

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

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету
Андрій Форсюк
(підпис) (ім'я та прізвище)

«05» червня 2023 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Ярослав Смітюх
(підпис) (ім'я та прізвище)

«05» червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та програмна
інженерія в автоматизації»
на тему: Розробка системи автоматизації виробництва вершкового масла

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

Дробуш Микола Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Кишенько Василь Дмитрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти (ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Андрій Мошенський
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач (підпис)

Київ – 2023 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 «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

«03» квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Дробушу Миколі Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації виробництва вершкового масла

керівник роботи Кишенько Василь Дмитрович, професор, канд. техн. наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «03» квітня 2023 р. № 204-кв

2. Строк подання здобувачем роботи «05» червня 2023 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 конструювання промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне конструювання 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 03 квітня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Дробуш М.І.

_____ (підпис)

Керівник роботи Кишенько В.Д.

_____ (підпис)

Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації процесу виготовлення вершкового масла.

В роботі розроблена система автоматизації, в склад якої входить: опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, схема монтажу датчика, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для всієї функціональної схеми автоматизації. Програма розроблена в програмному забезпеченні SoMachine від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

Також для проекту був розроблений SCADA-інтерфейс в програмному забезпеченні Zenon від фірми COPA-DATA, складена структурна схема САР, та знайдені оптимальні налаштування ПІД-регулятора.

Ключові слова: вершкове масло, автоматизація, M241.

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

Annotation

This qualification work is devoted to the development of an automation system for the butter production process.

In this work, an automation system has been developed, which includes: a description of the technological control object, an automation scheme, a sensor installation scheme, control and signalling schemes.

Software for the entire functional automation scheme was developed. The programme was developed in SoMachine software from Schneider Electric. The programme was tested on a real controller.

Also, for the project, a SCADA interface was developed in Zenon software from COPA-DATA, a structural diagram of the ATS was drawn up, and the optimal settings of the PID controller were found.

Keywords: butter, automation, M241.

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

Зміст

| | |
|---|-----------|
| Вступ..... | 6 |
| Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації..... | 10 |
| 1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації | 10 |
| 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації | 16 |
| Розділ 2. Опис системи автоматизації | 18 |
| 2.1. Схема автоматизації | 18 |
| 2.2. Специфікація засобів автоматизації..... | 20 |
| 2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів..... | 21 |
| Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК | 34 |
| 3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера | 34 |
| 3.2. Загальна схема підключення | 39 |
| 3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів..... | 46 |
| Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів | 51 |
| Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК) | 53 |
| Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога | 59 |
| 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI | 59 |
| 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора..... | 61 |
| Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання ... | 63 |
| Висновки | 68 |
| Список використаної літератури | 69 |

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

Вступ

Молоко – продукт, з якого виготовляють багато різних харчових та технічних молочних продуктів. Одним з таких продуктів є вершкове масло.

Вершкове масло - це молочний продукт, отриманий зі збитого вершкового крему, шляхом відокремлення жиру від решти складових молока. Він має білу або світло-жовту консистенцію, ніжний вершковий смак та аромат, і часто використовується в кулінарії як інгредієнт для виготовлення різних страв.

Вершкове масло містить високу кількість жирів, зокрема, насичених жирних кислот, таких як міристинова, пальмітинова та стеаринова кислоти. Ці жири є джерелом енергії для організму, а також необхідними для правильної роботи деяких органів та систем. Однак, занадто велике споживання насичених жирів може впливати на здоров'я серцево-судинної системи та підвищувати ризик розвитку деяких хвороб.

З іншого боку, вершкове масло містить вітаміни А, D, Е та К, які є важливими для здоров'я шкіри, кісток та зубів, а також імунної системи та здатності згортати кров. Воно також містить мінерали, такі як кальцій, фосфор та калій, які сприяють зміцненню кісток та м'язів.

Вершкове масло може бути використане в кулінарії для приготування різних страв, включаючи соуси, печиво, тістечка та торти. Воно також може бути додане до кави та чаю, як заміник молока або крему. Крім того, вершкове масло використовують у косметичі для виготовлення кремів та лосьйонів для шкіри.

Однак, слід пам'ятати, що вершкове масло містить високу кількість жирів, тому споживання його великими кількостями може призвести до надмірної ваги та здоров'я серцево-судинної системи. Рекомендована денна доза вершкового масла для дорослих становить близько 2 столових ложок на день.

Отримання вершкового масла зазвичай відбувається в два етапи. Спочатку молоко виставляють на відстій, щоб відокремити вершки. Потім вершки збивають у крем і доводять до того, щоб з нього відокремився жир.

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

Жир може бути відокремлений за допомогою спеціальних пристроїв, таких як вершкомолки або центрифуги.

Для зберігання вершкового масла необхідно використовувати холодильник або заморожування, оскільки воно швидко псується. Також важливо пам'ятати, що вершкове масло містить високу кількість жирів, тому слід обмежувати його споживання та забезпечувати різноманітність в раціоні.

Україна є однією з країн, де виробництво вершкового масла має довгу історію та високий рівень. Більшість виробників вершкового масла використовують традиційні методи виробництва з використанням вершкомолок, що дає змогу зберегти неповторний смак та аромат цього продукту. Однак, останнім часом з'являється багато нових технологій для автоматизації виробництва вершкового масла, що дозволяє збільшити продуктивність та знизити витрати на виробництво.

Виробництво вершкового масла є важливою складовою галузі харчової промисловості. Вершкове масло виготовляється з вершків, які збирають зі сметани, що отримана з коров'ячого молока. Цей процес вимагає спеціальних технологій та обладнання, щоб забезпечити якість та ефективність виробництва.

Основний процес виробництва вершкового масла розпочинається зі збору коров'ячої сметани, яку збирають та зберігають в охолодженому стані. Потім сметану поміщають в спеціальну вершкову машину, яка використовує центробежну силу, щоб відокремити масло від сметани.

Після того, як вершкова машина відокремила масло, його витягують та поміщають в спеціальний бак. Потім масло промивають холодною водою, щоб видалити залишки сметани. Після цього масло формують у блоки або пакують у пластикові контейнери для зберігання та транспортування.

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

Для забезпечення якості вершкового масла важливо дотримуватися деяких стандартів виробництва. Наприклад, молоко повинно бути зібране та зберігатися в гігієнічних умовах, щоб запобігти забрудненню бактеріями. Також необхідно використовувати тільки свіжу сметану та дотримуватися оптимальної температури та швидкості вершкової машини.

Зростаючий попит на вершкове масло збуджує інтерес до його виробництва в більшій кількості. Для цього можна використовувати спеціальне обладнання, таке як вершкові змішувачі танки, які дозволяють виробляти вершкове масло у великих обсягах. Також можна використовувати автоматизовані системи контролю якості, щоб забезпечити стабільну якість продукту.

Для транспортування та зберігання вершкового масла використовують спеціальні контейнери, які забезпечують захист від світла та тепла. Важливо також дотримуватися оптимальних температурних умов під час транспортування та зберігання, щоб зберегти якість масла.

Вершкове масло має багато застосувань у харчовій промисловості, включаючи випікання, приготування соусів та маринадів, а також вживання в чистому вигляді. Воно також містить вітаміни та корисні жирні кислоти, які допомагають зберегти здоров'я серця та кровоносних судин.

У виробництві вершкового масла важливо дотримуватися стандартів якості та гігієни, щоб забезпечити безпеку та якість продукту. Також необхідно використовувати сучасні технології та обладнання, які дозволяють виробляти вершкове масло у великих обсягах та зменшують вплив на довкілля.

Отже, вершкове масло є важливим продуктом харчової промисловості, яке виробляється зі свіжої коров'ячої сметани за допомогою спеціальної вершкової машини. Виробництво вершкового масла потребує дотримання стандартів якості та гігієни, а також використання спеціального обладнання та транспортування відповідно до умов зберігання.

Для забезпечення якості продукту необхідно використовувати свіжу та якісну сметану, яка містить не менше 30% жирності. Щоб зберегти якість

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

сметани, її потрібно зберігати при температурі від +2 до +6 градусів Цельсія та використовувати протягом 1-2 днів.

Перш за все, сметана піддається обробці в вершковій машині, яка відокремлює жир від рідини. Отриману вершкову масу потім перемішують у спеціальному контейнері, щоб сприяти подальшій згустінню.

Згущену вершкову масу потім переносять до кнедлера, де її замішують і стискають, щоб відокремити масло від сироватки. Відокремлене масло потім миють у холодній воді, щоб видалити залишки сироватки та зберегти його свіжість.

Остаточне очищене вершкове масло може бути упаковане в скляні банки або упаковки зі спеціального паперу, який захищає продукт від світла та повітря.

За допомогою сучасних технологій та обладнання виробництво вершкового масла може бути автоматизовано та забезпечене високою якістю продукту. Важливо також дотримуватися стандартів якості та гігієни, щоб забезпечити безпеку та якість продукту.

Усе виробництво вершкового масла потребує значних витрат часу та зусиль, але результатом є натуральний та корисний продукт, який має широке застосування в готуванні та харчуванні.

Вершкове масло містить велику кількість жирів, вітамінів та мінералів, що робить його корисним для здоров'я. Зокрема, вершкове масло містить вітаміни А, D, Е та К, які сприяють зміцненню кісток, покращенню зору, підвищенню імунітету та регулюванню здатності згортати кров.

Крім того, вершкове масло містить легкоусвоювані жирні кислоти, які покращують стан шкіри та волосся, сприяють зниженню рівня холестерину та покращенню роботи серцево-судинної системи. Також вершкове масло використовують у косметичній промисловості для виготовлення кремів та лосьйонів для шкіри.

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

Завдяки своїм корисним властивостям та унікальному смаку, вершкове масло знайшло широке застосування в кулінарії. Воно використовується для приготування печива, тістечок, тортів та інших солодощів. Також вершкове масло додається до кави та чаю, використовується як додаток до бутербродів та різних страв.

Отже, виробництво вершкового масла є важливою галуззю харчової промисловості, яка забезпечує нас насиченим та корисним продуктом. Використання сучасних технологій та знань про якість та безпеку продукту дозволяє досягати високої якості та конкурентоспроможності продукту на ринку.

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

Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації

У першому розділі репрезентована схема автоматизації процесу виготовлення вершкового масла.

Існують різні методи виробництва вершкового масла, включаючи збивання вершків і перетворення високожирних вершків.

Найпоширенішим методом виробництва вершкового масла є збивання вершків, при якому з вершків середньої жирності виділяються масляні зерна, які потім піддаються механічній обробці. Вершкове масло може вироблятися цим методом в маслоробному обладнанні періодичної (з вальцями і без них) і безперервної дії. Залежно від обладнання розрізняють два типи процесу масловиготовлення: періодичне масловиготовлення, коли масло виробляється в масловиготовлювачах періодичної дії, і безперервне масловиготовлення, коли масло виробляється в масловиготовлювачах безперервної дії.

Технологічний процес виробництва вершкового масла включає в себе наступні процедури:

- оцінка якості молока;
- приймання;
- охолодження;
- зберігання;
- сепарування;
- сортування вершків;
- пастеризація;

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|---|-------------|------|--------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Дробуш М.І. | | | Розробка системи автоматизації виробництва вершкового масла | Літ. | Арк. | Аркуші |
| Керівник | | Кишенько В.Д. | | | | | 12 | 10 |
| | | | | | | НУХТ АК-4-1 | | |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | | | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |

- дезодорація;
- охолодження;
- підігрівання;
- фізичне дозрівання;
- підігрівання вершків до температури збивання;
- збивання;
- промивання масляного зерна;
- соління;
- обробка масла;
- оцінка якості;
- фасування;
- упакування;
- маркування;
- зберігання.

Якість та стійкість вершкового масла під час тривалого зберігання залежить від якості молока та вершків, з яких воно виробляється. Вимоги до молока, що надходить для переробки на масло, регламентуються чинним ДСТУ на коров'яче молоко. При оцінці якості молока в першу чергу необхідно враховувати стан жирової фази, тобто вміст жиру, ступінь дисперсності жирових кульок, стабільність емульсії молочного жиру в молоці та вершках, а також хімічний склад молочного жиру. Зі збільшенням жирності молока зменшується витрата сировини на одиницю готового продукту, а в побічних продуктах - знежиреному молоці та вершках - залишається порівняно менше жиру, що сприяє кращому використанню жиру у виробництві масла. Після пастеризації вершки швидко охолоджують до температури, нижчої за температуру застигання молочного жиру, а потім витримують протягом певного часу. Це дозрівання називається фізичним

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

дозріванням вершків, тобто застиганням молочного жиру і фізико-хімічними змінами в оболонці жирових кульок. Метою цього процесу є перетворення певної кількості рідкого жиру в твердий стан. Тільки тоді, коли вершки містять затверділий жир, масляний крем можна збити таким чином, щоб утворилася масляна гранула, була забезпечена хороша консистенція масла і жир нормально надходив у збивач.

Під час фізичного дозрівання вершків лише частина рідкого жиру переходить у твердий стан. Співвідношення між кількістю затверділого рідкого жиру і початковою кількістю у % називається ступенем затвердіння жиру. Ця величина показує, наскільки рідкий жир перейшов у твердий стан в результаті фазових перетворень. Фазові перетворення - це ряд процесів, які відбуваються при охолодженні і нагріванні молочного жиру: Зміна агрегатного стану, кристалізація з утворенням твердих розчинів у різних поліморфних модифікаціях і поліморфні перетворення. Ступінь застигання молочного жиру важливий для збивання вершків і подальшої механічної обробки масляного крему.

Етапи збивання вершків. У масловиготовлювачах переривчастої дії збивання вершків відбувається в три етапи. Перший - утворення піни. Під час збивання вершків паралельно відбуваються два процеси: утворення і руйнування бульбашок повітря. На першій стадії збивання руйнується менше бульбашок повітря, ніж утворюється. В результаті збільшення загальної кількості повітряних бульбашок збільшується об'єм вершків і площа контакту з повітрям. Останнє може бути представлене під час збивання у вигляді повітряно-жирової дисперсії або у вигляді рухомої піни, яка не має жорсткої пористої структури. Рухома піна являє собою гетерогенну, полідисперсну систему плазми, повітря і жиру, яка також може бути крупнодисперсною або дрібнодисперсною. Бульбашки, які утворюються під час руху вершків у потоці вершків, можуть подовжуватися і розчинятися в менших бульбашках або зливатися між собою при контакті. Наприкінці початкової фази збивання вершки перетворюються на структуровану, рухому піну. Бульбашка піни руйнується на поверхні вершків при контакті з повітрям. Руйнування повітряної

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

бульбашки супроводжується розривом її оболонки, коли відновлення структури оболонки бульбашки під дією натягу затримується в часі. У момент розриву оболонка досягає критичної товщини. Бульбашка руйнується, коли час її перебування на поверхні крему є достатнім для досягнення критичної товщини оболонки. Якщо цього часу недостатньо, бульбашка занурюється назад у крем. Бульбашки повітря з'являються на поверхні і зтягуються потоком рідини назад у крем, поки не зруйнуються.

Інтенсивність руйнування бульбашок повітря під час збивання вершків залежить від таких факторів, як швидкість перемішування, температура, ступінь застигання вершків, розмір бульбашок, фізичні властивості вершків (в'язкість, міцність структури поверхневих шарів) тощо.

Швидкість перемішування вершків впливає на інтенсивність руйнування повітряних бульбашок у двох протилежних напрямках. Зі збільшенням швидкості перемішування зростає кінетична енергія повітряних бульбашок, внаслідок чого вони швидше досягають поверхні вершків, а також збільшується швидкість стиснення і розтягування оболонок. Отже, зі збільшенням швидкості перемішування вершків стабільність повітряних бульбашок зменшується, а інтенсивність їх руйнування зростає. Зі збільшенням швидкості змішування оболонка повітряної бульбашки швидше досягає критичної товщини, а це означає, що необхідний час контакту між повітряною бульбашкою і зовнішнім адсорбційним шаром рухомої піни зменшується.

Ступінь заповнення масловиготовлювача вершками повинен бути таким, щоб тривалість контакту бульбашок повітря на межі розділу з повітрям була достатньою для їх руйнування. Імовірність руйнування бульбашок повітря вища на ділянках поверхні вершків, де швидкість потоку і кривизна поверхні більші.

Час перебування бульбашки повітря на поверхні вершків під час збивання в масловиготовлювачі може бути недостатнім для її руйнування, якщо

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

масловиготовлювач сильно заповнений вершками або вершки сильно спінені. У цьому випадку вживаються певні заходи для руйнування піни.

Коли температура вершків підвищується, оскільки в'язкість вершків зменшується, а частина твердого жиру в жирових кульках тоне, стійкість повітряних бульбашок знижується. Коли стійкість бульбашок повітря зменшується, вони руйнуються швидше, але здатність вершків утворювати піну зменшується.

Зі збільшенням розміру бульбашки вона деформується і ймовірність розриву її оболонки зростає. Тому такі бульбашки менш стійкі і швидше руйнуються.

Другий етап - руйнування піни. Під час збивання кількість вершків без піни та вільного повітря стрімко зменшується. В результаті кількість бульбашок, що утворюються за одиницю часу, різко зменшується. Через деякий час після початку збивання кількість бульбашок, що утворюються за одиницю часу, стає все меншою і меншою, ніж кількість бульбашок, що руйнуються. Тому після досягнення певного максимального об'єму загальний об'єм спінених вершків починає зменшуватися і починається друга фаза збивання. Вона закінчується руйнуванням піни і утворенням з жирових кульок, що злиплися, невеликих грудочок жиру, відомих як масляний крем.

Третій етап пов'язаний з формуванням масляного крему. Окремі маленькі грудочки жиру злипаються через багаторазовий контакт, утворюючи більші, в результаті чого утворюється масляне зерно. Гранули мають різний розмір і форму з гладкою або шорсткою поверхнею, залежно від умов збивання.

Отримані масляні зерна промивають у двох водах, а потім солять, залежно від рецептури.

Під час переробки вершкового масла розсіяні масляні зерна перетворюються на спресовану однорідну масу після того, як вміст води в маслі відрегульовано. Краплі води і плазми розбиваються і рівномірно розподіляються в масляній масі.

