

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»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

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

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

« ____ » червня 2020 р.

« ____ » червня 2020 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 процесу пастеризації молока»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1 Нікітюк Максим Миколайович
(прізвище та ініціали)

Керівник Заєць Наталія Анатоліївна
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Рецензент Горлова Тетяна Михайлівна
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

І.В.Ельперін

« » 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Нікітюку Максиму Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації процесу пастерезації молока*

керівник роботи *доцент Засць Наталія Анатоліївна*

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи « 9 » червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 27 квітня 2020р.

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 Нікітюк Максим Миколайович

_____ (підпис)

Керівник роботи Заєць Наталія Анатоліївна

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

Нікітюк М.М. Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока.

НУХТ, Київ, 2020.

Проект містить 55с. тексту, 26 рисунки, посилання на 10 літературні джерела .

У даній кваліфікаційній роботі було розроблено автоматизовану систему керування технологічним процесом пастеризації молока. Для цього було проаналізовано технологічний процес пастеризації молока та проведено огляд існуючих рішень. Також було обрано та описано виконавчі пристрої, датчики та контролер. Розроблено структурну схему системи, функціональну схему системи та алгоритм роботи системи керування технологічним процесом. Також було проведено розрахунки регулятора.

Ключові слова: датчик, керування, контролер, молоко, система.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		2

SUMMARY

Maksym Nikitiuk. The development of a system for automating the process of milk pasteurization.

NUFT, Kyiv, 2020.

The project contains 55p. text, 26 drawings, references to 10 literary sources.

In this work, an automated control system for the technological process of milk pasteurization was developed. To do this, the technological process of milk pasteurization was analyzed and a review of existing solutions was conducted. Actuators, sensors and a controller were also selected and described. The structural scheme of the system, the functional scheme of the system and the algorithm of the technological process control system are developed. The regulator's calculations were also performed.

Keywords: sensor, control, controller, milk, system.

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

Зміст

Вступ.....	5
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації.....	7
1.1. Короткий опис технологічного процесу пастеризації молока в ПОУ.....	7
1.2. Вимоги до системи автоматизації.....	8
1.3. Технічне завдання на розробку автоматизації.....	11
Розділ 2. Опис функціонування системи автоматизації та специфікація приладів і засобів автоматизації.....	12
2.1. Аналіз існуючих систем автоматизації.....	12
2.2. Вибір та обґрунтування технічних засобів.....	14
2.2.1 Вибір датчика температури.....	16
2.2.2 Вибір витратомірів.....	17
2.2.3 Вибір датчика кислотності.....	18
2.2.4 Вибір датчика жирності.....	20
2.2.5 Вибір датчика рівня.....	20
2.2.6 Вибір датчика тиску.....	21
2.3. Специфікація на прилади і засоби автоматизації та місце їх встановлення.....	22
2.4. Схема автоматизації.....	24
Розділ 3. Опис схем підключення датчиків та виконавчих механізмів до мікропроцесорного контролера.....	27
3.1. Графічне зображення технічних засобів автоматизації.....	31
3.2. Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації контуру контролю.....	32
Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів.....	32
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера TSX Premium.....	33
Розділ 6. Розробка SCADA – програми для процесу пастеризації в ПОУ.....	37
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.....	45
ВИСНОВКИ.....	54
Список використаної літератури.....	55

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

Вступ

На сьогоднішній день передові підприємства використовують автоматизовані системи керування технологічними процесами. Це дає змогу виготовляти більшу кількість продукції, підвищити якість цієї продукції та зменшити вплив людського фактору на технологічний процес.

За останні роки молочна промисловість набирає обертів в Україні. Молочні продукти становлять значну складову раціону людей, вони використовуються в багатьох стравах та в різному вигляді. Найбільшу користь приносять кисломолочні продукти, але класичне пастерезоване молоко теж не здає своїх позицій. І на сьогодні воно є популярним. Молоко випускають таких видів: Цільне з певним відсотком жирності 3.2% або 2.5% , молоко підвищеної жирності 6%, топлене молоко , вітамінізоване молоко з додаванням вітаміну С,А,D2 та знежирене в якому жирність не перевищує 0.05% . Найбільш корисним вважається цільне молоко, тому в цій роботі буде розглядатись технологія його виготовлення.

Для виготовлення цільного пастерезованого молока потрібно не багато часу, так як наприклад для виготовлення йогурту який потребує більше 4 годин виробництва. Відповідно, вартість продукту низька, особливо якщо виготовляти його за допомогою автоматичних систем управління. Також, це сильно збільшить якість випускного продукту, тому що виключить з процесу людський фактор.

Тому, для того щоб виготовляти великі об'єми продукції високої якості, доцільно використовувати автоматизовану систему керування технологічним процесом (АСУ ТП). Така система дає змогу керувати процесом виготовлення продукції за допомогою контролера та певних датчиків, тобто без участі людини.

Для даного технологічного процесу потрібно автоматизувати процес пастеризації молока, а саме: нагрівання, очищення, витримка молока, подальше охолодження, та подача готового продукту на фасування.

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

Також автоматизується система слідкування за неполадками під час процесу виготовлення продукції. Метою роботи є підвищення ефективності роботи лінії по виготовленню пастерезованого молока за рахунок автоматизації її технологічного процесу. Для досягнення мети були вирішені такі задачі:

- визначення технології виробництва;
- огляд існуючих рішень;
- розробка структурної схеми;
- розробка функціональної схеми;
- вибір окремих вузлів та елементів
- вибір системи контролю;
- виконання розрахунків робочих контурів

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

Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Короткий опис технологічного процесу пастеризації молока в ПОУ

Технологічний процес виробництва усіх видів пастеризованого молока, зокрема жирністю 2,5 %, складається з наступних операцій.

Прийомка молока.

Спочатку проводять інспекцію тари – перевіряють її чистоту, цілісність пломб, правильність наповнення. Кожну партію молока після приймання перемішують і відбирають проби для визначення температури, жирності, кислотності та інші якісні та кількісні показники.

Очищення молока.

Молоко очищують на сепараторах-молокоочищувачах, фільтрах. Основна мета даної операції – забезпечити якість молока не нижче І групи за еталоном.

Охолодження та тимчасове резервування.

На цьому етапі обробки молока відбувається його охолодження до температури 4–6 °С в пластинчастих охолоджувачах. Далі охолоджене молоко подається насосом в резервуар для тимчасового резервування, де проводиться обов'язків контроль за температурою 4 – 6 °С та кислотність молока 6,5 одиниць рН.

Нормалізація.

Здійснюється з метою отримання молока із заданим гарантованим вмістом жиру залежно від вимог стандарту. В даному випадку до 2,5 % в готовому продукті. Процес нормалізації відбувається декількома способами, один з них – усе молоко, що надходить на переробку, нормалізують на сепараторах-нормалізаторах, залишкову частину вершків передають на подальшу переробку.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Нікітюк М.М.			Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Заєць Н.А.					7	5
Зав. каф.		Ельперін І.В.			НУХТ АК-4-1			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Гомогенізація.

Мета процесу – подрібнення жирових кульок молока до розмірів, що забезпечують необхідну стабільність жирової фази молока. Для досягнення заданої мети необхідно, щоб середній діаметр жирових кульок не перевищував 2 мкм.

Температура гомогенізації 60 - 65 °С, тиск 12,5 – 15 МПа.

Пастеризація та охолодження.

Ці процеси є найбільш важливими під час обробки молока. При правильному виконанні ці процеси дозволяють отримати молоко тривалого терміну зберігання. Процес пастеризації полягає у знешкодженні патогенної мікрофлори й максимальної кількості усієї іншої мікрофлори без завдання значних збитків якості готовому продукту.

Гомогенізоване молоко подається в пастеризаційно – охолоджувальну установку, де секції пастеризації нагріваються за допомогою циркуляції гарячої води до температури 74 – 78 °С і витримується за цієї ж температури 20 секунд. Далі після витримки молоко подається в секцію охолодження, де охолоджується холодною водою до температури 2 - 6 °С .

Фасування та розлив.

Молоко відповідної якості після пастеризаційно – охолоджувальної установки подається в резервуар для зберігання, а звідти у фасувальний апарат.

Гарячу воду ми отримуємо в інжекторі шляхом контактного теплообміну пари і води. Пара надходить із котельної. Льодяна вода надходить із компресорно-охолоджувального відділення.

1.2. Вимоги до системи автоматизації

Автоматизована система управління процесом пастеризації молока в ПОУ повинна бути однорівневою, відноситись до нижнього ієрархічного рівня АСУ ТК. Система складається з технічних засобів автоматизації, промислового логічного контролера (ПЛК) TSX Premium P57 303M фірми Schneider Electric,

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

персонального комп'ютера (ПК), що може мати інтерфейсний зв'язок з заводським ПК.

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

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

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

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

Система управління повинна адаптуватись до поточної технологічної ситуації на заводі. Якість реалізації функцій АСУ визначається точністю, швидкодією, надійністю. Швидкодія системи визначається часом вироблення управляючої дії, який не повинен перевищувати 5 с.

Локальні системи автоматичного управління процесами теплової обробки молока призначені для підтримання заданих теплових режимів нагрівання та охолодження молока, тривалості його витримки, повернення недопастеризованого продукту, запуску і зупинки установки.

Основними функціями тут є :

1. Контроль;
2. Реєстрація і регулювання температур нагріву і охолодження молока;
3. Стабілізація витрати молока;
4. Автоматичне управління поверненням недопастеризованого продукту.

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

Основними причинами, які викликають коливання температур нагрівання молока, є:

1. непостійність витрати продукту,
2. зміна витрат гарячої води, що обумовлена коливанням коефіцієнта теплопередачі внаслідок відкладання білка на теплопередаючих поверхнях.

Для стабілізації температури нагрівання молока в якості управляючої дії в основному приймають витрату продукту.

Причинами, які викликають коливання температур охолодження молока в установках, є:

1. Змінення температури холодоносія (води або розсолу), його витрати, яка викликана коливанням тиску холодоносія або витратою продукта.
2. В якості управляючої дії приймають витрату холодоносія.

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

1.3. Технічне завдання на розробку автоматизації

Таблиця 1.1.

№ 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
	Трубопровід сирого молока	Витрата	270 м ³ /год	Регулювання	Стабілізація потоку	Діяння на клапан подачі молока
	Трубопровід очищеного молока	Жирність	2,5 %	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
	Резервуар для тимчасового резервування молока	Температура	4– 6 °С	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
		Кислотність	6,5 рН	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
	Рівняльний бак	Рівень	0- 100 %	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
	Пастеризаційно-охолоджувальна установка	Температура пастеризації	74 - 78 °С	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
		Температура охолодження	2 – 6 °С	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
	Трубопровід недопастеризованого молока	Температура	72– 74 °С	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
	Трубопровід пастеризованого молока	Кислотність	6,5 рН	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
	Гомогенізатор	Тиск	12,5 - 15 МПа	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова
		Температура	60 – 65 °С	Контроль	Показання, запис, сигналізація	Світлова

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

2.1. Аналіз існуючих систем автоматизації

Автоматизовані системи управління технологічним процесом (АСУ ТП) використовуються для того щоб зменшити витрати людської робочої сили та розширити функціональні можливості [2]. Такі системи зазвичай будуються на основі роботи людського тіла, тобто датчики в системі це як органи чуття, виконуючі пристрої – руки та ноги людини, а комп'ютер чи контролер – мозок. Розглянемо основні принципи побудови систем автоматизації.

