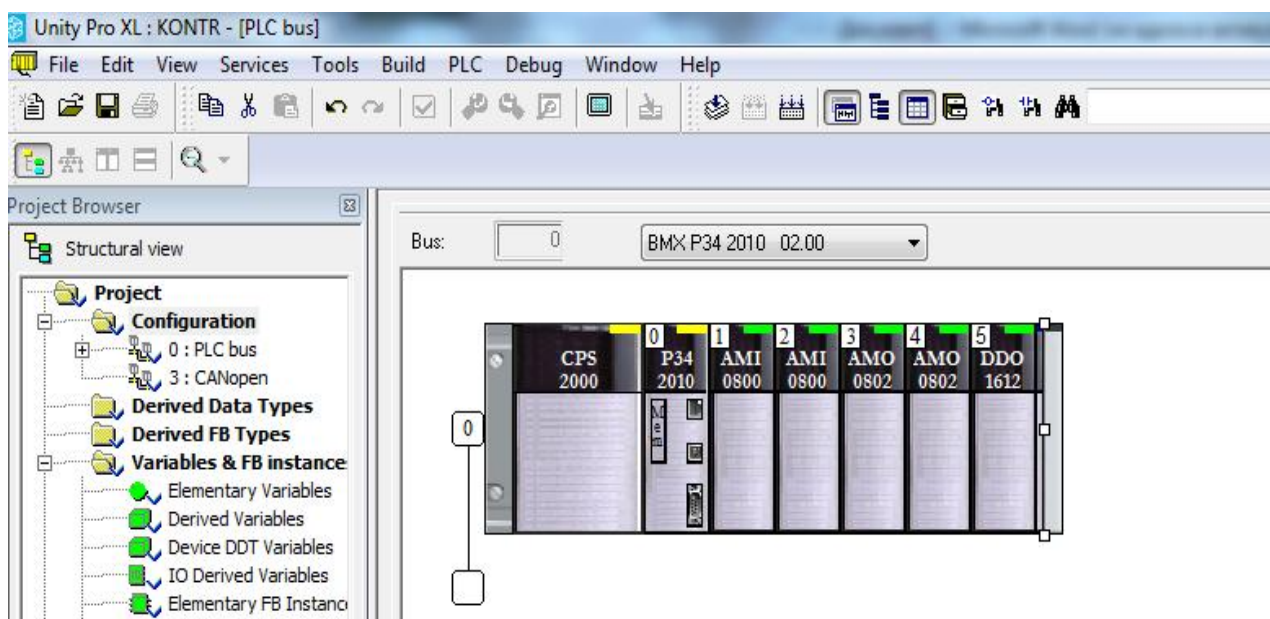


Рис.3.1. Компонування контролера Modicon M340

Контролер складатиметься з наступного обладнання, що наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Артикул	Найменування	Кількість, шт
BMX CPS 2000	Модуль живлення 100...240VAC, 20 Вт	1
BMX P34 2010	Процесорний модуль	1
BMX AMI 0800	Модуль аналогових входів на 8 каналів	2
BMX AMO 0802	Модуль аналогових виходів на 8 каналів	2
BMX DDO 1612	Модуль дискретних виходів на 16 каналів	1
BMX FTB 2820	28 контактна з'ємна клемна колодка	3
BMX FTB 2010	20 контактна з'ємна колодка з гвинтовими зажимами	2

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Принципові електричні схеми є важливим етапом у проектуванні електричних систем, оскільки вони дають змогу чітко визначити, як будуть підключені всі електричні компоненти та забезпечити правильне функціонування всієї системи.

Основні елементи принципової схеми є:

- Джерела живлення: електричні джерела, що постачають енергію в систему (наприклад, батареї, трансформатори).
- Перемикачі та реле: пристрої для включення/виключення ланцюгів.
- Виконавчі механізми (ВМ): двигуни, клапани, насоси, що виконують задані операції.
- Датчики: для вимірювання фізичних параметрів, таких як температура, тиск, рівень тощо.
- Контролери та логічні елементи: ПЛК, мікроконтролери, логічні схеми для обробки сигналів та управління процесами.
- Модулі вводу/виводу (I/O): для підключення зовнішніх пристроїв, таких як датчики та виконавчі механізми.

Основні принципи

Визначення функцій елементів. Першим етапом є визначення всіх елементів системи та їхніх функцій, що дозволяє зрозуміти, як вони повинні працювати разом.

З'єднання елементів. На схемі повинні бути показані не лише елементи, а й способи їхнього з'єднання, включаючи провідники, роз'єми та інші компоненти, що забезпечують зв'язок між елементами.

Маркування та позначення. Для полегшення розуміння схеми кожен елемент має бути позначений відповідно до стандартів. Важливо, щоб всі позначення відповідали нормам та стандартам.

Згруповані функції. Якщо система має кілька рівнів управління,

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дат		36

може бути доцільно використовувати групи компонентів для відображення цілих підсистем, наприклад, для зв'язку з певними пристроями чи датчиками.

Принципова схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК реалізована на листі 2 графічного матеріалу роботи.

Влівій частині схеми зображені вхідні сигнали з датчиків, які підключені до вхідних аналогових модулів ПЛК дивись рис. 3.2

