

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

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету

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

«2» червень 2021 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

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

«2» червень 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

на тему: Розробка системи автоматизації технологічного процесу пастеризації молока

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

Дмитрук Дмитро Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) _____
(підпис)

Керівник _____
Швед Сергій Миколайович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) _____
(підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Рецензент _____
Андріюк О.П.
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 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

«29» квітня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Дмитруку Дмитру Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації технологічного процесу пастеризації молока

керівник роботи доцент, к. т. н. Швед Сергій Миколайович

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

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

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

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. 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. Проєктне 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.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 29 квітня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Дмитрук Д.О.

(підпис)

Керівник роботи Швед С.М.

(підпис)

Анотація

Кваліфікаційною роботою є розробка системи автоматизації технологічного процесу пастеризації молока.

У даній кваліфікаційній роботі було розроблено систему автоматизації управління процесом пастеризації молока. Для цього ми виконали аналіз процесу пастеризації та провели огляд існуючих рішень. Проаналізували та обрали виконавчі механізми, контролер та датчики.

Розробили алгоритм та програму для управління процесом пастеризації молока. Програма розроблена для TSX Micro 3722101 від виробника Schneider Electric. Інтерфейс SCADA-програма технологічного процесу розроблено в програмному забезпеченні Citect SCADA2015 та вигляд дисплейної мнемосхеми представлено в записці проекту.

Ключові слова: пастеризація, контролер, молоко, система.

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

Annotation

The qualification work is the development of a system for automation of the technological process of milk pasteurization.

In this qualification work, a system for automating the control of the technological process of milk pasteurization was created. To do this, we analyzed the process of pasteurization of milk and reviewed existing solutions. Analyzed and selected actuators, controller and sensors.

Developed an algorithm and program to control the process of pasteurization of milk. The program is designed for TSX Micro 3722101 from the manufacturer Schneider Electric. The interface of the SCADA-program of the technological process is developed in the software Citect SCADA2015 and the form of the display mnemonic is presented in the project note.

Keywords: pasteurization, controller, milk, system.

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

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації	9
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.	9
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації	18
Розділ 2. Система автоматизації	19
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	19
2.2 Схема автоматизації.....	27
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	29
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.....	34
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)	34
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	38
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру	39
Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів	46
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	49
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.....	60
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.	60
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	68
Висновок.....	72
Список використаної літератури	73

Вступ

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.

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 пастеризованого молока 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 пастеризованого молока 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.

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

Велике значення при виробництві пастеризованого молока має теплова обробка. Якість продукту в значній мірі залежить від підтримування встановлених режимів теплової обробки молока. Це впливає не тільки на зменшення загальної кількості величини мікроорганізмів, але й надає продуктам відповідних для них властивостей (смак, запах).

Автоматичне управління лінією по пастеризації молока дозволяє знизити втрати молока при прийомці молока, запуску та зупинці розливу, якісніше вести мийку обладнання.

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.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації

Автоматизація молочного виробництва забезпечує якісну і ефективну роботу технологічних ділянок тільки у випадках комплексного підходу до розв'язання цієї задачі. При такому підході слід підготувати до автоматизації технологічне обладнання, технологію і вибрати необхідні засоби автоматизації для основних і допоміжних ділянок.

Технологічний процес молочного виробництва є в основному безперервно-поточним і здійснюється головним чином в безперервно діючому обладнанні, а тому задовольняє основним вимогам з точки зору його автоматизації. Разом з цим впровадження автоматизації передбачає велику і трудомістку роботу пов'язану з капітальними витратами.

Велике значення при підготовці об'єкту до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, за якими здійснюється об'єктивне управління процесом.

Короткий опис технологічного процесу

Молоко – один із найскладніших продуктів за своїм хімічним складом. В склад молока входять: вода, білки, молочний жир, молочний цукор – лактоза, мінеральні речовини і мікроелементи – кальцій і фосфор, більшість відомих вітамінів, ферменти, що сприяють травленню, гормони, імунні тіла, гази, мікроорганізми, пігменти.

В залежності від фізико-хімічних показників, натуральне молоко розділяють на сорти в залежності з нормами наведеними в табл.1.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації технологічного процесу пастеризації молока		
Розроб.		Дмитрук Д.О.					
Керівник		Швед С.М.					
Зав.каф.		Ельперін І.В.					
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						9	10

Таблиця 1.1. Фізико-хімічні показники молока.

Показник	Норма для молока			
	вищого сорту	першого сорту	другого сорту	несортованого
Кислотність, °Т	16...18	16...18	16...21	Менше 16 чи більше 21
Група чистоти по еталону, не нижче групи	I	I	II	III
Густина, кг/м ³ , не менше	1028	1027	1027	Менше 1027
Температура замерзання, °С	Не вище - 0,52	Вище - 0,52		

Очистку проводять для того щоб видалити механічні забруднення і мікроорганізми. Якість молока, особливо бактеріологічні показники, в значній мірі залежать від строку і температури його зберігання.

В неохолоджену молоці швидко розвиваються мікроорганізми, що визивають його скисання. Охолодження молока – один із основних факторів, сприяючих подавленню розвитку небажаної патогенної мікрофлори і зберігання якості молока. Розмноження більшості мікроорганізмів, що зустрічаються в молоці, майже повністю припиняється при температурі 2...4 °С.

Далі молоко поступає на нормалізацію, так як на молочні підприємства молоко поступає з різним складом жиру і сухого обезжиреного молочного залишку (СОМО), а в готовому продукті жир і СОМО повинні бути в певній кількості чи співвідношенні. В зв'язку з цим, необхідна нормалізація сировини.

Нормалізація – це регулювання складу сировини для отримання готового продукту, що відповідає вимогам стандарту. Нормалізація молока призначена для опрацювання натурального молока у натуральному вигляді, для розділення

молочної сировини різної концентрації, тобто, знежиреного молока від вершків, розподілення молочних жирів поетапно. Для нормалізації молока використовують різні пристрої.

Натуральне молоко, направлене на переробку, нормалізують обезжиреним молоком чи вершками безпосередньо в резервуарі чи в потоці. Одним із найпростіших способів нормалізації по жиру є нормалізація змішуванням в ємкості розрахованої кількості нормалізуємого молока і нормалізуючого компоненту(вершків або обезжиреного молока).

Автоматизовані установки для нормалізації молока в потоці повинні бути обладнані вимірювачами маси (витрати) нормалізуємого і обезжиреного молока (вершків) і приладами, що підтримують постійним відношення витрати обезжиреного (вершків) і нормалізуємого молока.

Після нормалізації молоко поступає на гомогенізацію та теплову обробку.

Теплова обробка молочної сировини проводиться з метою його обеззараження. Вона повинна забезпечити не тільки надійне подавлення життєдіяльності мікроорганізмів а й максимально можливе зберігання вихідних властивостей молока. Будь-яка теплова дія на молоко порушує його початковий склад і фізико-хімічні властивості. Степінь фізико-хімічних змін молока головним чином залежить від температури і тривалості теплової обробки.

До видів теплової обробки відноситься пастеризація і стерилізація. Різновидами пастеризації є ультра високотемпературна (УВТ) обробка і термізація.

Пастеризація молока – це теплова обробка молока з ціллю знищення вегетативних форм мікрофлори, в тому числі патогенних. Режим пастеризації повинен забезпечити також отримання заданих властивостей готового продукту, зокрема органолептичних показників (смак, потрібні в'язкість і щільність згустку). Ефект пастеризації, обумовлений ступенем загибелі патогенної мікрофлори, впливає на вибір режимів і способів пастеризації. З патогенних мікроорганізмів найбільш стійкі до теплової обробки бактерії туберкульозу. Оскільки робота з визначення збудників туберкульозу складна, то ефективність

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пастеризації прийнято визначати за загибелі не менш стійкою кишкової палички. Ефект пастеризації залежить від температури t і тривалості теплової обробки z .

Залежно від цих факторів розрізняють три режими пастеризації: тривала пастеризація - при температурі $60 \dots 63^\circ \text{C}$ з витримкою 30 хв; короткочасна - при $74 \dots 78^\circ \text{C}$ з витримкою 20 с; моментальна – при температурі $85 \dots 87^\circ \text{C}$ або $95 \dots 98^\circ \text{C}$ без витримки.

Вибір режимів пастеризації зумовлюється технологічними умовами і властивостями продукту. При вмісті в продукті компонентів, що відрізняються низькою термостійкістю, слід застосовувати тривалу пастеризацію.

Процес тривалої пастеризації хоча і забезпечує надійне знищення патогенних мікробів і найменшу зміну фізико-хімічних властивостей молока, однак вимагає більших витрат, пов'язаних з використанням малопродуктивного обладнання.

Найбільш поширений спосіб у виробництві пастеризованого молока – короткочасна пастеризація. Цей спосіб також надійний для інактивації мікробів і максимального збереження вихідних властивостей молока. Миттєва пастеризація по впливу на мікроби і властивості молока аналогічна короткочасній. Вона рекомендується для пастеризації вершків, з яких виробляють масло, і при виробництві молочних консервів. Таким чином, всі способи пастеризації дозволяють отримати продукт, нешкідливий для безпосереднього вживання в їжу, але він має обмежений термін зберігання.

Опірність мікроорганізмів тепловій обробці збільшується при підвищенні вмісту жиру і сухих речовин в продуктах (вершки, суміш для морозива), так як жирові і білкові речовини надають захисну дію на мікробні клітини. Тому для продуктів з підвищеним вмістом жиру і сухих речовин температура пастеризації повинна бути збільшена на $10 \dots 15^\circ \text{C}$ у порівнянні з температурою пастеризації молока.

Нормалізоване і гомогенізоване молоко пастеризується при 76°C з витримкою 15-20 с. Потім молоко охолоджується до $4-6^\circ \text{C}$. Охолодження йде на

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пластинчастій пастеризаційно-охолоджувальній установці. Після цього молоко направляють у резервуар для проміжного зберігання або безпосередньо на розлив.

Пастеризаційні установки бувають пластинчастого і трубчастого типів. Пастеризаційні установки пластинчастого типу, або пастеризаційно-охолоджувальні, призначені для пастеризації та охолодження в потоці питного молока, молока при виробленні кисломолочних продуктів, вершків і суміші морозива, пастеризаційної установки трубчастого типу - для пастеризації в потоці молока і вершків.

Пастеризаційно-охолоджувальні установки для питного молока розрізняють по продуктивності. Випускають пастеризаційно-охолоджувальні установки продуктивністю 3000, 5000, 10000, 15 000 і 25 000 л / год.

Найбільш поширеною є пастеризаційно-охолоджувальна установка продуктивністю 10 000 л / год.

Пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки призначені для швидкого нагріву продукту в безперервному тонкому шарі його закритого потоку з послідувачим охолодженням. Їх застосовують на молочних заводах, великих тваринницьких комплексах молочного напрямку, що поставляють молоко безпосередньо споживачу, і фермах, де є худоба із захворюваннями, що вимагають пастеризації молока до його відправки з господарств на завод.

При роботі установки сире молоко з місткості для збору і зберігання самоплив або насосом подають в зрівнювальний бак при температурі +4...7°C, де підтримують постійний рівень. З приймального бака насосом нагнітають в секцію рекуперації пластинчатого апарату, звідки направляють на молокоочищувач, під тиском 0,35 мПа. Після відцентрового очищення тиском, створюваним молокоочищувачем, молоко подають в секцію пастеризації, де нагрівають гарячою водою +98 °C до температури +75...90 °C.

Секція пастеризації розрахована на роботу при малому температурному перепаді між молоком і гарячою водою. Такий незначний температурний

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

перепад забезпечує зменшення швидкості утворення пригару і створює передумови для тривалої роботи апарату, стійкої продуктивності.

Задана температура пастеризації підтримується автоматично. Вихід нагрітого молока з секції пастеризації у витримувач виключається, воно автоматично поступає в зрівняльний бак, для повторного нагріву.

З секції пастеризації гаряче молоко поступає у витримувач і знаходиться там при температурі пастеризації певний час (25-30 хв). З витримувача молоко направляють в секцію рекуперації, де охолоджують зустрічним потоком холодного сирого молока, і поступає в секцію охолодження. Цим досягається економія теплоти, що витрачається на теплову обробку молока. В секції охолодження молоко охолоджують льодяною водою або розсолем при температурі +1 °С. З установки молоко виходить при цьому маючи температуру +5 °С. Витрата молока складає 10 т/год.

В секції пастеризації молоко нагрівається водою, що проходить в одному напрямі через більшу кількість паралельних каналів, ніж продукт. Таким розподілом каналів досягається рівність швидкостей і тиску по обидві сторони теплообмінних пластин, оскільки кратність циркуляції гарячої води у декілька разів перевищує продуктивність установки по молоку.