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

Близько половини води розподіляється у вигляді крапель діаметром менше 15 мікрон. Більша частина води не містить мікроорганізмів, а в краплях, що залишилися, їх невелика кількість. Правильна обробка олії сприяє підвищенню її стабільності, що досягається за рахунок того, що олія протікає між валками олійниці. На початковому етапі, після того, як олія пройде через вальці два-три рази, зерна об'єднуються в шар і вода, що була між ними, вивільняється. Після того, як олія пройде дев'ять-десять разів, крапельки води розбиваються, і вода, яка була на стінках олійного сепаратора, "вбирається" в олію. Особливо швидко вода поглинається, коли олія проходить через валики вісімнадцять або навіть двадцять разів.

Наступним етапом виробництва вершкового масла є оцінка якості та пакування, обгортання і маркування.

Зазвичай масло виробляється у вигляді брикетів, загорнутих у пергамент або алюмінієву фольгу. Ящики для пакування масла ретельно очищають від бруду, вистилають чотирма аркушами сухого пергаменту (два аркуші розміром 470 x 420 мм вистилають бокові сторони ящика, а два аркуші розміром 840 x 270 мм вистилають дно, торці ящика та поверхню масла); аркушам сухого пергаменту розміром 470 x 420 мм надають потрібної форми за допомогою спеціального шаблону; ящик, вистелений пергаментом, зважують перед заповненням маслом і записують вагу на одній із його сторін. Для зважування масла, яке пакується в коробку, використовуються спеціальні ваги, які враховують усадку.

Масло укладається в ящик за допомогою товкача таким чином, щоб не було порожнин ні в масі масла, ні між маслом, ні між стінками або кутами ящика. Якщо в маслі залишаться порожнини, то під час зберігання на поверхні масла в цих місцях може утворитися пліснява (через присутність повітря). Після заповнення ящика вирівняйте поверхню масла лінійкою, накрийте пергаментним папером, спочатку з торців, а потім з боків, і прибийте кришку цвяхами. Якщо

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 17 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

використовуються картонні коробки, кришку закривають і заклеюють спеціальною паперовою стрічкою.

Перед тим, як покласти масло на зберігання, його охолоджують. Температура 10-14 °С для свіжовиготовленого масла сприяє розвитку мікрофлори. Якщо температура повітря в сховищі 0-5 °С, то температура в 25-кілограмовому моноліті масла знизиться протягом 3-4 днів, при -5 °С - протягом 24-30 годин. Ящики з маслом розміщують на піддонах з піддонів на відстані не ближче п'яти сантиметрів один від одного і п'ятдесяти сантиметрів від стін. Це забезпечує необхідну циркуляцію повітря.

Термін зберігання олії на заводі становить максимум десять діб при температурі -5 °С і нижче та максимум три доби при плюсовій температурі. Відносна вологість у сховищі оливи не повинна перевищувати 80 %. Перед відправкою оливи на базу її температура не повинна перевищувати 10 °С. Як правило, масло зберігають при температурі -18 °С, якщо воно має зберігатися більше трьох місяців.

Брикети масла, упаковані в ящики, поміщаються в камеру для швидкого охолодження. Коробки складаються в штабелі і зберігаються при температурі 0-5 °С протягом трьох днів, а при мінусовій температурі - не більше п'яти днів. Термін придатності фасованого вершкового масла в пергаментній упаковці становить десять діб, а у фользі - не більше двадцяти діб.

Вершкове масло транспортують відповідно до правил перевезення швидкопсувних вантажів.

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

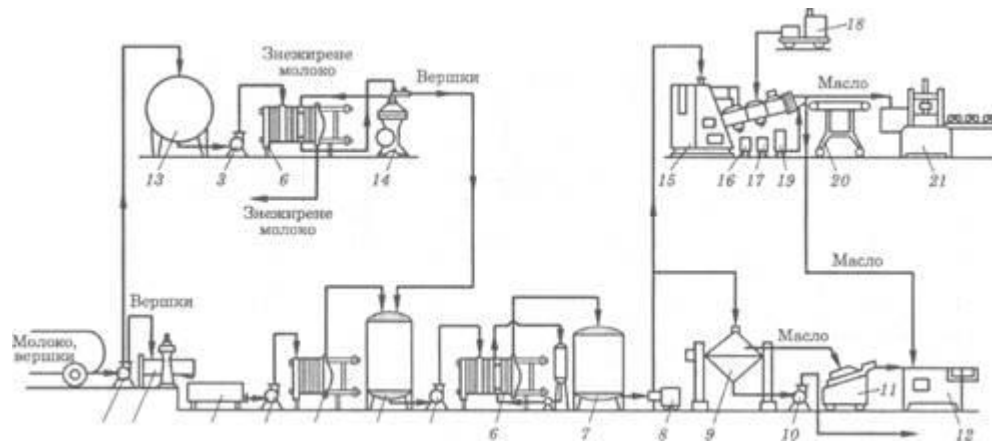


Рис1.1. Апаратурно-технологічна схема виробництва вершкового масла.

1 - ваги; 2 - приймальна ванна; 3 - насос; 4 - пластинчастий теплообмінник; 5 - місткість для вершків; 6 - пластинчаста пастеризаційно-оходжувальна установка з дезодоратором; 7 - місткість для визрівання вершків; 8 - гвинтовий насос; 9 - масловиготовлювач періодичної дії; 10 - насос для маслянки; 11 - гомогенізатор-пластифікатор; 12 - машина для фасування масла в короби; 13 - місткість для молока; 14 - сепаратор-вершковідокремлювач; 15 - масловиготовлювач безперервної дії; 16 - бачок для маслянки; 17-бачок для промивної води; 18 - пристрій для соління масла; 19 - пристрій для дозування води в масло; 20 - конвеєр для масла; 21 - автомат для дрібного фасування.

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

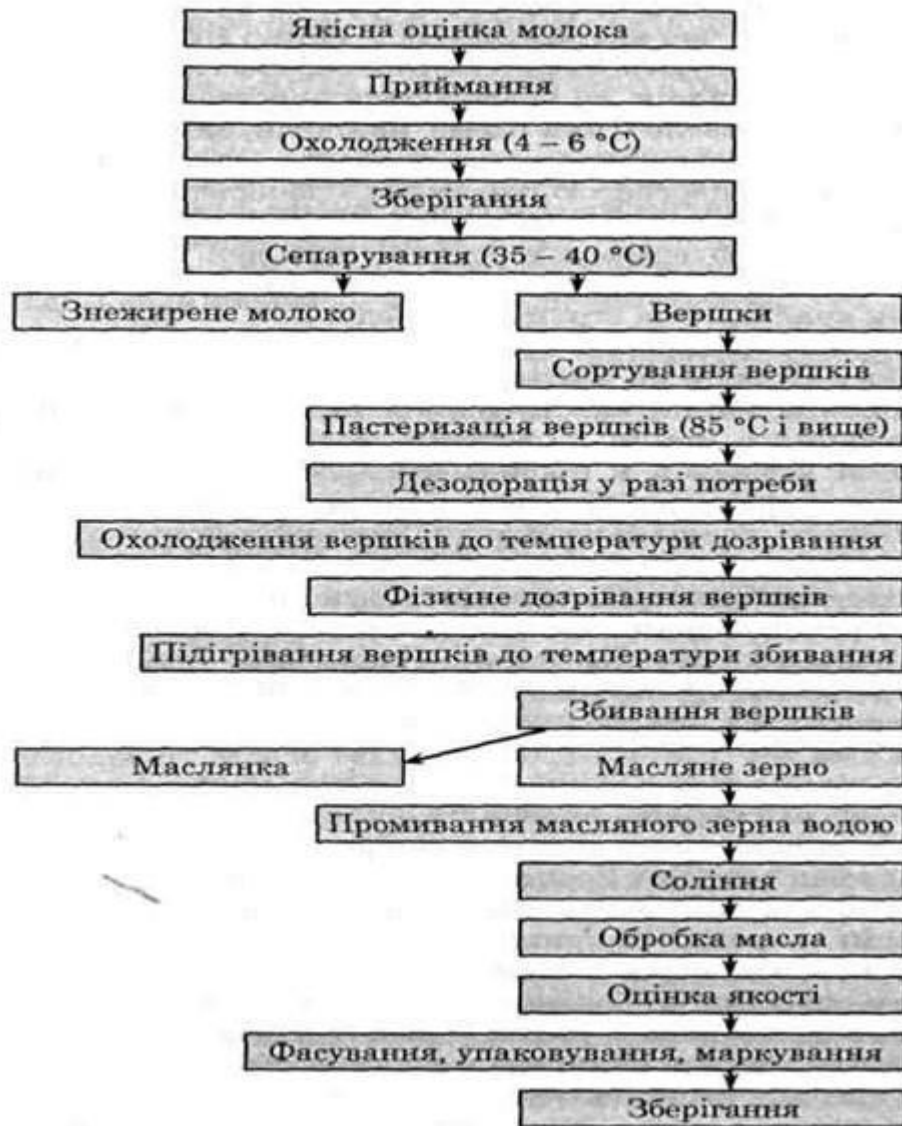


Рис.1.2. Технологічна схема виробництва вершкового масла

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1

| Машина, агрегат, установка | Параметр, місце відбору сигналу | Припустиме значення параметру | Вид автоматизації | Характер контролю чи управління | Засоби управління та контролю реалізації управляючої дії | Додаткові умови |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------|--|-----------------|
| Пастеризатор (зона пастеризації) | Температура | 52°C±2°C | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |

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

| | | | | | | | |
|--|---|-------------|--------------------|-------------|--------------------------|--|----------------------------------|
| | Пастеризатор (зона охолодження) | Температура | 6°C±1°C | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| | Вершководозрівальний апарат | Рівень | 70%±2% | Управління | Стан | Вплив на клапани подачі молока та ферменту | |
| | Вершководозрівальний апарат | Температура | 50°C±2°C | Регулювання | Стабілізація | Вплив на клапан подачі пари | |
| | Дозатор | Рівень | 90%±2% | Управління | Стан | Вплив на клапан подачі ферменту | |
| | Ємність для витримки | Рівень | 90%±2% | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| | | | | Регулювання | Стабілізація | Вплив на клапани і насоси | Ручне управління з АРМ оператора |
| | Гомогенізатор | Тиск | 18МПа±2МПа | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| | Трубопровід відводу вершків на пастеризацію | Витрата | 3000л/год ±50л/год | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |
| | Місткість для вершків | pH | 6,6±0,2 | Контроль | Відображення, реєстрація | АРМ оператора | |

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

Кваліфікаційна робота

Арк.

21

Розділ 2. Опис системи автоматизації

2.1. Схема автоматизації.

Функціональна схема автоматизації (ФСА) використовується для визначення найважливіших контурів управління і регулювання найважливіших параметрів процесу. Схема автоматизації процесу виробництва вершкового масла складається з контурів вимірювання, сигналізації та регулювання температури, тиску, рівня, витрати і вмісту кислоти.

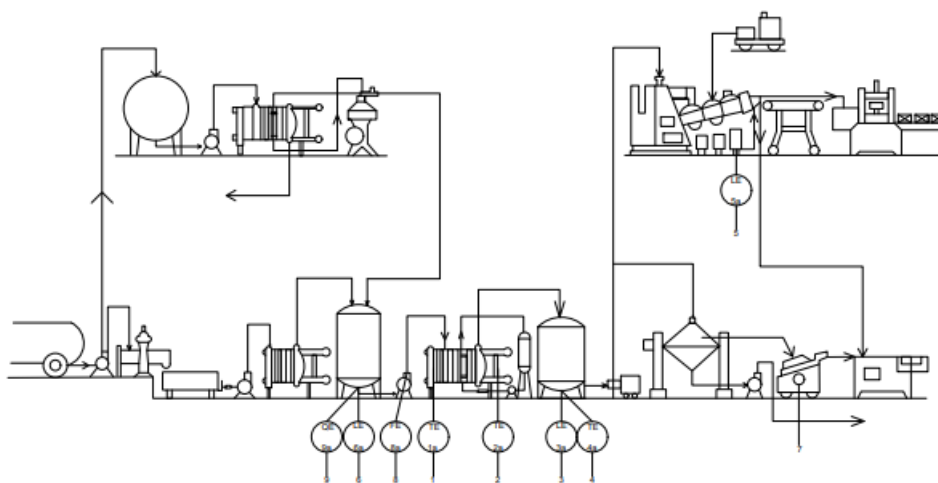


Рис.2.1. Функціональна схема автоматизації виробництва вершкового масла

Контур вимірювання та регулювання температури:

В даній роботі ми вимірюємо і контролюємо температуру в пастеризаторі і в вершково-дозрівальному апараті (ємність для дозрівання вершків). Вимірювання проводимо термометрами опору $pt100$, сигнал з датчика передається на вторинні перетворювачі Rosemount 214C (16, 26), з датчика сигнал передається на модуль аналогового входу МПК, де сигнал обробляється в програмі, і якщо є розбіжність із заданим значенням, на виході МПК подається керуючий сигнал 4-20 мА, який передається на електропневматичний перетворювач Samson 3740 (4в).

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|--|------|------|--------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Дробуш М.І. | | | Розробка системи автоматизації виробництва вершкового масла | Літ. | Арк. | Аркуші |
| Керівник | | Кишенько В.Д. | | | | | 22 | 19 |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | НУХТ АК-4-1 | | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |

Сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний, рівномірний пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу передається на пневматичний клапан Samson3310, що регулює подачу гарячої води в резервуар для дозрівання вершків.

Контур вимірювання тиску:

Тиск вимірюється в гомогенізаторі. Ми вимірюємо його за допомогою датчика тиску Vegabar 17(7a), сигнал передається з датчика на модуль аналогового вводу ІРС, сигнал обробляється в програмі і служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

Контур вимірювання та контролю рівня:

Вимірювання та контроль рівня здійснюється в апараті для дозрівання вершків (резервуар для дозрівання вершків), системі дозування та резервуарі для дозрівання.

Вимірювання здійснюється датчиками рівня Eclipse 705 (3b, 5b, 6b), сигнал з датчика передається на модуль аналогового входу МПК, де сигнал обробляється в програмі, і якщо є відхилення від заданого значення, на вихід МПК подається керуючий сигнал 4-20мА, який надходить на електропневматичні перетворювачі Samson 3740 (3с, Сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний, рівномірний пневматичний сигнал 20-100 КПа, який, в свою чергу, надсилається на пневматичні клапани Samson3310, що керують потоком рідини в ємності, і на частотні перетворювачі Danfoss VLT 2800, які закачують суміш в ємності і відводять її на подальші етапи виробництва.

Контур вимірювання витрати:

Вимірювання витрати відбувається в трубопроводі, по якому гомогенізоване молоко подається до пастеризатора. Ми вимірюємо витратоміром REM-1000(8b), сигнал передається з датчика на модуль аналогового вводу ІРС, сигнал обробляється в програмі і служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

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

Контур для вимірювання кислотності:

Вимірювання кислотності відбувається в ємності для вершків. Вимірювання проводиться за допомогою датчика кислотності Р-02Т (9b), сигнал з датчика передається на модуль аналогового вводу МПК, сигнал обробляється в програмі і служить додатковою інформацією для системи автоматизації.

Керування двигунами насосів здійснюється за допомогою частотних перетворювачів Danfoss VLT 2800.

2.2. Специфікація засобів автоматизації.

Таблиця 2

| п. п. | позиції за схемою | Найменування та технічна характеристика виробу | Тип, марка | диниця вимірювання | їлькість, шт. | Примітка |
|-------|-------------------|---|---------------------------|--------------------|---------------|---|
| | б,2б | Вторинний перетворювач температури. Вихідний сигнал: 4...20мА. Діапазон вимірювання 50...600°C, Клас точності-0,25. | Ro semount 21 4C | | | Е merson, США |
| | а, 2а | ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація –низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні-частково) Позначення: Т (Cu-CuNi) Робочий діапазон: 200...260C(Pt100) | Pt1 00 | | | О АО « Тера», У країна, М Чернігів |

| | | | | | | |
|--|-------------|--|------------------------|-------|--|------------------------------------|
| | а | Перетворювач тиску Vegabar 17: Середовища, в яких можливе вимірювання і коректування надлишкового тиску: рідини, газ, пар, нафтопродукти. Діапазон вимірювання: 0-1МПА 0,125%. Запатентована конструкція корпусу пристрою Coplanar. Основна похибка +/-0,065%-0,04%. Протоколи: HART, Foundation Fielbus, Profibus. | Ve gabar 17 | а | | V EGA, H імецьчин а |
| | б | Елект.-пневмат.перетворювач. Вх.сиг.4-20мА Вих.сиг.20-100кПа. Номінальний тиск повітря живлення: 140кПа | Sa mson 37 40 | | | S iemens, H імецьчин а |
| | б,5б, 6б | Рівнемір Eclipse 705 для безперервного вимірювання рівня. Діапазон вимірювання: до 30 м Приєднання: різьблення G11/2A або фланець Робочатемпература: -40...+250°C Робочий тиск: -1...+100бар (-100 ... + 10000 кПа) Точність вимірювання:±2мм | Ecl ipse 70 5 | ,м | | M AGNET ROL, Б ельгія |
| | б | Ця серія витратомірів може бути використана для широкого спектру застосувань. На виході - цифровий і аналоговий вимірювальний сигнал, з похибкою менше 0,5% і повторюваністю 0,1% від виміряного значення. Для вимірювання всіх типів рідин з провідністю понад 5 мкСм/см, нечутливий до змін температури, тиску, щільності і в'язкості рідини. Діапазон | PE M-1000 | 3\год | | A plisers, Польша |

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

Кваліфікаційна робота

Арк.

25

| | | | | | | |
|--|-----------------------|---|------------------------------------|----|--|---------------------------------|
| | | вимірювання: 0,013...36000 м3/год; вихідний сигнал: 4...20 мА, HART; | | | | |
| | б | Датчик кислотності. Діапазон вимірювань від 0 до 14 од. рН Температура аналізованого середовища від 0°C до +100 °С Температура навколишнього повітря від +5 С до +50 С Дopusкається установка датчика під кутом не менше 30 градусів до поверхності рідини ; Середній термін служби датчика не менше ніж 6 років | П-02Т | т. | | Х ІМТЕСТ , у країна |
| | в,5в, бв,8 в,9в | Перетворювач частоти. Аналоговий вхід (0-10В,0-20мА,4-20мА); Напруга живлення:180...380V АС;Діапазон вихідної частоти: 0...240Гц; Робоча температура: 0..55°C; | Da nfoss VL T 28 00 | | | D anfoss, Д анія |

2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів

Температура:

Для вимірювання температури у дипломному проекті були застосовані перетворювачі температури Rosemount 214С.



