

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Шосткинський інститут

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра системотехніки та інформаційних технологій

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Георгій Худолей

(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»,

(код та назва)

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

освітньо-професійної / освітньо-наукової

((назва програми)

на тему: _____ Система управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру _____

Здобувача групи

СУЗ-01ш

Скробогатько М.І.

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ (підпис)

_____ (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Консультант¹⁾ _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Шостка – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри системотехніки та
інформаційних технологій

_____ Г. М. Худолей

« 16 » квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на бакалаврську роботу

студент Скоробогатько Микита Ігорович

1. Тема проекту Система управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру

Затверджено наказом директора інституту
№ 22-ОД від « 15 » квітня 2024 р.

2. Строк здачі студентом закінченої роботи «01» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до виконання роботи:

_ - завдання кафедри _____

4. Зміст пояснювальної записки:

4.1 Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта управління.

4.2 Вибір каналів управління, сигналізації та блокування.

4.3 Вибір сучасних засобів автоматизації, розробка системи сигналізації та захисту та алгоритмів управління.

4.4 Розрахункова частина.

5. Перелік графічних матеріалів:

5.1. Функціональна схема автоматизації.

7. Календарний план:

№ етапу	Зміст етапу роботи	Строк виконання (початок-кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Підбір та аналіз джерел інформації. Відбір аналогів та прототипів Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта керування.	06.05.2024 - 10.05.2024
2	Вибір каналів управління, сигналізації та блокування. Вибір сучасних засобів автоматизації, розробка системи сигналізації та захисту, вибір алгоритмів управління. Схема автоматизації функціональна. Схеми електричні сигналізації.	11.05.2024 - 18.05.2024
3	Виконання розрахункової частини.	19.05.2024- 26.05.2024
4	Технічне оформлення роботи. Здача роботи керівнику.	27.05.2024 - 02.06.2024

8. Дата видачі завдання 17 квітня 2024 року.

Керівник роботи _____ викладач _____ Грек В.М.
вчені ступень та звання, посада Підпис Прізвище І.П.

Завдання до виконання прийняв:

Студент групи СУ - 01ш _____ Скробогатько М.І.
Підпис Прізвище І.П.

РЕФЕРАТ

Система управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру. Бакалаврська робота. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2024 рік.

Бакалаврська робота містить 57 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 27 рисунків, 6 таблиць; 1 креслення.

Автоматизація виробничого процесу є однією з ключових складових у сучасній промисловості. Вона відіграє важливу роль у забезпеченні ефективності та якості виробництва. Особливо важливою є автоматизація виготовлення харчового жиру, оскільки цей процес вимагає точного контролю та забезпечення стабільних параметрів. Наша розроблена система керування дозволяє зменшити ручне втручання людини в технологічний процес та робить виробництво більш ефективним. Вона спрямована на забезпечення стабільності та якості виробничого процесу, а також на мінімізацію впливу зовнішніх факторів на результат.

Ключові слова: технологічні процеси, системи керування, регулюючі мікропроцесорні контролери, алгоритми керування, регульовані параметри.

SUMMURY

Management system of the technological process of the production of edible fat. Bachelor work. Shostkin Institute of Sumy State University. Shostka, 2024.

The bachelor works contains 57 sheets of explanatory note, including 27 figures, 6 tables; 1 drawing.

Automation of the production process is one of the key components in modern industry. It plays an important role in ensuring the efficiency and quality of production. The automation of the production of edible fat is especially important, since this process requires precise control and the provision of stable parameters. Our developed control system reduces manual human intervention in the technological process and makes production more efficient. It is aimed at ensuring the stability and quality of the production process, as well as at minimizing the influence of external factors on the result.

Keywords: technological processes, control systems, regulating microprocessor controllers, control algorithms, adjustable parameters.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	8
РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	15
РОЗДІЛ 3: ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ.....	27
РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	40
РОЗДІЛ 5 ОПИС ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГА	44
ВИСНОВКИ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	54
ДОДАТКИ	56

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЕОМ – електронна обчислювальна машина

КЗ – котушки запалювання

ОР – об'єкт регулювання

ПІ-регулятор - пропорційно-інтегральний регулятор

ПК – продувочний клапан

ПЛК - програмовано логічний контролер

ПП – первинний перетворювач

Р – регулятор

САР - системи автоматичного регулювання

ВСТУП

Сьогодні, в епоху стрімкого розвитку технологій та постійних змін у виробництві харчових продуктів, ефективне управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру стає надзвичайно актуальною проблемою. Харчовий жир, що отримується з рослинних або тваринних сировин, є невід'ємною складовою багатьох продуктів харчування та має велике значення для харчової промисловості.

Система управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру вимагає комплексного підходу та впровадження сучасних автоматизованих та комп'ютерно-інтегрованих технологій. Вона повинна забезпечувати не тільки високу якість та ефективність виробництва, але й враховувати вимоги щодо безпеки продукції, екологічної стійкості та енергоефективності.

У нашій роботі будуть розглянуті основні етапи виробництва харчового жиру, вимоги до якості продукції, а також принципи та методи управління технологічним процесом. Особлива увага буде приділена аналізу сучасних технологій та програмного забезпечення, придатного для автоматизації та комп'ютерно-інтегрованого управління виробництвом.

Проведення даного дослідження є актуальним і перспективним, оскільки впровадження сучасних технологій управління дозволить підвищити якість продукції, знизити витрати та підвищити загальну ефективність виробництва. В результаті реалізації цієї роботи очікується створення функціональної та ефективної системи управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру, яка відповідатиме сучасним вимогам харчової промисловості.

Актуальність дослідження. Сучасна харчова промисловість стикається з рядом викликів, серед яких важливе місце займає підвищення якості продукції, оптимізація виробничих процесів та зменшення витрат. Одним із ключових напрямків у цьому контексті є вдосконалення систем управління технологічним процесом виготовлення харчових продуктів. Особливо актуальною є проблема управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру, оскільки він є важливою складовою багатьох харчових продуктів і потребує точного контролю під час його виробництва.

Об'єктом дослідження є процес виробництва харчового жиру з використанням різних сировин та технологій.

Предметом дослідження є система управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру з використанням сучасних автоматизованих та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Мета роботи полягає у розробці та дослідженні системи управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру з використанням сучасних автоматизованих та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Основним завданням є аналіз існуючих підходів до управління процесом виготовлення харчового жиру, розробка власної системи управління, її впровадження та тестування на практиці.

РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації

Тваринні жири і жири з птиці являють собою складні суміші, головними компонентами яких є переважно тригліцериди. У невеликих кількостях у жирах є ряд природних домішок (фосфатиди, стерини, вітаміни, пігменти й ін.), а також домішки, що попадають у процесі виділення жирів із сировини (азотисті речовини, вода й ін.). Хімічний склад жирів неоднаковий і залежить від статі, віку, вгодованості, кормів й умов утримування тварини, а також від анатомічного походження жирової тканини. Склад жирів визначає їх фізичні і хімічні властивості, а також харчову цінність. До складу гліцеридів входять насичені жирні кислоти: лауринова, міристинова, пальмітинова, стеаринова, арахідова. Ненасичені кислоти: гексадецинова, олеїнова, ліноленова, арахідинова. Тваринні жири виробляють для харчових і технічних цілей.

Розрізняють м'яку і тверду жиросировину.

До м'якої жиросировини відносять головним чином внутрішню жирову тканину і тільки частково підшкірку, яку з тих або інших причин не залишають при туші (обрізки, відходи при жилуванні м'яса, жир з голів, курдюк й ін.). Харчову обрізь свинячого жиру доцільніше використовувати у виробництві ковбас.

Жир можна виділяти з м'якої і твердої жиросировини виплавою, екстракцією і гідромеханічним методом.

Виплавленням називається виділення жиру нагріванням здрібненої сировини. У м'якій жиросировині жир міститься у жирових клітинах, які органічно зв'язані з дуже міцною міжклітинною речовиною, що складається з колагенових і еластинових волокон. Усередині клітин жир утворює складні колоїдні системи з іншими складовими частинами. Таким чином, для вільного відтікання жиру повинна бути зруйнована колоїдна система, у складі якої знаходиться жир, клітини і міцна міжклітинна структура. Щоб забезпечити ці умови при витопленні жиру з м'якої жиросировини, удаються до механічного руйнування сировини перед витопленням і впливу води, нагрівання або інших факторів під час витоплення.

Підвищення температури жиру супроводжується зменшенням його в'язкості і поверхневого натягу. Завдяки цьому жир порівняно легко відтікає від зруйнованої жирової тканини, дрібні його крапельки зливаються в більш великі й утворюється однорідна жирова фаза, тобто відбувається коалесценція. Жир, мутний на початку витоплення, впродовж коалесценції стає прозорим.

Ступінь руйнування жирової тканини під час витоплення залежить від температури нагрівання і кількості води. Практично повне руйнування клітин і тканини в цілому досягається лише при нагріванні сировини до температури вище 100 °С, однак, якщо цей процес тривалий, якість жиру різко погіршується. При високому ступені руйнування структури жиросировини витягається 96 - 98 % жиру. Залишок жиру в шкварі не перевищує 30 - 50 % до сухої речовини.

При нагріванні в присутності води, що міститься в сировині, або колаген, що додають, при температурі 58 - 60 °С зварюється, а колагенові волокна скручуються і розслаблюються, їхня

міцність зменшується. Частина колагену переходить у глютин, а частина глютину гідролізується. Усе це призводить до руйнування сполучної тканини. Разом з цим утворюється розчин (водний) глютину і продуктів його розпаду, тобто бульйон, концентрація якого залежить від температури і часу нагрівання, а кількість - від вмісту води. Речовини бульйону, що мають емульгуючу дію, утворюють з жиром стійку емульсію. Тому контакт жиру з великими кількостями води, особливо при високих температурах, може бути лише при дуже нетривалому нагріванні - порядку декількох хвилин.

Процес виробництва харчових топлених жирів складається з таких основних стадій (рис. 1.1).



Рис. 1.1 - Функціональна схема виробництва харчових топлених жирів.

До підготовчих операцій відносять: сортування сировини, звільнення її від домішок, транспортування і зважування і, якщо це необхідно, накопичення і здрібнювання.

Загальна тривалість процесу виробництва харчових жирів в апаратах періодичної дії, навіть при найбільш досконалій його організації, досягає 6-8 год. Виробництво жирів у цих апаратах пов'язане зі значними витратами праці на допоміжні операції. Вихід жиру за умови висушування і знежирення шквари пресуванням не перевищує 92 - 95 % до вмісту його в сировині. Від 13 до 68 % отриманого жиру має знижену сортність, тому що значна частина жиру залишається в шкварі (сирою), звідки її необхідно добути при більш жорсткому режимі. Подолати тією чи іншою мірою недоліки, що властиві апаратам періодичної дії, вдасться при переробці жиросировини в апаратах безперервної дії [9].

На технологічній лінії виплавлення тваринного жиру (рис. 1.1) виконуються такі операції: подрібнення сировини, розплавлення, відокремлення шкварки від жиру, її очищення від жиру і поділ.

Витоплення жиру з жиросировини може здійснюватися як в апаратах періодичної дії, так і безперервної. Апарати (котли) періодичної дії використовуються, в основному, для витоплення жиру з кістки.

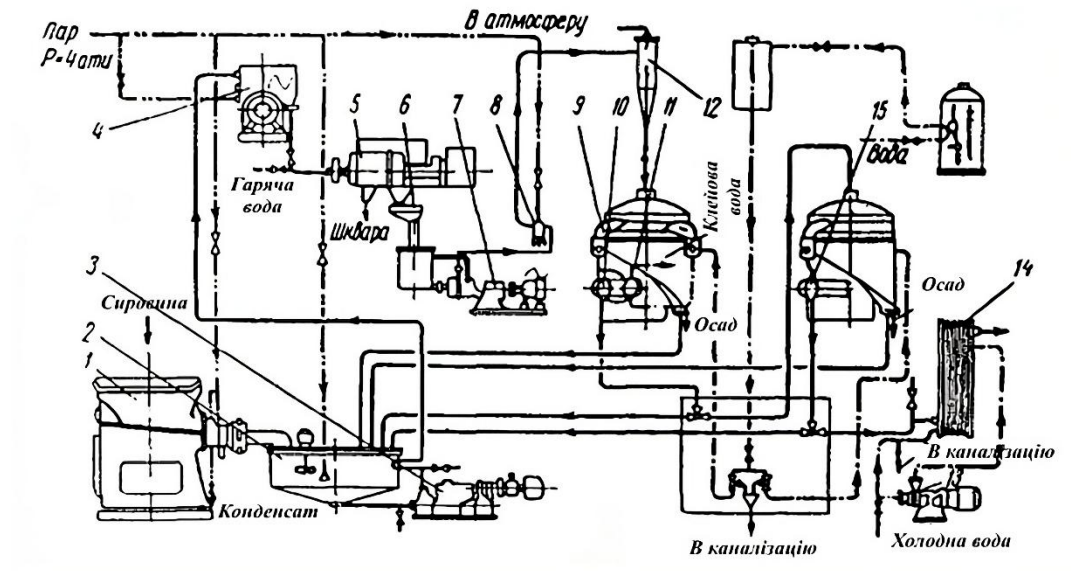


Рис. 1.1 – Схема технологічної лінії виплавлення жиру:

1 - вовчок; 2 - розплавлювач; 3, 7, 10, 13, 15 - насоси; 4 - щітковий дезінтегратор; 5 - відстійна центрифуга безперервної дії; 6 - сито; 8 - підігрівай; 9 - сепаратор-пурифікатор; 11 - патрубок; 12 - дезодоратор; 14 - пластинчатий теплообмінник

При безперервно поточній організації виробництва харчових тваринних жирів методом витоплення досягається більш повне руйнування жирової тканини і клітин, інтенсифікація процесів прогріву жиросировини і повнота відділення жиру від білкової частини жирової тканини. Досягти необхідного ступеня руйнування сирової жирової тканини здрібнюванням перед витопленням неможливо внаслідок її великої міцності й особливостей її механічних властивостей. В умовах безперервної дії необхідний ступінь руйнування жиросировини досягається тим або іншим шляхом у процесі витоплення, коли міцність жирової тканини різко знижується в результаті зварювання колагену, що викликано нагріванням.

Установка для безперервного виробництва жирів складається з таких основних елементів: пристрою для здрібнювання жиросировини, апарата для його прогріву, пристрою для додаткового руйнування основної маси шквари або шламу від жиру, пристосування для видалення пахучих домішок з жиру (дезодорації), апарата для очищення жиру від води і залишків шквари (фузи), апарату для охолодження жиру й автомата для розливання жиру в тару й упакування. Продуктивність кожного елемента установки повинна відповідати загальній продуктивності.

Транспортування жиромаси та жиру на лінії виплавлення механізоване.

В цьому розділі розглядається раціональна схема системи автоматичного контролю, регулювання та управління, яка відповідає основним принципам організації виробництва, машинно-апаратній системі та особливостям технологічного процесу. Використання цієї схеми дозволяє досягти високих техніко-економічних показників виробництва.

Розроблений ВНІМІП варіант автоматизації процесу виплавлення тваринного жиру базується на програмному дистанційно-зблокованому управлінні обладнанням.

Технологічний процес виготовлення харчового жиру має свої особливості, які вимагають точного контролю і ефективного управління. У даному розділі ми розглянули ключові аспекти технологічної лінії виплавлення жиру та проаналізували різні методи виробництва.

Апарати періодичної дії, такі як котли, добре відомі за використанням у виробництві харчових жирів, але вони мають свої обмеження, зокрема, у витраті часу та праці, а також у втраті жиру. Безперервні технології дозволяють оптимізувати ці процеси, забезпечуючи більшу ефективність та економічність виробництва.

Важливим етапом у виробництві є технологічний контроль і автоматизація. Раціональна схема системи автоматичного контролю, регулювання та управління, розроблена ВНІМІП, дозволяє досягти високих техніко-економічних показників виробництва, забезпечуючи стабільність процесу та високу якість продукції.

Програмне дистанційно-зблоковане управління обладнанням відповідає сучасним вимогам технологічного виробництва, дозволяючи забезпечити ефективне керування та моніторинг технологічного процесу.

В подальших розділах ми розглянемо детально роботу системи автоматизації управління технологічним процесом виробництва харчового жиру, щоб продемонструвати можливості та переваги цього підходу.

1.2. Призначення та характеристики об'єкта

Технологічний процес виготовлення харчового жиру вимагає точного контролю і ефективного управління, щоб забезпечити високу якість продукції. У цьому розділі розглядається розробка завдання на систему автоматизації лінії виплавлення тваринного жиру.

Функціональна схема автоматизації лінії виплавлення тваринного жиру передбачає контроль витрати гарячої води та жиру, регулювання співвідношення витрат гарячої води та жиру, контроль і регулювання температури жиромаси у розплавлювачі та в накопичувачах, рівня жиромаси в накопичувачах, витрати гарячої води, що надходить в підігрівачі, та вологості жиромаси на виході з сепаратора. Рівень жиромаси в накопичувачі контролюється і регулюється автоматичною системою, що складається з датчика рівня, який має модель, перетворювача типу УБ-ІІ2, що регулює блок і вторинного приладу типу ПВ4.2П. Виконавчим механізмом є мембранний клапан типу 2532.

Контроль і регулювання рівня жиромаси в накопичувачах здійснюється системами, аналогічними описаним. Температура жиромаси в накопичувачі, яка повинна становити 120 °С, контролюється і регулюється системою, що складається з датчика температури типу РТ-100, пропорційно-інтегрального регулятора типу PID-36, вторинного приладу типу реле зворотного зв'язку і регульованого мембранного клапана. Контроль і регулювання витрати гарячої води, що надходить для підігріву жиромаси в підігрівач, здійснюється приладом і регулятором, аналогічними описаним.

Вологість у жирі після сепаратора №3 контролюється і регулюється електронним вологоміром типу ЕВ-59, який має в комплекті датчик ємнісного типу, розміщений на трубопроводі після сепаратора №3, перетворювачем і виконавчим механізмом. При виявленні вмісту вологи в товарному жирі вище допустимого рівня, активується звукова сигналізація. В результаті автоматизації лінії виплавлення тваринного жиру підвищується продуктивність праці, поліпшується організація та координація управління, підвищується економічна ефективність виробництва, удосконалюються умови праці обслуговуючого персоналу, і забезпечується висока якість одержуваного жиру.

