

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав СМІТЮХ

«15» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Яцика Владислава Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації вакуумної станції фармацевтичного виробництва

керівник роботи Смітюх Ярослав Володимирович доц. к. т. н.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «15» квітня 2024 р. № 279-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «04» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. Характеристика об'єкта автоматизації. 1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Системи автоматизації. 2.1. Аналіз існуючих систем автоматизації. 2.2. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО. 2.3. Схема автоматизації. 2.4 Специфікація засобів автоматизації 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення 3.1. Проектне компонування ПЛК. 3.2. Загальна схема підключення датчиків, ВМ та РО. 3.3. Розширені схеми підключення. 4. Креслення

встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для ПЛК. 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 15 квітня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Владислав ЯЦИК

(підпис)

Керівник роботи Ярослав СМІТЮХ

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: “Розробка системи автоматизації вакуумної станції фармацевтичного виробництва”. Система створена на базі програмованого логічного контролера Modicon M340 компанії Schneider Electric та мікропроцесорних датчиків від компаній Endress+Hauser.

Робота складається з пояснювальної записки та графічного матеріалу:

1. Схема автоматизації.
2. Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до програмованого логічного контролера.
3. Креслення встановлення технічного засобу.

Особлива увага в даній роботі була приділена розробці системи автоматизації, заміні морально устарівших датчиків на сучасні вимірювальні перетворювачі та виконавчі механізми.

На основі алгоритму автоматизованого керування вакуумної станції, написана програма керування, що реалізована в спеціалізованому програмному забезпеченні Unity Pro. Для візуалізації та оперативного контролю технологічного процесу використано SCADA програма Vijeo Citect.

Отже, запропонована система автоматизації вакуумної станції, яка складається з новітніх технічних засобів автоматизації, програмованого логічного контролера та людино-машинного інтерфейсу, забезпечує зменшення витрат енергоресурсів, підвищення продуктивності праці, дотримання санітарних та гігієнічних норм фармацевтичного виробництва, покращення якості готової продукції, оптимізацію роботи технологічного обладнання та персоналу.

Ключові слова: водопідготовка, вакуумна ємність, система автоматизованого регулювання, мікропроцесорні датчики, програмований логічний контролер, людино-машинний інтерфейс.

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

ABSTRACT

Qualification work on the topic: "Development of the automation system of the vacuum station of pharmaceutical production". The system is based on the Modicon M340 programmable logic controller from Schneider Electric and microprocessor sensors from Endress+Hauser.

The work consists of an explanatory note and graphic material:

1. Scheme of automation.
2. Connection diagram of sensors and actuators to the programmable logic controller.
3. Drawing of installation of technical means.

In this work, special attention was paid to the development of the automation system, the replacement of outdated sensors with modern measuring transducers and actuators.

Based on the algorithm of the automated control of the vacuum station, a control program was written, which is implemented in the specialized Unity Pro software. SCADA program Vijeo Citect was used for visualization and operational control of the technological process.

Therefore, the proposed automation system of the vacuum station, which consists of the latest technical means of automation, a programmable logic controller and a human-machine interface, ensures a reduction in energy consumption, an increase in labor productivity, compliance with sanitary and hygienic norms of pharmaceutical production, improvement of the quality of finished products, optimization of the work of technological equipment and personnel.

Keywords: water preparation, vacuum tank, automated regulation system, microprocessor sensors, programmable logic controller, human-machine interface.

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

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації	9
1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації.....	10
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	26
Розділ 2. Системи автоматизації	27
2.1. Аналіз існуючих систем автоматизації.....	27
2.2. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО.....	31
2.3. Схема автоматизації	45
2.4. Специфікація засобів автоматизації	46
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	48
3.1. Проектне компонування ПЛК.....	48
3.2. Загальна схема підключення датчиків, ВМ та РО.....	52
3.3. Розширені схеми підключення	56
Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу	59
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для ПЛК	67
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	72
Висновок	77
Список використаної літератури	78

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

ВСТУП

У сучасному світі фармацевтичне виробництво знаходиться в центрі уваги, оскільки попит на медичні препарати постійно зростає. Завдяки постійному розвитку наукових та технологічних досягнень, фармацевтична промисловість постійно шукає нові способи покращення якості продукції, збільшення її обсягів та зниження витрат.

Однією з ключових складових фармацевтичного виробництва є процеси вакуумного станціонного обладнання, які використовуються для виробництва та обробки медичних препаратів. Ефективність цих процесів напряму впливає на якість та кількість продукції, її вартість та відповідність нормативним вимогам.

Незважаючи на досягнення у сфері автоматизації, багато фармацевтичних підприємств все ще використовують застарілі та неефективні системи керування вакуумними станціями, та застарілі компоненти систем, які можуть призводити до непередбачених проблем та втрат. Тому розробка та впровадження сучасних систем автоматизації стає актуальною задачею для фармацевтичної промисловості.

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження вакуумних станцій, які є невід'ємною частиною систем водопідготовки фармацевтичного виробництва, систем підготовки промислової пари.

Для досягнення цієї мети буде використано аналіз сучасних технологій, розробка програмного забезпечення та виконання випробувань на реальних вакуумних станціях. Результати цього дослідження можуть послужити основою для подальшого вдосконалення технологічних процесів у фармацевтичній галузі.

Створення і впровадження прогресивних технологій здатні забезпечити тільки висококваліфіковані фахівці. Для хлібопекарської, як і для будь-якої іншої промисловості є важливими відкриття в сфері автоматизації, розвиток такої науки як метрологія, розробка нових та вдосконалення існуючих методів вимірювання параметрів, які необхідно контролювати, а також виготовлення

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

уніфікованих, багатофункціональних приладів вимірювання. Отже, роль автоматизації у підвищенні техніко-економічних показників виробництва та одержанні соціального ефекту є надзвичайно важливою.

Досвід автоматизації виробництва показує, що при створенні систем управління загальна проблема розпадається на дві складові: використання типових рішень та структур, програмних оболонок, які існують на ринку і мають комерційний характер, адаптація готових рішень до конкретних умов, забезпечення ефективності функціонування з урахуванням показників живучості, надійності, вартості.

Автоматизація технологічних процесів є одним з найважливіших засобів підвищення продуктивності праці, зменшення витрат матеріалів та енергії, покращення якості продукції, впровадження прогресивних методів керування.

Метою розробленої системи є підвищення ефективності праці, покращення якості готової продукції, створення умов для оптимального використання всіх ресурсів підприємства.

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

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

Отже, запропонована система автоматизації у складі новітніх технічних засобів автоматизації, програмованого логічного контролера та людино-машинного інтерфейсу, забезпечує зменшення витрат енергоресурсів, підвищення продуктивності праці, дотримання санітарних та гігієнічних норм та ГОСТів, покращення якості готової продукції, оптимізацію роботи технологічного обладнання та персоналу.

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

Розділ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Система водопідготовки, отримання, зберігання та розподіл води на фармацевтичному виробництві є критично важливими для забезпечення якості продукції та дотримання стандартів безпеки.

Вода використовується у багатьох технологічних процесах, включаючи виробництво лікарських засобів, очищення обладнання та приготування розчинів. Вода, що використовується у виробництві, має бути придатною для застосування відповідно до передбачуваного призначення.

Вода питна – вода, яка за органолептичними властивостями, хімічному, мікробіологічному складу та радіологічними показниками відповідає державним стандартам та санітарному законодавству.

Європейська Фармакопея та Державна Фармакопея України містять норми стосовно різних типів води для застосування у фармації, у тому числі щодо води для ін'єкцій та води очищеної. Вода питна не описана у монографії фармакопеї, але вона має відповідати вимогам щодо якості води, затвердженим компетентним уповноваженим органом. Для підтвердження якості води на виробничій дільниці слід проводити випробування. Вода питна є прийнятим джерелом вихідної води для одержання води фармакопейної якості.

Якість води повинна відповідати суворим стандартам, таким як фармакопейні вимоги до води для ін'єкцій (WFI) та очищеної води (PW).

Вода очищена (вода P, PW) – це вода для приготування лікарських засобів, крім тих, які мають бути стерильними й апірогенними, якщо немає інших зазначень і дозволів компетентного уповноваженого органу.

Вода для ін'єкцій (WFI) – вода, яку отримують з води очищеної шляхом дистиляції. Використовується для кінцевого обполіскування обладнання перед стерилізацією та в якості розчинника при виробництві лікарських засобів для

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Яцик В.О.</i>			<i>Розробка системи автоматизації вакуумної станції фармацевтичного виробництва</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>					9	18
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>				<i>НУХТ, АК-4-1</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>						

парентерального використання (вода для ін'єкцій «in bulk»).

Чиста пара (PS) - апірогенна, насичена пара, яку, як правило, отримують за допомогою генератора чистої пари при конденсації та яка відповідає вимогам води для ін'єкцій. Може бути використана для стерилізації.