Rosemount 214C RTD - це високоточний одно- або двоелементний датчик температури RTD, призначений для оптимізації ефективності виробництва і

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

підвищення надійності вимірювань. У датчику 214С використовуються перевірені промислові конструкції і специфікації, а також найсучасніші виробничі процеси для забезпечення гнучких і надійних вимірювань температури в середовищах моніторингу та управління технологічними процесами.

RTD 214с використовує стандартний тип датчика RT100. Датчики температури Rosemount214С доступні з монтажною довжиною від 2 до 78-1/2 дюйма (від 50 до 2000 мм) з кроком 1/4 дюйма (5 мм).

Всі типи і довжини датчиків мають стандартний номінальний діаметр 1/4 дюйма (6 мм). Крім того, існують різноманітні варіанти з'єднувальних головок, точності, стилів кріплення, подовжувачів та інших факторів.

Датчики температури Rosemount214С можна комбінувати з готовими до використання або ручними герметичними датчиками, передавачами і/або гільзами для отримання комплексного температурного рішення.

Технічні характеристики:

Діапазон робочих температур: для дротяного елемента: максимальна зміна опору 0,05°C (0,020) при температурі плавлення льоду після впливу вібрації 1g в діапазоні від 20 до 500 Гц протягом 150 годин, відповідно до IEC60751:2008

Дротові виходи:

Провід 24AWG, ізолюваний FER; кольорове маркування відповідно до IEC60751.

При випробуванні в проточній воді відповідно до IEC60751:2008 для досягнення датчиком значення 50 потрібно максимум 10,8 секунди.

Максимальна зміна опору $\pm 0,15^\circ\text{C}$ (0,059) при температурі танення льоду через 1000 годин при вимірюванні за методом, зазначеним в IEC;

Опір ізоляції:

Мінімальний опір ізоляції становить 1000 МОм, виміряний при 500 В постійного струму при кімнатній температурі.

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

Діапазон калібрування:

Точність відповідно до ІЕС751, клас А або В; калібрування в одній точці;

Тиск:

Для вимірювання тиску використовуються датчики тиску VEGABAR17.



Перетворювач тиску VEGABAR 17 застосовується для вимірювання надлишкового та абсолютного тиску в газах, парах і рідинах, а також у в'язких і забруднених середовищах.

Принцип дії:

Коли технологічний тиск прикладається до діафрагми з нержавіючої сталі, опір у вимірювальній комірці змінюється. Ця зміна перетворюється у відповідний вихідний сигнал. Для діапазонів до 16 бар використовується п'єзорезистивний датчик, заповнений рідиною. Для діапазонів вище 25 бар використовується тензорезистивний датчик, встановлений за діафрагмою з нержавіючої сталі, який працює без заповнення рідиною.

Переваги:

- Двопровідна система 4...20 мА;
- Нульова точка і діапазон регулюються;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 28 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Похибка вимірювання <0,5%;
- Невеликий, компактний розмір;
- Корпус з нержавіючої сталі з клемою;
- Клема з нержавіючої сталі.

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювання -1...+1000 бар, -100...+100000 кПа;
- Похибка 0,5%;
- Робоча температура -40...+150°C.

Рівень:

Для вимірювання рівня в системі використовуються радарні рівнеміри Eclipse705.



Покращена модель 705 Eclipse - це датчик постійного струму (24 В) з живленням від струмової петлі, заснований на передовій технології "радіолокатора з керованою хвилею" (GWR). Один тип електроніки можна використовувати з усіма типами зондів. Він пропонує більш високий рівень надійності, що відображається в 91% відмов, що дозволяє використовувати його в ланцюгах SIL2. Датчик рівня Eclipse розроблений таким чином, щоб забезпечити набагато вищу якість вимірювання, ніж у багатьох звичайних приладів. Інноваційний запатентований корпус є першим в галузі, в якому блок підключення живлення і

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

блок електроніки розташовані в одній площині. Корпус можна повертати, щоб полегшити підключення і налаштувати відображення даних.

Коаксіальний зонд GWR дозволяє проводити вимірювання до монтажного фланця, вимірювання в зріджених газах зі значенням ϵ_r до 1,4 і забезпечує більшу гнучкість монтажу. Хвилевідні радарні рівнеміри з коаксіальним зондом GWR підходять для вимірювання рівня і меж розділу фаз практично у всіх середовищах. Вони замінюють традиційні прилади, такі як буйкові датчики і датчики перепаду тиску, в тому числі з виносними діафрагмами, і забезпечують більш високу точність, поліпшену стабільність сигналу і значну економію витрат на технічне обслуговування.

Технічні характеристики:

- Вимірювання реального значення рівня; на результати вимірювань не впливають характеристики середовища, наприклад, діелектрична проникність, тиск, щільність, рН, в'язкість;
- Простота конфігурації – немає необхідності в імітації рівня;
- 2-дротовий іскробезпечний рівнемір з живленням по струмовій петлі;
- Таблиця на 20 пар значень рівня і відповідного обсягу, що дозволяє визначати обсяг контрольованого середовища в резервуарі замовника;
- Обертається на 360° корпус, який можна зняти без скидання тиску в резервуарі завдяки вузлу "швидкого" з'єднання з зондом;
- Двохстрочний 8-символьний ЖК-дисплей з 3 кнопками;
- Конструкція зонда забезпечує роботу в умовах: до +430°C/430 бар;
- Застосування в середовищі насиченої пари – до 155 бар при +345°C;
- Застосування в криогенних середовищах – температура до -196°C;
- Блок електроніки єдиної або виносної конструкції;
- Застосуємо для ланцюгів класів надійності SIL1 або SIL2 (мається повний звіт з аналізу відмов, їх наслідків та діагностиці (FMEDA)).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Принцип дії:

Хвилевидний датчик Eclipse заснований на технології тимчасової рефлектометрії (TDR). В технології TDR використовуються імпульси електромагнітної енергії, що передаються по зонду. Коли імпульс досягає поверхні, яка має більш високу діелектричну проникність, ніж повітря/пара, в якому він поширюється, імпульс відбивається. Надзвичайно швидка схема синхронізації точно вимірює час поширення імпульсу і забезпечує точне вимірювання рівня рідини.

Датчик Eclipse GWR може використовуватися для визначення верхнього або міжфазного рівня. При використанні з розподільником HART® може передавати два сигнали 4-20 мА.

- Можливість вимірювання при низькій діелектричній проникності($\epsilon_r > 1,4$);
- Швидке приєднання/від'єднання зонда;
- Можливість роботи в середовищі насиченої пари і нечутливість допіни;
- Сертифікати IS (іскробезпечний), XP (вибухобезпечний) і NS(безіскровий);
- Нечутливий до нальоту і відкладень.

Кислотність:

Для вимірювання кислотності в дипломному проекті були застосовані датчики рН П-02 Т.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 31 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Датчик D (рН) Р призначений для перетворення активності іонів водню (рН) в рідинах в електрорушійну силу. Датчик може бути використаний для контролю технологічних процесів у цукровій, хімічній, фармацевтичній, нафтопереробній та інших галузях промисловості.

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювань від 0 до 14 од. рН;
- Температура аналізованого середовища від 0 С до 100 С;
- Температура навколишнього повітря від 5 С до 50 С;
- Допускається установка датчика під кутом не менше 30 градусів до поверхні рідини;
- Діаметр застосовуваних електродів 12 мм;
- Вбудований термометр опору стандартних градувань;

Габаритні розміри:

- довжина погрузної частини датчика - 250-400 мм і більше;
- посадковий діаметр - 38 мм;
- різьблення накидної гайки - М60х2;
- Маса датчика - не більше ніж 2,5 кг.
- Середній термін служби датчика не менше 6 років.

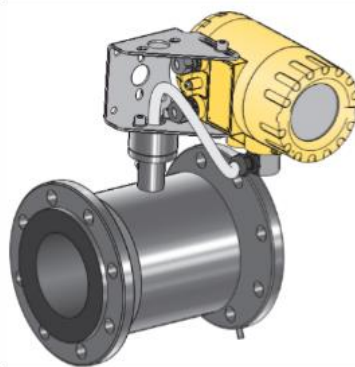
Виробник постачає датчик готовим до експлуатації. За умови правильної

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 32 |

експлуатації датчика відповідно до інструкції, що додається, гарантійний термін експлуатації становить 18 місяців від дати введення в експлуатацію та не менше 1000 годин безперервної роботи.

Витрата:

В якості витратоміра було обрано електромагнітний витратомір REM-100.



Електромагнітний витратомір REM-1000 призначений для вимірювання об'ємної витрати струмопровідних рідин. Регулятор потоку може вимірювати швидкість потоку і об'єм рідини, що протікає через нього, як в прямому, так і в зворотному напрямку. Для отримання достовірних результатів вимірювання необхідно, щоб вимірюване середовище повністю заповнювало трубу.

Регулятор витрати не містить ніяких виступаючих внутрішніх елементів, завдяки чому гідравлічні втрати в приладі мінімальні. Регулятор витрати можна використовувати для вимірювання витрати в'язких рідин, емульсій, різних хімічних розчинів, в тому числі агресивних, тощо.

Галузь застосування:

- Підприємства водопостачання (вимірювання питної води і стічних вод);
- хімічна, текстильна, гірська промисловості;
- харчова промисловість;
- енергетика та теплопостачання.

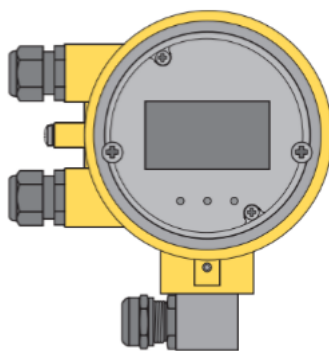
Принцип дії:

Принцип дії заснований на законі електромагнітної індукції. Коли електропровідна рідина рухається в магнітному полі, що генерується

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

перетворювачем потоку, вона індукує ЕРС індукції з амплітудою, прямо пропорційною швидкості рідини. ЕРС знімається з електродів витратоміра і передається на блок індикації, де вона перетворюється в об'ємні і об'ємні значення витрати і формуються вихідні сигнали: Імпульс від 0,1 до 10 кГц, струм від 4 до 20 мА. Також доступні протоколи передачі даних ModbusRTU / RS 485 і HART.

Налаштування:



Налаштування витратоміра здійснюється за допомогою трьох кнопок і дисплея, що знаходяться під гвинтовою кришкою зі склом, або по зв'язку RS485 і протоколу Modbus RTU.

Приклади параметрів функцій:

- виявлення порожньої труби;
- роздільний або сумарний розрахунок загальної витрати в обох напрямках (лічильник).
- виявлення низької витрати;
- дозування;
- сигналізація;
- архівування результатів вимірювань і подій.

Технічні характеристики:

- Номінальний діаметр, мм: від 10 до 500
- Діапазон швидкості потоку, м/с: від 0,3 до 64241,147
- Межі відносної похибки вимірювань об'єму (об'ємної витрати), %: $\pm 0,5$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 34 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- Максимальний тиск вимірюваної рідини, МПа, не більше: 1,6 (2,5 і 4,0 - на замовлення)
- Діапазон температур вимірюваної рідини в залежності від матеріалу ізоляції, ° С: гума: від -5 до +90; фторопласт: від -25 до +130
- Напряга електроживлення, В: змінне (від 90 до 260) В, 50 Гц; постійне (від 10 до 36) В
- Потужність споживання: змінна напруга 15 В • А; постійна напруга 15 Вт - на замовлення

Умови експлуатації:

- температура навколишнього середовища, ° С: від -20 до +60
- відносна вологість, %: до 80
- Габаритні розміри, мм, не більше:
- перетворювач витрати: 600 × 750 × 755
- індикатор: 213 × 163 × 218

Частотний перетворювач:

Для керування двигунами у системі були обрані частотні перетворювачі Danfoss VLT



Серія VLT 2800 - один з найменших багатоцільових інверторів частоти на

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 35 |

сучасному ринку. Удосконалена система відведення тепла дозволяє встановлювати перетворювачі частоти впритул один до одного.

Для використання з перетворювачами частоти доступний широкий спектр зовнішніх силових модулів: гальмівні модулі, RFI-фільтри, LC-фільтри.

VLT 2800 - це вдосконалена розробка універсального і простого у використанні перетворювача частоти. Меню швидкого доступу містить всі основні параметри, необхідні для введення інвертора в експлуатацію. Швидкий монтаж і обслуговування.

Переваги застосування пристрою:

- 1) Можливість регулювання швидкості трифазного асинхронного двигуна.
- 2) Регулятор швидкості дає економію енергії - більше 90%. Споживання енергії пропорційно кубу швидкості двигуна. Так що зменшення швидкості навіть на 5% при запуску двигуна дає величезну економію;
- 3) ЧРП дозволяє запускати потужні електродвигуни без пускового струму, що знижує ймовірність перегріву агрегатів і підвищує термін їх служби.

Особливі функції DANFOSS VLT 2800 series:

- старт на льоту;
- сплячий режим;
- захист від холостого ходу;
- початковий розгін.

Принцип дії:

Звичайні системи покладаються на періодичне опитування цифрових входів для запуску команди зупинки. Це може призвести до нерівномірних затримок, оскільки привід сканує всі інші частини програми, а для цього йому потрібно 10 мс.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 36 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Якщо конвеєрна стрічка рухається зі швидкістю 1 м/с, це призводить до відхилення ± 10 мм. Це є недоліком пакувальних ліній.

У VLT 2800 команда зупинки є сигналом переривання, тому відхилення становить лише ± 1 мм.

Після отримання сигналу запуску VLT 2800 працює до тих пір, поки на клемі 33 не з'явиться запрограмована користувачем кількість імпульсів. Потім генерується сигнал зупинки, і привід зупиняється на встановленій швидкості.

Імпульсний вхід призначений для підключення енкодера з роздільною здатністю до 1024 імпульсів/об. Максимальна частота імпульсів - 67 600 Гц.

Управління: вихідна частота 0-1000 Гц (регульоване U / f)

Технічні характеристики:

- Бренд: Danfoss;
- Серія: VLT 2800;
- Потужність: 0.5 кВт;
- Число фаз / напруга на вході: 1-ф / 220 (однофазний 220в) В;
- Число фаз / напруга на виході: 3-ф / 220 В;
- $M_{max} (1 \text{ min})\%$: 160-200;
- Струм номінальний (150%): 3.20 А;
- Струм в перебігу 1 хвилини: 5.1 А;
- Максимальна вихідна частота: 1000 Гц;
- Ступінь захисту по IP: 20;
- ЕМС фільтр: є;
- Гальмівний модуль: Є;
- Вбудований ПЛК: Немає;

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

- Вбудований регулятор: ПД;
- Скалярний режим управління: є;
- Векторний режим керування без енкодера: є;
- Лінійний закон управління U / f : є;
- Квадратичний закон управління U / f^2 : є;
- Панель програмування в комплекті з ПЧ: Незнімна;
- Базова панель програмування: LCP 2;
- Максимальне число фіксованих швидкостей: 4;
- Число / тип аналогових входів: 2 (1: 1-10V; 1: 0 (4) -20mA);
- Число дискретних входів: 6;
- Число / тип аналогових виходів: 0 (4) -20mA;
- Число дискретних (транзисторних) виходів: 1;
- Число релейних виходів: 1;
- Вбудований потенціометр (або номінал опору): Немає;
- Інтерфейс RS-485 / Modbus: Є.

Електро-пневматичний перетворювач:

Для керування пневматичними клапанами у системі були обрані електро-пневматичні перетворювачі SAMSON 3740. Перетворювачі призначені для перетворення уніфікованого електричного сигналу в пропорційний пневматичний сигнал.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

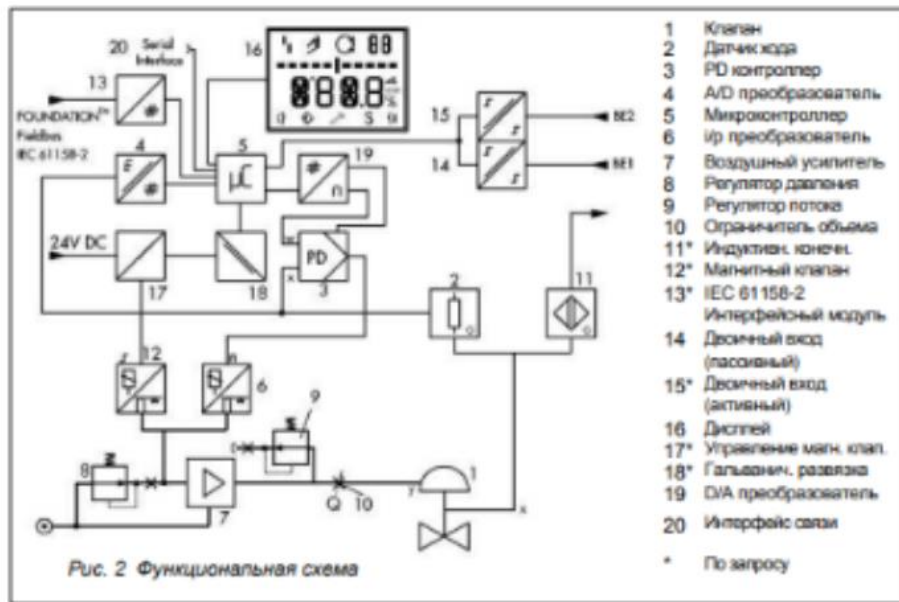


Конструкція і принцип дії:

Це електропневматичний позиціонер, який кріпиться до пневматичних регулювальних клапанів і використовується для "зв'язування" положення клапана (регульований параметр x) зі значенням керуючого сигналу (уставка w). Для цього електричний керуючий сигнал, що надходить від будь-якого пристрою управління, порівнюється з ходом/обертанням регулюючого клапана, в результаті чого формується необхідний керуючий тиск (вихідний сигнал u). До складу позиціонера входять: система визначення ходу, пропорційного величині опору, аналоговий I / p перетворювач з підсилювачем потужності і електронна частина з мікроконтролером. У разі невідповідності відбувається подача або скидання тиску на привід. При необхідності різницю керуючого тиску можна зменшити за допомогою дроселя Q .