В секції рекуперації, яка в деяких випадках може бути розбита на дві частини, гаряче молоко віддає своє тепло стрічному потоку холодного молока.

В пластинчатих апаратах економія тепла в секції рекуперації досягає 85-90 %. Таким чином, витрата пару на пастеризацію молока скорочується у декілька разів в порівнянні з ваннами тривалої пастеризації і іншими апаратами, що не мають рекуператорів.

В секції охолодження кількість циркулюючого холодоносія у декілька разів перевищує кількість протікаючого молока. Тому кількість паралельних каналів для проходу льодяної води або розсолу в 3-4 більша, ніж для молока.

Витримувач - найважливіший елемент пластинчатих пастеризаційно-охолоджувальних установок. В ньому молоко знаходиться при температурі

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пастеризації протягом певного часу,, необхідного для завершення бактерицидної дії температури.

Гаряча вода для нагрівання молока подається в секцію пастеризації насосом . З цієї секції охолоджена вода, після того як вона віддасть тепло молоку, повертається в бачок-акумулятор (бойлер). Вода нагрівається до температури (78 - 82) ° С парою в пароконтактному нагрівачі. У пароконтактний нагрівач подається пар регулюючими клапанами подачі.

На виході пастеризованого молока з секції пастеризації встановлений датчик температури, який призначений для контролю температури охолодженого пастеризованого молока.

Пастеризатор-охолоджувач встановлюють на підлозі цеху молочного заводу без фундаменту строго за рівнем, використовуючи регулюючі пристрої ніжок апарату. Після огляду всіх елементів апарату, переконавшись у їх справності і чистоті, а також у правильному розташуванні теплообмінних пластин у відповідності з їх нумерацією, його збирають.

Пластини і проміжні плити вручну пересувають по тягам на робочі місця. Для зменшення зусиль під час зсуву пластин і плит необхідно робочі поверхні тяг і різьби затискних пристроїв злегка змащувати. Остаточо притискають теплообмінні пластини і плити гвинтовим затиском за допомогою спеціального ключа.

Необхідну для герметичності ступінь стиснення теплових секцій визначають стрілкою, нанесеною на верхній і нижній розпірках, яка повинна збігатися з центром вертикальної розпірки обох тяг. При цьому, враховуючи наявність двохвинтового зажиму, необхідно виробляти рівномірну затяжку кожним гвинтовим пристроєм для запобігання перекосу.

Перед пуском установки в роботу її обов'язково чистять, миють і стерилізують гарячою водою, а при безрозбірному митті - миючими засобами за допомогою спеціальних установок для цих цілей. Безрозбірна мийка, при якій миючі розчини циркулюють в замкнутій системі з відключеним

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

молокоочищувачем, допустима лише в тому випадку, якщо відсутні деталі, виготовлені з бронзи і алюмінію.

Для припинення роботи установки вимикають подачу молока і замість нього подають воду. Після витіснення молока з апарату вимикають пару, гарячу воду і розсіл, вимикають молокоочищувач, знеструмлюють щит управління і випускають весь розсіл. Після цього всю установку піддають санітарній обробці. Під час чищення і миття не можна користуватися металевими щітками та іншими абразивними матеріалами.

При високотемпературної пастеризації необхідно апарат постачати захисним кожухом.

У неробочий час не можна залишати розсіл в апараті, він повинен бути повністю злитий, а секції промиті, інакше термін служби пластин скоротиться через їх корозію.

Машинно-апаратурна схема

Процес виробництва пастеризованого молока складається із наступних технологічних операцій: приймання молока, охолодження, попереднє зберігання, нормалізація, пастеризація, зберігання пастеризованого молока, розлив його в упаковку.

На ділянці приймання молока та його зберігання розташовані установки для приймання молока, які укомплектовані лічильником, охолоджувачем, пристроєм для нормалізації молока, системою трубопроводів для транспортування молока із запірно-розподільною арматурою.

Як правило, молоко приходить на завод в автоцистернах, які підключаються до установки приймання. Молоко переміщується і береться середня проба для виміру параметрів складу та якості: кислотність, масового вмісту жиру, температури, ступеня чистоти і бактеріальної цінності. Одержані показники порівнюються з даними документації й вирішується питання про прийомку молока.

На ділянці теплової обробки молока розташована пастеризаційно-охолоджувальна установка, яка складається з пластинчастого теплообмінного

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

апарата, приймального бака, насоса М1, сепаратора молоко-очисника, насоса для подачі гарячої води М2, конвекційного бака з інжектором, трубчатого витримувача.

Молоко знаходить в приймальний бак, в якому завдяки сигналізу чому рівнеміру відбувається його заповнення до визначеного рівня. З приймального бака молоко насосом М1 подається в секцію регенерації пластинчатого теплообмінного апарата для попереднього нагріву і далі в сепаратор для очищення від механічних та інших домішок. Як правило, пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки комплектуються саморозвантажувальними сепараторами молоко-очисниками .

Після очистки молоко прямує в секцію пастеризації, де нагрівається до температури 76-80 °С і за допомогою перемикального клапана прямує на витримувач. Далі молоко надходить знову в секцію регенерації, де попередньо охолоджується, а потім – в секцію охолодження для досягнення температури 2-6 °С.

Нагрівання в секції пастеризації молока до температури 76-80 °С відбувається завдяки гарячій воді, що циркулює з допомогою насоса в замкнутому контурі бойлерно-інжекторного баку, проходячи послідовно через секцію інжектора пари, секцію пастеризації, конвекційний блок. В інжекторі відбувається нагрівання води паром. При порушенні заданого режиму молоко прямує на повторну пастеризацію. Надходження в приймальний бак припиняється.

Якщо в ході роботи припиняється подача продукту, то після спорожнення приймального баку відключається насос. Молоко, яке залишилося в трубопроводі, де встановлений датчик температури, охолоджується. Це призводить до збільшення витрати пари. Тому при зниженні молока в баку доцільно робити циркуляцію продукту.

Ефективність пастеризації молока визначається ступінню нейтралізованих мікроорганізмів у процесі теплової обробки і може досягнути 99%.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.2. Завдання на розробку системи автоматизації.

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Пастеризаційно-охолоджувальна установка	Температура після пастеризації, °C	90+/-3°C	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі гарячої води в ПОУ	
		Температура після охолодження, °C	15+/-1°C	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі холодної води в ПОУ	
		Витрата молока на пастеризацію	600 л/год	Регулювання	Управління	Вплив на ЧПР подачі молока	
		Витрата молока в відділення приготування, л/год	550 л/год	Контроль	Відображення, реєстрація	Вплив на ЧПР подачі молока	
		Витрата гарячої води на підігрів, л/год	300 л/год	Регулювання	Управління	Вплив на ЧПР подачі гарячої води	
2	Зрівнювальний бак	Рівень в зрівнювальному баці, %	90%	Регулювання	Управління	Вплив на клапан подачі молока в бак	
3	Очишувач	Рівень в очишувачі, %	90%	Регулювання	Управління	Вплив на ЧПР подачі молока	
4	Збірник непастеризованого молока	Рівень в збірнику непастеризованого молока, %	90%	Регулювання	Управління	Вплив на клапан подачі молока	

Розділ 2. Система автоматизації

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)

Структура технічних засобів автоматизованої системи керування технологічним процесом пастеризації молока включає в себе крім регулюючих органів, виконавчих механізмів, ще і вторинні показуючі та реєструючі прилади, а також мікропроцесорний контролер TSX Micro.

Основою для вибору засобів автоматизації слугують характеристики контролюваного середовища, діапазон зміни контролюваного параметра, технологічні обмеження щодо використання електричних засобів в вибухонебезпечних приміщеннях, а також використання однотипних приладів, які вже використовуються на інших дільницях заводу.

Для вибору технічних засобів, виконавчих механізмів та регулюючих органів потрібно врахувати та детально проаналізувати вище перераховані параметри. На їх основі і вибираємо технічні засоби та устаткування, середовище їх застосування, функціональні можливості та ін..

Будь-які вимірювання фізичних величин виконуються певним методом, який реалізується у відповідному засобі вимірювань.

Засіб вимірювання (ЗВ) – це узагальнене поняття конструктивно закінчених пристроїв, які мають один із трьох признаков:

- виробляють сигнал, який несе інформацію про розмір (значення) вимірюваної фізичної величини (ФВ), наприклад, покази термометру;
- або відтворює ФВ заданого розміру;
- має нормовані метрологічні характеристики.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дмитрук Д.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу пастеризації молока	Літ.	Арк.
Керівник		Швед С.М.					Аркушів
							19
							15
Зав.каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1	
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

Вимірювана ФВ завдяки ЗВ перетворюється на відповідний сигнал вимірювальної інформації, який спостерігач сприймає або безпосередньо на шкалі ЗВ, або який, після перетворення та обробки, передається через канали зв'язку на інші ЗВ у вигляді сигналу зовсім іншої ФВ.

Для реалізації поставленої мети та узгодженої роботи устаткування використовуємо мікропроцесорний контролер Modicon TSX Micro 3722101, він являє собою мікропроцесорний пристрій, архітектура якого оптимізована для розв'язання задач автоматичного управління технологічними процесами, він може працювати як в складі комп'ютерно-інтегрованої системи керування, і як автоматичний технічний засіб, який розв'язує комплекс задач логічного управління та регулювання, подає та документує інформацію про процес управління.

Температура

В даному проекті для вимірювання температури використовується ПВП вимірювання температури Pt100, із вторинним перетворювачем Sitrans TF2.

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

Останнім часом виготовляються мідні термометри типу ТСМУ з нормувальними перетворювачами, розміщеними у їхніх головках, а також аналогічні платинові ТСПУ, з уніфікованими вихідними сигналами (4-20 мА). Це, так звані, інтелектуальні датчики.

Конфігуруємий Sitrans TF2 – це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та термометром опору Pt100. Призначення приладу – індикація та контроль температури, що вимірюється на технологічній лінії за місцем, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань.

Загальний огляд

Вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2 (рис.2.1.) об'єднує три компоненти в одному приладі:

- термометр опору Pt100 в захисній трубці із нержавіючої сталі;

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

- корпус із нержавіючої сталі з високим класом захисту;
- вбудований та конфігуруємий за допомогою трьох клавiш мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рiдинно-кришталевим дисплеєм (РКД). Випускаються осьова та радіальна конструкції TF2.

Переваги приладу

- висока точність вимірювання та індикація з дозволяємою властивістю 1/100 °С в усьому діапазоні вимірювання;
- конфігуруємі діапазони вимірювання в межах від -50 до +200°С; сигналізація (+/-) про перевищення заданого межового значення температури на РКД, а також за допомогою червоного світло діоду (рис.2.2.).

Конструкція

Корпус SITRANS TF2 (рис.2.1.) виготовлений із інструментальної сталі (Ø 80 мм) та оснащений захисним склом. В захисну трубу із інструментальної сталі з різьбовим з'єднанням вмонтований температурний датчик Pt100. За рахунок використання інструментальної сталі при виготовлені захисних труб досягається висока хімічна стійкість, яка визначає високу степiнь захисту температурного датчика від впливу вимірюваного за температурою середовища. У стандартному виконанні довжина захисної труби складає 170 мм або 260 мм. На зворотній стороні корпусу розташовані клеми для підключення живлення за рахунок струмового ланцюга (петлі) 4...20 мА. Підключення здійснюється через рознім в відповідності з EN 175301-803A.



Рис. 2.1. Зовнішній вигляд термометра опору

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

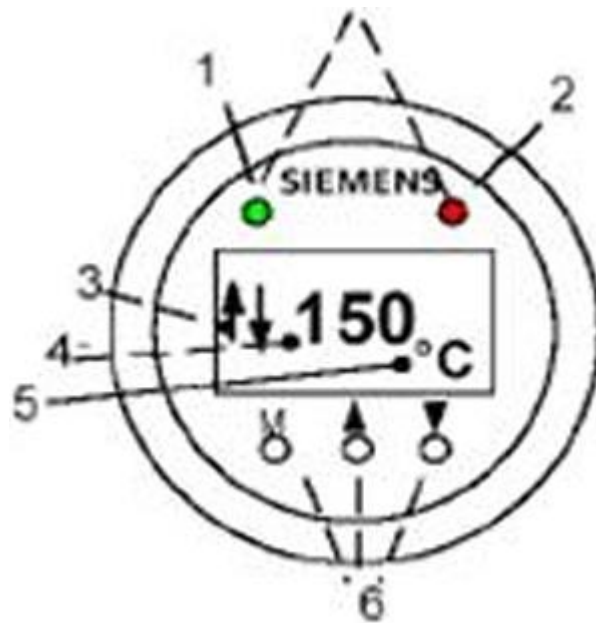


Рис. 2.2. Дисплей термометра

1. Зелений світлодіод
2. Красний світлодіод
3. Жидкокристалічний індикатор: вихід за верхнє/нижнє порогове значення
4. Жидкокристалічний індикатор: відображуване значення
5. Жидкокристалічний індикатор: одиниця виміру
6. Кнопки управління

На передній стороні корпусу знаходиться п'ятирозрядний дисплей під скляною кришкою. Під дисплеєм розташовані три клавіші конфігурування SITRANS TF2. Над дисплеєм розташовані один зелений та один червоний світлодіоди для індикації стану приладу.

