

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 « н'ю

»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АКТСУ

Ярослав СМІТЮХ

« » 202 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Пигуль Євген Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації виробництва згущеного молока
керівник роботи к.т.н. Заїка Володимир Іванович,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «19» грудня 2023 р. № 1001-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «15» лютого 2024 р.

3. Вихідні дані роботи відомості про технологічний процес виробництва згущеного молока, умови експлуатації технологічного обладнання, вимоги до систем автоматизації, технічна документація на засоби автоматизації та програмні середовища і продукти, матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно 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 технічних засобів. 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 (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Функціональна схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.
3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 25 грудня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

(підпис)

Євген ПИГУЛЬ

Керівник роботи

(підпис)

Володимир ЗАЙКА

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації виробництва згущеного молока. Розроблена конфігурація системи автоматизації реалізована за допомогою багаторівневої АСУ ТП, використовуючи контролер Mitsubishi Electric MELSEC System Q на нижньому рівні та робоче місце оператора з ЕОМ на верхньому рівні АСУ ТП.

Основна мета розробки системи автоматизації включає в себе:

- Досягнення економічного ефекту та підвищення якості продукції.
- Заміну застарілих та технічно відсталих пристроїв на сучасні.
- Зменшення обсягів обслуговуючого персоналу та полегшення його роботи.
- Підвищення ефективності та надійності роботи технологічного обладнання.

- Мінімізація ризику аварійних ситуацій та підвищення безпечної експлуатації.

- Покращення сукупних якісних показників роботи технологічного об'єкту.

У пояснювальній записці висвітлені основні розділи, пов'язані з розробкою системи автоматизації, вибором технічних засобів, конфігурацією контролера та програмним забезпеченням, а також використанням спеціалізованих технічних засобів.

В графічній частині проєкту наведено комплект основних креслень: 1. Функціональна схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3. Креслення встановлення технічного засобу.

Ключові слова: згущення молока; мікропроцесорний контролер Mitsubishi Electric MELSEC System Q; регулювання рівня, розрідження; контроль температури, рівня, витрати речовини.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

The qualification of the robot is dedicated to the development of an automation system for the production of condensed milk. The configuration of the automation system has been split up using an additional automated process control system, a Mitsubishi Electric MELSEC System Q controller on the lower level, and an operator's work station with an EOM on the upper level of the automated process control system.

The main development of the automation system includes:

- Achieving an economical effect and increasing the quality of products.
- Replacement of outdated and technically outdated devices with modern ones.
- Change of obligations to service personnel and relief of their work.
- Increased efficiency and reliability of technological equipment.
- Minimizing the risk of emergency situations and increasing safe operation.
- Reduction of aggregate clear indicators of the work of a technological object.

The explanatory note highlights the main sections related to the development of the automation system, the choice of technical features, the configuration of the controller and software, as well as the availability of specialized technical equipment. sob_v.

In the graphical part of the project, a set of main components is provided: 1. Functional automation diagram 2. Schemes for connecting sensors and VMs to the PLC. 3. The seat is installed according to a technical specification.

Key words: thickened milk; microprocessor controller Mitsubishi Electric MELSEC System Q; regulation of level, reduction; control of temperature, temperature, and speech flow.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ЗМІСТ

Вступ	6
1. Опис об'єкта автоматизації	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації	12
2. Система автоматизації	15
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	15
2.2. Схема автоматизації	27
2.3. Специфікація засобів автоматизації	29
3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	31
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)	31
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК	37
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру	40
4. Креслення встановлення технічного засобу	42
5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	48
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	51
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI	51
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	52
7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання	55
7.1. Постановка задачі дослідження	55
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі	57
7.3. Моделювання САР	58
7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків	60
Висновок	62
Список використаної літератури	63

Вступ

Автоматизація виробничих процесів означає використання комплексу засобів та заходів для здійснення виробничих операцій без прямого втручання людини, але при її контролі. Цей підхід призводить до підвищення обсягу виробництва, зниження собівартості та поліпшення якості продукції. Крім того, автоматизація допомагає зменшити кількість обслуговуючого персоналу, підвищити надійність та тривалість роботи обладнання, заощадити матеріали та покращити умови праці та техніку безпеки.

Автоматизація використовує комплекс засобів, що дозволяють здійснювати виробничі операції без прямого участі людини, але при її контролі. Це призводить до збільшення виробництва, зниження собівартості та покращення якості продукції. Крім того, автоматизація зменшує кількість обслуговуючого персоналу, підвищує надійність та тривалість роботи машин, економізує матеріали та поліпшує умови праці та безпеку.

Автоматичні системи керування і регулювання є невід'ємною частиною технологічного обладнання сучасного виробництва, оскільки вони визволяють людину від прямого управління механізмами та сприяють підвищенню якості продукції шляхом вибору та підтримки оптимальних технологічних режимів.

У виробничому процесі, що автоматизований, роль людини обмежується налагодженням та обслуговуванням засобів автоматизації та контролем їхньої роботи.

Автоматизація виробництва завжди визначалася як одна з ключових складових прискорення науково-технічного прогресу в агропромисловому комплексі. У сучасний період це отримало нові риси завдяки розвитку технічних засобів мікропроцесорної техніки, яка дозволяє впроваджувати найсучасніші методи в складних системах.

Розробка системи автоматизації виробництва згущеного молока спрямована на досягнення економічного ефекту та підвищення якості продукції, заміну

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застарілих пристроїв на сучасні, зменшення обсягу обслуговуючого персоналу, полегшення його роботи, підвищення ефективності та надійності роботи технологічного обладнання, зменшення ризику аварій та підвищення безпеки експлуатації, а також покращення сукупних якісних показників роботи технологічного об'єкту.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
						7
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 Опис об'єкта автоматизації

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

Згущене молоко є одним із найбільш популярних продуктів серед населення і широко використовується в кондитерській промисловості як сировина. Завдяки високому терміну зберігання, згущене молоко з цукром стає стратегічним продуктом. Все це свідчить про високу рентабельність і ліквідність даного продукту.

Виробництво всіх видів згущеного молока з цукром відбувається за однією технологічною схемою, проте режимні параметри можуть змінюватися в залежності від конкретного виду консервів.

До технологічних операцій виготовлення всіх видів згущених молочних консервів є такі:

Приймання і оцінка якості сировини.

Приймання відбувається протягом 10-12 годин на добу. Молоко надходить на завод у автомолцистернах, які повинні бути чистими, мати щільно закриті кришки з гумовими прокладками та опломбовані. Цистерни відкривають та відбирають пробу молока для визначення органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників. Прийняте молоко очищають (бажано на відцентрових молокоочисниках) і відразу направляють на переробку або охолоджують до 2-8°C і зберігають у місткостях до переробки.

Нормалізація.

Згущене молоко, що відповідає вимогам державного стандарту ДСТУ 4274:2003, виготовляють з молока, нормалізованого за масовою часткою жиру і сухих речовин.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Пигуль Є. В.			Розробка системи автоматизації виробництва згущеного молока	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Заїка В. І.					8	
Зав.кафедри		Смітюх Я. В.				ЗАВ-3-1 НУХТ		
Секр.ЕК		Крупська Т.М.						

Незбиране молоко нормалізують знежиреним молоком, маслянкою або вершками, в залежності від вмісту сухих речовин та жиру в прийнятому молоці. Нормалізацію проводять у місткостях змішуванням незбираного молока з компонентами нормалізації або їхнім дозуванням у потоках за допомогою насосів.

Пастеризація.

Режими теплової обробки мають забезпечувати високу ефективність знезаражування всього спектра мікрофлори молока та інактивацію ферментів з максимально можливим збереженням його первинних властивостей. Нормалізовану суміш пастеризують при температурі не менше, як 90-95°C без витримки в пластинчастих підігрівачах що входять у комплект вакуум-випарних установок. Саме такі режими знищують протеолітичні й ліполітичні мікроорганізми та їхні ферментні системи, але призводять до часткових змін складових молока. Тому для зменшення денатурації сироваткових білків рекомендується після пастеризації сировину негайно охолодити до 70-75°C і подати на згущення. А також зменшення перепаду температур між пастеризацією і кипінням у вакуум-випарному апараті попереджує можливий бурхливий викид суміші в конденсатор. [9]

Виробляється згущене молоко шляхом випарювання з свіжого молока частини води і додаванням в нього бурякового чи тростинного цукру.

Консервування засноване на принципі осмоанабіоза і досягається за рахунок збільшення концентрації сухих речовин молока і додавання сахарози з метою підвищення осмотичного тиску. Ефект консервування досягається також за рахунок теплової обробки та герметичності упаковки.

Перед процесом згущення молоко підігрівається в теплообмінниках пластинчастого типу (рисунок 1.1). Конструкція пластинчастого теплообмінника дозволяє характеризувати його як пакет теплообмінних пластин з прокладками, які встановлені в спеціальну раму. Така особливість конструкції пристрою забезпечує ефективну компоновку активної теплообмінної поверхні. Як наслідок - споживач отримує зручно малі габарити розмірів всього апарату. Це принципова відмінність

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

від теплообмінних апаратів зібраних на трубках, це не велика перевага дає можливість використовувати їх в невеликих бойлерних і підвалах будинків.

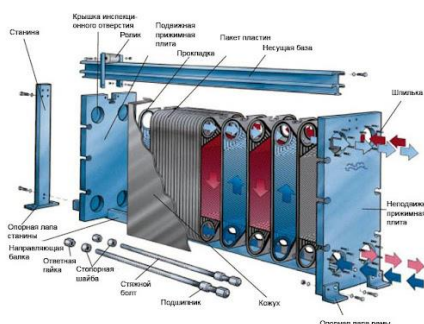


Рисунок 1.1 - Схема пластинчатого апарату для підігріву молока

При стисненні пластини утворюють канали: з одного боку пластини рухається продукт, з іншого - теплоносій. Герметизація каналів руху продукту і робочого середовища забезпечується встановленням на лицьовому боці пластини прокладок двох типів - великої, що майже по периметру обмежує робочу частину пластини, і малої, що обмежує рух іншого середовища.

Для забезпечення ефективного теплообміну і необхідної швидкості руху продукту (щоб запобігти утворенню пригару) пластини комплектуються в пакети і секції. Низка пластин, котрі зв'язані між собою продуктом, одним робочим середовищем і виконують однакову технологічну функцію, утворюють секцію. Так розрізняють секцію пастеризації (молоко - гаряча вода), регенерації (молоко - молоко), водяного охолодження (молоко - вода), розсільного охолодження (молоко - розсіл).

Між секціями встановлені розділювальні плити, в яких передбачені канали і патрубки для підведення і відведення продукту і робочого середовища.

Приготування та додавання цукрового сиропу

Цукровий сироп готують шляхом розчинення необхідної кількості цукру в питній воді температурою 60-70 °С. Після змішування цукру з водою суміш доводять до кипіння і очищують. Цукрові сиропи рекомендується готувати зконцентрацією цукру 65-70 %.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Згущення.

Згущення - це процес видалення частини вільної вологи із сировини за умови, що система залишається у рідкому стані. В даній технології згущення здійснюється у вакуум-випарних апаратах (рисунок 1.2).

Під час кипіння молока під вакуумом при температурах 50- 60 °С незворотних змін його складових частин не помічено (не змінюються навіть в'язкість, електропровідність, поверхневий натяг). Саме таку оптимальну температуру встановлюють у вакуум-випарних апаратах. Додатки додають в кінці згущення у вигляді кавово- або какао-цукрового сиропу.

Молочні продукти згущують у багатокорпусних вакуум-випарних установках циркуляційного і плівкового типів (рисунок 1.2).

Використання декількох ступенів випарювання забезпечує безперервність згущення продукту.

Задана продуктивність установок циркуляційного типу зазвичай підтримується регулюванням тиску пари, що надходить на установку, вакууму в установці і рівня продукту в її корпусах. Установки працюють зазвичай в комплекті з теплообмінними апаратами, застосовуваними для попередньої.

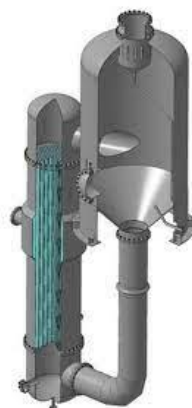


Рисунок 1.2 - Конструктивна схема випарного апарата із природною циркуляцією розчину і співвісно вбудованою гріючою камерою, із центральною циркуляційною трубою.

Пастеризація продукту.

В установці виділяють кілька основних контурів регулювання технологічних параметрів: концентрація згущеного молока на виході з установки, рівень його в корпусах, вакуум в установці, тиск пари, що надходить в установку.

Вихідним (регульованим) параметром основного контуру регулювання є концентрація сухих речовин у згущеному молоці на виході з установки. Вхідними (регулюючими) параметрами можуть бути витрата молока що надходить, тиск пари на термокомпресора, витрата згущеного продукту на Виході з установки.

Впливи - концентрація сухих речовин вихідного молока, температура молока, що надходить в установку, коагуляція білка на гріючої поверхні установки (що впливає на загальний коефіцієнт теплопередачі установки), рівень продукту в калоризаторі і вакуум в установці. Температура молока, його рівень у калоризатора і вакуум в установці стабілізуються окремими системами регулювання. В якості керуючих впливів для даного контуру можуть бути витрата надходить молока, витрата згущеного молока і тиск пари на термокомпресора. При значних збуреннях тиск пари, що гріє в якості керуючого впливу вибирати небажано. При зниженні тиску зменшується продуктивність установки, значне відхилення тиску пари, що гріє від номінального порушує режим роботи термокомпресора.

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Одним із головних завдань автоматизації технологічних процесів є покращення ефективності праці, поліпшення якості продукції, що випускається, створення оптимальних умов для використання всіх ресурсів виробництва.

Автоматизація технологічних процесів є одною з найважливіших засобів підвищення продуктивності праці, зменшення витрат матеріалів і енергії, покращення якості продукції, впровадження прогресивних методів управління. На початку ХХІ століття вона набула нових рис та особливостей у зв'язку з бурхливим розвитком технічних засобів – мікропроцесорної техніки і персональних

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

електронно-обчислювальних машин, функціональні можливості яких дають змогу використовувати найдосконаліші методи в рамках сучасних складних систем управління. Мікропроцесорні пристрої та електронно-обчислювальні машини пов'язані між собою обчислювальними і керуючими мережами, дозволяють впроваджувати комп'ютерні технології у нетрадиційні сфери діяльності підприємства, що проявляється в інтеграції виробничих процесів та управління ними. Застосування мікропроцесорної техніки в харчовій промисловості дозволяє підвищити точність регулювання технологічними параметрами, зменшити виробничі втрати компонентів продукції.

Створення і впровадження таких систем в промисловість включає декілька послідовних етапів: проєктування, монтаж, наладка і експлуатація.

Основними задачами автоматизації є інтенсифікація промисловості на основі впровадження нових досягнень науки і техніки, зменшення числа технологічних переходів; впровадження неперервних схем промисловості; кількісний та якісний ріст одиничних потужностей обладнання; подальше підвищення рівня механізації і автоматизації.

Масштабність задач, які вирішує харчова промисловість потребує створення заводів, цехів, ділянок з високим ступенем механізації і автоматизації виробництва; технологічними процесами і виробництвом на базі використання ЕОМ; створення приладів і систем автоматизації на базі традиційних технічних засобів, а також мікропроцесорної техніки; розробки і впровадження промислових роботів і маніпуляторів.

Метою автоматизації є підвищення ефективності праці, покращення якості продукції, яка випускається, створення умов для оптимального використання всіх ресурсів промисловості.

При створенні систем автоматизації використовують багато контурні та каскадні системи, в яких реалізуються принципи компенсації збурень, адаптації досконалі структури типу каскадних систем, з додатковими сигналами та інше.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Автоматизація виготовлення згущеного молока забезпечує якісну і ефективну роботу технологічних ділянок тільки у випадку комплексного підходу до вирішення цієї задачі. При такому підході варто підготувати до автоматизації технологічне устаткування, технологію і вибрати необхідні засоби автоматизації для основних і допоміжних процесів.

Сучасна автоматизована система управління технологічними процесами призначена для:

- покращення якості регулювання основних технологічних параметрів;
- зменшення відхилення від норм технологічного режиму;
- заміна застарілих існуючих засобів автоматизації;
- реалізація сучасних принципів управління;
- покращення технологічної дисципліни за рахунок постійного контролю по виконанню норм технологічного режиму і можливості аналізу історії параметрів залюбий період часу;
- зменшення об'ємів ручної праці технологічного персоналу;
- аналіз виникаючих ситуацій та своєчасного прийняття рішень за рахунок виділення і показу інформації на мнемосхемах ПК, графіках параметрів;
- аналіз аварійних ситуацій за допомогою роздрукування графіків;
- підвищення професійної підготовки технологічного персоналу, персоналу служби КВПіА.

Технологічний процес згущення молока є в основному безперервно – потоковим і здійснюється головним чином у безупинно-діючому устаткуванні, а тому задовольняє основні вимоги з погляду його автоматизації.

Велике значення при підготовці об'єкта або технологічної ділянки до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, по яких здійснюється об'єктивне керування процесом.

Ритмічна робота підприємства в значній мірі забезпечується системами керування й обумовлює високі показники його роботи.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Отже головним напрямом автоматизації на сучасному етапі є створення комп'ютерно-інтегрованих виробництв, впровадження мікропроцесорної техніки та ЕОМ, покращення якості випускаємої продукції, зменшення фізичної праці персоналу.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
						15
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2. Система автоматизації

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

Автоматизована система керування технологічним процесом згущення молока забезпечує:

- збір інформації від аналогових і дискретних датчиків про хід технологічного процесу і стан обладнання;
- контроль і світлова сигналізація порушення технологічного процесу та зміну стану обладнання;
- надання персоналу оперативної інформації про об'єкт у вигляді мнемосхеми на екрані монітора ПК із поточними значеннями аналогових і дискретних параметрів. [3, 5, 9]

Аналізатор концентрації ProMtec серії μ -ISS 2.45 (рисунок 2.1)



Рисунок 2.1 – Надвисокочастотний (НВЧ) аналізатор концентрації μ -ISS

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Пигуль Є. В.			Розробка системи автоматизації виробництва згущеного молока		
<i>Керівник</i>		Заїка В. І.					15
<i>Зав.кафедри</i>		Смітюх Я.				ЗАВ-3-1 НУХТ	
<i>Секр. ЕК</i>		Крупська Т.М.					