Сигнальний тиск на приводі можна обмежити до 1,4, 2,4 або 3,7 бар за допомогою програмного забезпечення або на місці. Регулятор витрати повітря (9) генерує постійний потік повітря в атмосферу з заданим значенням. Повітряний потік очищає внутрішню частину корпусу і одночасно оптимізує об'єм підсилювача повітря. Регулятор тиску (8) забезпечує постійний тиск на I / P перетворювач (6), роблячи його незалежним від тиску припливного повітря.

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



Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК

3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера

У якості контролера в нашій системі був обрани контролер M241 компанії Schneider Electric.

M241:



Контролер Modicon M241 пропонує першокласні комунікаційні можливості з п'ятьма інтегрованими портами. Сучасні технічні характеристики та інтегрований порт CANopen зменшують витрати та час встановлення при налаштуванні архітектури польової шини до 63 пристроїв. Сторінки візуалізації, створені безпосередньо в програмному забезпеченні SoMachine і збережені на веб-сервері ПЛК, забезпечують необмежений доступ до пристроїв через Ethernet - в будь-який час, в будь-якому місці і з будь-якого мобільного пристрою.

Все необхідне вбудовано:

- Карта SD;
- Спеціальні входи / виходи HSC / PTO;
- Сервери Web і FTP;
- Високопродуктивний процесор і катриджі розширення – 5 слотів;

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|--|------|------|--------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Дробуш М.І. | | | <i>Розробка системи автоматизації виробництва вершкового масла</i> | Лім. | Арк. | Аркуші |
| Керівник | | Кишенько В.Д. | | | | | 41 | 16 |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | <i>НУХТ АК-4-1</i> | | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |

- Швидка і проста конфігурація;
- Модулі Ethernet і Profibus;
- Модуль пускача TeSys SoLink;
- Інтуїтивне програмування за допомогою програмного забезпечення SoMachine, унікального ПО для контролерів MachineStruxure;
- Завантаження розробленої програми на всі пристрої за один клік;
- Скорочення часу на розробку досягається застосуванням готових бібліотек і шаблонів;
- Новий віконний інтерфейс дозволяє зробити програмування інтуїтивним як ніколи раніше;
- Загальне середовище для всіх завдань: стандартна і безпечна логіка, управління рухом і конфігурація пристроїв НМІ;
- SoMachine - одна з найсучасніших і найпотужніших завданню-орієнтованих середовищ розробки на ринку.

ПЛК Modicon M241 є невід'ємною частиною рішення для автоматизації MachineStruxure від Schneider Electric. Нове покоління MachineStruxure™ - це інтуїтивно зрозуміле рішення для промислової автоматизації з усіма можливостями та функціями, необхідними для проектування високопродуктивних машин. MachineStruxure пропонує численні переваги для всього життєвого циклу механізмів і машин, від проектування і будівництва до введення в експлуатацію та технічного обслуговування.

Переваги:

Modicon M241 - це ПЛК, який дозволяє досягти оптимальної продуктивності та більшої економічної вигоди: Гнучке і масштабоване управління, включаючи можливість переходу на більш потужні моделі ПЛК; Вбудовані функції, що дозволяють більш ефективно проектувати і програмувати; Легка інтеграція і управління через Ethernet-з'єднання, бездротовий доступ або WEB-сервер;

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

Інтуїтивно зрозуміле програмування за допомогою програмного забезпечення SoMachine Basic; Готові до використання приклади і функціональні блоки.

Конфігурування МПК Modicon M241:

Для управління об'єктом необхідно сконфігурувати МПК який забезпечує підключення:

Таблиця 3.1. Конфігурування МПК

| Вимоги | Кількість або наявність |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC) | 24 |
| Кількість аналогових входів 4-20mA | 12 |
| Кількість аналогових виходів 4-20mA | 12 |

Вибір процесорного модуля:

Враховуючи кількість каналів вводів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль TM241C24R.

Вибір модулів вводу/виводу:

8 VA 4-20 mA – TM3AI8

4 AV 4-20 mA – TM3AQ4

Таблиця 3.2. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу.

| Модулі входу/виходу | | Характеристики |
|---|-----------|---|
| Найменування | Кількість | |
| <p><u>TM241C24R</u></p> <p>Центральний базовий модуль</p> | 1 | <p>Modicon M241: Номінальна напруга мережі: 100...240 В змінного струму.</p> <p>Кількість цифрових входів: 14 цифрових входів, 8 з яких є високошвидкісними входами відповідно до IEC61131 - 2 тип 1.</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | | Кількість цифрових виходів: 6 релейних, 4 транзисторних, 4 з яких є високошвидкісними виходами. Напруга на цифровому виході: 24В постійного струму для транзисторного виходу 5...125В постійного струму. Сторінка. Для релейного виходу 2 5...250В постійного струму. Для релейного виходу. Для дискретного виходу |
| <u>ТМ3АІ8</u> Модуль аналогових виходів | 2 | Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}$, 0...10В, 0...5В, ...20мА, 4...20мА Характеристики каналів 12-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5мс. Підключення 20-контактна з'ємна колодка. |
| ТМ3АQ4 Модуль аналогових виходів | 3 | Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}$, 0...10В, 0...5В, ...20мА, 4...20мА. Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля-5мс Підключення 20-контактна з'ємна колодка. |

Аналогові входи:

У цьому проекті використовуються датчики та перетворювачі з рівномірним струмовим сигналом на виході 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА підключається послідовно через клемну колодку і передається на аналого-цифровий перетворювач модуля ТМ3АІ8.

Написана програма генерує керуючий сигнал в залежності від значень сигналу, отриманого від модуля ТМ3АІ8.

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



Модуль аналогового введення:

- Електричне з'єднання;
- Ізоляція між каналами без розв'язки;
- 8 аналогових входів;

Тип підключення:

- Струм 0 ... 20 mA
- Струм 4 ... 20 mA
- Напруга +/- 10 V
- Напруга +/- 5 V
- Напруга 0 ... 10 V
- Напруга 1 ... 5 V

Допустиме перевантаження на входах:

- +/- 30 mA 0 ... 20 mA
- +/- 30 V +/- 10 V
- +/- 30 V 0 ... 10 V

Аналогові виходи:

Сигнал з виходу модуля ТМ3АQ4 подається на клемну колодку.

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

Модуль ТМ3АQ4 перетворює сигнал з цифрового в аналоговий у вигляді струму від 4 до 20 мА. Цей сигнал надходить на електропневматичні перетворювачі, де він перетворюється в пневматичний сигнал і керує пневматичними клапанами.

Технічні характеристики:

Похибка вимірювання:

- $\leq 0,25\%$ повної шкали 0 ... 60 ° С;
- 0,1% повної шкали 25 ° С;

Придушення несиметричної перешкоди між каналами:

- ≥ 80 дБ;

Тип помилки:

- Розімкнутий ланцюг 4 ... 20 мА;
- Коротке замикання 0 ... 20 мА;

Активний опір навантаження:

- ≤ 350 Ом 0 ... 20 мА
- ≤ 350 Ом 4 ... 20 мА

4 аналогових виходів:

- Струм 0 ... 20 мА;
- Струм 4 ... 20 мА.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 46 |

3.2. Загальна схема підключення

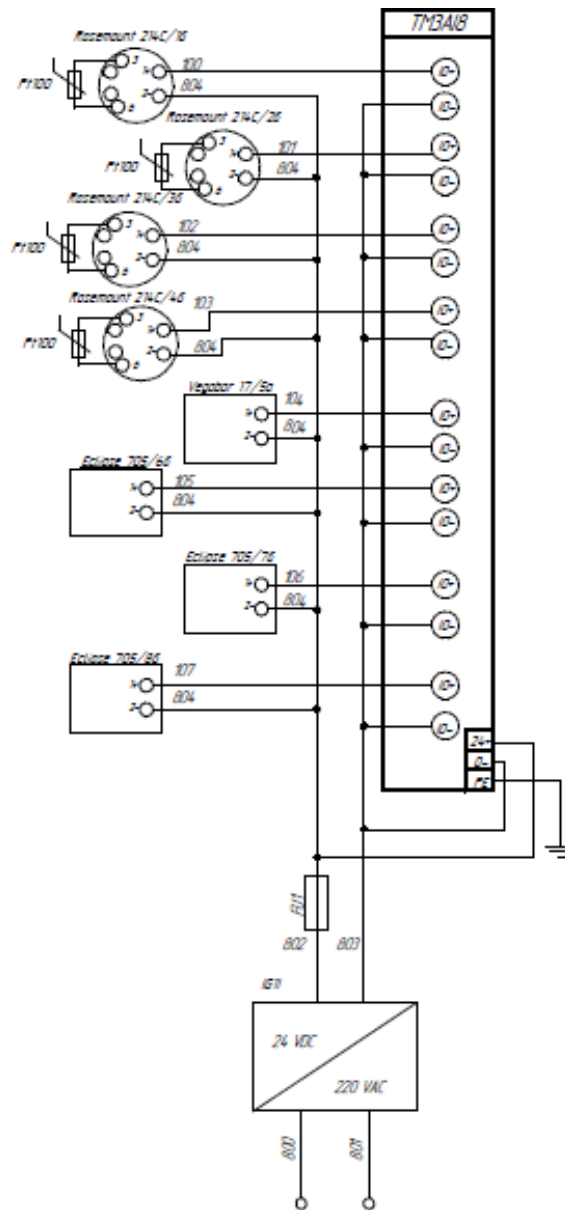


Рис.3.1. Підключення датчиків до першого модуля аналогових входів

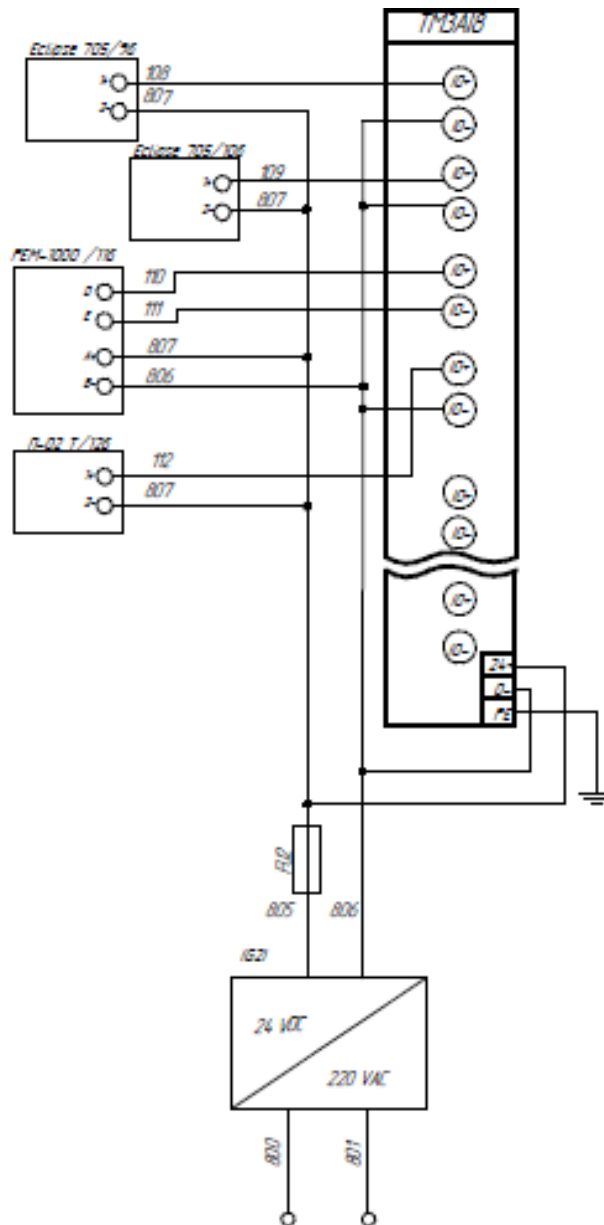


Рис.3.2. Підключення датчиків до другого модуля аналогових входів.