Принцип роботи

Вимірювальний перетворювач TF2 (рис.2.3.) можна розділити на наступні функціональні блоки і окремі функції:

Вхід: RTD – термометр опору Pt100; I_k – стабілізоване джерело струму;

A/D – аналого-цифровий перетворювач.

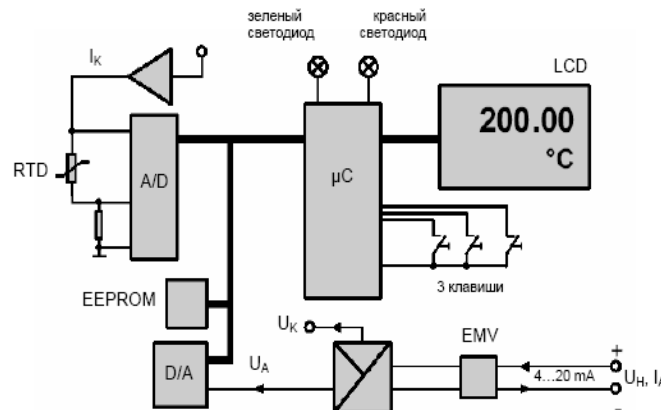


Рис.2.3. Аналогово-цифровий перетворювач Sitrans TF2

Вихід: D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм, який живиться від стабілізованого джерела каліброваної напруги U_k та перетворює напругу ЦАП в уніфікований вихідний сигнал по струму (4...20 мА); EMV – вихідний каскад з захисними компонентами, який об'єднує струм живлення з уніфікованим вихідним сигналом по струму; U_H – джерело живлення постійного струму в межах +12 В - +36В; I_A – уніфікований вихідний сигнал по струму (він же струм споживання).

Мікроконтролер:

EEPROM – перепрограмуємий запам'ятовуючий пристрій для всіх параметрів; μC – функції обчислення та контролю мікроконтролера.

Вихід: D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм, який живиться від стабілізованого джерела напруги та перетворює напругу ЦАП в уніфікований вихідний сигнал по

струму (4...20 мА); EMV – вихідний каскад з захисними компонентами, який об'єднує струм живлення з уніфікованим вихідним сигналом по струму; U_H – джерело живлення постійного струму в межах +12 В - +36В; I_A – уніфікований вихідний сигнал по струму (він же струм споживання).

Керування та індикації: 3 клавіші – конфігурування параметрів перетворювача;

LCD – індикація вимірюваних величин з одиницями вимірювання (РКД);

Зелений світлодіод – індикація нормального режиму роботи;

Червоний світлодіод – індикація повідомлень про помилки та при виході параметру за встановлені межі.

Первинний вимірювальний перетворювач RTD (Pt100), що знаходиться в об'єкті, отримує живлення від стабілізованого джерела струму I_K . Спад напруги на датчику відповідає вимірюваній температурі. Аналого-цифровий перетворювач (A/D) перетворює спад напруги у цифровий сигнал. В мікроконтролері (μC) відбувається лінеаризація сигналу у цифровій формі і відтворюється у цій формі у відповідності з необхідними даними (наприклад, вибраною одиницею вимірювання або необхідному діапазону), що запрограмовані заздалегідь та зберігаються в енергонезалежній постійній пам'яті EEPROM, яка дозволяє перепрограмування.

Основною перевагою перетворювача Sitrans TF2 є схема живлення в два проводи, в якій виконано об'єднання ланцюга живлення перетворювача з одночасним передаванням по ньому сигналу вимірювальної інформації - вихідного уніфікованого аналогового сигналу по струму в межах 4...20 мА, який відповідає значенню вимірюваної температури. Тобто, при налаштованому початковому значенні вимірюваної температури, схема перетворювача споживає струм 4 мА напругою постійного струму в межах 12...30В. В кінці діапазону – перетворювач споживає струм 20 мА при тих же межах напруги живлення. Для передавання інформації про значення вимірюваної температури немає необхідності в додаткових лініях зв'язку. Для отримання цієї інформації достатньо в ланцюг підведення живлення в два проводи, ввімкнути опір

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

навантаження величиною $R_L \cong 500 \text{ Ом}$ та отримати на ньому, на необхідній відстані від місця вимірювання, спад напруги, який може бути використаний, наприклад, для перетворення в аналого-цифровому перетворювачі (АЦП) мікропроцесорного контролера системи керування технологічним процесом.

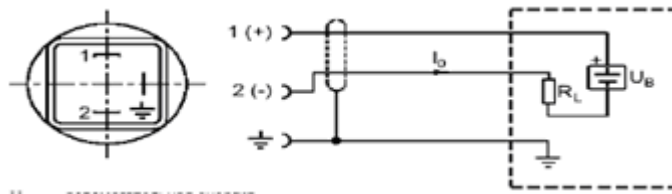


Рис.2.4. Схема підключення TF2 до двохпроводової лінії живлення.

U_в-блок живлення. R_l – опір навантаження. I_о – вихідний струм.

Технічні характеристики TF2:

Вхід: вимірювана величина – температура в діапазоні від -50...+200°C.

Вихід: уніфікований сигнал 4...20 мА по дротам живлення.

Нижня (мінімум) - 3,6 мА та верхня межа стуму (максимум) - 23 мА.

Вихід захищений: від от невірною під'єднання джерела живлення за полярністю, від перевищення напруги живлення та від короткого замикання.

Максимальний опір навантаження: $U_H - 12V / 0,023A$.

Характеристика перетворення – прямо пропорційна вимірюваній температурі.

Витрата

Для вимірювання кількості молока яке поступає на пастеризацію використовуємо електромагнітні витратоміри MAGFLO забезпечують надійний вимір електропровідних рідин з високою точністю (0,25-0,5%) в широкому діапазоні виміру.

Принцип виміру витрати заснований на законі електромагнітної індукції Фарадея, при якому вимірювальний датчик перетворює витрату в пропорційне швидкості потоку електричної напруги.

Витратомір MAGFLO складається з датчика витрати типу MAG 3100 (Ду 6 - 2000) і електронного перетворювача сигналів типу MAG 6000 , який має два монтажні виконання компактне і рознесене.

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

Електромагнітні витратоміри MAGFLO використовуються в хімічній, харчовій, целюлозно-бумажній промисловості, а також у сфері водовикористання і в тепломережах. У зв'язку з цим розроблені спеціальних виконань витратомірів MAGFLO: харчове, для води, вибухобезпечне.

Всі електромагнітні витратоміри MAGFLO мають унікальний блок пам'яті SENSORPROM, який зберігає калібрувальні дані датчика і установки перетворювача сигналів протягом всього терміну експлуатації приладу.



Рис.2.5. MAG 6000

2.2. Схема автоматизації

При проектуванні САУ в даному проекті для реалізації функцій логічного управління та регулювання використаємо мікропроцесорний контролер – TSX Micro 3722101. Цей контролер використовують при значній кількості задач логічного управління як автономний пристрій, який вирішує різноманітні задачі на різних рівнях системи і є багатоцільовим, так як співставляє задачі логічного, дистанційного та програмного управління, регулювання в аналоговому, релейному та імпульсному режимах.

З точки зору ієрархічної структури розроблена СА є двохрівневою. Нижній рівень включає датчики, перетворювачі, які розташовані по місцю. Верхній рівень включає в себе МПК TSX Micro 3722101 та ПК.

Система автоматичного контролю та сигналізації технологічних параметрів, якими характеризуються процеси, що протікають в пастеризаційній установці пластинчатого типу, передбачає реалізацію дистанційного та місцевого контролю процесу пастеризації та охолодження молока до заданих температур, контроль якості молока, а також повідомлення обслуговуючий персонал про аварійні відхилення при роботі апарату.

Схема автоматичного контролю та сигналізації працює наступним чином. Молоко надходить із приймального відділення в збірник не пастеризованого молока. В збірнику регулюється рівень. Вимірювання відбувається радарним рівнеміром Rosemount 3300 фірми Emerson (5а), сигнал якого 4..20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає на електро-пневмо перетворювач ЕП-1211 (5б), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Fisher 8560 (5в), який перекриває подачу молока при досягненні рівня понад 90%. З приймального бака подається сире молоко у зрівнювальний бак, рівень молока вимірюється радарним рівнеміром Rosemount 3300 фірми Emerson (3а), сигнал якого 4..20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає на електро-пневмо перетворювач ЕП-1211 (3б), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Fisher 8560 (3в), який змінює кількість молока, що надходить в

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

бак. Тут же працює регулятор витрати молока в зрівнювальний бачок. Вимірюється витрата індукційним витратоміром Sitrans FM MAG 6000 (6a), сигнал 4..20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає на електропневмо перетворювач ЕП-1211 (5б), а з частотного перетворювача на двигун насоса М2, який змінює подачу молока відповідно до завдання.

Пройшовши першу секцію рекупурації, продукт надходить до сепаратора. Рівень в сепараторі сигналізується аналогічним приладом, що й у приймальному баку, радарним рівнеміром Rosemount 3300 фірми Emerson (4a), сигнал якого 4..20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал на частотний перетворювач двигуна насоса М1, який змінює подачу молока відповідно до завдання, що надходить в очисник. Молоко надходить з очисника в секцію пастеризації, де проходить термічну обробку зустрічним потоком гарячої води. Недопастеризоване направляється назад до баку, а молоко з заданою температурою надходить у секцію рекуперації, та охолодження, після чого виходить з установки. Також контролюються температура холодоагента (2a) та гарячої води (1a). Відносно температури молока після пастеризації, яка вимірюється термометром опору Sitrans TF2 (1a), змінюється витрата гарячої води з баку пневматичним клапаном (1с), а також яким маршрутом прямуватиме молоко до приймального баку.

Витрата гарячої води на пастеризацію вимірюється індукційним витратоміром Sitrans FM MAG 6000 (8a), сигнал якого 4..20 мА поступає на МПК, на виході з МПК сигнал поступає на частотний перетворювач Mitsubishi S500 (8б), який змінює витрату гарячої води. Проводиться індикація витрати пастеризованого молока у відділення приготування. Вимірювання проводиться індукційним витратоміром Sitrans FM MAG 6000 (7a), сигнал 4..20 мА поступає на МПК, опрацьовується і виводиться на екран оператора.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація засобів автоматизації.

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одини ця вимір юванн я	Кіль- кість	Примітка
1	1а	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180°C, Клас точності-0,25.	Sitrans TF2	°C	1	Siemens
2	1б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення: 140 КПа	ЭП-1211		1	Промпри- бор
3	1в	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення: 140 КПа	ЭП-1211		1	Промпри- бор
4	1г	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення: 140 КПа	ЭП-1211		1	Промпри- бор
5	1д	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 3 ... 12 дюйм Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Fisher 8560		1	Emerson
6	1е	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 3 ... 12 дюйм	Fisher 8560		1	Emerson

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одини ця вимір юванн я	Кіль- кість	Примітка
		Тиск умовний: 2 ... 5 МПа				
7	1є	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 3 ... 12 дюйм Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Fisher 8560		1	Emerson
8	2а	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180°C, Клас точності-0,25.	Sitrans TF2	°C	1	Siemens
9	2б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення: 140 КПа	ЭП-1211		1	Промпри- бор
10	2в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 3 ... 12 дюйм Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Fisher 8560		1	Emerson
11	3а	Хвильовий радарний рівнемір. Клас точності - 0,25. Діапазон вимірювань рівня: від 0,1 до 23,5 м Вихідний сигнал: 4-20 мА з цифровим сигналом на базі протоколу HART, RS485 Modbus	Rosemou nt 3300	%	1	Emerson
12	3б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення: 140 КПа	ЭП-1211		1	Промпри- бор

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

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одини ця вимір юванн я	Кіль- кість	Примітка
13	3в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 3 ... 12 дюйм Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Fisher 8560		1	Emerson
14	4а	Хвильовий радарний рівнемір. Клас точності - 0,25. Діапазон вимірювань рівня: від 0,1 до 23,5 м Вихідний сигнал: 4-20 мА з цифровим сигналом на базі протоколу HART, RS485 Modbus	Rosemount 3300	%	1	Emerson
15	4б	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20mA, 4- 20mA); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° C;	S500		1	Mitsubishi
16	5а	Хвильовий радарний рівнемір. Клас точності - 0,25. Діапазон вимірювань рівня: від 0,1 до 23,5 м Вихідний сигнал: 4-20 мА з цифровим сигналом на базі протоколу HART, RS485 Modbus	Rosemount 3300	%	1	Emerson
17	5б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення: 140 КПа	ЭП-1211		1	Промпри- бор
18	5в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа.	Fisher 8560		1	Emerson