1.1. Аналіз технологічної дільниці як об'єкта автоматизції

Основні компоненти системи водопідготовки

Система водопідготовки складається з:

1) Установки попереднього очищення (пом'якшення) води міської або води зі скважин.

2) Системи отримання, зберігання та розподілу води очищеної.

3) Системи отримання зберігання та розподілу води для ін'єкцій.

4) Система отримання та розподіл чистої пари.

В свою чергу всі системи, що складають систему водопідготовки на підприємстві складаються із основних елементів, а саме:

1. Системи отримання, зберігання та розподілу води очищеної складається з наступних основних елементів:

- блоку попередньої фільтрації;
- система іонообмінного пом'якшення води;
- двоступеневого зворотного осмосу;
- ємності для зберігання води очищеної;
- петлі розподілу води очищеної;
- системи управління.

2. Системи отримання зберігання та розподілу води для ін'єкцій складається з наступних основних елементів:

- дистилятор;
- ємність зберігання води для ін'єкцій;
- контур розподілу води для ін'єкцій;
- теплообмінники в контурі розподілу;
- система управління.

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

3. Система отримання та розподілу чистої пари складається з наступних основних елементів:

- дистилятор з функцією генератора чистої пари;
- панель керування;
- лінія розподілу чистого пару (трубопровід розподілу чистої пари).

Попередня обробка води

Основні елементи установки попередньої обробки води (пом'якшення води):

1. Дисковий фільтр (рейтинг фільтрації 100 мкм).
2. Два паралельних вугільних фільтри.
3. Фільтр тонкої очистки (рейтинг фільтрації 5 мкм).
4. Автоматична станція дозування антискаланта.
5. Система зворотного осмосу.
6. Проміжна ємність накопичення води (автоматично вмикає/вимикає роботу систему в залежності від рівня води).
7. Циркуляційний насос.
8. Установка пом'якшення води.
9. Електромагнітний клапан (регулює наповнення води).
10. Накопичувальна ємність очищеної води (10000 л).

Основні етапи попередньої обробки води

Вихідна вода подається на попередній дисковий фільтр з рейтингом фільтрації 100 мкм, для очищення води від крупних механічних домішок.

Далі вода подається на два паралельні вугільні фільтри, для видалення хлору та зниження окислюваності води. Фінішна механічна фільтрація відбувається на механічному фільтрі тонкого очищення картриджного типу, з рейтингом фільтрації 5 мкм.

Очищена від механічних домішок вода подається на обладнання зворотного осмосу. При цьому до потоку фільтрату дозується водний розчин

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

антискаланта автоматичною станцією дозування для запобігання утворення відкладень погано розчинних неорганічних солей на мембранах зворотного осмосу. Доза антискаланта становить 5 г на 1м³ фільтрату. При мінімальному рівні розчину реагенту в ємності спрацьовує сигналізація та система зворотного осмосу вимикається.

Система зворотного осмосу представлена одним блоком з одного корпусу високого тиску. У корпусі завантажено 2 мембрани стандарту 8040. Робочий тиск блоку 7-14 бар, який залежить від якості вихідної води, її температури та терміну служби мембран, створюється за допомогою насоса високого тиску. Концентрат із витратою 0,6-0,9 м³/год відводиться у дренаж.

Очищена вода з швидкістю 2 м³/год та тиском до 0,5 бар надходить у проміжну ємність 1м³. Увімкнення та вимкнення установки здійснюється автоматично за рівнем у проміжній ємності за допомогою поплавкового електровимикача.

При значному зниженні продуктивності одержуваної води на установці зворотного осмосу потрібне періодичне хімічне промивання мембранних елементів. Блок хімічного промивання мембран інтегрований в систему зворотного осмосу, з можливістю підключення ще однієї установки зворотного осмосу другої черги запуску.

З проміжної ємності об'ємом 1 м³ вода подається за допомогою насоса на установку пом'якшення 2-го ступеня безперервної дії. Метою пом'якшення є гарантоване зниження жорсткості нижче 0,02 мг-екв/л. Регенерація фільтрів відбувається по черзі.

Після пом'якшення вода надходить у накопичувальну ємність підготовленої води, об'ємом 10 м³. У ємності передбачено 3 датчики рівня. Наповнення ємності регулюється за допомогою електромагнітного клапана.

Контроль та обслуговування установки попереднього очищення води (пом'якшення води)

Промивання фільтру відбувається в ручному режимі. Фільтри з активованим вугіллям, використовуються для видалення хлору, зниження

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

окислюваності, каламутності та кольоровості вихідної води підлягають періодичній регенерації фільтрів, що відбувається без застосування реагентів, зворотним потоком води.

Фільтр механічний тонкого очищення обслуговується без регенерації, при забрудненні фільтруючий елемент підлягає заміні, ресурс від 1 до 6 місяців.

Для попередження відкладенню солей на поверхні зворотноосмотичних мембран установка комплектується станцією дозування антискаланта. Працює автоматично від контролера зворотного осмосу. Вмикається лише при працюючому високонапірному насосі.

Система повністю автоматизована і практично не вимагає втручання співробітників. Вмикання та вимикання установки здійснюється автоматично за рівнем накопичувальної ємності за допомогою поплавкового електровимикача.

Обслуговування фільтра полягає у періодичному поповненні розчину антискаланта. При значному зниженні продуктивності одержуваної води на установці зворотного осмосу потрібно періодичне хімічне промивання мембранних елементів. Промивання проводиться оператором котельної за потреби, (періодичність хімічної промивки виконується при значному зменшенні продуктивності, орієнтовно 1-2 рази на рік).

Попередня обробка води є першим етапом у системах водопідготовки для фармацевтичного виробництва. Цей процес спрямований на видалення великих часток, органічних та неорганічних забруднень, а також інших домішок, які можуть вплинути на подальші етапи очищення води. Попередня обробка складається з кількох основних кроків, кожен з яких має своє призначення та технологічні особливості.

Переваги попередньої обробки води

1. Захист обладнання:

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

Зниження навантаження на мембрани зворотного осмосу та інші системи, продовжуючи їх термін служби та знижуючи витрати на технічне обслуговування.

2. Підвищення ефективності очищення:

Підготовлена вода має стабільніші параметри, що дозволяє основним системам очищення (зворотний осмос, електродіонізація, дистиляція) працювати ефективніше та надійніше.

3. Забезпечення якості води:

Видалення забруднень на ранніх етапах обробки забезпечує більш високу якість кінцевого продукту, що особливо важливо для фармацевтичних застосувань.

Приклади обладнання для попередньої обробки води:

- Сітчасті та картриджні фільтри: використовуються для грубого та тонкого механічного очищення води.
- Іонообмінні колони: використовуються для пом'якшення води.
- Активовані вугільні фільтри: використовуються для видалення органічних речовин та хлору.
- Аераційні колони або дегазатори: використовуються для видалення розчинених газів.

Контроль і моніторинг

Системи попередньої обробки води оснащені датчиками та системами контролю для моніторингу якості води на виході кожного етапу. Це дозволяє своєчасно виявляти відхилення від норм та коригувати процес для забезпечення стабільної якості води. Автоматизація цих систем сприяє підвищенню надійності та ефективності процесу водопідготовки, що є критично важливим для фармацевтичного виробництва.

Основна обробка води

Основна обробка води у фармацевтичному виробництві є критичним етапом, який забезпечує високий рівень очищення води, необхідний для різних технологічних процесів. Основна обробка включає декілька ключових

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

технологій, кожна з яких спрямована на видалення специфічних забруднень та забезпечення відповідності води суворим фармакопейним стандартам.

Контроль та обслуговування системи зберігання та розподілу води для ін'єкцій. Система була виготовлена з максимальним обсягом виробництва води для ін'єкцій 1100 л/год при температурі +95 °С – +97 °С та складається з наступних частин:

1. Насос живильної води.
2. Нагрівальні колони.
3. Теплообмінники.
4. Повітряний фільтр.
5. Ємність для зливу води.

Принцип функціонування багатокolonного аквадистилятора Pharmastill MS 504 Combi. Процес отримання води для ін'єкцій є випаровуванням води очищеної при цьому розділяючись на чисту пару і конденсат, процес дистиляції повторюється в кожній колоні дистилятора наступним чином.

Тиск вихідної води очищеної нагнітається насосом P09, що проходить фінальний конденсатор E09, де відбувається перший етап теплообміну між вихідною водою очищеною та вихідною водою для ін'єкцій, і попередні нагрівачами.

Часткове випаровування води очищеної в другій колоні (E02) виконується за допомоги зовнішнього теплового джерела (чистої пари з PSG);

Виготовлена в другій колоні чиста пара відокремлюється й очищається від не випарованої води, живлючи третю колону, міжтрубний простір, де пара працює в якості джерела тепла як чиста пара в другій колоні і конденсується, перетворюючись у воду для ін'єкцій.

Невипарувана вода потрапляє в третю колону (E03) в трубний простір, де частково випаровується знову.