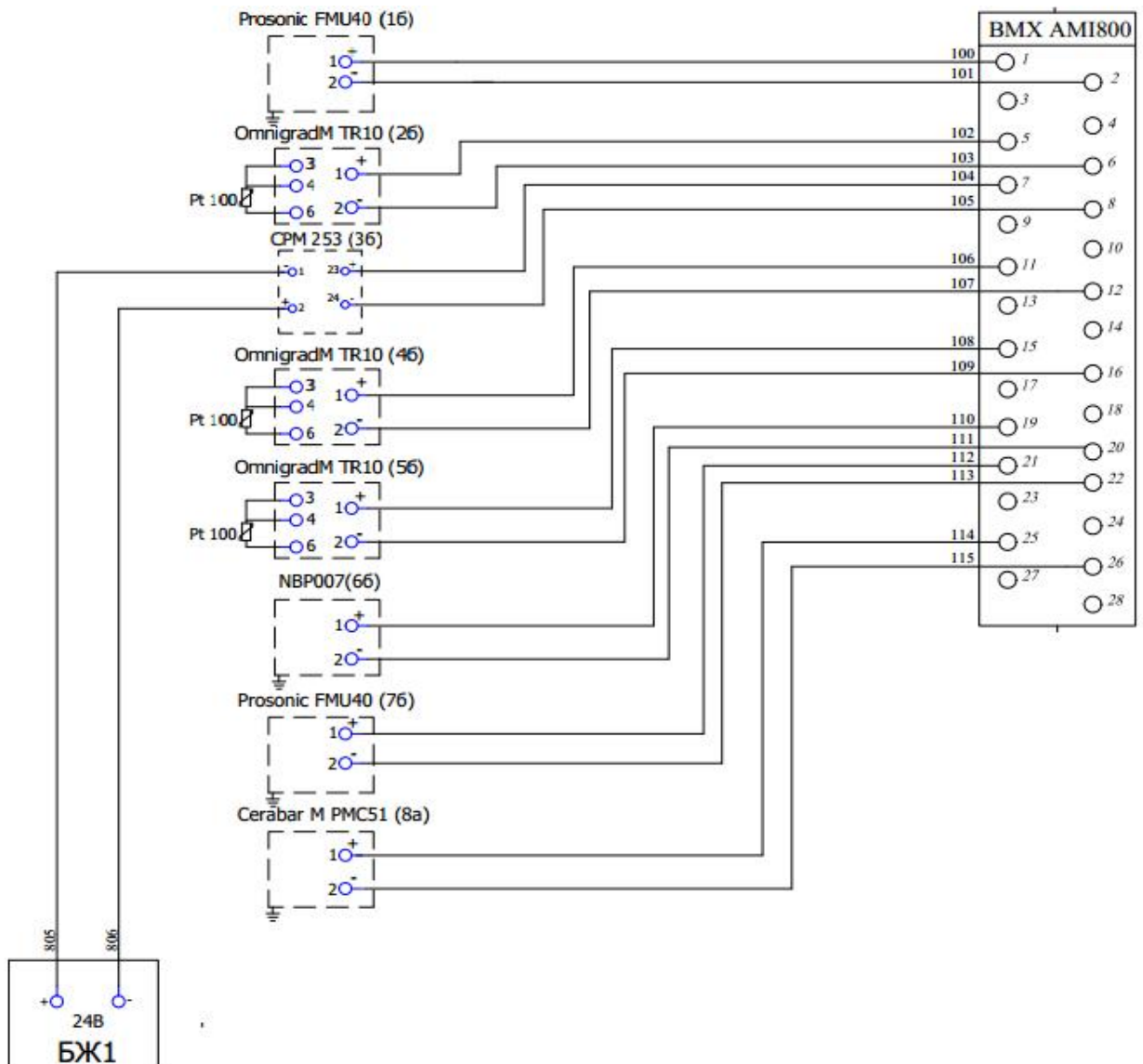


Рис.3.2. Підключення датчиків до вх. аналогового модуля BMX AMI800

Вправій частині схеми реалізовано вихідні аналогові сигнали з відповідних аналогових вихідних модулів ПЛК на пневматичні виконавчі механізми дивись рис. 3.3.

На рис.3.4. дискретні виходи для реалізації дистанційного управління електродвигунами насосів подачі сировини.

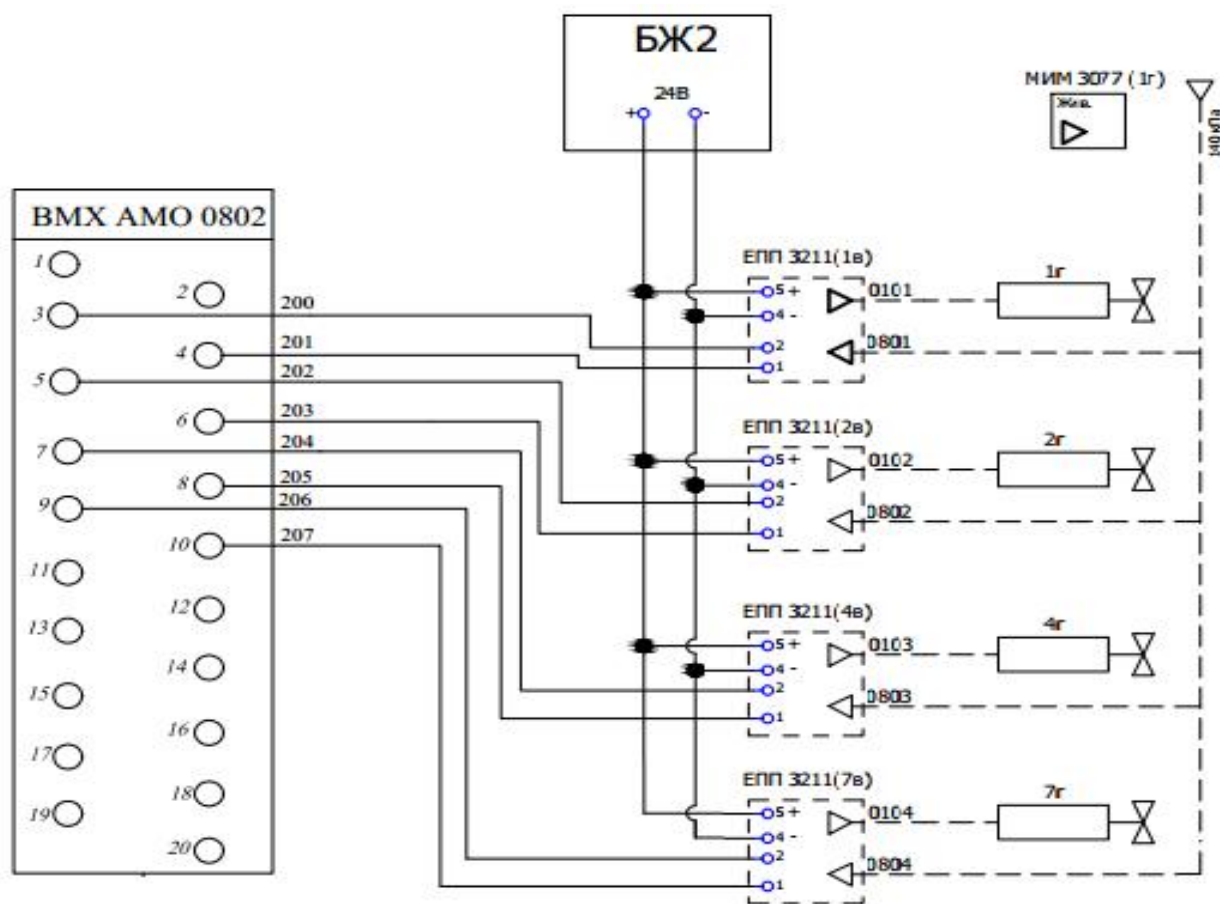


Рис.3.3. Підключення ВМ до вих. аналогового модуля BMX AMO 0802

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

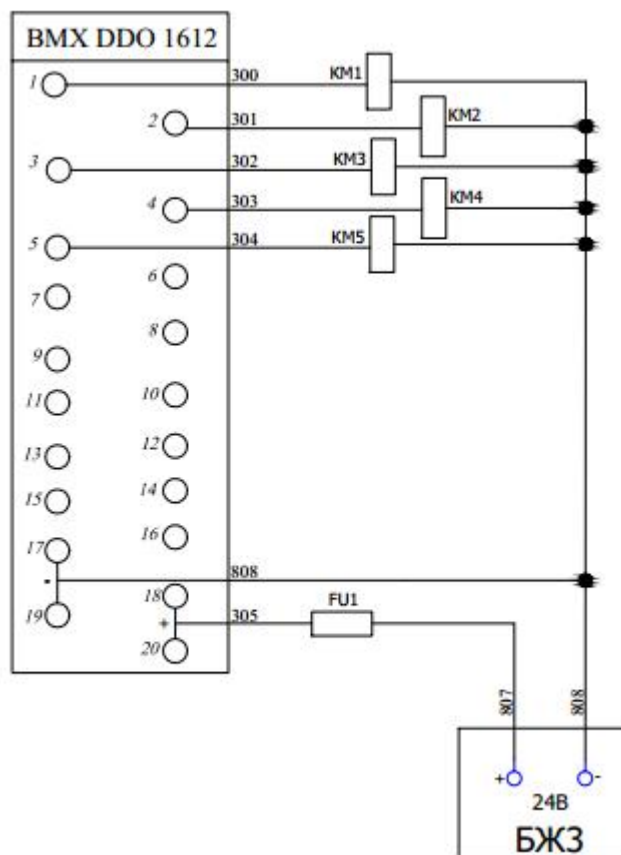


Рис.3.4. Підключення до вихідного дискретного модуля BMX DDO1612

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

На прикладі контуру регулювання рівня молока припишемо послідовність проходження сигналу.