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

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одини ця вимір юванн я	Кіль- кість	Примітка
		Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 3 ... 12 дюйм Тиск умовний: 2 ... 5 МПа				
19	6а	Індукційний витратомір Діаметр Ду 15 .. 2000 мм Температура середовища -40 .. 180 ° С Тиск до 40 бар Вихідний сигнал, мА – 4...20; Клас точності - 0,5	Sitrans FM MAG 6000	м3/ год	1	Siemens
20	6б	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20mA, 4- 20mA); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° C;	S500		1	Mitsubishi
21	7а	Індукційний витратомір Діаметр Ду 15 .. 2000 мм Температура середовища -40 .. 180 ° С Тиск до 40 бар Вихідний сигнал, мА – 4...20; Клас точності - 0,5	Sitrans FM MAG 6000	м3/ год	1	Siemens

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одини ця вимір юванн я	Кіль- кість	Примітка
22	8а	Індукційний витратомір Діаметр Ду 15 .. 2000 мм Температура середовища -40 .. 180 ° С Тиск до 40 бар Вихідний сигнал, мА – 4...20; Клас точності - 0,5	Sitrans FM MAG 6000	м3/ год	1	Siemens
23	8б	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20mA, 4- 20mA); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° C;	S500		1	Mitsubishi
24	8в	Блок ручного управління Аналоговий вхід (індикація параметра): - 0-5 мА (R _{вх} = 400 Ом); - 0 (4) -20 мА (R _{вх} = 100 Ом); - 0-10 (R _{вх} = 25 кОм). Інтерфейс / протокол: - RS-485 / ModBus.	БРУ- 107		1	Мікрол

3.1. Проектування промислового логічного контролера (ПЛК)

Випускається п'ять моделей ПЛК TSX Micro: TSX 3705, TSX 3708, TSX 3710, TSX 3721, TSX 3722. В даному дипломному проєкті використовуємо модель TSX 3710, оскільки він максимально підходить для реалізації поставленої мети.

Контролер TSX Micro 3710 представляє собою мікропроцесорний пристрій, структура якого оптимізована для рішення задач автоматичного контролю і управління технологічними процесами. TSX Micro може працювати як в складі великої розподіленої АСУ ТП, з'єднуючись з ЕОМ верхнього рівня по каналам цифрового зв'язку, так і як автономний технологічний засіб, який виконує комплекс задач логічного управління і регулювання, передачу і документування цифрової інформації про процес управління.

					Кваліфікаційна робота				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації технологічного процесу пастеризації молока	Літ.	Арк.	Аркуші	
Розроб.		Дмитрук Д.О.							
Керівник		Швед С.М.						34	12
						НУХТ АК-4-1			
Зав.каф.		Ельперін І.В.							
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.							

Документація на замовлення мікропроцесорного контролера (МПК) тісно пов'язана з завданням на виготовлення щитів і пультів, оскільки у щитових конструкціях розміщується як сам МПК так і його блок живлення. Основним документом при замовленні МПК є замовна специфікація в якій вказується модель, кількість та опис модулів.

Усі типи модулів, які використовуються для TSX Micro можна розбити на групи: дискретні, аналогові, рахункові, комунікаційні, спеціалізовані. Для кращої адаптації до вимог користувача модулі дискретного входу-виходу доступні в двох форматах: стандартному, що займає слот цілком і напівформатному, тобто в один слот можуть бути встановлені два напівформатних модулі. Усі інші типи модулів – напівформатні.

Модулі аналогових входів – виходів

Для роботи з аналоговими сигналами в ПЛК TSX Micro використовуються модулі аналогових входів-виходів, які є напівформатними модулями із гвинтовою клемною колодкою. Вони можуть бути розташовані у всіх слотах ПЛК за винятком першого, де завжди повинен бути встановлений повноформатний дискретний модуль.

Аналогові модулі TSX Micro відрізняються призначенням, кількістю каналів, характеристиками й діапазоном вимірювання.

В даному дипломному проєкті використовуємо аналоговий вхідний напівформатний модуль TSX AEZ 801, який працює з аналоговими сигналами у вигляді струму в діапазоні 4-20 мА. Для вихідних аналогових сигналів використовуємо 3 напівформатних модуля TSX ASZ 401, який має 4 аналогових виходи з загальною точкою, на яких вихідний сигнал може змінюватись в діапазоні ± 10 В без використання зовнішнього джерела живлення. Цей модуль виконує функції:

- обробка цифрових значень, які обчислює ПЛК у результаті виконання програми користувача;
- вибір діапазону для кожного виходу: напруги або струм;

- виявлення і обробка несправностей, що виникають у роботі модуля та встановлення значень виходів у стан, що відповідає аварійному режиму;
- цифро-аналогове перетворення.

Замовна специфікація

Таблиця 3.1.

№ п/п	Найменування блока, його параметри	Кільк.
1	2	
TSX Micro 3722101	Мікропроцесорний контролер TSX Micro (БЖ постійного струму (24В), процесорний модуль з енергонезалежною пам'яттю RAM, дисплейний блок, термінальний порт і кнопка перезапуску ПЛК)	1
TSX AEZ 801	Блок аналогових входів 8	2
TSX ASZ 401	Блок аналогових виходів 4	3

В даному проекті розроблена принципова електрична схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера «TSX Micro». Принципова схема автоматизації – це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, причому кожен елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації.

Алгоритм роботи принципової схеми автоматичного регулювання, управління та сигналізації оснований на поступовому проходженні сигналу від датчиків до входних ПЗО (модулі аналогових та дискретних входів) після чого сигнал програмно обробляється мікропроцесором відповідно заданого алгоритму. Тут формується управляючий сигнал, який поступає на вихідні ПЗО

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(модулі аналогових та дискретних виходів), перетворювачі та виконавчі механізми.

До вхідних і вихідних ПЗО належать такі модулі контролера: 2 модулі TSX AEZ 801 (напівформатний модуль аналогових входів, 8вх) працює з аналоговими сигналами у вигляді струму в діапазоні 0...20мА або 4...20мА, який також можна вибирати окремо для кожного каналу в процесі конфігурування. Також при конфігуруванні контролера було обрано та встановлено три модулі аналогових виходів TSX ASZ 401 (напівформатний модуль аналогових виходів, 4вих.) для аналогового регулювання основними контурами нашого процесу (регулювання температури пастеризації, регулювання температури охолодження та витрати молока з приймального баку). Схема регулювання та управління представлена на листі 2 . Для регулювання використовується алгоритм PID з стандартної бібліотеки TSX Micro, він у своєму складі має цілий ряд налаштувань: установка значень кожної складової регулятора, обмеження за вхідним сигналом, зона нечутливості, гістерезис та ін.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Такі схеми складають для підключення до МПК двигунів електроприводів насосів або конвеєрів, а також при наявності в схемі автоматизації контурів сигналізації певних важливих технологічних параметрів.

Схеми управління складаються з дискретних (аналогових) модулів вводу/виводу, до яких під'єднують: на вході кнопочні станції пуску/зупину двигунів, а на виході - проміжні реле між транзисторними каскадами вихідних модулів сильноточовими ланцюгами магнітних пускачів або іншими способами в залежності від поставленої задачі.

Схема сигналізації являє собою певну частину схеми регулювання, оскільки використовує ті ж самі інформаційно-вимірювальні канали, а саме модуль аналогового вводу TSX AEZ 801 для отримання інформації про стан аналогових величин (параметрів роботи технологічного об'єкта управління), а вихідними сигналами сигналізації є віртуальні змінні контролера, до яких прив'язано кольорові сигналізаційні кола на мнемосхемі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Графічна схема підключення витрати гарячої води на підігрів

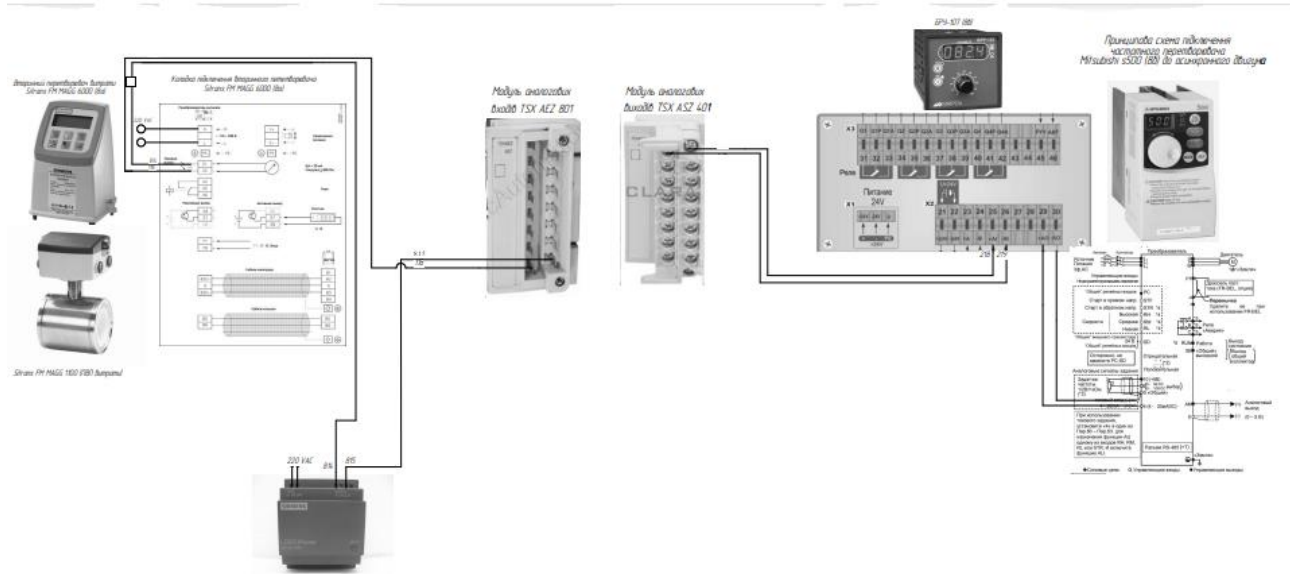


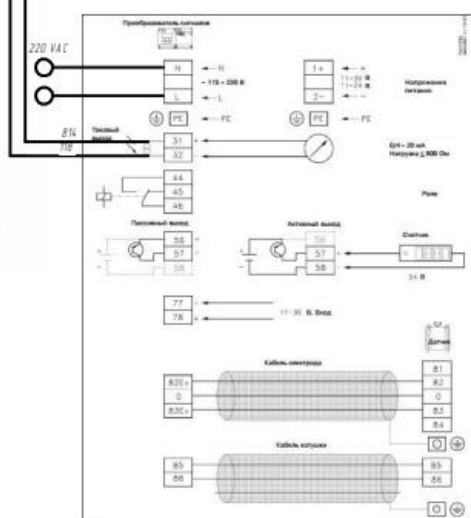
Рис. 3.3. Графічна схема підключення до модуля аналогових виходів TSX ASZ 401.

Вторинний перетворювач витрати
Sitrans FM MAGG 6000 (8a)



Sitrans FM MAGG 1100 (12b) випромінювач

Колодка підключення вторинного перетворювача
Sitrans FM MAGG 6000 (8a)



Модуль аналогових
входів TSX AEZ 801



Активация V

Рис. 3.4. Графічна схема підключення до модуля аналогових входів TSX AEZ 801.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

42

Опис схеми підключення

Схема підключення та регулювання витрати гарячої води на підігрів

Вимірювання витрати води здійснюється на трубопроводі. Сигнал 4-20 мА із індукційного витратоміра Sitrans FM MAG 6000 (8а) передається на модуль вхідних аналогових сигналів ПЛК Modicon TSX MICRO, опрацьовується, якщо є розузгодження, то далі пропорційний сигнал 4-20 мА надходить на блок ручного управління БРУ-7 (1д), який може працювати в ручному і автоматичному режимах. Якщо режим роботи автоматичний, то на виході із БРУ-7 (8в) видається сигнал 4-20 мА, що надходить на частотний перетворювач 8б. У разі ручного режиму управління ручним за датчиком регулюється значення струмового сигналу на виході БРУ-7, таким чином змінюється вихідний сигнал 4-20 мА, що надходить на частотний перетворювач, який змінює витрату води. Програма відпрацьовує сигнал по ПІ-регулятору відповідно до вхідного значення від датчика витрати, сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на БРУ 7, далі на ЧПР.