У великих системах використовуються різноманітні датчики, задачею яких є перетворення фізичної величини в електричний сигнал. Параметри електричного сигналу не завжди відповідають стандарту, тому спершу датчики підключаються до вимірювального перетворювача, який нормалізує сигнал з датчика. Вимірювальні перетворювачі можуть включати в собі АЦП (аналоґоцифровий перетворювач) та ЦАП (цифро-аналоговий перетворювач). Також є цифрові датчики які включають вимірювальний перетворювач, перетворювач фізичної величини в електричний сигнал і АЦП.

Далі до комп'ютера підключаються модулі аналогового входу, що передають сигнали з датчиків та модулі дискретного вводу, що дозволяють вводити сигнали двох рівнів. Також є пристрої лічильного вводу, що дають змогу лічити кількість або частоту імпульсів.

Комп'ютер використовується для того щоб приймати сигнали з датчиків, обробляти їх за певною програмою і далі видавати необхідну інформацію на пристрої виведення. Зв'язок між пристроями введення-виведення і комп'ютером виконується за допомогою послідовних або паралельних інтерфейсів.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Нікітюк М.М.			Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Заєць Н.А.					12	15
Зав. каф.		Ельперін І.В.			НУХТ АК-4-1			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Також пристрої введення-виведення виконуються у вигляді плат, тоді їх вмонтовують в комп'ютер. Перевагами використання плат є те що можна досягти високої пропускної здатності каналів вводу-виводу.

В автоматизованих системах часто використовується програмований логічний контролер (ПЛК) замість комп'ютера або разом із ним. ПЛК має ряд переваг, що визначаються в малих габаритах, розширеному температурному діапазоні, стійкості до вібрацій, малому енергоспоживанню та плати аналогового і дискретного вводу-виводу.

Пристрої виводу в даній системі дають змогу виводити дискретні, частотні та аналогові сигнали. Дискретні сигнали використовуються для включення двигунів, нагрівачів, для керування клапанами, насосами та іншими пристроями. Частотні сигнали використовуються для керування потужністю пристроїв.

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

Вибір лінії зв'язку в основному визначається своїм призначенням (установчі, контрольні, термоелектродні, силові та ін. проводи), відстанню від місця виміру, характеристикою навколишнього середовища, а також видом енергії, що застосовується в даній системі.

Під структурою управління розуміють сукупність частин автоматичної системи, на які вона може бути розділена по визначеній ознаці.

Вибір структури управління об'єктом автоматизації робить вагомий вплив на ефективність його роботи, зниження відносної вартості системи управління, її надійності, ремонтоздатності і т.д.

Система автоматизації складається з об'єкту автоматизації і системи управління цим об'єктом.

Завдяки визначеній взаємодії між об'єктом автоматизації і системою управління,

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

система автоматизації в цілому забезпечує необхідний результат функціонування об'єкта.

До АСУ молочної продукції висунуті наступні вимоги:

- швидка та якісна передача даних по мережі;
- забезпечення необхідної якості управління технологічними процесами з використанням мікропроцесорного контролера;

- супервізорний контроль та управління проходження технологічного процесу за допомогою дисплейних мнемосхем (SCADA - програми);
- забезпечення необхідним програмним забезпеченням.

АСУ передбачає:

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

Передбачити можливість ручного управління всіх регульованих параметрів.

2.2. Вибір та обґрунтування технічних засобів

Для ефективного та оперативного управління технологічним процесом пастеризації молока необхідно застосовувати автоматизоване управління основними технологічними параметрами, здійснювати контроль та регулювання над ними. Для забезпечення виконання усіх функцій системи автоматизації обираємо контролер TSX Premium 57303M фірми Schneider Electric, архітектура якого оптимізована для розв'язання задач автоматичного та автоматизованого управління технологічними процесами.

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

Індикація, реєстрація та сигналізація технологічних параметрів проводиться за допомогою SCADA - програми Vijeo Citect 7.0 на персональному комп'ютері оператора-технолога, для оперативного контролю.

Оскільки система автоматизації процесу пастеризації молока потребує використання контролера з великою кількістю входів-виходів, а також беручи до уваги зручність при зміні і доповненні системи управління після початкового періоду її експлуатації, доцільним буде застосувати мікропроцесорний контролер типу TSX Premium 57303M.

Контролер TSX Premium може працювати як в складі великої розподіленої АСУТП, зв'язуючись з ПК верхнього рівня по каналу цифрового зв'язку, так і як автоматичний технічний засіб, який розв'язує комплекс задач логічного управління та регулювання, подає та документує інформацію про процес управління.

TSX Premium постачається повністю підготовленим до роботи і налаштовується на виконання потрібної задачі безпосередньо на об'єкті за допомогою комп'ютера. В процесі такої настройки оператор вводить логіку управління конкретним об'єктом, для цього використовують мову програмування TSX Premium — “ST” або “LD” (за вибором оператора). Програмування проводиться в діалоговому режимі з автоматичним контролем правильності програмування.

TSX Premium — проектно – компонований виріб. Він містить базовий комплект апаратури, що визначається незалежно від розв'язуваної задачі і проектно-компонований комплект, що залежить від необхідного числа каналів вводу-виводу інформації і визначається за замовленням споживача.

TSX Premium 57303M призначений для розв'язання широкого кола задач управління в різних галузях промисловості і виконує наступні функції:

- приймає дискретні, імпульсні й аналогові вхідні сигнали;
- видає дискретні і аналогові сигнали;

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

- реалізує всі операції управляючої логіки й арифметичні операції;
- має таймери, лічильники, таймер-генератори для вимірювання інтервалів часу та для генерації послідовності імпульсів заданої тривалості з точністю до 10 мс;
- має бібліотеку алгоритмів для виконання складних функцій, в тому числі ПІ та ПІД регулювання, інтерполяції, фільтрації, інтегрування та диференціювання та ряду інших;
- має зв'язок по цифровим каналам (інтерфейси РСМСІА сумісною картою) з іншими ПЛК або з ПК;
- дає можливість програмування частини програми нижнього рівня ST під конкретну технологічну задачу;
- має вмонтовані програмно-апаратні засоби запису програми користувача до постійної пам'яті;
- має вмонтовані програмно-апаратні засоби поточного самоконтролю і самодіагностики з точністю до модулю або до мікросхеми.

2.2.1 Вибір датчика температури

Датчик температури розроблений для неперервного вимірювання температури робочого середовища. В системі що розробляється необхідно мати декілька датчиків які вимірюють температуру води та молока.

Для цієї системи було обрано мікропроцесорний вимірювальний перетворювач Sitrans TF2 марки Siemens.

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



Рис.1.1.Перетворювач Sitrans TF2

-Вимірювальний мікропроцесорний перетворювач температури з вбудованим платиновим термометром опору Pt100 в захисній трубі із нержавіючої сталі, показуючий з світловою сигналізацією.

- Вихідний сигнал 4-20 мА.

-Вимірювальний діапазон температур -50..+200°C.

2.2.2 Вибір витратомірів

Витратомір призначений для вимірювання об'ємної витрати рідин. Для даної системи витратоміри використовуються щоб вимірювати витрати та об'єм рідини, що проходить через нього.

Для системи було обрано витратомір Proline Promass 83S, це електромагнітний витратомір і він може застосовуватись для вимірювання в'язких рідин, емульсій та різних розчинів. Для даного технологічного процесу це вимірювання витрат води та молока.

Для отримання точних результатів необхідно щоб рідина повністю заповнювала трубу. Пристрій складається з датчика що розміщений на перетворювачі витрат.

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



Рис.1.2. Масовий витратомір Proline Promass 83S

Технічні характеристики:

- основна похибка: 0.1%;
- діапазон температур робочого середовища: від -20°C до 60°C;
- максимальний тиск: 4 бара;
- труба перетворювача: сталь.

2.2.3 Вибір датчика кислотності

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

Датчик кислотності (рН) використовується для неперервного вимірювання рівня рН в речовинах. В системі що розробляється датчик кислотності використовується для вимірювання кислотності молока.

Для цієї системи було обрано промисловий датчик рН, який складається з електродів CPS11 та перетворювача для визначення рН CPM223/253 з вихідним уніфікованим сигналом 4-20 мА.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Уніфікований вихідний сигнал з датчика надходить на МПК та ЕОМ, де відбувається індикація, реєстрація та сигналізація даних технологічних параметрів.



Рис.1.3. Перетворювач для визначення рН СРМ223/253

Технічні характеристики:

- Ступінь захисту Ір65
- Вихідний сигнал 0-4.20 Ма
- Температура вимір.сер-ща -15...+130°C
- Максимальний тиск 6бар/16бар

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.4 Вибір датчика жирності

Для даної СА потрібний універсальний датчик жирності, який буде встановлено в трубопровід.

Для цієї задачі підходить датчик жирності з фотометром фірми Kemtrak типу NBP007.



Рис.1.4. Фотометр для вимірювання жирності Kemtrak
типу NBP007

Технічні характеристики:

- Вимірювання жирності молока від 0,001 до 60%;
- Вимірювання в реальному часі;
- Прилад не вимагає обслуговування;
- Вих. сигнал 4-20мА.
- Напруга живлення 115/230 VAC

2.2.5 Вибір датчика рівня

Для регулювання рівня будем використовувати ємнісний рівнемір Sitrans LC300 з інверсною частотною модуляцією. Призначений для рідин і твердих речовин, особливо для задач з високими вимогами до точності.



Рис.1.5. Ємнісний рівнемір Sitrans LC300

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

Технічні характеристики:

- Діапазон виміру 0 ... 3300 пФ
- Навколишня температура -40 до +85 °С
- Температура матеріалу -20 до +200 °С
- Вихідний уніфікований сигнал 4 – 20 мА

2.2.6 Вибір датчика тиску

Так як в гомогенізаторі високий тиск, нам потрібний надійний вимірювач з мінімальною похибкою вимірювання.



Рис.1.6.Sitrans P серії 300

Технічні характеристики:

- Висока точність вимірювання
 - Міцний корпус з нерж. стали
 - Для агресивних і неагресивних вимірюваних речовин
 - Для вимірювання тиску рідин, газів і пари
 - Вимірювальна осередок з температурною компенсацією
- компактна конструкція

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

2.3. Специфікація на прилади і засоби автоматизації та місце їх

встановлення

№ п/п	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	К-ть	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а, 14а	Масовий витратомір – універсальний сенсор для середовищ з температурою до 200 оС, номінальний діаметр ДУ 8...50, матеріал труб нержавіюча сталь	Proline	м3/год	2	Endress+Hauser
2	1б, 14б	Трансмітер– двохстроковий рідко–кристалічний дисплей з клавішними налаштуванням, вимірювання масової, об’ємної витрати, температури та густини середовища	Promass 83s	м3/год	2	Endress+Hauser
1	2	3	4	5	6	7
3	2а, 2б 7а, 7б	Фотометр для вимірювання жирності в молочній продукції. Концентрація жирності від 0,001 % до 60%. Вих. сигнал 4-20мА. Напряга живлення 115/230 VАС	NBP007	%	2	Kemtrak
4	3а, 3б 6а, 6б 9а, 9б 10а, 10б, 11а, 11б, 12а, 12б	Вимірювальний мікропроцесорний перетворювач температури з вбудованим платиновим термометром опору Pt100 в захисній трубці із нержавіючої сталі, показуючий з світловою сигналізацією. Вихідний сигнал 4-20 мА. Вимірювальний діапазон температур -50..+200°С.	Sitrans TF2	°С	6	Siemens
5	4а, 4б 13а, 13б	Комплект з електрода та перетворювача для визначення рН в межах 0..14 од. Твим. сер-ща -15 .. +130 °С	CPS11, CPM223/25 3	рН	2	Endress+Hauser
6	5а, 5б 15а, 15б	Ємнісний рівнемір кабельний з занурювальним зондом Pointek CLS 300. Довжина зонду в межах 0,5– 25м. Вихідний уніфікований сигнал 4 – 20 мА.	SITRANS LC 300	м	2	Siemens

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		
					22	

7	8а	Вторинний мікропроцесорний перетворювач тиску. Діапазон вимір. 0 – 400 бар Вихідний сигнал 4-20 мА.	SitransP серії 300	МПа	1	Siemens
8	1в, 3в, 10г, 12г, 15в	Електропневмо перетворювач перетворює сигнал з 4-20 мА в 0,2-1 кгс/см ² . Тиск живлення 1,4 кгс/см ² .	ЕПП-3211	-	5	ООО «Саранские приборы»
1	2	3	4	5	6	7
9	1г, 3г, 10д, 12д, 15г	Пневматичний виконавчий механізм 2-х позиційний для одноходових прохідних клапанів Ду – 50 мм. В комплект входить клапан 2х позиційний 3257.	МИМ-3077	-	5	”Делис” м. Харків
10	10в, 11в, 12в	Мікропроцесорний індикатор для індикації технологічних пар-в. Вих. сигнал 4-20мА.	ИТМ-10	-	3	МИКРОЛ
11	КМ1 – КМ3	Пускач магнітний. Робоча напруга 220 В.	ПМЕ 111	-	3	”Делис” м. Харків

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2.4. Схема автоматизації

На схемі автоматизації, яка зображена на кресленні 1 графічного матеріалу проекту, передбачено наступні контури регулюванню та контролю.