Виготовлена вода для ін'єкцій в другій колоні потрапляє в попередній нагрівач, в міжтрубний простір для теплообміну з вхідною водою.

Процес повторюється таким же чином до фінальної колони.

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

З останньої колони виготовлена чиста пара потрапляє до кінцевого теплообмінника, в міжтрубний простір, для конденсації;

Вода для ін'єкцій, отримана в інших колонах, потрапляє з усіх попередніх нагрівачів в теплообмінник, в міжтрубний простір, де підігріває вхідну воду (точка 2);

Після цього вода для ін'єкцій потрапляє до другого кінцевого теплообмінника, де охолоджується до заданої температури за допомогою води охолоджуючої.

Примітка. Якщо електропровідність при поточній температурі знаходиться в допустимих межах і відповідає специфікації води для ін'єкцій «in bulk», то вода для ін'єкцій подається в ємність зберігання води для ін'єкцій, інакше відводиться в ємність для охолодження стоків та в каналізаційний дренаж.

Основні етапи основної обробки води

- Зворотний осмос (RO):

Принцип дії: Зворотний осмос використовує напівпроникні мембрани для видалення до 99% розчинених солей, органічних сполук, мікроорганізмів та інших домішок. Під тиском вода проходить через мембрану, залишаючи забруднення на її поверхні.

Застосування: Цей метод забезпечує значне очищення води, що робить його ідеальним для попередньої обробки перед наступними етапами, такими як електродіонізація або дистиляція.

- Електродіонізація (EDI):

Принцип дії: Електродіонізація комбінує іонний обмін та електродіаліз для постійного видалення іонів з води. Цей процес використовує електричне поле для переміщення іонів через іонообмінні мембрани, забезпечуючи безперервне очищення без необхідності регенерації смол.

Застосування: EDI використовується для отримання води високої чистоти після зворотного осмосу, забезпечуючи стабільну якість води з низьким вмістом залишкових іонів.

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

- **Дистиляція:**

Принцип дії: Дистиляція включає кип'ятіння води та конденсацію пари, що утворюється, для видалення більшості забруднень, включаючи іони, органічні сполуки та мікроорганізми. Цей процес забезпечує найвищий рівень очищення.

Застосування: Дистильована вода (вода для ін'єкцій, WFI) використовується для виробництва ін'єкційних та інших парентеральних препаратів, де необхідна найвища чистота.

- **Ультрафільтрація (UF):**

Принцип дії: Ультрафільтрація використовує мембрани з дуже дрібними порами для видалення колоїдів, мікроорганізмів та великих органічних молекул.

Застосування: Цей метод часто застосовується як додатковий етап для покращення якості води після зворотного осмосу.

Переваги основної обробки води

Висока якість води. Забезпечення відповідності найвищим стандартам якості води, що є критично важливим для фармацевтичного виробництва.

Надійність процесів. Стабільна робота системи завдяки автоматизованому контролю та моніторингу.

Економічність. Зниження витрат на технічне обслуговування та експлуатацію завдяки високій ефективності та надійності сучасних технологій очищення води.

Сучасні системи основної обробки води інтегруються з іншими технологічними процесами на підприємстві, забезпечуючи централізоване управління та оптимізацію всіх етапів водопідготовки, що є ключовим для досягнення високої якості продукції та ефективності виробництва.

Контроль якості та моніторинг

Системи основної обробки води оснащуються датчиками та системами

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

автоматичного контролю для безперервного моніторингу якості води. Це включає вимірювання таких параметрів:

- 1) *Провідність*: Для контролю рівня розчинених солей.
- 2) *Загальний органічний вуглець (ТОС)*: Для моніторингу рівня органічних забруднень.
- 3) *Мікробіологічні показники*: Для виявлення наявності мікроорганізмів.

Стерилізація та дезінфекція

Стерилізація та дезінфекція є важливими етапами у системах підготовки води для фармацевтичного виробництва, оскільки вони забезпечують знищення мікроорганізмів і запобігання їх росту у водопідготовчому обладнанні та системах розподілу води. Кожен метод має свої особливості, переваги та обмеження.

Основні методи стерилізації та дезінфекції води

- **Ультрафіолетове (УФ) опромінення**

Принцип дії: УФ опромінення використовує ультрафіолетове світло з довжиною хвилі близько 254 нанометрів для знищення ДНК мікроорганізмів, що призводить до їх інактивації.

Обладнання: УФ-реактори, через які пропускається вода, забезпечуючи рівномірне опромінення.

Переваги: Висока ефективність у знищенні бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів. Відсутність хімічних реагентів, що робить процес екологічно безпечним.

Обмеження: Не видаляє хімічні забруднення та не залишає залишковий дезінфектант, що може дозволити повторне забруднення після УФ обробки.

- **Озонування**:

Принцип дії: Озон (O₃) є потужним окислювачем, який руйнує клітинні стінки мікроорганізмів і окислює органічні забруднення.

Обладнання: Озонатори, які генерують озон з кисню або повітря і вводять його у воду.

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

Переваги: Висока ефективність у знищенні широкого спектру мікроорганізмів та органічних забруднень. Озон розпадається на кисень, не залишаючи шкідливих побічних продуктів.

Обмеження: Високі витрати на обладнання та експлуатацію. Озон має короткий період напіврозпаду, тому його ефективність швидко знижується після введення у воду.

- Теплова стерилізація:

Принцип дії: Використання високих температур для знищення мікроорганізмів. Це може бути досягнуто шляхом кип'ятіння, пастеризації або використання пари.

Обладнання: Системи нагрівання води або парові стерилізатори.

Переваги: Висока ефективність у знищенні мікроорганізмів, включаючи термостійкі спори. Відсутність хімічних реагентів.

Обмеження: Високі енергетичні витрати та можливість термічного пошкодження обладнання або систем трубопроводів.

- Хлорування та використання хлоровмісних сполук:

Принцип дії: Хлор та його сполуки (наприклад, гіпохлорит натрію) є сильними окислювачами, які руйнують клітинні стінки мікроорганізмів.

Обладнання: Системи дозування хлору або гіпохлориту, системи моніторингу залишкового хлору.

Переваги: Ефективність у знищенні мікроорганізмів та забезпечення залишкового дезінфектанту, який запобігає повторному забрудненню.

Обмеження: Можливість утворення побічних продуктів, таких як тригалометани (THMs), які можуть бути шкідливими для здоров'я. Хлор також може взаємодіяти з органічними речовинами, утворюючи небажані побічні продукти.

- Хлордіоксид:

Принцип дії: Хлордіоксид (ClO₂) є потужним дезінфектантом, який руйнує клітинні стінки мікроорганізмів та окислює органічні речовини.

Обладнання: Системи генерації хлордіоксиду та дозування.

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

Переваги: Висока ефективність у знищенні бактерій, вірусів та спор. Менше утворення побічних продуктів порівняно з хлоруванням.

Обмеження: Складність у виробництві та зберіганні, високі витрати на обладнання та експлуатацію.

Переваги автоматизації процесів стерилізації та дезінфекції

- Підвищена ефективність:

Автоматизовані системи забезпечують точне дозування та контроль параметрів процесу, що підвищує ефективність дезінфекції та стерилізації.

- Безперервний моніторинг:

Системи моніторингу в реальному часі дозволяють оперативно виявляти та реагувати на будь-які відхилення від заданих параметрів, забезпечуючи стабільну якість води.

- Зниження ризиків:

Автоматизація знижує ризик людської помилки та забезпечує більш безпечне управління хімічними речовинами.

- Оптимізація витрат:

Ефективне управління ресурсами, таким як хімічні реагенти та енергія, дозволяє знизити експлуатаційні витрати.

Впровадження сучасних методів стерилізації та дезінфекції, а також їх автоматизація є ключовими для забезпечення високої якості води у фармацевтичному виробництві, що сприяє підвищенню безпеки та ефективності виробничих процесів.

Зберігання та розподіл

Зберігання та розподіл води у фармацевтичному виробництві є етапами, що забезпечують підтримання високої якості води після її очищення до моменту використання. Це включає в себе проектування та використання відповідних резервуарів, систем трубопроводів, насосів і контролюючих пристроїв, що забезпечують стерильність та чистоту води на всіх етапах.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Принцип роботи системи зберігання та розподілу води для ін'єкцій

Ємність зберігання з об'ємом 3000 л заповнюється водою, отриманою в дистилляторі. Датчик рівня ємнісного типу, який вимірює рівень води, використовується для визначення згідно попередньо заданому з панелі оператора рівню, коли запускається й зупиняється установка тримання ВДІ. Дані про рівень також використовуються для визначення у відповідності до заданого на панелі оператора низьким і мінімальним рівнем, коли запускається та відключається циркуляційний насос.

Система розроблена таким чином, щоб підтримувати мінімальну швидкість потоку води 1 м/с під час рециркуляції без споживання.