Для перемикання режиму «Ручний/Автомат» використовуємо блок ручного управління БРУ-7 (8в). Блок ручного управління БРУ-7 призначений для використання в локальних і комплексних системах промислової автоматизації виробничих процесів в якості станції ручного управління аналоговими виконавчими механізмами або ручного задатчика аналогових сигналів з індикацією. Відмінною особливістю блоку БРУ-7 (БРУ-7) є наявність гальванічної ізоляції між входами, виходами, ланцюгом живлення і інтерфейсом.

Блок БРУ-7 призначений для перемикання ланцюгів управління виконавчими пристроями і механізмами, індикації режимів робіт, вимірювання та індикації одного технологічного параметра.

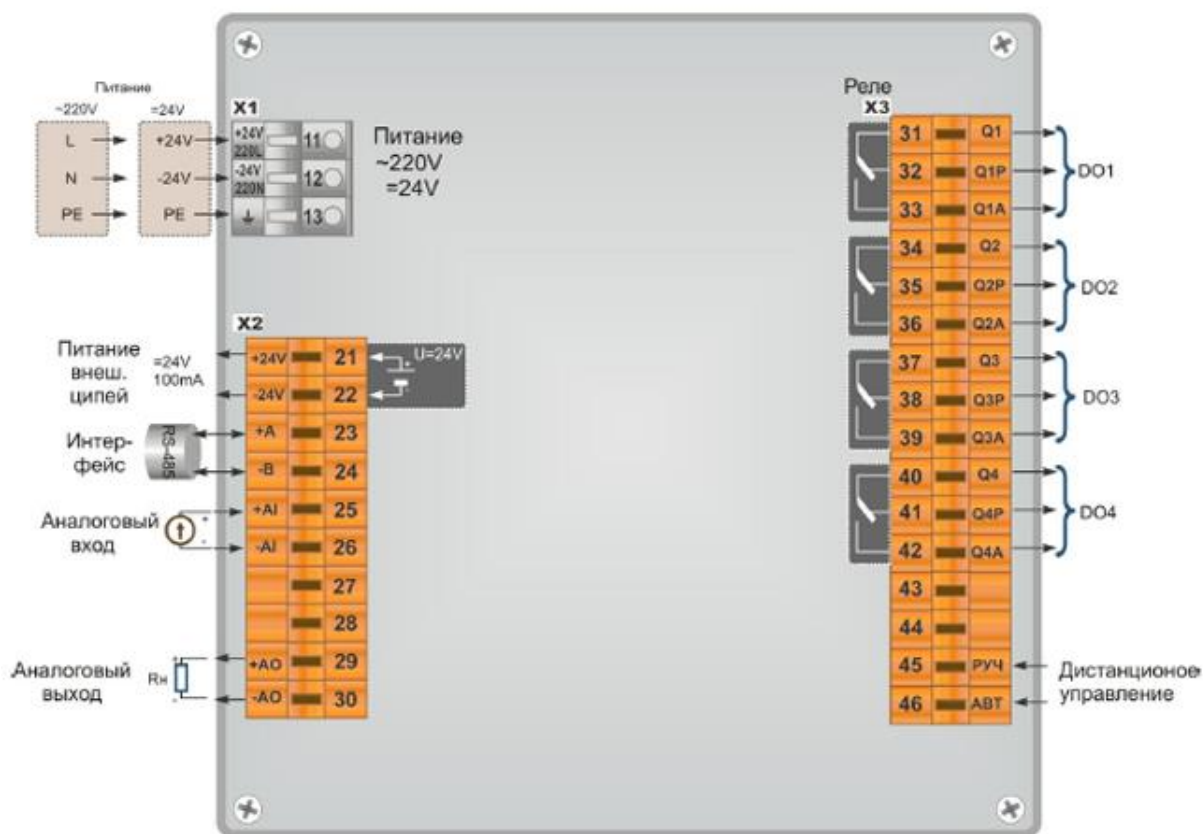
					Кваліфікаційна робота	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Блок БРУ-7 працює під управлінням сучасного, високоінтегрованого мікроконтролера RISC архітектури, виготовленого за високошвидкісний КМОП технології з низьким енергоспоживанням.

Блок ручного управління БРУ може використовуватися в якості:

- Станції ручного управління імпульсним виконавчим механізмом. Є індикація режимів робіт.
- Блок БРУ призначений для вимірювання вхідного фізичного параметра (температура, тиск, витрата, рівень і т.д.), обробки, перетворення і відображення його поточного значення на вбудованому чотирьохрозрядному цифровому індикаторі, а також формування вихідних сигналів технологічної сигналізації, на передній панелі є індикатори для сигналізації технологічно небезпечних зон, сигнали перевищення (заниження) вимірюваного параметра.

Структура БРУ-7



Підключення сигналів до БРУ-7 здійснюється за допомогою роз'ємів-клем з пружинними сполуками, які встановлюються на задній стінці приладу. Основні характерні переваги монтажу обладнання з використанням роз'єм-клем:

1. Монтаж проводиться провідниками: одножильними, багатожильними, тонкопроволочними з кінцевими втулкою або з штифтовим наконечником. Перетин підключаються провідників 0,08 - 2,5 мм².

2. Після монтажу є можливість оперативного демонтажу обладнання без відключення провідників - необхідно тільки відключити роз'єми. Аналогічним чином можливо відключити будь-яку групу сигналів, підключену до одного роз'єму.

3. Якість з'єднання – вібростійкий, забезпечується пружинним з'єднувачем. Не потребує періодичного обслуговування і не залежить від ретельності роботи монтажного та обслуговуючого персоналу.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Рівнемір 3300 – це інтелектуальний, двохпровідний рівнемір рівня, що забезпечує безперервний вимір рівня, принцип роботи якого заснований на рефлектометрії. Малопотужні наносекундні імпульси поширюються уздовж зануреного зонда. Коли імпульс досягає поверхні, частина енергії імпульсу відбивається назад до рівнемірів, при цьому різниця в часі між моментом виникнення і моментом відображення імпульсу перетворюється в відстань, з якого розраховується рівень рідини або рівень кордону розділу двох середовищ (див. рис. 4.1).

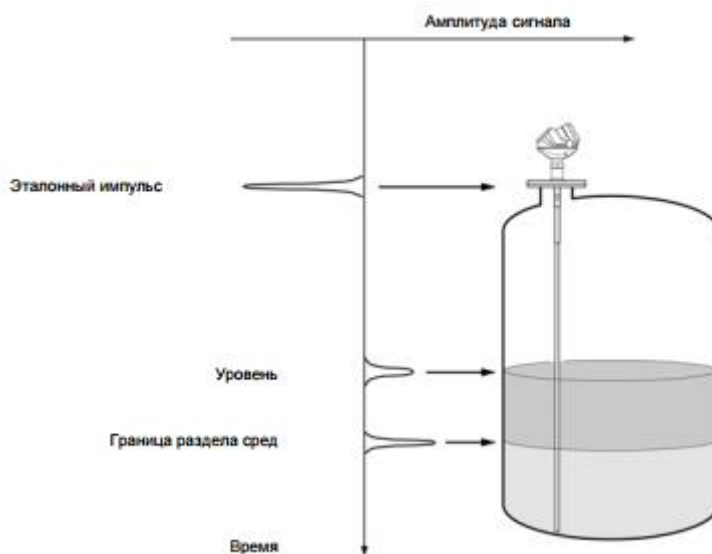


Рис. 4.1. Принцип вимірювання рівня Rosemount 3300

Відбивна здатність продукту є ключовим параметром, що дозволяє проводити вимірювання. Інтенсивність відображення залежить від діелектричної проникності речовини. Серед з високою діелектричної проникністю забезпечує більш інтенсивне відображення (амплітуду сигналу) і розширений діапазон вимірювань. Для фільтрації вимірювальних сигналів від луна-перешкод і шумів використовуються порогові значення амплітуди сигналу.

					Кваліфікаційна робота								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Дмитрук Д.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу пастеризації молока				Літ.	Арк.	Аркушів		
Керівник		Швед С.М.									46	3	
									НУХТ АК-4-1				
Зав.каф.		Ельперін І.В.											
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.											

Діелектрична проникність речовини використовується для автоматичного розрахунку порогових значень амплітуди.

Рівнемір 3300 призначений для комплексних (загальних) вимірювань рівня більшості рідин, напіврідких і твердих речовин і рівня кордону розділу рідин. Хвилеподібна надвисокочастотна технологія забезпечує найвищий рівень надійності і точності вимірювань, які практично не піддаються впливам температури, тиску, парогазових продуктів, щільності рідини, турбулентності, бурління, кипіння, низькорівневих сигналів, різних діелектричних середовищ, рН, в'язкості.

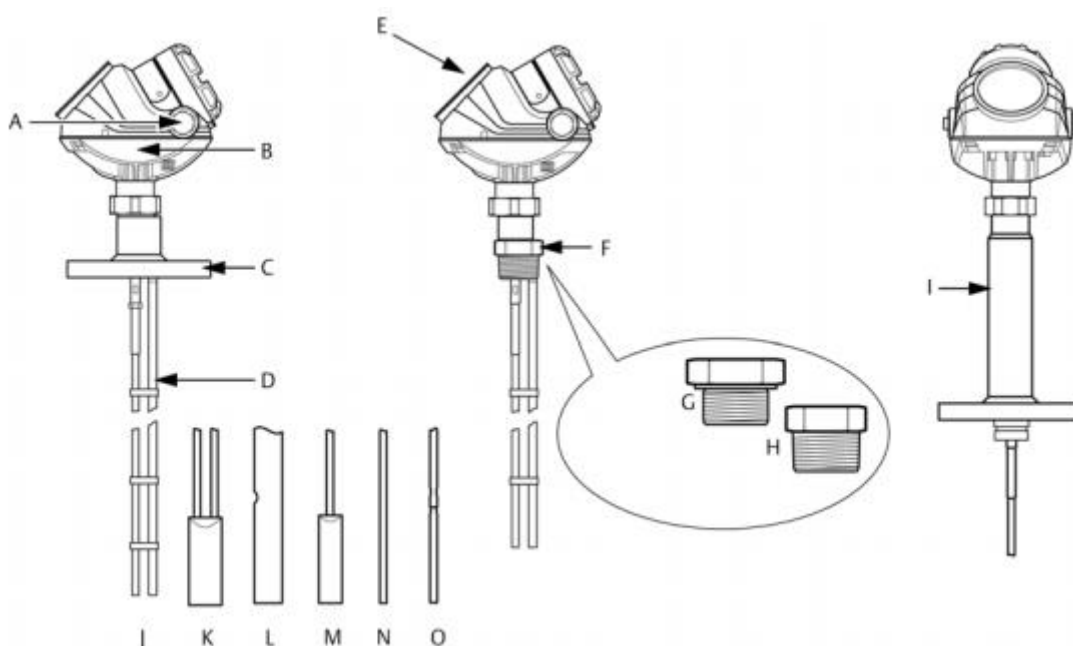


Рис. 4.2. Зовнішній вигляд рівнеміра Rosemount 3300

Радарний рівнемір 3300 живиться від контуру і використовує одні й ті ж два кабелі для електроживлення і для вихідного сигналу. Виходом є аналоговий сигнал в 4-20 мА з накладенням цифрового сигналу по протоколам HART®, FOUNDATION™ fieldbus або Modbus®. При використанні Rosemount 3300 HART Tri-Loop™ сигнал HART може бути перетворений в три додаткових аналогових сигналу 4-20 мА.

З протоколом HART можлива многоточкова конфігурація. У цьому випадку зв'язок може бути тільки цифровий, так як струм зафіксований на мінімальному значенні в 4 мА. Рівнемір може бути підключений до польового

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

сигнальному індикатору Rosemount 751 або може бути обладнаний вбудованим дисплеєм.

Рівнемір може бути легко налаштований з використанням польового комунікатора Rosemount або ПК з встановленим програмним забезпеченням Rosemount Radar Master. Рівнеміри 3300 можуть бути також сконфігуровані за допомогою ПО AMS® Suite і DeltaV™ і іншими інструментами, що підтримують функцію EDDL (Мова опису електронних пристроїв).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Для програмування ПЛК TSX Micro використовується програмне забезпечення PL7, яке постійно розвивається і існує багато його версій. Тому дуже важливо звертати увагу на те, щоб версія операційної системи, яка записана у пам'ять контролера співпадала з версією програмного забезпечення, за допомогою якого планується програмувати ПЛК.

Розробка прикладної програми включає в себе декілька етапів. На першому етапі розробки прикладного програмного забезпечення необхідно визначити структуру програми користувача, яка може бути однозначною чи багатозначною. Крім того вона може включати в себе підпрограми та задачі обробки подій. Кожна з цих задач програмується окремо. Програмування кожної задачі може відбуватися з використанням мов програмування, які підтримує ПЛК. У контролерів TSX Micro можуть використовуватись 4 мови програмування.

Для розроблення прикладної програми необхідно виконати процедуру конфігурування контролера та налаштування окремих модулів.