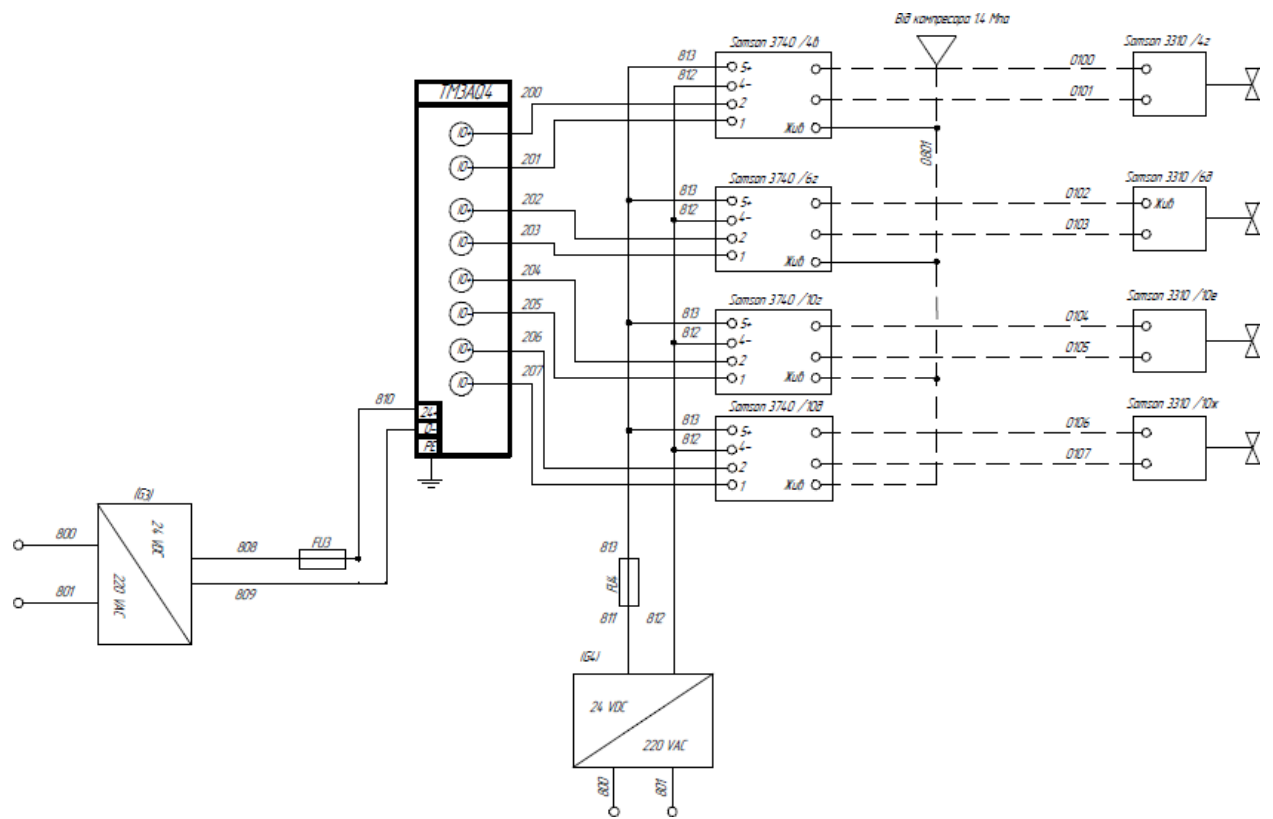


Рис.3.3.. Підключення датчиків до першого модуля аналогових виходів

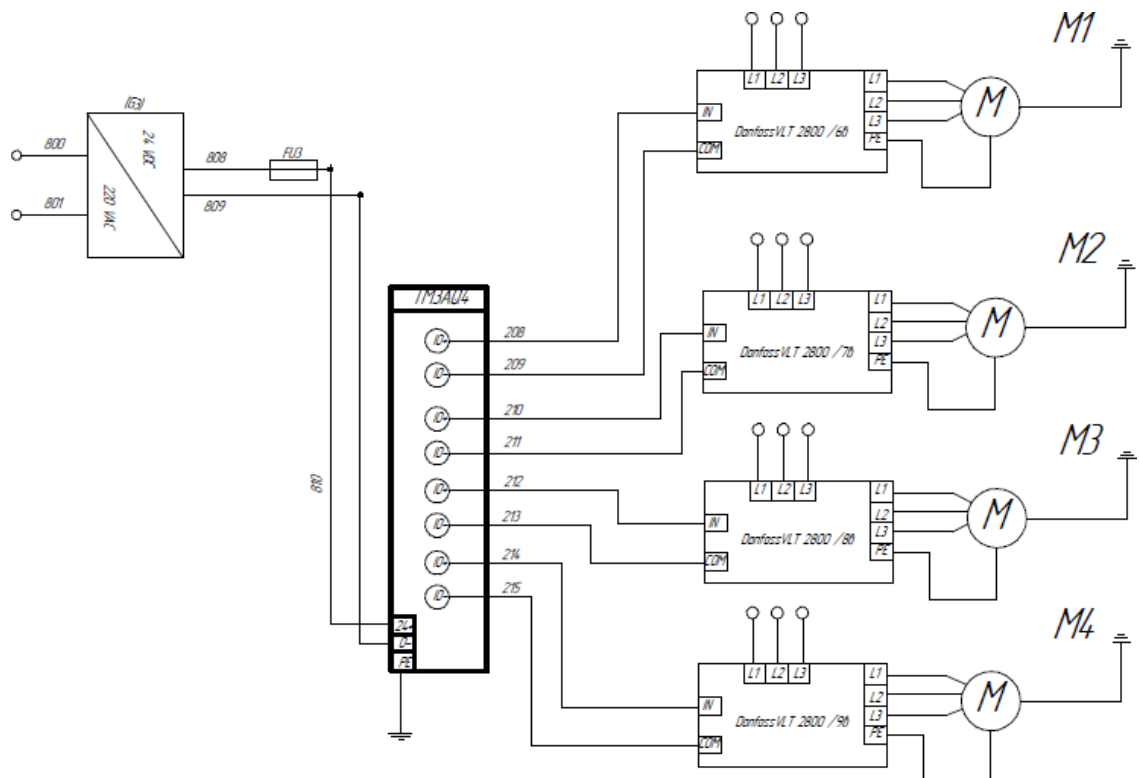


Рис.3.4. Підключення датчиків до другого модуля аналогових виходів

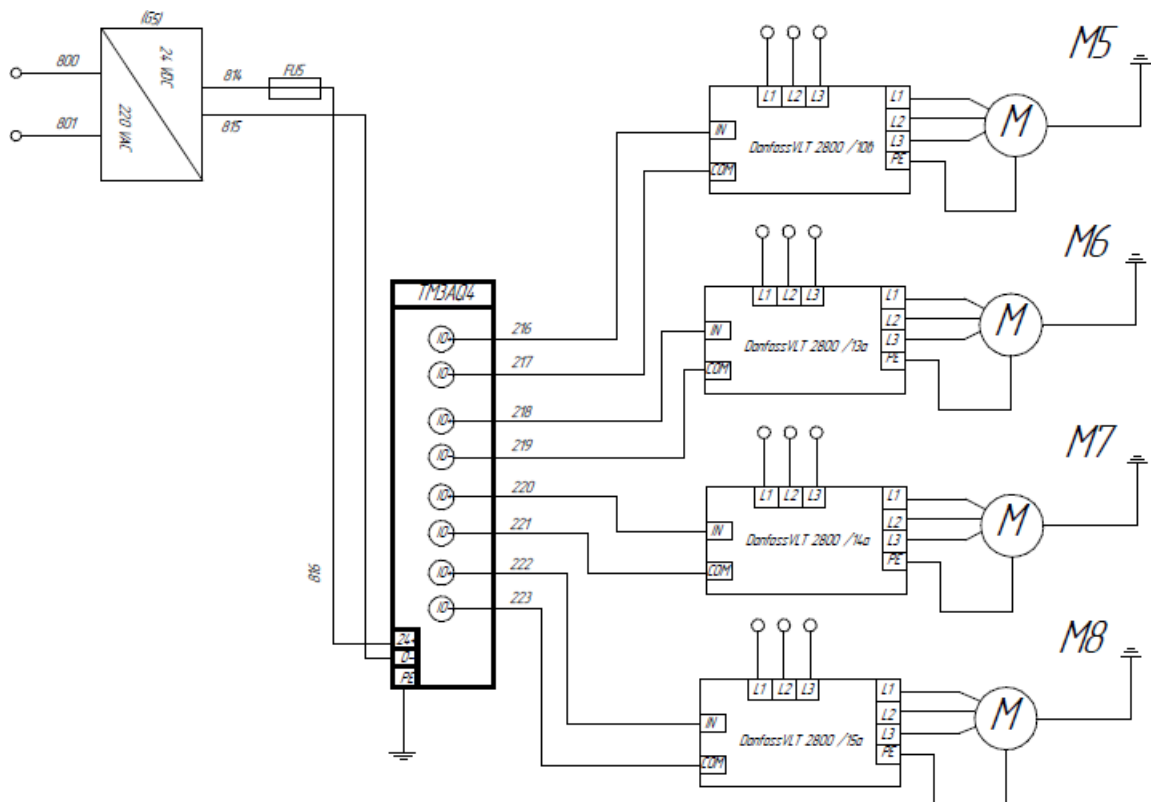


Рис.3.5. Підключення датчиків до третього модуля аналогових виходів

Вторинний датчик температури ТТ (1b) підключається до першого аналогового входу модуля ТМ3АІ8 на клеми І0+ та І0- першого каналу. Після отримання інформації від датчика температури через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8 інформація передається в блок управління ТМ241С24R, де обробляється і записується в залежності від отриманої інформації і написаної програми і служить додатковою інформацією для роботи системи автоматизації виробництва вершкового масла.

Вторинний датчик температури ТТ (2b) підключається до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на клеми І0+ і І0- другого каналу. Після отримання інформації від датчика температури через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8 інформація передається в блок управління ТМ241С24R, де обробляється і записується в залежності від отриманої інформації і написаної програми, і служить додатковою інформацією для роботи системи автоматизації виробництва масла.

Вторинний датчик тиску РТ (7a) підключається до першого модуля аналогового вводу ТМ3АІ8 на клеми І0+ і І0- п'ятого каналу. Після отримання

інформації від датчика тиску через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8 інформація передається в блок управління ТМ241С24R, де обробляється і записується в залежності від отриманої інформації і написаної програми, і служить додатковою інформацією для роботи системи автоматизації виготовлення масла.

Вторинний датчик рівня LT (3b) підключається до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на клеми І0+ і І0- шостого каналу. Після отримання інформації від датчика рівня через модуль аналогових входів ТМ3АІ8 інформація передається в блок управління ТМ241С24R, де, в залежності від отриманої інформації і записаної програми, вихідний сигнал управління обробляється, реєструється, формується і передається на перший модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Там він підключається до клем І0+ і І0- другого каналу через електропневматичний перетворювач, який керує пневматичним клапаном, що регулює подачу нормалізованої суміші в бак нормалізації. І на другий модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Там до клем І0+ і І0- першого каналу підключений частотний перетворювач (3v), який керує двигуном насоса М1.

Вторинний перетворювач рівня LT (5b) підключений до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на клеми І0+ і І0- сьомого каналу. Після надходження інформації на модуль аналогових входів ТМ3АІ8 від датчика рівня, інформація передається на блок управління ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та записаної програми відбувається обробка, реєстрація та формування вихідного сигналу управління, який передається на другий модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Клеми І0+ і І0- другого каналу з'єднані з підключеним перетворювачем частоти (5 В), який керує двигуном насоса М2.

Вторинний перетворювач рівня LT (6b) підключений до першого модуля аналогового входу ТМ3АІ8 через клеми І0+ та І0- восьмого каналу. Після отримання інформації через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8 від датчика рівня, інформація передається на блок управління ТМ241С24R, де, в залежності від

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

отриманої інформації та записаної програми, вихідний сигнал управління обробляється, реєструється, формується і передається на другий модуль аналогового виходу ТМ3АQ4. Там до клем І0+ і І0- третього каналу підключений частотний перетворювач (6В), який керує двигуном насоса М3. А до першого модуля аналогового виходу ТМ3АQ4, де на клемі І0+ і І0- третього каналу і І0+ і І0- четвертого каналу підключені електропневматичні перетворювачі, які керують пневматичними клапанами, що регулюють приплив і відтік рідин в резервуарі для вершків.

Датчик витрати FT (8b) підключається до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на клемі І0+ і І0- третього каналу. Після отримання інформації від датчика витрати через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8 інформація передається в блок управління ТМ241С24R, де обробляється і записується в залежності від отриманої інформації і написаної програми, і служить додатковою інформацією для роботи системи автоматизації виробництва вершкового масла.

Датчик рН QT (9b) підключається до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на клемі І0+ і І0- четвертого каналу. Після того, як датчик рН отримує інформацію через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8, вона передається в блок управління ТМ241С24R, де обробляється і записується в залежності від отриманої інформації і написаної програми, і служить додатковою інформацією для роботи системи автоматизації виготовлення масла.

Перетворювачі частоти підключені до третього модуля аналогових виходів ТМ3АQ4 до клем І0+ і І0- другого і третього каналів, з яких надходить вихідний сигнал управління і керує двигуном мішалки М6 і двигуном гомогенізатора М7.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| | | | | | | 52 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів.

Розширений контур контролю температури:

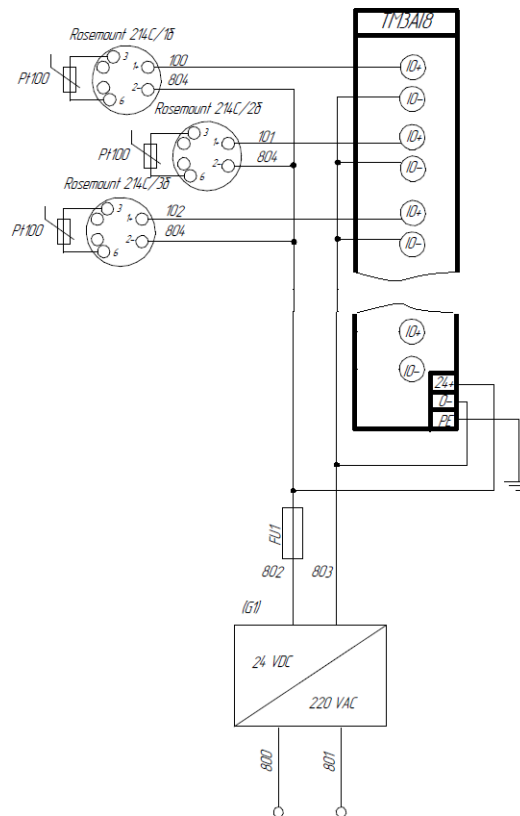


Рис.3.6. Підключення датчиків температури до модулів аналогових входів

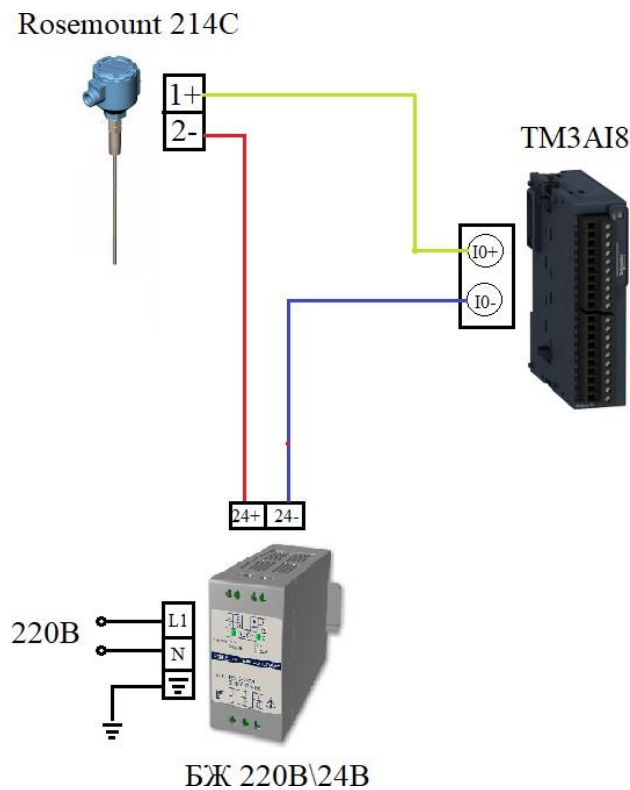


Рис.3.7. Графічне зображення підключення ТЗ контуру контролю температури

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 53 |

Опис схеми з'єднання:

Вторинний датчик температури ТТ (1b) підключається до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на клеми І0+ і І0- першого каналу. Після отримання інформації через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в блок управління ТМ24ІС24R, де обробляється і записується в залежності від отриманої інформації і записаної програми, і служить додатковою інформацією для роботи системи автоматизації виробництва вершкового масла.

Вторинний датчик температури ТТ (2b) з'єднаний з першим модулем аналогового вводу ТМ3АІ8 до клем І0+ і І0- другого каналу. Після отримання інформації від датчика температури через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8 інформація передається в програмний контролер, обробляється, записується і служить додатковою інформацією для роботи системи автоматизації виробництва масла.

Розширений контур контролю та регулювання рівня:

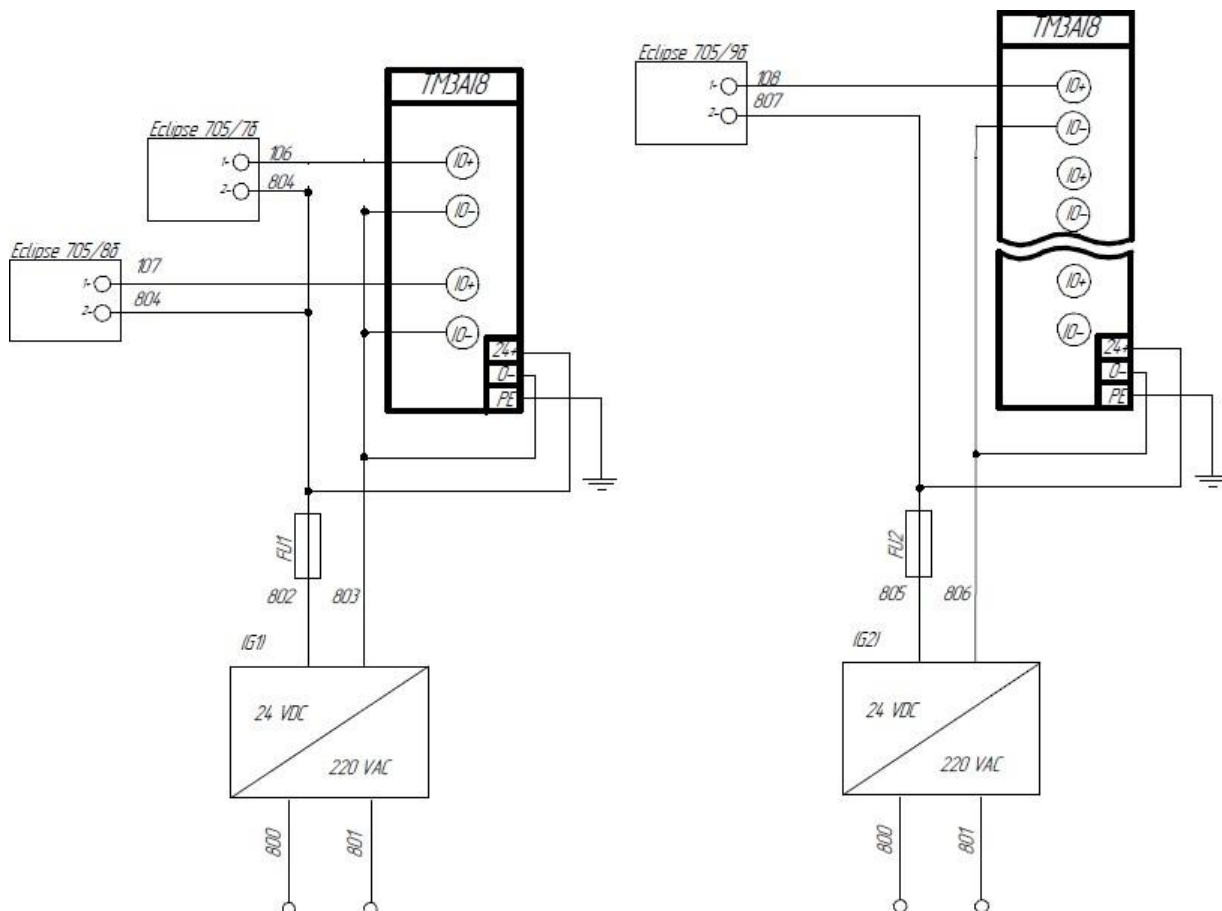


Рис.3.8. Підключення датчиків рівня до модулів аналогових входів

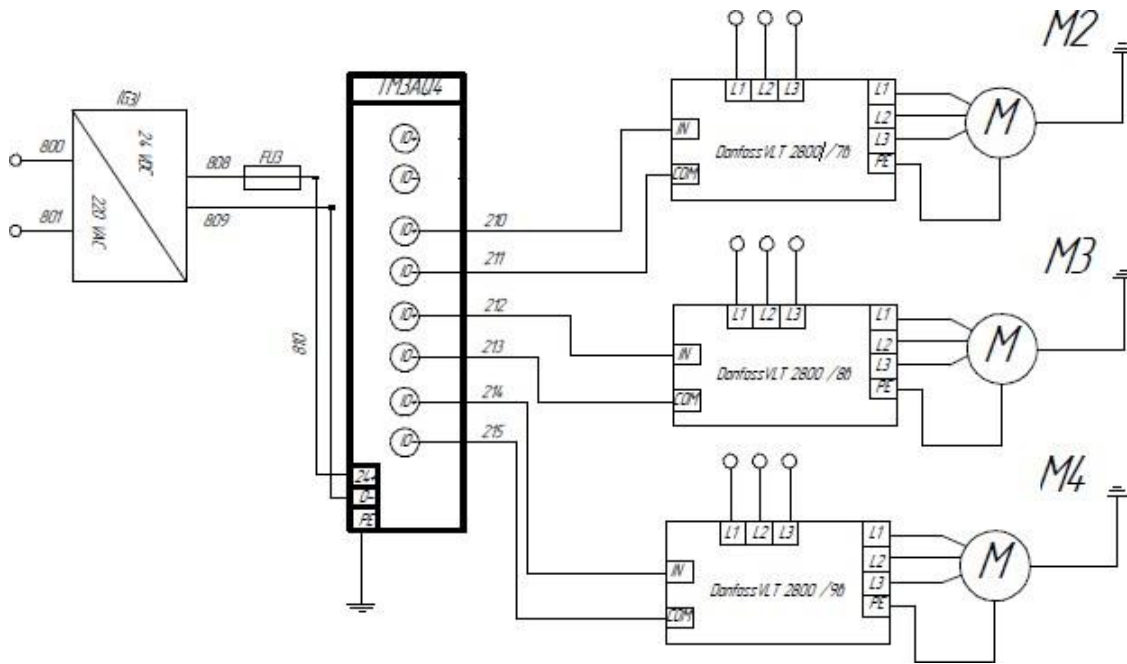


Рис.3.9. Підключення частотних перетворювачів до модулів аналогових виходів

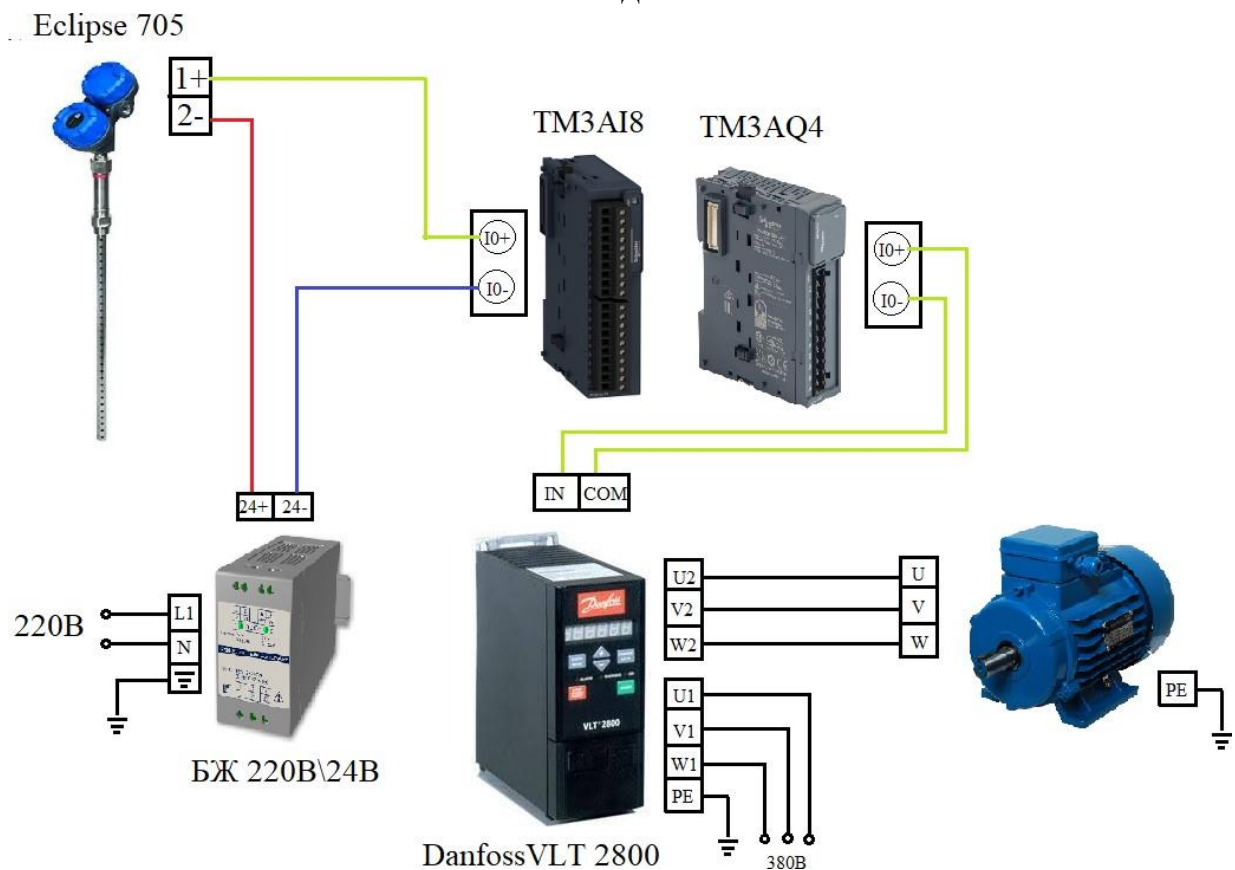


Рис.3.10. Графічне зображення підключення ТЗ контуру контролю та регулювання рівня

| | | | | | |
|------------------------------|------|----------|--------|------|------|
| | | | | | Арк. |
| <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | | | 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | |

Опис схеми з'єднання:

Вторинний датчик рівня LT (3b) підключається до першого аналогового входу модуля ТМ3АІ8 до клем І0+ і І0- сьомого каналу. Після отримання інформації через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8 від датчика рівня, інформація передається на блок управління ТМ241С24R, де, в залежності від отриманої інформації і записаної програми, обробляється, реєструється і формується вихідний сигнал управління, який передається на другий модуль аналогового виходу ТМ3АQ4. Клеми І0+ і І0- другого каналу з'єднані з підключеним частотним перетворювачем (3с), який керує двигуном насоса М2.

Вторинний датчик рівня LT (5b) підключений до першого модуля аналогового входу ТМ3АІ8 через клеми І0+ та І0- восьмого каналу. Після отримання інформації від датчика рівня через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8 інформація передається на блок управління ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та заданої програми відбувається обробка, реєстрація та формування вихідного сигналу управління, який передається на другий модуль аналогового виходу ТМ3АQ4. Там до клем І0+ і І0- третього каналу підключений частотний перетворювач (5В), який керує електродвигуном насоса М3.

Вторинний датчик рівня LT (6b) підключений до другого модуля аналогового вводу ТМ3АІ8 на клеми І0+ і І0- першого каналу. Після отримання інформації від датчика рівня через аналоговий вхід модуля ТМ3АІ8 інформація передається на блок управління ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та записаної програми відбувається обробка, реєстрація та формування вихідного сигналу управління, який передається на другий модуль аналогового виходу ТМ3АQ4. Там до клем І0+ і І0- четвертого каналу підключений частотний перетворювач (6 В), який керує двигуном насоса М4.

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

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів.

Датчик тиску VEGABAR 17:



Перетворювач тиску VEGABAR 17 призначений для вимірювання надлишкового тиску і абсолютного тиску на газах, парах і рідинах, в тому числі в'язких і забруднених.

Особливості:

- Двухпровідна система 4 ... 20 мА;
- Встановлюваний нуль і діапазон;
- Похибка вимірювання <0,5%;
- Рудникове / іскрозахищене виконання
- Малі, компактні розміри
- Корпус з нержавіючої сталі з клемним підключенням або висновком кабелю
- Контактують з продуктом деталі з нержавіючої сталі

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|---|-------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Дробуш М.І. | | | Розробка системи автоматизації виробництва вершкового масла | Лім. | Арк. | Аркушів |
| Керівник | | Кишенько В.Д. | | | | | 57 | 3 |
| | | | | | | НУХТ АК-4-1 | | |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | | | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |

Переваги:

- Недороге виконання з найменшими монтажними розмірами;
- Висока точність: VEGABAR 17 має високу точність вимірювання, що дозволяє отримувати точні дані про тиск у системі.
- Широкий діапазон вимірювання: Цей перетворювач може працювати у широкому діапазоні тиску, що дозволяє використовувати його в різних промислових додатках.
- Висока надійність: VEGABAR 17 відомий своєю високою надійністю та довгим терміном служби. Він стійкий до впливу агресивних середовищ та має міцну конструкцію.
- Відповідність стандартам: Цей перетворювач відповідає вимогам міжнародних стандартів безпеки та якості, що підтверджує його високу якість та виконання нормативних вимог.

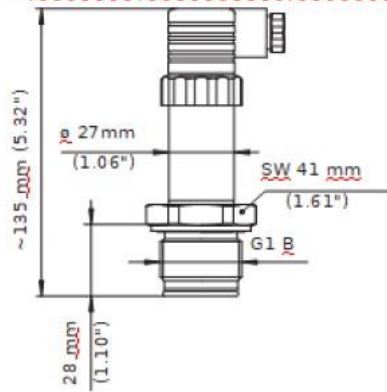
Технічні дані:

- Діапазони вимірювання: -1 ... +1000 bar / -100 ... +100000 kPa (-14.5... +14503 psig);
- Найменший діапазон виміру :0,1 bar / 10 kPa (1.45 psig);
- Відхилення характеристики: 0,5%;
- Різьба від G $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ NPT, різьблення від G $\frac{1}{2}$ B;
- Температура процесу: -40 ... +150 ° C (-40 ... +302 ° F);

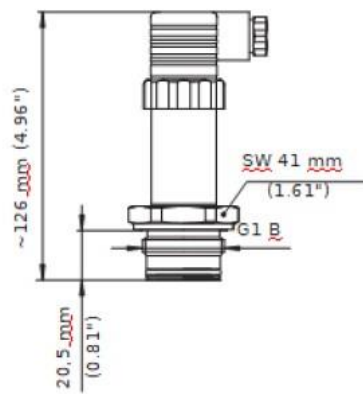
| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 58 |

Монтаж:

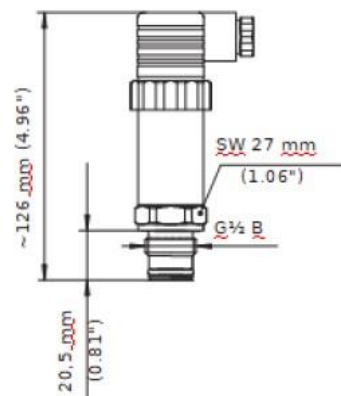
З кутовим штекерним роз'ємом



З штекерним роз'ємом



З клемним корпусом



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

Кваліфікаційна робота

Арк.

59

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

Програма для дипломного проекту була розроблена в програмному середовищі Schneider Electric SoMachine.

Програмне забезпечення Schneider Electric SoMachine призначене для контролерів M241, M251, M238, M258, LMC058, ATV ІМС, ХВТ GC та НМІ SCU.

Це програмне рішення для OEM-виробників, яке дозволяє їм проектувати, конфігурувати і вводити в експлуатацію всю систему автоматизації в єдиному програмному середовищі, включаючи логіку, управління рухом, людино-машинний інтерфейс і функції мережевої автоматизації. Платформа Schneider Electric Somachine також використовується для програмування і введення в експлуатацію всіх елементів гнучкого і масштабованого програмного забезпечення цієї ж компанії. Крім того, вона являє собою додаткову цінність для компаній, що займаються виробництвом складного обладнання, що сприяє оптимальному виконанню всіх вимог промислових компаній.

Schneider Electric Somachine має інтегроване програмне забезпечення Vijeo-Designer, яке вважається професійним та ефективним програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом. Воно також включає в себе інструмент для конфігурації та введення в експлуатацію пристроїв керування рухом.

Крім того, платформа підтримує наступні технології та функції: всі мови ІЕС 61131-3, інтегровані інструменти конфігурації польових шин, експертну діагностику та налагодження, а також необмежену кількість функцій технічного обслуговування та відображення даних.

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|--|--------------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Дробуш М.І. | | | <i>Розробка системи автоматизації виробництва вершкового масла</i> | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Керівник | | Кишенько В.Д. | | | | | 60 | 7 |
| | | | | | | <i>НУХТ АК-4-1</i> | | |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | | | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |

Бібліотеки програмного забезпечення Schneider Electric Somachine протестовані, схвалені, задокументовані та підтримуються для подальшого використання в пакувальному та підйомно-транспортному обладнанні.

Платформа пропонує:

- 1 програмний пакет;
- 1 файл проекту;
- 1 готове кабельне з'єднання;
- 1 операцію по завантаженню.

Графічний інтерфейс користувача:

Платформа Somachine оснащена чітким, наочним та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом. При оптимізації програмного забезпечення ми подбали про те, щоб надати користувачеві всі необхідні інструменти на кожному етапі розробки проекту. Інтерфейс розроблений таким чином, що користувач не може нічого пропустити в процесі проектування, гарантуючи, що кожне завдання буде виконано протягом усього часу використання інтерфейсу. Робоча область містить лише найнеобхіднішу інформацію для виконання конкретного завдання, ви не знайдете в платформі нічого зайвого.

Програмування та налагодження:

Як відомо, програмування є важливим етапом розробки, тому цей процес повинен бути максимально оптимізований.

Розширені можливості і функції НМІ і контролера відповідають вимогам OEM-виробників до систем моніторингу та відображення даних. Для пошуку та усунення несправностей можна використовувати, наприклад, такі інструменти: Моделювання, пошук можливих точок розриву, покрокове виконання, трасування.

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

Введення в експлуатацію:

Меню введення в експлуатацію дозволяє користувачеві відстежувати поточний стан архітектури, що також допомагає полегшити і спростити діагностику. Топологічна діаграма конфігурації показує, чи користувач увійшов в систему, чи працюють пристрої та інші дані.

Прозорість:

Schneider Electric SoMachine має диспетчер типів пристроїв (DTM), який включає в себе Field Device Tool (FDT), інструментарій для польових пристроїв. Це і Device Type Manager (DTM) дозволяють здійснювати прямий зв'язок через платформу з кожним окремим пристроєм, контролером і CANopen (польовою шиною). Це означає, що немає необхідності прокладати дроти для окремих кабельних з'єднань. Крім того, унікальне середовище платформи дозволяє децентралізованим пристроям перемикатися між автономним і мережевим режимами.

Бібліотеки зі спеціальними OEM-додатками (AFB-бібліотеки):

Можливості платформи SoMachine можна розширити за бажанням. Для цього вам знадобиться додатковий компакт-диск з інформацією, що містить протестовані, задокументовані, схвалені та підтримувані спеціалізовані бібліотеки додатків. Вони, в свою чергу, призначені для різних OEM-додатків. Ці бібліотеки легко налаштовуються і прискорюють процеси розробки, введення в експлуатацію, інсталяції, налагодження та усунення несправностей. Ці бібліотеки можуть бути використані у наступних сферах: Пакувальні системи, Обробка матеріалів, Конвеєрні системи.

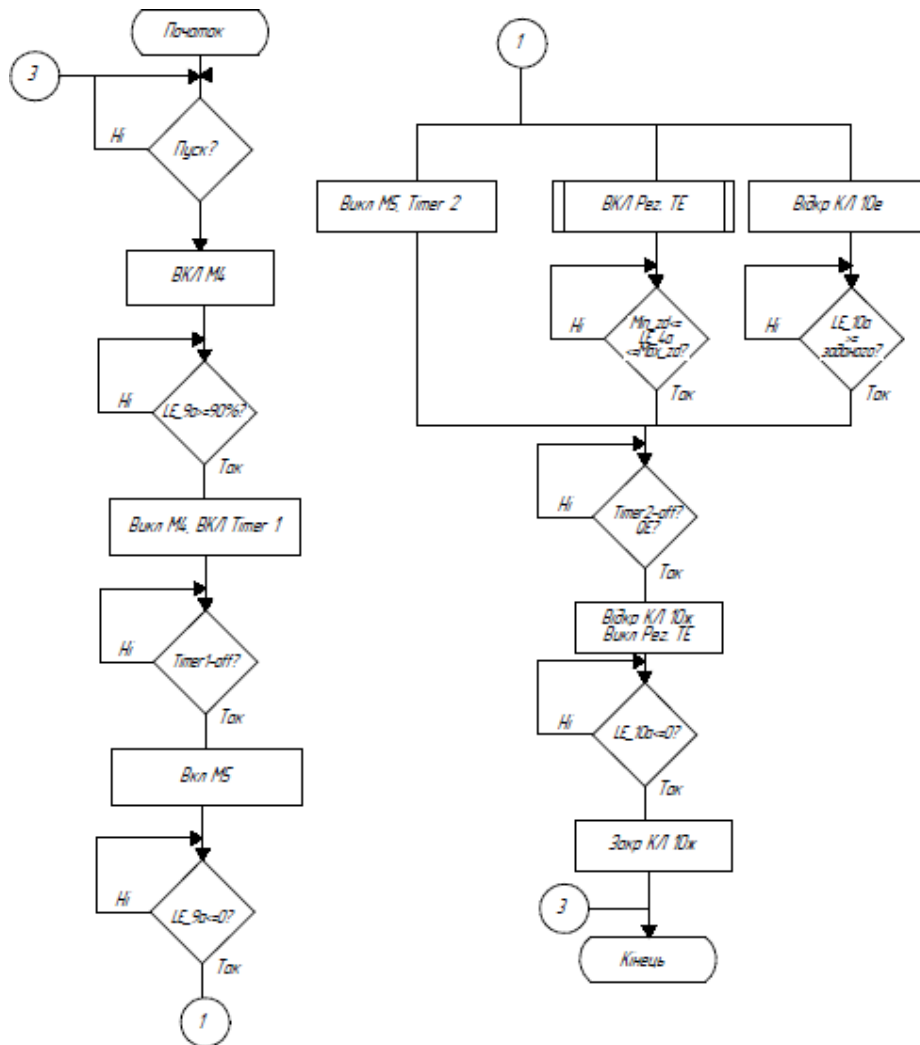
Конфігурації (TVDA): протестовані, затверджені та задокументовані:

Платформа SoMachine пропонує кілька попередньо побудованих конструкцій, які містять готові до використання налаштування і можуть бути легко адаптовані до вимог замовника. Деякі з них класифікуються як стандартні (TVDA) і відповідають конфігураціям управління. Крім того, на диску з розширенням рішень ви знайдете інші рішення, орієнтовані на готові

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 62 |

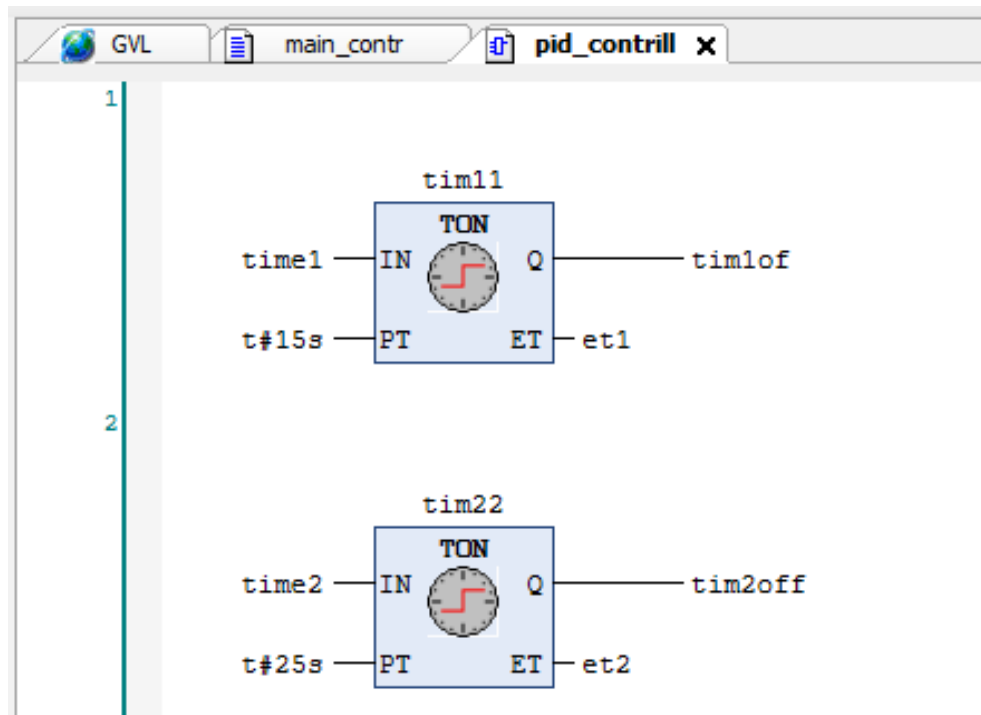
конфігурації SoMachine.