Ультразвуковий рівнемір Prosonic FMU40 LE (1а) установлений в резервуар для тимчасового зберігання молока вимірює рівень продукту, через уніфікований сигнал 4-20мА передає інформацію до модуля аналогових входів VMXAMI0800 на перші клеми. Після обробки інформації та виконання програми в центральному процесорному модулі VMXP342010 контролера управляючий сигнал передається на модуль аналогових виходів VMXAMO0802. Звідки через клеми U/0 та COM0 сигнал надходить на електропневматичний перетворювач TRP-8 (1в) в комплекті з пневматичним клапаном SRN-101(1г), який регулює процент подачі молока до пастеризаційно-охолоджувальної установки ПОУ.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

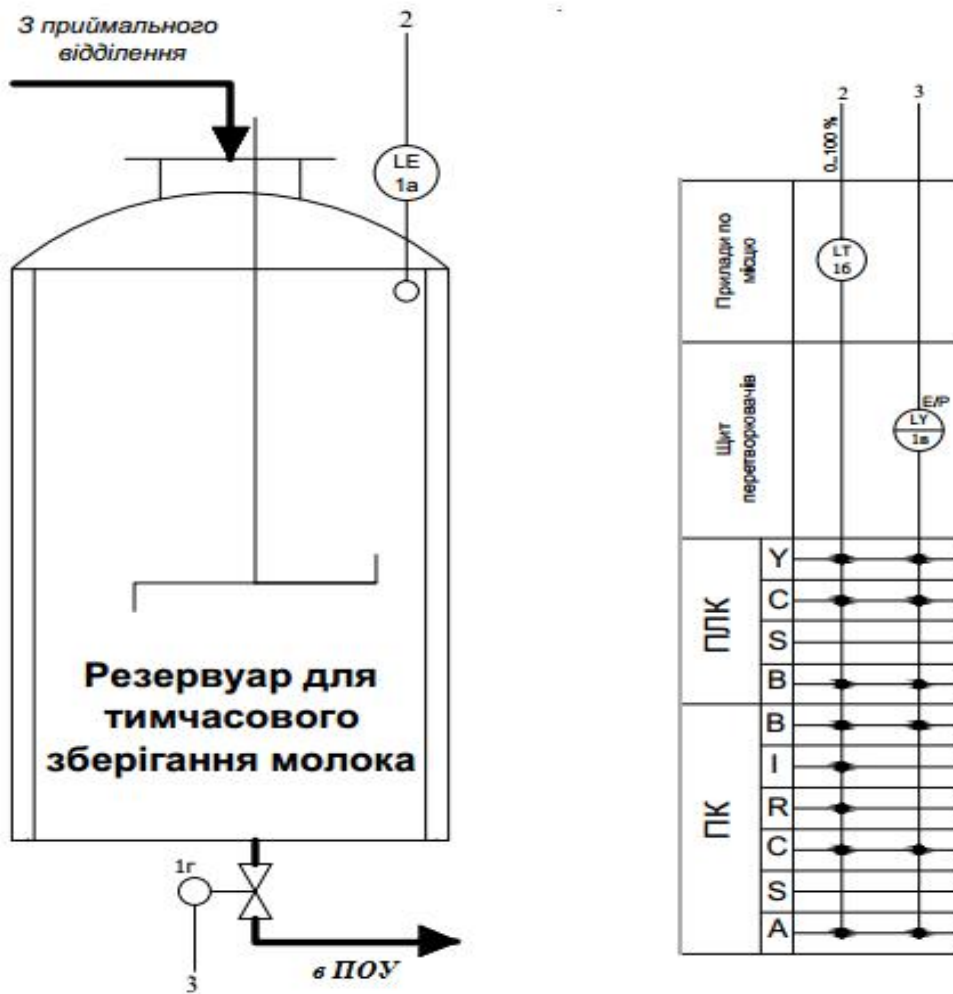


Рис.3.5. Контур регулювання рівня молока

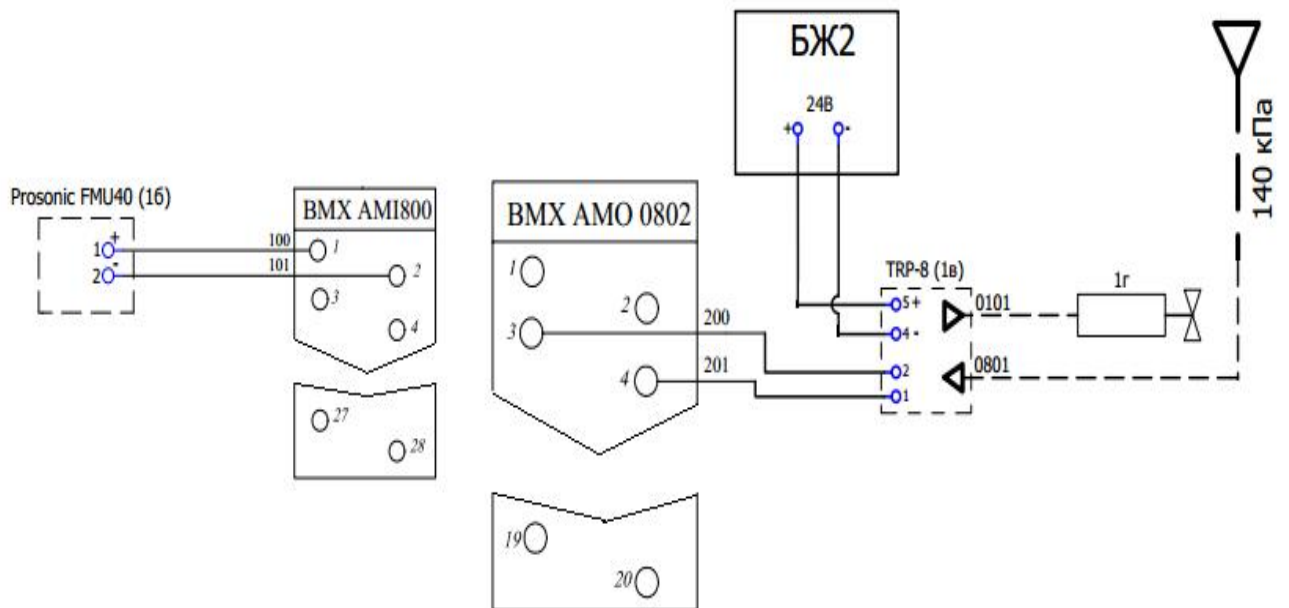


Рис.3.6. Підключення до ПЛК контур регулювання рівня молока

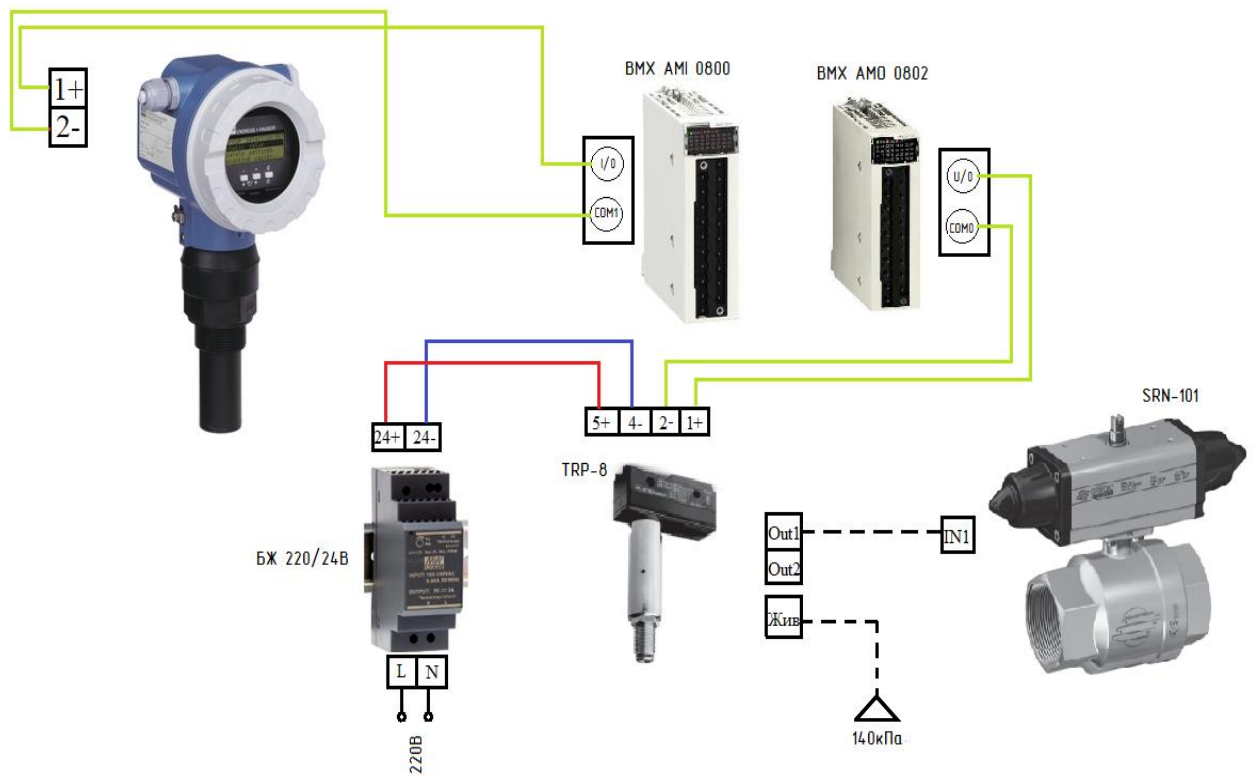


Рис.3.7. Розширена схема підключення контуру регулювання
рівня молока

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

Кваліфікаційна робота

Арк.
41

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

На кресленні 3 графічного матеріалу роботи зображено фотометр для вимірювання жирності вершків фірми Kemtrak.

Фотометр NBP007 фірми Kemtrak - це надійний інноваційний промисловий оптоволоконний фотометр для визначення жирності молока в молочному виробництві. Фотометр NBP007 виводить вимірювання висококонцентрованих взважених твердих частинок на новий рівень, використовуючи нову технологію вимірювання.

Традиційним оптичним вимірювальним приладам, що основані на мутності, не вистачає можливостей, і вони перестають працювати при 1 % жирності молока, із-за дуже високій оптичної щільності проби.

Фотометр NBP007 фірми Kemtrak долає це обмеження, і вперше користувач має можливість повністю керувати цим процесом. Діапазон вимірювання в межах від 0,001 % до 60 % жирності молока. При чому фотометр здійснює вимірювання в режимі реального часу та в лінії.

Для технологічного фотометра NBP007 фірми Kemtrak існує широкий спектр застосувань в молочному виробництві – аналіз в лінії, контроль та оптимізація. До складу фотометра NBP007 входить гігієнічний датчик TriClamp.

Основні властивості та принцип роботи

1. Вимірювання жирності молока від 0,001 до 60 %.
2. Вимірювання в режимі реального часу.
3. Надійний гігієнічний датчик TriClamp.
4. Запатентована технологія вимірювання ближнім інфрачервоним світлом.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гурський Б.В			Розробка системи автоматизації управління виробничими лініями молочної продукції	Літ.	Арк.	Акрюшів
Перевір.		Мацебула Д.В.					42	5
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

5. Відображення в NTU, FTU, ppm, mg/l, g/l або %.
6. Аналоговий вихід 4-20 мА.
7. Сигнали тривоги для помилок даних та системних несправностей.
8. Журнал даних і подій для звітів по контролю якості та перевірки.