Для попередження нагнітання тиску в ємності зберігання, розрахованої на тиск – 1/ 3 бар надлишкового тиску, над ємністю встановлено гідрофобний вентиляційний фільтр. Для корпусу фільтра передбачена система електричного підігріву, щоб уникнути формування конденсату. Корпус фільтра оснащений клапанами для проведення тесту на цілісність.

Для захисту ємності від надлишкового тиску внаслідок закупорювання вентиляційного фільтра в верхній частині ємності встановлена розривна мембрана з тиском розриву 3,3 бар \pm 5 % при 20 °С.

Теплообмінник (E15) з подвійною трубною решіткою, що контролюється терморегулятором, встановлено на зворотній петлі. Він використовується для наступних процесів:

- підтримання постійної температури води (85 °С), яка циркулює всередині петлі під час звичайної рециркуляції;
- підігрів води та підтримання її температури на рівні 121 °С під час санітизації;
- охолодження води до 85 °С після завершення санітизації.

Температури, що виміряні й збережені для підтвердження успішної санітизації, є критичними точками як і температура ємності. Після завершення санітизації теплообмінник охолоджується до температури рециркуляційної води. Під час цієї фази вода рециркулює завдяки рециркуляційному насосу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Під час звичайної рециркуляції електропровідність води для ін'єкцій постійно контролюється датчиком, що знаходиться на зворотній петлі (перед впуском на ємність для зберігання зворотної петлі).

Система обслуговує сім точок для відбору проб, клапани яких управляються з панелі управління, яка дає змогу відкривати й закривати їх в залежності від сигналів з шафи управління. П'ять точок подають воду при температурі 40 °C завдяки теплообміннику/охолоджувачу. Дві з цих точок оснащені ручним відбором, а решта – автоматичним відбором.

Основні компоненти системи зберігання та розподілу води

- Резервуари для зберігання води:

Матеріали: Виготовляються з нержавіючої сталі (зазвичай марки 316L) або інших матеріалів, які забезпечують високу корозійну стійкість та санітарні умови. Поверхня повинна бути гладкою та легко очищуваною.

Конструкція: Резервуари повинні мати герметичні кришки, фільтри на дихальних отворах та системи для підтримання тиску. Внутрішні поверхні часто поліруються до високого рівня чистоти, щоб запобігти утворенню мікробних забруднень.

Санітарні заходи: Використовуються системи для автоматичного очищення та дезінфекції резервуарів (CIP/SIP).

- Система трубопроводів:

Матеріали: Трубопроводи виготовляються з нержавіючої сталі або інших корозійно-стійких матеріалів. Вони повинні бути сертифіковані для використання у фармацевтичній промисловості.

Конструкція: Трубопроводи повинні мати мінімум з'єднань і вигинів для запобігання застою води та утворення біоплівки. Використовуються спеціальні санітарні фітинги та клапани.

Санітарні заходи: Системи трубопроводів проектується для легкого очищення та дезінфекції. Вони часто обладнані системами автоматичної дезінфекції.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

- Насоси:

Типи: Вибір насосів залежить від тиску та об'єму води, що перекачується. Зазвичай використовуються санітарні насоси, які легко очищуються.

Конструкція: Насоси виготовляються з корозійно-стійких матеріалів та мають герметичну конструкцію для запобігання контамінації.

Системи управління та моніторингу:

Датчики та моніторинг: включають датчики провідності, температури, рівня води, тиску та загального органічного вуглецю (ТОС). Це дозволяє забезпечити постійний контроль якості води.

Автоматизація: Використовуються автоматизовані системи управління (SCADA) для моніторингу та контролю всіх аспектів системи зберігання та розподілу води.

Процедури зберігання та розподілу води

- Запобігання застою води: Системи проектуються так, щоб забезпечити постійний рух води, запобігаючи застою, що може сприяти розвитку мікроорганізмів.

- Температурний контроль: Температура води контролюється для запобігання росту мікроорганізмів. Часто використовуються системи підтримки температури, що запобігають охолодженню води нижче оптимальних значень.

- Санітарні цикли: Регулярні цикли очищення (CIP) та стерилізації (SIP) забезпечують знищення мікроорганізмів та запобігання утворенню біоплівки. Це включає промивання системи гарячою водою, паром або дезінфікуючими засобами.

- Запобігання контамінації: Використання фільтрів на дихальних отворах резервуарів для запобігання потраплянню часток з повітря. Системи резервуарів та трубопроводів повинні бути герметичними для захисту від зовнішнього забруднення.

Переваги сучасних систем зберігання та розподілу води:

- 1) Висока якість води:

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

Забезпечення стабільної якості води, відповідно до фармакопейних стандартів, завдяки безперервному моніторингу та контролю параметрів води.

2) Надійність та безпека:

Висока надійність систем зберігання та розподілу завдяки використанню сучасних матеріалів та технологій, що знижує ризик контамінації.

3) Ефективність управління:

Автоматизація процесів управління зберіганням та розподілом води дозволяє оптимізувати витрати та забезпечити безперервність виробничих процесів.

4) Гнучкість та масштабованість:

Системи можуть бути легко адаптовані до змін у виробничих потребах, що дозволяє забезпечити гнучкість та масштабованість виробництва.

Процес виробництва чистої пари

Система складається з наступних елементів:

1. Нагрівач з подвійною трубною решіткою.
2. Випарник та деконтамінаційна камера.
3. Управління рівнем в ємкості.
4. Відбір конденсату чистої пари.

Процес виробництва чистої пари складається з випарника води очищеної (PW) за допомогою заводської пари під тиском 8 бар, яка живить міжтрубну зону нагрівача-ребойлера та нагріває живильну воду до температури випарювання: це призводить до природної циркуляції води від нагрівача-ребойлера трубної зони вгору до випарника і деконтамінаційній камері, де має місце поділ вода-пара.

Використовуються такі функціональні принципи для уникнення будь-якого захвату крапель води з ризиком ендотоксичного забруднення:

- сила тяжіння крапель води у порівнянні з низькою швидкістю чистої пари у випарнику та деконтамінаційній камері;
- у верхній частині випарника та деконтамінаційній камері встановлено пристрій для запобігання виникнення конденсату на поверхні.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Тиск чистої пари постійно підтримується на встановленому рівні (3 бар) за допомогою регулятора тиску, який регулює за допомогою контрольного клапану, швидкість потоку розігрівачого середовища (заводська пара). Рівень подачі живильної води у випарнику та деконтамінаційній камері, регулюється вимикачами контролю за рівнем, встановленими в резервуарі контролю за рівнем на стороні випарника та деконтамінаційній камері з'єднаними з клапаном подачі. Для відбору проб чиста пара може бути відібрана за допомогою конденсуючого елемента.

Вакуумна ємність

З ліній приготування подається використана вода переважно 60% ємності, вона зливається по трубах в вакуумну ємність, в цій ємності вода охолоджується зі 100°C до 50°C, та викачується далі в каналізацію. Вакууметричний тиск в ємності становить -0,45..-0,65 бар.

Є варіанти схожих установок на приготуванні води для ін'єкцій та очищеної води, але там використовуються додаткові технології: система зворотного осмосу, установки пом'якшення води, різні фільтри, дистиляція

Трубопроводи :

Синій – подача холодної води для охолодження насосу та зменшення температури в ємності.

Зелений – від РСР (Водокільцевий вакуумний насос PompeTravaini TRMB 40-150 F) нагнітання вакууму, на цій трубці стоїть зворотний клапан (VRN602).

Зелений - від ємності до LCP (Відцентровий насос Lowara CEA 210/5/D-V ELP 23/40) викачка води в каналізацію, після насоса стоїть зворотний клапан.

Червоний – подача використаної води від ліній приготування (мийки), на цих трубопроводах стоять зворотні клапани (VRN603, VRN604).

Клапани EVTC 601, EVTC 603 з електроприводом для регулювання подачі холодної води. EVTC 601 для подачі в вакуумну ємність регулюється датчиком температури. EVTC 603 для подачі води на охолодження води, яку викачує насос LCP.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Технологічні вимоги до системи автоматизації вакуумної ємності на фармацевтичному виробництві наведені в таблиці 1.1.

Технологічні вимоги до системи автоматизації

Таблиця 1.1.