У даному розділі представлено огляд та аналіз основного обладнання, яке використовується на технологічній лінії виплавлення харчового жиру. Для кращого розуміння роботи лінії та її ефективності було проведено детальне вивчення параметрів кожного компонента. Нижче наведено основні характеристики кожного обладнання та їх аналіз [9].

Таблиця 1.1 - Параметри обладнання для технологічної лінії виплавлення жиру

№ п/п	Машина, апарат, агрегат	Кількість об'єктів	Параметр, місце відбору імпульсу	Значення параметру, допустимі відхилення	Система автоматизації			Місце контролю, регулювання та керування
					Вид системи автоматизації	Характер контролю, регулювання, управління	Додаткові вимоги: сигналіз.	
1	Плавильна установка АВЖ-25	1	Витрата гарячої води, л/год	600 ± 50	ІСВ, АСК	Показання, запис, сигналізація	Світлова, звукова	Операторська панель АРМ
					Регулювання	Автоматична і ручна стабілізація	Діяння на витрату гарячої води	Операторська панель АРМ
2	Центрифуга НОГШ	1	Температура, °С	95 ± 5	АСК	Показання, запис сигналізація	Світлова, звукова	Операторська панель АРМ
					АСР	Автоматичне, ручне, дистанційне, стабілізація	Діяння на витрату пари	Операторська панель АРМ
			Витрата жиру, л/год	2000 ± 200	АСК	Показання, запис сигналізація	Світлова, звукова	Операторська панель АРМ

3	Накопичувач жиру 1	1	Рівень в апараті,%	70±10	АСК	Показання, запис сигналізація	Світлова, звукова	Операторська панель АРМ
			Температура, °С	115 ± 5	АСР	Автоматичне, ручне, дистанційне, стабілізація	Діяння на витрату жиру в апарат	Операторська панель АРМ
					ІСВ, АСК	Показання, запис, сигналізація	Світлова, звукова	Операторська панель АРМ
			Регулювання	Автоматична і ручна стабілізація	Діяння на витрату крижаної води	Операторська панель АРМ		
4	Сепаратор 1	1	Швидкість обертів вала двигуна мішалки, об/хв..	50± 5	Регулювання	Автоматична і ручна стабілізація	Діяння на витрату компоненті в	Операторська панель АРМ
5	Підігрівач 1	1	Витрата гарячої води, л/год	100 ± 20	Регулювання	Автоматична і ручна стабілізація	Діяння на витрату гарячої води	Операторська панель АРМ
6	Накопичувач жиру 2	1	Рівень в апараті,%	75±10	АСК	Показання, запис сигналізація	Світлова, звукова	Операторська панель АРМ
			АСР	Автоматичне, ручне, дистанційне, стабілізація	Діяння на витрату жиру в апарат	Операторська панель АРМ		
		Температура, °С	125 ± 5	ІСВ, АСК	Показання, запис, сигналізація	Світлова, звукова	Операторська панель АРМ	
				Регулювання	Автоматична і ручна стабілізація	Діяння на витрату крижаної води	Операторська панель АРМ	
7	Сепаратор 2	1	Швидкість обертів вала двигуна мішалки, об/хв..	60± 5	Регулювання	Автоматична і ручна стабілізація	Діяння на витрату компоненті в	Операторська панель АРМ
8	Підігрівач 2	1	Витрата гарячої води, л/год	50 ± 10	Регулювання	Автоматична і ручна стабілізація	Діяння на витрату гарячої води	Операторська панель АРМ

9	Накопичувач жиру 3	1	Рівень в апараті, %	65±10	АСК	Показання, запис сигналізація	Світлова, звукова	Операторська панель АРМ
					АСР	Автоматичне, ручне, дистанційне, стабілізація	Діяння на витрату жиру в апарат	Операторська панель АРМ
					АСК	Ручне дистанційне і автоматичне	Повернення молока на повторну пастеризацію	Операторська панель
		1	Температура, °С	135 ± 5	ІСВ, АСК	Показання, запис, сигналізація	Світлова, звукова	Операторська панель АРМ
					Регулювання	Автоматична і ручна стабілізація	Діяння на витрату крижаної води	Операторська панель АРМ
10	Сепаратор 3	1	Швидкість обертів вала двигуна мішалки, об/хв..	70± 5	Регулювання	Автоматична і ручна стабілізація	Діяння на частотний перетворювач двигуна	Операторська панель АРМ
			Вологість жиру на виході, %	35± 5	Регулювання	Автоматична і ручна стабілізація	Діяння на витрату жиру в сепаратор	Операторська панель АРМ

Проводячи аналіз технологічної лінії виготовлення харчового жиру та її управління, необхідно забезпечити, щоб система управління дозволяла та забезпечувала наступне:

1. Ефективне регулювання параметрів: Система управління повинна дозволити ефективно контролювати та регулювати параметри технологічного процесу, такі як температура, вологість, витрати реагентів тощо.
2. Забезпечення стабільності та якості продукції: Система управління повинна забезпечувати стабільність та високу якість виробленого жиру, дотримуючись встановлених стандартів та параметрів.
3. Автоматизація процесу: Потрібно забезпечити автоматизований контроль та регулювання технологічного процесу, що дозволить підвищити продуктивність та ефективність виробництва.

РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Аналіз технологічного процесу

Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів та регулюючих органів

Підготовка до автоматизації технологічного процесу виготовлення харчового жиру включає вибір і обґрунтування використання різноманітних технічних засобів. У данному розділі розглядається важливість цих засобів для досягнення високої ефективності та якості виробництва.

Температура

Температуру в промисловій термометрії визначають за допомогою двох основних методів вимірювання:

1. Контактний метод передбачає використання первинного вимірювального перетворювача, який знаходиться у прямому контакті з вимірювальним середовищем.
2. Безконтактний метод використовується в пірометрах, де температура визначається за тепловим електромагнітним випромінюванням нагрітих тіл.

За допомогою контактного методу проміжний пристрій безпосередньо контактує з вимірювальним середовищем, вимірюючи температуру в точці контакту. Цей метод зазвичай застосовується для вимірювання температури рідин, газів або твердих речовин, зокрема в парових котлах або спекотних печах.

У безконтактному методі, пірометри вимірюють температуру шляхом аналізу теплового випромінювання, яке емітується нагрітим тілом. Цей метод корисний у випадках, коли вимірювальний об'єкт занадто гарячий або знаходиться у важкодоступному місці, де важко забезпечити контактні вимірювання.

Згідно з основними методами вимірювання температури, термометри класифікуються наступним чином:

1. Контактні термометри:
Термометри розширення: до них відносяться рідкі скляні, ділатометричні та біметалеві термометри з діапазоном вимірювання від -200 до $+600^{\circ}\text{C}$ та від -150 до $+700^{\circ}\text{C}$ відповідно. Принцип їхньої роботи полягає в зміні об'єму рідини або лінійних розмірів твердих тіл зі зміною температури.
2. Манометричні термометри: використовуються в термометрах з діапазоном від -200 до $+1000^{\circ}\text{C}$. Вони базуються на зміні тиску газу, рідини або пари в закритому об'ємі при зміні температури.
3. Термометри опору використовують залежність електричного опору провідників та напівпровідників від температури. Вони поділяються на наступні типи: а) Металеві термометри (від -260 до $+1100^{\circ}\text{C}$). б) Напівпровідникові термометри ($-275\dots+600^{\circ}\text{C}$).

4. Термоелектричні термометри (термопари) використовуються в діапазоні температур (-200...+2200 °С) і ґрунтуються на зміні термоелектрорушійної сили (ТЕРС) у ланцюгу під час нагрівання з'єднання двох різнорідних металів.

Безконтактні (пірометри) поділяються на: а) квазімонохроматичні (700...10000° С); б) спектрального відношення (300...2800 °С); в) повного випромінювання (-50...3500 °С).

Принцип дії пірометрів полягає в використанні яскравості горіння або сумарного теплового випромінювання під час нагрівання тіла. Вибір того чи іншого методу та типу залежить від багатьох факторів, серед яких основні:

- а) межі випромінювання температури;
- б) точність вимірювання;
- в) склад і властивості середовища вимірювання.

Оцінка методів для їх можливого використання в проекті.

Поглянемо детальніше на кожен метод вимірювання та оберемо найбільш оптимальний для цього випадку.

Скляні рідинні термометри

Термометри на основі рідини в скляному корпусі працюють за принципом вимірювання температури за різницею коефіцієнтів об'ємного розширення матеріалу оболонки корпусу термометра та рідини, яка в ньому міститься, і що змінюється залежно від температури.

Переваги скляних рідинних термометрів полягають у їхній простоті конструкції, невисокій вартості та достатній точності. Однак вони мають свої недоліки, такі як відсутність можливості дистанційної передачі та реєстрації показів, значна теплова інерційність, не зручність зняття показів та невисока механічна міцність, що обмежує їх використання в технологічних вимірюваннях.

Висновок полягає в тому, що відсутність можливості дистанційної передачі робить неможливим регулювання температури в певних ділянках. Оскільки вихідний сигнал в діапазоні 4-20 мА необхідний для подальшої обробки на локальних регуляторах, цей метод вимірювання не може бути використаний.

Манометричні термометри

Манометричні термометри працюють за принципом механічного переміщення пружного чутливого елемента в закритій герметичній системі від зміни тиску газу, об'єму рідини або тиску насиченої пари в залежності від вимірюваної температури.

Манометричні термометри відрізняються простотою конструкції, можливістю дистанційної передачі показів і автоматичного запису. Однією з важливих переваг є їхня застосовуваність в пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях. Проте серед недоліків слід відзначити складність ремонту при розгерметизації системи, обмежену відстань дистанційної передачі і у багатьох випадках великі розміри термобалона. Газові і рідинні манометричні термометри мають клас точності 1, 1,5 і 2,5, а парові – 1,5, 2,5 і 4.

Висновок полягає в тому, що манометричні термометри мають низький клас точності, їх монтаж на трубопроводах та апаратах досить складний, і ймовірність розгерметизації газового

балону під час експлуатації досить висока. Отже, цей метод вимірювання не може бути використаний [13].

Термоелектричні термометри

Принцип термоелектричних термометрів (термопар) ґрунтується на ефекті виникнення електрорушійної сили (ЕРС) в замкнутому ланцюгу, який складається з різномірних провідників.

Переваги термопар: висока точність вимірювання значень температури (до $\pm 0,01$ °С), великий температурний діапазон виміру: від -250 °С до 2500 °С, простота, доступність, надійність.

Недоліки:

- Для отримання високої точності вимірювання температури (до $\pm 0,01$ °С) необхідне індивідуальне градування термопар.
- На показання впливає температура вільних кінців, на яку необхідно вносити поправку. У сучасних конструкціях вимірювачів на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних з'єднань за допомогою вбудованого термістора або напівпровідникового сенсора і автоматичне введення поправки до вимірної ТЕРС.
- Ефект Пельтьє (при знятті показів необхідно виключити протікання струму через термопару, оскільки струм, що протікає через неї, охолоджує гарячий з'єднувальний спай і нагріває холодний).
- Залежність ТЕРС від температури значно нелінійна. Це створює труднощі при розробці вторинних перетворювачів сигналу.
- Виникнення термоелектричної неоднорідності в результаті різких перепадів температур, механічних напруг, корозії і хімічних процесів у провідниках призводить до зміни градувальної характеристики і похибок до 5 К.
- На великій довжині термопарних і подовжувальних проводів може виникати ефект "антени" внаслідок існуючих електромагнітних полів.

Висновок: Діапазон вимірювання занадто великий (до 2000 °С), що може призводити до похибок вимірювань при великій довжині термопарних і подовжувальних проводів. Даний метод вимірювання може бути використаний як альтернатива наступному.

Термометри опору Принцип дії термометрів опору ґрунтується на властивості провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір R в залежності від зміни їхньої температури t .

Переваги:

- Висока точність вимірювань (зазвичай близько $\pm 0,1$ °С)
- Висока надійність при використанні 4-х провідної схеми вимірювань
- Простота конструкції
- Простота монтажу

Недоліки:

- Низький діапазон вимірювань (у порівнянні з термопарами)
- Не можуть вимірювати високі температури

Висновок: Висока точність, простота в конструкції та стійкість до агресивних середовищ є визначальними факторами у виборі вимірювального перетворювача. У даному дипломному проекті термометри опору є найбільш оптимальними засобами для вимірювання температури.

Вибір первинного вимірювального перетворювача та вторинного приладу

Принцип дії первинного вимірювального перетворювача (ПВП).

Розглянемо вибір першого вимірювального перетворювача (ПВП) і другого пристрою (ВП) та принцип роботи ПВП.

Останнім часом виробляються мідні термометри типу ТСМУ з нормативними перетворювачами, розміщеними у їхніх головках, а також аналогічні платинові ТСПУ, з уніфікованими вихідними сигналами (4-20 мА). Ці датчики відомі як інтелектуальні датчики.

Один з найсучасніших інтелектуальних датчиків останнього покоління - вимірювальний перетворювач температури ТСМУ 274. Конфігурований ТСМУ 274 - це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та термометром опору Pt100. Його призначення - індикація та контроль температури на технологічній лінії на місці, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань [12].

Вимірювальний перетворювач температури ТСМУ 274 поєднує три компоненти в одному пристрої:

- термометр опору Pt100 у захисній трубці з нержавіючої сталі;
- корпус з нержавіючої сталі з високим класом захисту;
- вбудований і конфігурований за допомогою трьох клавіш мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рідинно-кристалевим дисплеєм (РКД). Вхід: вимірювана величина - температура в діапазоні від $-50...+200^{\circ}\text{C}$. Вихід: уніфікований сигнал $4...20\text{ mA}$ по дротам живлення. Абсолютна похибка при температурі навколишнього середовища в межах $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ складає: менше $\pm(0,45^{\circ}\text{C} + 0,2\%$ від верхньої межі налаштованого діапазону).

Принцип дії ПВП

Принцип дії ПВП базується на властивості провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір R у залежності від зміни їхньої температури t . У загальному вигляді: $R = f(t)$. Ця властивість металів характеризується температурним коефіцієнтом опору (ТКО), який визначається як відношення приросту опору провідника, що виготовлений із цього металу, до приросту температури, що призвела до його нагрівання та зміни електричного опору, та опору провідника R . В загальному вигляді ТКО при малих приростах температури визначається залежністю:

$$\alpha = \frac{dR}{Rdt} \left(\frac{1}{^{\circ}\text{C}} \right).$$

Для провідників (металів) температурний коефіцієнт опору (ТКО) додатний, що означає, що їхній опір зростає зі збільшенням температури. Перетворювачі, які виготовлені з металевого дроту, називаються терморезисторами. У напівпровідників, навпаки, ТКО від'ємний, і їхній опір

зменшується зі збільшенням температури. Перетворювачі, що виготовлені з напівпровідникових матеріалів, називаються термісторами. Такі термістори часто використовуються в ситуаціях, де потрібно точне регулювання температури або вимірювання температурних змін.

Рівень

Для вимірювання рівня в даному дипломному проєкті використовується радарний рівнемір Sitrans LR200.

SITRANS LR 200 - це дводотовий імпульсний радар для вимірювання рівня рідин у відстійниках та простих робітниках резервуарів.

Особливості:

- Має цілісну стрижневу поліпропіленову антену як стандарт.
- Простий в монтажі та введенні в експлуатацію.
- Програмування за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора або SIMATIC PDM.
- Можливість комунікації через HART® або PROFIBUS PA.
- Використання запатентованого Sonic Intelligence® для обробки сигналу.
- Дуже висока збродостійкість.
- Автоматична фільтрація заважає відбиттям від жорстких вбудованих деталей.
- Є різні фланці, рупорні та хвильові опції антени.

Оригінальний дизайн SITRANS LR 200 дозволяє просте програмування за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора. Навіть у Ex-зоні не потрібно відкривати кришку корпусу. Крім того, пристрій має вбудовану алфавітно-цифрову індикацію на чотирьох мовах. Стандартна антена SITRANS LR 200 це ціла поліпропіленова стрижнева антена. Вона пропонує високу хімічну стійкість і є герметичною. У інших пристроях для перевірки хімічної сумісності необхідно враховувати кілька матеріалів, а також ущільнення між матеріалами. Ціла антена має вбудований внутрішній екран, який запобігає перешкоді від монтажних штуцерів.

Просте налаштування та програмування: для основних функцій достатньо двох параметрів. Електроніка розміщена в поворотному корпусі. Він може бути повернутий для полегшення підключення та оптимальної оглядовості індикації вимірюваного значення після монтажу [3].

SITRANS LR 200 має запатентовану технологію Sonic Intelligence® для обробки сигналу, що забезпечує найвищу надійність. Розміри пристрою та його креслення показано на рис. 2.1.

Вибір засобів автоматизації ґрунтується на характеристиках контрольованого середовища, діапазоні зміни контрольованого параметра, технологічних обмеженнях стосовно використання електричних пристроїв у вибухонебезпечних приміщеннях та використанні аналогічних приладів, які вже експлуатуються на інших дільницях заводу.

Для вибору технічних засобів, виконавчих механізмів та регулюючих органів необхідно врахувати та детально проаналізувати вищезазначені параметри. На основі цього аналізу обираємо технічні засоби та устаткування, середовище їх застосування, функціональні можливості тощо.