Алгоритм програми:

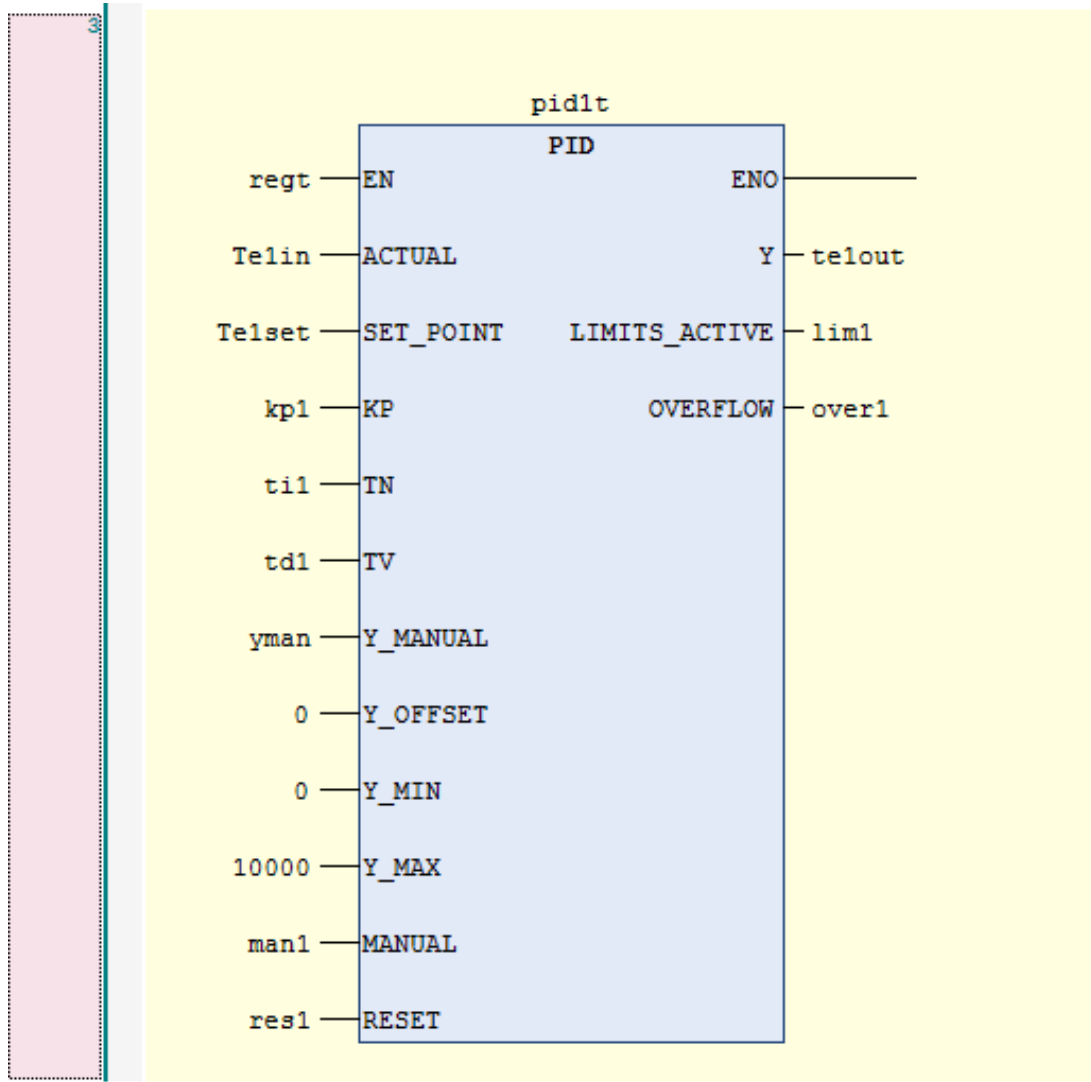


Фрагмент програми:

```
GVL main_contr x pid_contrill
1 IF pysk THEN
2   m4:=TRUE;
3 END_IF;
4 IF le9a>=9000 THEN
5   m4:=FALSE;
6   timel:=TRUE;
7 END_IF;
8 IF timlof THEN
9   m5:=TRUE;
10 END_IF;
11 IF le9a<=0 THEN
12   m5:=FALSE;
13   regt:=TRUE;
14   kll0e:=TRUE;
15 END_IF;
16 IF le4a>=5000 AND le10a>=6000 THEN
17   kllg:=TRUE;
18   regt:=FALSE;
19 END_IF;
20 IF le10a<=0 THEN
21   kll0g:=FALSE;
22 END_IF;
```



Регулятори температури:



Змінні, що використовуються у програмі:

| | Scope | Name | Address | Data type | Initialization | Corr |
|----|------------|----------------|---------|-----------|----------------|------|
| 2 | VAR_GLOBAL | tim1of | | BOOL | | |
| 3 | VAR_GLOBAL | regt | | BOOL | | |
| 4 | VAR_GLOBAL | kl10e | | BOOL | | |
| 5 | VAR_GLOBAL | le4a | | REAL | | |
| 6 | VAR_GLOBAL | le10a | | REAL | | |
| 7 | VAR_GLOBAL | kl1g | | BOOL | | |
| 8 | VAR_GLOBAL | kl10g | | BOOL | | |
| 9 | VAR_GLOBAL | tim11 | | TON | | |
| 10 | VAR_GLOBAL | tim22 | | TON | | |
| 11 | VAR_GLOBAL | time2 | | BOOL | | |
| 12 | VAR_GLOBAL | tim2off | | BOOL | | |
| 13 | VAR_GLOBAL | et2 | | TIME | | |
| 14 | VAR_GLOBAL | pid1t | | PID | | |
| 15 | VAR_GLOBAL | Te1in | | REAL | | |
| 16 | VAR_GLOBAL | Te1set | | REAL | | |
| 17 | VAR_GLOBAL | kp1 | | REAL | | |
| 18 | VAR_GLOBAL | ti1 | | REAL | | |
| 19 | VAR_GLOBAL | td1 | | REAL | | |
| 20 | VAR_GLOBAL | yman | | REAL | | |
| 21 | VAR_GLOBAL | man1 | | BOOL | | |
| 22 | VAR_GLOBAL | res1 | | BOOL | | |
| 23 | VAR_GLOBAL | te1out | | REAL | | |
| 24 | VAR_GLOBAL | lim1 | | BOOL | | |
| 25 | VAR_GLOBAL | over1 | | BOOL | | |
| 26 | VAR_GLOBAL | pysk | | BOOL | | |
| 27 | VAR_GLOBAL | m4 | | BOOL | | |
| 28 | VAR_GLOBAL | m5 | | BOOL | | |

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

SCADA-інтерфейс був розроблений для місткостей для витримки та дозрівання вершків. Інтерфейс був розроблений за допомогою програмного забезпечення SCADA-ZENON

Таблиця аналогових входів

| Назва сигналу | Позначення на СА | Адреса |
|--|------------------|--------|
| Температура у місткості для визрівання вершків | TE 4a | %MW0 |
| Рівень у місткості для витримки | LE 6a | %MW2 |
| Рівень у місткості для визрівання вершків | LE 3a | %MW4 |
| Кислотність у місткості для вершків | QE 9a | %MW6 |

Таблиця аналогових входів

| Назва сигналу | Позначення на СА | Адреса |
|---|------------------|--------|
| Клапан регулювання витрати гарячої води | 4г | %MW8 |
| Клапан подачі вершків у пастеризатор | 10e | %MW10 |

| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | |
|-----------|----------------|----------|--------|------|---|----|---|
| Розроб. | Дробуш М.І. | | | | | | |
| Керівник | Кишенько В.Д. | | | | | 67 | 4 |
| Зав. каф. | Смітюх Я.В. | | | | НУХТ АК-4-1 | | |
| Секр. ЕК | Проскурка Є.С. | | | | | | |
| | | | | | Розробка системи автоматизації виробництва вершкового масла | | |
| | | | | | | | |

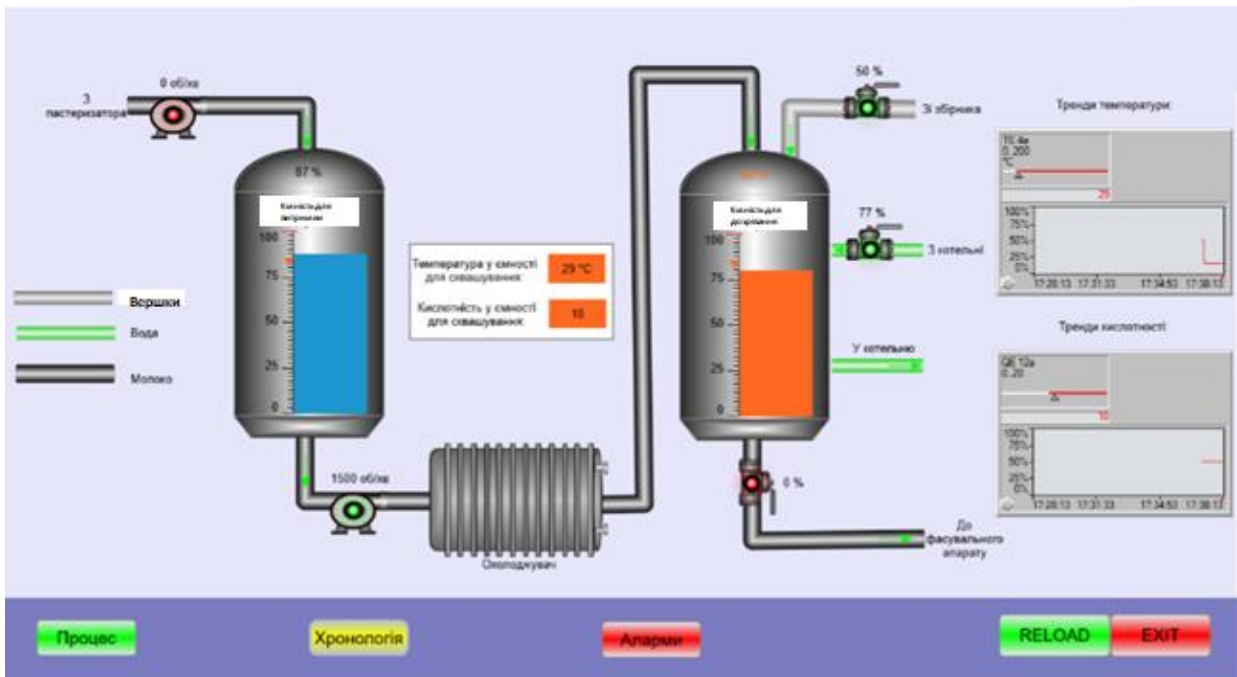
| | | |
|--|-----|-------|
| Клапан відводу пастеризованих вершків з пастеризатора | 10ж | %MW12 |
| Керування двигуном за допомогою частотного перетворювача | M4 | %MW14 |
| Керування двигуном за допомогою частотного перетворювача | M5 | %MW16 |

Таблиця даних SCADA/HMI:

| Name ▾ | Measur... |
|----------------|-------------|
| Filter text | Filter... ▾ |
| M5 A-P | |
| M5 | об/хв |
| M4 A-P | |
| M4 | об/хв |
| Клапан 10ж A-P | |
| Клапан 10ж | % |
| Клапан 10е A-P | |
| Клапан 10е | % |
| Клапан 4г A-P | |
| Клапан 4г | % |
| TE 4а | *C |
| QE 12а | |
| LE 10а | % |
| LE 9а | % |

Нормальний стан системи автоматизації. Всі параметри в межах норми.
Робочий вид для оператора:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 68 |



Вікно вкладки «Хронологія». Тут відображаються всі події в хронологічному порядку (наприклад зміни параметрів чи дії оператора):

Filter: [T][R][F][Rel][St][H][Sm][Dr]

Filter probes: [v]

[Filter...] [Save] [Import] [Export] [Delete]

| Time received | Text | Variable name | Value | Mes... | User - full name | Computer name | Comment |
|---------------------|-----------------------------------|----------------|-------|--------|------------------|---------------|---------|
| 24.04.2020 17:32:13 | Project 'MATEUSHY' reloaded | | | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:33:42 | System was stopped | | | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:35:13 | System was started | | | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:35:20 | Modify spontaneous value: (55 °C) | TE 4a | 55 | °C | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:35:23 | Modify spontaneous value: (60 °C) | TE 4a | 60 | °C | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:35:24 | Modify spontaneous value: (30 °C) | TE 4a | 30 | °C | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:35:28 | Modify spontaneous value: (9) | IQE 9a | 9 | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:35:32 | Modify spontaneous value: (11) | IQE 9a | 11 | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:35:37 | Modify spontaneous value: (10) | IQE 9a | 10 | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:36:46 | Project 'MATEUSHY' reloaded | | | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:36:50 | Modify spontaneous value: (9) | IQE 9a | 9 | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:36:53 | System was stopped | | | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:06 | System was started | | | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:14 | Modify spontaneous value: (36 °C) | TE 4a | 36 | °C | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:16 | Modify spontaneous value: (29 °C) | TE 4a | 29 | °C | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:19 | Modify spontaneous value: (90 %) | LE 3a | 90 | % | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:25 | Modify spontaneous value: (80 %) | LE 3a | 80 | % | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:29 | Modify spontaneous value: (87 %) | LE 3a | 87 | % | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:35 | Modify spontaneous value: (1) | Клапан 4r A.P | 1 | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:37 | Modify spontaneous value: (77 %) | Клапан 4r | 77 | % | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:43 | Modify spontaneous value: (1) | Клапан 10a A.P | 1 | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:46 | Modify spontaneous value: (0 %) | Клапан 10a | 0 | % | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:50 | Modify spontaneous value: (1) | M5 A.P | 1 | | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:53 | Modify spontaneous value: (80 %) | LE 5a | 80 | % | SYSTEM | RLRYK | |
| 24.04.2020 17:37:53 | Modify spontaneous value: (80 %) | LE 5a | 80 | % | SYSTEM | RLRYK | |

Процес Хронологія Аларми RELOAD EXIT

Вікно вкладки тривоги системи автоматизації(ALARM). Тут відображаються всі тривоги які виникли, який параметр, коли усунутий чи є дійсним:

Filter [1] [1] (T,Rel,0d,1h,0m,0s) Filter profiles Save Import Export Delete

| Сес... | Према появилиня | Према исчезновения | Према подтверждения | Имя персоналия | Знач... | Едн... | Текст | Пользователь... | Имя компьютера | Комп... |
|--------|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------|---------|--------|-------|-----------------|----------------|---------|
| ● | >>24.04.2020 17:38:37 | >>24.04.2020 17:40:25 | | GE 1a | 13 | | | | | |
| ● | >>24.04.2020 17:40:15 | | | LE 3a | 100 | % | | | | |
| ● | >>24.04.2020 17:40:22 | | | TE 4a | 89 | °C | | | | |
| ● | >>24.04.2020 17:40:25 | >>24.04.2020 17:40:31 | | GE 5a | 4 | | | SYSTEM | RUBYK | |

Процес Хронологія Аларми RELOAD EXIT

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

7.1. Постановка задачі дослідження.

Комп'ютерне моделювання - це інструмент математичного моделювання, який використовується для вивчення складних систем. Комп'ютерні моделі використовуються для отримання нових знань про об'єкт або для апроксимації поведінки систем, які є занадто складними для аналітичного або натурального дослідження.

В рамках дисертаційного проекту комп'ютерне моделювання проводиться для підсистеми контролю технічної змінної для вирішення наступних завдань:

- визначення оптимальної структури та/або параметрів САР;
- дослідження властивостей САР (стійкість, якість, енерговитрати);
- дослідження САР технологічними об'єктами, що функціонують в умовах не-стаціонарності/нелінійності/невизначеності і т.п.

Комп'ютерне моделювання проводиться в програмному середовищі Matlab, з використанням зовнішніх функцій Toolbox та Simulink.

Постановка задачі: Для системи автоматизації виготовлення вершкового масла визначити оптимальні налаштування ПІ та ПІД-регуляторів.

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.

В даному дипломному проекті за систему регулювання було взято АСР системи автоматизації виготовлення вершкового масла. На показники впливають зміна температур в пастеризаторі, рівні у місткостях, витрата вершків та зміна тиску у гомогенізаторі.

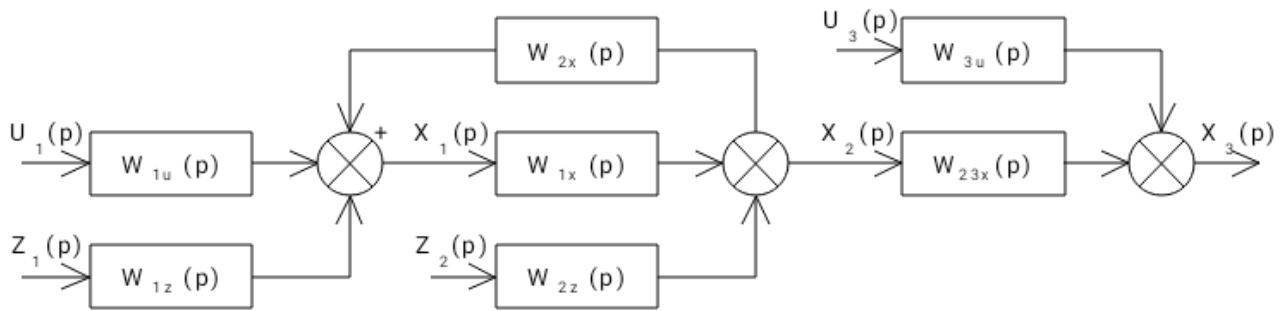
Визначимо передаточні функції:

$$W_1^U(p) = \frac{7}{12p+1}; W_3^U(p) = \frac{3.5}{10p+1}; W_1^Z = \frac{3}{12p+1}; W_2^Z = \frac{3.4}{60p+1}; W_1^X = \frac{4}{60p+1};$$

$$W_2^X = \frac{0.2}{12p+1}; W_3^X = \frac{0.35}{10p+1};$$

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|---|------|------|--------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Дробуш М.І. | | | Розробка системи автоматизації виробництва вершкового масла | Літ. | Арк. | Аркуші |
| Керівник | | Кишенько В.Д. | | | | | 70 | 7 |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | НУХТ АК-4-1 | | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |

Складаємо структурну схему об'єкта:



7.3. Моделювання САР

Настройка ПІД- регулятора

Наближеним методом розрахунку параметрів настроек регуляторів є метод незатухаючих коливань (в технічній літературі його називають методом Циглера-Нікольса). Система керування з П-регулятором переводиться в режим автоколивань за допомогою збільшення значення $K_{рег}$. Якщо система працює з ПІ-регулятором, то $T_i \rightarrow \infty$, з ПІД-регулятором $T_i \rightarrow \infty$, $T_d \rightarrow 0$. Для досягнення автоколивань визначають критичні значення $K_{рег}^{крит}$ і період $T_{п}^{крит}$, тоді приблизні параметри налаштування ПІД-регулятора будуть:

Таблиця. Параметри типових регуляторів

| | $k_{п}$ | $k_{и}$ | $k_{д}$ |
|---------------|---------------|-------------------|-------------------|
| П-регулятор | $0,50k_{п}^*$ | | |
| ПІ-регулятор | $0,45k_{п}^*$ | $0,54k_{п}^*/T^*$ | |
| ПІД-регулятор | $0,60k_{п}^*$ | $1,2k_{п}^*/T^*$ | $0,075k_{п}^*T^*$ |

Для цього знаходимо $K_{р}$ критичне, при якому система знаходиться на межі стійкості .