Фотометр NBP007 фірми Kemtrak використовує надійний гігієнічний технологічний фланець TriClamp, який розроблений так, щоб витримувати високі температури, тиск та сильні хімікати, які використовуються в циклах СІР.

Оптоволокну використовується для проведення світла в точку вимірювання і назад, а вимірювальний датчик не містить електронних частин і частин, що потребують обслуговування. Вимірювальний датчик TriClamp підходить до труб всіх діаметрів від DN25/ DN100 з використанням відповідного адаптера для трубок.

Вся продукція фірми Kemtrak виготовлена з високоякісних матеріалів. Прилади розроблені для використання в найбільш вимогливих умовах та будуть працювати довгий час при низьких експлуатаційних витратах.

Технічні характеристики

Принцип вимірювання

1. Запатентована технологія зворотного розсіювання ІЧ.

Діапазон вимірювання

1. Низький 0,001% (ок. 20NTU) – жирність молока 10%.
2. Високий 1% - 60% жирність молока.
3. Діапазон вимірювання конфігурується на заводі виробника.

In-line гігієнічний оптоволоконний вимірювальний датчик

1. Технологічний з'єднувач: TriClamp.
2. Розмір лінії: DN25(DN100) і вище.
3. Матеріал: Нержавіюча сталь EN 1.4435.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		43

4. Захисне покриття: Ra < 0.4 μm.
5. Температура: 140 °C (284 °F).
6. Технологічний тиск: від 10 mbar до 10 bar.
7. Довжина кабелю: стандарт – 5 м.

Джерело світла

1. Високоякісний світло діод ближнього ІЧ (NIR).
2. Стандартний період роботи лампи NIR: >100 000 годин.

Корпус блоку управління

1. Підсилений скловолокном поліестер, передня панель з поліестера.
2. Гвинти та кріплення з нержавіючої сталі 220x120x90 мм

Дисплей

1. ЖК літерно-цифровий екран з точковою матрицею 16x2.
2. Світлодіодне підсвічування.
3. Оновлення екрану: 0,5 с.
4. Одиниці вимірювання: NTU, FTU, ppm, mg/l, g/l або %.
5. Конфігурація користувачем.
6. Світлодіод 1 (зелений): вкл..
7. Світлодіод 2 (зелений): сигнал.
8. Світлодіод 3 (червоний): сигнал.

Експлуатація

1. 4 кнопки

Властивості ПЗ

1. Автоматичний коефіцієнт підсилення: включення підсилення повністю контролюється ПЗ.
2. Калібровка: концентрація и вихід mA.
3. Демпінг: від 0 до 9999 с. з шумовим фільтром (повітряні кульки/ часточки).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4. Пам'ять: довготривала – конфігурація і данні зберігаються при збоях в подачі живлення.
5. Безпека: захист паролем.
6. Чистка: автоматична.
7. PID: вхідний ПІД контролер – вихідне реле, змінне шириною імпульсу або виходом 0/4-20 мА.

Реєстратор даних

1. 6900 базових відміток (час, середнє, максимальне і мінімальне значення і т.д.), кільцевий буфер.
2. Конфігурує мий інтервал збереження від 1 с. до 24 год.

Реєстратор подій

1. 10000 подій.
2. Сигнали, обнуління, чистка, калібровка та системні події (збой подачі живлення, висока/низька температура системи).

Віддалений вхід

1. 1 цифровий вхід (сухий контакт) для:
 - Автоматичної чистки.
 - Затримки виходу.

Вихід мА

1. 1 x 0/4-20 мА гальванічно розв'язаний.
2. Точність: < 0,2 %.
3. Розширення: < 0,05 %.
4. Загрузка: 0 – 400 Ohm.