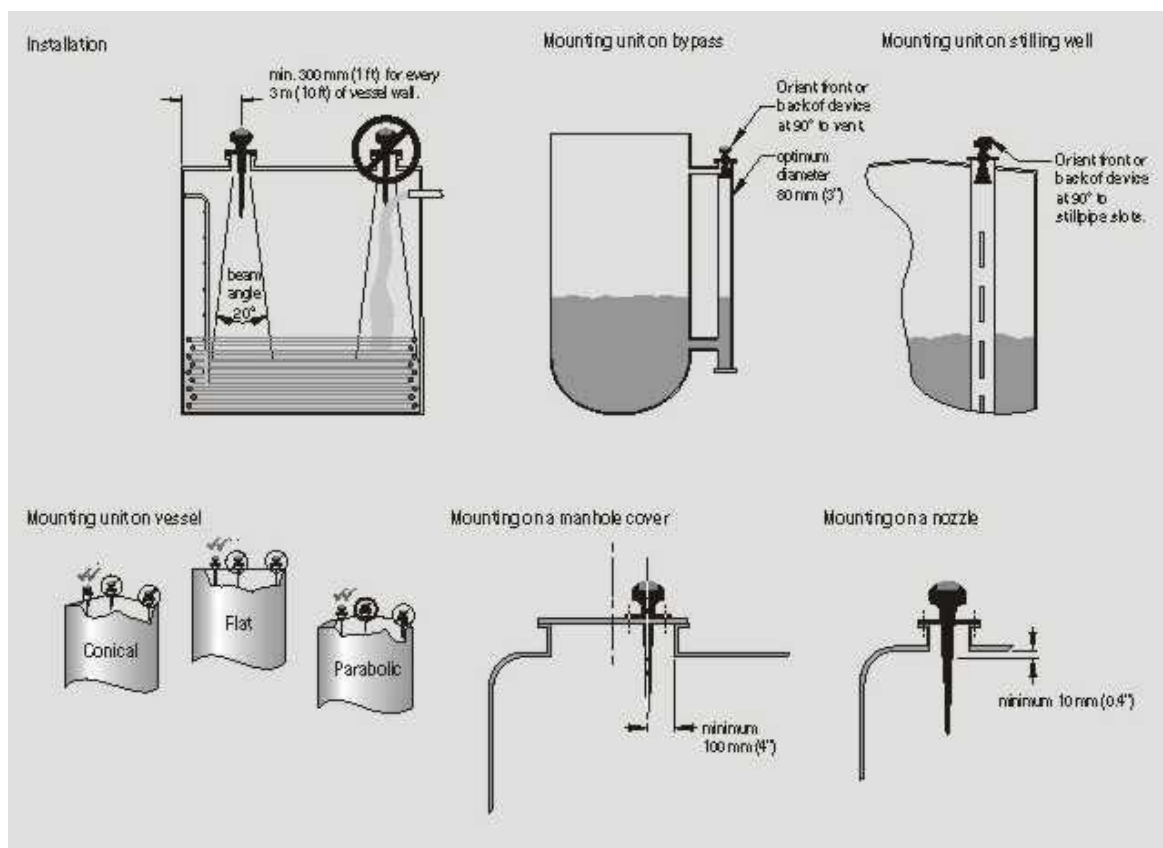


Рис. 2.1 - Установка SITRANS LR 200

Будь-які вимірювання фізичних величин здійснюються за допомогою певного методу, який втілюється у відповідному засобі вимірювань. Засіб вимірювання (ЗВ) - це загальне поняття для конструктивно закінчених пристроїв, що мають один із трьох знаків:

- генерують сигнал, який несе інформацію про розмір (значення) вимірюваної фізичної величини (ФВ), наприклад, покази термометра;
- або відтворюють ФВ заданого розміру;
- або мають нормовані метрологічні характеристики.

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

Для досягнення поставленої мети та забезпечення взаємодії устаткування використовуємо мікропроцесорний контролер Modicon M340, який представляє собою мікропроцесорний пристрій з архітектурою, оптимізованою для вирішення завдань автоматизованого керування технологічними процесами. Він може працювати як у складі комп'ютерно-інтегрованої системи керування, так і як автоматичний технічний засіб, який розв'язує комплекс завдань логічного керування та регулювання, надаючи та документуючи інформацію про процес керування.

Для вимірювання температури використовуємо термометри з опором, що базується на властивості провідників та напівпровідників змінювати свій електричний опір при зміні їх температури. Температурний коефіцієнт електричного опору провідників (металів) позитивний, а для напівпровідників - від'ємний. Для вимірювання температури використовуємо термоперетворювачі опору ДТС 035Л-50М.0,5.120.И(2) з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА

та напругою живлення 24DC, діапазон вимірювання становить від 0 до +150°C, точність - клас 0,5. Захист від впливу вологи та пилу відповідає стандарту IP65.

Для використання пневматичних органів регулювання ми застосовуємо електропневматичні перетворювачі, щоб перетворити стандартний вихідний сигнал контролера 4-20 мА на пневматичний сигнал з номінальним тиском від 20 до 100 кПа. Цього досягаємо за допомогою електропневматичного перетворювача ЕП 3211. Номінальний тиск подачі повітря становить -140 кПа. Для очищення повітря рекомендується використовувати фільтри. Витрата подачі повітря для перетворювача в режимі спокою не перевищує 2 літри на хвилину.

Для регулювання температури молока ми використовуємо пневматичний клапан Метран 8560 з нормально закритим 2-х ходовим (1 вхід та 1 вихід, який може бути або нормально відкритим, або закритим) клапаном з пневмоприводом. Клапан підключається до магістралі за допомогою різьбового з'єднання G 1/8. Діаметр - 15-55 мм. Пневматичний клапан змінює свій стан при зміні тиску управляючого середовища. Він працює при перепаді тиску від 0 до 1,6 МПа. Тип конструкції - кутовий поршень. Робочий діапазон навколишнього середовища від -30 до 60 °С. Корпус клапана - бронзовий, контактні елементи - латунні.

Вологість

Вологість повітря, газів, твердих та сипких матеріалів необхідно контролювати під час різних технологічних процесів, а також під час зберігання продуктів у складських приміщеннях та холодильних камерах.

Вміст вологи в газовому середовищі характеризується абсолютною або відносною вологістю. Абсолютна вологість газового середовища - це масова кількість (концентрація) водяної пари, що міститься в 1 м³ газового середовища. Одиниці вимірювання абсолютної вологості: кг/м³ або г/м³.

Відносна вологість газового середовища (ψ ,%) або ступінь його насичення - це відношення абсолютної вологості газового середовища M_A певного об'єму до масової концентрації (кількості) водяної пари M_H , яка насичує це середовище за даної температури.

$$\psi = \frac{M_A}{M_H} 100\% \quad (2.1)$$

Для вимірювання вологості газових середовищ найчастіше використовуються три методи: сорбційний, точки роси та психрометричний.

Суть сорбційного методу полягає у використанні властивості деяких речовин з пористою структурою поглинати вологу з навколишнього газового середовища на їхню поверхню. Ця поглинута волога знаходиться у стані рівноваги з вологою в середовищі, що контролюється за вологістю. Кількість води, яка адсорбується на поверхні такого пористого вологопоглинаючого матеріалу ПВП, збільшується зі зростанням вологості газового середовища. Одночасно з цим, змінюються механічні, електричні, масові, кольорові та інші властивості матеріалу (сорбента), з якого виготовлений [9].

Серед сорбентів використовуються пористе скло, кварц, оксидні алюмінієві плівки, плівки з йодистого срібла, кадмію чи свинцю, або спеціальні ПВП, наповнені насиченим розчином

хлористого літію (рис.2.2). На схемі чутливого елемента сорбційно-електролітичного вологоміра, насиченого розчином хлористого літію, показано наступне.

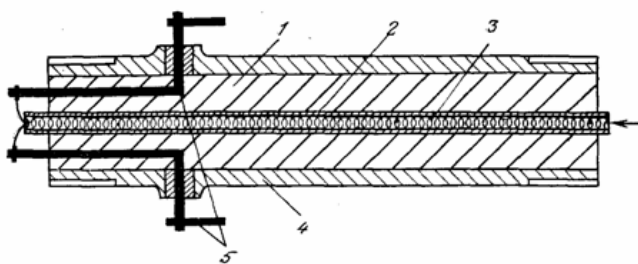


Рис. 2.2 – Схема електролітичного гігрометра

Принцип роботи перетворювача базується на зміні його електричного опору в залежності від вологості повітря та електропровідності шару, що насичений розчином хлористого літію. Чутливий елемент вологоміра складається з корозійностійкої сталеві трубки, покритої шаром скловати, насиченої розчином хлористого літію. У складі елемента вбудовані два спіральні-намотані електроди, до яких подається живлення від понижувального трансформатора. Розчин хлористого літію є провідником, тому по поверхні чутливого елемента протікає струм і відбувається його нагрівання. При випаровуванні води з розчину опір зростає, струм зменшується, що призводить до зниження температури перетворювача. Хлористий літій знову поглинає вологу з навколишнього простору, що збільшує електропровідність перетворювача та температуру. Після кількох таких коливань система перетворювача доходить до стабільного стану, що відповідає певній температурі. Ця температура, пропорційна вологості навколишнього середовища, вимірюється малоінерційним термометром, розміщеним усередині трубки і підключеним до вимірювального пристрою.

У промисловості виробляються сорбційно-електролітичні вологоміри типу БВ-4 з уніфікованим сигналом 0—5 мА. У даному проекті використовується ємнісний датчик вологості ДВТ-02.

Застосування: для вимірювання відносної вологості та температури повітряного середовища.

Технічні характеристики датчика вологості і температури (ДВТ):

- Тип емпіричного елемента: НН;
- Вихідний сигнал: 4 ... 20 мА, 0 ... 10 В, RS485, послідовний 2-хпроводний інтерфейс I2C;
- Діапазон відносної вологості: від 0 до 100% (без конденсату);
- Діапазон температури: від 0 до 60 °С (для НН), від -20 до 60 °С (для SHT);
- Клас точності по відносній вологості: в діапазонах 0 ... 10% - 6; 10 ... 89% - 3; 89 ... 93% - 4; 93 ... 100% - 8 (для НН);
- Клас точності по температурі (лише для ДВТ): 1,0;
- Зовнішнє живлення: від 15 до 24 В постійного струму.

Конструктивні особливості: модель занурення. Емпіричний чутливий елемент захищений мікропористим повітропроникним фільтром і не вимагає обслуговування. Плата перетворення

вбудована в пластиковий корпус з класом захисту IP65. Можливе виготовлення датчика з різьбовим з'єднанням M20x1,5 (модель -08а), як зображено на рис 2.3.

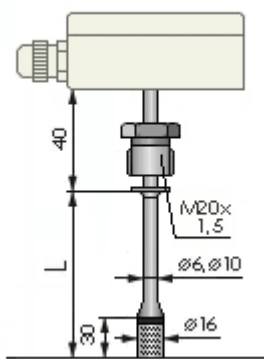


Рис. 2.3 - Зовнішній вигляд вологоміра ДВТ-02

У рамках аналізу технологічного процесу виготовлення харчового жиру було визначено, що система автоматизації вимагає відповідних технічних засобів для забезпечення ефективного та якісного виробництва.

Вимірювання та регулювання температури, рівня та вологості є критичними для забезпечення стабільності технологічного процесу. Вибір правильних перетворювачів та пристроїв дозволяє досягти необхідної точності вимірювань та забезпечує ефективне управління процесом виготовлення харчового жиру.

Таким чином, система управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру потребує використання сучасних технічних засобів, які забезпечують точне вимірювання та ефективне регулювання параметрів процесу [10].

2.2 Схема автоматизації

Функціональна схема автоматизації (ФСА) для відділення виплавлення жиру включає в себе різноманітне обладнання для контролю та регулювання основних технологічних параметрів.

Витрата

Функціональна схема автоматизації (ФСА) для відділення виплавлення жиру включає різноманітне обладнання для контролю та регулювання основних технологічних параметрів. Тут подано перефразований опис з врахуванням використання обладнання:

Для контролю та регулювання витрати гарячої води в підігрівачах 1 та 2 використовується обладнання. Вимірювання витрати відбувається за допомогою первинного вимірювального перетворювача Sitrans FM 1100, і сигнал подається на вторинний перетворювач - індукційний витратомір Sitrans FM MAGG 6000.

Отриманий сигнал 4-20 мА відправляється на модуль аналогових входів МПК, де порівнюється з заданим значенням. Якщо є розбіжність, сигнал з модуля аналогових виходів МПК відправляється на електро-пневмоперетворювач SAMSON 6111, а з нього - пневматичний сигнал на

пневмоклапан Samson 3310/BR31. Цей клапан встановлений на трубопроводі подачі і змінює положення поворотного регулюючого органу в межах 0...100%.

Температура

Регулювання температури відбувається в розплавлювачі, підігрівачі, сепараторі, дезатораторі, накопичувачі жиру.

Для вимірювання температури використовується термометр опору Sitrans TF2. Отриманий сигнал 4-20 мА передається на модуль аналогових входів МПК, де порівнюється з заданим значенням. У разі відхилень сигнал з модуля аналогових виходів МПК подається на електро-пневмоперетворювач SAMSON 6111, а з нього - пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310/BR31, що встановлений на трубопроводі подачі і змінює положення поворотного регулюючого органу в межах 0...100%.

Рівень

Для вимірювання рівня використовуються накопичувачі 1-3, а вимірювання проводиться за допомогою радарних рівнемірів Sitrans LR200. Отриманий сигнал 4-20 мА подається на модуль аналогових входів МПК, де порівнюється з заданим значенням. У разі розбіжностей сигнал з модуля аналогових виходів МПК подається на електро-пневмоперетворювач SAMSON 6111, а з нього - пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310/BR31, який встановлений на трубопроводі подачі і змінює положення поворотного регулюючого органу в межах від 0 до 100%.

Вологість

Регулювання вологості жиру відбувається на виході із сепаратора. Вимірювання вологості проводиться за допомогою автоматичного вологоміра ДВТ-02. Сигнал 4-20 мА подається на електро-пневмоперетворювач SAMSON 6111, а з нього - пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310/BR31, що встановлений на трубопроводі подачі жиру в сепаратор, і змінює положення поворотного регулюючого органу в межах від 0 до 100%. Цим забезпечується більш продуктивна робота мішалки в апараті.

Оберти вала мішалки сепаратора

Оберти вала мішалки вимірюються індукційним датчиком ДКС-02, і отриманий сигнал 4-20 мА подається на модуль аналогових сигналів, а потім виводиться на екран для оператора. Двигуни М1-М8 керуються з операторського пульта через магнітні пускачі КМ1-КМ8. Також присутні кнопки аварійного відключення SB1-SB8, розташовані на відповідних місцях.

2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації

Для зручності та повноти опису системи автоматизації, наведемо докладну таблицю з переліком необхідних засобів та приладів, включаючи їх технічні характеристики. Дана технічна інформація дозволить отримати уявлення про типи та марки обладнання, одиниці вимірювання та кількість кожного елемента, необхідного для ефективної автоматизації процесу виплавлення жиру.

№ п/п	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість
1	ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Позначення: Т (Cu-CuNi) Найменування: Мідь-константан Робочий діапазон: -200 ... 260 С	ОАО Тера Pt100	Ом	4
2	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25.	Siemens Sitrans TF2	шт.	4
3	ПВП радарного рівнеміра Sitrans LR200	Siemens Sitrans LR200	шт.	3
4	Радарний рівнемір. Клас точності-0,25. Межі вимірювань 0,3...15 м. Частота випромінювання 44 кГц.	Siemens Sitrans LR200	%	3
5	ПВП індукційного перетворювача швидкості обертів вала двигуна	Промприбор ДКС-02	шт.	3
6	Вторинний перетворювач індукційного датчика швидкості обертів вала двигуна. Діапазон виміру: 0-6000 об/хв. Діапазон допустимих робочих температур: 0-60 С.	Промприбор ДКС-02	шт.	3
7	ПВП витрати. Принцип дії: електромагнітний Діаметр Ду: 15..2000 мм Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С Тиск: до 40 бар Точність 0.25% (з перетворювачем MAG 6000), 0.5% (перетворювач MAG 5000) Ступінь пило вологозахисту: IP67 / IP68 Вихідний сигнал: 1 струмовий, 1 частотний / імпульсний, 1 релейний (перетвор. MAG 5000/6000) Напруга живлення: 220V AC або 24 V AC / DC (перетворювач MAG 5000/6000)	Siemens Sitrans FM MAGG 1100	шт	4
8	Вторинний перетворювач витрати Вих.сиг. 4-20 мА Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С Тиск: до 40 бар	Siemens MAGG 6000	л/год	5
9	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 160 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Промприбор Samson 3310/BR 31	шт.	10
10	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення: 140 КПа	Промприбор SAMSON 6111	шт.	10
11	Вимикач кнопочний для комутації електричних ланцюгів керування змінного струму частотою 50 і 60 Гц напругою до 660В і постійного струму напругою до 440В.	ООО "Примтек" ВК14-21	шт.	8
12	Магнітний пускач, Напруга і частота живлення -380В, 50Гц. Пуск, реверс синхронного електродвигуна типуДСР	"АБС Автоматизація", ПБРЗ	шт.	8

Враховуючи технічні характеристики обладнання, можна підтвердити відповідність вибраних приладів та засобів автоматизації вимогам технологічного процесу виплавлення жиру. Застосування різноманітних типів приладів (термометрів опору, радарних рівнемірів, індукційних перетворювачів швидкості обертів) дозволяє ефективно вимірювати і контролювати основні параметри процесу.

Використання відомих та перевірених брендів (Siemens, Промприбор та інші) забезпечує надійність та якість обладнання. Описане обладнання має необхідність для забезпечення автоматизованого контролю та регулювання процесу виплавлення жиру, що підвищує його ефективність та стабільність.

Отже, специфікація приладів та засобів автоматизації підтверджує відповідність системи автоматизації вимогам технологічного процесу виплавлення жиру та готовність до впровадження.

РОЗДІЛ 3: ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ

3.1 Проектування системи керування

У нашому проекті ми повинні зробити проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та його схеми підключення для керування технологічним процесом виплавлення жиру. Система керування включає в себе налаштування вхідних та вихідних сигналів, програмування логіки керування та інтеграцію з необхідним обладнанням. Детальний опис компонентів, їх функціональні можливості та взаємозв'язок необхідно представити з метою забезпечення ефективного та надійного управління технологічним процесом [11].

Для керування об'єктом необхідно налаштувати контролер, який забезпечує з'єднання та підключення (табл.3.1)

Таблиця 3.1. - Загальна кількість вхідних/вихідних сигналів контролера

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	12
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	9
Кількість дискретних входів	0
Кількість дискретних виходів	3

Вибір процесорного модуля

Розглядаючи кількість аналогових входів і виходів у кількості 21, а також наявність трьох дискретних виходів, ми вирішуємо вибрати процесорний модуль ВМХ Р34 2010. Цей модуль відповідає нашим потребам, оскільки має достатню кількість входів і виходів, а також пам'ять, необхідну для користувацької програми. Крім того, він підтримує необхідні комунікаційні можливості, що дозволяють ефективно інтегрувати його з іншим обладнанням.

Нам необхідно зробити вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу. У табл. 3.2 наведені характеристики різних аксесуарів, таких як найменування, кількість та їх технічні параметри.