№ п/п	Машина, агрегат, апарат	Пар-р, місце відбору імпульсу	Значення пар-ру, допустимі відхилення	Система автоматизації		
				Вид системи автоматизації	Характер контролю, регулювання, упр-ня	Додаткові вимоги до системи
1	2	3	4	5	6	7
1.	Вакуумна ємність	Рівень	60%	Рег-ня	Стабілізація потоку	Дія на клапан зливу води в каналізацію
2.		Тиск	-0,45..0,65 бар	Рег-ня	Стабілізація	Дія на клапан подачі вакуума
3.		Т-ра	50..90 °С	Контроль	Стабілізація	Дія на клапан подачі холодної води
4.	Електропривід насоса подачі холодної води	Стан	-	Керування (ручне та дистанційне)	Пуск/Зупинка.	Світлова
5.	Електропривід насоса виведення води в каналізацію	Стан	-	Керування (ручне та дистанційне)	Пуск/Зупинка.	Світлова

Розділ 2

СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1. Аналіз існуючих систем автоматизації

Одним з основних напрямків науково-технічного прогресу в харчовій промисловості є створення і впровадження автоматизованих систем управління усіх рівнів. Сучасна концепція організації та автоматизації виробництв перспектив його розвитку та розширення, адаптації до ринкових відносин вимагає розробки гнучких систем автоматизованого керування технологічними процесами на базі автоматичних і автоматизованих систем (мікропроцесорна та комп'ютерна техніка, промислові та адаптивні роботи, гнучкі виробничі модулі та системи, інтелектуальні системи та штучний інтелект).

При побудові автоматизованих систем управління (АСУ) виробництвом молочної продукції активно використовують різноманітні управлінські технології, що є складовими асортиментної політики:

- оперативне управління з використанням багатокритеріальних моделей;
- методи перебору можливих розкладів;
- оперативне управління з побудовою оптимального плану випуску замовлень і його модифікацією при розміщенні нових замовлень та плануванню ремонтів;
- оперативне перемикання виробничих потоків;
- раціональне завантаження апаратів.

В сучасних умовах ринкової економіки, коли має місце "слово покупця", виробництво повинно мати здатність швидко і в широких межах змінювати обсяги і асортимент продукції, що випускається. В таких умовах для ефективного функціонування необхідно оперативно та адекватно реагувати на замовлення.

Отже, на підставі аналізу літературних джерел та практичних досліджень у

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яцик В.О.			Розробка системи автоматизації вакуумної станції фармацевтичного виробництва	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					27	21
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ, АК-4-1			
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

сфері реалізації вітчизняними підприємствами харчової промисловості можна сформулювати коло проблем, пов'язаних із ефективністю застосування існуючих методів:

1. Обмежені можливості існуючих методів формування асортименту.
2. Відсутність методика, яка адаптована до умов нестабільності зовнішнього середовища.
3. Проблеми впровадження інструментів асортиментної політики у практичну діяльність управлінського персоналу.
4. Проблеми інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень.

На зараз як і попередні роки першочерговими вимогами до будь якого виробництва є зменшення витрат на матеріальну, енергетичну та сировинну складову, зменшення або хоча б фіксація на існуючому рівні собівартості та паралельно з цим підвищення якості готової продукції. Технічних прогрес, який постійно спостерігаємо, викликаний вимогами енергозбереження, ресурсозаощадження та раціональним їх розподілом на виробництві.

Саме тому на даний час виникли передумови для широкого використання засобів мікропроцесорної та обчислювальної техніки, які мають широкі можливості для відображення і перетворення інформації про стан технологічного процесу в реальному часі та дозволяють застосувати достатньо складні алгоритми керування.

Зростання показників ефективності хлібобулочного виробництва на сучасному етапі розвитку систем автоматизації можливе за рахунок розробки і впровадження складних автоматизованих технологічних комплексів, які включають в себе технологічні об'єкти керування (ТОК) і автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУТП).

Якщо раніше на виробництві можна було спостерігати значні складності у взаємодії між окремими відділеннями, відсутність зворотнього зв'язку між керівництвом та змінними опаратчиками, то зараз управління технологічними процесами стало більш ефективним в розрізі інформаційно автоматизованого технологічного комплексу ТК та міжрівневої взаємодії.

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

Задля задоволення потреб населення в продукції високої якості необхідно використовувати прогресивні виробничі технології, реконструювати і обновляти виробництво таким чином, щоб отримати найбільший економічний ефект. Окрім введення у виробництво і покращення систем автоматизованого керування ефективним є вплив на сировину, з якої готують бублики, (борошно, вода належної якості, дріжджові культури, інші інгредієнти) різноманітними фізичними чинниками. [5-12].

Аналіз робіт по технології та автоматизації хлібобулочних виробництв показав, що створені необхідні технологічні умови для забезпечення ефективного автоматизованого керування виробничими процесами

Традиційна технологія приготування хлібобулочних виробів з оцінкою якості за органолептичними показниками давно перестала задовольняти як споживачів, так і виробників. Принципові підходи до зміни в технологічних регламентах та управління цим виробництвом різні у вітчизняних та зарубіжних фірм-виробників. Оpubлікована, запатентована або анотована велика кількість пропозицій по модернізації технології як всього процесу, так і практично кожного з компонентів, що входить в дане виробництво [27].

Перші системи автоматизації технологічних ділянок хлібобулочних виробів як і всіх інших виробництв базувались на локальних регуляторах, які підтримували основні технологічні параметри: температура та вологість в тістомісильній машині, вистійній шафі та в печі, витрати основних рецептурних параметрів і т.д..

Процеси виробництва бубликів не мають високого рівня автоматизації, який може забезпечити необхідну якість управління. Крім того деякі ділянки процесу досі виконуються в ручну чи механічним способом. Велика кількість якісних показників проміжних та основного продукту виготовлення бубликів вимірюються лабораторними методами та не завжди система вчасно реагує на ту чи іншу зміну в процесі виробництва, традиційна система управління не завжди ефективна, а мікропроцесорна техніка прив'язана до конкретних алгоритмів, які закладені в пам'ять контролерів і не є гнучкими.

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

Модернізація технологічних процесів бродіння тіста ведеться в напрямку вибору рас дріжджів, оптимізація і регуляція умов їх метаболізму. Зроблена спроба налагодити повністю автоматизоване управління бродильним виробництвом в залежності від об'єму вуглекислоти, що утворюється в процесі бродіння. Для регулювання росту дріжджів в процесі ферментації використані різні автоматичні пристрої типу проточних цитофотометрів для вимірювання частинок, що знаходяться в суспензії. Однак контроль складного біотехнологічного процесу по окремим опосередкованим параметрам безперспективний.

Інші стадії виробництва бубликів, мають достатньо високий рівень автоматизації. Всі стадії виробництва на сьогоднішній день автоматизуються за допомогою мікропроцесорної та комп'ютерної техніки.

Переважає більшість автоматизованих систем має ієрархічну структуру.

Найнижчий рівень утворює управління технологічним обладнанням та машинами. Управління технологічним обладнанням може бути, наприклад: управління силосами, дозувальним апаратом, тощо. Керування машин є, наприклад: тістомісильною машиною, натиральною машиною, подільно-закочувальною, пакувальною, укладальною машиною. Управління технологічним обладнанням структуровані по підрозділах. Це рівень Process Control Unit (PCU).

Наступний рівень складається з керівних управлінь для підрозділів установки, таких як, наприклад, установка приготування закваски, допоміжного виробництва, складу ємкостей тощо. Це рівень Information and Operating System (IOS).

Найвищий рівень утворений ЕОМ-управліннями. Вони зв'язані з усіма ведучими станціями та мають, таким чином, доступ до всіх наявних даних. Це рівень Computer Integrated System (CIS).

Сучасні системи управління побудовані на передових мікропроцесорних контролерах таких лідируючих компаній як Сіменс, Шнайдер Електрик, Мітцубіші, які автоматизують кожне відділення, створюючи централізоване управління. Такі контролери об'єднуються в промислову мережу типу

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

PROFIBUS. Це дозволяє обмінюватись даними між різними відділеннями, створюючи розподілену систему управління виробництвом, що дозволяє реалізувати задачу стабілізації потоку, вести облік витрат сировини та готової продукції, а також узгоджене управління рецептурою виробництва різних видів хлібобулочних виробів.

Така структура дозволяє реалізувати рецептурне управління на базі програмного забезпечення людино-машинного інтерфейсу (SCADA-програм), яке встановлено на IOS, на комп'ютерах операторського управління.