Регулювання витрати сирого та контроль витрати пастеризованого молока, що надходить з автоцистерни та після пастеризаційно-охолоджувальної установки ПОУ, здійснюється за допомогою масового витратоміра (Рис.1). Proline Promass 83S, який складається з сенсора Proline (позиція 1а, 14а), який безпосередньо вимірює витрату сирого та пастеризованого молока в трубопроводі, який працює в комплексі з трансмітером Promass 83S (позиція 1б, 14б), що перетворює отриманий сигнал з сенсора в уніфіковану вихідну напругу 4-20 мА. Далі сигнал подається на МПК, де вже формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмоперетворювач ЕПП-3211 (позиція 1в) надходить на пневматичний виконавчий механізм МІМ-3077 (позиція 1г), який в свою чергу відкриває чи закриває клапан подачі молока в сепаратор-молокоочищувач.

Контроль жирності молока в трубопроводі після сепаратора – молоко очищувача та після сепаратора-нормалізатора здійснюється за допомогою фотометра для вимірювання жирності у молочних продуктів фірми Kemtrak

типу NBP007 (Рис.1.1) (позиція 2а, 2б, 7а, 7б). Уніфікований вихідний сигнал з датчика надходить на МПК та ЕОМ, де відбувається індикація І, реєстрація R та сигналізація А даного технологічного параметру.

Контроль температури в гомогенізаторі, температури рекуперації в ПОУ, а також температури недопастеризованого молока здійснюється з допомогою мікропроцесорного вимірювального перетворювача Sitrans TF2 марки Siemens.(Рис.1.2)

(позиція 6а, 6б, 9а, 9б, 11а, 11б)

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

Контроль кислотності в резервуарі для тимчасового резервування та в трубопроводі після пастеризаційно-охолоджувальної установки здійснюється за допомогою комплексу приладів, який складається з електродів CPS11 та перетворювача для визначення рН CRM223/253 (Рис.1.3)(позиція 4а, 4б, 13а, 13б).

Регулювання рівня в резервуарі для зберігання молока здійснюється за допоміжного ємнісного рівнеміра кабельного типу Sitrans LC300 марки Siemens з вихідним уніфікованим сигналом напругою 4-20 мА (позиція 15а, 15б). Далі сигнал надходить на ПЛК, де формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмоперетворювач ЕПП-3211 (позиція 15в) надходить на пневматичний виконавчий механізм МИМ-3077 (позиція 15г), який в свою чергу відкриває чи закриває клапан подачі молока до резервуару.

Контроль рівня в рівняльному баці реалізований за допомогою ємнісного рівнеміра кабельного типу Sitrans LC300 фірми Siemens з вихідним уніфікованим сигналом 4-20 мА (позиція 5а, 5б). Уніфікований вихідний сигнал з датчика надходить на МПК та ЕОМ, де відбувається індикація І, реєстрація R та сигналізація А даного технологічного параметру.

Контроль тиску в гомогенізаторі реалізовано за допомогою вторинного мікропроцесорного перетворювача Sitrans P 300 (позиція 8а) з вихідним уніфікованим сигналом 4-20 мА. Уніфікований вихідний сигнал з датчика надходить на МПК та ЕОМ, де відбувається індикація І, реєстрація R та сигналізація А даного технологічного параметру.

Регулювання температури молока в резервуарі для тимчасового резервування, температури пастеризації та охолодження нормалізованого молока в пастеризаційно-охолоджувальній установці (ПОУ) реалізовано за допомогою мікропроцесорного вимірювального перетворювача Sitrans TF2 фірми Siemens.

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

Він містить вбудований чутливий елемент – платиновий термометр опору Pt 100 та вторинний показуючий, самозапам'ятовуючий пристрій з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА (позиція 3а, 3б, 10а, 10б, 12а, 12б). Далі сигнал надходить на МПК, де формується управляючий вихідний сигнал, який через електропневмоперетворювач ЕПП-3211 (позиція 3в, 10в, 12в) надходить на пневматичний виконавчий механізм МИМ-3077 (позиція 3г, 10г, 12г), який в свою чергу відкриває чи закриває клапани подачі холодної води до пластинчастого охолоджувача, гарячої і холодної води до ПОУ.

Індикація I, реєстрація R та сигналізація А технологічних параметрів процесу виробництва пастеризованого молока з жирністю 2,5 % здійснюється за допомогою SCADA програми, яка встановлена на електронно-обчислювальній машині ЕОМ, де оператор-технолог має змогу слідкувати за перебігом всього процесу та в реальному часі контролювати якісні та кількісні показники виробництва.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

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

В даній роботі використовується мікропроцесорних контролер фірми Schneider Electric, які продовжують широко використовуватись вітчизняними інжиніринговими фірмами при розробці та впровадження систем автоматизації в різних галузях промисловості.

Мікропроцесорні контролери TSX Premium призначенні для керування складними технологічним або виробничими процесами, які вимагають обробки великої кількості інформації й керуванням великої кількості виконавчих механізмів.



TSX Premium Schneider - це абсолютно новий рівень, який пропонує скорочений цикл обробки програм, а також широкі можливості діагностики та інших сервісних функцій. Такий функціонал забезпечує високий рівень роботи установки, а архітектура платформи цієї серії дозволяє об'єднувати різні компоненти систем автоматизації. І це далеко не все, що передбачає ця серія.

Для того, щоб впровадити різний функціонал виробники оснастили платформу відмінними обчислювальними ресурсами. Вона працює на базі надпотужного процесора, який забезпечує швидку швидкість роботи додатків і демонструє високу продуктивність.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Нікітюк М.М.			Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Заєць Н.А.					27	5
Зав. каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Більш того, ПЛК виконує набагато більше діагностичних і сервісних операцій в один і той же час завдяки збільшенню обсягу пам'яті і скорочення часу циклу, завдяки чому підвищується ще і ефективність.

Також виробники не забули про можливість інтеграції додаткових пристроїв, таких як різні датчики, сат-модулі, вагові модулі та інші, тому серія Schneider TSX Premium володіє певним резервом. Але крім додаткових пристроїв, платформа має вже вбудовані модулі, які сприяють високій продуктивності і служать для вирішення завдань користувачів.

Відповідно до технічного завдання та з урахуванням вибраних технічних засобів автоматизації, реалізація алгоритму управління процесом пастеризації молока потребує:

- Дискретні виходи 3шт.;
- Аналогові входи 15 шт.;
- Аналогові виходи 5 шт.

Контролер TSX Premium комплектуємо з таких модулів.

Таблиця 3.1.

№п/п	Найменування модуля	Характеристики	Кількість
1	TSX P57 303M	Центральний процесорний модуль. Напруга живлення 24В. К-ть вх./вих. в шасі: дискретних-1024, аналогових - 128.	1
2	TSX PSY 5520M	Блок живлення Напруга живлення ± 24 В. Заг. потужність 50 Вт.	1
3	TSX AEY 800	Аналоговий вхідний модуль на 8 входів. Працює з аналоговими сигналами у вигляді струму в діапазоні 0..20 мА або 4..20 мА, ± 10 В, 0..5 В.	2
4	TSX ASY 800	Аналоговий вихідний модуль на 8 виходів. Виходи заг. точкою. Діапазон вимірювання ± 10 В, 0..20 мА або 4..20 мА.	1
5	TSX DSY 08T2	Дискретний вихідний модуль на 8 виходів. 24 VDC/0,5А, транзисторні, захищені.	1

Принципова схема підключення датчиків та ВМ до контролера реалізована на листі 2 графічного матеріалу. При виборі даної системи технічних засобів автоматизації було враховано структурні та алгоритмічні особливості об'єкта, умови роботи та вимоги до якості роботи проектованої системи.

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

Для регулювання необхідних технологічних параметрів використовуються пневматичні виконавчі механізми з вихідним сигналом 4-20 мА.

Внаслідок аналізу цих вихідних даних, переваг і недоліків сучасних систем технічних засобів для реалізації даної системи вибрана пневматична система засобів з урахуванням її малої інерційності, простоти живлення, а також мінімальних затрат на її впровадження.

Передбачено автоматичний та ручний режими роботи електроприводів для насосів подачі продукту..

Сигналізація технологічних параметрів реалізована двома частинами: за допомогою SCADA програми, яка встановлена на ПК оператора – технолога, та за допомогою світлодіодних ламп HL1-HL4, які розміщені на схемі автоматизації та регулювання.

Аналогові виходи:

В системі використовуються модулі аналогових виходів TSX ASY 800

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



Загальна інформація:

- Напруга живлення : Номінальне значення (пост. Струм) 24 В пост. струму;
- Вхідний струм : Споживання струму, тип. 45 mA, з шини на задній стійці 5 В пост. струму, тип. 80 mA;
- Аналогові виходи: Число аналогових виходів 8;
- Діапазони вихідних параметрів, напруга від -10 до +10В;
- Діапазони вихідних параметрів:струм від 0 до 20 mA і 4...20Ma ;
- Похибки / точність: Весь діапазон вимірювань $\pm 0,14 \dots 25^{\circ}\text{C}$, $\pm 0,28$ від 0 до 60°C .