Таблиця 3.2 Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
МХ ХВР 0800 Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
ВМХ СРС 2000 Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного

		шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_BAC та 24V_BAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
BMX P34 2010 Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об'єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти % Mi 16250 локалізовані внутр. слова % MWi 32464
BMX AMI 0800 Модуль аналогових входів	2	Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}$, 0...10В, 0...5В, 0...20мА, 4...20 мА Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 28-контактна з'ємна колодка
BMX AMO 0802 Модуль аналогових виходів	1	Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}$, 0...20мА, 4...20 мА Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 28-конт. з'ємна колодка
BMX FTB 2810	3	28 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

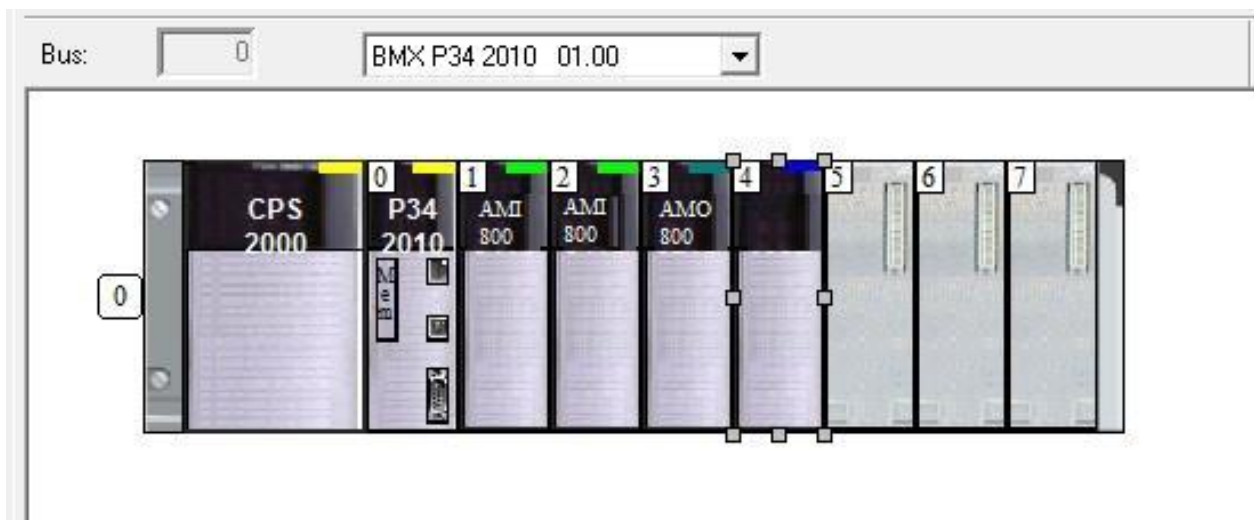


Рис. 3.1- Розміщення модулів в шасі. Аргументування вибору процесорного модуля полягає в різноманітних можливостях, що пропонують модулі Modcom M340. Ці можливості включають функціональні можливості, швидкість обробки команд, кількість вхідних/вихідних портів, кількість спеціальних каналів, доступну оперативну пам'ять та вбудовані засоби комунікації (табл.3.3).

Таблиця 3.3 - Загальні характеристики процесорних модулів

Характеристика		BMX P34 1000	BMX P34 2000	BMX P34 2010	BMX P34 2020	BMX P34 2030
Макс. кількість	шасі	2	4			
	дискретних вх+вих.	512	1024			
	аналогових вх+вих	128	256			
	лічильних каналів	20	36			
Об'єм RAM	загальний розмір	2048 Кб	4096 Кб			
	для програм, констант, символів	1792 Кб	3584			
	для даних	128 Кб	256 Кб			
Макс. кількість об'єктів	локалізовані внутрішні біти %Mi	16250	32464			
	локалізовані внутр. слова %MWi		32464			
	нелокалізовані внутрішні дані	128 Кб	256 Кб			
вбудовані комунікації	послідовний RS-485/RS-232C	+	+	+	+	-
	Ethernet TCP/IP	-	-	-	+	+
	CANOpen	-	-	+	-	+

У кожному процесорному модулі M340 є вбудований USB-інтерфейс (рис.3.2), який призначений для з'єднання з терміналом програмування (комп'ютер з встановленим UNITY PRO), а також для з'єднання з операторськими станціями, де встановлене програмне забезпечення SCADA/HMI, або з операторськими панелями. Для цього можна використати або спеціальний екранований кабель, який поставляється у комплекті з процесорним модулем M340, або стандартний USB кабель з роз'ємом mini B. У будь-якому випадку, довжина кабелю не повинна перевищувати 5 метрів.



Рис.3.2. – Процесорні модулі Modicon M340

Дані процесорні модулі містять:

- 1- гвинт для закріплення модуля на шасі;
- 2 - блок індикації;
- 3-рознім USB mini B для підключення терміналу програмування, або засобів SCADA/HMI;
- 4 - відсік для карти пам'яті;
- 5 - роз'єм RJ45 для підключення кабелю послідовного інтерфейсу RS-485 та RS-232C, поModbus RTU/ASCII або символічного режиму (маркування чорним кольором);
- 6 - роз'єм для підключення кабелю Ethernet TCP/IP 10BASE-T/100BASE-TX (маркування зеленим кольором).

Кожний процесорний модуль може мати один або два вбудованих комунікаційних канали з такими комбінаціями: послідовний Modbus Serial RS-232/RS-485, Ethernet TCP/IP та CANOpen. Крім обміну даними з іншими пристроями системи, Modbus RTU (Serial) та Modbus TCP/IP (Ethernet) дають доступ терміналу програмування UNITY PRO до контролера.

Обґрунтування вибору аналогового вхідного/вихідного модуля

Аналогові вхідні/вихідні модулі М340 є стандартними модулями, які займають один слот. Як і дискретні модулі, аналогові модулі відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, комбіновані), кількістю каналів, характеристиками та діапазоном сигналів (напруга, струм, термопари тощо), наявністю гальванічного роз'єднання і способом підключення. Ці модулі можна встановлювати в будь-яке слотове місце шасі, крім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволена гаряча заміна модулів (при включеному живленні). Для ознайомлення з типами аналогових модулів М340 (табл. 3.3), необхідно проаналізувати основні технічні характеристики.

Таблиця 3.3 .Основні технічні характеристики аналогових модулів

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон сигналу	Характеристики каналів	Підключення
Модулі аналогових входів				
BMX АКТ 0414	4	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між канатами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактн. роз'єм
BMX АКТ 0814	8	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між канатами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактн. роз'єм
BMX АМІ 0410	4	±10В, 0...10В, 0...5В, 0...20мА, 4...20 мА	16-бітні, ізоляція між канатами, час опитування модуля - 5 мс	20-контактна з'ємна
BMX АМІ 800	8	±10В, 0...10В, 0...5В, 0...20мА, 4...20 мА	16-бітні, з загальною точкою підключення, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна
BMX АМІ 810	8	±10В, 0...10В, 0...5В, 0...20мА, 4...20 мА	16-бітні. ізоляція між канатами, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна
Модулі аналогових входів та виходів (змішані)				
BMX АММ 0600	4 Вх	±10В, 0... 10В, 0...5В. 0...20мА, 4...20 мА	14-бітні для и. 12-бітні для I. загальна точка, час опитування модуля - 5 мс	20-конт. з'ємна колодка
	2 Вих	±10В, 0...20мА, 4...20 мА	12-бітні для и. 11-бітні для I. загальна точка	
Модулі аналогових виходів				
BMX АМО 0210	2	±10В.0...20мА.4...20 мА	16-бітні. ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX АМО 410	4	±10В.0...20.мА.4...20 мА	16-бітні. ізоляція між канатами	20-конт. з'ємна
BMX АМО 802	8	0...20мА.4...20 мА	16-бітні. загальна точка	20-конт. з'ємна колодка

Модуль аналогових входів ВМХ АМІ 810 відповідає нашим потребам через свої особливості та характеристики:

1. **Кількість вхідних каналів:** ВМХ АМІ 810 має достатню кількість вхідних каналів для наших потреб.
2. **Характеристики каналів:** Модуль забезпечує високу точність вимірювання сигналів і має широкий діапазон вхідних сигналів, включаючи напругу, струм та інші.
3. **Гнучкість підключення:** ВМХ АМІ 810 дозволяє гнучко налаштувати спосіб підключення, що важливо для нашої системи.
4. **Сумісність з іншим обладнанням:** Цей модуль відповідає іншим компонентам нашої системи автоматизації.
5. **Надійність та простота в обслуговуванні:** ВМХ АМІ 810 відомий своєю надійністю і простотою в експлуатації, що зменшує час витрачений на обслуговування та ремонт.
6. **Ефективність вартості:** У порівнянні з іншими аналоговими модулями, ВМХ АМІ 810 має оптимальне співвідношення ціни та якості.

Таким чином, вибір модуля аналогових входів ВМХ АМІ 810 для наших завдань обґрунтований його високою якістю, гнучкістю та надійністю.

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Принципова схема системи автоматизації відображає взаємозв'язок та взаємодію окремих елементів та пристроїв за допомогою умовних позначень. Кожен елемент схеми виконує певну функцію і не може бути поділений на частини, які мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації.

Електричні принципові схеми створюються на етапі "Робоча документація". Ці схеми включають:

1. Схеми живлення: вони показують живлення системи.
2. Схеми сигналізації і блокування: вони вказують на сигналізацію та блокування в системі.
3. Схеми контролю і автоматизації: вони відображають процеси контролю та автоматизації.
4. Схеми управління електродвигунами і виконавчими механізмами: вони показують управління пристроями.

На основі цих схем створюються:

- Монтажні схеми щитів і пультів: для встановлення елементів.
- Схеми зовнішніх з'єднань: для підключення зовнішнього обладнання.
- Схеми контролю та автоматизації: для налагодження системи.
- Схеми сигналізації та блокування: для виявлення проблем у роботі.

Ці схеми створюються з розгорнутим зображенням елементів автоматизації, що дозволяє краще розуміння принципів їх дії.

У нашій роботі на стадії проектування "Робоча документація" враховується проектування систем живлення засобів контролю і автоматизації для розрахунку витрат електроенергії. Проектування систем електроживлення здійснюється на основі сучасних нормативних документів та вимог, таких як ДСТУ, СНіП, та інших, зокрема:

1. Врахування апаратури вмикання і вимикання джерел живлення і споживачів електроенергії: Це включає контрольні панелі, вимикачі, контактори, реле, тощо.
2. Апаратура контролю напруги: Вимірювальні прилади, захисні пристрої, реле напруги тощо.
3. Назва споживачів електроенергії: Вказується інформація про споживачів, які підключаються до системи живлення.
4. Загальні пояснення і примітки: Пояснення до робочої документації, вказівки щодо встановлення, експлуатації та обслуговування.
5. Креслення, які відносяться до даної схеми: Схеми електричних підключень, принципові схеми системи живлення.
6. Перелік апаратури: Опис та характеристики використаної апаратури, включаючи типи, потужність, характеристики.
7. Схеми живлення можуть бути поєднані з іншими схемами автоматизації проекту (наприклад, сигналізації): Для показу взаємозв'язку між системами автоматизації та живлення.

Характеристики електричних сигналізацій можна розділити на кілька категорій:

I. За характером сигналу:

1. Світлова сигналізація: може бути сталою, миготливою або вказувати незначне розжарювання лампи.
2. Звукова сигналізація: передає інформацію за допомогою звукових сигналів.
3. Змішана сигналізація: комбінує світлові та звукові сигнали.

II. За родом струму:

1. Схеми на постійному струмі.
2. Схеми на змінному струмі.

III. За призначенням:

1. Сигналізація стану: інформує про робочий стан обладнання (наприклад, "Відкрито" або "Закрито", "Увімкнено" або "Вимкнено").
2. Командна сигналізація: передає команди або вказівки з одного пункту керування до іншого за допомогою світлових або звукових сигналів.
3. Сигналізація захисту та автоматики.
4. Технологічна сигналізація: надає інформацію про такі технологічні параметри, як температура, тиск, витрата, рівень. Може бути попереджувальною або аварійною.

IV. За принципом дії:

1. Схеми з індивідуальним зняттям звукового сигналу.
2. Схеми з центральним зняттям звукового сигналу без повторності дії.
3. Схеми з центральним зняттям звукового сигналу з повторною дією.

У дипломному проекті багато механізмів керуються двигунами, тому важливим є принцип керування та комутаційна апаратура, яка керує цими двигунами.

Всі електродвигуни є трьохфазними і підключаються за допомогою частотного перетворювача та кнопкової станції. Ці пристрої розташовані поруч із об'єктом і дозволяють вимикати двигуни дистанційно за допомогою моніторингової панелі. Робота всіх двигунів відображається на моніторинговій панелі, що дає можливість оператору в разі аварії або непередбаченої зупинки ідентифікувати проблемний двигун і зупинити роботу обладнання або відділення, якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

Опис схеми керування електродвигуном з магнітним пускачем: Схема керування електродвигуном М1 при живленні ланцюга керування фазною напругою показана на рис.1. Ця схема використовується для місцевого керування відповідними приводами.

У ручному режимі роботи електродвигун М1 запускається натисканням кнопки SB2 (кнопка "Пуск"), що подає напругу 220 В на магнітний пускач KV1. Як результат, його контакт KV1 замикається, що блокує кнопку "Пуск" і утримує цю схему в роботі. Це явище називається самозахопленням. Магнітний пускач в свою чергу запускає двигун.

При натисканні кнопки SB1 (кнопка "Стоп") електричний ланцюг розривається, тому на магнітний пускач не подається струм і його контакт відкривається, що призводить до зупинки двигуна.

При перемиканні на автоматичний режим роботи електродвигуна М1 за допомогою ключа SA, керування здійснюється дискретним виходом з промислового контролера KV1.

Двигун оснащений тепловим реле для захисту від перегріву. Таким чином, коли двигун нагрівається, контакти теплового реле КК1 розмикаються, ланцюг переривається, і двигун зупиняється.

Принципова схема регулювання передбачає вимірювання значень технологічних параметрів, обробку сигналів та зміну положення регулюючого органу відповідно до зазначеного алгоритму. Це досягається за допомогою виконавчих механізмів для цілеспрямованого регулювання відповідного параметра згідно з технологічними вимогами виробництва.

Всі дані від датчиків надходять на вхідні модулі аналогових входів (ПЗО), де вони програмно обробляються, а потім передаються на вихідні модулі аналогових виходів (ПЗО) та виконавчі механізми, включаючи двигуни.

Для контурів регулювання використовуються вхідні модулі аналогових входів по 8 каналів кожен, такі як ВМХ АМІ 800, які перетворюють стандартний сигнал 4-20 мА в цифровий сигнал контролера [10].

Принципова схема керування асинхронним двигуном за допомогою магнітного пускача (аналогічно для М1-М7)

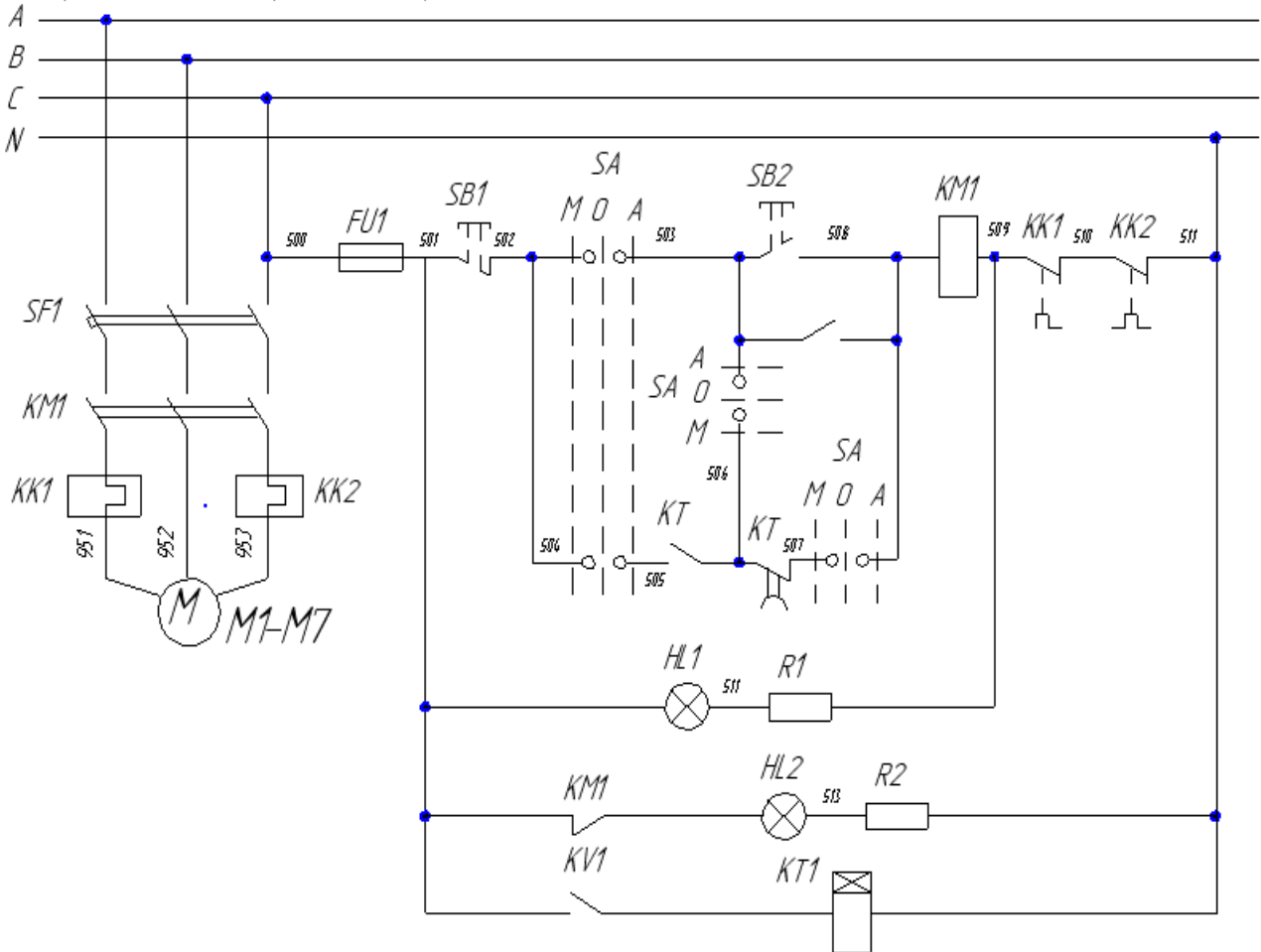


Рис. 3.1 Принципова схема керування асинхронним двигуном за допомогою магнітного пускача

Аналоговий сигнал через клемну колодку надходить на вхідний модуль аналогових входів, де він обробляється центральним процесором контролера Schneider Modicon M340. Згідно з робочою програмою формується керуючий сигнал, який подається на вихідний модуль аналогових виходів. Цей сигнал потім керує виконавчим механізмом з необхідним обладнанням (наприклад, електропневматичні перетворювачі).