Компактний μ -ІСС 2.45 являє собою вимірювальний прилад, який поєднує в собі компактний дизайн з найвищим технічним стандартом мікрохвильових вимірювань. Концепція системи базується на багаторічному успішному досвіді з μ -ІСС 2. [11]

Перетворювач поміщається в безпосередній близькості з точкою виміру, і безпосередньо пов'язаний з датчиком мікрохвильового зонда (рисунок 2.2).

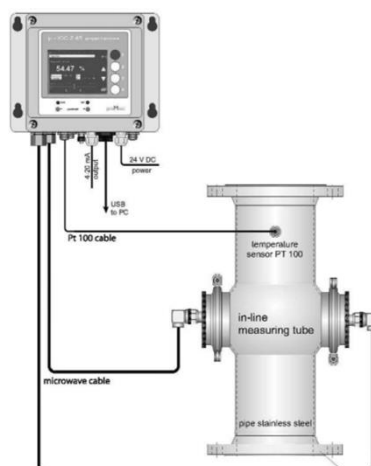


Рисунок 2.2 – Приклад встановлення надвисокочастотного (НВЧ) аналізатора концентрації

Принцип вимірювання:

Мікрохвильовий зонд (рисунок 2.3), що має дві антени (приймальню і передавальну), пропускає через шар досліджуваного продукту СВЧ випромінювання (рисунок 2.4).

Час розповсюдження хвиль від передавальної антени до приймальної і їх інтенсивність на приймальній антені залежать від властивостей досліджуваного середовища.

У водних розчинах і суспензіях в більшості випадків вода різко відрізняється за своїми властивостями від інших компонентів (діелектрична проникність порядку 81, полярна молекула), і саме її зміст визначає умови поширення хвиль.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



Рисунок 2.3 – Мікрохвильовий зонд

Вимірювання зсуву фази і загасання хвилі дозволяє, після відповідної калібрування датчика, визначити вміст води в речовині, а, отже, і вміст сухих речовин.

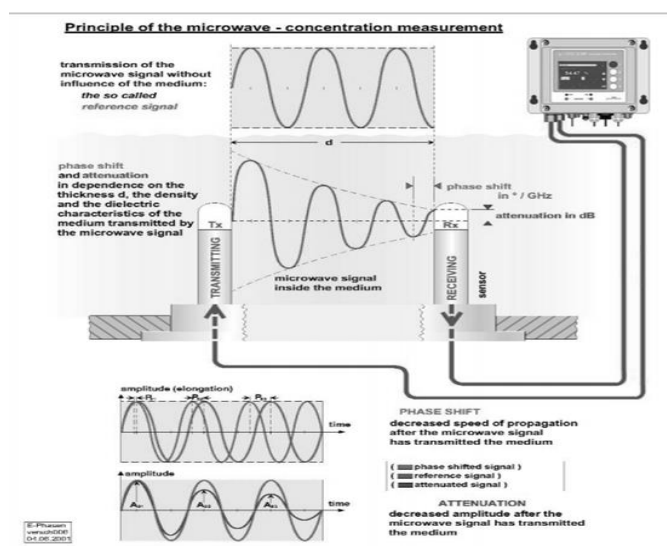


Рисунок 2.4 – Принцип дії надвисокочастотного аналізатора

Частотний перетворювач Mitsubishi FR-D700 SC.

Діапазон робочих температур від -10 до 50. Не встановлювати в місцях де підвищена вібрація. Не встановлювати перетворювач близько до приладів, які мають електромагнітне випромінювання. Перетворювач монтують вертикально, щоб гарантувати оптимальне охолодження приладу (рисунок 2.5). [12]

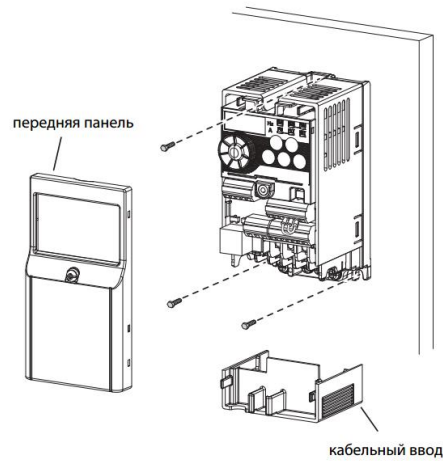


Рисунок 2.5 – Монтаж частотного перетворювача Mitsubishi FR-D700SC

Витратомір ENDRESS + HAUSER Prowirl 73F:

Первинний перетворювач витратоміра може бути встановлений в горизонтальний, вертикальний і похилий трубопровід (рисунок 2.6) в приміщенні або поза ним. Лінія зв'язку від первинного перетворювача до показуючого приладу до 300 м У зв'язку з тим, що витратомір практично не захаращує прохід, в місці установки первинного перетворювача не потрібно організацію обвідного байпасного каналу. [13]

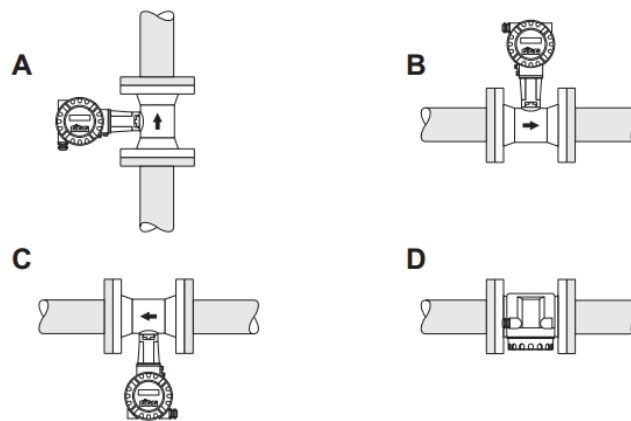


Рисунок 2.6 - Способи встановлення первинного перетворювача витратоміра

Для досягнення заявленої точності вимірювання, потрібно забезпечити, як мінімум, зазначені нижче прямі входні і вихідні ділянки (рисунок 2.7). Якщо

присунокутні два і більше фактори, що порушують потік, прямі ділянки повинні бути збільшені.

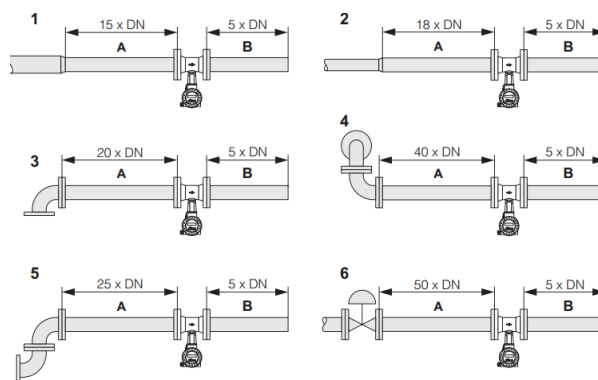


Рисунок 2.7 – Розміри прямих вхідних і вихідних ділянок для монтажу витратоміра

Вихідна ділянка з точками вимірювання тиску і температури (рисунок 2.8)

Якщо після приладу встановлені точки вимірювання тиску і температури, забезпечте їх установку на достатній відстані, яка виключає негативний вплив на формування вихорів на витратомірі.

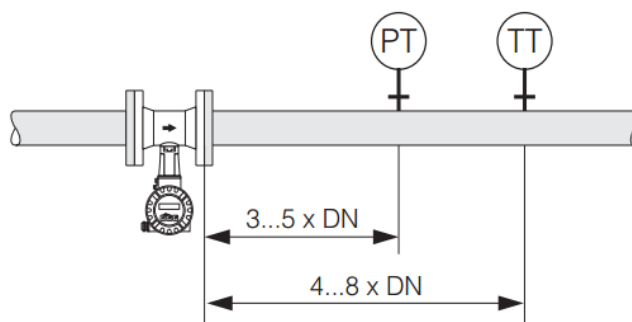


Рисунок 2.8- Установка точки вимірювання тиску (РТ) і температури (ТТ)

Рівнемір Rosemount 5400:

Для досягнення високої якості і точності вимірювань при використанні рівнеміра серії 5400 необхідно брати до уваги такі рекомендації:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1. Рівнемір слід встановлювати в місцях, звідки чітко і безперешкодно проглядається рівень поверхні і немає ймовірності попадання перешкод у зону поширення радарного променя (А).

2. Встановлюйте рівнемір не по центру (В).

3. Встановлюйте рівнемір якнайдалі від ввідних патрубків для наливу продукту.

4. Об'єкти і наливні отвори, що створюють турбулентність, повинні перебувати збоку від вимірювального радарного променя (С) (рисунок 2.9).

5. Для отримання максимально вузького радарного променя використовуйте антену якомога більшого діаметру, тому що вона концентрує радарний промінь і менш сприйнятлива до перешкод. Крім того, вона забезпечує максимальний коефіцієнт спрямованої дії.

6. Для зменшення впливу турбулентності або спінювання на процес вимірювань застосовуйте заспокійливі або байпасні присуноктрої.

7. Антена має бути вирівняна вертикально (відхилення від вертикальної осі рівнеміра допускається в межах одного градуса).

8. Для найбільшої ефективності вимірювань антена повинна виступати за межі патрубка на 10 мм або більше.

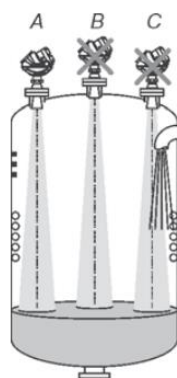


Рисунок 2.9 – Установка рівнеміра серії 5400 на резервуар

На рисунку 2.10 приведена схема підключення хвильового рівнеміра Rosemount 5400

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

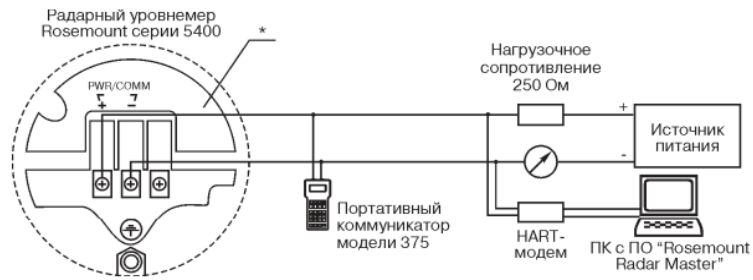


Рисунок 2.10 – Схема підключення хвильового рівнеміра Rosemount 5400

Термоперетворювач опору ТМ-9201:

Датчик складається з первинного термоперетворювача (аналогічний по конструкції термоперетворювачів типу ТП/ТМ-9201, ТХА/ТХК-2088) і вимірювального перетворювача, який монтується в головку типу АГ термоперетворювача. [14]

Для монтажу необхідно:

- Встановити термоперетворювач за місцем (рисунок 2.11);
- Відвернути верхні гайки і зняти вимірювальний перетворювач;
- Приєднати проведення зовнішнього кабелю живлення до відповідних клем і закріпити однією гайкою;
- Встановити вимірювальний перетворювач в головку термоперетворювачі закріпити його гайками.

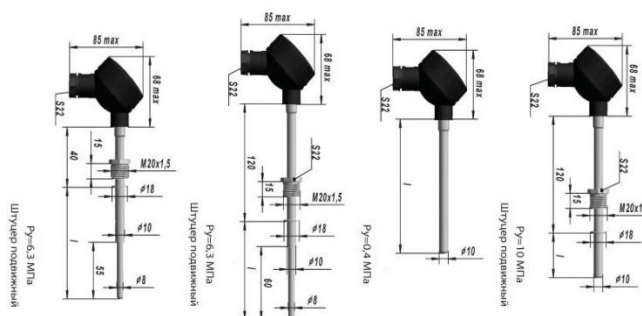


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри для встановлення термоперетворювача опору ТМ-9201

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Перетворювачі тиску Danfoss допоможуть контролювати найскладніші технологічні процеси. Ці пристрої, точні, легкі в підключенні (рисунок 2.12), монтажі (рисунок 2.13) міцні і розраховані на тривалий термін служби, надійно працюють день за днем навіть у самих агресивних середовищах.



Рисунок 2.12 – Схема електричних з'єднань перетворювача тиску Danfoss MBS 32

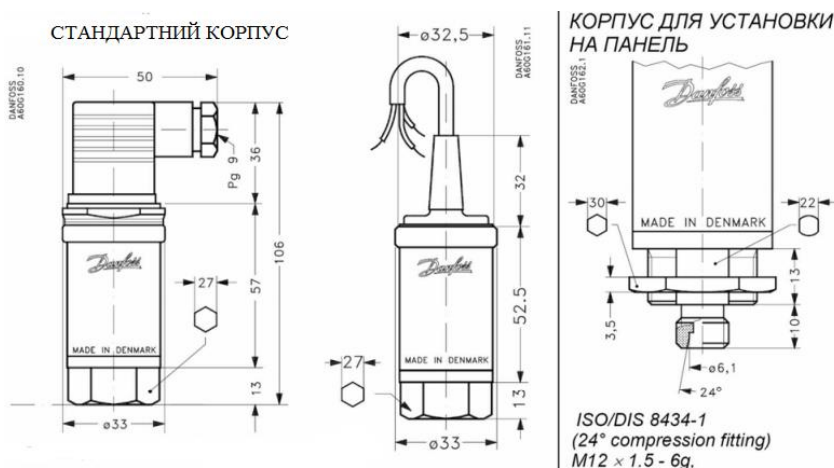


Рисунок 2.13 – Монтажні розміри перетворювача тиску Danfoss MBS 32

Датчик вологості FuehlerSysteme UKFT/A:

UKFT / A - універсальний 2-х канальний компактний (рисунок 2.14) вимірювач параметрів вологості повітря і температури з перетворювачем вихідного сигналу. Прилад вимірює температуру повітря (1-й канал) і, за вибором, відносну вологість, абсолютну вологість, вологовміст або температуру точки роси (2-й

канал). Виміряні сигнали температури і параметрів вологості перетворюються в лінійний активний вихідний сигнал 4-20 мА. Вибір вимірюваного параметра вологості повітря по 2-му каналу здійснюється вбудованим DIP-перемикачем: Відносна вологість, % rH, Абсолютна вологість, г/м³, Вологовміст, г / кг, Температура точки роси, ° С TP. Вимірювальні елементи вологості і температури захищені від забруднення і опадів накручуємо фільтр з нержавіючої сталі з волого вимірювальною вставкою (sinter filter). Для підтримки високої точності вимірювань протягом тривалого періоду часу, крива вихідного сигналу перетворювача вологості і температури може піддаватися корекції за допомогою вбудованого контролера (offset controller). Модель UKFT / A спеціально розроблена для установки в каналі повітропроводу для контролю та спостереження параметрів температури і вологості повітря в системах вентиляції та мікроклімату.

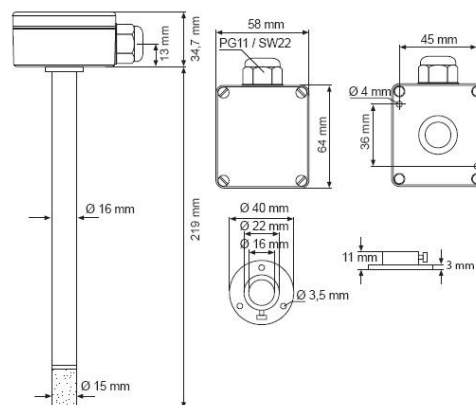


Рисунок 2.14 – Датчик вологості FuehlerSysteme UKFT/A габаритні розміри

Принцип вимірювання відносної вологості:

Ємнісні датчики вологості: Ємнісні датчики вологості не дорогі, прості в експлуатації і забезпечують дуже точні показання. Основа цих датчиків - ємнісні вологочутливі елементи. Маленька, тонка скляна або керамічна підкладка є основою для електродної системи вологочутливості полімерного шару і шару золота, який проникний для пари води. Враховуючи той факт, що полімерний

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

гігроскопічний шар може вбирати молекули води, які змінюють їх відносну діелектричну проникність, ця система являє собою вологозалежний конденсатор. Місткість цього конденсатора є мірою відносної вологості навколишнього його повітря.

Зміна ємності датчика вологості конвертується у вихідний електричний сигнал електронікою, яка розташовується безпосередньо біля волого чутливого елемента датчика. Таким чином, при об'єднанні цих двох елементів виходить ємнісний датчик вологості, який відкалібрований за стандартами вологості. Досягається ступінь точності, яка істотно залежить від лінійності відхилень, гістерезису і температурної залежності, становить <3% при 20 ° С в діапазоні 30% ... 70% гН, в інших випадках <5% гН (Відносної вологості).

Ємнісні датчики вологості, вироблені компанією FuehlerSysteme eNET InternationalR мають просту схему підключення (рисунок 2.15) і можуть бути використані в усьому спектрі вологості, тобто від 0% до 100%, вони стійкі до відтавання і можуть бути використані в температурному діапазоні від -20 ° С до +50 ° С.

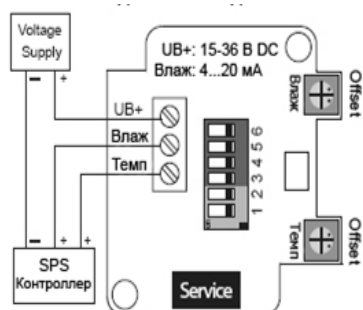


Рисунок 2.15 – Схема електрична для підключення датчика FuehlerSysteme UKFT/A з вихідним сигналом 4-20мА

Технологічний індикатор ИТМ-111(В):

Призначений для вимірювання одного вхідного фізичного параметра (температура, тиск, витрата, рівень і т. п.), обробки, перетворення, викориснуктання математичних функцій і відображення на вбудованому

чотирьох розрядному вертикальному дисплеї. Прилад складається з достатньо простих компонентів (рисунок 2.16) які в разі виходу з ладу можна легко замінити.