Релейні виходи

1. 2 x 0,5 А 240 VAC. Конфігурація користувачем(сигнал, ПІД, збій системи).
2. 1 x 0,5 А 240 VAC. Автоматичний контроль чистки.

3. Запобіжники резисторів PTC в розрив з реле.

4. Світлодіодні індикатори стану блимають, коли реле активні.

Аварійна безпека

1. Релейний вихід і значення 0/4-20 мА.

Зв'язок з ПК

1. USB (з'єднувач міні- USB).

Живлення

1. 115/230 V AC за вибором, 50-60 Hz, 1A.

Потреби

1. 25 VA (макс.).

Робочі умови блоку управління

1. Температура н.сер.: -10 °C ...+50 °C

2. При транспортуванні: -20 °C ...+70 °C

Сертифікати

1. CE, ISO 9001:2000

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для контролера

5.1. Алгоритм управління процесом виготовлення вершків

Таблиця аналогових виходів

Таблиця 3.6.

Назва сигналу	Адреса
Клапан зливу з резервуара для тимчасового зберігання молока	%QW1.0
Клапан подачі холодної води в резервуар для тимчасового зберігання молока	%QW1.1
Клапан подачі гарячої води в пластинчастий теплообмінник	%QW1.2
Клапан зливу з ємності для вершків	%QW1.3
Клапан подачі гарячої води в ПОУ	%QW2.0
Клапан подачі холодної води в ПОУ	%QW2.1
Клапан подачі холодної води в ємність для тимчасового зберігання вершків	%QW2.2

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гурський Б.В.			Розробка системи автоматизації управління виробничими лініями молочної продукції	Літ.	Арк.	Акрюшів
Перевір.		Мацебула Д.В.					47	6
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

Таблиця дискретних виходів

Таблиця 3.7.

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
1	2	3
Електродвигун мішалки резервуару для тимчасового зберігання молока	M1	%Q1.0
Електродвигун насосу подачі молока в пластинчастий теплообмінник	M2	%Q1.1
Електродвигун насосу подачі молока в сепаратор компонентів консерви	M3	%Q1.2
Електродвигун насосу подачі вершків в ємність для вершків	M4	%Q1.3
Електродвигун насосу подачі вершків в ПОУ	M5	%Q1.4

Таблиця аналогових входів для Modicon M340

Таблиця 3.5.

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
1	2	3
Датчик рівня молока в резервуарі для тимчасового зберігання	LT 16	%IW1.0
Датчик температури молока в резервуарі для тимчасового зберігання	TT 26	%IW1.1
Датчик кислотності молока в резервуарі для тимчасового зберігання	QT 36	%IW1.2
Датчик температури в трубопроводі перед сепаратором	TT 46	%IW1.3

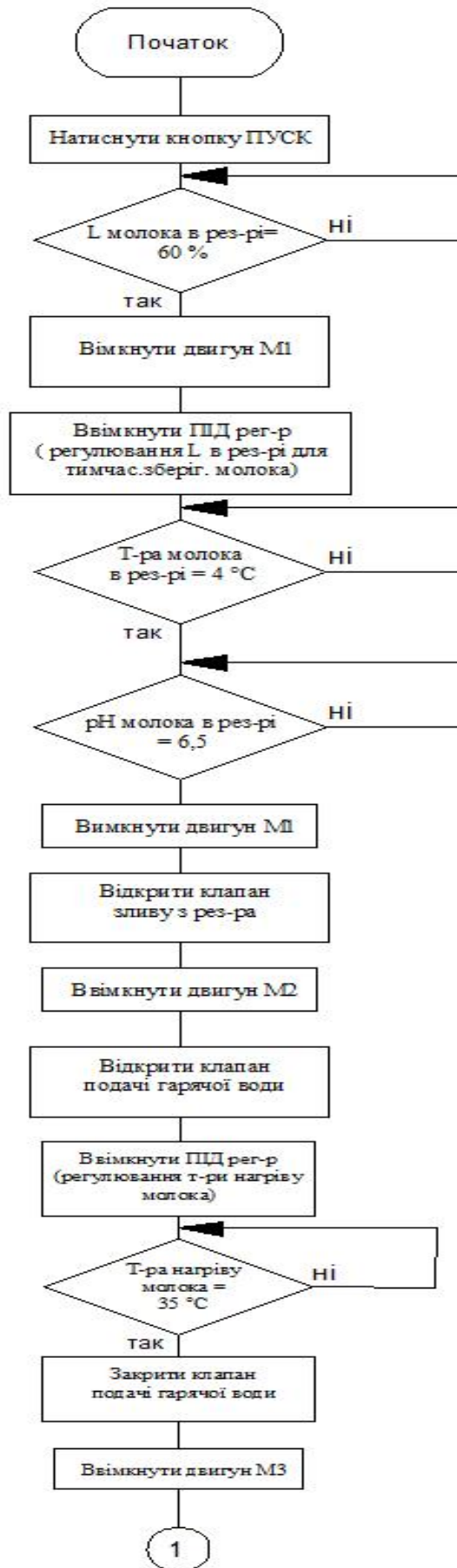
Датчик температури в сепараторі	ТТ 56	%IW1.4
Датчик жирності вершків після сепаратора	QT 66	%IW1.5
Датчик рівня вершків в ємності для вершків	LT 76	%IW1.6
Датчик тиску в дезодораторі	PT 8a	%IW1.7
Датчик температури в дезодораторі	ТТ 96	%IW2.0
Датчик температури пастеризації вершків	ТТ 106	%IW2.1
Датчик температури охолодження вершків	ТТ 116	%IW2.2
Датчик кислотності пастеризованих вершків	QT 126	%IW2.3
Датчик температури вершків в ємності для тимчасового зберігання вершків	ТТ 136	%IW2.4

Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата

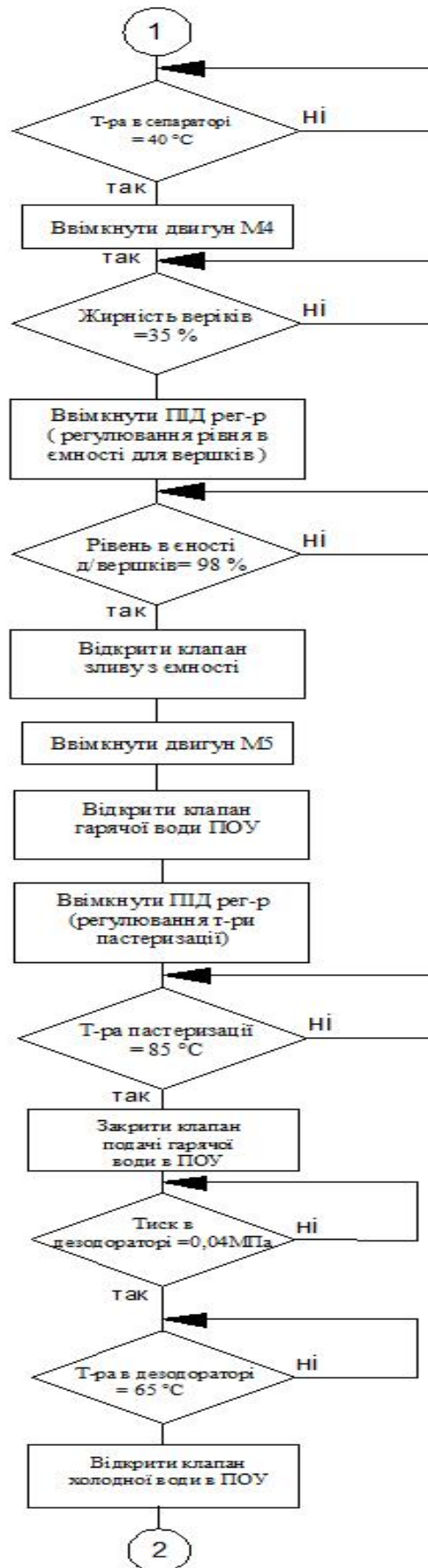
Кваліфікаційна робота

Арк.