2.2. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО

Для вибору технічних засобів автоматизації ТЗА існують загальні принципи, якими слід керуватися в процесі розробки схеми автоматизації:

- Рівень автоматизації технологічного процесу в кожен проміжок часу має визначатися не лише доцільністю впровадження певного комплексу технічних засобів і досягнутим рівнем науково-технічних розробок, а й перспективою модернізації та розвитку цих засобів;
- Під час розробки та проектування схем автоматизації слід враховувати:
 - вид та характер технологічного процесу;
 - умови пожежо- та вибухобезпеки;
 - агресивність і токсичність навколишнього та робочого середовищ;
 - параметри та фізико-хімічні властивості вимірюваного середовища;
 - відстань від місця встановлення датчиків, допоміжних пристроїв, виконавчих механізмів, приводів машин та запірних органів до пунктів керування та контролю;
 - потрібну точність та швидкодію засобів автоматизації.
- Систему автоматизації технологічних процесів потрібно будувати, як правило, на базі засобів автоматизації та обчислювальної техніки, що виробляються серійно. Намагатись застосовувати однотипні засоби автоматизації і віддавати перевагу уніфікованим системам, які

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

характеризуються простотою поєднання, взаємозамінністю та зручністю компонування на DIN-рейці в щитах керування. Використання однотипної апаратури дає значні переваги під час монтажу, налагодження, експлуатації, забезпечення запасними частинами тощо;

- Добираючи локальні засоби збирання та накопичення первинної інформації (автоматичні датчики), вторинні прилади, регулювальні та виконавчі пристрої використовувати переважно прилади та засоби автоматизації державної системи промислових приладів і засобів автоматизації;
- Вибираючи засоби автоматизації, що використовують допоміжну енергію (електричну, пневматичну, гідравлічну), керуватися умовами пожежо - та вибухобезпеки об'єкта, що автоматизується, агресивністю навколишнього середовища, вимогами до швидкодії, дальності передачі сигналів інформації та команд керування тощо;
- Обмежувати кількість приладів, апаратури керування і сигналізації, які монтуються на оперативних щитах і пультах. Надлишок апаратури ускладнює експлуатацію, відвертає увагу обслуговуючого персоналу від спостереження за основними параметрами, що визначають хід технологічного процесу, збільшує вартість установки, терміни монтажних та налагоджувальних робіт. Прилади і засоби автоматизації допоміжного призначення доцільніше розміщувати на окремих щитах поблизу технологічного устаткування.

Наведені принципи є загальними, але не вичерпними для всіх випадків, які можуть траплятися в практиці проектування систем автоматизації технологічних процесів. Однак для кожного конкретного випадку їх треба враховувати у технічному завданні на автоматизацію проектованого об'єкта.

На основі проведеного аналізу, вивчення технологічних особливостей та технічні характеристики вакуумної ємності, в кваліфікаційній роботі було підібрано та використано наступні прилади.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В моїй роботі використано високоточні та надійні сучасні мікропроцесорні засоби виробництва Endress+Hauser з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА .

Основними технологічними параметрами в роботі є рівень води в ємності, тиск вакууму, який нагнітається водокільцевим вакуумним насосом Pompetravaini TRMB 40-150F, температура води в ємності.

ТЕМПЕРАТУРА

Так як температура знаходиться в межах 50 – 90 °С, то для її вимірювання підійде термометр опору з невеликим діапазоном вимірювання.

Термометри опору – це прилади, принцип дії яких ґрунтується на властивості матеріалів змінювати електричний опір під впливом температури. Провідники в таких вимірюваннях називаються терморезисторами, а напівпровідники – термісторами. Для провідників залежність опору від температури має вигляд:

$$R=R_0(1+\alpha\Delta T),$$

де R – опір провідника при температурі T ; R_0 – опір при температурі T_0 ;

α – температурний коефіцієнт опору провідника; $\Delta T = T - T_0$ (де $T_0 = 273,16 \text{ K} = 0^\circ\text{C}$).

Для терморезисторів використовують такі метали як платина, нікель, мідь.

Враховуючи високі вимоги до умов експлуатації обираю універсальний модульний термометр зі змінними вставками термометрів опору (RTD) для гігієнічного застосування iTHERM TM411.

Області застосування. Прилад спеціально розроблений для сфер застосування з підвищеними вимогами до гігієни та стерильності в харчовій (виробництво продуктів харчування та напоїв) та фармацевтичної промисловості.

Перетворювач в головці датчика Endress+Hauser відрізняються підвищеною точністю та надійністю порівняно з датчиками, які безпосередньо

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

підключаються. Простий підбір варіанта шляхом вибору одного з наступних вихідних сигналів та протоколів зв'язку:

- аналоговий вихід 4 до 20 мА, HART;
- PROFIBUS PA, FOUNDATION Fieldbus.



Рис 2.1. Датчик температури iTHERM TM411

Переваги:

- Діапазон вимірювання: -200 до $+600$ °С;
- Діапазон тем-ри навколишнього середовища -40 до $+85$ °С;
- Діапазон тиску до 50 бар;
- Ступінь захисту: IP69K;
- Зручність та надійність у всьому: від вибору виробу до технічного обслуговування;
- Вставки iTHERM: унікальне у світовому масштабі, автоматизоване виробництво. Повна простежуваність та незмінно висока якість виробів

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

забезпечують надійне одержання вимірних значень;

- iTHERM QuickSens: дуже малий час відгуку ($t : 1,5 \text{ c}$) для оптимального керування технологічними процесами.

Монтаж.

Глибина занурення приладу може істотно впливати на точність вимірювання. Якщо глибина занурення занадто мала, похибки виміру можуть стати результатом теплопередачі через приєднання до процесу та стінку ємності. При монтажі у трубопроводі оптимальна глибина занурення складає половину діаметр труби.

Варіанти монтажу: трубопроводи, резервуари та інші компоненти установки.

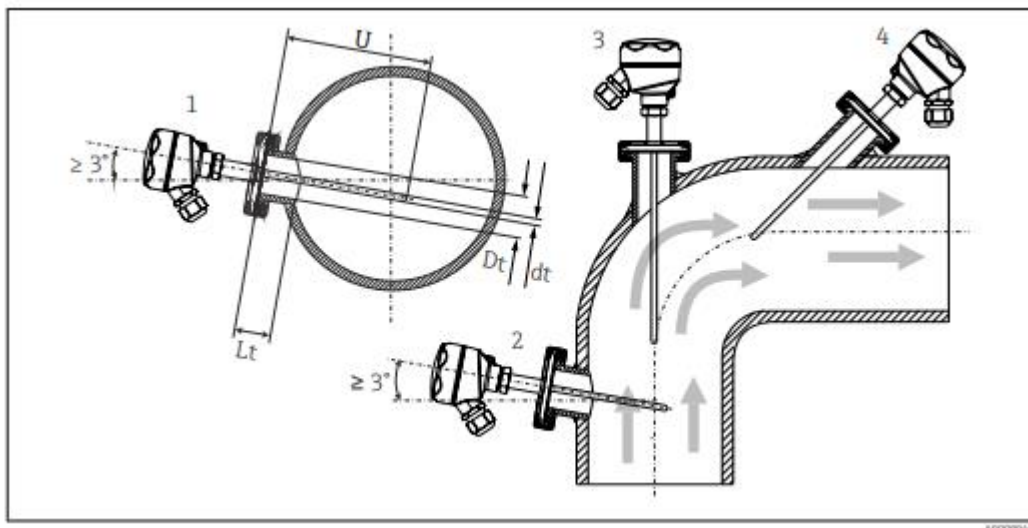


Рис 2.2. Варіанти монтажу iTHERM TM411

1, 2 – перпендикулярно до потоку, з кутом нахилу не менше 3° для автоматичного спорожнення, 3 – на кутових відводах, 4 – похилий монтаж у трубопроводах малого номінального діаметра, U – глибина занурення.

Конструкція

На рис.2.3. наведена детальна комплектація модульного термометра, який складається:

- 1 – головка;
- 2 – місце підключення проводів, електричні з'єднання, вихідний сигнал;
- 3 – роз'єм або кабельний ущільнювач;
- 4 – подовжуюча шийка;

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

5 – місце приєднання приладу до технологічного процесу;

6 - термогільза;

7 – вставка, оснащена однією з можливих функцій:

- QuickSens – швидкий відгук;
- StrongSens – довговічність (вібростійкість).

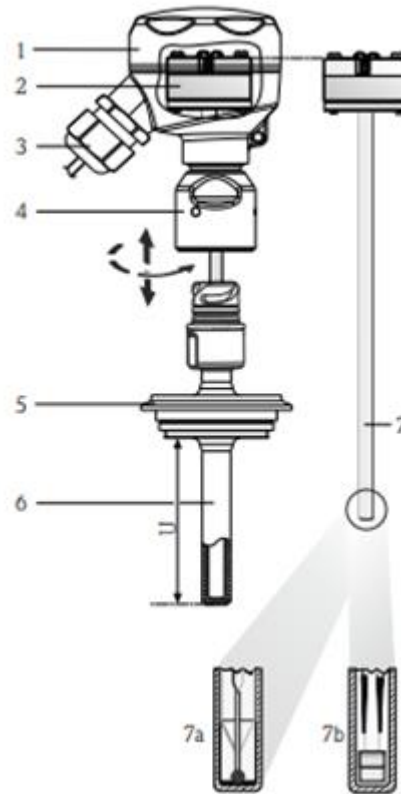


Рис.2.3. Конструкція iTHERM TM411

Акcesуари

Таблиця 2.1

Applicator	<p>Програмне забезпечення для вибору та розрахунку вимірювальних приладів Endress+Hauser:</p> <ul style="list-style-type: none">• Розрахунок усіх необхідних даних для визначення оптимального вимірювального приладу, таких як падіння тиску, точність або приєднання до процесу;• Графічне уявлення результатів розрахунку. <p>Управління всіма пов'язаними з проектом даними та параметрами протягом всього життєвого циклу проекту, документування цих даних, зручний доступ.</p>
------------	--