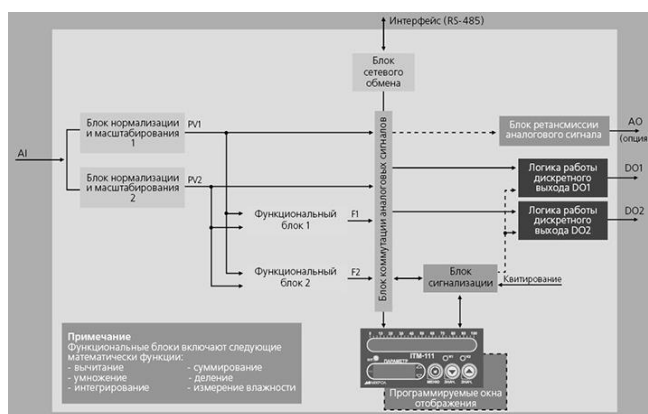


Рисунок 2.16 – Функціональна блочна схема ИТМ-111(В)

Особливості приладу ИТМ-111(В):

Гальванічно розв'язаний інтерфейс RS-485, протокол зв'язку ModBus RTU (збір інформації, конфігурація, керування)

- Швидкість обміну - до 921 Кбіт / с
- Робота в мережі за двома режимами: MASTER або SLAVE

Безпека й захист параметрів

- Збереження параметрів при відключенні живлення
- Захист від несанкціонованої зміни параметрів (пароль на вхід в меню конфігурації)

Захист від перевантажень по лінії живлення

- Гальванічна розв'язка входів і виходів від живлення приладу
- Захист входів від перенапруги
- Фільтр придушення мережевих перешкод
- Стійкість до короткочасного вимкнення мережевої напруги

Вбудований джерело живлення

Вбудований джерело постійного струму для живлення пасивного аналогового датчика

Простота підключення завдяки вбудованим клемам (рисунок 2.17).

Конфігурування приладу, комунікаційні функції і можливості:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- Конфігурування приладу, зміна його налаштувань і параметрів, здійснюється по інтерфейсу RS-485 за допомогою програмного пакету "МІК-Конфігуратор" або клавішами на передній панелі

- Використання програмного пакета "МІК-Реєстратор" надає можливість побудови системи збору та архівування інформації на ПК

- Використання програмного пакета ModBus OPC Server забезпечує можливість автоматизації обміну інформацією між приладами і додатками-клієнтами на персональному комп'ютері.

В якості програми-клієнта, наприклад, може використовуватися SCADA-система, що підтримує стандартний інтерфейс доступу до даних OPC Data Access 2.0

- SCADA система нового покоління Visual Intellect представляє потужну систему управління технологічним процесом і забезпечує багатотермінальний моніторинг об'єкту управління, протоколювання, дистанційне керування з будь-якого терміналу, аварійні захисту, дублювання і резервування компонентів системи.

Характеристика аналогового входу:

- Уніфікований сигнал;
- Напруга;
- Термоперетворювач опору;
- Термопара.

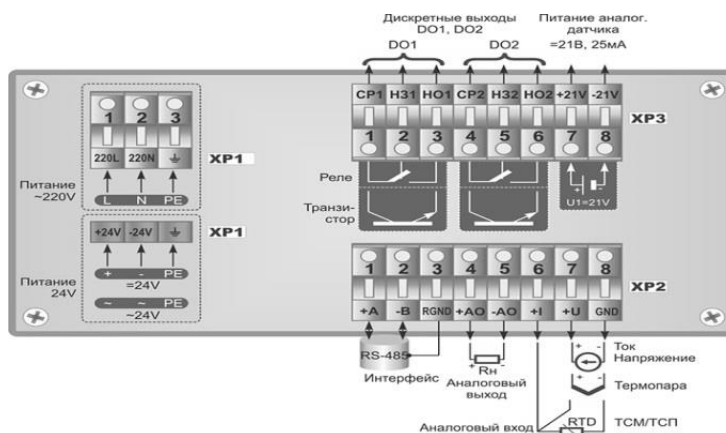


Рисунок 2.17 – Схема підключення ІТМ-111(В)

2.2. Схема автоматизації

Контур контролю та регулювання температури в підігрівачах реалізовано за наступною схемою. В підігрівачах встановлено термоперетворювачі опору ТМ-9201 (поз. 6а, 7а, 12а) з яких уніфіковані струмові сигнали 4-20мА подаються на мікропроцесорний контролер Mitsubishi Electric MELSEC System Q. Контролер порівнює дані сигнали у відповідності з завданням і формує керуючий вплив. Сигнали з контролера поступають на електричний привод Biffi ICON 2000 з вмонтованим пускачем (поз. 12в, 13в), який керує заслінками. В разі виходу з ладу контролера передбачено ручне керування за допомогою блоку ручного управління БРУ-7К1 (поз.12б,13б).

Контур контролю температури по об'єкту реалізовано наступним чином. Сигнали від термоперетворювачів опору ТМ-9201 (поз. 6а-12а) з яких уніфіковані струмові сигнали 4-20мА проходять через індикатори технологічні мікропроцесорні ИТМ-111(В) (поз.6б-11б) після чого сигнали потрапляють до мікропроцесорний контролер Mitsubishi Electric MELSEC System Q. І далі через інтерфейс зв'язку ПЛК з ПЕОМ оператора відображається на SCADA системі.

Контур контролю та регулювання витрати молока розроблено за наступною схемою. В трубопроводі молока встановлено вихровий витратомір ENDRESS + HAUSER Prowirl 73F (поз. 1а), якого уніфікований 4-20мА надходить на мікропроцесорний контролер Mitsubishi Electric MELSEC System Q. Контролер порівнює даний сигнал у відповідності з завданням і формує керуючий вплив. Сигнали з контролера надходить на частотний перетворювач Mitsubishi FR-D700 SC (поз. 1в) який керує насосом подачі молока.

Контур контролю та регулювання рівня в сепараторах згущеного молока реалізовано за наступною схемою. В сепараторах згущеного молока встановлено хвилевих рівнемірів Rosemount 5400 (поз. 14а, 15а) з яких уніфіковані струмові сигнали 4-20мА потрапляють до мікропроцесорного контролера Mitsubishi Electric MELSEC System Q. Контролер порівнює дані сигнали у відповідності з завданням

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

і формує керуючий вплив. Сигнали з контролера поступають на електричний привод Biffi ICON 2000 з вмонтованим пускачем (поз. 14в, 15в) які керують заслінками. В разі виходу з ладу контролера передбачено ручне керування за допомогою блоку ручного управління БРУ-7К1 (поз. 14б, 15б).

Контур контролю тиску пари в трубопроводі здійснено наступним чином. Сигнали від імпульсних трубок заводиться на перетворювач тиску Danfoss MBS 32 (поз. 2а) з якого уніфікований струмовий сигнал у вигляді 4-20мА проходять через індикатор технологічний мікропроцесорний ИТМ-111(В) (поз. 2б) потрапляє до мікропроцесорного контролера Mitsubishi Electric MELSEC System Q, далі через інтерфейс зв'язку ПЛК з ПЕОМ оператора відображається на SCADA системі.

Контур контролю вологості в сепараторі розроблено наступним чином. Сигнал від датчика вологості FuehlerSysteme UKFT/A (поз. 3а) з якого уніфікований струмовий сигнал у вигляді 4-20мА проходять через індикатор технологічний мікропроцесорний ИТМ-111(В) (поз. 3б) потрапляють до мікропроцесорний контролер Mitsubishi Electric MELSEC System Q. І далі через інтерфейс зв'язку ПЛК з ПЕОМ оператора відображається на SCADA системі.

Густина молока автоматично вимірюється і регулюється в режимі стабілізації й забезпечується автоматичною заслінкою, встановленою на лінії подачі згущеного молока. Густина вимірюється Датчик густини Moberg 7828 (поз. 4а,5а) з уніфікованим вихідним сигналом постійного струму 4-20 мА, який подається до ПЛК Mitsubishi Electric MELSEC System Q, де програмно обробляється. А також поступає на блок ручного управління БРУ-7К1 (поз. 4б,5б) котрий використовується в якості дублера. Керуючий сигнал 4-20 мА з контролера поступає на електричний привод Biffi ICON 2000 з вмонтованим пускачем (поз. 4в,5в).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Специфікація засобів автоматизації

№ пор	Номер позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а	Вихровий витратомір ENDRESS + HAUSER	Prowirl 73F	шт	1	
2	2а	Перетворювач тиску Danfoss MBS 32	Danfoss MBS 32	шт	1	
3	3а	Датчик вологості FuehlerSysteme UKFT/A	FuehlerSysteme UKFT/A	шт	1	
4	4а,5а	Густиномір Mobrey 7828	Mobrey 7828	шт	1	
5	4в,5в, 12в-15в, 16г-17г	Електричний привод Biffi ICON 2000 з вмонтованим пускачем	Biffi ICON 2000	шт	8	
6	16а-16б, 17а-17б	Надвисокочастотні (НВЧ) аналізатори концентрації μ-ICC 2.45 ProMtec	μ-ICC 2.45 ProMtec	шт	2	
7	14а,15а	Хвилевий рівнемір Rosemount 5400	Rosemount 5400	шт	2	
8	1б	Перетворювач частоти Mitsubishi FR-D700 SC	Mitsubishi FR-D700 SC	шт	1	
9	2б, 3б 6б-11б	Індикатор технологічний ИТМ-111(В)	ИТМ-111(В)	шт	8	
10	4б,5б, 12б-15б, 16б-17б	Блок ручного управління БРУ-7К1	БРУ-7К1	шт	8	
11		Мікропроцесорний контролер Mitsubishi Electric MELSEC System Q	Mitsubishi Electric MELSEC System Q	шт	1	

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

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

3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Сучасна технологія виробництва пред'являє високі вимоги до автоматизації технологічних процесів, до вибору оптимальних засобів комплексної автоматизації.

Автоматизована система управління та контролю призначена для управління технологічним процесом (АСУ ТП), оптимізації технологічних процесів, автоматизації технологічних процесів, підтримки оптимального режиму роботи технологічних апаратів та обліку проміжних даних, формування та видачі звітної та архівної документації, діагностики вимірювального обладнання у всіх галузях промисловості зокрема і харчової. Станції автоматичного управління (САУ) являють собою багатофункціональні електротехнічні шафи і щити автоматики, основною метою яких є автоматизація технологічних процесів.

Завдяки високоякісним і високонадійним компонентам систем автоматизації, що поставляються такими виробниками як Schneider Electric, Mitsubishi Electric, Siemens та інші, автоматизовані системи управління відповідають основним цілям оптимізації виробничих процесів і мають найбільш економічно вигідним для кінцевого користувача співвідношенням ціна / якість. Економічними аргументами на користь комплексної інтегрованої автоматизації АСУ ТП є скорочення витрат на апаратну частину, наприклад, завдяки використанню стандартних компонентів і модульної конструкції, а також більш низьким витратам за час життєвого циклу системи та економії на запасних частинах.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Пигуль Є. В.			Розробка системи автоматизації виробництва згущеного молока	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Заїка В. І.					31	
<i>Зав.кафедри</i>		Смітюх Я. В.				ЗАВ-3-1 НУХТ		
<i>Секр. ЕК</i>		Крупська Т. М.						

АСУ ТП повинна мати:

- Високу інформативність, що допомагає оцінити техпроцес, вибрати критерії і визначити їх відносну важливість;
- Мати можливість аналізу технологічної обстановки, порушень ведення технологічного процесу, що дозволяє вести технологічну наладку виробництва;
- Можливість пошуку оптимального режиму ведення технологічного процесу;
- Високу точність по вимірюванню технологічних параметрів і їх регулювання;
- Можливість автоматичного дозування компонентів;
- Можливість якісного підтримування технологічного режиму за заданим алгоритмом;
- Можливість розширення системи управління;
- Можливість створення на базі АСУ ТП автоматизованих робочих місць (АРМ) обслуговуючого персоналу.

АСУ ТП повністю вирішують всі ці завдання, спрямовані на оптимізацію технологічних процесів. У комплекс послуг з пуско-наладки комплексних систем автоматизації входять навчання з впровадження та застосування засобів промислової автоматизації на виробництві, профілактичний огляд, сервісне обслуговування станцій автоматичного управління і т.д.

Програмне забезпечення програмно-технічного комплексу призначено для реалізації автоматизованого управління технологічним обладнанням та диспетчеризації параметрів технологічного процесу станції автоматичного управління (АСУ ТП).

До основних функцій поставляються АСУ ТП відносяться:

- Автоматична диспетчеризація параметрів технологічного обладнання (рівнів, тисків, рівнів розділу фаз, температур і витрат за технологічним апаратом);

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Порівняння вимірних значень технологічних параметрів із заданими значеннями і формування сигналів управління, а також попереджувальної і аварійної сигналізації;

- Відображення ходу технологічного процесу у вигляді мнемосхем, трендів (графіків зміни параметрів у часі), індикаторів; хронометрування основних технологічних параметрів, формування протоколу подій і архівних даних;

- Оперативне автоматичне і ручне управління електроздвижками і регулюючими клапанами з пульта автоматизованого робочого місця (АРМ) оператортехнолога;

- Імітація об'єкта управління, різних аварій і відмов, для незалежної налагодження і навчання обслуговуючого персоналу.

АСУ ТП виділяється чотири рівні ієрархії:

- нижній рівень - рівень датчиків і виконавчих механізмів;
- середній рівень - рівень промислових контролерів (ПЛК);
- верхній рівень - рівень промислового сервера і мережевого обладнання;
- оперативний рівень - рівень операторських і диспетчерських станцій.

Нижній рівень - складається з датчиків і виконавчих механізмів, що встановлюються на технологічних об'єктах. Їх конструкція і виконання дозволяють їм стійко і безпечно функціонувати при самих несприятливих погодних умовах, а також у вибухонебезпечних зонах. Зв'язок датчиків і виконавчих механізмів з середнім рівнем здійснюється за допомогою відповідних кабелів.

Середній рівень - складається з промислових контролерів, силовий, сигналізаційної автоматики та необхідних вторинних приладів. Повинні бути розташовані на території таким чином, щоб мінімізувати витрати на прокладку кабелів і знизити вплив перешкод. Ядром програмно-технічних засобів контролю та управління системи є промислові контролери.

Промислові контролери здійснюють:

- Збір та обробку даних, що надходять з датчиків;
- Управління технологічними об'єктами за заданими алгоритмами роботи.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Відмінними рисами в обраних моделях контролерів є:

- Широка номенклатура модулів, що дозволяє розробляти багатофункціональні системи контролю та управління;

- Наявність інтелектуальних модулів введення / виведення, в тому числі модулів, регуляторів автономного функціонування;

- Дублювання модулів центрального процесора і блоку живлення;

- Можливість « гарячої» заміни модулів;

- Наявність вихідних ланцюгів, що мають вид вибухозахисту «Іскробезпечний електричний ланцюг».

Передача інформації від контролерів на наступний рівень і прийом команд управління здійснюється з використанням стандартних інтерфейсів RS485. Зв'язок будь-якого промислового контролера з сервером здійснюється одночасно по двох незалежних каналах зв'язку.

Дублювання каналів зв'язку «сервер - промисловий контролер» необхідно для підвищення надійності системи в цілому.

Верхній рівень системи - це рівень промислового сервера і мережевого устаткування.

Інтерфейс RS- 485 (інша назва - EIA/TIA-485) - один з найбільш поширених стандартів фізичного рівня зв'язку . Фізичний рівень - це канал зв'язку і спосіб передачі сигналу (1 рівень моделі взаємозв'язку відкритих систем OSI).

Мережа, побудована на інтерфейсі RS- 485, являє собою приймачі, з'єднані за допомогою виті пари - двох скручених проводів. В основі інтерфейсу RS- 485 лежить принцип диференціальної (балансної) передачі даних (рисунок 3.1). Суть його полягає в передачі одного сигналу по двох проводах. Причому по одному дроту (умовно А) йде оригінальний сигнал, а по іншому (умовно В) - його інверсна копія. Іншими словами , якщо на одному дроті " 1 ", то на іншому " 0 " і навпаки. Таким чином, між двома проводами виті пари завжди є різниця потенціалів: при "1" вона позитивна, при "0" – негативна. Саме цією різницею потенціалів і передається сигнал. Такий спосіб передачі забезпечує високу стійкість до

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

синфазної завади. Синфазної називають перешкоду, що діє на обидва дроти лінії однаково.

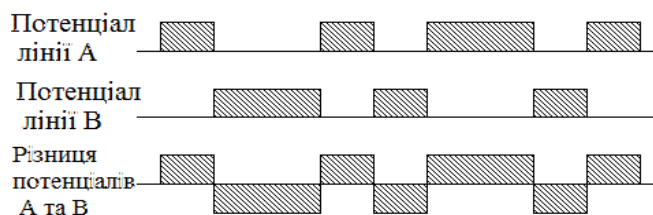


Рисунок 3.1 – Принцип диференціальної (балансної) передачі даних.

Апаратна реалізація інтерфейсу - мікросхеми прийомопередавачів з диференціальними входами / виходами (до лінії) і цифровими портами (до портів UART контролера).

Існують два варіанти такого інтерфейсу: RS- 422 і RS -485.

RS- 422 - повнодуплексний інтерфейс. Прийом і передача йдуть по двох окремих парах проводів. На кожній парі проводів може бути тільки по одному передавача.

RS- 485 - напівдуплексний інтерфейс. Прийом і передача йдуть по одній парі проводів з поділом за часом. У мережі може бути багато передавачів, так як вони можуть відключатись в режимі прийому.