49

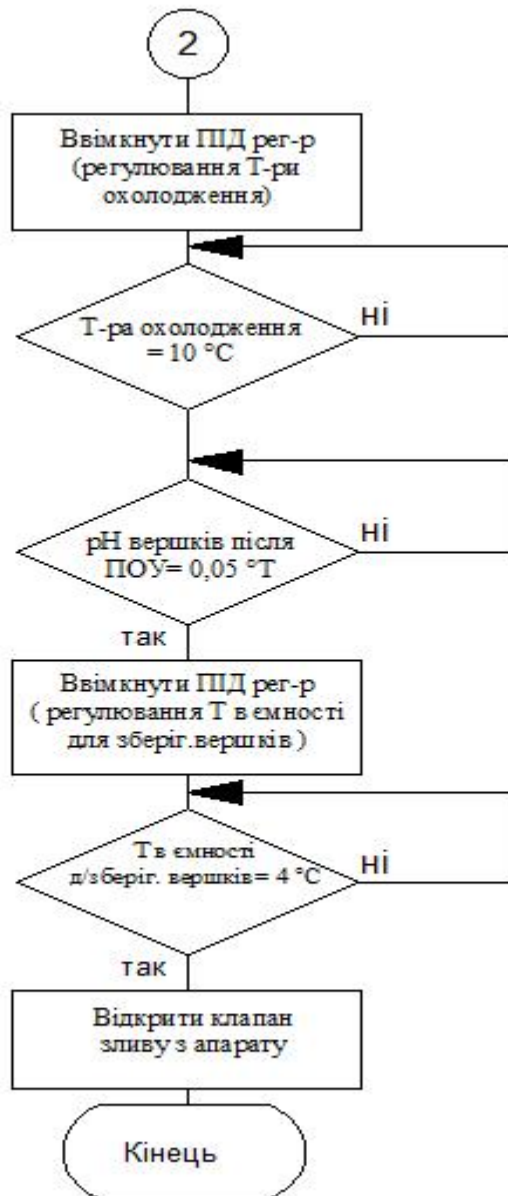


Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота



5.2. Програма для ПЛК

На сьогоднішній день для програмування контролерів Modicon M340 використовується єдине програмне забезпечення UNITY PRO.

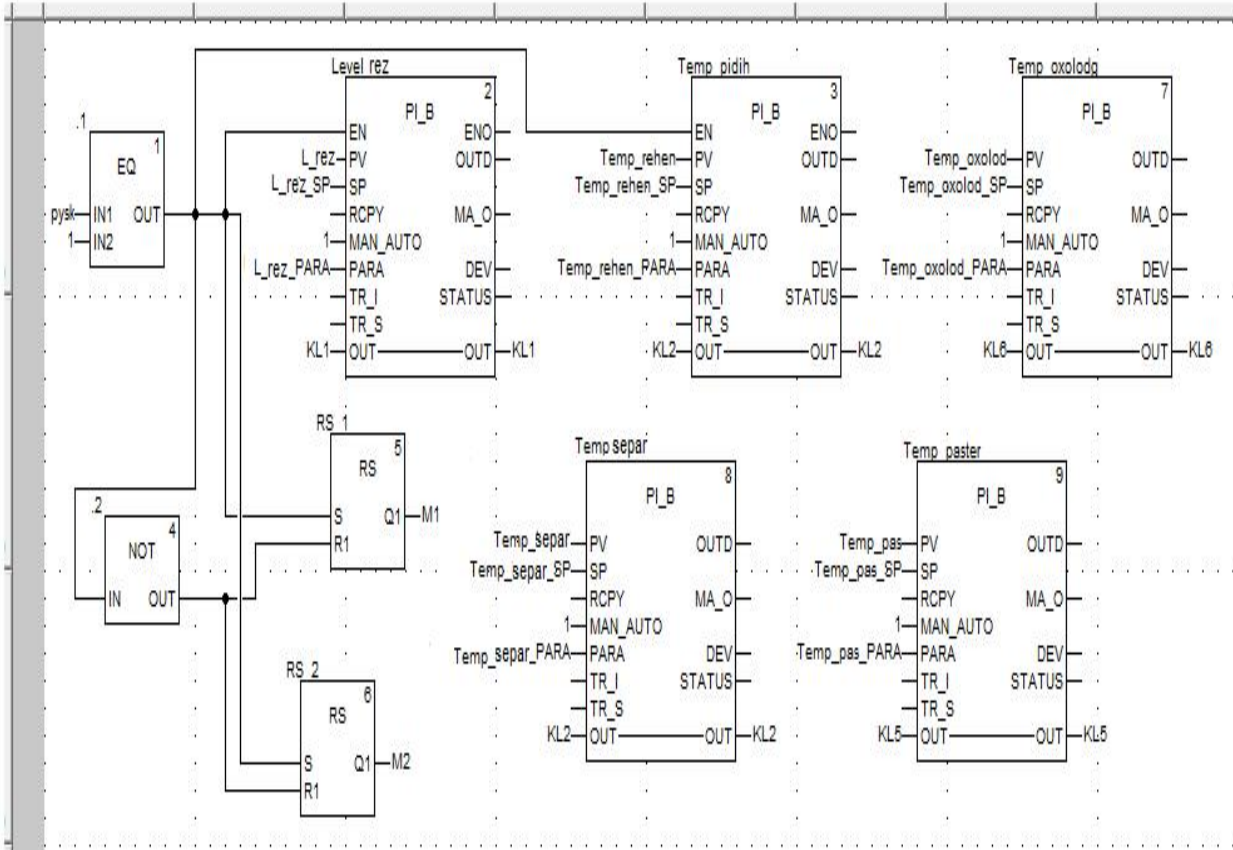


Рис.5.1. Фрагмент програми процесу виробництва вершків

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

Оскільки в роботі використано ПЛК від SE, то відповідно для розробки ЛМІ застосовуємо SCADAпрограму Vijeo Citect.

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.

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

Для того, щоб створити проект потрібно сконфігурувати OPS та перевірити зв'язок з контролером. Також налаштовується OFS Configuration tools, де вказуємо тип пристрою Schneider 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

Головний екран процесу виготовлення вершків 35%-ної жирності має наступний вигляд:

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гурський Б.В			Розробка системи автоматизації управління виробничими лініями молочної продукції	Літ.	Арк.	Акрюшів
Перевір.		Мацебула Д.В.					54	3
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.				НУХТ ЗАК-5-1		
Зав.каф.		Смітюх Я.В.						