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

Дискретні виходи:

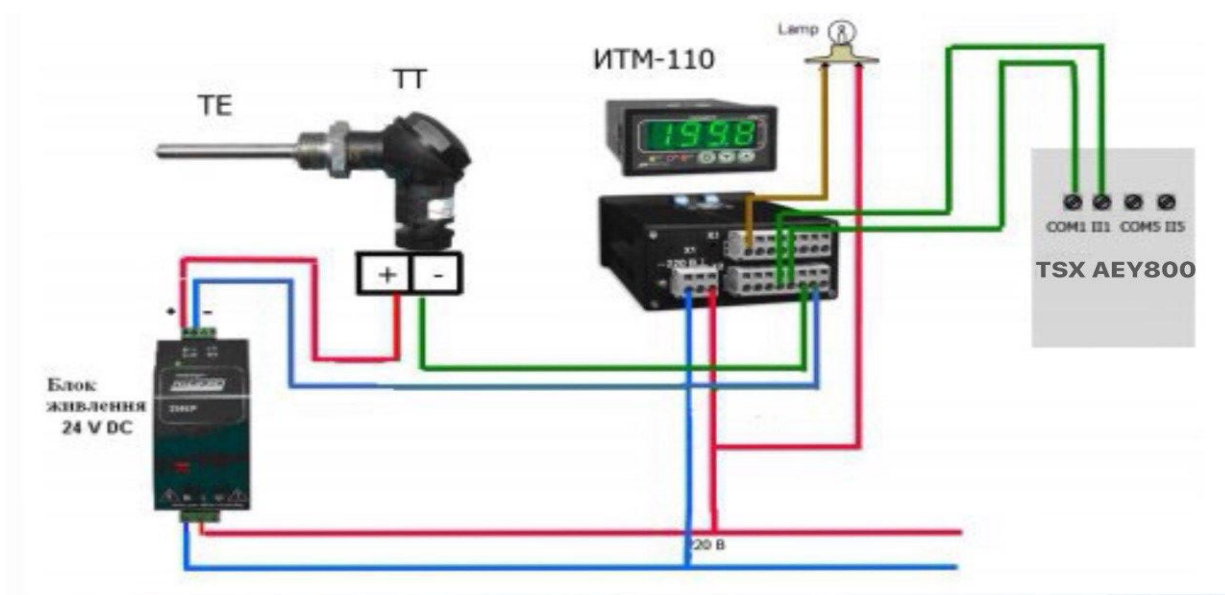
В системі використовуються модулі дискретних виходів TSX DSY 08T2.



Загальна інформація:

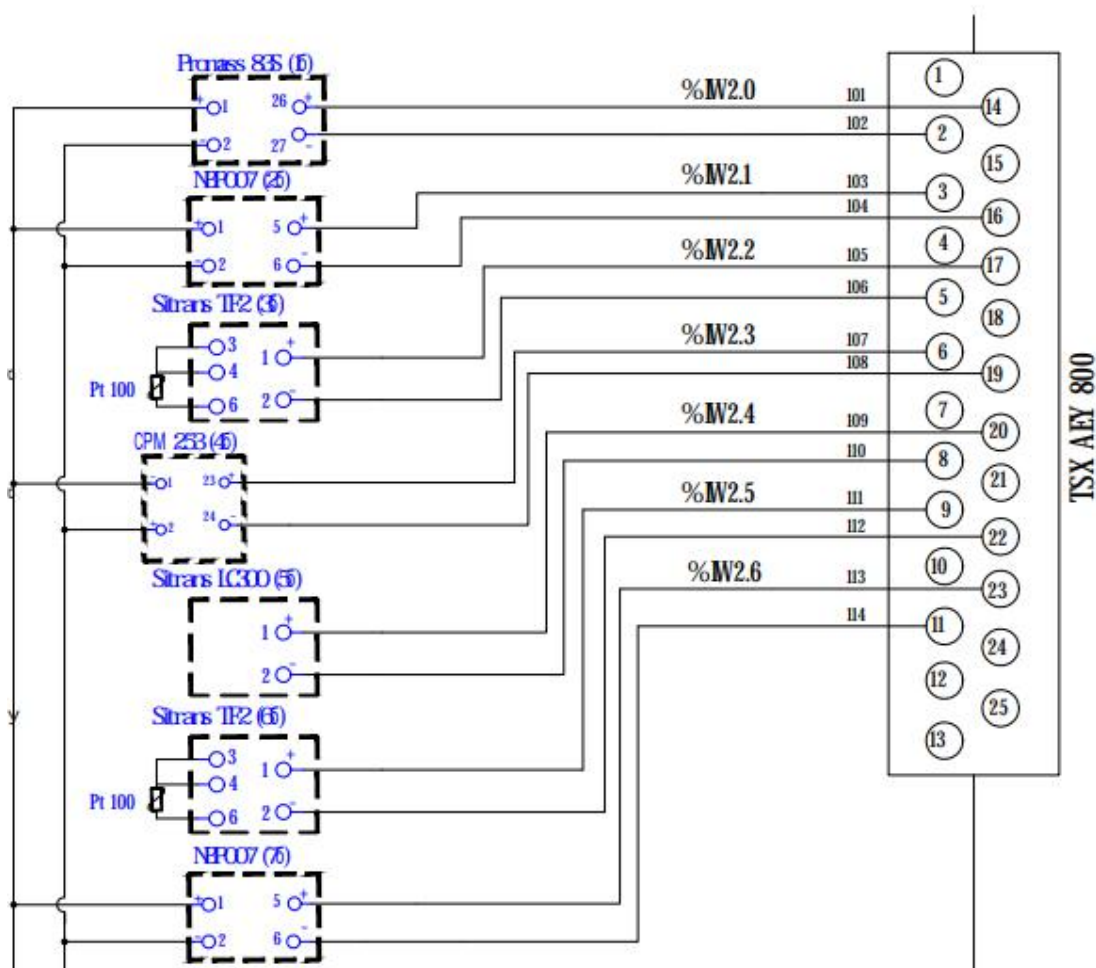
- Вхідний струм: Напруга 24 В ,струм 0,5А;
- Вихідний струм: Напруга 19..30 В ,струм на канал 0,625А;
- Цифрові виходи: 8 штук; польовий МОП-транзистор,
- Захист від короткого замикання: діод Transilі електронне відключення під час повторної активації.

3.1. Графічне зображення технічних засобів автоматизації



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

3.2. Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації контуру контролю



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

В данній кваліфікаційній роботі використовується вторинний мікропроцесорний перетворювач тиску Sitrans P300 .

Застосування: для вимірювання тиску в гомогенізаторі.

Технічні характеристики:

Висока точність вимірювання

Міцний корпус з нерж. стали

Для агресивних і неагресивних вимірюваних речовин

Для вимірювання тиску рідин, газів і пари

Вимірювальна осередок з температурною компенсацією

Діапазон вимір. 0 – 400 бар.

Вихідний сигнал 4-20 мА.

Монтаж ПВП тиску Sitrans P 300

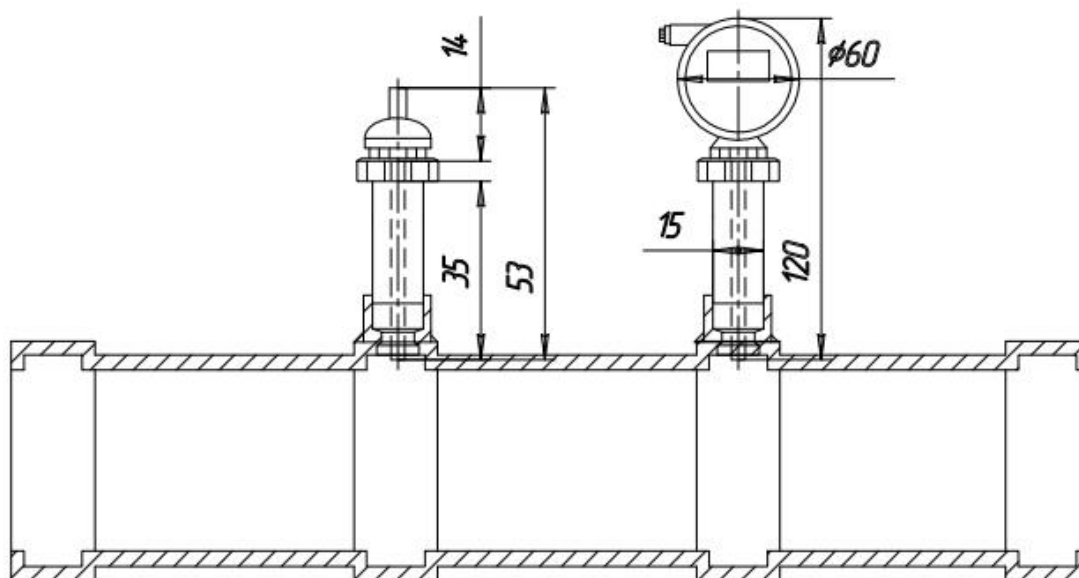


Рис.4.1.Монтаж схема вимірювача тиску Sitrans P300

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Нікітюк М.М.			Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Заєць Н.А.					33	1
Зав. каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

**Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для
мікропроцесорного контролера TSX Premium**

Блок – схема алгоритму функціонування процесу пастеризації в пастеризаційно-охолоджувальній установці представлена на листі 4 графічного матеріалу проєкту.

Таблиця аналогових входів для TSX Premium

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Витрата сирого молока	FE 1a	%IW2.0
Жирність сирого молока	QE 2a	%IW2.1
Температура молока в рез-рі для тимчас. зберігання	TE 3a	%IW2.2
Кислотність молока в рез-рі для тимчас. зберігання	QE 4a	%IW2.3
Рівень в рівняльному баці	LE 5a	%IW2.4
Температура рекуперації молока	TE 6a	%IW2.5
Жирність нормалізованого молока	QE 7a	%IW2.6
Тиск в гомогенізаторі	PT 8a	%IW3.0
Температура гомогенізації молока	TE 9a	%IW3.1
Температура пастеризації молока	TE 10a	%IW3.2
Температура недопастеризованого молока	TE 11a	%IW3.3
Температура охолодження	TE 12a	%IW3.4
Кислотність пастеризованого молока	QE 13a	%IW3.5
Витрата пастеризованого молока	FE 14a	%IW3.6
Рівень молока в рез-рі для зберігання	LE 15a	%IW3.7

					Кваліфікаційна робота			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.		Нікітюк М.М.			Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
Керівник		Заєць Н.А.					34	4
Зав. каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Таблиця аналогових виходів для TSX Premium

Таблиця 5.2.

Назва сигналу	Адреса
Клапан подачі сирого молока для тимчасового зберігання	%QW3.0
Клапан подачі холодної води в пластинчастий охолоджувач	%QW3.1
Клапан подачі гарячої води в секцію пастеризації ПОУ	%QW3.2
Клапан подачі холодної води в секцію охолодження ПОУ	%QW3.3
Клапан подачі пастеризованого молока в резервуар для зберігання	%QW3.4

Таблиця дискретних виходів для TSX Premium

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Двигун насосу подачі сирого молока в рівняльний бак	M1	%Q1.0
Двигун насосу подачі молока в ПОУ	M2	%Q1.1
Двигун насосу подачі охолодженого пастеризованого молока на розлив	M3	%Q1.2

Таблиця 5.3.

Фрагмент програми роботи пастеризаційно – охолоджувальної установки(ПОУ) на TSX Premium має наступний вигляд:

```

IF %M5 AND %IW2.4:=9000 THEN
SET %Q1.1;
END_IF;
IF %IW2.5:=3500 AND %IW2.6:=2500 THEN
RESET %Q1.0;
END_IF;
IF %IW3.0:=1200 AND %IW3.1:=6000 THEN
%QW3.2:=1000;
PID ('TEMP_PAST_MOL', '°C ', %IW3.2, %QW3.2, %M6, %MW50:43);
END_IF;
IF %IW3.2:=7500 THEN
%QW3.2:=0;

```

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

```
%QW3.3:=1500;  
PID ('TEMP_OXOL_MOL', '°C' , %IW3.4, %QW3.3, %M7, %MW100:43);  
END_IF;  
IF %IW3.4:=4000 THEN  
%QW3.3:=0;  
SET %Q1.2;  
END_IF;
```

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

Розділ 6. Розробка SCADA – програми для процесу пастеризації в ПОУ

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

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

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

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

Могутні функціональні можливості включають в себе:

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

призведе до втрати її функціональності і продуктивності.