Протокол передачі даних EtherNet:

Стандарти Ethernet визначають дротяні з'єднання і електричні сигнали на фізичному рівні, формат кадрів і протоколи управління доступом до середовища - на каналному рівні моделі OSI. Ethernet в основному описується стандартами IEEE групи 802.3. Ethernet став найпоширенішою технологією ЛВС в середині 1990-х років, витіснивши такі застарілі технології, як Arcnet і Token ring. Зазвичай служить для обміну даними між програмованими логічними контролерами (PLC) і комп'ютерними системами високого рівня, а також для комунікацій між контролерами і навіть підключення до них датчиків і виконавчих пристроїв. [15]

Розроблена система автоматизації процесу згущення молока потребує новітніх засобів автоматизації керувати якими буде сучасний, високошвидкісний мікропроцесорний контролер Mitsubishi Electric, серії MELSEC System Q.

Компоновка контролера повинна мати в своєму складі:

високошвидкісний модуль ЦПУ;

25 аналогових входів;

2 дискретних входу;

9 аналогових виходів;

8 дискретних виходів.

З асортименту фірми Mitsubishi Electric обираємо засоби автоматизації які необхідні для реалізації поставленої задачі (рисунок 3.2).

Було використано:

ЦПУ Q02NCPU (1 шт.);

Модуль аналогових входів на 8 каналів A1S68DAV (3шт.);

Модуль аналогових входів на 2 канали A1S62DAV (1шт.);

Модуль дискретних входів на 8 каналів A1SY80 (1шт.);

Модуль аналогових виходів на 8 каналів Q68DAV (1шт.);

Модуль аналогових виходів на 2 канали (1шт.);

Модуль дискретних виходів на 8 каналів A1SY80 (1 шт.).



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд мікропроцесорного контролера Mitsubishi Electric MELSEC System Q

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

В сучасних системах контролю, автоматичного регулювання і керування різними технологічними процесами значне місце займають електричні прилади, апаратура і пристрої. Для зображення взаємного електричного зв'язку апаратів і пристроїв, дії яких забезпечують рішення задач керування, регулювання, захисту і сигналізації технологічних процесів, служать електричні схеми.

Схеми принципів служать підставою для розробки інших креслень і документів проєкту, а також при налагодженні та експлуатації систем автоматизації. Вони розробляються на підставі прийнятих рішень у функціональних схемах.

На основі виділених функціональних задач розробляємо контури керування системи автоматизації. [15]

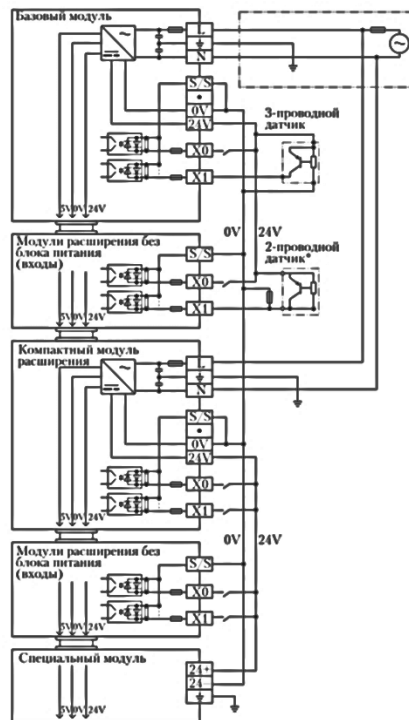


Рисунок 3.3 – Схема підключення дискретних входів ПЛК MELSEC FX

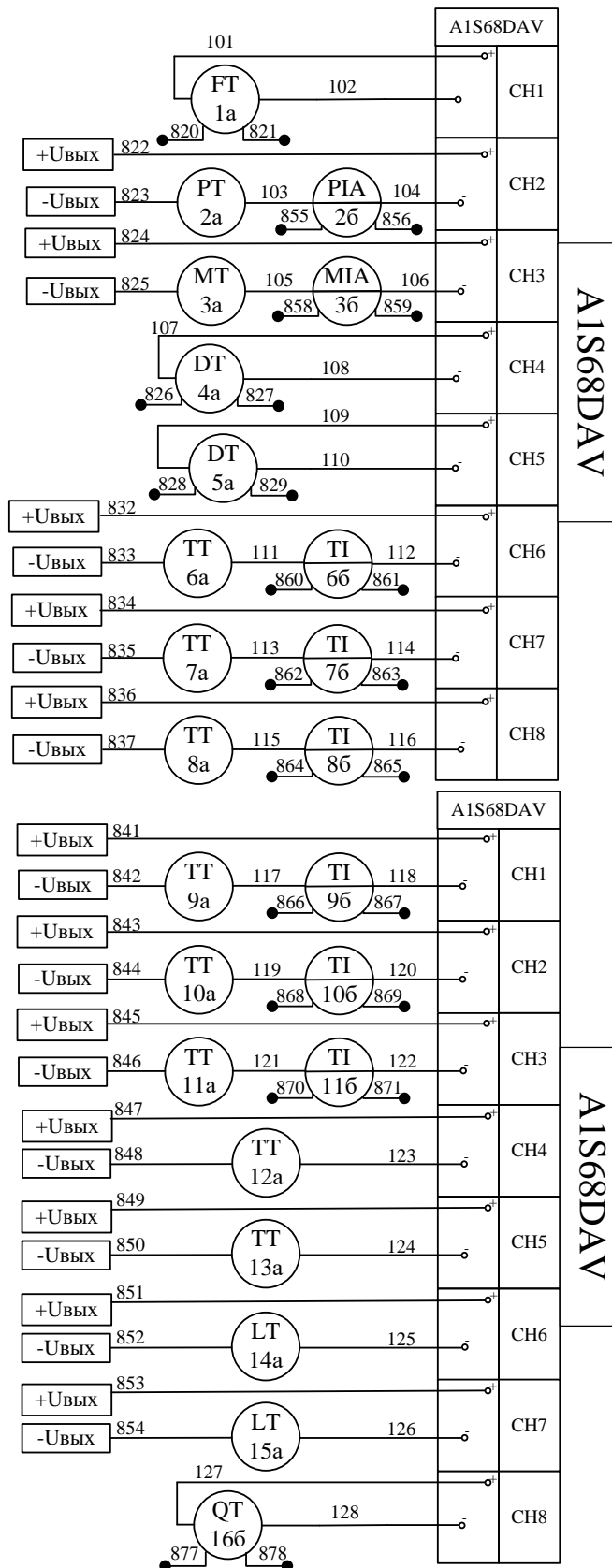


Рисунок 3.4 – Схема підключення аналогових входів ПЛК MELSEC FX

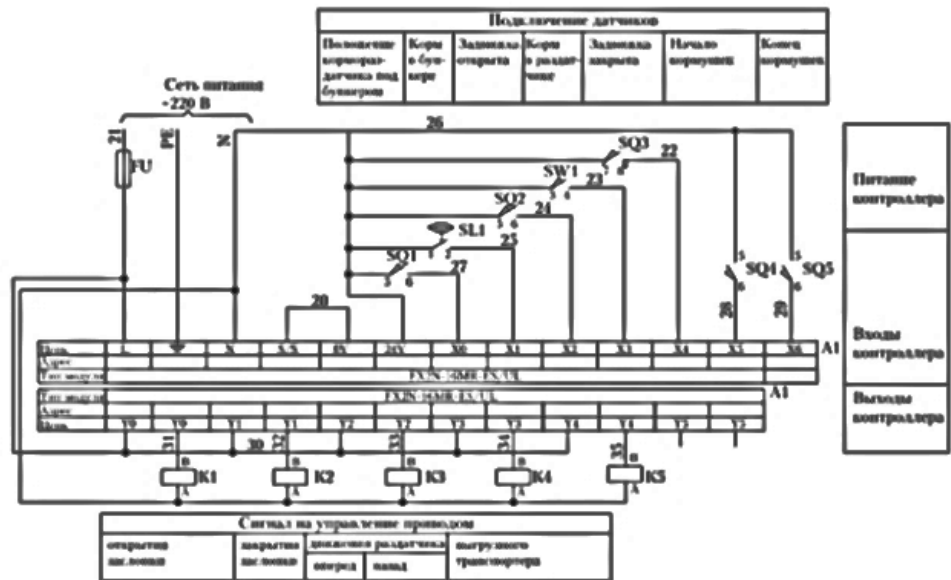


Рисунок 3.5 – Схема керування приводами на базі ПЛК MELSEC FX

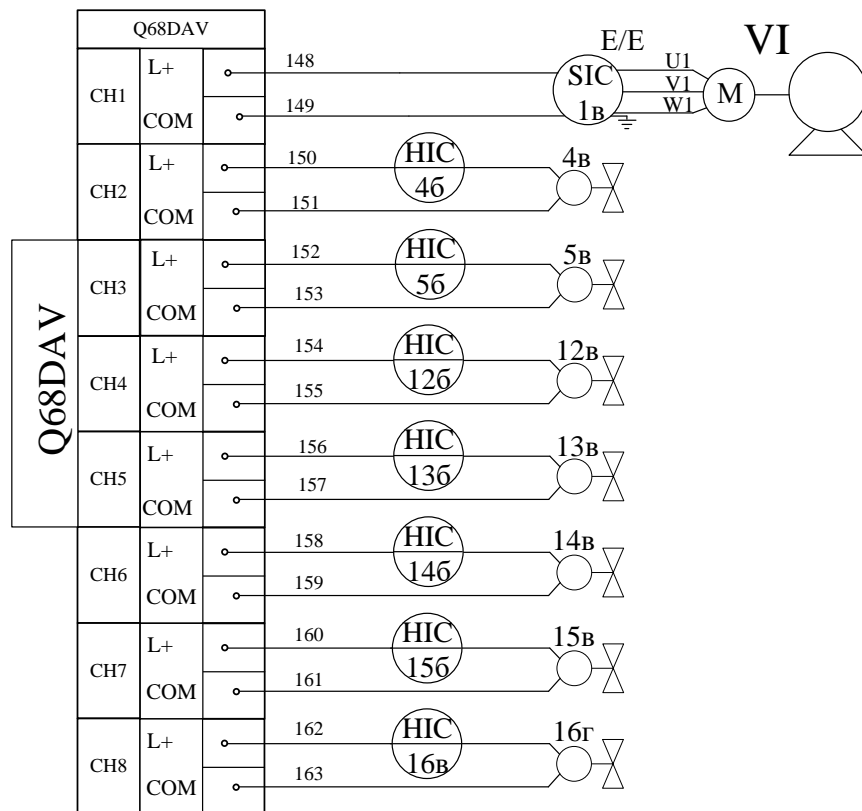


Рисунок 3.6 – Схема підключення аналогових виходів ПЛК MELSEC FX

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур контролю та регулювання витрати молока розроблено за наступною схемою. В трубопроводі молока встановлено вихровий витратомір ENDRESS + HAUSER Prowirl 73F (поз. 1а), якого уніфікований 4-20мА надходить на мікропроцесорний контролер Mitsubishi Electric MELSEC System Q. Контролер порівнює даний сигнал у відповідності з завданням і формує керуючий вплив. Сигнали з контролера надходить на частотний перетворювач Mitsubishi FR-D700 SC (поз. 1в) який керує насосом подачі молока.

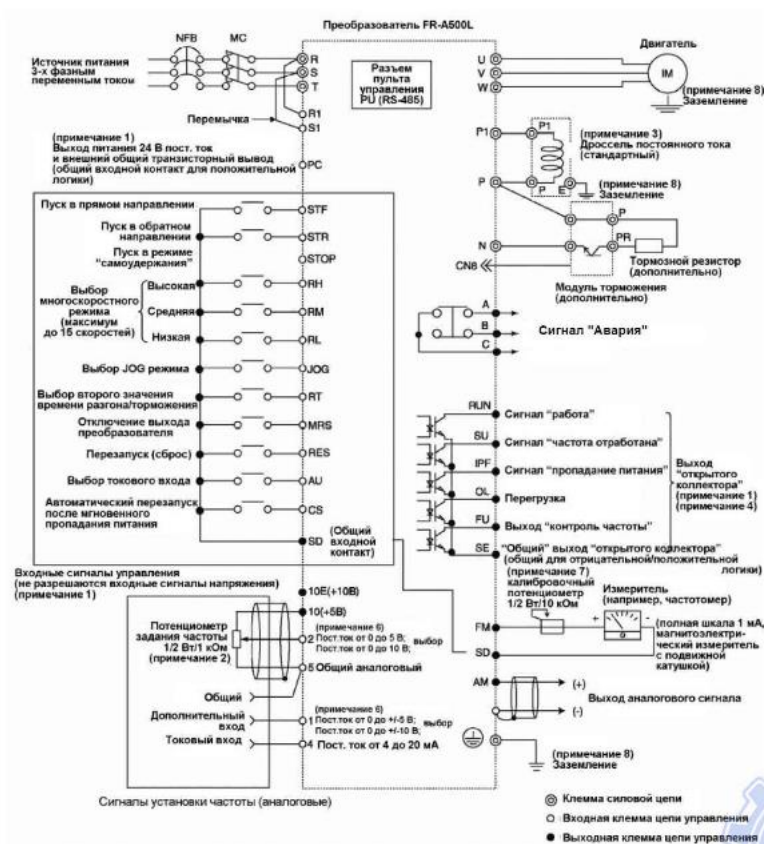


Рисунок 3.7 – Схема підключення частотного перетворювача

Mitsubishi FR-D700 SC

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

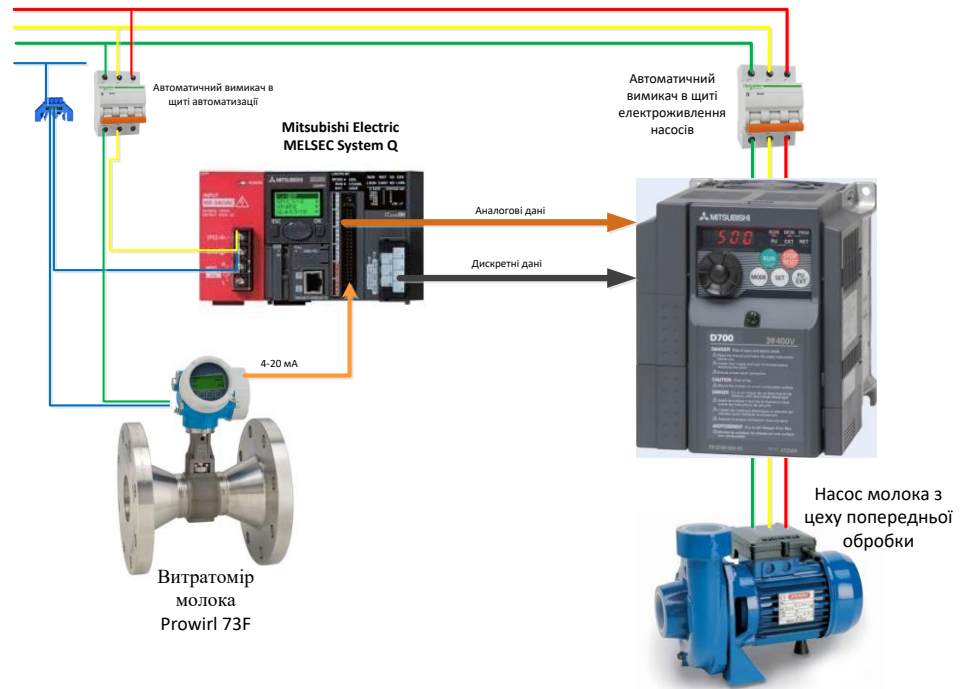


Рисунок 3.8 – Розширена схема контуру регулювання витрати молока на пластинчастий підігрівач

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

4. Креслення встановлення технічного засобу

Якщо необхідно використовувати кілька вимірювань, дана система є оптимальним рішенням. Складається з трьох компонентів перетворювача, мікрохвильового модуля та зонда. Цю конфігурацію можна розширити до чотирьох вимірювань. Навіть лише з двома вимірювальними точками досягається значна економії коштів. Тим не менше, завдяки модульній конструкції система достатньо гнучка.

Прилад Німецької компанії ProMtec серії μ -ISS 2.45 (рисунок 4.1)



Рисунок 4.1 – Надвисокочастотний (НВЧ) аналізатор концентрації μ -ISS 2.45

Компактний μ -ISS 2.45 являє собою вимірювальний прилад, який поєднує собі компактний дизайн з найвищим технічним стандартом мікрохвильових вимірювань. Концепція системи базується на багаторічному успішному досвіді з μ -ISS 2.

Пристрій поміщається в безпосередній близькості з точкою виміру, і безпосередньо пов'язаний з датчиком мікрохвильового зонда (рисунок 4.2).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Пигуль С. В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Заїка В. І.				42	
Зав.кафедри		Смітюх Я. В.			ЗАВ-3-1 НУХТ		
Секр. ЕК		Крупська Т. М.					

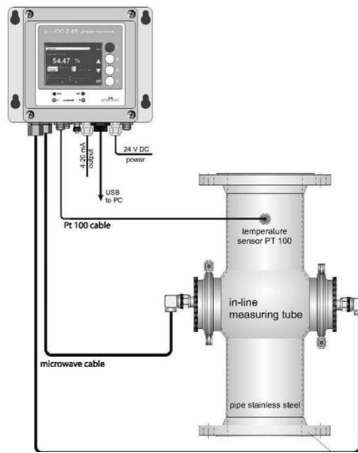


Рисунок 4.2 – Приклад встановлення надвисокочастотного (НВЧ) аналізатора концентрації

Принцип вимірювання:

Мікрохвильовий зонд (рисунок 4.3), що має дві антени (приймальню і передавальну), пропускає через шар досліджуваного продукту СВЧ випромінювання (рисунок 4.4).

Час розповсюдження хвиль від передавальної антени до приймальної і їх інтенсивність на приймальній антені залежать від властивостей досліджуваного середовища.

У водних розчинах і суспензіях в більшості випадків вода різко відрізняється за своїми властивостями від інших компонентів (діелектрична проникність порядку 81, полярна молекула), і саме її зміст визначає умови поширення хвиль.



Рисунок 4.3 – Мікрохвильовий зонд μ-ISS 2.45

Вимірювання зсуву фази і загасання хвилі дозволяє, після відповідної калібрування датчика, визначити вміст води в речовині, а, отже, і вміст сухих речовин.