У процесі роботи зі змінними можна використовувати не тільки адресну форму їх представлення а й присвоювати змінним символічні імена, які можна використовувати як при програмуванні, так і при відлагоджуванні програми.

Може бути рекомендована та послідовність розробки ПРК:

- виконується конфігурування контролера;
- визначається структура програми користувача;
- якщо структура програми багатозначна, то вхідні і вихідні сигнали групуються по задачам;
- змінним присвоюються символічні імена;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дмитрук Д.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу пастеризації молока	Літ.	Арк.
Керівник		Швед С.М.					Аркушів
							49
Зав.каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1	
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					
							11

- готується та налагоджується програма для окремих під задач програми.

У процесі конфігурування контролера розрізняють програмну та апаратну конфігурацію.

Для виконання програмної конфігурації задається кількість функціональних блоків (таймерів, лічильників, драм-контролерів та регістрів), а також кількість бітів, слів пам'яті і констант які будуть використовуватись у прикладній програмі користувача.

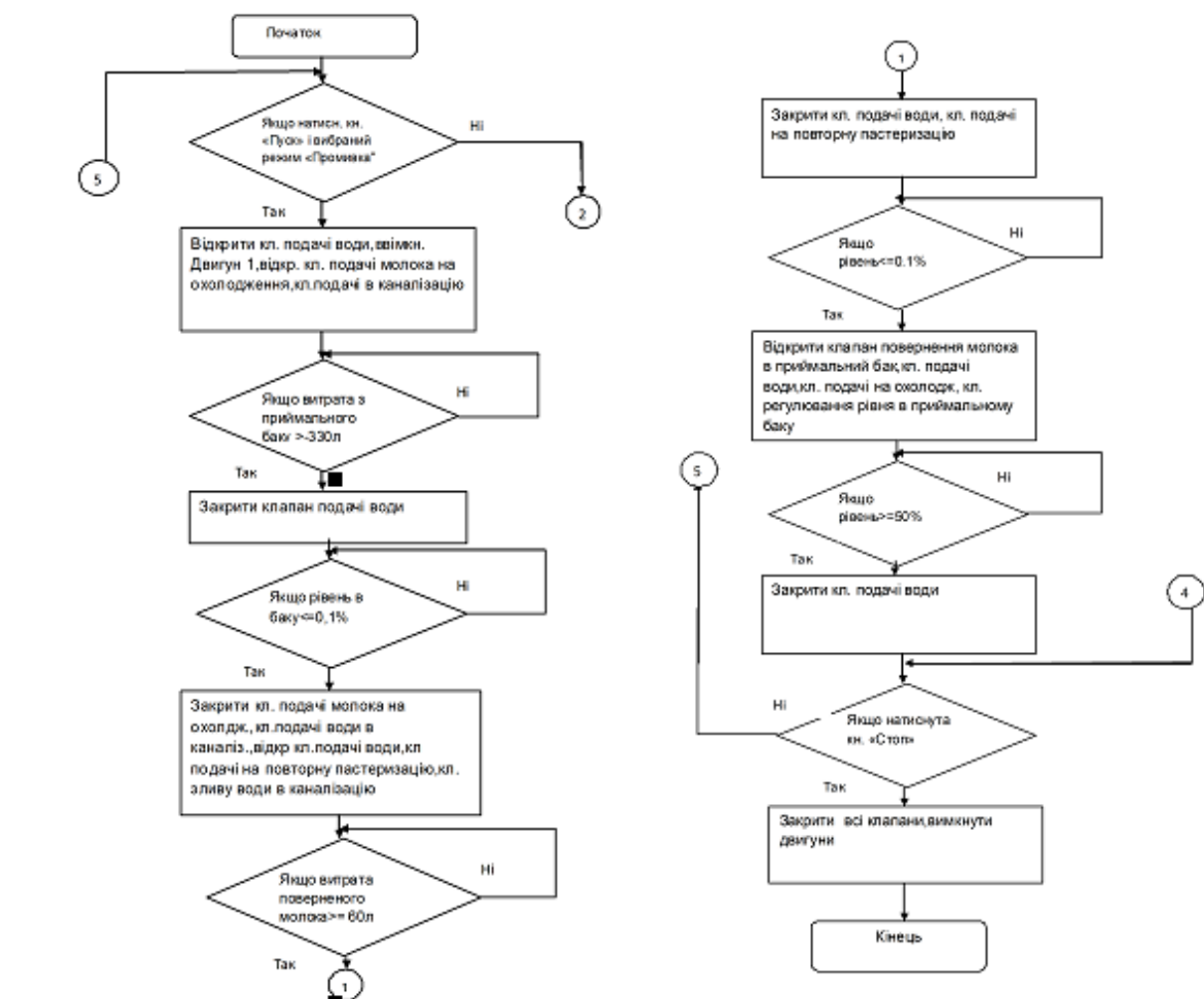
Апаратна конфігурація виконується за кілька етапів. Спочатку за допомогою спеціального редактора у графічному вигляді задається розташування у шасі контролера модулів, яке повинно відповідати реальному фізичному розташуванню модулів у ПЛК. Це дуже важливо, оскільки у контролерах цього типу прийнята географічна адресація змінних. У разі зміни складу, або розташування модулів у ПЛК необхідно буде зробити переадресацію змінних.

На другому етапі виконується конфігурування окремих модулів і, в залежності від типу модуля, задаються його параметри.

Для даного проекту використаєм мову структурованого тексту (Structured Text), одну з можливих мов програмування на контролерах фірми SCHNEIDER. Програма на мові структурованого тексту, подібна до правил написання на відомих алгоритмічних мовах і складається з програмних рядків, написаних із використанням відповідних правил побудови, інструкцій, стандартних процедур, зарезервованих слів і мнемонічних значень, які визначають алгоритм обробки змінних різних типів.

Текст програми на мові структурованого тексту організована в послідовності рядків, яка починається з знаку оклику, який генерується автоматично, і може включати в себе наступні елементи: мітку, коментарі і одну або більшість інструкцій і команд, розподілених знаком «;».

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



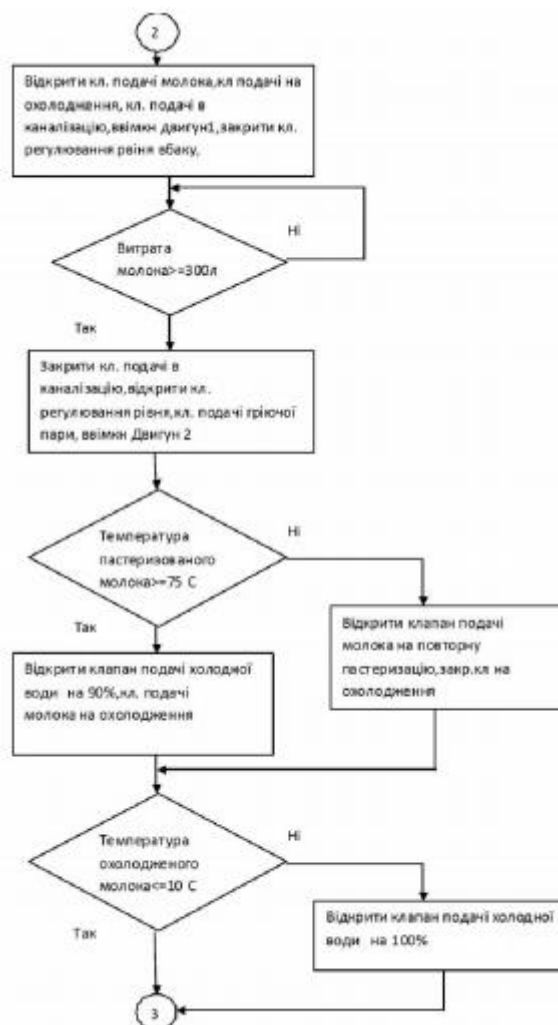


Рис.5.1. Алгоритм роботи програми для ПЛК

Таблиця 5.1. Таблиця аналогових змінних

Ім'я змінної	Клас	Адреса	Проміжна змінна	Період опитування	Контрольовані одиниці	Фізичні одиниці	Аварійне Значення
Температура Пастеризації Молока	Зовнішня	%IW3.1	%MW100	1с	0-10000	0-150°C	93°C
Температура Охолодження Молока	Зовнішня	%IW3.3	%MW101	1с	0-10000	0-150°C	10°C
Температура води після змішувача	Зовнішня	%IW3.6	%MW103	1с	0-10000	0-150°C	105°C
Витрата холодної води	Зовнішня	%IW3.7	%MW104	1с	0-10000	0-10 м3/год	8 м3/год
Витрата поверненого молока	Зовнішня	%IW3.8	%MW105	1с	0-10000	0-10 м3/год	8 м3/год
Витрата молока з приймального баку	Зовнішня	%IW3.9	%MW106	1с	0-10000	0-15 м3/год	11 м3/год
Тиск пари	Зовнішня	%IW3.10	%MW107	1с	0-10000	0-1 МПа	0,8 МПа
Рівень молока приймальному баці	Зовнішня	%IW3.11	%MW108	1с	0-10000	0-100%	98%
Рівень молока в очищувачі	Зовнішня	%IW3.12	%MW109	1с	0-10000	0-100%	98%
Клапан подачі гріючої пари	Зовнішня	%QW5.1	%MW110	1с	0-10000	0-100%	
Клапан подачі холодної води	Зовнішня	%QW5.3	%MW111	1с	0-10000	0-100%	
Клапан подачі молока	Зовнішня	%QW5.4	%MW112	1с	0-10000	0-100%	
Клапан подачі води для мийки	Зовнішня	%QW5.6	%MW114	1с	0-10000	0-100%	

Таблиця 5.2. Таблиця дискретних змінних

Ім'я змінної	Адреса	Проміжна Змінна	Період опитування	Стан «0»	Стан «1»
Кнопка «Пуск»	%I1.1	%M700	1с	Виключений	Включений
Кнопка «Стоп»	%I1.2	%M701	1с	Викл.	Вкл.
Режим «Промивка»	%I1.3	%M702	1с	Викл.	Вкл.
Режим «Молоко»	%I1.4	%M703	1с	Викл.	Вкл.
Клапан подачі пастер.мол. на повторну пастеризацію	%Q2.1 %Q2.12	%M706	1с	Викл.	Вкл.
Клапан подачі пастер.молока на охолодження	%Q2.2 %Q2.13	%M707	1с	Викл.	Вкл.
Клапан повернення молока в приймальний бак або води в каналізацію	%Q2.3 %Q2.14	%M708	1с	В приймальний бак	В каналізацію
Клапан подачі молока на виробництво	%Q2.4 %Q2.15	%M709	1с	Викл.	Вкл
Клапан подачі води в каналізацію	%Q2.5 %Q2.16	%M710	1с	Викл.	Вкл
Двигун 1	%Q2.6	%M712	1с	Викл	Вкл
Двигун 2	%Q2.7	%M713	1с	Викл	Вкл
Сигналізація високого рівня в приймальному баку	%Q2.8	%M714	1с	Викл	Вкл

Сигналізація високого рівня в очищувачі	%Q2.9	%M715	1с	Викл	Вкл
Клапан регулювання рівня в приймальному баку	%Q2.10 %Q2.11	%M716	1с	Викл	Вкл

Пастеризаційна установка працює в двох режимах «Молоко» та «Промивка». Якщо вибраний режим «Промивка», спочатку промиваємо саму пастеризаційну установку для цього відкрити кл. подачі води, ввімкн. Двигун 1, відкр. кл. подачі молока на охолодження, кл.подачі в каналізацію. Якщо витрата з приймального баку >-330л, закриваємо клапан подачі води. Як тільки рівень в баку досягнув мінімального значення, промиваємо трубопровід повернення молока на повторну пастеризацію для цього закрити кл. подачі молока на охолодження, кл.подачі води в каналіз., відкр кл.подачі води, кл подачі на повторну пастеризацію, кл. зливу води в каналізацію. Після цього набирається вода в пастеризаційну установку для циркуляції в ній, для цього відкривається клапан регулювання рівня у приймальному баку. Якщо натиснута кнопка «Стоп» закрити всі клапани, вимкнути всі двигуни.

Якщо вибраний режим «Молоко», відкриваємо клапан подачі молока, витісняємо молоком воду і за допомогою ПІ регулятора регулюємо температуру пастеризованого молока, якщо температура молока нижче 75 °С повертаємо молоко на повторну пастеризацію, в іншому випадку молоко йде на охолодження, якщо на виході з установки температура молока вища 10 °С, відкриваємо клапан холодної води на 100% для кращого охолодження, інакше подаємо молоко на виробництво.