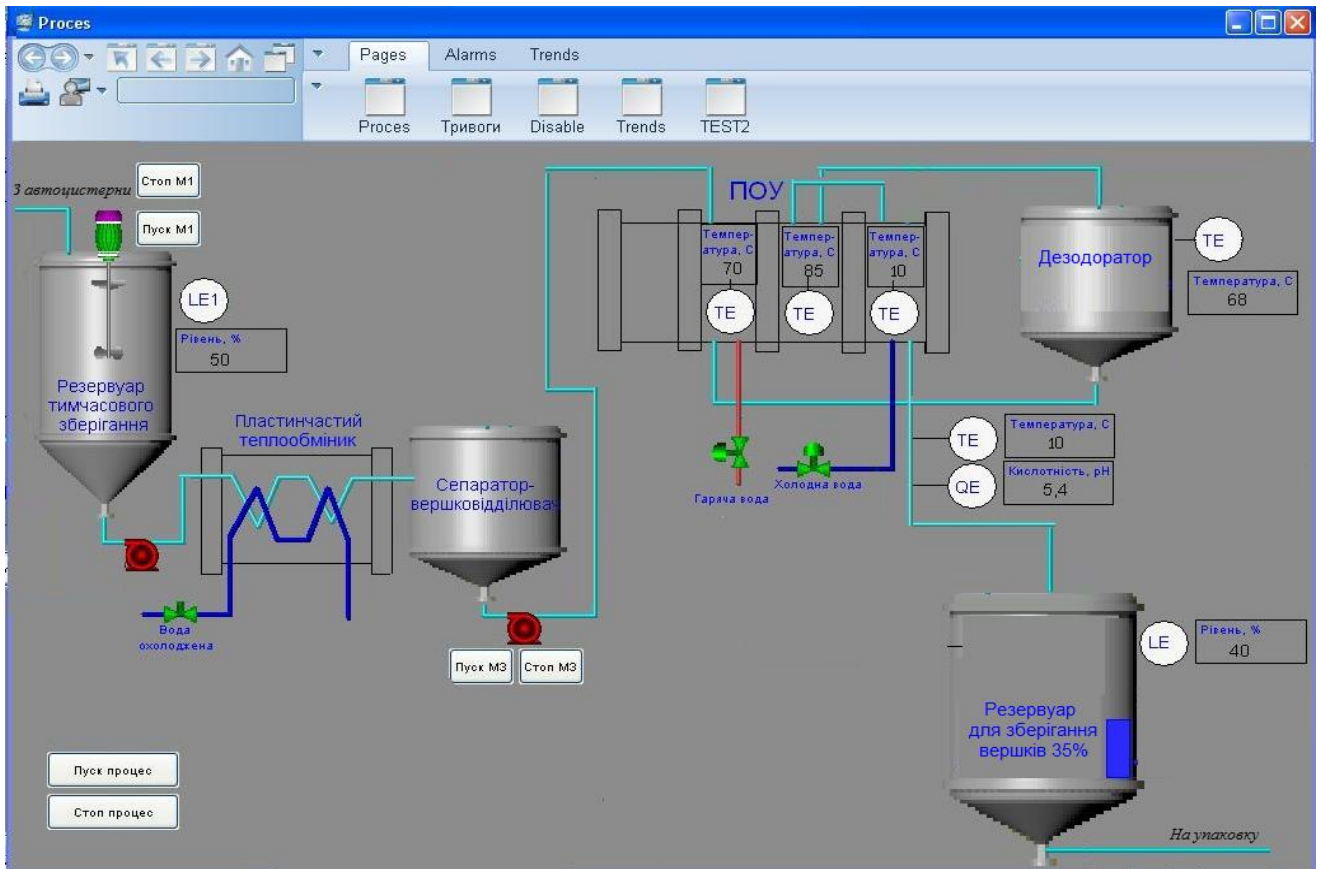


Рис. 6.1. Мнемосхема технологічного процесу виготовлення вершків

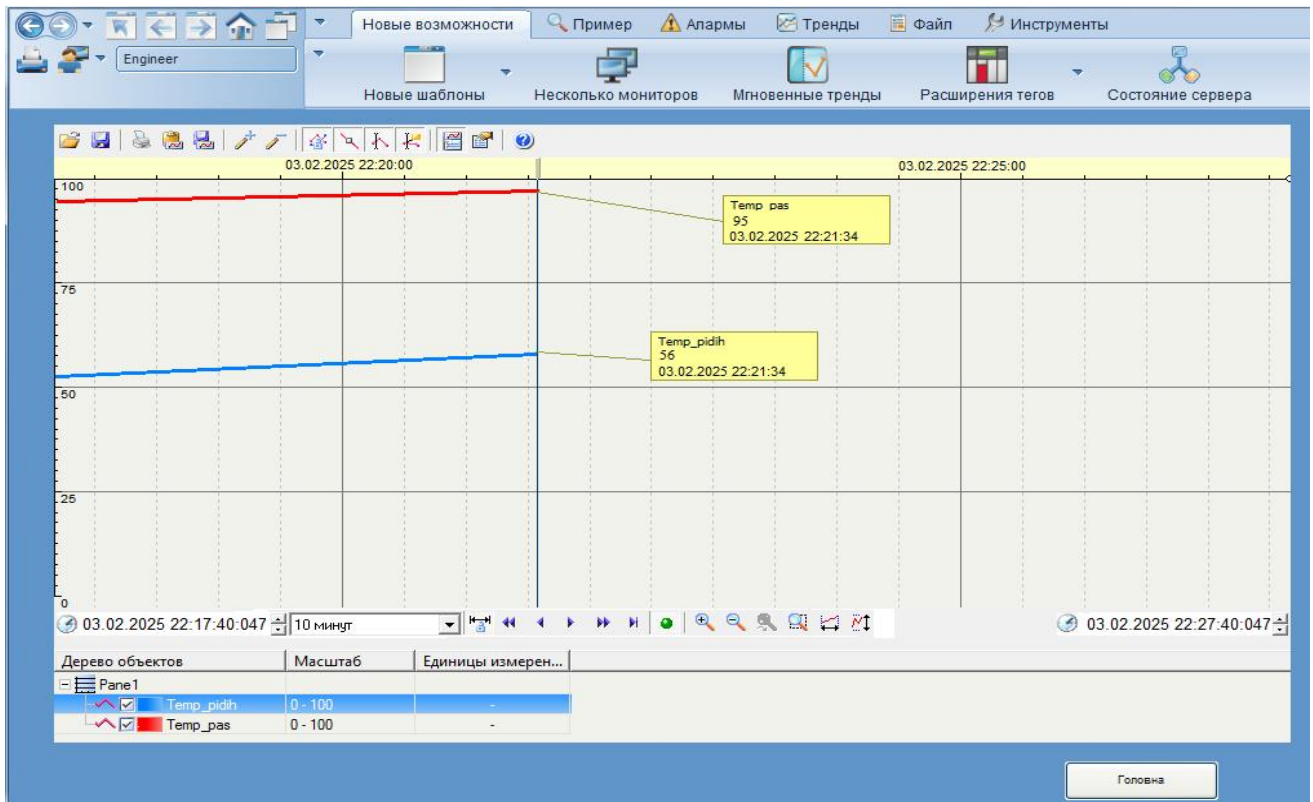


Рис. 6.2. Тренди реального часу

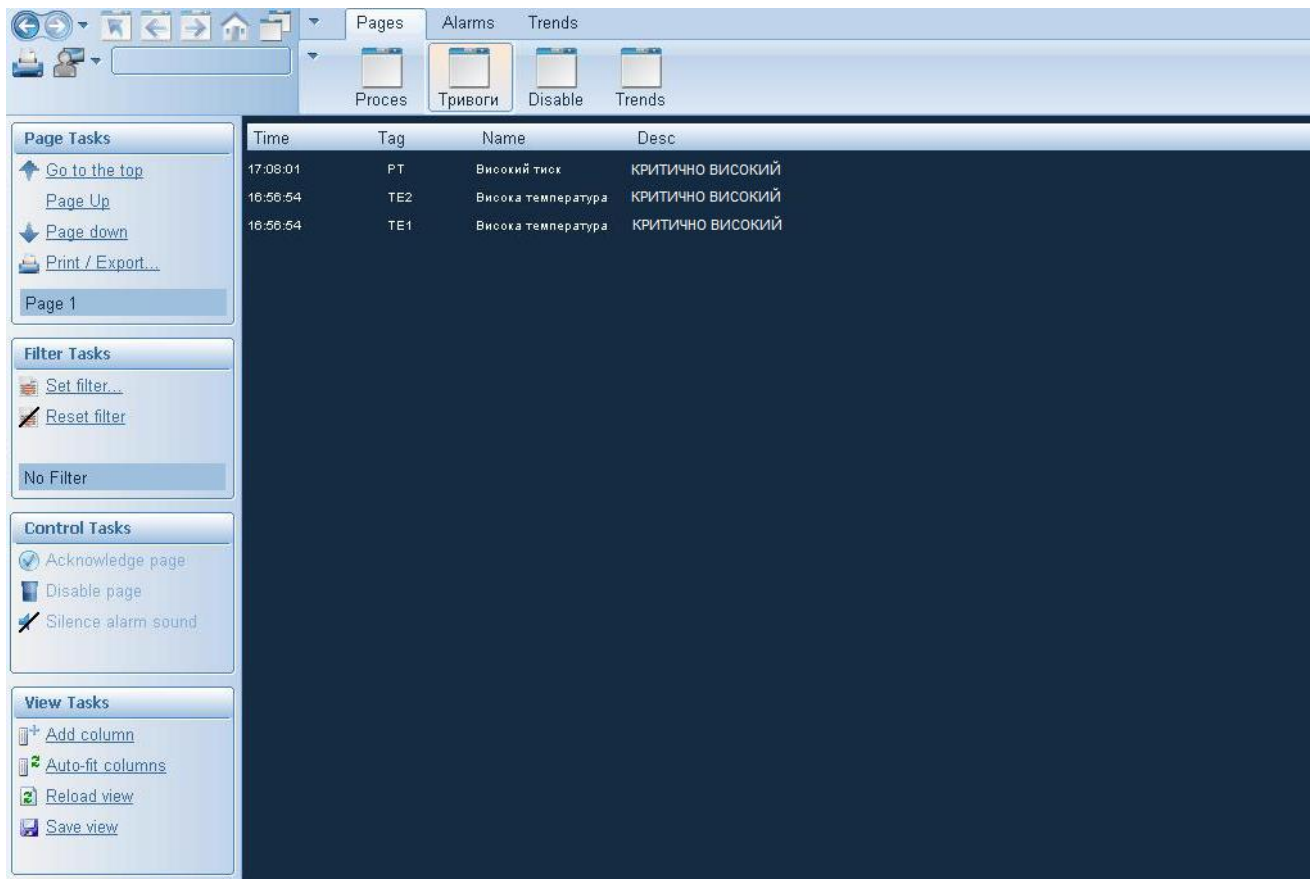


Рис. 6.3. Екран тривоги та алармів

Висновок

Внаслідок впровадження автоматизованої системи управління процесом виробництва вершків 35%-ної жирності на молочному заводі підвищилась надійність системи, значно покращилась якість готової продукції, зменшилися втрати за рахунок збільшення строку придатності, а також зменшилися втрати енергоресурсів за рахунок зменшення часу пастеризації вершків та охолодження продукту в ємностях для зберігання.

Запропонована система передбачає збільшення техніко – економічних показників, що значною мірою впливає на стабільну роботу всього підприємства та принесення прибутку.

Розроблена система автоматизації відповідає вимогам якості, надійності, сучасності, а також базується на використанні закордонної техніки. Завдяки використанню вибраної в кваліфікаційній роботі мікропроцесорної техніки було забезпечено високу точність регулювання і стабілізацію роботи лінії по виробництву вершків, 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.

Розроблено програмне забезпечення для управління технологічним процесом з допомогою програмного забезпечення Unity Pro від фірми SE. Це дає можливість застосовувати для оперативного управління SCADA –програму реалізовану з допомогою Vijeo Citect, отже, є можливість отримувати дані про перебіг процесу як в

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

реальному часі так і з історичної бази даних. Відмінне ПЗ дає змогу оператору даного відділення керувати технологічним процесом з локальної станції, швидко і без зайвих зусиль з єдиного операторського пункту керувати роботою всього відділення, не марнуючи час на керування з місцевих пунктів, а також завжди мати оперативну та достовірну інформацію на мнемосхемі про роботу всіх підсистем відділення в зручному для сприйняття вигляді.

Проведено заміну з лабораторного на метрологічний метод вимірювання жирності вершків, що здійснюється за допомогою фотометра NBP007 фірми Kemtrak.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		58

Список використаної літератури

1. Скорченко Т.А., Поліщук Г.Є., Грек О.В., Кочубей О.В. Технологія незбираномолочних продуктів. Навч. посіб.- Вінниця: Нова книга, 2005.-264 с.
2. Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації / А.К.Бабіченко. – Харків.: НТУ «ХПІ», 2001. – 470 с.
3. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: Навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк, О.П.Лобок. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
4. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: Навчальний посібник/ І.В.Ельперін – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
5. Ладанюк А.П. Методи сучасної теорії управління: / А.П.Ладанюк, В.Д.Кишенько, Н.М.Луцька, В.В.Іващук. – К.:НУХТ, 2010. -196 с.
6. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування: курс лекцій, ч.1./ А.П.Ладанюк – Вінниця.: Нова книга, 2004. – 184 с.
7. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування: курс лекцій, ч.2/ А.П.Ладанюк – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
8. Ладанюк А.П. Основи системного аналізу: Навчальний посібник./ А.П. Ладанюк – Вінниця.: Нова книга, 2004. – 176 с.
9. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник/ Ладанюк А.А., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.
10. Методичні вказівки до виконання схем автоматизації.
11. Методичні вказівки до виконання принципових схем.
12. Методичні вказівки до розрахунку метрологічних характеристик ІВК.

					Кваліфікаційна робота	Анк
Змч	Анк	№ доквм	Підпис	Лат		59

13. Методичні вказівки до виконання дисплейних мнемосхем.
14. Нестеров А. Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров: – СПб. Издательство: ДЕАН. 2006. – 844 с.
15. Нестеров А. Л. Проектирование АСУТП. Книга 2. / А.Л. Нестеров: - СПб. Издательство: ДЕАН. 2009. – 944 с.
16. Попович М.Г Теорія автоматичного керування: Підручник./ М.Г.Попович.,О.В. Ковальчук -К.: Либідь, 1997.
17. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: Навчальний посібник./ В.Г. Трегуб – К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
18. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник./ О.М. Пупена, І.В.Ельперін, Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк – К.:Вид.-во "Ліра-К", 2011. - 552 с.
19. Трегуб В.Г. Методичні вказівки до проектування пунктів управління мікропроцесорних систем автоматизації в курсовому й дипломному проектуванні / Упоряд. В.Г. Трегуб. - К: КТІХП, 1993. - 36 с.
20. Трегуб В.Г. Методичні вказівки до проектування принципів схем мікропроцесорних систем автоматизації при виконанні курсових та дипломного проекту/Упоряд. Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Карнаух А.О. - К.: УДУХТ, 1994 . - 56 с.
21. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник./Дж. Фрайден Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
22. Документація на контролери фірми Schneider Electric.
23. Документація на продукцію фірми Endress+Hauser.
24. Документація на продукцію Samozzi.
25. Документація на продукцію на фотометр NBP007.

					Кваліфікаційна робота	Анк
Змн	Анк	№ докум	Пілпис	Лат		60