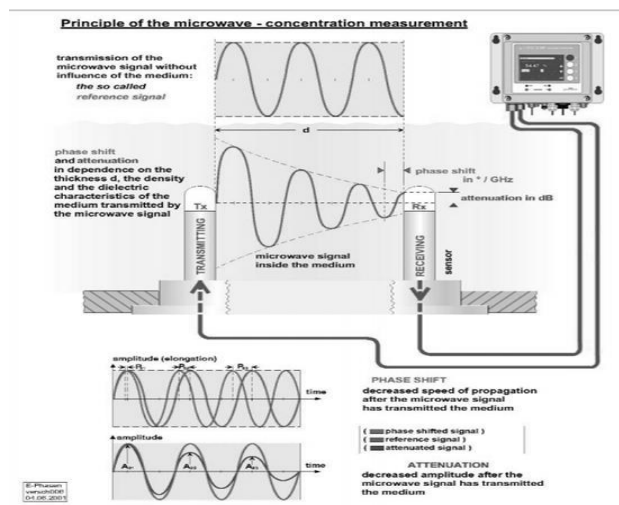


Рисунок 4.4 – Принцип дії надвисокочастотного аналізатора

Технічні характеристики:

- Стіни корпусу алюміній, захист IP65, розмір 160 x 160 x 120 мм;
- Монтаж проводиться на 4 закрilки В x Ш = 120 x 180 для Ø 6;
- Напруга живлення 24 В DC;
- Монітор - діагоналі 3.9 монохромний QVGA-дисплей, 320 x 240 пікселів, з підсвічуванням;
- Мікрохвильовий зонд частотою в 2.45 GHz;
- Плівкова клавіатура з 4 програмованими клавішами;
- Індикація стану світлодіоди для статусу вимірювання;
- доступ-PIN для параметра;
- Вихідний сигнал 4-20 мА;
- Інтерфейс USB 2.0 для оновлення програмного забезпечення, виведення даних та калібрування за допомогою ПК [PROFIBUS PA / Ethernet / IP/ RS-232/-485 / CANopen - за запитом];
- Розширення пам'яті SD слот-HC-карта для запису, зчитування вимірюваних даних та зберігання набору параметрів;

- Допустима температура від 0 до 50 °С;
- Корекція температури за допомогою Pt 100, штекер M12;3'єднання та комплектуючі (рисунок 3.1.5, 3.1.6).
- Мікрохвильові кабелі: Два однакових СВЧ кабелі, що надаються; один для передавача і один для приймача.
- Модуль датчика. Обидва мають стандартні N-Вилки і це не має значення, який з них використовується для «Т»-Plug або "R"-Plug.
- Pt-100 (4 проводу): штекер M12 Pt-100 (2 дроти) (рисунок 3.1.7): Кабельний ввід (M12) .
- Живлення 24В постійного струму (кабельне введення M16).

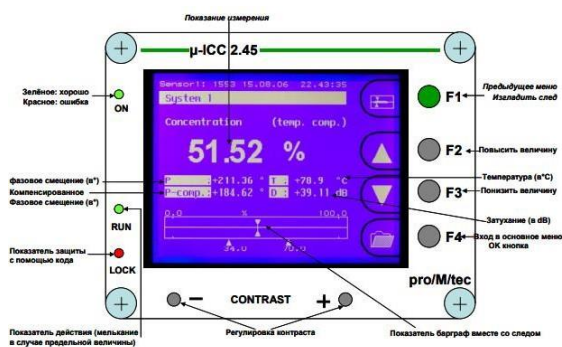


Рисунок 4.5 – призначення органів керування приладу
μ-ICC 2.45 ProMtec

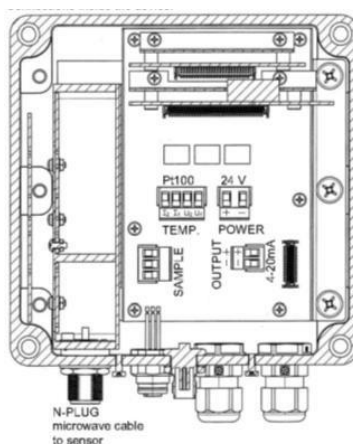


Рисунок 4.6 – Схема підключення приладу
μ-ICC 2.45 ProMtec

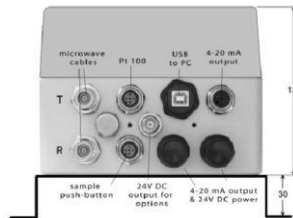


Рисунок 4.7 – Розташування штекерів для під'єднання приладу

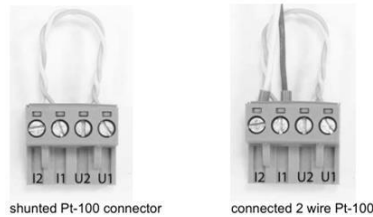


Рисунок 4.8 – Підключення термометру опору Pt 100

Прилад μ -ICC 2.45 ProMtec має широкий ряд налаштувань які можна переглянути та змінити натиснувши "Налаштування", і перейшовши у вікно налаштувань (рисунок 4.9). В цьому ж вікні можна налаштувати імікrohrвильовий зонд (рисунок 4.10).

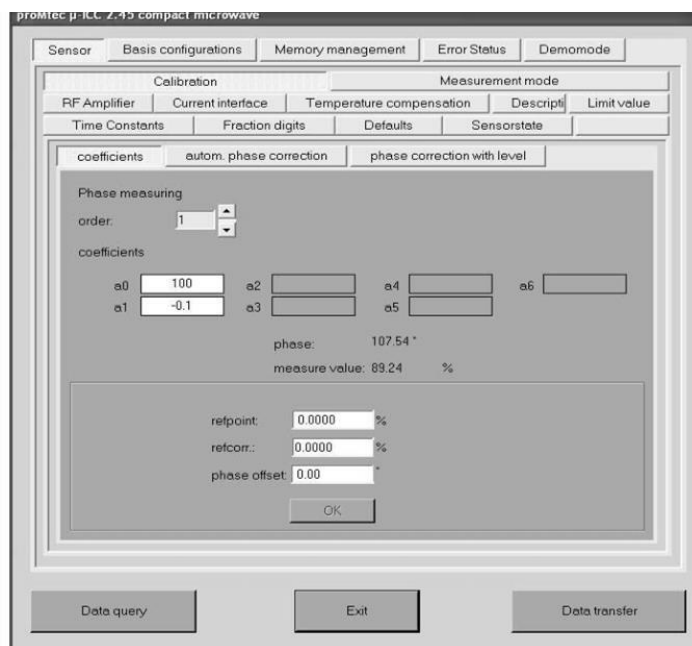


Рисунок 4.9 – Вікно налаштування приладу μ -ICC 2.45 ProMtec

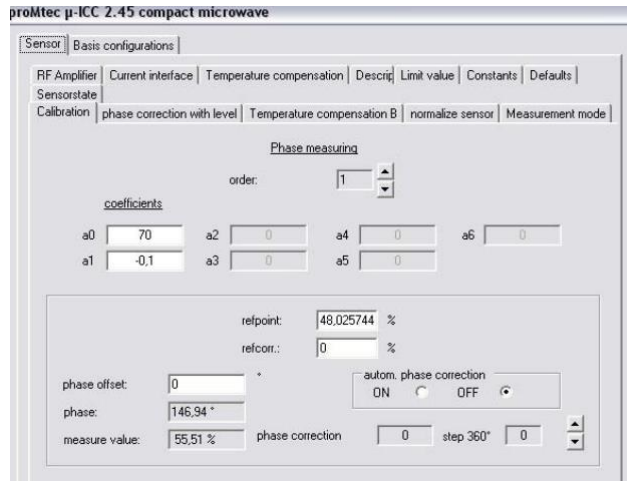
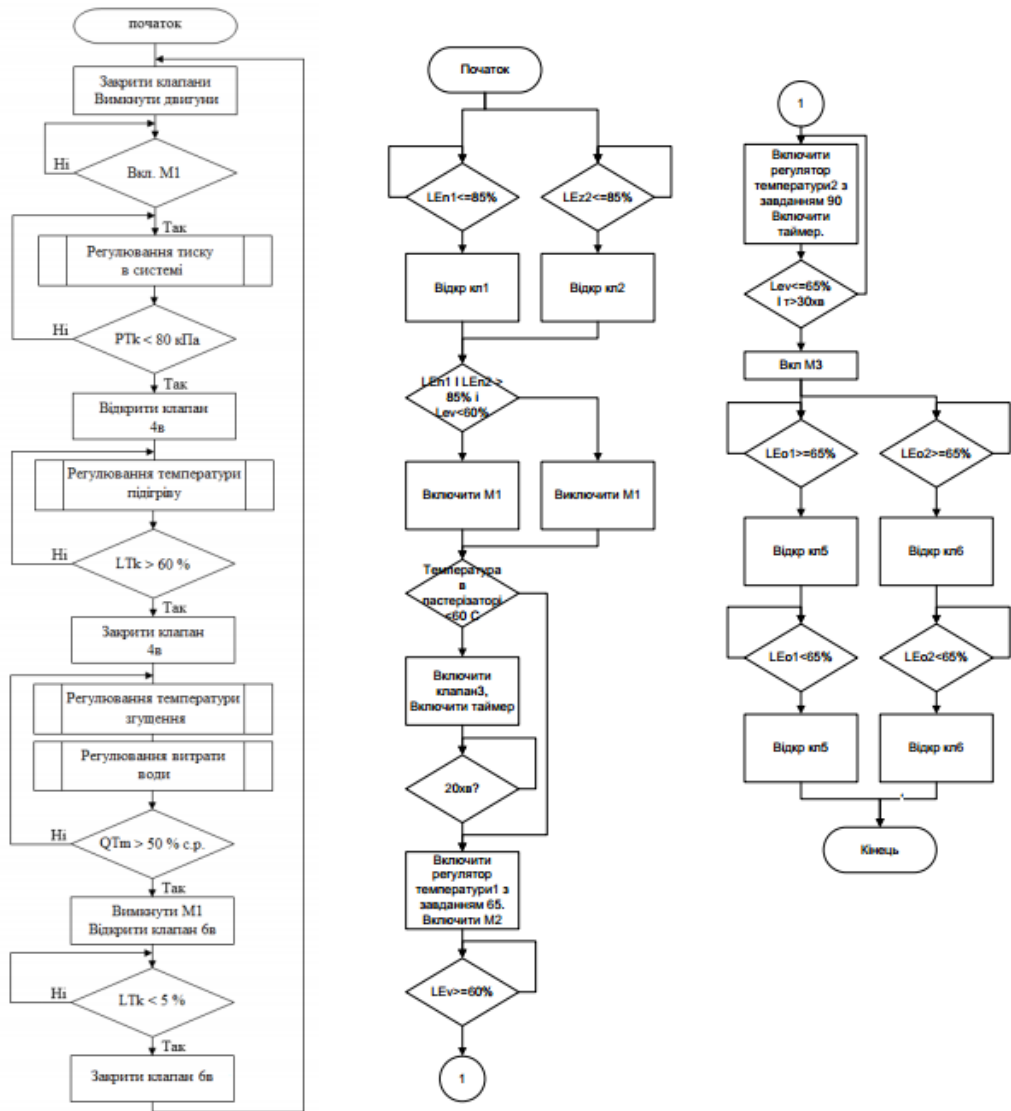


Рисунок 4.10 – Вікно налаштування мікрохвильового зонду

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Алгоритм функціонування системи автоматизації виготовлення згущеного молока має вигляд:



Регулювання тиску та витрати.

Регулювання температури та рівня.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Пигуль С. В.		
Керівник		Заїка В. І.		
Зав.кафедри		Смітюх Я. В.		
Секр. ЕК		Крупська Т. М.		
Розробка системи автоматизації виробництва згущеного молока			Літ.	Арк.
			48	Аркушів
ЗАВ-3-1 НУХТ				

iQ Works є інтегрованим програмним пакетом, що складається з GX Works3, MT Works2, GT Works3, RT ToolBox2 mini, FR Configurator2 і використовується для програмування продукції автоматизації Mitsubishi Electric.

Інтеграція програмного забезпечення покращена за допомогою Navigator, центральної системи конфігурації, що включає простий у використанні графічний інтерфейс користувача з такими додатковими можливостями спільного використання проєкту, як системні мітки і параметри. До переваг цього потужного вбудованого програмного пакета відноситься спрощення проєктування систем, що значно скорочує повторювані завдання та знижує кількість помилок, одночасно зменшуючи ССВ.

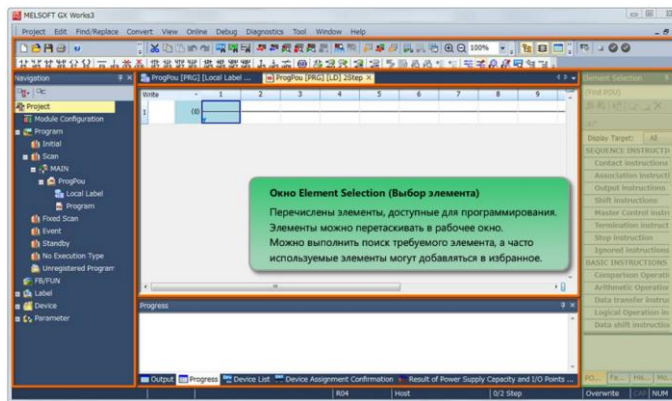


Рисунок 5.1 – Конфігурація основного вікна GX Works3

Navigator – програма керування системою.

Графічний конфігураційний інструмент системного рівня, який полегшує проєктування системи завдяки візуальному уявленню системи. Також до нього включені такі можливості з управління системою, як параметризація всієї системи, мітки та блокове зчитування даних проєкту.

GX Works3 – середовище розробки контролерів.

GX Works3 – останнє покоління програмного забезпечення Mitsubishi Electric для програмування та обслуговування, спеціально призначене для систем керування серії MELSEC iQ-R. Воно включає безліч нових можливостей, таких як графічне конфігурування системи, вбудоване налаштування засобів

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

позиціонування, підтримку багатомовності, що створює інтуїтивно зрозуміле середовище розробки.

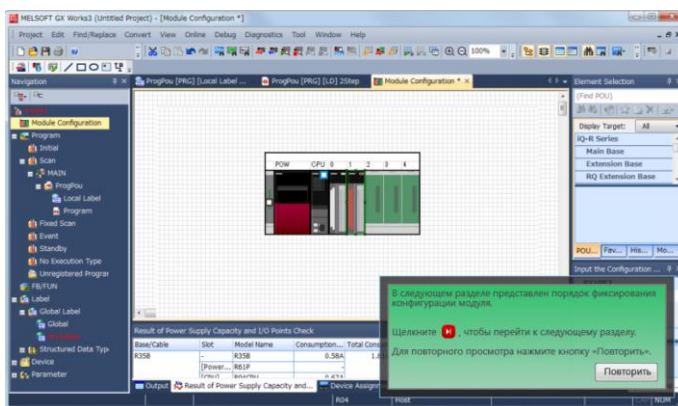


Рисунок 5.2 – Процес створення проєкту в GX Works3

GT Works3 – програмне забезпечення для розробки екранів.

Це програмне забезпечення для створення екранів графічних панелей оператора (GOT) має три головні особливості – простоту, графічний дизайн та інтуїтивно зрозумілу роботу зі створення графічних екранів у кілька етапів.

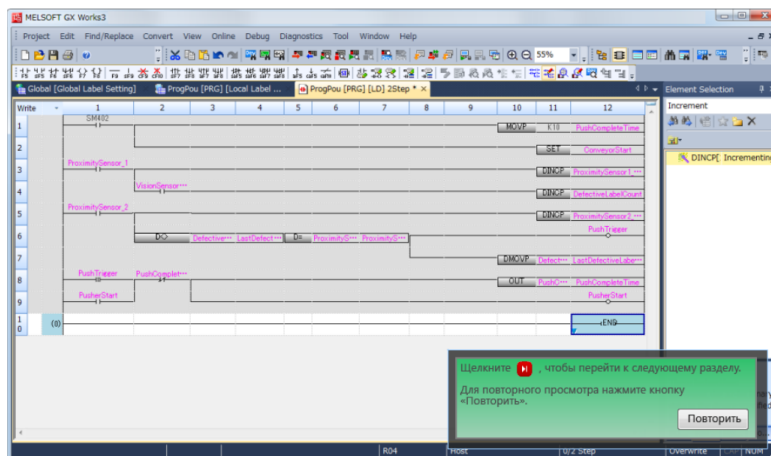


Рисунок 5.3 – Редагування програми в GX Works3

MT Works2 – середовище розробки контролерів управління рухом.

Це програмне забезпечення для проєктування та обслуговування засобів позиціонування включає інтуїтивно зрозуміле графічне програмування з імітатором цифрового осцилографа.