Режим «Промивка»

IF SET%M706 THEN SET %Q2.1

ELSE SET %Q2.12;

END_IF;

IF SET%Q2.1 AND SET %Q2.12 THEN

RESET %Q2.1 AND RESET %M706;

END_IF;

IF SET%M707 THEN SET %M707

ELSE SET %Q2.13;

END_IF;

IF SET%M707 AND SET %Q2.13 THEN

RESET %M707 AND RESET %M707;

END_IF;

IF SET%M708 THEN SET %M708

ELSE SET %Q2.14;

END_IF;

IF SET%M708 AND SET %Q2.14 THEN

RESET %M708 AND RESET %M708;

END_IF;

IF SET%M709 THEN SET %M709

ELSE SET %Q2.15;

END_IF;

IF SET%M709 AND SET %Q2.15 THEN

RESET %M709 AND RESET %M709;

END_IF;

IF SET%M710 THEN SET %M710

ELSE SET %Q2.16;

END_IF;

IF SET%M710 AND SET %Q2.16 THEN

RESET %M710 AND RESET %M710;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

END_IF;

IF SET%M716 THEN SET %Q2.10

ELSE SET %Q2.11;

END_IF;

IF SET%Q2.10 AND SET %Q2.11 THEN

RESET %Q2.10 AND RESET %M716;

END_IF;

IF %I1.1 AND %I1.3 THEN

%QW5.6:=10000; SET %Q2.6; SET %M707; SET%M710;
%MW106:=00000;

END_IF;

IF RE %IW3.9 THEN %MW106:=%MW106+1;

END_IF;

IF %MW106>=00066 THEN

%QW5.6:=00000;

END_IF;

IF %IW3.11<=00010 THEN

RESET %M707; RESET %M710; SET %M706; SET
%M708%QW5.6:=10000;

%MW105:=00000;

END_IF;

IF RE%IW3.8 THEN %MW105:=%MW105+1;

END_IF;

IF %MW105>=00015 THEN

%QW5.6:=00000; RESET %M706;

END_IF;

IF %IW3.10<=00010 THEN

RESET %M708; QW5.6:=10000; SET %M707; SET %M716;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

END_IF;
IF %IW3.10>=05000 THEN
    QW5.6:=00000;
    IF%I1.2 THEN
        RESET%Q2.6; RESET %M707; RESET%M710; %QW5.6:=00000; RESET
%M706;

```

```

%QW5.1:=00000; %QW5.3:=00000; %QW5.4:=00000; %QW5.5:=00000;
RESET %M708; RESET %M709; RESET %Q2.7; RESET %M716;
END_IF;

```

Режим «Молоко»

```

    IF %I1.1 AND %I1.4 THEN
        %QW5.6:=0; %QW5.4:=10000; SET %Q2.6; SET %M707;
%MW106:=00000; RESET%Q2.10; SET%M710;
        END_IF;
    IF RE %IW3.9 THEN %MW106:=%MW106+1;
        END_IF;
    IF %MW106>=00060 THEN
        RESET%M710; SET %Q2.10; SET%Q2.7;
        END_IF;
    PID(", ",IW3.1,%QW5.1,%M5,%MW20:43);
    .
%MW20:=10000;
%MW21:= «SCADA»;(ручне управління за допомогою прог.забезпеч)
%MW22:=250;(Налаштування П-складової)
%MW23 :=100;( Налаштування І-складової)
%MW24:=0;( Налаштування Д-складової)
%MW110:=10000;
    IF %MW 100>=5000 THEN

```

```

%QW5.3:=9000; %QW5.5:=9000;

SET%M707 ELSE

SET%M706 AND RESET%M708;

END_IF;

IF %MW101<=00666 THEN

RESET%M716; SET %M709;

ELSE

%QW2.3:=10000 AND %QW5.5:=10000;

END_IF;

IF %IW3.10>=9500 OR %IW3.11=9500 THEN

%QW5.4:=00000;

ELSE

%QW5.4:=10000;

END_IF;

IF%I1.2 THEN

RESET%Q2.6; RESET %M707; RESET%M710; %QW5.6:=00000; RESET

%M706;

%QW5.1:=00000; %QW5.3:=00000; %QW5.4:=00000; %QW5.5:=00000;

RESET %M708; RESET %M709; RESET %Q2.7; RESET %M716;