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

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Розроб.	Нікітюк М.М.		Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока	Літ.	Арх.	Аркушів
		Керівник	Заєць Н.А.					38
		Зав. каф.	Ельперін І.В.			НУХТ АК-4-1		
		Секр. ЕК	Проскурка Є.С.					

- Process Analysis: Vijeo Citect Process Analysis - це інтуїтивно зрозумілий і зручний інструмент для візуалізації та аналізу даних, який є частиною SCADA системи.

- Process Analysis дозволяє бачити всю історію в рамках підприємства і надавати важливу інформацію для операторів, допомагаючи підвищувати їх ефективність і продуктивність.

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

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

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

Project Editor перевіряємо чи у відповідних вікнах появились всі наші пристрої.

Так, як даний проект створювався в демо – версії, то дана конфігурація не проводилась, використовувались ресурси та звернення, що були прописані автоматично та по замовчуванню (рис.3.3.).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

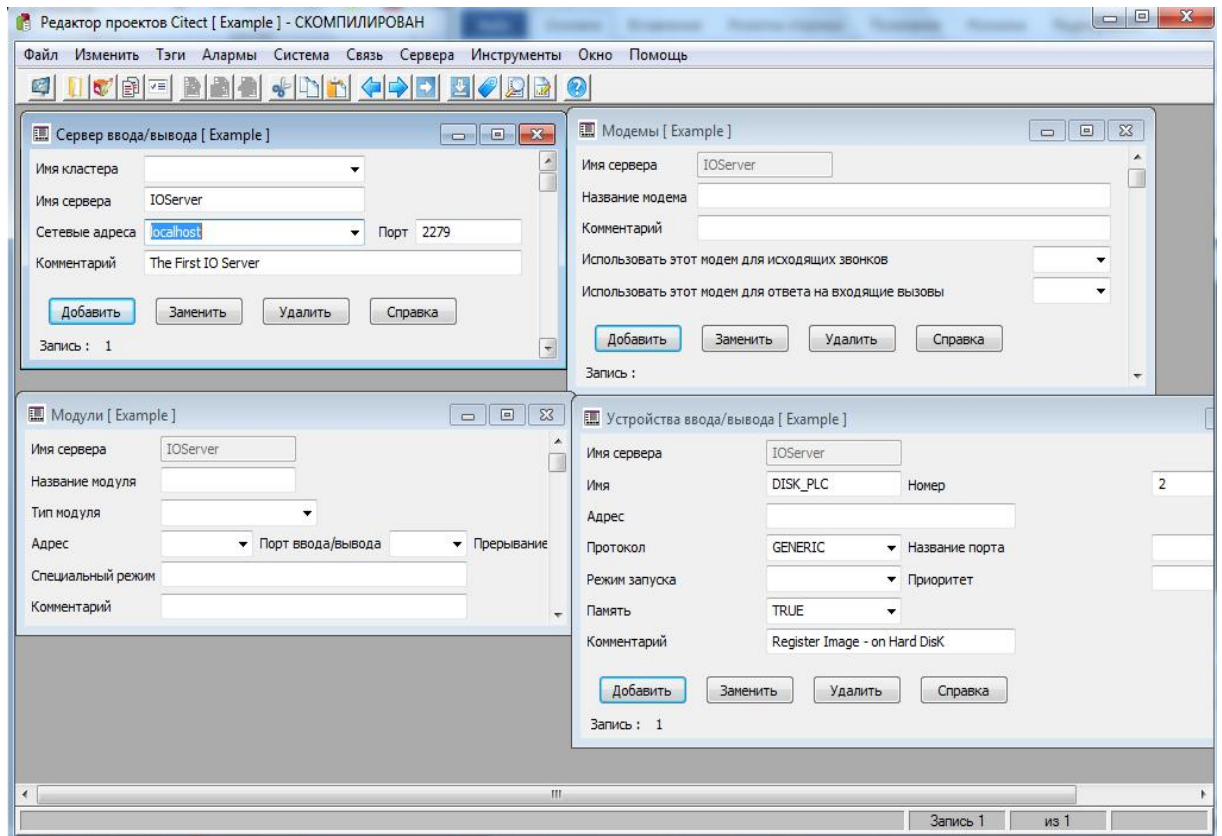


Рис.6.1. Настройка конфигурации проекта

Для полного відображення всього технологічного процесу пастеризації молока створювалось два вікна: на першому власне відображення процесу пастеризації молока (рис. 3.5.), на другому – тренди зміни технологічних параметрів (рис. 3.6.). Також забезпечено відображення повідомлень щодо стану технологічного процесу у першому вікні.

Для коректної роботи SCADA – програми створюються зміни технологічного процесу, які наведені в табл. 3.8. Вікно створення змінних представлено на рис. 3.4.

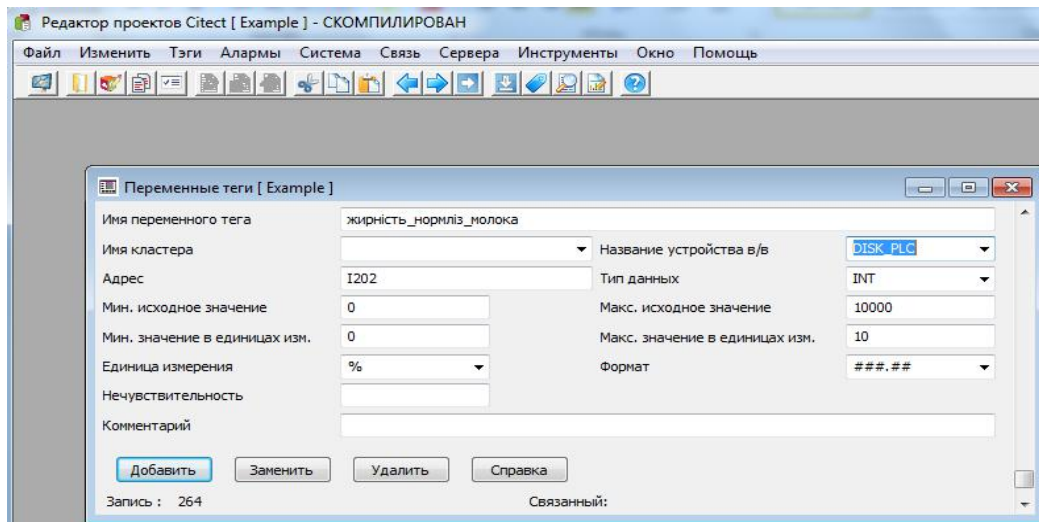


Рис. 6.2. Вікно внесення змінних тегів

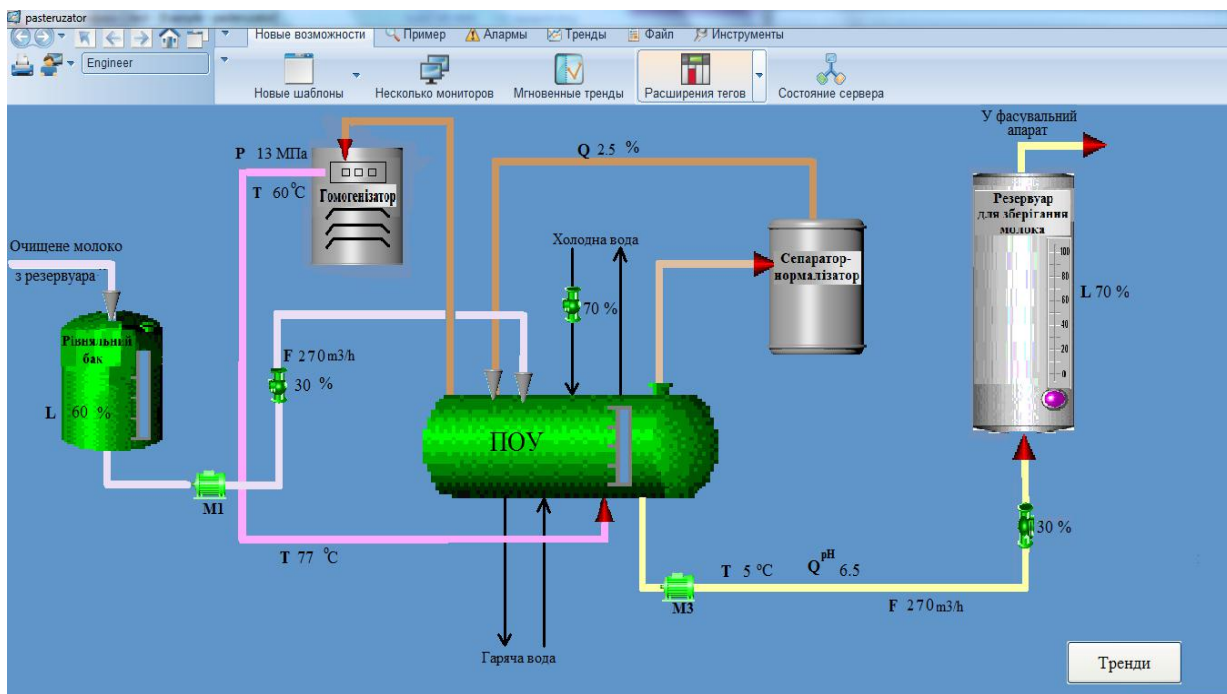


Рис. 3.5. Мнемосхема технологічного процесу пастеризації молока

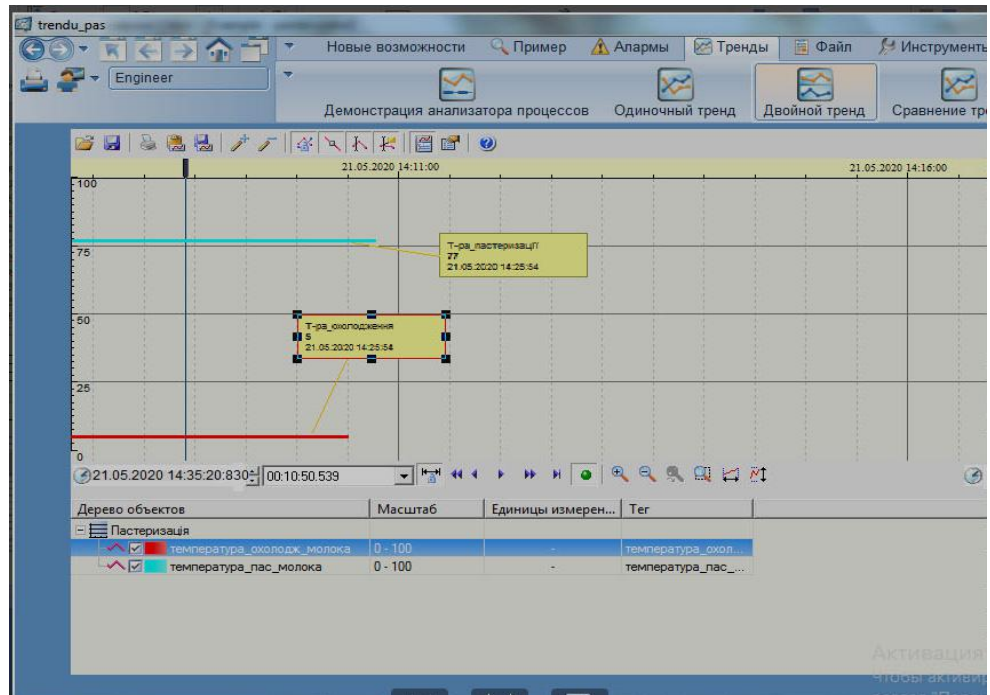


Рис. 6.3. Тренды зміни температури пастеризованого та охолодженого молока в реальному часі

Таблица 3.8.