Програма процесу виготовлення згущеного молока написана на мові програмування Structured Text:

```

!%L1: (*Старт*)
REPEAT
  KLPT:=0;
  KLPK:=0;
  DM1:=0;
  NM2:=0;
  RESET KLM;
  RESET KLZM;
  RESET %M5;
  UNTIL NOT %M1
  END_REPEAT;

IF %M1 THEN (*Включено двигун М1*)
  REPEAT
    PID(' ', ' ', Ptk, DM1, %M10, %MW1:43);
  UNTIL Ptk < 1000;
  END_REPEAT;
  SET %M2;
END_IF;

IF Ptk < 1000 AND %M2 THEN (*Тиск менше 80 кПа*)
  RESET %M1;
  SET KLM;
  REPEAT
    PID(' ', ' ', Ptk, DM1, %M10, %MW1:43);
    PID(' ', ' ', Tt, KLPT, %M11, %MW50:43);
  UNTIL Ltk > 6000
  END_REPEAT;
  SET %M3;
END_IF;

IF Ltk > 6000 AND %M3 THEN (*Рівень більше 60%*)
  RESET KLM;
  RESET %M2;
  RESET %M11;
  KLPT := 0;
  REPEAT
    PID(' ', ' ', Ptk, DM1, %M10, %MW1:43);
    PID(' ', ' ', Ttk, KLPK, %M12, %MW100:43);
    PID(' ', ' ', FTv, NM2, %M13, %MW150:43);
  UNTIL Qtk > 5000
  END_REPEAT;
  SET %M4;
END_IF;

```

Таблиця 5.1 – Змінні програми системи автоматизації

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
1	2	3
Tt	%IW0.1.0	Температура пастеризації молока
Ttk	%IW0.1.1	Температура охолодження молока
Ptk	%IW0.1.2	Тиск згущення молока
Ltk	%IW0.1.3	Рівень в каталізаторі
FTv	%IW0.1.4	Витрата води
Qtk	%IW0.1.5	Вміст сухих речовин в молоці
DM1	%QW0.2.0	Двигун М1
NM2	%QW0.2.1	Насос М2
KLPT	%QW0.2.2	Клапан подачі пари в теплообмінник
KLPK	%QW0.2.3	Клапан подачі пари в каталізатор
KLM	%Q0.3.0	Клапан подачі молока
KLZM	%Q0.3.1	Клапан подачі згущеного молока

6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора

ТЕХНОЛОГА

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

	Class	Autoextern	Identifier	MIT-Addr.	IEC-Addr.	Type	Initial	Comment
0	VAR_GLOBAL		A1_dw	D0	%MD0.0	DWORD	0	Т раствора в сб.п.371
1	VAR_GLOBAL		A2_dw	D2	%MD0.2	DWORD	0	Т раствора в сб.п.372
2	VAR_GLOBAL		A3_dw	D4	%MD0.4	DWORD	0	Л раствора в сб.п.371
3	VAR_GLOBAL		A4_dw	D6	%MD0.6	DWORD	0	Ф раствора в п.372
4	VAR_GLOBAL		A5_dw	D8	%MD0.8	DWORD	0	Л в п.723/1
5	VAR_GLOBAL		A6_dw	D10	%MD0.10	DWORD	0	Л в п.723/2
6	VAR_GLOBAL		A7_dw	D12	%MD0.12	DWORD	0	Л в п.723/3
7	VAR_GLOBAL		A8_dw	D14	%MD0.14	DWORD	0	Т раствора сб.п.372-2
8	VAR_GLOBAL		A1_i	D16	%MW0.16	INT	0	Т раствора в сб.п.371
9	VAR_GLOBAL		A2_i	D17	%MW0.17	INT	0	Т раствора в сб.п.372
10	VAR_GLOBAL		A3_i	D18	%MW0.18	INT	0	Л раствора в сб.п.371
11	VAR_GLOBAL		A4_i	D19	%MW0.19	INT	0	Ф раствора в п.372
12	VAR_GLOBAL		A5_i	D20	%MW0.20	INT	0	Л в п.723/1
13	VAR_GLOBAL		A6_i	D21	%MW0.21	INT	0	Л в п.723/2
14	VAR_GLOBAL		A7_i	D22	%MW0.22	INT	0	Л в п.723/3
15	VAR_GLOBAL		A8_i	D23	%MW0.23	INT	0	Т раствора сб.п.372-2
16	VAR_GLOBAL		W_t	D24	%MW0.24	INT	0	Вых.зн. на рег. Т п.372
17	VAR_GLOBAL		W_i	D25	%MW0.25	INT	0	Вых.зн. на рег. Л п.372
18	VAR_GLOBAL		R_t	D26	%MW0.26	INT	0	Задание по Т в п.372
19	VAR_GLOBAL		R_i	D27	%MW0.27	INT	0	Задание по Л в п.372
20	VAR_GLOBAL		kp_t	D28	%MW0.28	INT	0	Козф.пр. Т в п.372
21	VAR_GLOBAL		ki_t	D29	%MW0.29	INT	0	Козф.ин. Т в п.372
22	VAR_GLOBAL		kd_t	D30	%MW0.30	INT	0	Козф.ди. Т в п.372
23	VAR_GLOBAL		kp_i	D31	%MW0.31	INT	0	Козф.пр. Л в п.372
24	VAR_GLOBAL		ki_i	D32	%MW0.32	INT	0	Козф.ин. Л в п.372
25	VAR_GLOBAL		kd_i	D33	%MW0.33	INT	0	Козф.ди. Л в п.372
26	VAR_GLOBAL		int_d	D34	%MD0.34	DWORD	0	Интегр. дозы р-ра,кг
27	VAR_GLOBAL		zd_d	D36	%MD0.36	DWORD	0	Зад.дозы р-ра,кг.372
28	VAR_GLOBAL		rezerv_4	D38	%MD0.38	DWORD	0	Интегр.р-ра,(м3),372
29	VAR_GLOBAL		rezerv_9	D40	%MD0.40	DWORD	0	Интегр.декалит.,372
30	VAR_GLOBAL		rezerv_1	D42	%MD0.42	DWORD	0	Зад.дозы декалит.,372
31	VAR_GLOBAL		A11_i	D44	%MW0.44	INT	0	Л в сб.п.372-2
32	VAR_GLOBAL		A12_i	D45	%MW0.45	INT	0	Ф раствора в п.372-2
33	VAR_GLOBAL		A13_i	D46	%MW0.46	INT	0	Ф раствора в п.371
34	VAR_GLOBAL		A14_i	D47	%MW0.47	INT	0	Л в сб.п.828
35	VAR_GLOBAL		A15_i	D48	%MW0.48	INT	0	Ф р-ра в TiO2 N1
36	VAR_GLOBAL		A16_i	D49	%MW0.49	INT	0	резерв
37	VAR_GLOBAL		A17_i	D50	%MW0.50	INT	0	резерв
38	VAR_GLOBAL		A18_i	D51	%MW0.51	INT	0	резерв
39	VAR_GLOBAL		A11_dw	D52	%MD0.52	DWORD	0	Л в сб.п.372-2
40	VAR_GLOBAL		A12_dw	D54	%MD0.54	DWORD	0	Ф раствора в п.372-2
41	VAR_GLOBAL		A13_dw	D56	%MD0.56	DWORD	0	Ф раствора в п.371
42	VAR_GLOBAL		A14_dw	D58	%MD0.58	DWORD	0	Л в сб.п.828
43	VAR_GLOBAL		A15_dw	D60	%MD0.60	DWORD	0	Ф р-ра в TiO2 N1
44	VAR_GLOBAL		A16_dw	D62	%MD0.62	DWORD	0	резерв
45	VAR_GLOBAL		A17_dw	D64	%MD0.64	DWORD	0	резерв
46	VAR_GLOBAL		A18_dw	D66	%MD0.66	DWORD	0	резерв
47	VAR_GLOBAL		W_t_n	D68	%MW0.68	INT	0	Вых.зн.рег. Т п.372/2
48	VAR_GLOBAL		W_i_n	D69	%MW0.69	INT	0	Вых.зн. рег. Л п.372/2
49	VAR_GLOBAL		R_t_n	D70	%MW0.70	INT	0	Задание Т в п.372/2
50	VAR_GLOBAL		R_i_n	D71	%MW0.71	INT	0	Задание Л в п.372/2

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Пигуль С. В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Заїка В. І.				51	
Зав.кафедри		Смітюх Я. В.			ЗАВ-3-1 НУХТ		
Секр. ЕК		Крупська Т. М.					
					Розробка системи автоматизації виробництва згущеного молока		

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

SCADA система нового покоління Visual Intellect являє собою оригінальний програмний продукт підприємства МІКРОЛ. SCADA система являє собою потужну систему управління технологічними процесами і складається з наступних компонентів:

- багатозадачна операційна оболонка. Призначена для пріоритетного розподілу процесорного часу між поточними завданнями;

- мережева розподілена база даних. Складається з наступних рівнів: логічна база (Logic base); відео база (Video base); база обладнання (Hardware base), Math Base, OPC Server;

- менеджер взаємодії мереж. Являє собою програмний інтерфейс між протоколами MODBUS і TCP/IP, взаємодія цих протоколів з іншими компонентами системи. Підтримує OPC-Server;

- менеджер дистанційного управління. Забезпечує дистанційне керування з клавіатури сервера та/або комп'ютера оператора;

- менеджер аварійних захистів. Являє собою набір програмно змодельованих блоків, які є шаблонами для створення необхідного алгоритму аварійного захисту. Процес побудови алгоритму аварійного захисту є опис зв'язків між цими блоками;

- система протоколювання. Забезпечує протоколювання поточної інформації на технологічному сервері, а в разі необхідності на компакт диску сервера. Дозволяє одночасно переглядати на спеціальному екрані до шести параметрів. Є вбудована система масштабування і синхронізації графіків. Оригінальний алгоритм інтегрування дозволяє в реальному часі обчислювати середні показники параметрів за будь-який інтервал часу, що особливо вигідно при економічних розрахунках.

Отримані дані використовуються для систем: візуалізації, вимірювання, реєстрації, аналізу, контролю та управління технологічним процесом, та / або обладнанням, а також архівування даних на жорсткому диску комп'ютера.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

На рисунку 6.1 показані приклади графічного відображення SCADA система Visual Intellect

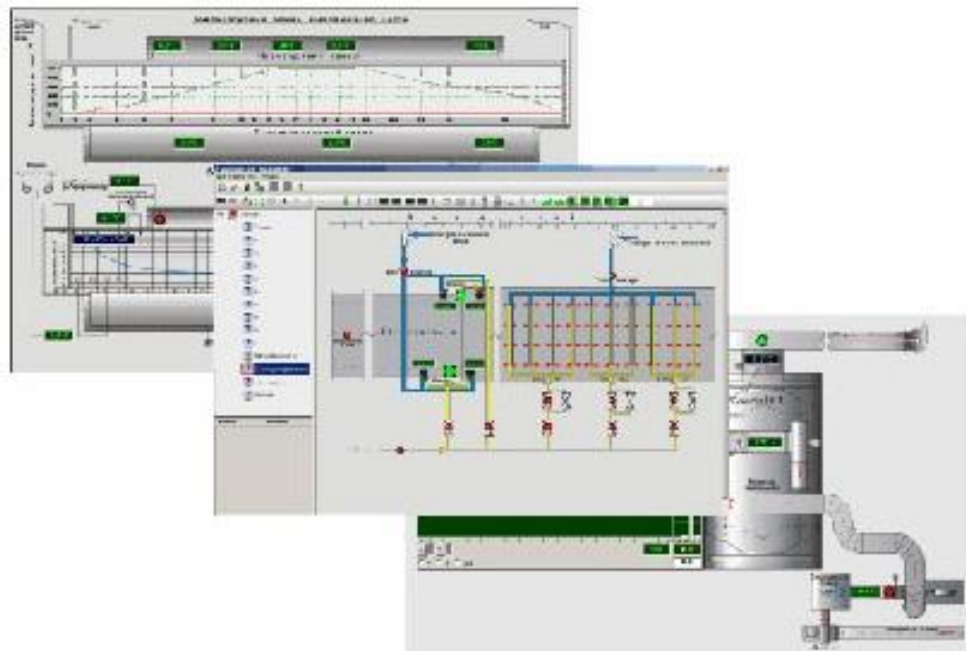


Рисунок 6.1 – Приклади дисплейних мнемосхем в SCADA системі Visual Intellect

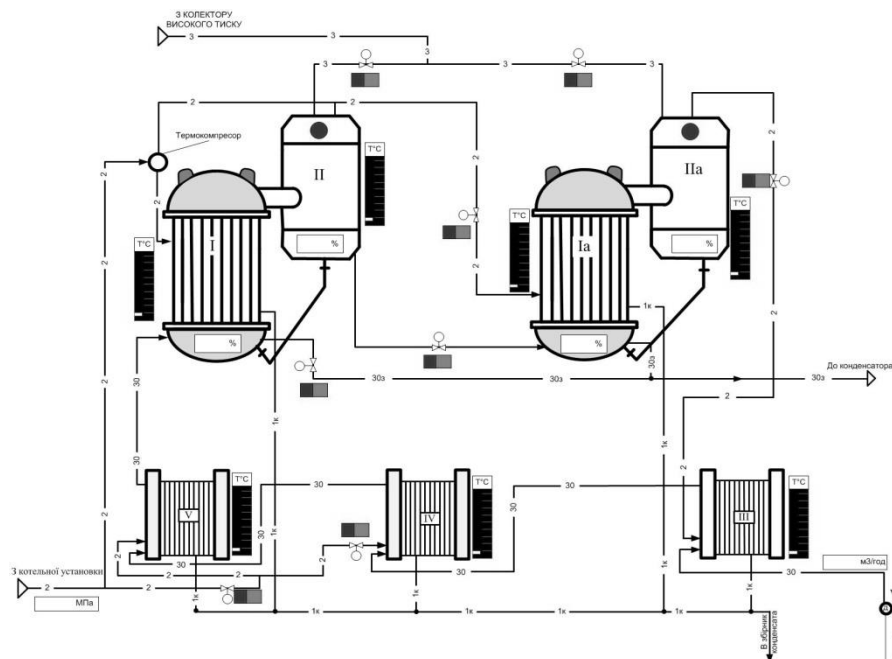


Рисунок 6.2 – Ескіз дисплейної мнемосхеми технологічного процесу виготовлення згущеного молока

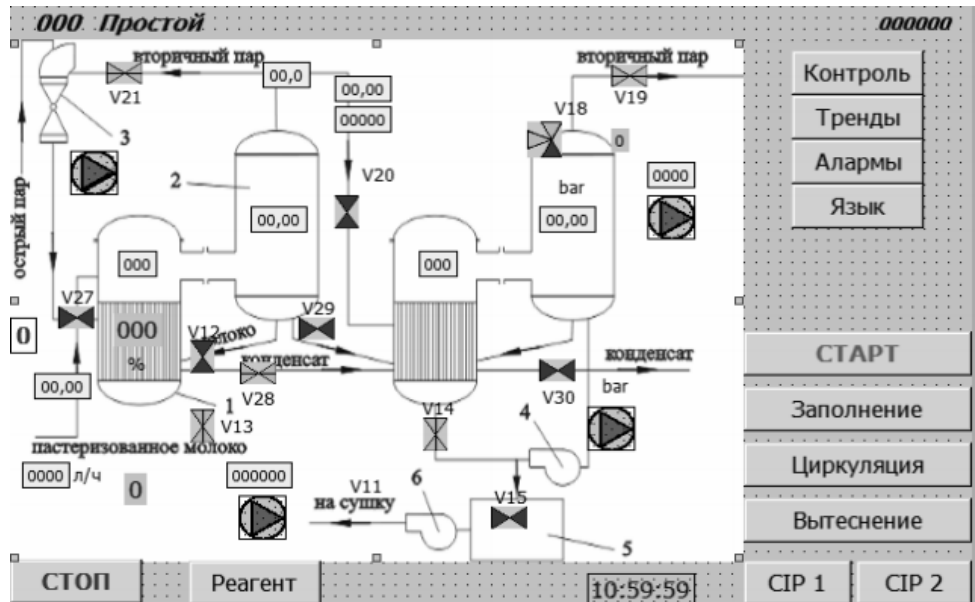


Рисунок 6.3 – Дисплейна мнемосхема технологічного процесу виготовлення згущеного молока в SCADA системі Visual Intellect

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1. Постановка задачі дослідження

Додержання технологічних значень параметрів, тобто їх регулювання і є головною задачею при розробці багато структурної системи регулювання. Отже, для даного об'єкта показником якості, який відповідає вимогам, є критерій Середньо квадратичної помилки (СКО).

Цей критерій якості САР використовується як функція ціни середньоквадратичної помилки (СКП) спостереження або стабілізації її в перехідному режимі. Найкращим настроюванням САР (значення й сполучення параметрів її елементів) при цьому вважається така, при якій СКП регулювання досягає мінімуму.

Метод оптимізації за критерієм мінімуму СКО складається у виборі таких її параметрів САР, при яких СКО - середньоквадратична помилка перехідного процесу (без обліку помилок сталого режиму) мінімальна:

$$СКО = \sqrt{\frac{1}{T_m} \int_0^{T_r} e^2(t) dt} \rightarrow \min \quad (7.1)$$

Формула (7.1) це не формулювання якогось закону природи, вона сконструйована людиною для одержання зручної сукупної чисельної оцінки як помилок виміру САР у перехідному режимі, так і її швидкодії. Зручність критерію полягає в тому, що значення СКП для конкретної моделі САР у програмі, що модулює, визначається досить легко, хоча аналітичне рішення завдання по формулі (7.1) досить трудомістко.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Пигуль Є. В.			Лім.	Арк.	Аркушів
Керівник		Заїка В. І.				55	
Зав.кафедри		Смітюх Я. В.			ЗАВ-3-1 НУХТ		
Секр. ЕК		Крупська Т. М.					

Розробка системи
автоматизації виробництва
згущеного молока

Зміст формули (7.1) полягає в тому, що чим коротше перехідний процес, і чим менше коливальність САР і її помилки перерегулювання, тим менше виходить значення СКП. Зведення у квадрат помилки регулювання збільшує внесок у СКП більших значень помилки й не дозволяє позитивним і негативним значенням компенсувати один одного при інтегруванні.

Устремління СКП до мінімуму приводить САР до того, що настає висока, наскільки це можливо для конкретної САР, швидкодія, але трохи завищена, а іноді надмірна коливальність. Таке настроювання може служити для наступного уточнення вихідної величини.

Час інтегрування для одержання СКП з достатньою точністю в моделюючій програмі варто вибирати більшим, ніж час регулювання САР. Для статичних САР від помилки $e(t)$ в (7.1) варто відняти її сталі значення $e_{уст}$.