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. Схема автоматизації окремого контуру

Опис схеми підключення

Температура в накопичувачі жиру 1 вимірюється за допомогою термометра опору Sitrans TF2 (46), сигнал 4..20 мА подається на модуль аналогових входів МПК для порівняння з заданим значенням. Якщо є розбіжності, сигнал 4-20 мА з модуля аналогових виходів МПК направляється на електро-пневматичний перетворювач SAMSON 6111, а з нього - пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310/BR31, який регулює положення поворотного регулюючого органу в межах 0...100% на трубопроводі подачі пари.

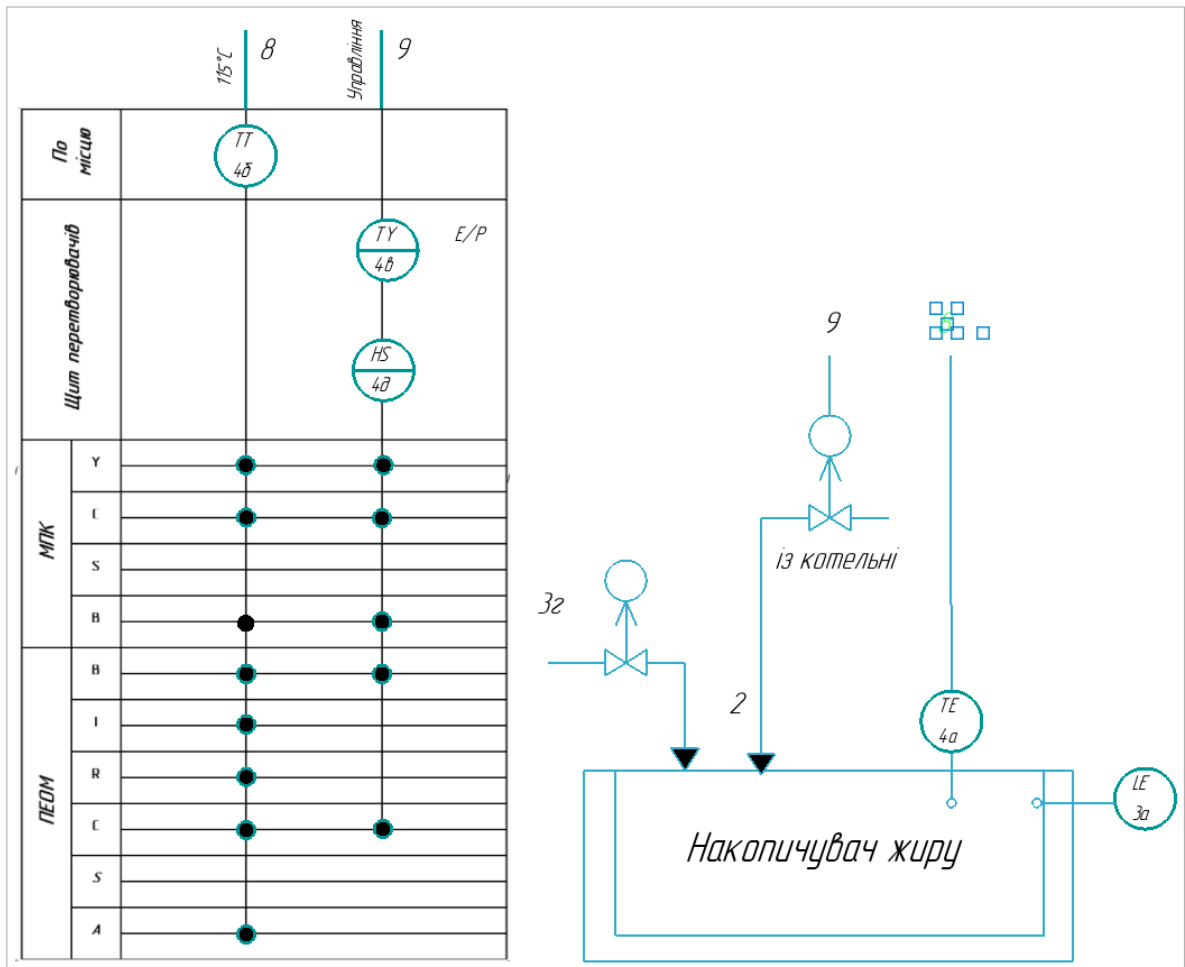


Рис. 3.2 – Схема автоматизації контуру регулювання температури в накопичувачі жиру

Вторинний перетворювач температури Sitrans TF2 (4б)

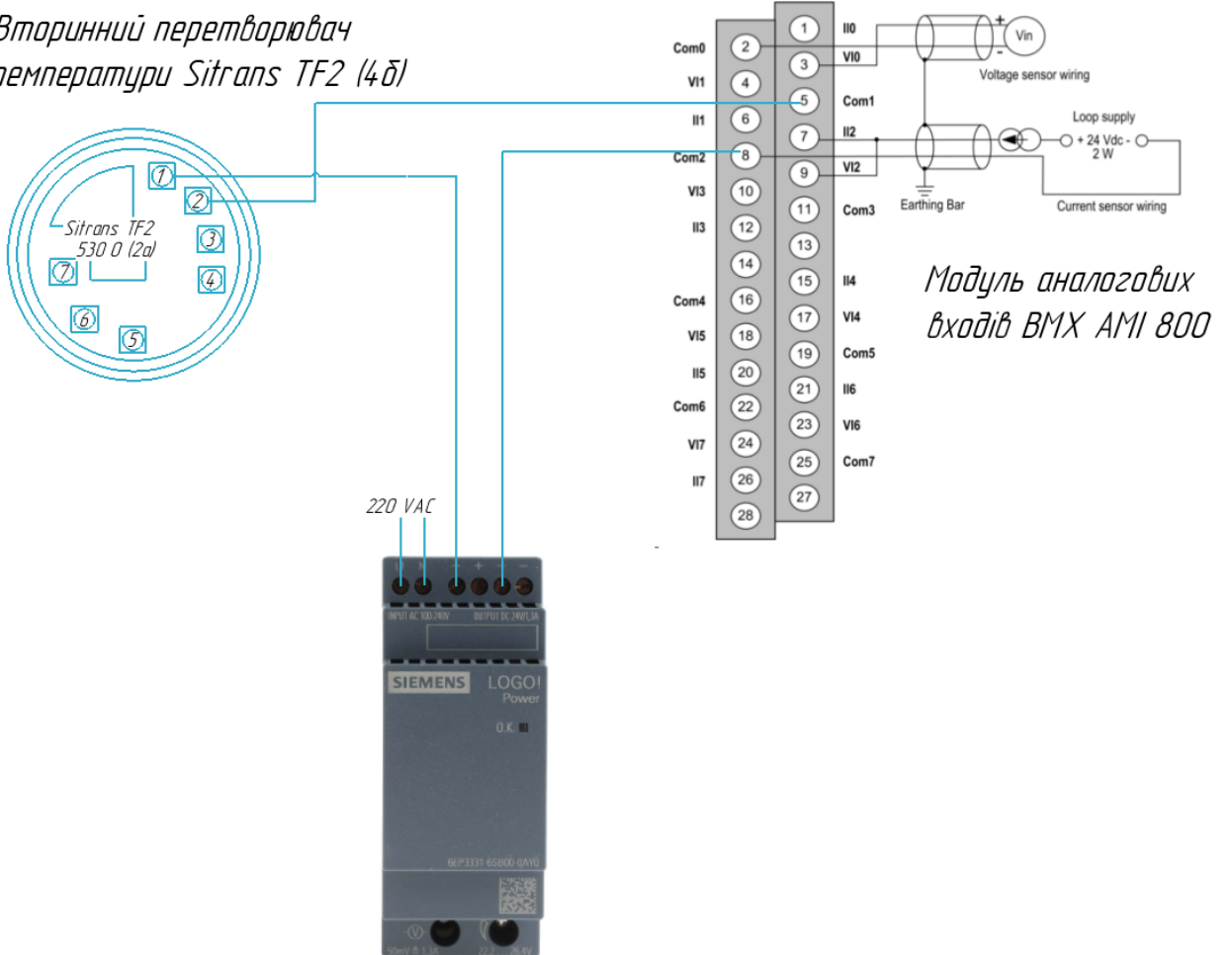


Рис. 3.3 – Підключення вторинного перетворювача температури

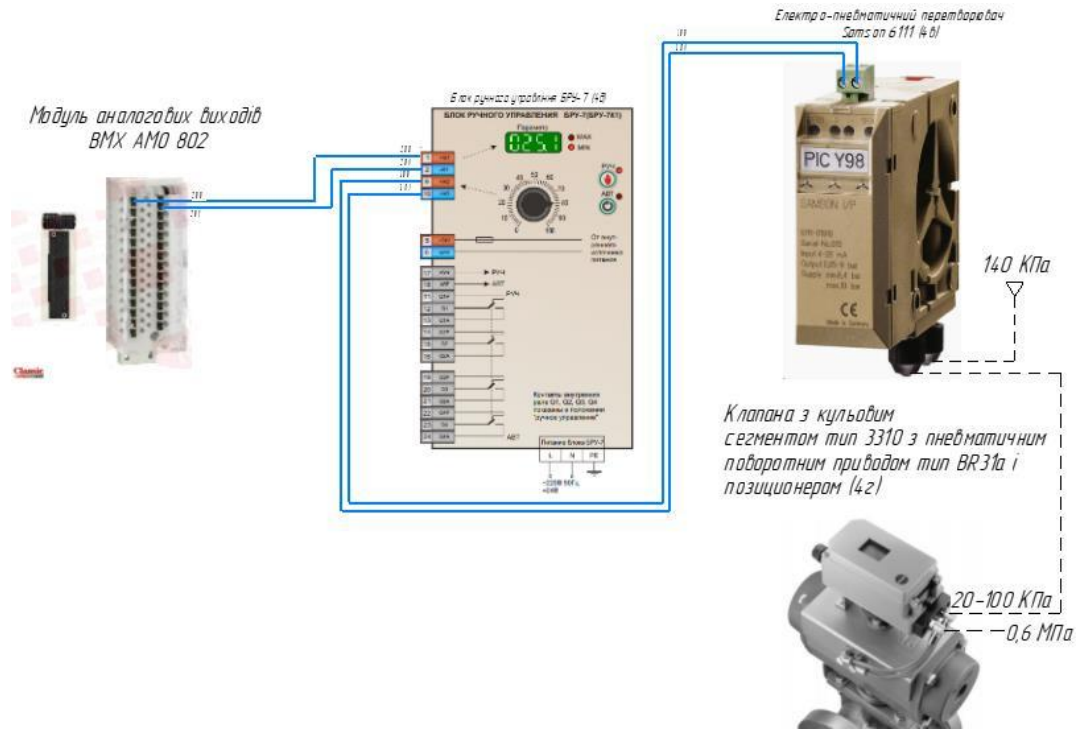
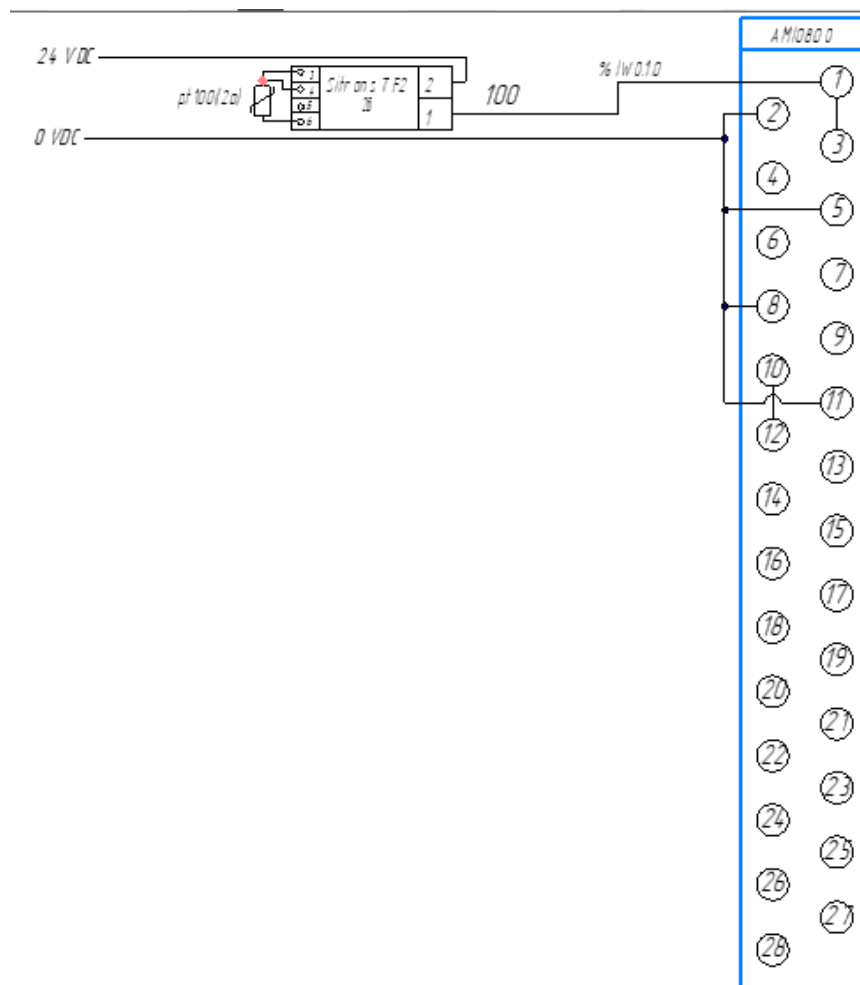


Рис. 3.4 – Підключення клапана з блоком управління



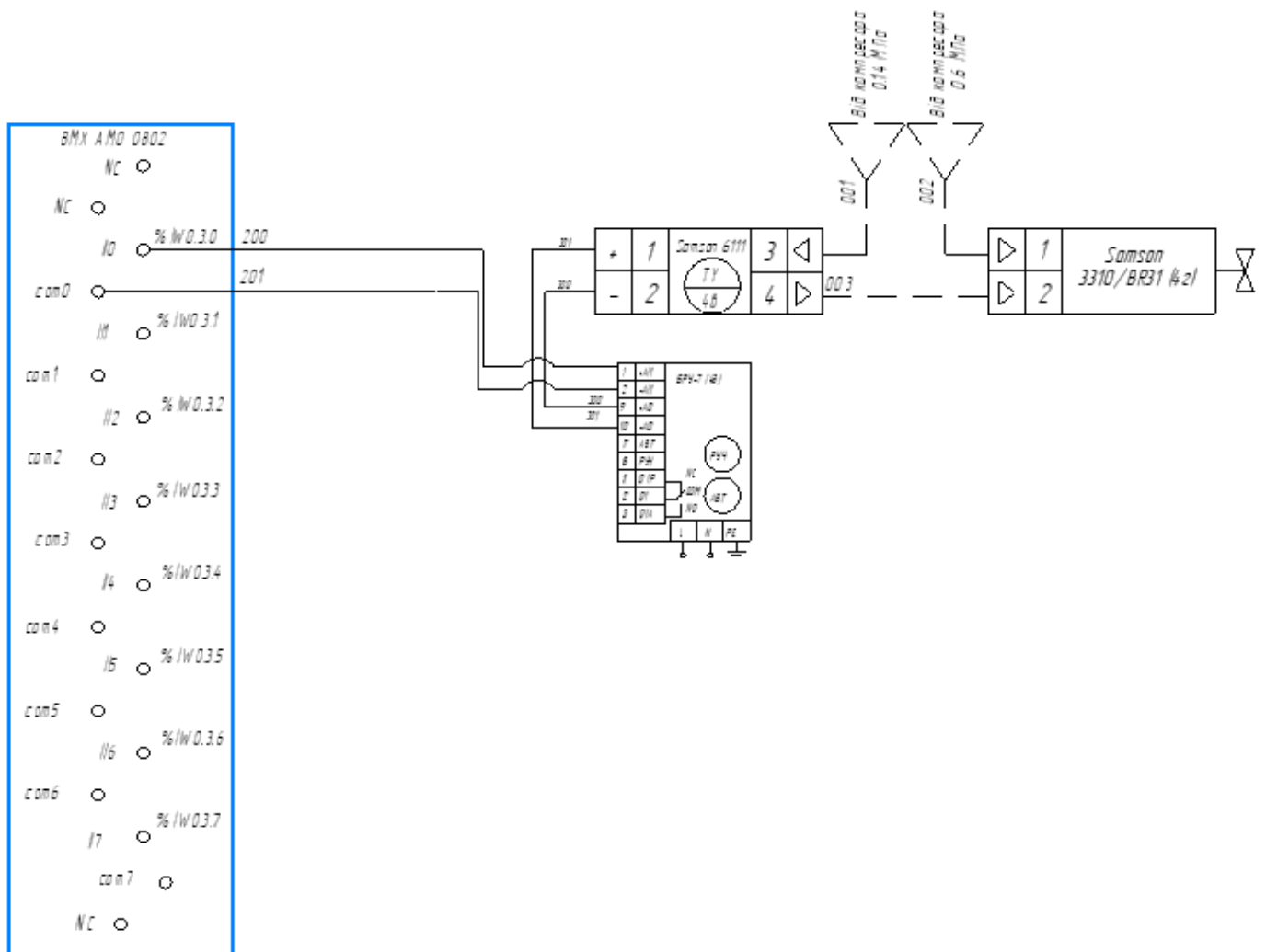


Рис. 3.5 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації

Також передбачено ручне та дистанційне управління контуром регулювання температури через блок ручного управління БРУ-107. Сигнал із модуля аналогових виходів подається на вхід БРУ і відображається на екрані. Вихід БРУ з'єднаний з електро-пневматичним перетворювачем Samson 6111, а з нього - пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310. Якщо режим роботи автоматичний, то управляючий сигнал 4-20 мА через модуль аналогових виходів МПК подається на вхід БРУ. На виході з БРУ-7 видається сигнал 4-20 мА на електро-пневматичний перетворювач Samson 6111, а з нього - пневматичний сигнал на пневмоклапан Samson 3310, який регулює витрату пари, стабілізуючи температуру в апараті. У разі ручного режиму управління ручним задатчиком регулюється значення вихідного сигналу на виході БРУ-7, що змінює ступінь відкриття клапану, і таким чином процес проводиться інтенсивніше або повільніше, в залежності від значення вихідного сигналу з БРУ-7.