Конфігуратор	<p>"Конфігуратор обраного продукту" - засіб для індивідуального конфігурування виробу.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Найактуальніша інформація про варіанти конфігурації. • Залежно від приладу: безпосереднє ведення даних конкретної точки вимірювання, таких як діапазон вимірювання або мова керування. • Автоматична перевірка критеріїв виключення. • Автоматичне формування коду замовлення та його розшифрування у форматі PDF або Excel.
W@M	<p>Управління життєвим циклом приладів для підприємства.</p> <p>W@M – це широкий спектр програмних програм по всьому процесу: від планування та закупівель до монтажу, введення в експлуатацію та експлуатації вимірювальних приладів. За допомогою цього програмного комплексу можна отримувати повну інформацію про кожен прилад (наприклад, стан приладу, специфікації запасних частин та документацію з цього приладу) протягом всього його життєвого циклу.</p> <p>Додаток, що поставляється, вже містить дані придбаного приладу Endress+Hauser. Крім того, Endress+Hauser забезпечує ведення та оновлення записів даних.</p>

РІВЕНЬ

Для вимірювання рівня у вакуумній ємності взято Liquiphant T FTL260 – вібраційний датчик граничного рівня рідких продуктів. Не вимагає технічного обслуговування альтернатива поплавцевим датчикам.

Переваги Liquiphant T FTL260:

- компактний дизайн: для встановлення потрібно мало місця, простий монтаж в обмеженому просторі;
- корпус із нержавіючої сталі: стійкий до зовнішніх впливів;
- статус перемикачання та перевірка: просте керування;
- роз'ємне з'єднання: економне під'єднання.

Сфери застосування:

Датчик граничного рівня FTL260 Endress+Hauser застосовується для вимірювань у резервуарах – сховищах, резервуарах із заважками, в

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

трубопроводах. Може використовуватися як альтернатива датчикам граничного рівня поплавцевого типу, а також застосовуватися з продуктами з тенденцією до налипання, турбулентністю, з бурхливим потоком, з потоком при наявності бульбашок.



Рис 2.4. Датчик рівня Liquiphant T FTL260

Технічні характеристики

Таблиця 2.2

Вихід	АС, 2х-провідний DC-PNP, 3х- провідний
Довжина датчика	130мм
Живлення / Комунікація	19 ... 253В АС 10 ... 55В DC-PNP
Робочий тиск абс. / макс. межа надлишкового тиску	Вакуум ... 40 бар
Робоча температура	-40 °С ... 150 °С
Температура навколишнього середовища	-40 °С .. 70 °С

Більш детально про цей датчик буде висвітлено в розділі 4 кваліфікаційної роботи.

ТИСК



Рис 2.5. Датчик тиску Cerabar M PMP51

Переваги

- Вимірювання абсолютного та надлишкового тиску в газах, парах та рідинах в будь-яких галузях розробки технологічних процесів та вимірювання технологічних параметрів.

- Вимірювання рівня, об'єму та маси рідин.
- Витримування високотемпературних процесів.

Без роздільних діафрагм до 130 °С, не більше 60 хвилин 150 °С.

З роздільними діафрагмами до 400 °С (752 °F).

- Високий тиск до 400 бар.
- Дуже хороші показники відтворюваності результатів та довготривалої стабільності.
- Низька основна похибка: $\pm 0,10\%$.

Для платиного виконання: $\pm 0,075\%$.

- Діапазон зміни масштабу до 100:1.
- Єдина платформа для вимірювання диференціального тиску,

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

гідростатичного тиску та тиску (Deltabar M – Deltapilot M – Cerabar M).

- Зручна навігація для швидкого та простого введення в експлуатацію.

Для застосування в умовах розрідження компанія Endress+Hauser рекомендує встановлювати перетворювач тиску нижче мембранного роздільника. Це дозволить запобігти вакуумному перевантаженню мембранного роздільника внаслідок наявності заповнювальної олії в капілярній трубці.

При встановленні перетворювача тиску вище мембранного роздільника не слід перевищувати максимально допустимий перепад висоти H_1 (див. рис. 2.6). Максимально допустимий перепад висоти залежить від густини масла.

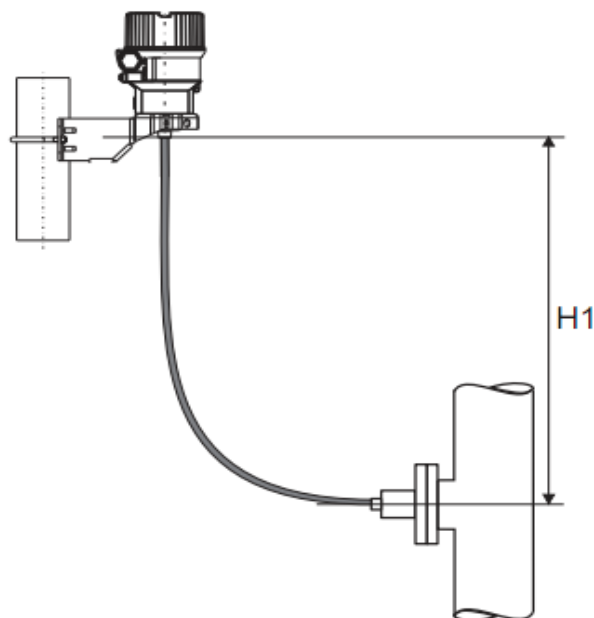


Рис.2.6. Варіант установки вище мембранного розділювача

Для версії з роздільним корпусом датчик поставляється з технологічним з'єднанням і під'єднаним кабелем (1).

2 – кабель із сполучним гніздом

3 – отвір для компенсації тиску

4 – гніздо

5 – стопорний гвинт

6 – корпус монтується за допомогою перехідника, що входить до комплекту постачання

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

7 – дається монтажний кронштейн, придатний для монтажу приладу на стіну або трубу (діаметром від 1/4 до 2 дюймів).

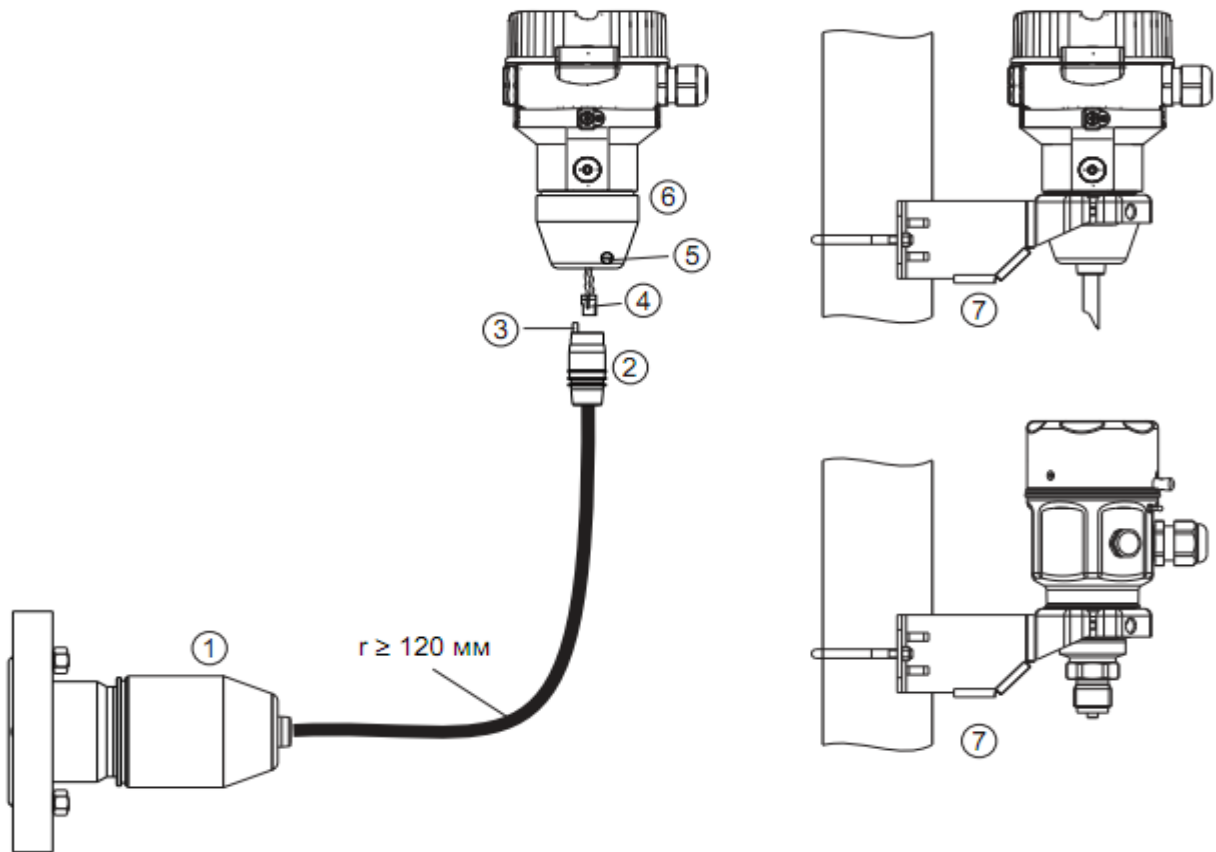


Рис.2.7. Датчик версії з роздільним корпусом

- 1 – клеми дроту живлення та сигнального дроту;
- 2 – тестові клеми;
- 3 – клема заземлення;
- 4 – напруга електроживлення;
- 5 – зовнішня клема заземлення.