Опис	Адреса	Межі реальні	Межі PLC
рівень прийм бак	%MW31	0-100 %	0-10000
витрата сирого молока	%MW32	0-100 м3/год	0-10000
кл витрати сирого молока	%MW33	0-100 %	0-10000
жирність нормліз молока	%MW34	0-10 %	0-10000
температура паст молока	%MW35	0-100 0 C	0-10000
температура охолодж молока	%MW37	0-10 0 C	0-10000
кл холодної води	%MW38	0-100 %	0-10000
pH паст молока	%MW39	0-10 од.pH	0-10000
витрата охолодж молока	%MW40	0-100 м3/год	0-10000
двигун М1	%M20	-	-
двигун М2	%M21	-	-
двигун М3	%M22	-	-

Для відображення роботи двигунів, обирається анімація ввімкнення/вимкнення (рис. 3.7.): так вимкнений двигун має червоний колір, ввімкнений – зелений.

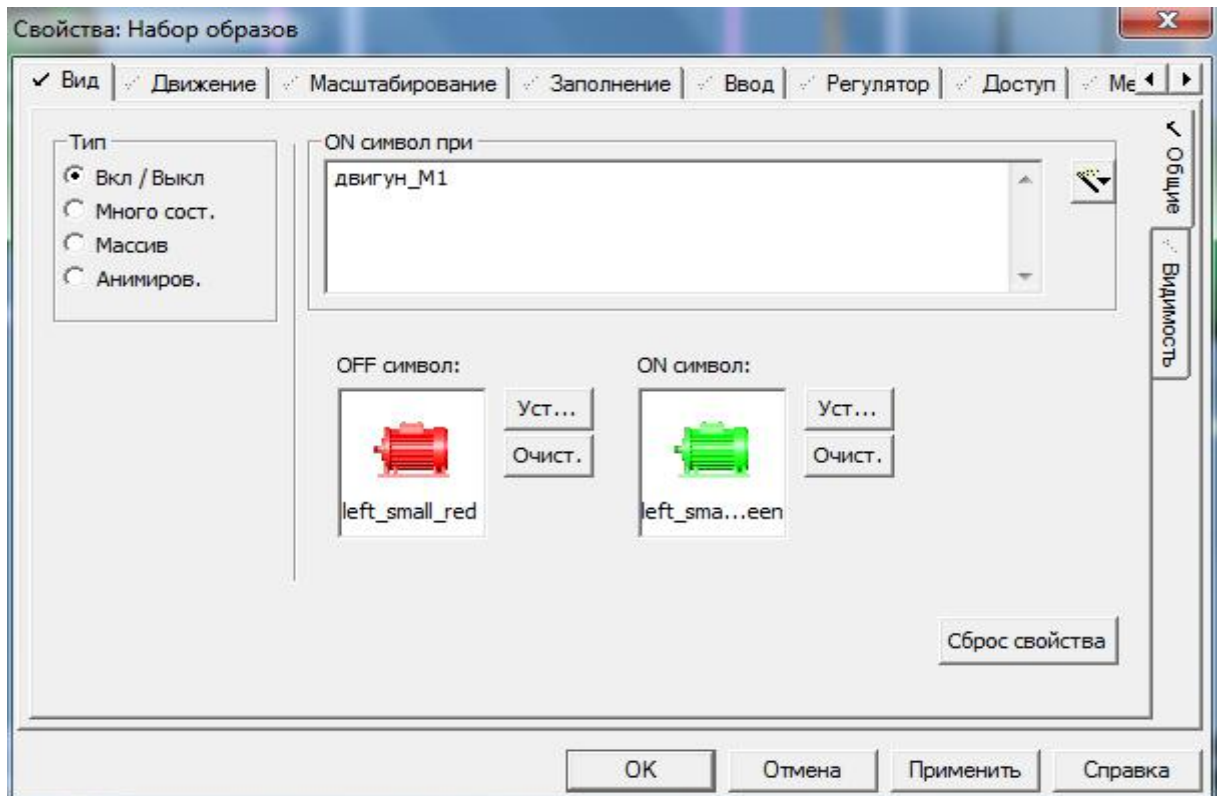


Рис. 6.4. Анімація роботи двигунів

Для числових відображень технологічних параметрів та виконавчих механізмів, застосовується властивості тексту, де ми вказуємо конкретний технологічний параметр (рис. 3.8.):

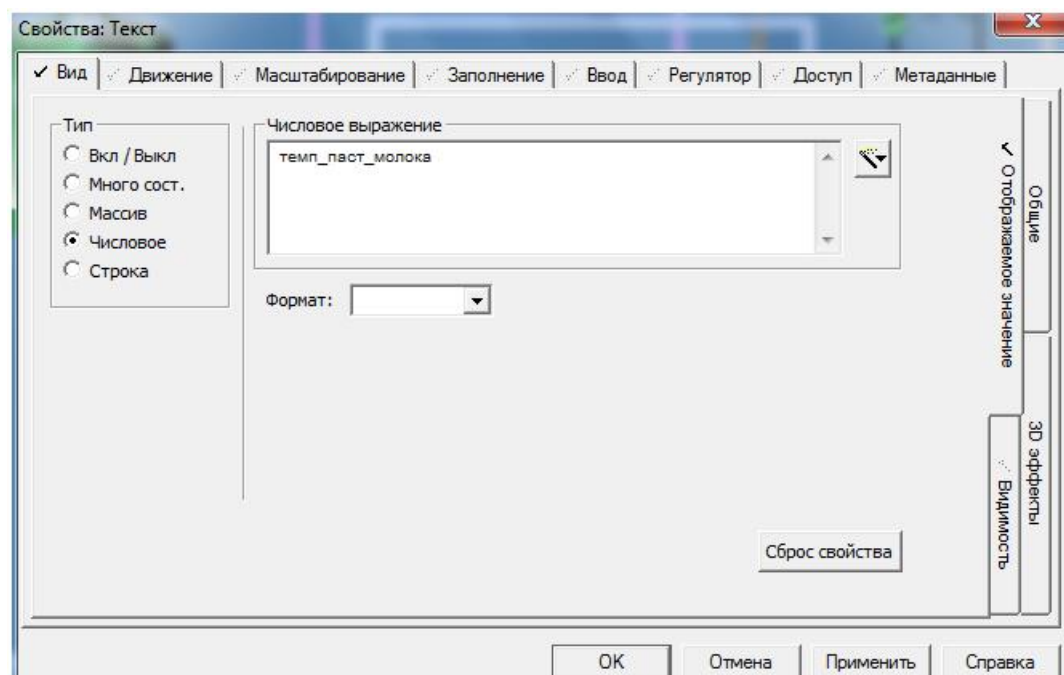


Рис. 6.5. Вікно задання числової анімації

На рис. 3.9. показано реалізація дискретного аларму створення повідомлення про включення двигуна M1.

Рис. 6.6. Дискретний аларм

Задання аналогового аларму показано на рис. 3.9., де вказуються межі високого та низького значення змінної.

Рис. 6.7. Вікно створення аналогового аларму

Для візуалізації відображення трендів процесу пастеризації молока, використовується вікно Citect Process Analyst Control (рис. 3.10.).

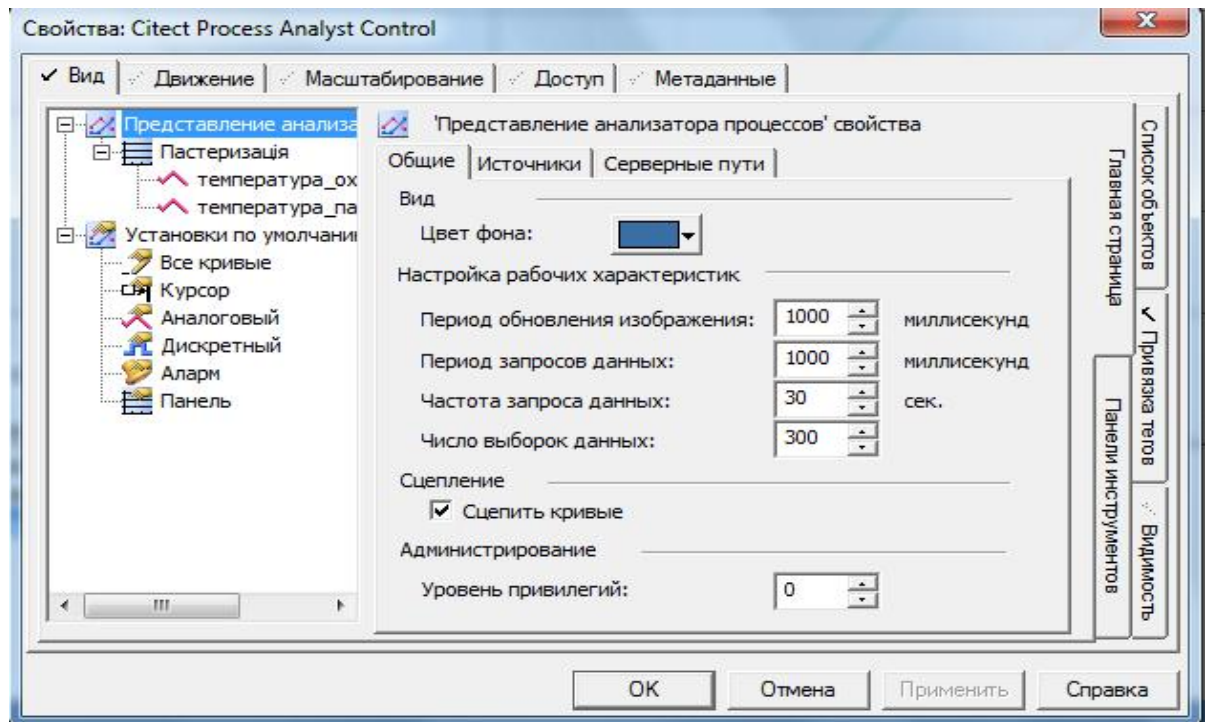


Рис. 3.10. Властивості вікна Citect Process Analyst Control

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

У якості контуру регулювання було обрано регулювання температури в пастерезаційні установці. Для процесу пастерезації необхідно підтримувати температуру 75 °С. Процес відбувається таким чином: датчик температури знімає покази температури з пастерезатора і передає сигнал на контролер, якщо температура менша за необхідну, контролер вмикає нагрівач, якщо на необхідному рівні – вимикає. В подібних резервуарах переважно в якості нагрівача використовується гаряча вода що рухається у подвійній стінці резервуару. Для розрахунку регулятора спершу необхідно визначити передавальні функції елементів що беруть участь в процесі та що виступає в якості вихідного та регулюючого сигналу. В даному випадку контур складається з датчика температури, нагрівача і регулятора. Для передавальної функції нагрівача вихідним сигналом $y(t)$ є температура в резервуарі, а регулюючим сигналом $x(t)$ – нагрівач. Передавальна функція технологічних об'єктів у яких відбуваються теплообмінні процеси є аперіодичною ланкою 1-го порядку. Так як в даному випадку це передавальна функція нагрівача, то диференційне рівняння, яким описується процес, має наступний вигляд:

$$T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t), \quad (1)$$

де T – час реакції зміни температури,

k (коефіцієнт підсилення) – енергія для нагрівання молока на 1 °С.

Перейдемо до зображення Лапласа:

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Нікітюк М.М.			Розробка системи автоматизації процесу пастеризації молока	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Заєць Н.А.					46	9
Зав. каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

$$\frac{dy(t)}{dt} = sY(s), y(t) = Y(s), x(t) = X(s) \quad (2)$$

$$TsY(s) + Y(s) = kX(s), \quad (3)$$

$$Y(s)(Ts + 1) = kX(s), \quad (4)$$

$$W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{k}{Ts + 1}. \quad (5)$$

Враховуючи параметри системи, $T = 2$ с.