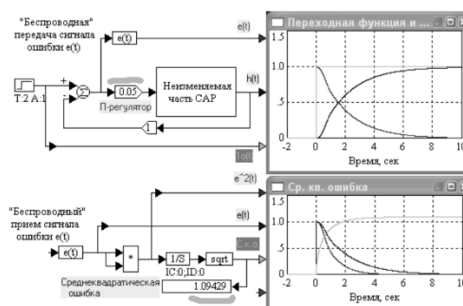


Рисунок 7.1 – Збільшення коефіцієнта підсилення контуру спочатку поліпшує якість САР, скорочуючи час регулювання, а потім погіршує, збільшуючи коливальність САР і час регулювання. Краще значення коефіцієнта підсилення Π - регулятора для даної САР дорівнює 0.2

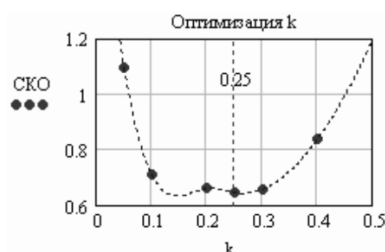


Рисунок 7.2 – Залежність (згладжена в районі мінімумів) середньоквадратичої помилки (СКО) перехідного режиму від коефіцієнта

підсилення П - регулятора. Мінімальне, а значить і оптимальне за критерієм мінімуму СКО значення коефіцієнта підсилення дорівнює 0.25.

Як видно на рисунку 7.2, при такому значенні коливальність САР трохи завищена, переважніше мати посилення 0.2

Отже, критерій мінімуму середньоквадратичної помилки дозволяє наблизити САР до стану з найбільшою швидкістю, однак коливальність такої системи виходить трохи завищеною. Такий критерій переважніше використовувати для мінімізації часу регулювання, тобто забезпечення максимальної швидкості САР, наприклад у малоінерційних електронних системах спостереження.

Таблиця 7.1 - Технологічні вимоги до регульованих змінних процесу

Назва змінної	Одиниці вимірювання	Номінальне значення	Можливі змінні	
			Форма	Амплітуда
Витрата пари G _n	Кг/сек	0.14	Стрибок	±0.122
Витрата молока G _m	Кг/сек	2.8	Стрибок	±0.56
Температура Δt _к	°С	8	Стрибок	±1.6
Температура Δt _{mp}	°С	76	Стрибок	±0.5
Температура Δt _{vp}	°С	100	Стрибок	±2

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

Аналіз статичних та динамічних характеристик ТОУ виконуємо на основі математичної моделі:

$$\begin{cases} T_1 \frac{d(\Delta t_{vp})}{d\tau} + \Delta t_{vp} = K_{11} \Delta G_n + \Delta t_k \\ T_2 \frac{d(\Delta t_{mp})}{d\tau} + \Delta t_{mp} = K_{21} \Delta t_{mp} - K_{22} \Delta G_m + K_{23} \Delta t_{vp} \\ T_3 \frac{d(\Delta t_k)}{d\tau} + \Delta t_k = -K_{31} \Delta t_{vp} + K_{32} \Delta t_{mm} - K_{33} \Delta G_m \end{cases}$$

де Δt_{vp} – температура гарячої води, $^{\circ}\text{C}$;
 ΔG_n – витрата пари, $\text{м}^3/\text{год}$;
 Δt_{pm} – температура підігрітого молока, $^{\circ}\text{C}$;
 Δt_{mp} – температура пастерізованого молока, $^{\circ}\text{C}$;
 Δt_k – температура конденсату, $^{\circ}\text{C}$;
 ΔG_m – витрата молока, $\text{м}^3/\text{год}$;

Отже, для даного об'єкта математична модель матиме вигляд:

$$\begin{cases} 73.4 \frac{dt_{vp}}{d\tau} + \Delta t_{vp} = 49.62 \Delta G_n + \Delta t_k \\ 81.56 \frac{dt_{mp}}{d\tau} + \Delta t_{mp} = 0.54 \Delta t_{mp} - 3.38 \Delta G_m + 0.46 \Delta t_{vp} \\ 183.3 \frac{d\Delta t_k}{d\tau} + \Delta t_k = -1.68 \Delta t_{vp} + 0.5 \Delta t_{mm} - 6.5 \Delta G_m \\ 148 \frac{d\Delta t_k}{d\tau} + \Delta t_k = 0.8 \Delta t_{vp} - 2.5 \Delta G_m + 0.19 \Delta t_{mx} \end{cases}$$

7.3. Моделювання САР

Структурна схема математичної моделі наведена на рисунку 7.3.

Зробимо аналіз впливу діянь на вхідні параметри об'єкта.

Домогтися необхідної якості регулювання у статиці можна, якщо вплив керуючої дії на регульовану зміну не буде меншим впливу найменшого із збурень, тобто при виконанні умови:

$$|K_u \Delta u_{\max}| \geq |K_z \Delta z_{\max}|$$

де K_u , K_z - коефіцієнти передачі по каналам відповідно управління та збурення.

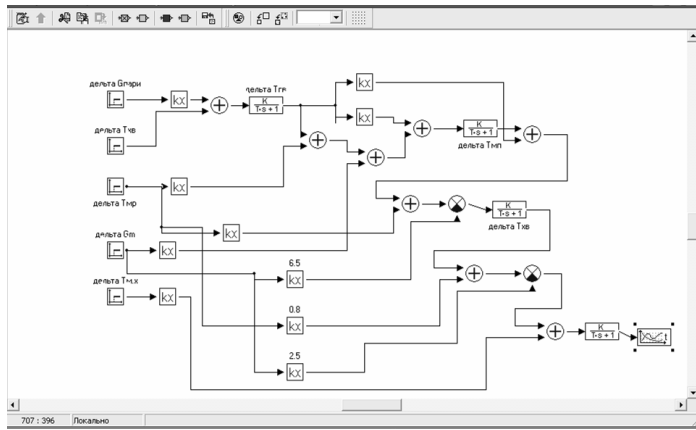


Рисунок 7.3 – Структурна схема моделі АСР

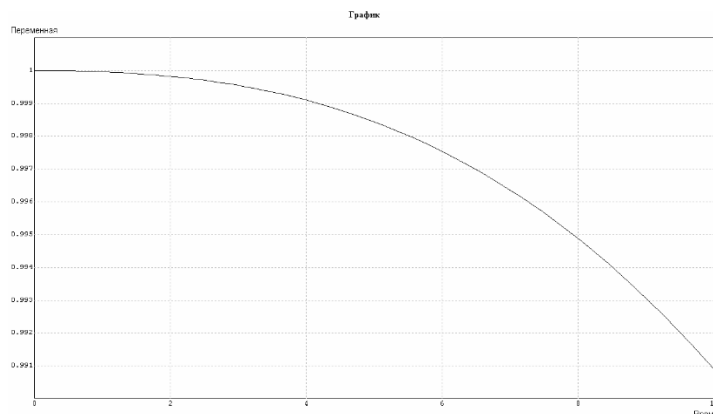


Рисунок 7.4 – Вплив зміни температури молока на регульований параметр

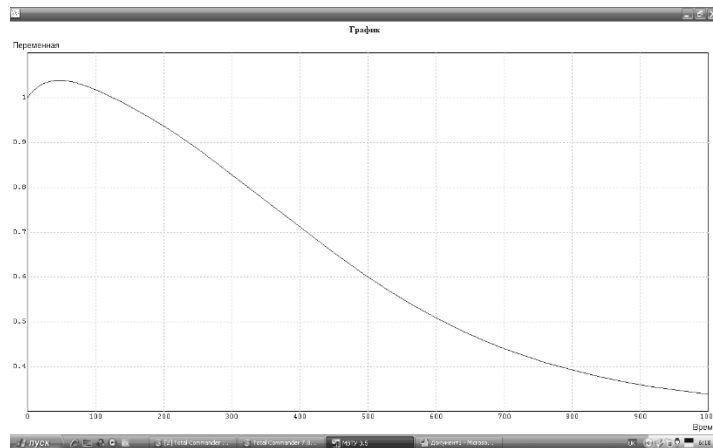


Рисунок 7.5 – Вплив зміни температури граючої пари на параметр

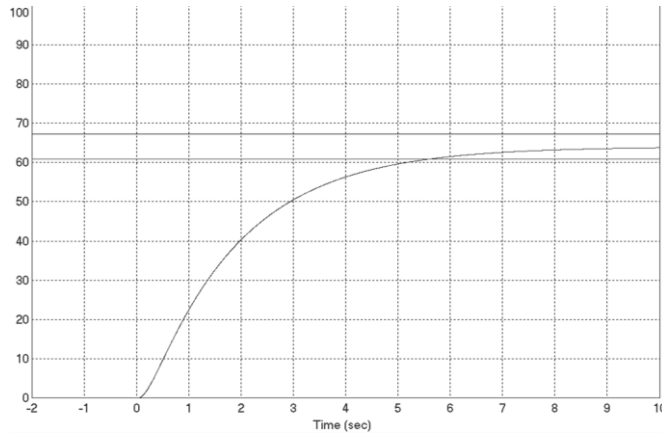


Рисунок 7.6 – Вплив зміни витрати грійучої пари на регульований параметр

7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків

Аналізуючи ці результати виявлено що найбільший вплив на зміну температури молока на виході пастеризатора має зміна витрати грійучої пари.

Тому керування необхідно здійснити по цьому вхідному сигналу.

На основі математичної моделі об'єкта обираємо типовий закон регулювання, що забезпечить потрібну якість процесу регулювання відносно обраного критерію управління при обов'язковому виконанні обмежень.

На всіх етапах дотримуємося максимального наближення моделі АСР до реальних систем.

Для регулювання АСР візьмемо ПІ-закон регулювання, який описується рівнянням:

$$W_{рег}^{PI}(p) = K_{рег} + \frac{K_{рег}}{T_i \cdot p}$$

Такий регулятор в ідеальному випадку забезпечує відсутність статичної похибки, але в реальних системах ця похибка в середньому становить $\pm 0,05\%$ від діапазону вимірювання параметра. Структурну схему АСР з ПІ-регулятором наведено на рисунку 7.7. Для розрахунку оптимальних настройок регуляторів необхідно за кривими розгону по відповідним каналам знайти коефіцієнти передачі та сталі часу за каналами регулювання.

Розрахункові оптимальні настройки регулятора витрати палива:

$$K_p = 9,89 \text{ кг/с/}^\circ\text{C}, T_i = 133\text{с},$$

Настройки регуляторів уточнюємо за допомогою програмного середовища "МВТУ-3.6" при зміні відхилення $\pm 21\%$.

В результаті оптимізації знайдено такі оптимальні настройки регуляторів: для витрати палива $K_p = 10,5 \text{ кг/с/}^\circ\text{C}, T_i = 185\text{с};$

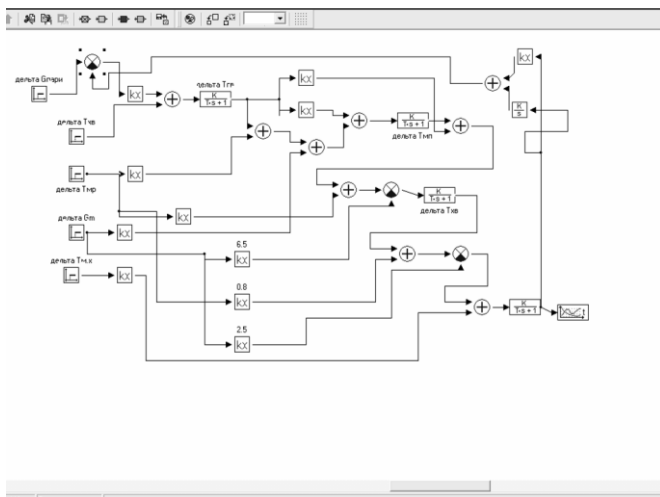


Рисунок 7.7 – Структурна схема АСР з ПІ-регулятором

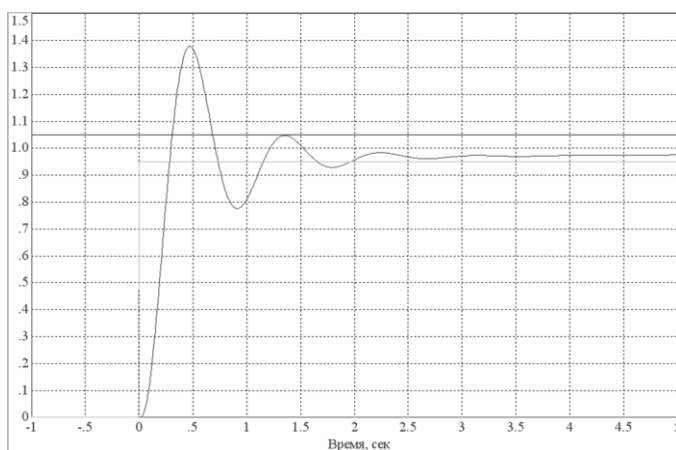


Рисунок 7.8 – Перехідний процес регулювання при оптимальних параметрах настройки регулятора

Висновок

У результаті ретельної розробки та аналізу проєкту системи автоматизації виробництва згущеного молока можна зробити висновок про важливість та перспективність впровадження цієї технології. Проєкт визначається як комплексний підхід до управління виробництвом, що сприяє підвищенню продуктивності, забезпеченню якості продукції та зниженню витрат ресурсів.

Одним із ключових аспектів є врахування технологічних вимог виробництва згущеного молока, що дозволяє ефективно оптимізувати виробничі процеси. Вибір сучасного обладнання та технологій дозволяє підняти якість продукції, зменшити втрати сировини та оптимізувати робочі процеси.

Цей проєкт також враховує важливість аспектів автоматизації, що дозволяє підвищити ефективність виробництва, зменшити вплив людського фактору та підвищити рівень безпеки промислового процесу.

Загалом, впровадження системи автоматизації виробництва згущеного молока буде сприяти підвищенню конкурентоспроможності підприємства, оптимізації витрат та покращенню якості продукції, що робить цей проєкт важливим кроком у розвитку промислового виробництва.

Розробка системи автоматизації направлена на:

- підвищення якості продукції;
- зменшення кількості обслуговуючого персоналу та полегшення його роботи;
- підвищення ефективності і надійності роботи технологічного обладнання;
- зменшення ризику виникнення аварійних ситуацій та підвищення безпечної експлуатації;
- підвищення сукупних якісних показників роботи технологічного об'єкту.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Список використаної літератури

1. Ельперін І.В. Автоматизація виробничих процесів: підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.: Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ельперін І.В. Промислові контролери. Частина 2 / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2012. – 106 с.
3. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів: 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.
4. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія / А.П. Ладанюк, Н.А Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
5. Методи сучасної теорії управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
6. Системний аналіз складних систем управління. Практикум: 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)
7. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
8. Ладанюк А.П., Системний аналіз складних систем управління. Навчальний. посібник / Ладанюк А.П., Смітюх Я.В., Власенко Л.О. – К.:НУХТ, 2013. – 274с..
9. Левченко О.І. Основи автоматизації теплоенергетичних процесів та установок. Навчальний. посібник / Левченко О.І., Сідлецький В.М. – К.:НУХТ, 2014. – 227с.

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

10. Deeth, H. C. (2006). "Overview: Enzymes in Dairy Processing." Australian Journal of Dairy Technology, 61(2), 84-89.

11. International Dairy Federation (IDF). (2008). "Milk and Milk Products - Determination of Nitrogen Content - Part 3: Determination of Nitrogen Content According to the Kjeldahl Principle and Calculation of Crude Protein." IDF Standard 20-30.

12. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2011). "Milk and Dairy Products: Production and Processing Costs." FAO Agricultural Services Bulletin No. 160.

13. 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. [Електронний ресурс]. – К. : НУХТ, 2020. – 73 с.

14. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: Навчальний посібник. / В.Г. Трегуб // К.: НУХТ, 2006 – 139 с.

15. Німецької компанії ProMtec серії μ -ICC. Режим доступу до сайту: <http://www.magmas.kiev.ua/common/www/manuals/ProMtec/Standart2006ru.pdf>.

16. Частотний перетворювач Mitsubishi FR-D700 SC. Режим доступу до сайту: http://www.esspb.ru/Documents/FR-D700_SC_installatin.pdf.

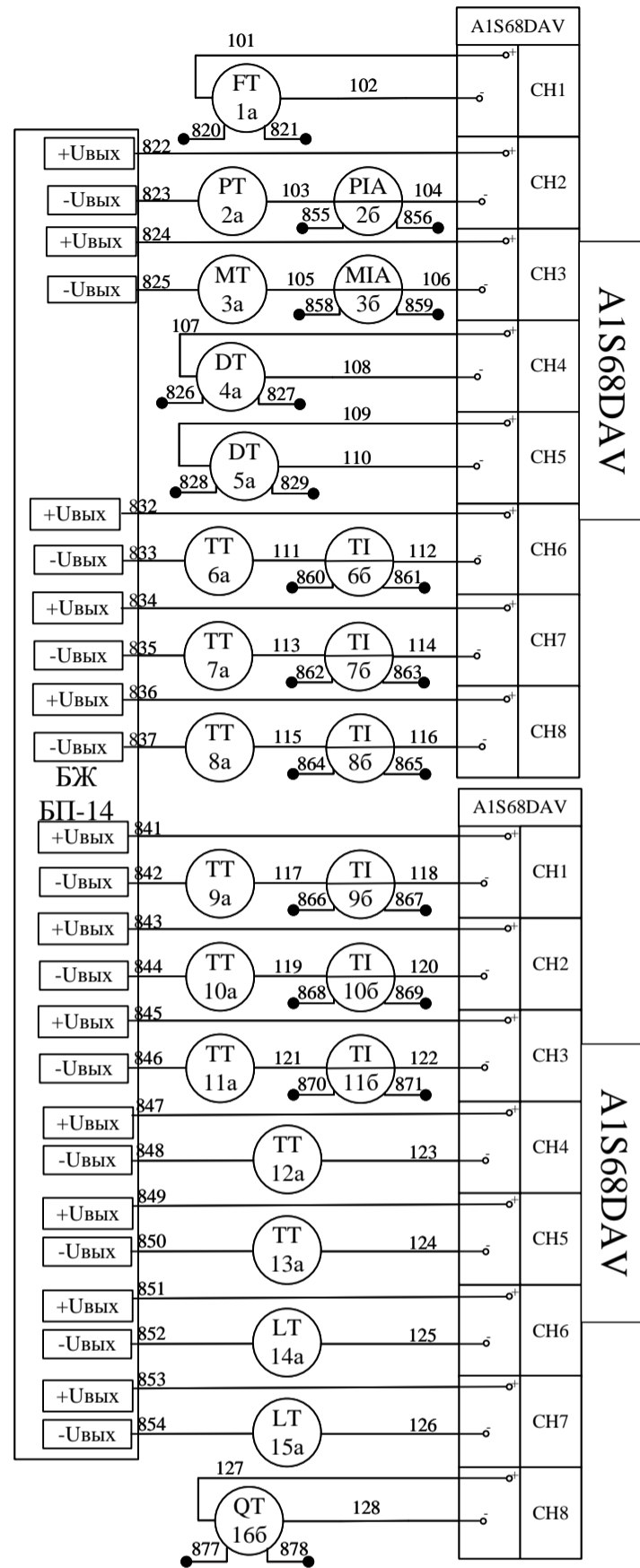
17. Витратомір ENDRESS + HAUSER Prowirl 73F: Режим доступу до сайту: <https://www.ru.endress.com/ru/Tailor-made-field-instrumentation/Flow-measurement-product-overview/Product-Vortex-flowmeter-Prowirl-73F>.