END_IF.

```

6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога

6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

В даному дипломному проєкті а допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – Диспетчерське Управління і Збір Даних) – програмний пакет для збору, обробки, відображення і архівування інформації про об’єкт управління, а також спеціалізоване програмне забезпечення, орієнтоване на забезпечення інтерфейсу між диспетчером і системою управління, а також комунікацію із зовнішнім світом.

Існує велика кількість різноманітних вітчизняних і закордонних SCADA-систем, кожна з яких має свої недоліки і переваги. Основними перевагами Citect є широкі функціональні можливості, доступність, сумісність із різними технічними і програмними засобами, безкоштовне середовище розробки, висока продуктивність, гнучкість (можливість модифікації системної структури), відкритість архітектури (підтримка відкритих технологій, стандартів і устаткування), система захисту, можливість підключення до зовнішніх систем і масштабування системи. Крім того, російськомовний інтерфейс значно спрощує роботу в середовищі в цілому і при описі створюваної системи, що остаточно зумовило такий вибір.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дмитрук Д.О.			Розробка системи автоматизації технологічного процесу пастеризації молока	Літ.	Арк.
Керівник		Швед С.М.					Аркуші
							60
Зав.каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1	
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					
							12

Створена SCADA забезпечує вирішення наступних завдань:

- збирання, первинна обробка й накопичення інформації про параметри технологічного процесу й стану устаткування від промислових контролерів та інших цифрових пристроїв, безпосередньо, зв'язаних з технологічною апаратурою;
- відображення інформації про поточні значення технологічних параметрів технологічного процесу на екрані ПЕОМ у вигляді графічних мнемосхем, динамічна частина яких складається із набору вбудованих в систему елементів візуалізації;
- відображення графіків поточних значень технологічних параметрів в реальному часі за заданий інтервал;
- виявлення критичних (аварійних) ситуацій;
- виведення на екран ПЕОМ технологічних і аварійних повідомлень, їх реєстрацію в файлі повідомлень із настроюваною глибиною збереження й можливістю їх подальшого перегляду та виведення на друкувальний пристрій за заданий інтервал часу з фільтруванням повідомлень по категоріям;
- архівацію значень аналогових та дискретних значень у файлах історії процесу з настроюваною глибиною збереження та періодичністю поновлення інформації з можливістю її подальшого перегляду у графічній або табличній формах з використанням фільтрування по іменах змінних;
- контроль дій оператора шляхом їх реєстрації в файлі повідомлень;
- автоматичний виклик через задані інтервали часу або за командою оператора описаних користувачем алгоритмів оброблення інформації у вигляді програм;
- виведення на друк рапортів про хід технологічного процесу;
- дистанційне управління технологічним процесом з клавіатури ПЕОМ або з допомогою маніпулятора типу “миша”, включаючи введення завдань
- переключення режимів роботи контурів регулювання (ручний, автоматичний), управління положеннями виконавчих механізмів у ручному режимі тощо.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів. У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них. В меню «Теги»/«Змінні теги» описуємо всі змінні.

Переменные теги [Scada]

Имя переменного тега: FE1

Имя кластера: tract

Адрес: plc001!%MW10

Мин. исходное значение: 0

Мин. значение в единицах изм.: 0

Единица измерения:

Нечувствительность:

Комментарий:

Название устройства в/в: IODev1

Тип данных: REAL

Макс. исходное значение: 10000

Макс. значение в единицах изм.: 100

Формат: ###

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 3 Связанный:

Рис.6.1. Вікно опису змінної

Таблиця 6.1. Змінні процесу

Name	Type	Address
kl_rozsolu	INT	%mw113
kl_moloka	INT	%mw112
kl_hol_vodu	INT	%mw111
kl_paru	INT	%mw110
riv2	INT	%mw109
riv1	INT	%mw108
tusk	INT	%mw107
vutr_pr_bak	INT	%mw106
vutrata_pov_moloka	INT	%mw105
vutrata_vodu	INT	%mw104
tholvodu	INT	%mw103
trozsolu	INT	%mw102
tohol	INT	%mw101
tpaster	INT	%mw100
kl_rivn_baku	BOOL	%m716
vus_riv2	BOOL	%m715
vus_riv1	BOOL	%m714
dv2	BOOL	%m713
dv_1	BOOL	%m712
kl_kanaliz	BOOL	%m710
kl_na_vurobn	BOOL	%m709
kl_povem	BOOL	%m708
kl_ohold	BOOL	%m707
kl_povtor_paster	BOOL	%m706
Moloko	BOOL	%m703
Promyvka	BOOL	%m702
stop	BOOL	%m701
pusk	BOOL	%m700

Аларми

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми.

Аналоговые алармы [Scada]

Тэг аларма: a_LE

Имя кластера: tract

Название аларма: Високий рівень

Переменный тег: Level

Уставка:

Критически высокий: 90 Верхний: 80

Задержка по критически высокому: 00:00:00 Задержка по верхнему: 00:00:00

Низкий:

Задержка по низкому:

Отклонение:

Задержка отклонения:

Нечувствительность:

Категория: 2 Помощь:

Комментарий:

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 10 Запись замещена Связанный:

Рис.6.2. Вікно опису аналогового аларму

Аларми:

- Високий рівень в приймальному баку
- Високий рівень в очищувачі
- Режим «Промивка»
- Режим «Молоко»
- Значення температури охолодженого молока (низька<5,висока>10)
- Значення температури пастеризованого молока (низька<75,висока>95)

Тренди реального часу

Створення проекту

Спочатку у вікні ZenOn Editor/Адміністратор Проектов створюємо новий проект. В нашому випадку він називається «ПАСТЕР_МОЛОКА»:

Драйвер і Конфігурація

У меню Адміністратор Проектов у вкладці Переменные/Драйвер проводимо визначення драйверу:

Вкладка OPC- OPC Client V2-0 OPC2CLI32.

В настройках драйвера вибираємо OPC-Орс Servername й вибираємо Schneider-Aut.OFS.2

Змінні

У меню Адміністратор Проектов у вкладці Переменные створюємо нові змінні, задаємо драйвер, тип, граничні значення.

Тривоги

Для створення тривог для змінної вибирається ця змінна і в вкладці Окно свойств/Граничные значения описується тривога.

Функції

Для перемикання и переходу між картина використовуються функції. В меню Адміністратор Проектов/Функции створюємо функції для кожної кнопки переходу:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Имя	Тип	Параметр
Текст фильтра	Текст фильтра	Текст фильтра
Функция 7	Переключение ка...	Меню
Функция 6	Переключение ка...	Події - [*][*]-[T,Rel:0d,1h,0m,0s]
Функция 5	Переключение ка...	Тренд - НОВАЯ ДИАГРАММА[ARV]
Функция 8	Переключение ка...	Схема
Функция 4	Переключение ка...	Тривоги - [*][*]-[T,Rel:0d,1h,0m,0s]
Функция 1	Записать установ...	PLC!pusk.....Включить
Функция 0	Перезагрузить	измененные объекты
Функция 3	Переключение ка...	Архів - ER-[]
Функция 2	Записать установ...	PLC!stop.....Включить

Рис.6.3. Перелік функцій

Функція6 перехід на картину «Події», фільтр подій за 1 годину. Функція4 перехід на картину «Тривоги», де відображені тривоги за 1 годину. Функція5 перехід на картину «Тренд», для відображення архівних даних витрати яблучного та виноградного соку й температури пари. Функція3 перехід на картину «Архів», де відображені дані, що зберігаються в архіві «ER»

Архіви

Для запам'ятовування змінення даних використовується Сервер Архива.

Створений архів має назву «ER»

Архив	Старт, стоп	Цикл чтения	Сканирование	Вре мя хра нен ия	Цикл записи архива
Витрата холодної води	С исполнением	0:0:10	Циклично	4 дня	1 час 20 минут
Витрата молока	С исполнением	0:0:10	Циклично	4 дня	1 час 20 минут
Температура пастеризован ого молока	С исполнением	0:0:10	Циклично	4 дня	1 час 20 минут

Графічна частина

Для виконання графічної частини в Citest спочатку потрібно створити шаблони, а потім картини. Один шаблон для технологічної схеми, тривоги, трендів, списків та архівів та інший для кнопок перемикання картин:

Створюємо картини на основі шаблонів з описом їх типу та підписуємо як нам зручно:

Имя		Тип картины	Шаблон
Текст фильтра		Текст фильтра	Текст фильтра
Події		Хронологический событи...	Шаблон 0
Архів		Ревизия Архива	Шаблон 0
Меню		Стандарт	Шаблон 1
Тривоги		Список тревог	Шаблон 0
Схема		Стандарт	Шаблон 0
Тренд		Расширенный тренд	Шаблон 0

Рис.6.4. Перелік картин

Кнопки

Для переходу між картинами на графічній частині потрібні кнопки з присвоєними до них своїх функцій:

Тривоги

Щоб графічно побачити та оцінити тривоги які виникли в технологічній схемі на картині тривоги вставляємо спеціальний шаблон для тривог який знаходиться Меню/Управляющие элементы/По умолчанию:

Тренд

Для спостереження за зміною величини в реальному часі використовується розширений тренд. Для створення вибирається картина Тренд і вставляємо спеціальний шаблон який знаходиться Меню/Управляющие элементы/По умолчанию

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за той чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія і не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення то колір буде червоним, якщо ж нижче – то жовтим. Двигуни коли працюють мають зелений колір, якщо двигун вимкнений і готовий до роботи – білий.

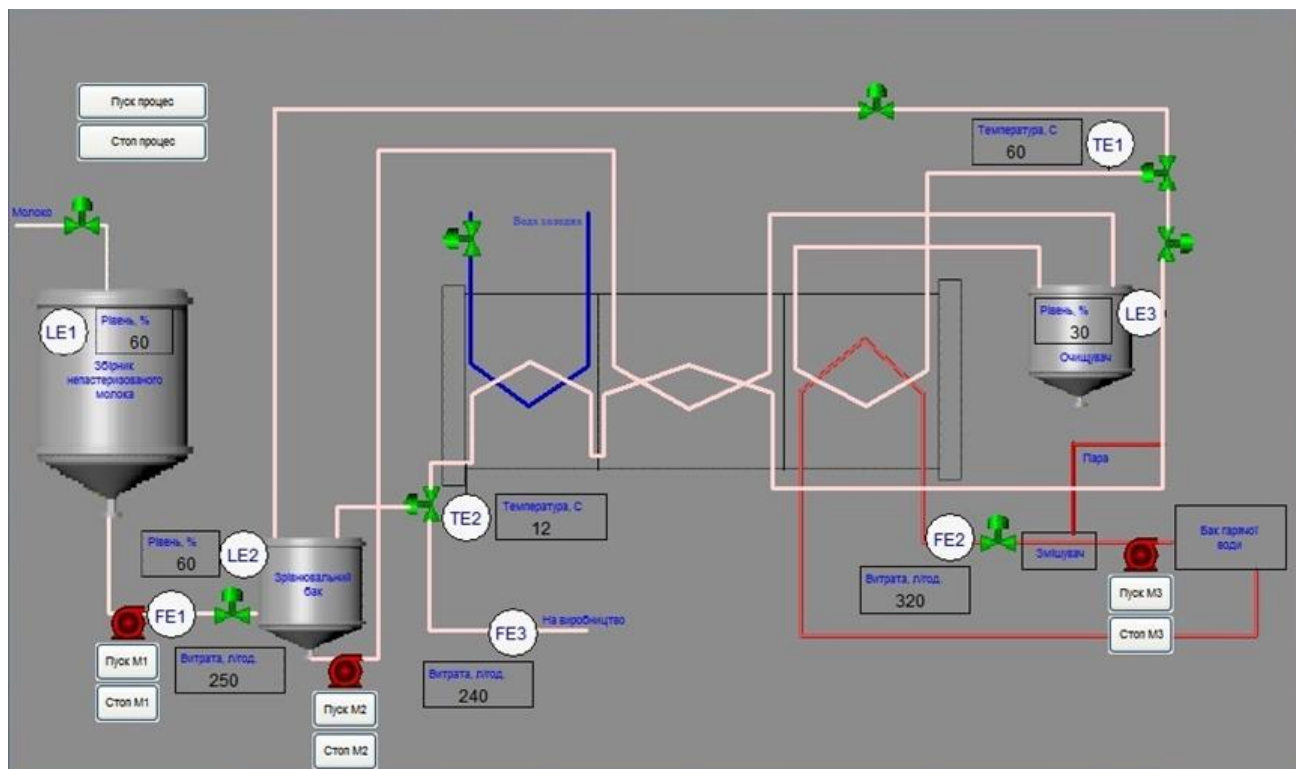


Рис.6.5. Мнемосхема відділення

На сторінці Alarm ми можемо налаштовувати, змінювати аларми, дивитися історію в вікнах алармових повідомлень:

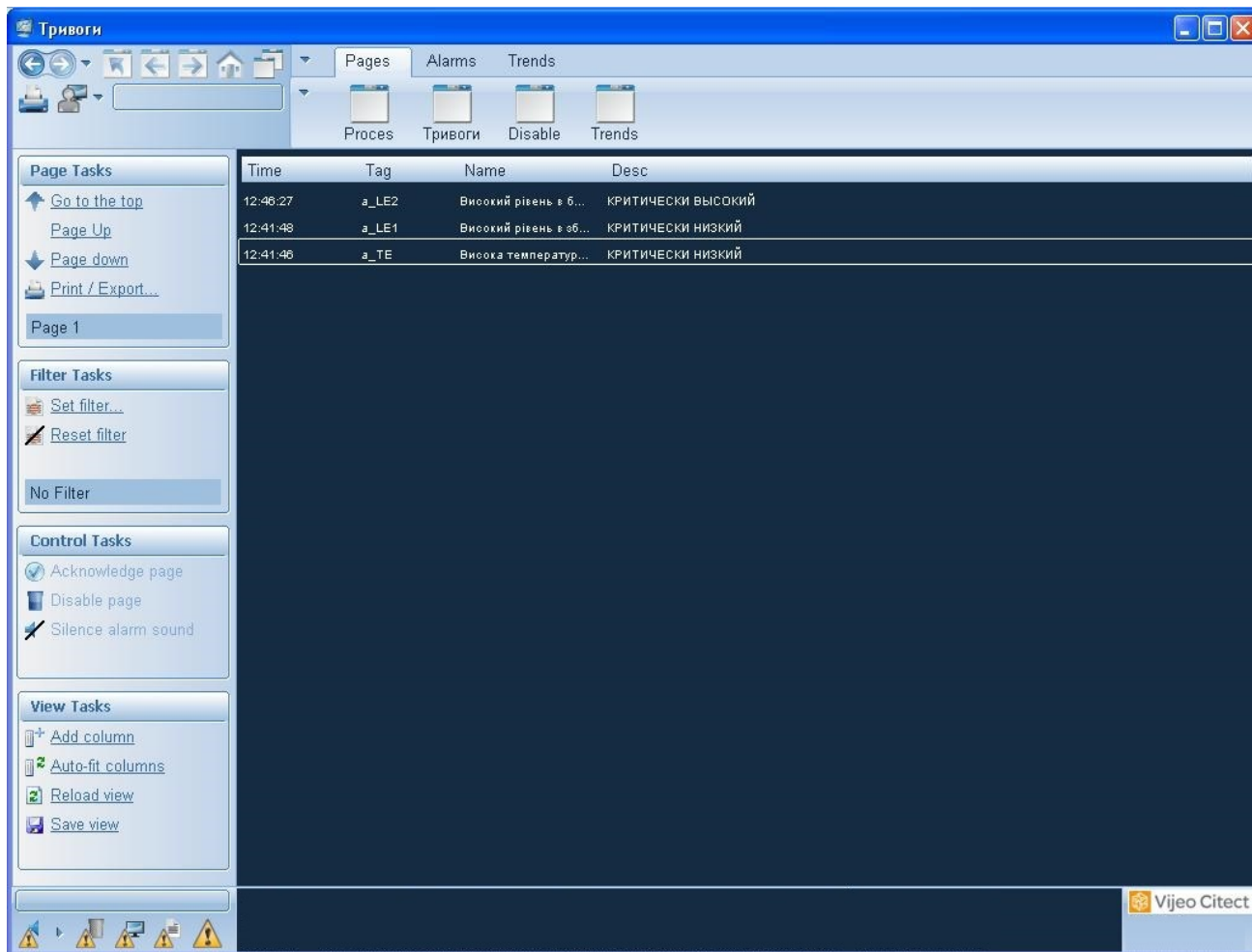


Рис.6.6. Вікно алармів

На сторінці Trend ми можемо спостерігати за графіком змінної та налаштовувати її: Можна подивитись архівні записи які зберігаються в пам'яті.

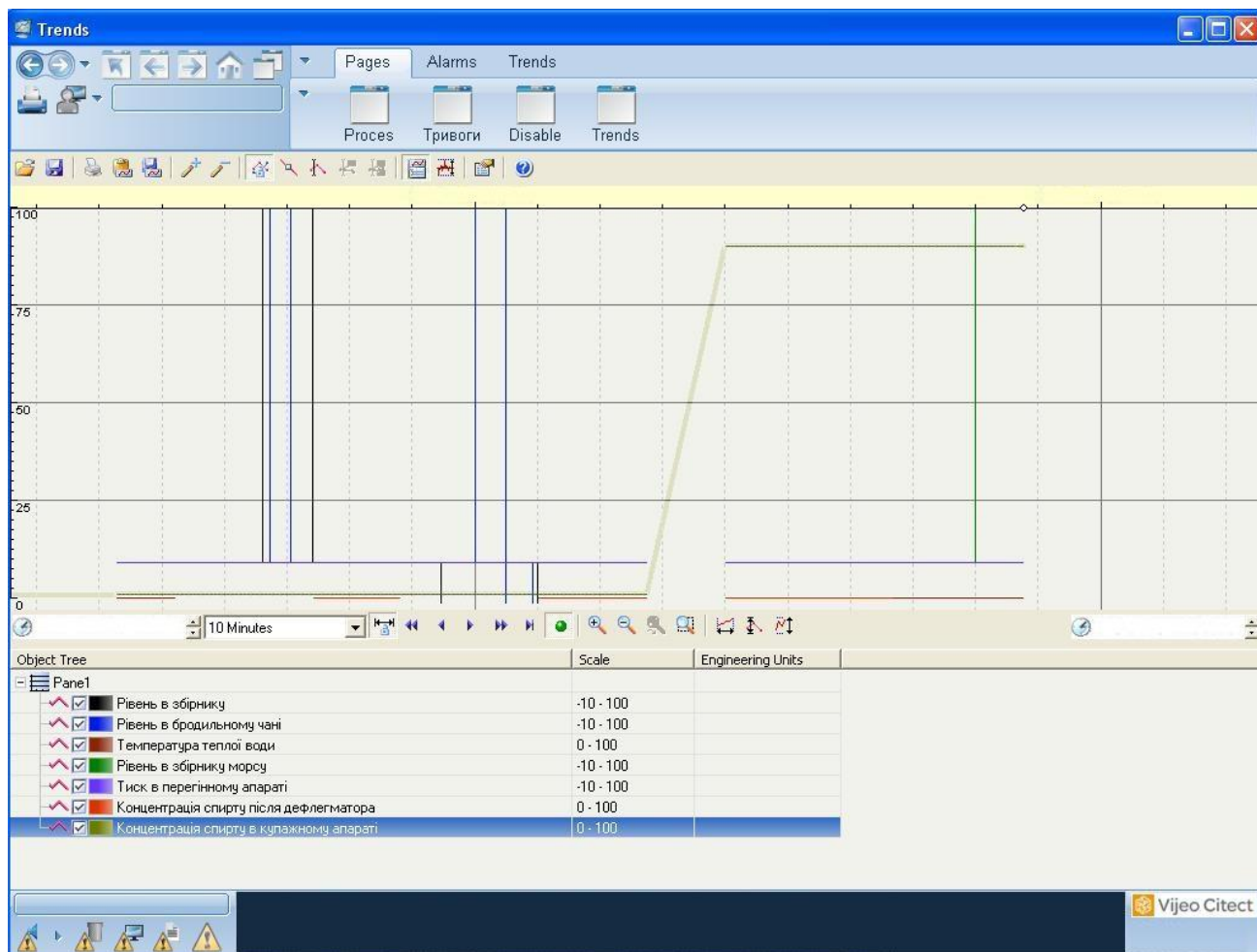


Рис.6.7. Вікно трендів

Висновок

В кваліфікаційній роботі застосовані новітні засоби автоматизації, що значно підвищують рівень надійності спроектованої системи і забезпечують якісне регулювання виробничим процесом. Використання контролера TSX Micro 3722101, дає змогу в автоматичному режимі програмно керувати технологічним процесом – отримати систему керування, 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 Citect SCADA 2015 від фірми Schneider Electric. Це дає можливість застосовувати для оперативного управління SCADA – програму отже, є можливість отримувати дані про перебіг процесу як в реальному часі так і з історичної бази даних.

В даній кваліфікаційній роботі розроблено вдосконалення системи автоматичного регулювання процесу пастеризації молока. Запропонована система передбачає збільшення техніко-економічних показників, що значною мірою впливає на стабільну роботу всього підприємства та принесення прибутку.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Список використаної літератури

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
5. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
6. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
7. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
8. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
9. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

10. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

11. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)

12. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.

13. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.

14. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

15. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6

16. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.

17. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.

18. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.

20. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		