Блок ручного управління, завдання та індикації БРУ-7 призначені для використання в системах промислової автоматизації виробничих процесів у наступних цілях:

1. Функціональна станція для ручного управління аналоговими або імпульсними виконавчими механізмами.
2. Блок для ручного задавання аналогового сигналу.
3. Блок для ручного задавання імпульсних сигналів "більше-менше".
4. Цифровий індикатор двох технологічних параметрів.

Галузі застосування включають:

1. Використання як індикатора двох фізичних величин.
2. Ручне задавання аналогових уніфікованих сигналів.
3. Ручне задавання імпульсних сигналів типу "більше-менше".
4. Використання як станція ручного управління для аналогових виконавчих механізмів.
5. Використання як станція ручного управління для імпульсних виконавчих механізмів.
6. Перетворення імпульсних сигналів "більше-менше" в вихідний уніфікований сигнал.
7. Перетворення імпульсних ШІМ-сигналів в вихідний уніфікований сигнал.
8. Конвертування вхідних аналогових уніфікованих сигналів в вихідний аналоговий уніфікований сигнал.

Функціональні можливості цього пристрою полягають у наступному:

1. Режим 0: Індикатор двох фізичних величин на цифровому і лінійному дисплеях. Керування аналоговими сигналами за допомогою клавіш на передній панелі.
2. Режим 1: Ручне управління аналоговим виконавчим механізмом з зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів.
3. Режим 2: Ручне управління аналоговим виконавчим механізмом з внутрішнім перемиканням керуючих ланцюгів.
4. Режим 3: Ручне управління імпульсним виконавчим механізмом з зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів. Індикація положення виконавчого механізму за допомогою внутрішнього інтегратора. Задатчик імпульсних сигналів типу "більше-менше".
5. Режим 4: Перетворення імпульсних сигналів "більше-менше" в уніфікований аналоговий сигнал.
6. Режим 5: Перетворення імпульсних ШІМ-сигналів у вихідний уніфікований сигнал. Індикація ШІМ-сигналу на світлодіодному дисплеї.
7. Режим 6: Конвертування вхідних аналогових сигналів в вихідний аналоговий сигнал. Можливість масштабування і зворотного перетворення шкал.
8. Режим 7: Задатчик аналогових і імпульсних сигналів. Індикація двох фізичних величин.
9. Режим 8: Задатчик аналогових і імпульсних сигналів з захищеним режимом зміни аналогового сигналу. Індикація двох фізичних величин.

Інші функції включають:

- Можливість роботи в режимах ручного та автоматичного керування.
- Індикація фізичних величин на цифровому дисплеї, сигналізація мінімального та максимального значення на світлодіодному дисплеї.
- Відображення вихідного сигналу на лінійному дисплеї.
- Сигналізація "більше-менше" на світлодіодному дисплеї.
- Пересилання вхідного сигналу.
- Програмоване калібрування шкали і діапазону вимірювання.
- Можливість масштабування шкал.

- Програмування методу відображення на дисплеї.
- Використання цифрового фільтра аналогових сигналів.
- Програмована швидкість реагування.

Основні компоненти БРУ-7:

- 2 канали для вимірювання аналогових параметрів.
- 2 регулятори: аналоговий і імпульсний.
- Панель індикації: 4-розрядний цифровий дисплей та 21-сегментний лінійний індикатор.
- Кнопки керування виконавчими механізмами, регуляторами і програмування.

Встановлення технічних засобів

У нашому проекті використовується ємнісний датчик вологості ДВТ-02 (рис. 3.6), який застосовується для вимірювання відносної вологості і температури повітряного середовища.

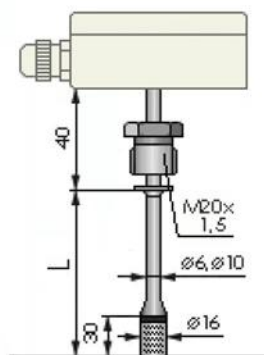


Рис. 3.6. – Вологомір ДВТ-02

Технічні характеристики:

- Тип елемента: ємнісний (НІН).
- Вихідний сигнал: 4 ... 20 мА, 0 ... 10 В, RS485, послідовний двохпровідний інтерфейс I2C.
- Діапазон вологості: від 0% до 100% (без конденсату).
- Діапазон температури: від 0 до 60 °С (для НІН), від -20 до 60 °С (для SHT).
- Клас точності вологості: 6 для діапазону 0-10%, 3 для діапазону 10-89%, 4 для діапазону 89-93%, 8 для діапазону 93-100% (для НІН).
- Клас точності температури: 1,0 (тільки для ДВТ).
- Зовнішнє живлення: 15-24 В DC.

Конструктивні особливості:

Датчик має погрузну модель. Його чутливий елемент захищений мікропористим повітропроникним фільтром і не потребує обслуговування. Плата перетворення вбудована в пластиковий корпус Z65. Також можливе виготовлення датчика зі штуцером M20x1,5 (модель -08a).

РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1 Моделювання системи автоматичного регулювання

Схема автоматизації лінії АВЖ передбачає контроль і регулювання температури жиромаси в плавильній установці та накопичувачах. Накопичувачі, встановлені в лінію для виплавлення харчового жиру, температура в яких повинна становити 120°C, контролюється і регулюється системою, що складається з датчика температури, пропорційно-інтегрального регулятора типу, вторинного приладу типу реле зворотного зв'язку і регульованого мембранного клапана.

Контроль і регулювання витрати гарячої води, що надходить для підігріву жиромаси в підігрівач, здійснюється клапаном і регулятором.

В рамках нашої дипломної роботи нам потрібно експериментально дослідити властивості об'єкта контролю і регулювання температури і, спираючись на його математичну модель, визначити оптимальні параметри налаштування ПІД-регулятора (ОПНР).

Припустимо, що передатна функція має вигляд інерційної ланки з запізненням:

$$G(s) = \frac{K}{Ts + 1} \cdot e^{-Ls}$$

де:

- K - коефіцієнт передачі;
- T - часова константа;
- L - параметр запізнення.

Для проведення дослідження стійкості системи автоматичного регулювання температури, ми використовуємо різні типи перехідних процесів: аперіодичний, процес із 20% перерегулюванням і процес з мінімальним інтегральним критерієм якості.

При виборі закону регулювання ми звернемо увагу на пропорційно-інтегральний регулятор, оскільки він забезпечує високу точність регулювання при значних, але плавних змінах навантаження.

Налаштування параметрів ПІ-регулятора можна визначити методом незатухаючих коливань. Для цього ми можемо спочатку створити модель-схему системи автоматичного керування температурним режимом у накопичувачі в середовищі Simulink програмного пакета MATLAB.

Слід також врахувати, що контроль і регулювання витрати гарячої води, що надходить для підігріву жиромаси в підігрівач, здійснюється клапаном і регулятором. Це також може впливати на динаміку системи та її стійкість.

Передатна функція виражається у вигляді інерційної ланки з запізненням:

$$W_{OK}(s) = \frac{k_{OK}}{T_{OK}s + 1} \cdot e^{-\tau s} = \frac{1,2}{180s + 1} \cdot e^{-82s}$$

Проведемо дослідження стійкості системи автоматичного регулювання температури.

Будь-яка система автоматичного керування складається з регулятора та об'єкта керування. Динамічні властивості об'єкта мають вирішальне значення при виборі найефективнішого алгоритму керування.

Для зручності розрахунків перехідні процеси розділяються на три групи, що складають типові процеси регулювання: аперіодичний, процес із 20% перерегулюванням і процес з мінімальним інтегральним критерієм якості.

Аперіодичний процес використовується у випадках, коли перерегулювання не допустиме, потрібен мінімальний час регулювання, але допускається більше динамічне відхилення. Процес із 20% перерегулюванням застосовується, коли припускається певний рівень перерегулювання, але обмежені динамічне відхилення і час першого півперіоду. Процес з мінімальним інтегральним критерієм якості характеризується більшим перерегулюванням (40-45%) і часом регулювання, але найменшим динамічним відхиленням.

При виборі закону регулювання віддається перевага найбільш якісному безперервному керуванню. Виберемо ПІ-закон регулювання та процес із 20%-ним перерегулюванням, оскільки пропорційно-інтегральний регулятор забезпечує високу точність регулювання при значних, але плавних змінах навантаження [1].

Оптимальні налаштування для ПІ-регулятора визначимо методом незатухаючих коливань. Спочатку створимо модель-схему (рис. 4.1) системи автоматичного керування температурним режимом у накопичувачі в середовищі Simulink програмного пакета Matlab.

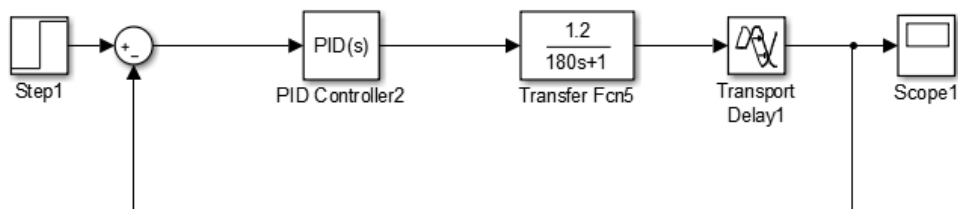


Рис.4.1. Структурна схема системи автоматичного регулювання температурним режимом в апараті

Вимкнемо інтегральну складову регулятора, встановивши $K_i = 0$, та шляхом поступового збільшення коефіцієнта підсилення регулятора $K_{\text{рег}}$ з одночасною подачею стрибкоподібного сигналу завдання, доведемо систему до межі стійкості (рис. 4.2). Зафіксуємо значення критичного коефіцієнта підсилення регулятора $K_{\text{кр}}$ та період критичних коливань у системі $T_{\text{кр}}$.

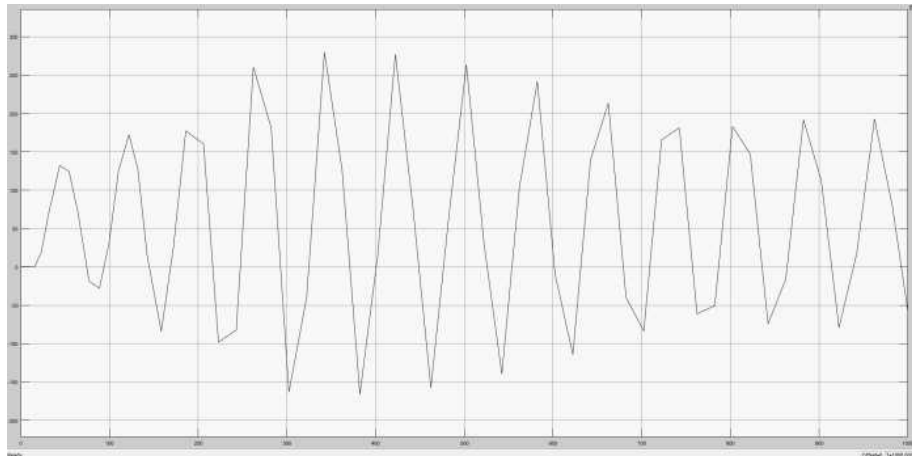


Рис. 4.2. Перехідний процес досліджуваної системи на межі стійкості

Визначаємо, $K_{кр} = 15.6$ а $T_{кр} = 77.6$ с. По значенням $K_{кр}$ та $T_{кр}$ розраховуються параметри настройки регулятора.

$$\text{ПІ-регулятор: } K_{рег} = 0.45 \cdot K_{кр} = 0.45 \times 15.6 = 7.02$$

$$T_i = T_{кр}/1.2 = 77.6/1.2 = 64.6$$

Дослідження стійкості системи автоматичного керування

Підставимо отримані значення в імітаційну модель системи автоматичного регулювання температури в накопичувачі (рис. 4.3) та побудуємо графік перехідного процесу.

Рис.4.3. Підставляємо одержані значення в ПІ-регулятор

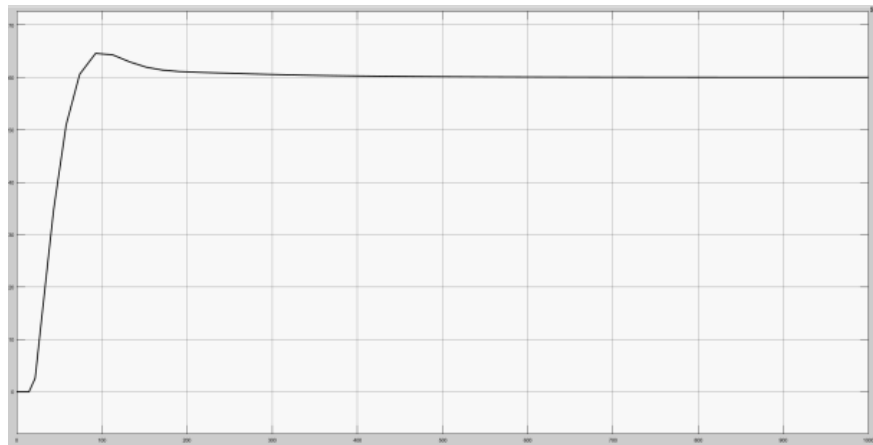


Рис. 4.4. Перехідний процес системи автоматичного регулювання з ПІ-регулятором.

Показники якості:

1. Швидкодія системи або тривалість перехідного процесу (час регулювання) $t_{рег}=400$ с.

2. Динамічна помилка $A_1=64$

3. Величина максимального відхилення вихідної величини в перехідному процесі, або перерегулювання:

$$\sigma = \frac{x_{\max} - x_{\text{уст}}}{x_{\text{уст}}} * 100\% = \frac{64 - 60}{60} * 100\% = 6.66\%$$

4. Плавність перехідного процесу або кількість напівколивань вихідної величини за час t_p , тобто коливальність $n=1$.

5. Ступінь затухання $\psi=(64-60)/60=0.66$

6. Відсутня статична похибка.

Отже, розроблена система автоматичного регулювання повністю задовольняє вимоги до підтримання температурного режиму в накопичувачі.

РОЗДІЛ 5 ОПИС ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГА

5.1 Програмне забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

Для автоматизації технологічного процесу необхідно розробити алгоритм управління, який повинен забезпечити ефективне керування різними етапами виробництва та взаємодію обладнання з мікропроцесорним контролером (ПЛК), спрощуючи роботу оператора та забезпечуючи стабільну роботу обладнання [11].

Алгоритм містить опис послідовності операцій та керуючих дій, які автоматизовано виконуються в ході технологічного процесу виробництва. Опис алгоритму розрахований на докладне розуміння кожного етапу роботи, його послідовності та взаємозв'язку з іншими частинами системи керування. В описі повинна бути інформація щодо включення, вимикання та регулювання різноманітних компонентів, а також взаємодія обладнання з різними режимами роботи мікропроцесорного контролера [9].

Опис управління

На початку технологічного процесу алгоритм роботи відділення такий:

- Підключається двигун М1, і жир подається в плавильну установку.
- Через 5 хвилин підключається регулятор на співвідношення гарячої води та жиру.
- Увімкнеться регулятор температури в плавильній установці.
- Жир подається в центрифугу, де запускається двигун мішалки М2 і працює протягом 15 хвилин.
- Регулятор температури і двигун М1 працюють до того моменту, коли через витратомір пройде певна кількість води.
- Після 15 хвилин роботи вимикається двигун М2, і запускається двигун насоса М3, а також відкривається клапан подачі жиру в збірник. Двигун працює до того моменту, поки рівень не досягне 80%. Після цього двигун вимикається, а клапан закривається.
- Підключається регулятор температури накопичувача 1, який працює до того моменту, поки апарат не буде пустий.
- Жир надходить в сепаратор із накопичувача, і запускається двигун мішалки М4, який працює 20 хвилин. Після цього вимикається, і жир надходить в підігрівач, де увімкнеться регулятор витрати гарячої води.
- Регулятор працює 20 хвилин, після чого вимикається, увімкнеться двигун насоса М5, і жир подається в наступний накопичувач жиру. Алгоритм роботи аналогічний описаному для попереднього накопичувача, сепаратора та підігрівача.

- При подачі жиру далі, алгоритм аналогічний накопичувачу. Жир надходить в сепаратор, і алгоритм аналогічний для попереднього сепаратора, але вмикається регулятор вологості жиру на виході. Регулятор працює до того моменту, поки накопичувач не буде пустий.