$K_{п крит}=1,49$. $T_{п}=65$ (с).

Для ПІ-регулятора настройки будуть наступними:

$K_{п} = K_{п(крит)} * 0,45 = 1,49 * 0,45 = 0,6705$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| | | | | | | 71 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$K_i = (0,54 * K_p(\text{крит})) / T_p = 0,54 * 1,49 / 65 = 0,0124$$

Для ПД-регулятора настройки будуть наступними:

$$K_p = K_p(\text{крит}) * 0,6 = 0,894$$

$$K_i = (1,2 * K_p(\text{крит})) / T_p = 0,0275 \quad K_d = 0,075 * K_p(\text{крит}) * T_p = 7,26375$$

Зменшення коефіцієнта передачі регулятора дозволяє забезпечити необхідний запас стійкості, хоча в цілому отримані настройки не гарантують досягнення екстремуму показника якості, наприклад, інтегрального критерію.

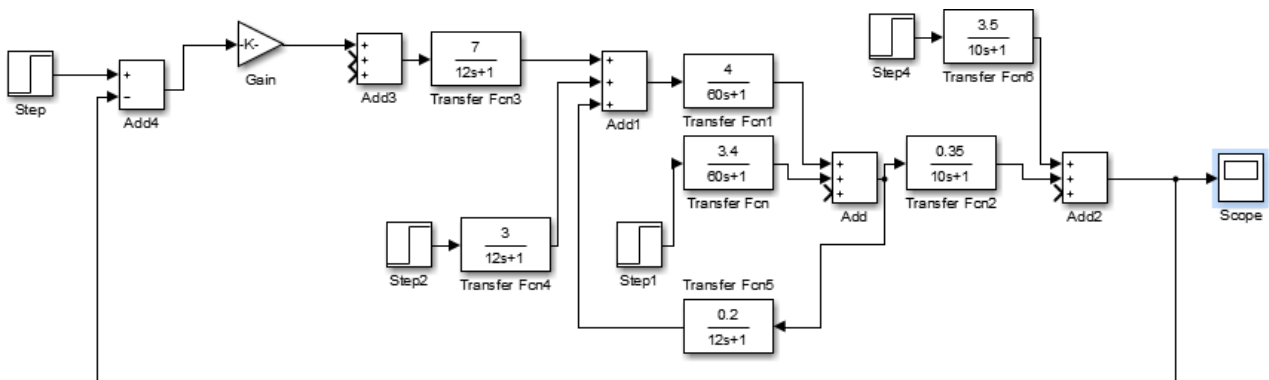


Рис.7.1. Структурна схема АСР з П-регулятором

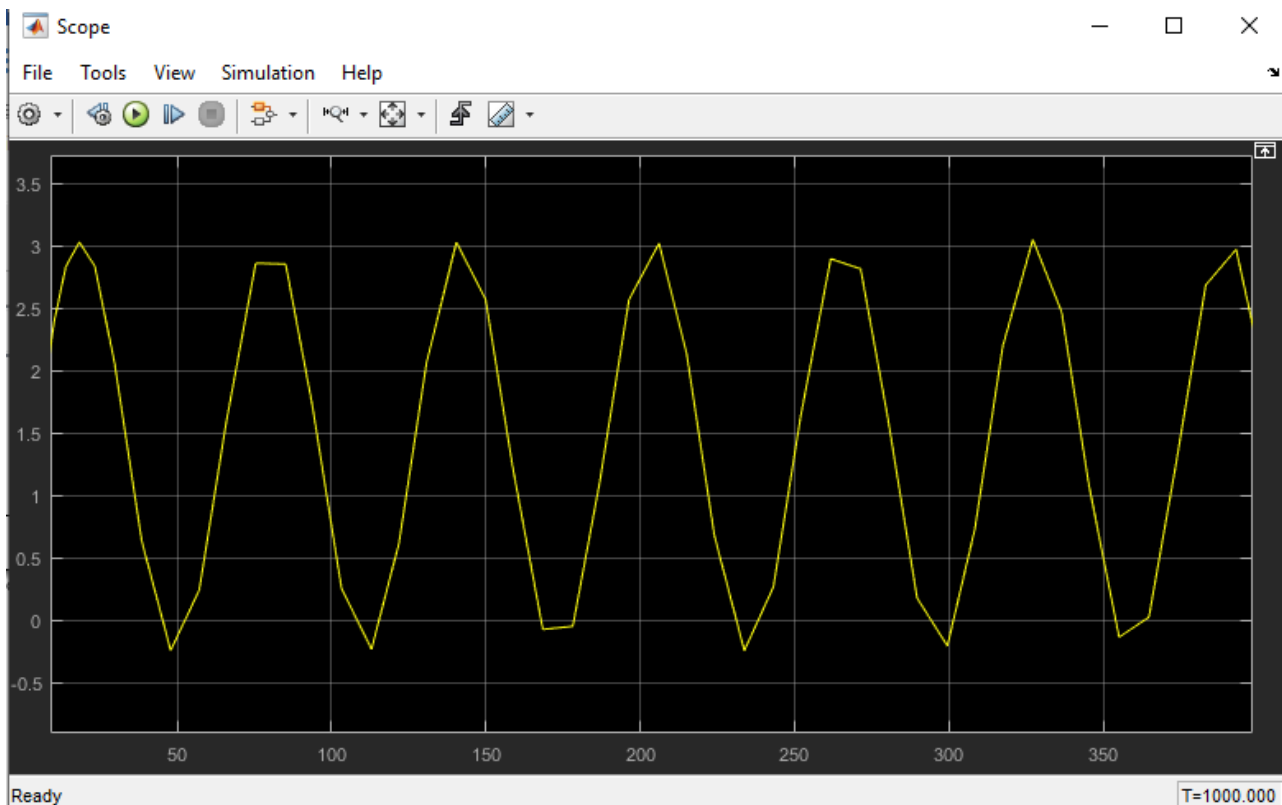


Рис.7.2. Перехідний процес АСР з П-регулятором на межі стійкості

$(Kn(крит.)=1,49)$

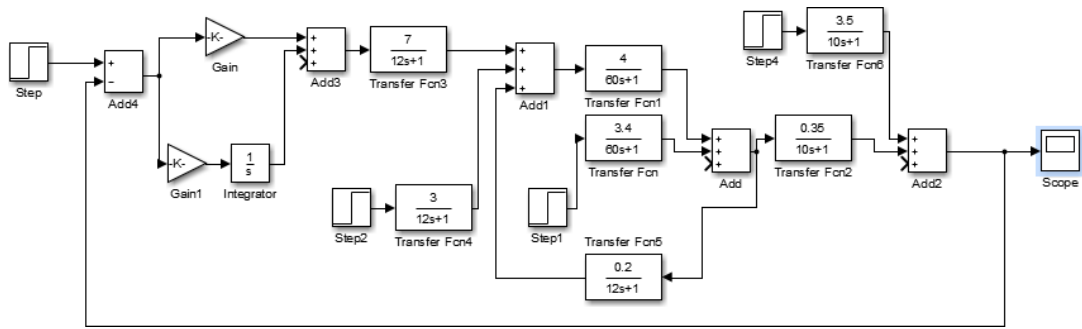


Рис.7.3. Структурна схема АСР з ПІ-регулятором

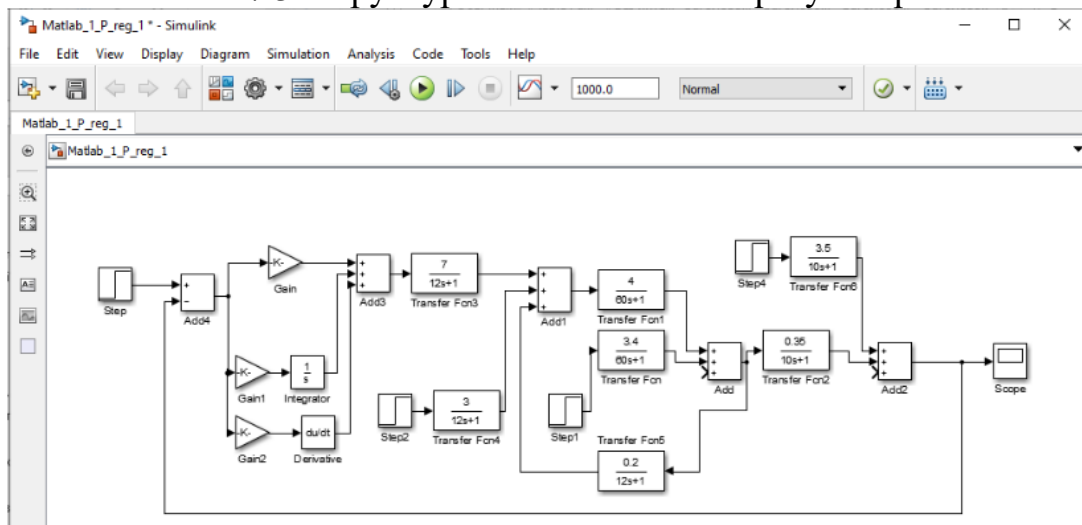


Рис.7.4. Структурна схема АСР з ПІД-регулятором

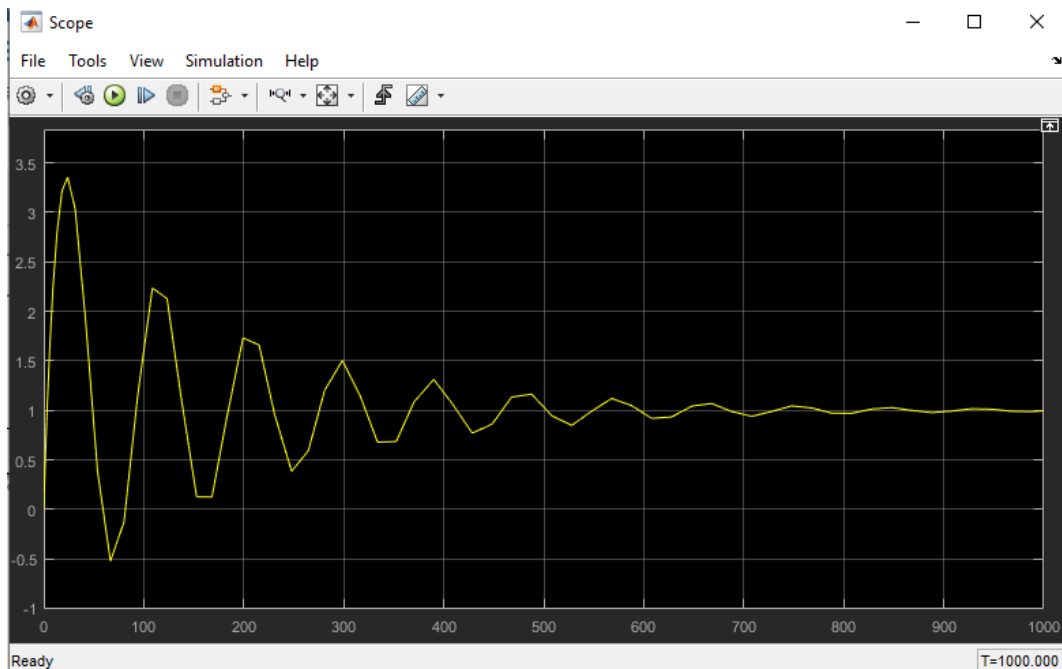


Рис.7.5. Перехідний процес з ПІ-регулятором(оптимальні настройки)

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

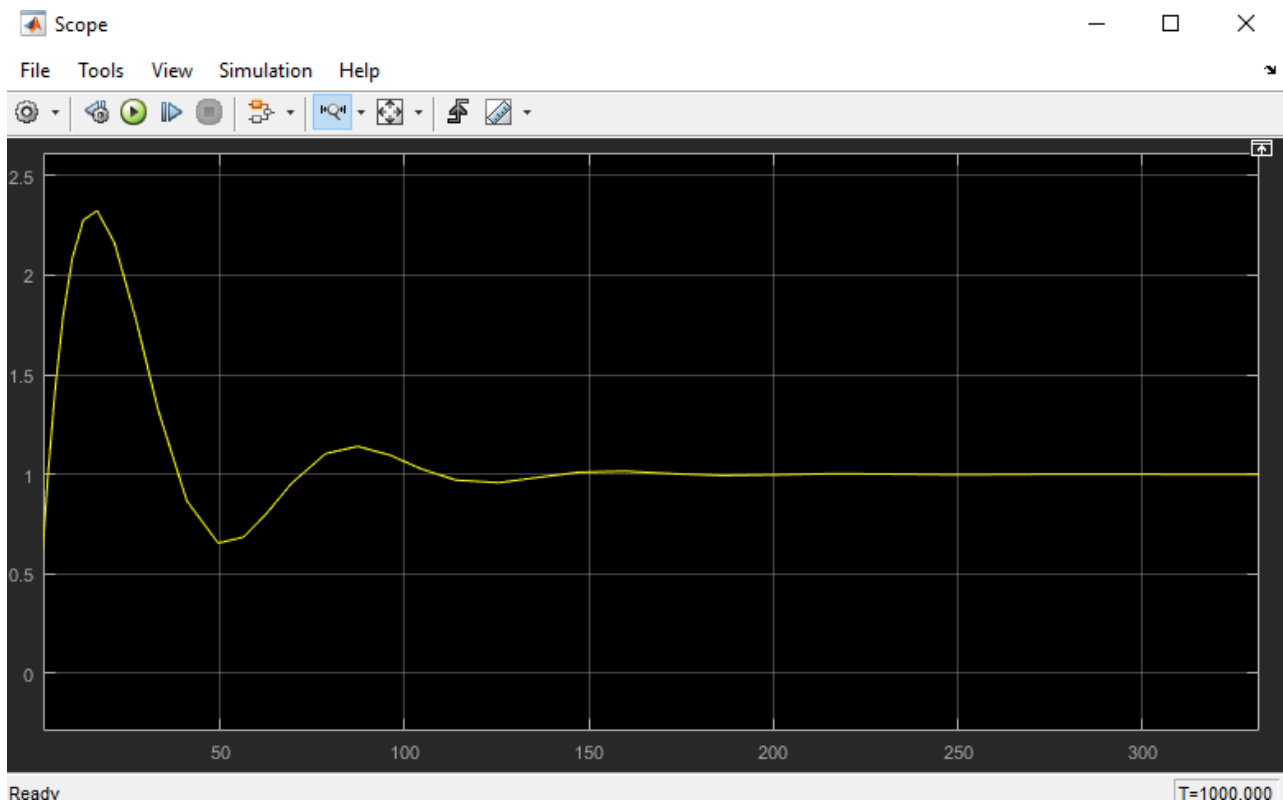


Рис.7.6. Перехідний процес АСР з ПІД-регулятором.

$$\sigma = (A1 - A3) / A1 = (1,3 - 0,2) / 1,3 = 0,846;$$

Висновок: У даному розділі було створено структурну схему АСР для виробництва вершкового масла. Після встановлення коефіцієнтів налаштування регуляторів на блок-схемі та визначення перехідної характеристики для ПІ- та ПІД-регуляторів, було побудовано графіки перехідних процесів. З графіків видно, що найкраще з поставленим завданням впорався ПІД-регулятор, оскільки він має відповідний коефіцієнт згасання та малу динамічну похибку. Робимо висновок, що використання ПІД-регулятора є доцільним у даному випадку.

Висновки

Розробляючи систему автоматизації процесу виготовлення вершкового масла, можна підвищити загальний рівень автоматизації. Це можливо на будь-якому технологічному підприємстві завдяки використанню мікропроцесорної системи управління M241 компанії Schneider Electric, яка необхідна для автоматичної обробки технологічних параметрів, для відображення та запису історії всіх процесів на заводі, а також за рахунок розширення контурів контролю та управління.

Розроблена система автоматизації також дозволить поліпшити техніко-економічні показники за рахунок зниження витрат на енергію і паливо та оптимізації технологічного процесу.

Розроблена система автоматизації відповідає вимогам якості, стійкості, надійності та сучасності, а також є ефективною та доцільною для впровадження завдяки прийнятним умовам роботи.

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

Список використаної літератури

1. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник /В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
2. Ельперін І.В. Промислові контролери. Частина 2 / І.В. Ельперін //К.: НУХТ. – 2012. – 106 с.
3. 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.
4. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін //Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К. – 2013. – 340с.
5. Rosemount 214С . URL:
<https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-214c-temperature-sensors-en-80136.pdf>
6. Vegabar 17. URL : <https://m.vega-rus.ru/products/process-pressure/vegabar17/>
7. Eclipse 705. URL: <https://www.magnetrol.com/ru/products/eclipse-705-volnovodnyy-radarnyy-urovner-gwr>
8. PEM-1000. URL: <https://aplisens.com.ua/data/pdfs/PEM-1000.pdf>
9. Danfoss VLT 2800 . URL:
<http://danfoss.net.ua/products/4285/4385.html>
10. M241. URL: <https://www.se.com/ua/ru/product-range/62129-modicon-m241/>
11. SoMachine. URL: <http://www.eleten.com.ua/SoMachine.html>
12. Zenon SCADA. URL: <https://www.copa-data.com.ua/>

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 76 |