Для розрахунку кількості теплоти, необхідної для нагріву молока на 1°C , потрібні наступні значення:

$$c = 3956.5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}, \rho = 1020 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, V = 1000 \text{л} = 1 \text{м}^3 \quad (6)$$

де c – питома теплоємність,

ρ – густина молока,

V – об'єм.

Формула знаходження кількості теплоти наступна:

$$Q = c * m * \Delta t, \quad (7)$$

де Δt – температура на яку нагріється молоко,

Q – кількість теплоти.

$$Q = c * m * \Delta t = c * \rho * V * 1 = 3956.5 * 1020 * 1 * 1 = 4.035 \text{МДж}.$$

Отже, $k = 4.035$.

Отримаємо що передавальна функція нагрівача має наступний вигляд:

$$W_{нагр} = \frac{4.035}{2s + 1}.$$

Також необхідно визначити передавальну функцію датчика температури.

Регулюючим сигналом $x(t)$ є температура в резервуарі, а вихідним сигналом $y(t)$ є

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напруга. Для приладів що перетворюють один сигнал в інший використовується підсилювальна ланка.

Тому рівняння має наступний вигляд:

$$y(t)=kx(t),$$

де k – залежність опору датчика від температури.

Перейдемо до зображення Лапласа:

$$W(s)=k.$$

Для датчика що був обраний, згідно номінальної статичної характеристики при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ опір 100 Ом , при $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 104.26 , отже

$$k = \frac{104.26 - 100}{10} = 0.426.$$

Отримаємо, що передавальна функція датчика температури має вигляд:

$$W(s)=0.426.$$

Для розрахунку регулятора необхідно визначити характер перехідного процесу, тому за допомогою MATLAB Simulink було змодельовано схему. На схемі, що зображена на рисунку 8.1, $W_{нагр}$ – передавальна функція нагрівача, $W_{дат}$ – перехідна функція датчика температури. Блок Saturation необхідний для обмеження вхідного сигналу. За допомогою блоку Step задано необхідну температуру – $75\text{ }^{\circ}\text{C}$.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

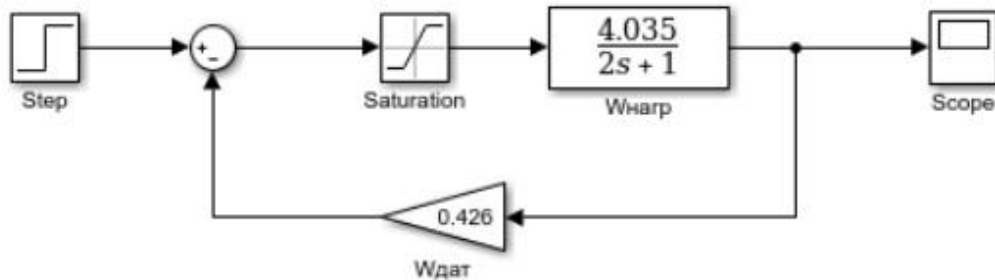


Рисунок 8.1 – Схема моделі

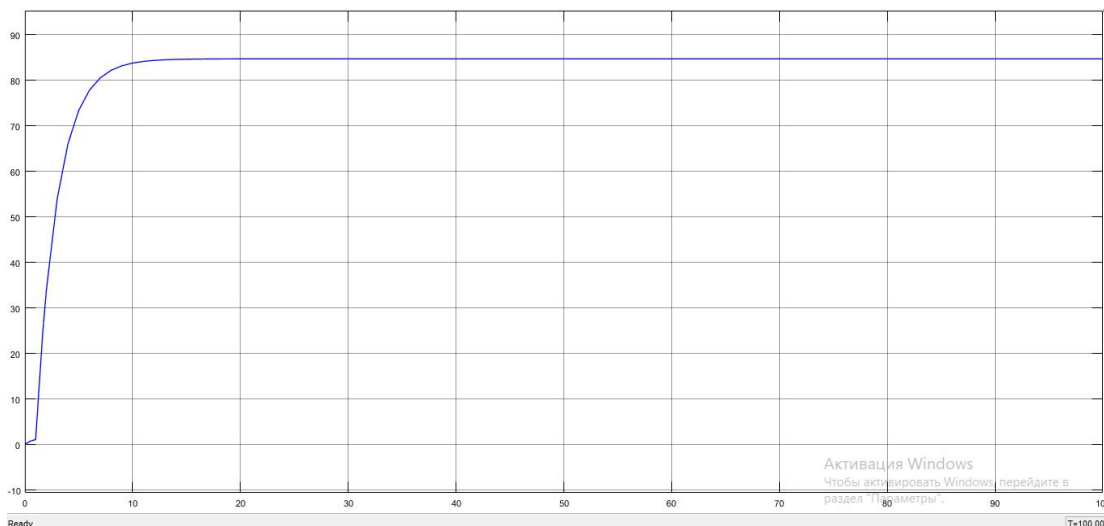


Рисунок 8.2 – Перехідна характеристика

Як видно з графіка перехідної характеристики, температура досягає необхідного рівня і одразу його перевищує і встановлюється на значенні трохи більше 80, а для правильної роботи необхідно 75. Тому до схеми було додано ПІ-регулятор. Схема з ПІ-регулятором на рисунку 8.3. Розрахунки регулятора проведено за допомогою блоку Check Step Response Characteristics. Тут P – пропорційна складова, I – інтегральна складова регулятора.

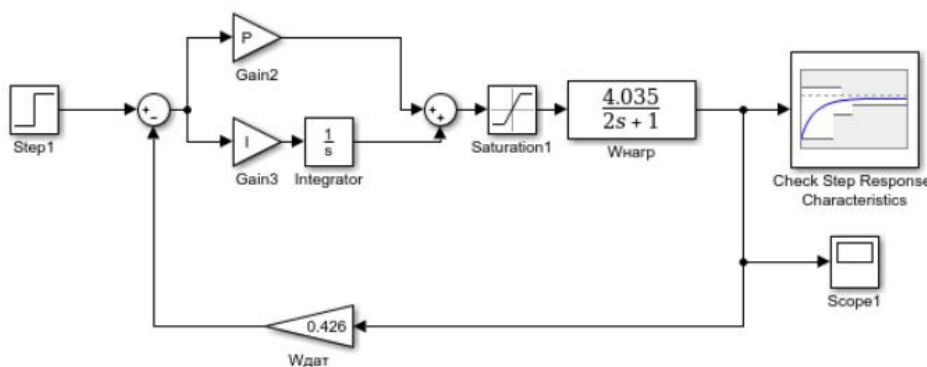


Рисунок 8.3 – Схема моделі з ПІ-регулятором

Значення параметрів ПІ-регулятора наступні:

$$P = 0.47, I = -4.36 \cdot 10^{-5}.$$

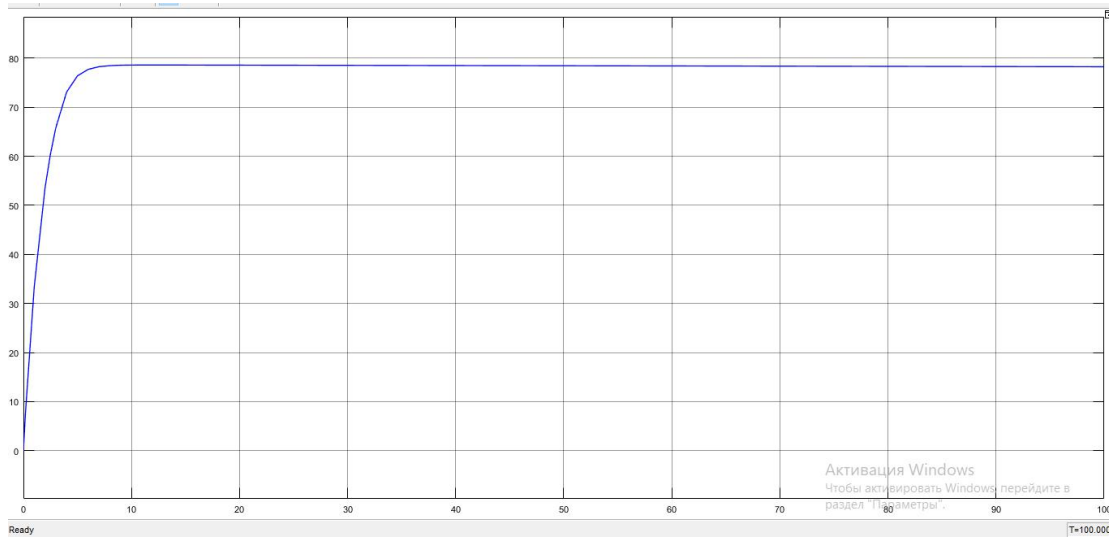


Рисунок 8.4 – Перехідна характеристика з ПІ-регулятором



Рисунок 8.5 – Збільшений масштаб перехідної характеристики з рисунку 8.4

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

Як видно з вище наведених зображень перехідної характеристики з застосуванням ПІ-регулятора, температура встановилась на рівні 78, що перевищує необхідний рівень температури. Тому проведемо аналогічні розрахунки, але вже із використанням ПІД регулятора.

Схема з ПІД-регулятором наведена на рисунку 8.6

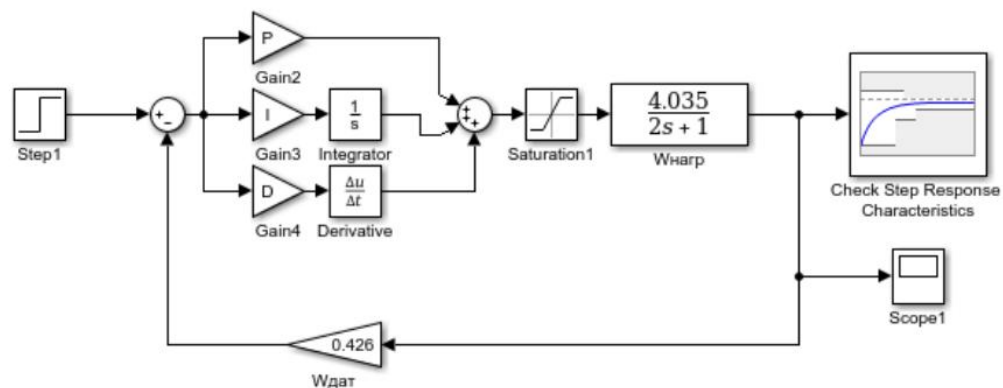


Рисунок 8.6 – Схема моделі з ПІД-регулятором

Значення параметрів ПІД-регулятора наступні:

$$P = 0.47, I = 5.08 \cdot 10^{-5}, D = -0.27.$$

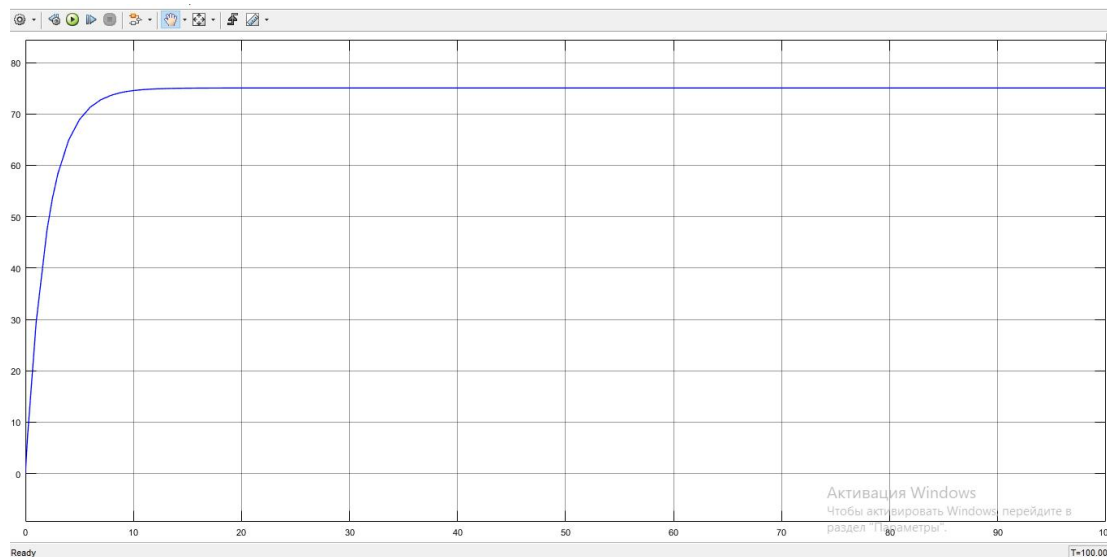


Рисунок 8.7 – Перехідна характеристика з ПІД-регулятором

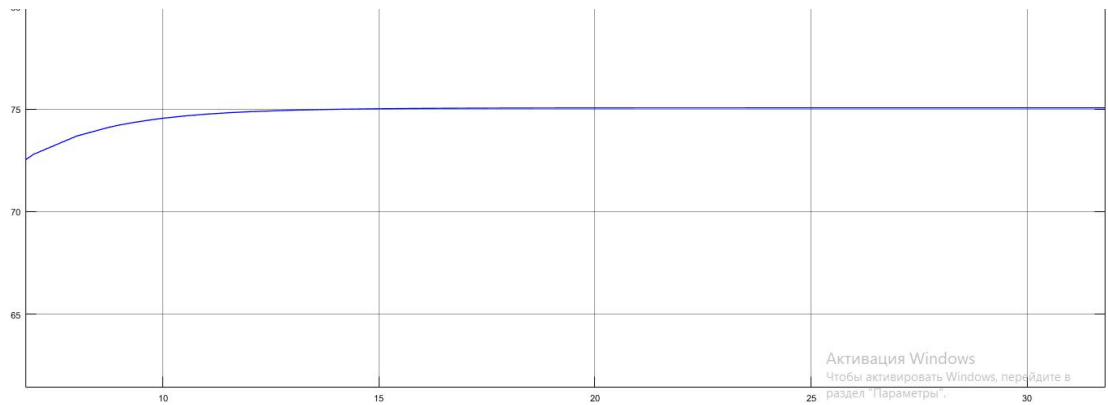


Рисунок 8.8 – Збільшений масштаб зображення перехідної характеристики з рисунку 8.7

Отже, з вище наведених рисунків 8.7 та 8.8 видно що перехідна характеристика стала краще, температура встановилась на необхідному рівні, тобто 75 і час встановлення зменшився.

Для перевірки роботи моделі з ПІД-регулятором до схеми було додано зовнішні збурення за допомогою блоку Random Number. Схема моделі зображена на рисунку 8.9.

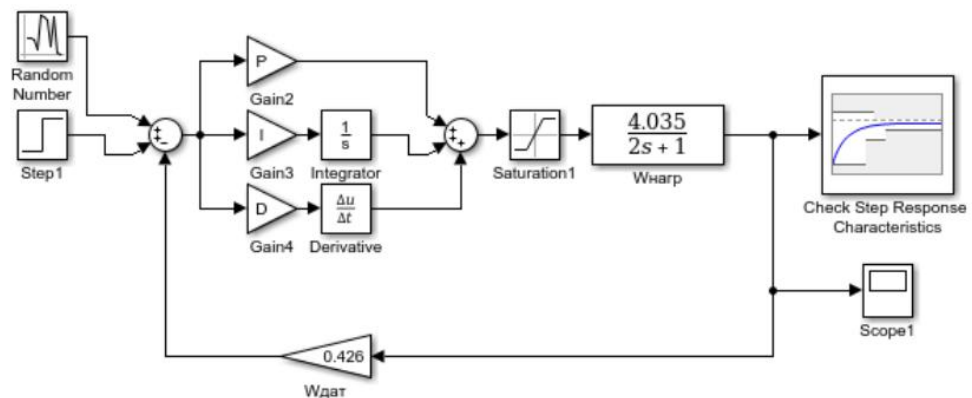


Рисунок 8.9 – Схема моделі зі збуренням

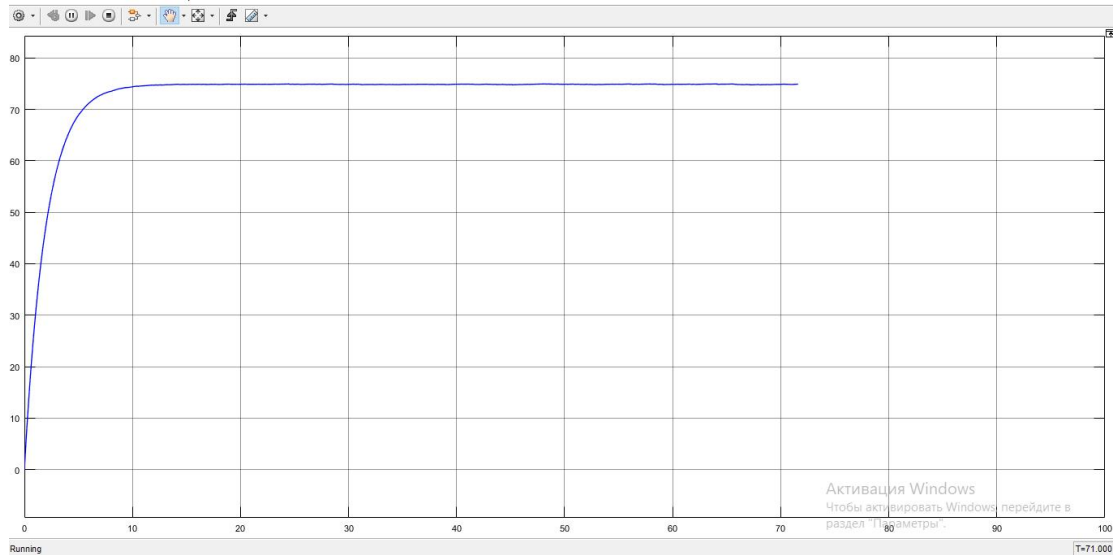


Рисунок 8.10 – Перехідна характеристика зі зовнішнім збуренням

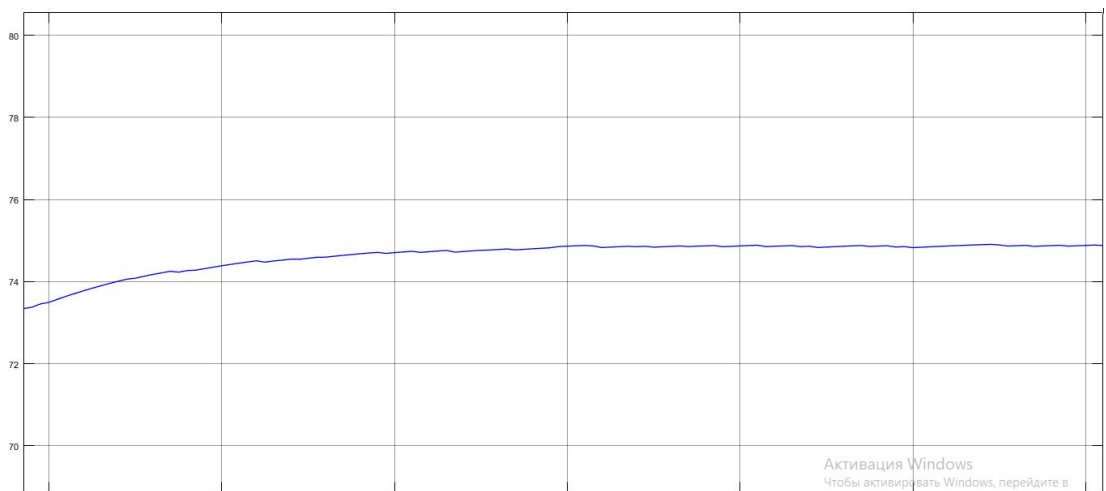


Рисунок 8.11 – Збільшений масштаб перехідної характеристики з рисунку 8.10

Як видно з рисунку 8.10 та 8.11, зовнішнє збурення сильно вплинуло на перехідну характеристику, в результаті відхилення не більше ніж на 0.2 в обидві сторони, що припустимо в даній системі.

Отже, найкраще для регулювання температури в пастеризаторі підійде ПД регулятор з такими складовими: пропорційна - 0.47, інтегральна – $5.08 \cdot 10^{-5}$, диференціальна – -0.27.

П-регулятор показав найгірший результат перехідної характеристики серед отриманих, адже значення встановилось на рівні більше 80, хоча повинно встановитись на 75. І час встановлення більший чим в ПД.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Задачею кваліфікаційної роботи було підвищення ефективності роботи лінії пастерезованого молока з жирністю 2.5% за рахунок автоматизації її технологічного процесу.

Перевагами проєкту є простота реалізації та використання сучасних елементів системи.

В ході виконання роботи було описано технічні характеристики системи та область застосування. Також було описано технологічний процес підготовки молока, процес його пастерезації та проведено огляд існуючих рішень для автоматизації технологічних процесів. Після цього було розроблено структурну, яка включає в себе основні елементи системи та позначені зв'язки між ними. На основі структурної схеми було розроблено функціональну схему, на якій зображені функціональні елементи, датчики та виконавчі механізми. Після цього було підібрано окремі вузли та елементи.

Далі було розроблено алгоритм роботи системи і зображено його за допомогою блок-схем. Алгоритм розбито на три частини, в кожній описується окремий контур регулювання.

Після цього було проведено розрахунки регулятора для контуру регулювання температури в пастерезаторі. Згідно з розрахунків і отриманих графіків для підтримки температури на певному рівні найкраще підійшов ПІД регулятор.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Брусиловский Л. П., Вайнберг А. Я., Черняков Ф. С. Системы автоматизированного управления технологическими процессами предприятий молочной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1986. – 232 с.
2. Лапшин А. А. Основы комплексной автоматизации технологических процессов мясной и молочной промышленности. – М.: «Пищевая промышленность», 1969. – 295 с.
3. Трегуб В.Г., Ладанюк А.П., Плужников Л.Н. : “Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации в пищевой промышленности”, - М.: Агропромиздат, 1995, -536 с.
4. Ельперін І.В., Календро Е.Л., Ладанюк А.П.: “Мікропроцесорні пристрої і системи управління в харчовій промисловості”, - К.: КТІХТ, 1994, -138 с.
5. Ельперін І.В.: „Промислові контролери. Навчальний посібник ”,- К.:НУХТ, 2003,-319 с.
6. „Автоматизация технологических процессов пищевых производств”: Учеб. для вузов/ Под ред. Карпина К.Б. -2-е изд., перераб. й доп.-М: Агропромиздат, 1985,-536 с.
7. Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д.: „Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості”, - К.: Аграрна освіта, 2001,- 478 с.
8. Дубровний В.А., Забокрицький Е.Й., В.Г. Трегуб, Холодовский Б.А.: „Справочник по наладке автоматических устройств контроля и регулирования”, - К.: Наукова думка, 1981,- 940 с.
9. Документація на контролери фірми Schneider Electric.
10. https://ua-referat.com/Виробництво_пастеризованого_молока

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		