Таблиця 5.1 - Адреси входів-виходів на МПК М340

Вхідні сигнали			
Джерело сигналу	Позначення на СА		Адреса
Датчик температури в центрифугі	TE1	BA1	%IW0.1.0
Датчик температури в накопичувачі жиру 1	TE2	BA2	%IW0.1.1
	BE1	BA5	%IW0.1.4
Датчик витрати води в плавильну установку			
Датчик витрати жиромаси в центрифугу	FE2	BA6	%IW0.1.5
Датчик витрати гарячої води в підігрівач	FE3	BA7	%IW0.1.6
Датчик витрати гарячої води в підігрівач	FE4	BA8	%IW0.1.7
Датчик рівня в накопичувачі жиру	LE1	BA9	%IW0.2.0
	BE1	BA12	%IW0.2.3
Датчик швидкості валу двигуна в сепараторі	SE2	BA13	%IW0.2.4
Датчик швидкості валу двигуна в сепараторі			
Датчик швидкості валу двигуна в сепараторі 3	SE3	BA14	%IW0.5
Вологість жиру очищеного на виході з сепаратора №3	ME1	BA15	%IW0.2.6
Вихідні сигнали			
Клапан подачі пари в накопичувач жиру	KL1	AB1	%QW0.3.0
Клапан подачі води в плавильну установку	KL2	AB2	%QW0.3.1
Клапан подачі пари в плавильну установку	KL3	AB3	%QW0.3.2
Клапан подачі жиромаси в накопичувач жиру	KL4	AB4	%QW0.3.3
Клапан подачі гарячої води в підігрівач 1	KL5	AB5	%QW0.3.4
Клапан подачі жиромаси в накопичувач жиру	KL6	AB6	%QW0.3.5
Клапан подачі пари в накопичувач жиру 2	KL7	AB7	%QW0.3.6
Клапан подачі гарячої води в підігрівач 2	KL8	AB8	%QW0.3.7
Клапан подачі жиромаси в накопичувач жиру	KL9	AB9	%QW0.4.0
Клапан подачі пари в накопичувач жиру 3	KL10	AB10	%QW0.4.1
Клапан подачі жиромаси в сепаратор 3	KL11	AB11	%QW0.4.2
Двигун М1 плавильної установки	M1	ДВ1	%Q0.4.0
Двигун М2 центрифуги	M2	ДВ2	%Q0.4.1
Двигун М3 насоса подачі жиромаси в накопичувач жиру	M3	ДВ3	%Q0.4.2
Двигун М4 сепаратора	M4	ДВ4	%Q0.4.3

Двигун М5 насосу подачі жиромаси в накопичувач жиру	M5	ДВ5	%Q0.4.4
Двигун М6 сепаратора	M6	ДВ6	%Q0.4.5
Двигун М7 насосу подачі жиромаси в накопичувач жиру	M7	ДВ7	%Q0.4.6
Двигун М8 сепаратора	M8	ДВ8	%Q0.4.7

Після встановлення схем підключення наступає налаштування окремих модулів (рис.5.1-5.5).

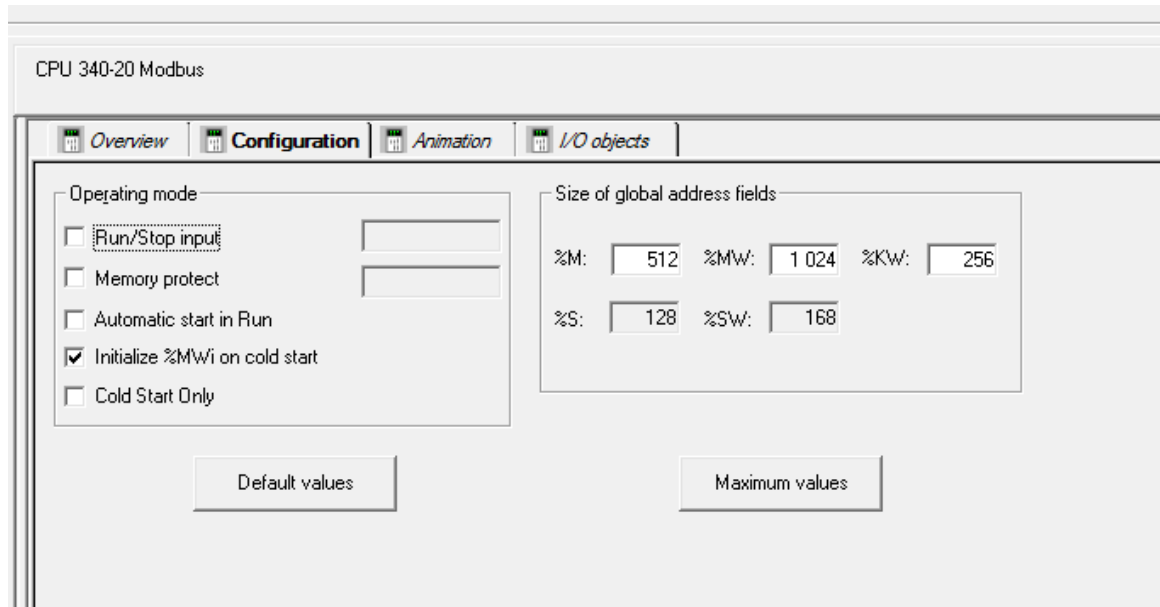


Рис. 5.1. Конфігурування процесорного модуля Р34 2000

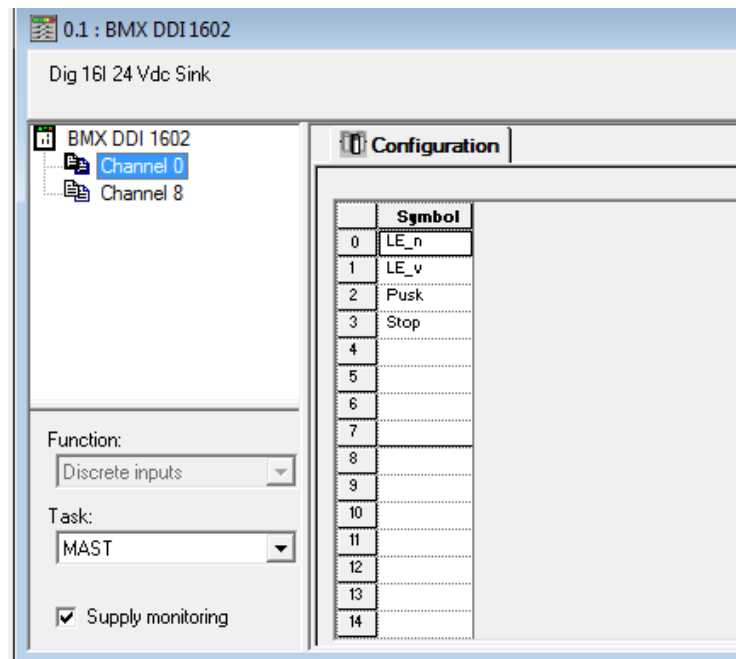


Рис. 5.2 Конфігурування модуля дискретних входів BMX DDI 1602 (входи)

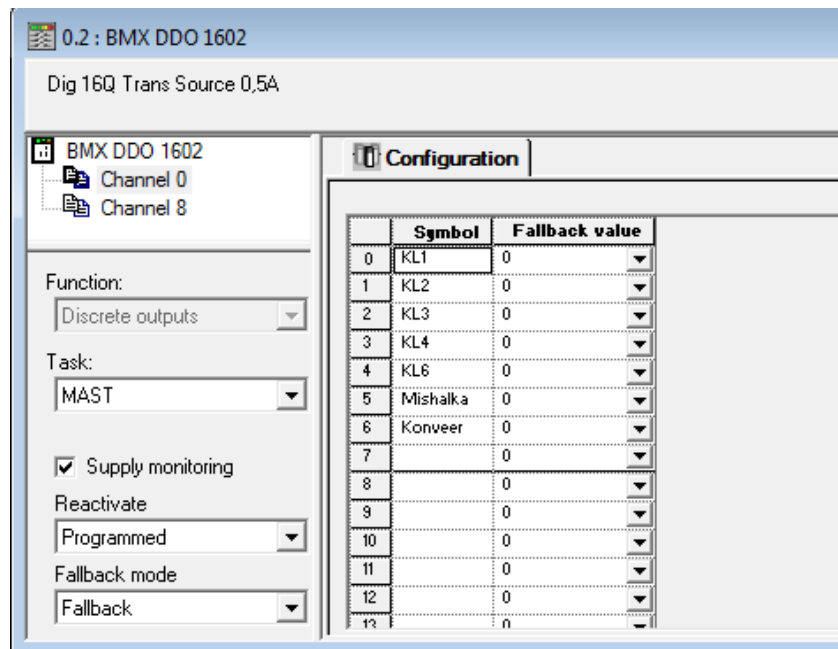


Рис. 5.3. Конфігурування модуля дискретних виходів BMX DDO 1602

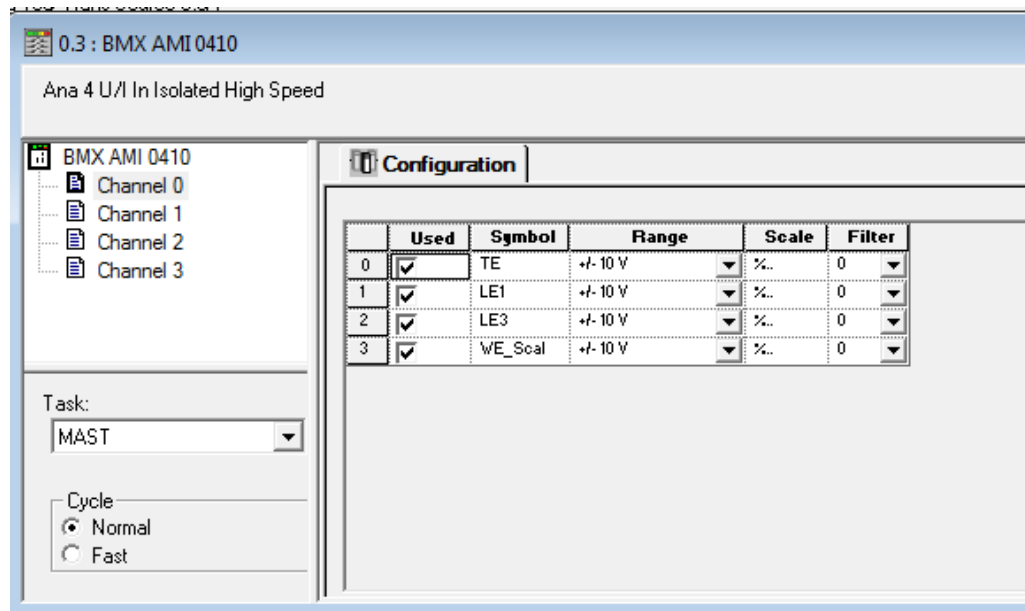


Рис. 5.5. Конфігурування модуля аналогових виходів BMX AMO 0802

Розробка програмного забезпечення для втілення алгоритму управління включає створення технологічних змінних.

Ці змінні необхідні для адаптації вхідних та вихідних сигналів ПЛК до вимог технологічного процесу. Використання технологічних змінних спрощує створення та налаштування програми управління. У прикладі на рисунку 5.6 показано перелік таких змінних. Щоб швидко створити необхідні змінні, можна скопіювати існуючі змінні введення/виведення, змінити їх тип (наприклад, з EBOOL на BOOL, або з INT на REAL) та додати до них суфікс "M" у назві [1].

Name	Type	Address	Value	Comment
Level3_M	REAL			
Mishalka	EBOOL	%Q0.2.5		Двигун мішалки
Mishalka_M	BOOL			
Pusk	EBOOL	%I0.1.2		Кнопка ПУСК
Pusk_M	BOOL			
S	BOOL			
S1	BOOL			
S2	BOOL			
S3	BOOL			
S4	BOOL			
S5	BOOL			
S6	BOOL			
S7	BOOL			
S8	BOOL			
Stop	EBOOL	%I0.1.3		Кнопка СТОП
Stop_M	BOOL			
TE	INT	%IW0.3.0		Датчик температури
TE_M	REAL			
TE_zadane	REAL			
WE	INT			
WE_Scal	INT	%IW0.3.3		Ваги імпульсні
WE_Scal_M	INT			

Рис.5.6 Технологічні змінні в Unity PRO

У нашому проєкті технологічні змінні масштабуються та, за необхідності, обробляються в секціях Inputs та Outputs. Для цього можна використовувати звичайні математичні функції або існуючі функціональні блоки. На наведеному нижче рисунку показано приклад секції "INPUTS", де відбувається перетворення вхідних аналогових та дискретних змінних. Вхідні аналогові сигнали масштабуються за допомогою функціональних блоків "SCALING" (рис. 5.7).

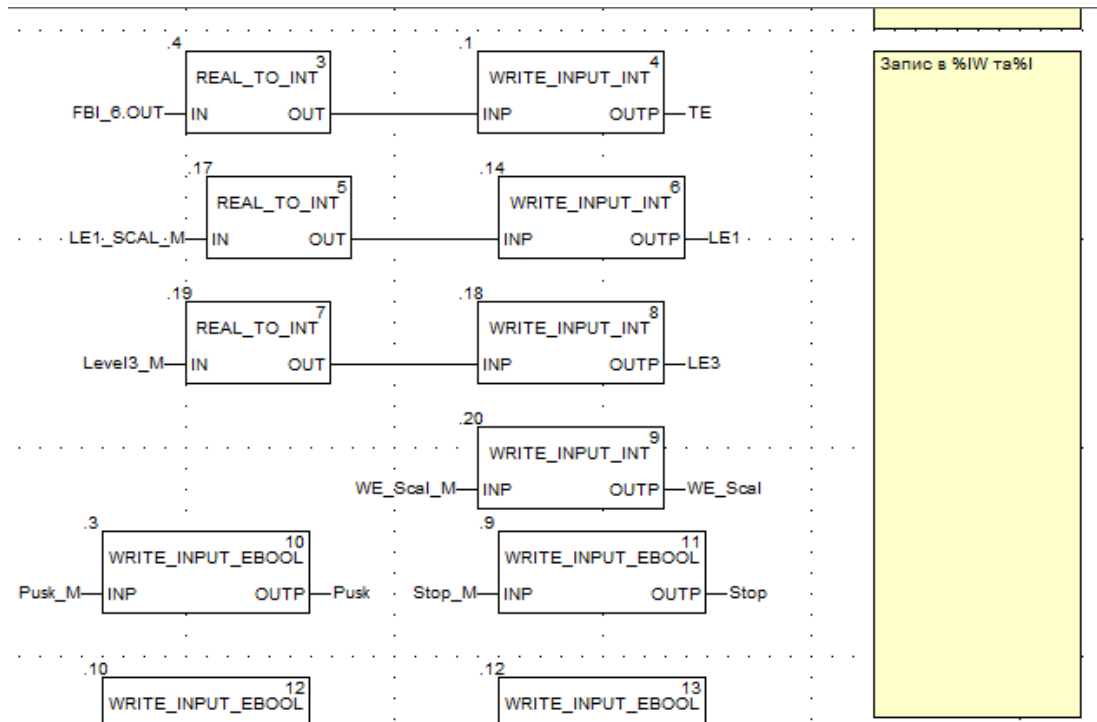


Рис. 5.7. - Реалізація масштабування та перетворення вхідних сигналів (INPUTS)

Масштабування за допомогою функціонального блоку SCALING передбачає налаштування через змінну PARA_SCALE. Це дозволяє виводити параметри масштабування на засоби людино-машинного інтерфейсу, що особливо важливо для служби контролю і вимірювання, коли необхідно

налаштувати параметри датчика або замінити його на інший діапазон. В інших випадках можна використовувати просту формулу, як це робиться в секції OUTPUTS для аналогових вихідних каналів. Наприклад, оскільки змінна TV2_M містить значення для регулюючого органу в діапазоні 0-100%, помноживши його на 100, можна отримати значення для аналогового виходу в діапазоні 0-10000 (рис. 5.8).

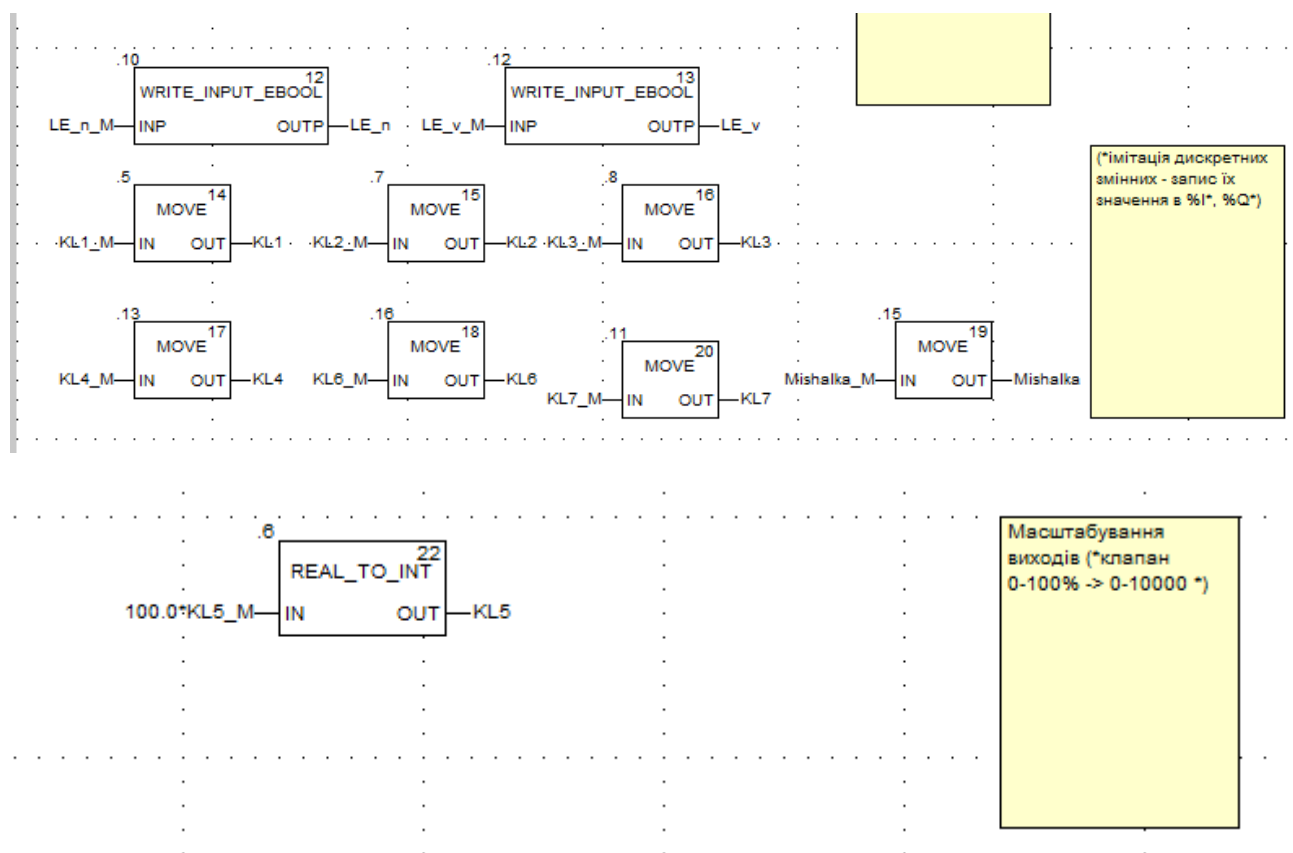


Рис. 5.8. Виконання масштабування та трансформація вихідних сигналів (секція OUTPUTS)

Реалізація регульовальних контурів з використанням PI_V

Контур регулювання температури здійснено за допомогою мови LD. В програмі використовується періодичний виклик один раз на секунду, здійснений за допомогою функціонального блоку SAMPLETM. Режим слідкування необхідний для можливості зміни виходу на виконавчий механізм безпосередньо з програми, а не з алгоритму ПІ. У цьому випадку для зручності ми будемо використовувати змінну виконавчого механізму для режиму слідкування.