18. Трмоперетворювач опору ТМ-9201. Режим доступу до сайту: <http://www.teploizmerenie.ru/print/423.htm>

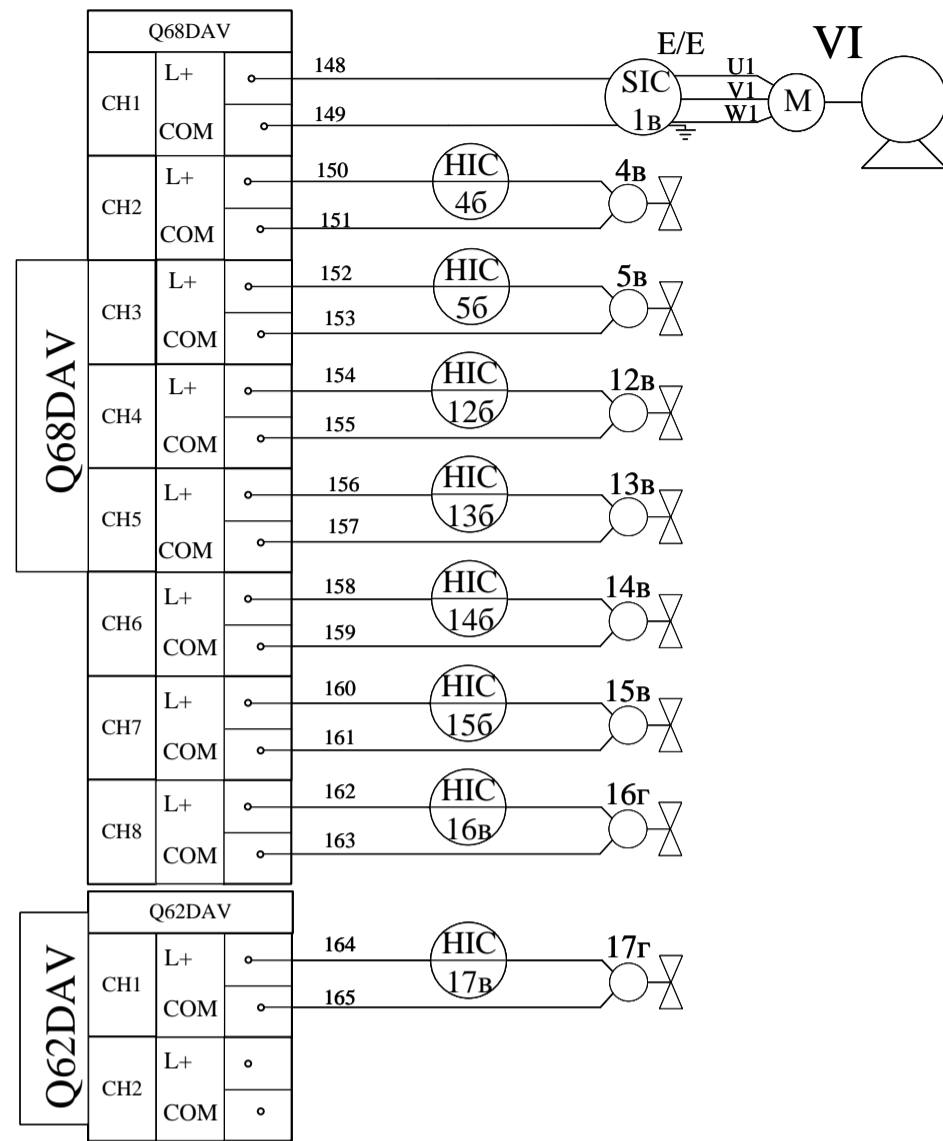
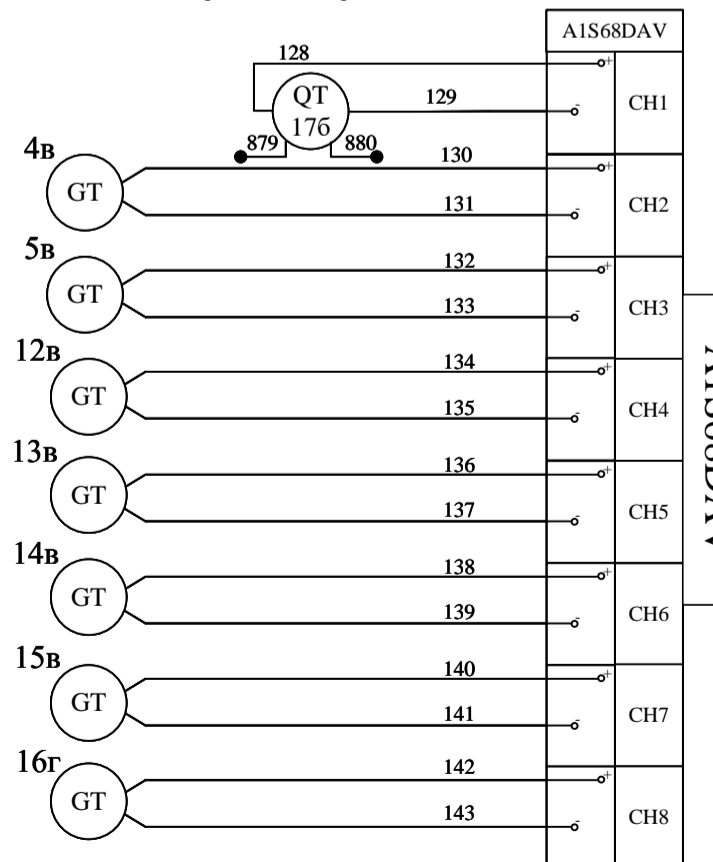
19. Мікропроцесорний контролер Mitsubishi Electric MELSEC System Q. Режим доступу до сайту: <https://ru3a.mitsubishielectric.com/fa/ru/products/cnt/plcq/items/> Режим доступу до сайту: urovnya-clm-36

					<i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Витрата молока на виробництво
Тиск пари в трубопроводі з котельні
Вологість в сепараторі Іа
Густина молока в сепараторі ІІ
Густина молока в сепараторі ІІа
Температура в підігрівачі V
Температура в підігрівачі ІІІ
Температура в концентраторі І
Температура в сепараторі ІІ
Температура в концентраторі Іа
Температура в сепараторі ІІа
Температура в ІV підігрівачі
Температура молока в трубопроводі до концентратора І
Рівень піни в сепараторі ІІ
Рівень піни в сепараторі ІІа
Вміст сухих речовин в концентраторі ІІ

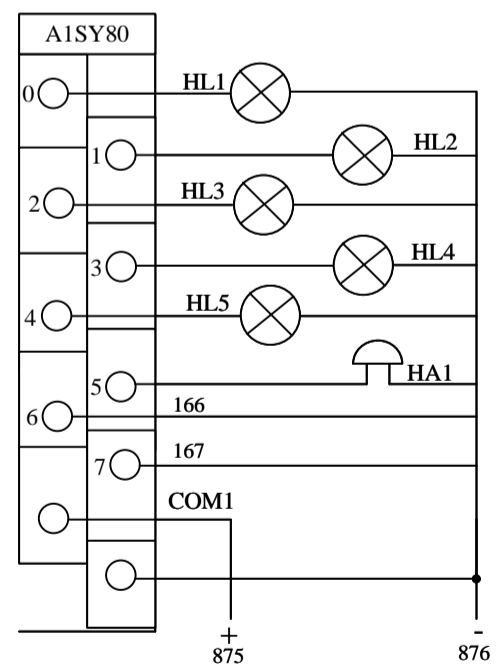


Вміст сухих речовин в концентраторі ІІа
Моніторинг положення виконавчого органу
Моніторинг положення виконавчого органу
Моніторинг положення виконавчого органу
Моніторинг положення виконавчого органу
Моніторинг положення виконавчого органу
Моніторинг положення виконавчого органу



Регулювання подачі молока
 Подача молока із сепаратора ІІ в концентратор І
 Подача пари із сепаратора ІІа до підігрівача ІІІ
 Подача пари до підігрівача ІV
 Подача пари до підігрівача V
 Подача повітря до сепаратора ІІ при піноутворенні
 Подача повітря до сепаратора ІІа при піноутворенні
 Подача згущеного молока до БЗМ

Подача пари до концентратора Іа

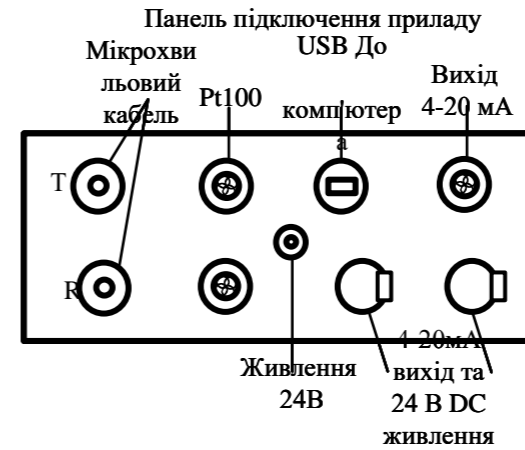
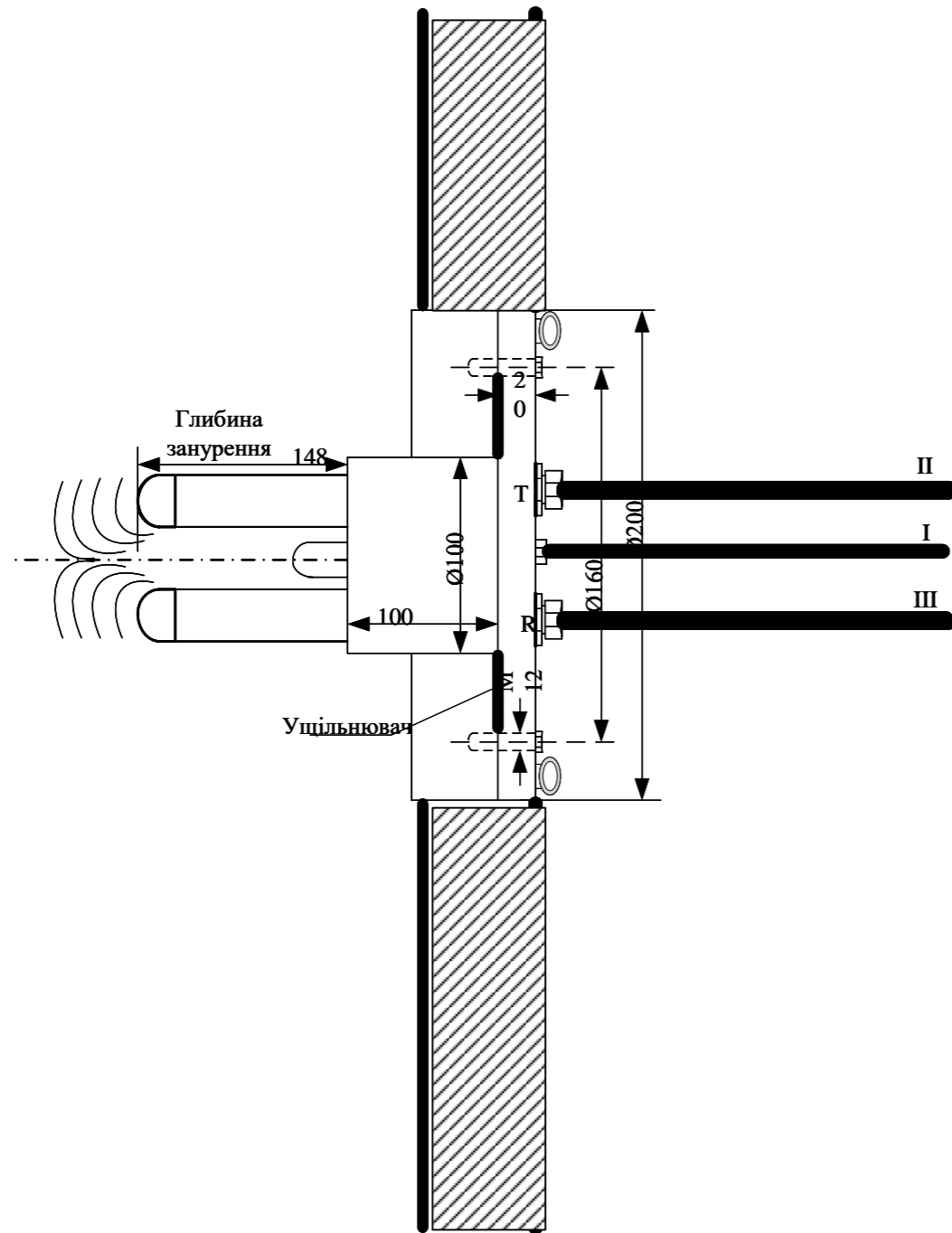


Тиск пари в трубопроводі до підігрівачів V та IV
 Рівень піни в сепараторі ІІ 50%
 Рівень піни в сепараторі ІІ 75%
 Рівень піни в сепараторі ІІа 50%
 Рівень піни в сепараторі ІІа 75%
 Сигналізація виходу параметрів за допустимі межі
 Команда "Старт" для частотного перетворювача
 Команда "Старт" для частотного перетворювача

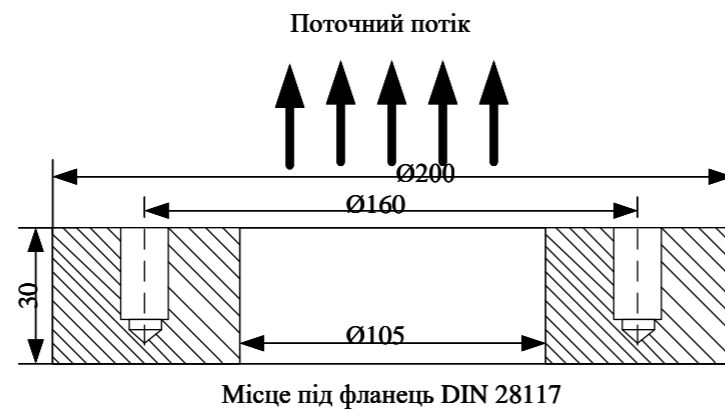
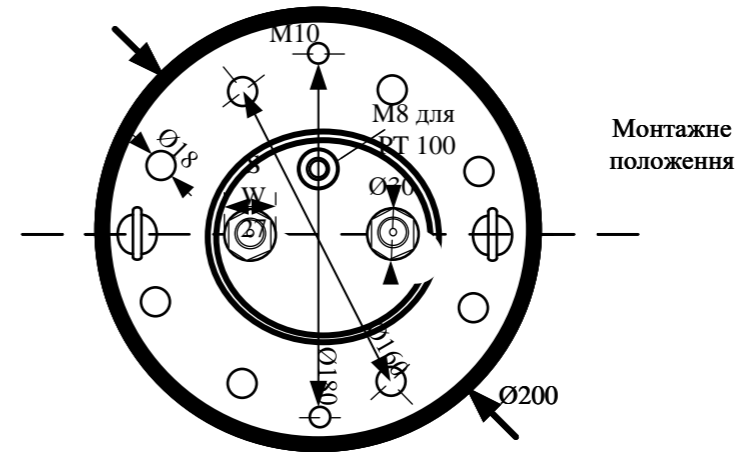
Позн.	Найменування	К-ть	Примітка
	<u>Прилади на щиті</u>		
	Mitsubishi Electric MELSEC System Q CPU Q02NCPU1		
	Мікропроцесорний контроллер	1	
AIS68DAV	Модуль аналогових входів, 8 каналів	3	
AIS62DAV	Модуль аналогових входів, 2 канали	1	
AISY80	Модуль дискретних входів, 8 каналів	1	
Q68DAV	Модуль аналогових виходів, 8 каналів	1	
Q62DAV	Модуль аналогових виходів, 2 канали	1	
AISY80	Модуль дискретних виходів, 8 каналів	1	
Q61P-A1	Блок живлення MELSEC	1	
HL1-HL5	Арматура сигнальна АЕ-24 з лампою АМЕ 24В, лінза червона	5	
HA1	Дзвоник АВВ КВ1-4010 з неперервним сигналом 24В АС/DC (В зборі)	1	

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Пизуль С.В.		
Перевір.	Заїка В. І.		
Зав.каф.	Смітюх Я. В.		
Секр. ЕК	Крупська Т.М.		
Розробка системи автоматизації виробництва згущеного молока			Літера Маса Масштаб
Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК			Аркушів Аркушів
			НУХТ ЗАВ-3-1

Установка мікрохвильового зонду



Зонд фланець DN 80, PN 10/16



				КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		
Зм. Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Розроб.	Пигуль Є.В.					
Перевір.	Заїка В. І.					
Зав.каф.	Смітюх Я. В.			Аркуш		Аркушів
Секр. ЕК	Крупська Т.М.			Креслення встановлення технічного засобу		НУХТ ЗАВ-3-1

Розробка системи автоматизації виробництва згущеного молока

Креслення встановлення технічного засобу

НУХТ
ЗАВ-3-1