5.2 Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога

У SCADA-системі відображаються дані з датчиків, стан відкриття або закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу до наступної стадії технологічного процесу. Оператор контролює перебіг технологічного процесу зі свого робочого місця. У разі необхідності він може перейти до ручного або автоматичного режиму управління, натиснувши відповідну кнопку. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів і оберти двигуна.

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дозволяє оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення всіх технологічних параметрів. У вікні «Редактор проєктів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів та аварійних сигналів, і налаштовуємо їх.

Щоб запобігти аваріям і не порушити технологічний процес, на екрані відображаються параметри, і якщо значення параметра перевищує допустимі межі, його колір змінюється. Якщо параметр перевищує максимальне значення, колір стає червоним, якщо нижче мінімального – жовтим. Працюючі двигуни позначаються зеленим кольором, вимкнені, але готові до роботи – білим (рис.5.9).

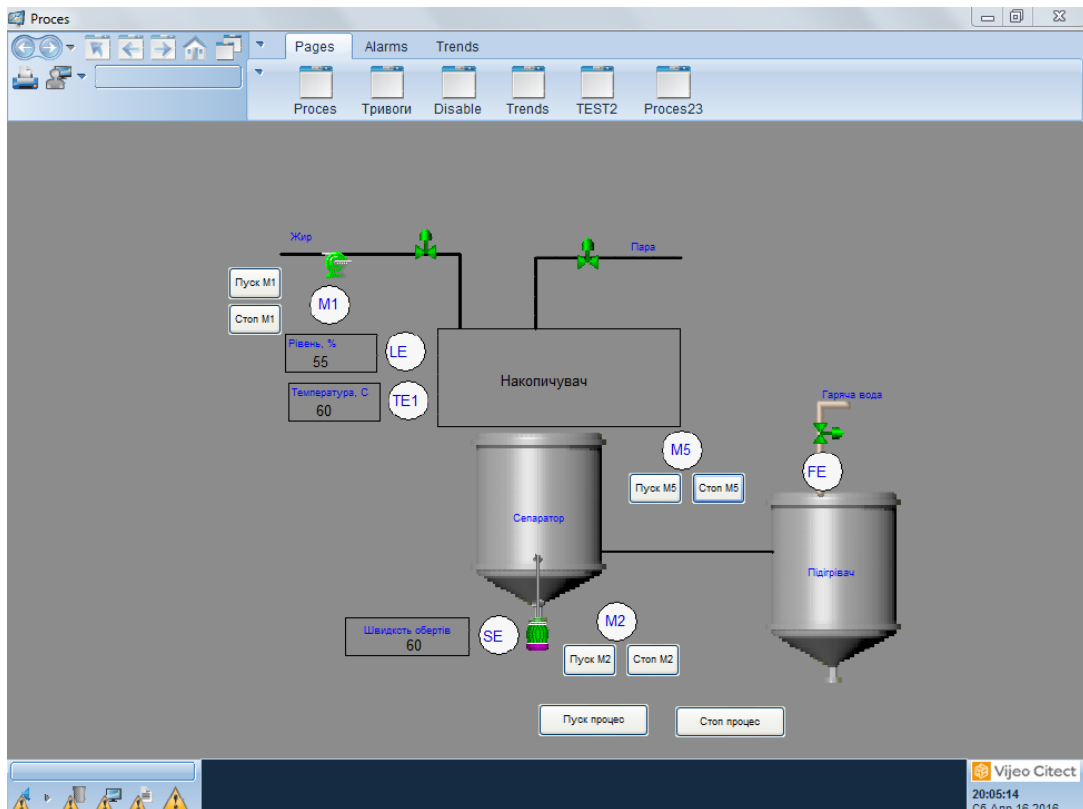


Рисунок 5.9 - Мнемосхема відділення

На сторінці "Alarm" ми можемо налаштовувати, змінювати або переглядати аларми, переглядати історію алармових повідомлень у відповідних вікнах.

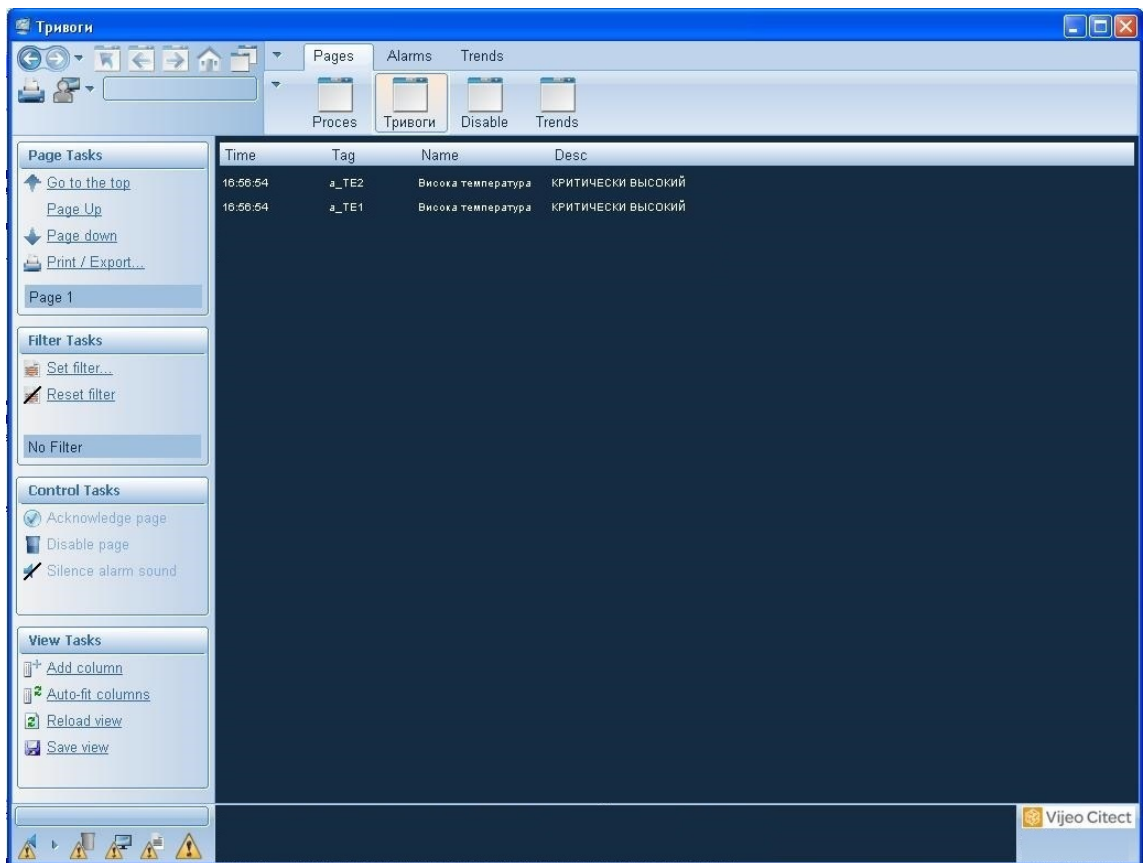


Рис. 5.10 – Вікно тривог

На сторінці "Trend" ми можемо спостерігати графік змінної та налаштувати її. Також можна переглядати архівні записи, які зберігаються в пам'яті (рис.5.11).

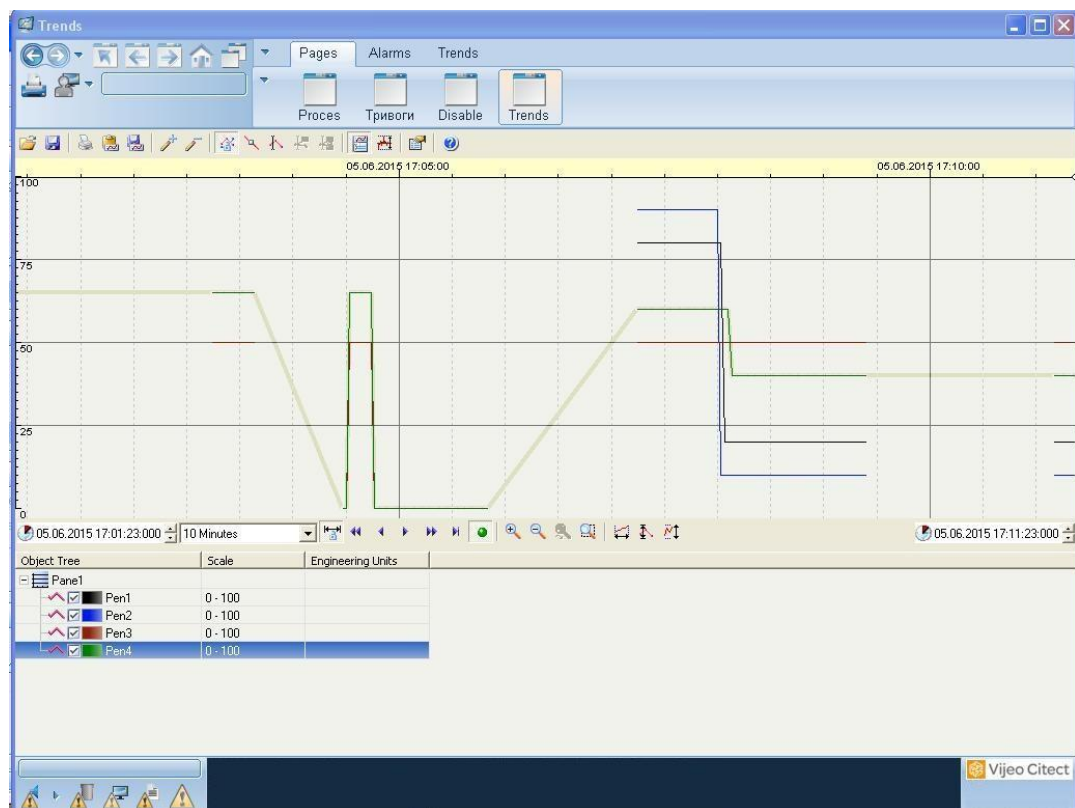


Рис. 5.11 – Вікно трендів

У даному розділі ми розглянули процес розробки програмного забезпечення для управління технологічним процесом. Створення технологічних змінних дозволяє адаптувати вхідні та вихідні

сигнали ПЛК до потреб процесу. Масштабування та обробка змінних здійснюється через функціональні блоки. На основі цих змінних реалізується регулювання та контроль параметрів.

Крім того, ми розглянули створення інтерфейсу оператора за допомогою SCADA-системи. Цей інтерфейс дозволяє спостерігати за процесом, переглядати архівні дані та взаємодіяти з обладнанням. Це дозволяє оператору ефективно керувати процесом та реагувати на події у реальному часі.

ВИСНОВКИ

У контексті сучасного промислового виробництва автоматизація виграє все більш важливу роль у підтримці ефективності, точності та якості виробничих процесів. Дослідження та розробка системи управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру виявилися кроком у цьому напрямку.

Автоматизація дозволяє підвищити продуктивність за рахунок ефективного контролю за роботою обладнання, оптимізувати витрати енергії та сировини, а також забезпечити стабільну якість продукції. Застосування сучасних технологій управління дозволяє швидко реагувати на зміни виробничого процесу та мінімізувати ризики виникнення непередбачуваних ситуацій.

Одним із ключових аспектів розробки системи управління технологічним процесом є створення інтерфейсу оператора, який забезпечує зручний та ефективний моніторинг та керування виробничим процесом. Інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, надійним та легко налаштовуватися для відповідності конкретним потребам підприємства.

Отже, розроблена система управління технологічним процесом виготовлення харчового жиру відповідає сучасним вимогам промислового виробництва, що дозволяє підвищити ефективність виробництва та забезпечити високу якість продукції.

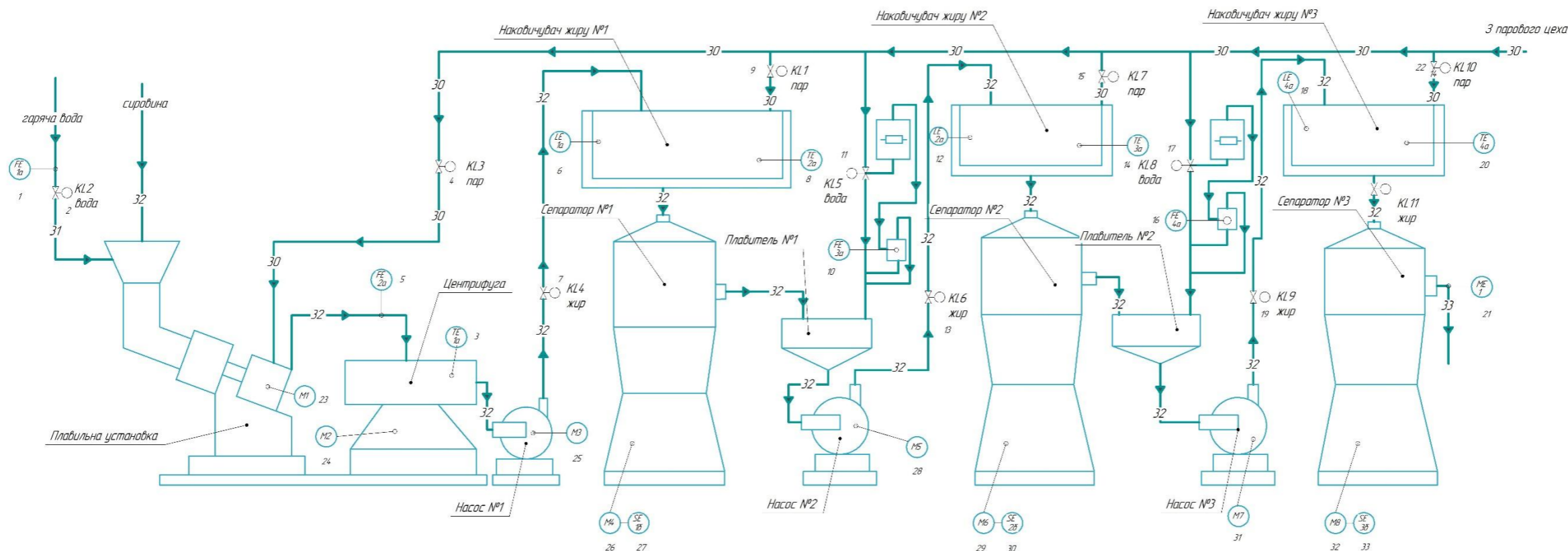
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Osadchy V., Nazarova O and Olieinikov M., "The Research of a Two-Mass System with a PID Controller, Considering the Control Object Identification," 2021 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/MEES52427.2021.9598542.
2. SIMATIC HMI. WinCC flexible 2005. Керівництво користувача 6AV6691-1AB01-0AB0. Редакція 06. Siemens AG, 2015. 394 с.
3. Vijeo Look. Версія 2.6. Керівництво для користувача (пер. с англ.).Copyright © 2016 Schneider Automation.
4. Бондаренко С.Г., Сангінова О.В. Теорія автоматичного керування. Методичні вказівки і завдання до виконання домашньої контрольної роботи для студентів напряму підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». 2013. Київ: НТУУ «КПІ». 102с.
5. Вознюк В. Г. Автоматизація в харчовій промисловості: Навчальний посібник. Харків: НТУ "ХПІ" 2019, 121с.
6. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. 2020. Харків: НТУ «ХПІ». 275 с
7. ДСТУ Б А.2.4-10-95. ДКУ Мбіа,1996 (ГОСТ 21.110-93, МНТКС). Правила виконання специфікацій устаткування, виробів і матеріалів.
8. ДСТУ Б А.2.4-4-95. ДКУ Мбіа,1997 (ГОСТ 21.101-93, МНТКС). Основні вимоги до робочої документації.
9. Ельперін І.В. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. К.: НУХТ, 2011. 48 с
10. Ковальчук, І. В. Автоматизовані системи управління в харчовій промисловості: Навчальний посібник. Київ: НУХТ. 2020, 230с.
11. Конспект лекцій з курсу «Проектування систем автоматизації (Ч.1)» для бакалаврів 6.050202 всіх форм навчання. Укладач Ю. М. Скаковський. Одеса: ОНАХТ, 2014. 86 с.
12. Павленко Т. П., Донець О. В., Петренко О. М. Автоматизований електропривод агальнопромислових механізмів. Конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка) Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2018. 132 с
13. Хобін В. А. Конспект лекцій з курсу «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів» для студентів, які навчаються за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форми навчання. Одеса: ОНАХТ, 2016. 96с
14. Хобін В. А. Конспект лекцій з курсу «Теорія автоматичного керування» для студентів, які навчаються за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форми навчання. Одеса: ОНАХТ, 2012. Ч1 112с.

15. Яцун М.А. Електричні машини. 2011. Львів: Львівська політехніка. 464с.

ДОДАТКИ

ШУ 00 151 1-П10-Б7



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33

600 л/год
Регулювання
95°C
Регулювання
2000 л/год
Рівень 70 %
Регулювання
115°C
Регулювання
100 л/год
Регулювання
Рівень 75 %
Регулювання
125°C
Регулювання
50 л/год
Регулювання
Рівень 65 %
Регулювання
135°C
Вологість %
Регулювання

50 об/хв
Керування
60 об/хв
Керування
70 об/хв
Керування

Ім'я, пр. півд.	Підп. і дата	Венч. іміж. №	Ім'я, пр. півд.	Підп. і дата	Ім'я, пр. півд.	Підп. і дата	Ім'я, пр. півд.	Підп. і дата	Ім'я, пр. півд.	Підп. і дата	Назва			
											Лист	Маса	Масштаб	
ПК			ПК		ПК		ПК		ПК		ШУ-01ш-1. 151. 00. ДП	4	11	1
AI			AI		AI		AI		AI		Система управління технологічної лінії виготовлення харчового жиру			
AO			AO		AO		AO		AO		Функціональна схема			
DI			DI		DI		DI		DI					
DO			DO		DO		DO		DO					

Ім'я/Лист	№ документа	Лист	Дата
Розроб	Складовість(№)		
Ввод	Греш. ВМ		
Головр			
Начальн			
Ім'я			