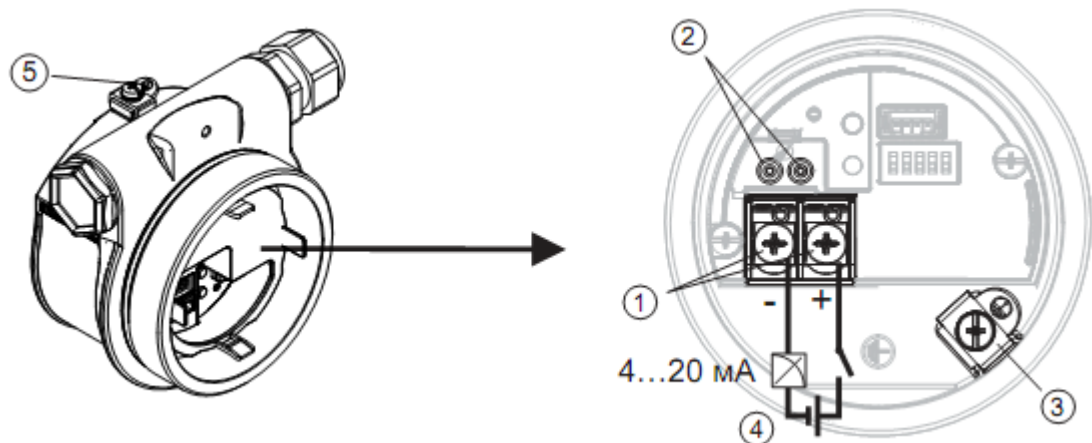


Рис.2.8. Електричне підключення Cerabar M RMP51

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

НАСОСИ

Вивід води з ємності в каналізацію реалізовано за допомогою відцентрового насосу Lowara CEA 210/5/D-V ELP 23/40.



Рис 2.9. Відцентровий насос Lowara CEA 210/5/D-V ELP 23/40

Сфери застосування:

- процеси водопідготовки: фільтрація, іонізація, водообробка;
- зрошення, зволоження, водопостачання;
- рециркуляція води, температурний контроль, індукційне нагрівання та ін. у системах;
- опалення, вентиляції та кондиціонування повітря;
- робота у системах підвищення тиску певних сфер промисловості;
- забезпечення роботи всіляких медичних охолоджувачів, масажного та санітарного обладнання;
- очищення стічних вод у системі обробки відходів;
- промивання деталей, хімічна обробка, теплообробка в роботі механічного обладнання;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- забезпечення роботи промислових пралень;
- забезпечення роботи різноманітних харчових виробництв.

Лінійка одноступінчастих моделей СЕА представлена великим асортиментом конструктивних варіантів, як у серійному, так і індивідуальному виконанні. Залежно від конструктивних особливостей моделі варіюються і технічні характеристики

Максимальні технічні показники такі:

- подача – до 31 м/куб на годину;
- натиск – до 32 м;
- температура рідини від +10 до +110 градусів;
- тиск – до 8 бар.

Загальні конструктивні характеристики:

- наявність осьового всмоктуючого та радіального напірного патрубків у моноблочному обертання проти годинникової стрілки, якщо дивитися на насос з боку всмоктуючого патрубка.
- одноступінчастий насос;
- безпосереднє з'єднання гідравлічної частини з двигуном.

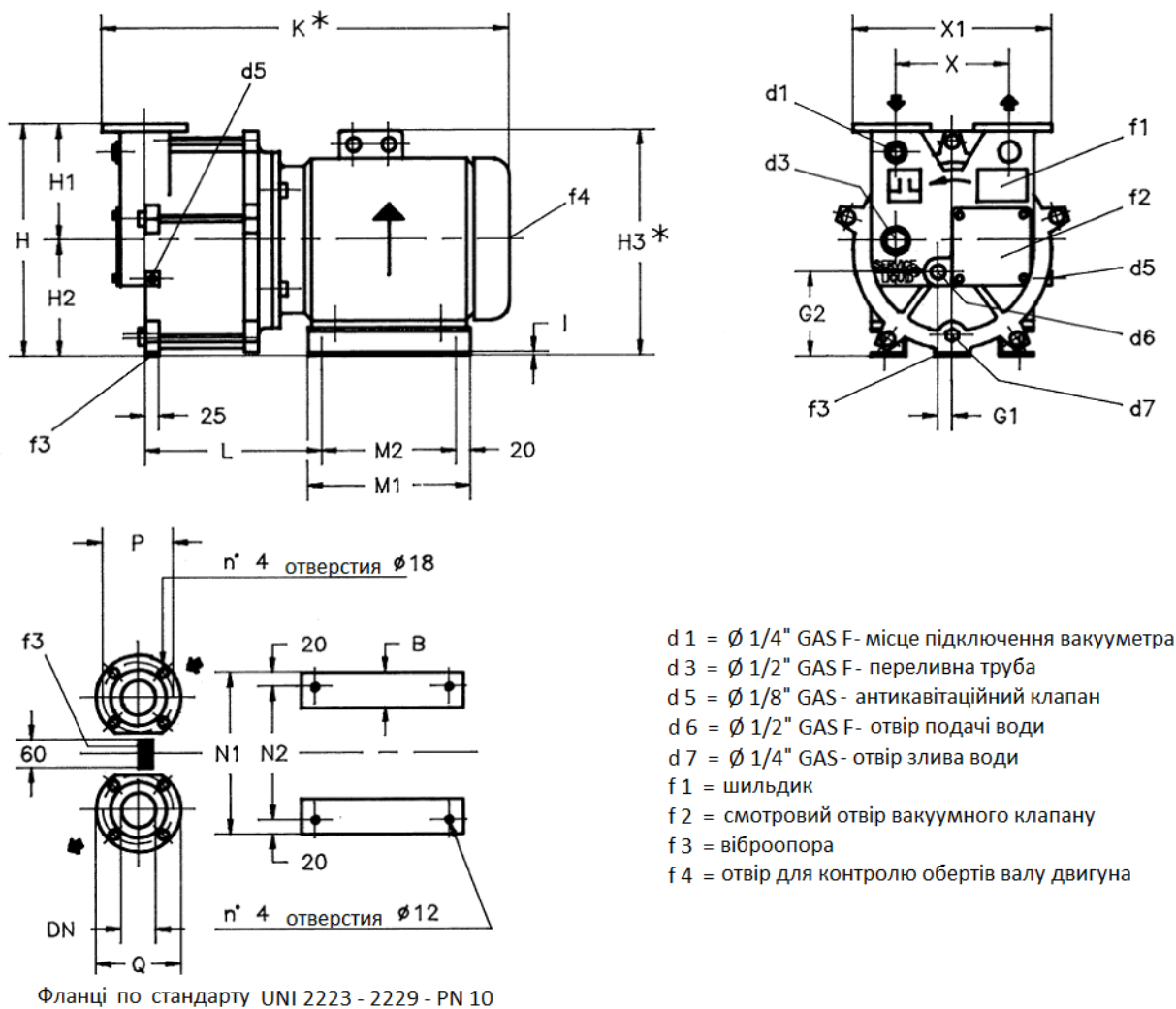
Подача води для охолодження температури рідини в вакуумній ємності, а також створення там вакууму відбувається водокільцевий вакуумний насос Pompetravaini TRMB 40-150F.



Рис 2.10. Водокільцевий вакуумний насос Pompetravaini TRMB 40-150F

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

Одноступеневий вакуумний насос Pompetravaini TRMB 40-150F призначений для створення вакууму у закритих ємностях. Це моноблочний насос із фланцевими патрубками 40 мм. Корпус, проточна частина та робоче колесо насоса виконані з чавуну, вал із нержавіючої сталі (AISI 420). Насос виробляється італійською компанією Pompetravaini, використовується в центральних вакуумних та осушувальних системах, при дегазації рідин, вакуумної фільтрації.



Марка насоса	Двигун 4P IP 55 V 220-240/380-415			Насос																Фланці			Вага кг
	тип	Квт	Гц	B	G1	G2	H	H1	H2	H3*	I	K*	L	M1	M2	N1	N2	X	X1	DN	P	Q	
TRMB 40-150	112 M	4	50	60	0	160	325	165	160	325	5	583	210	228	188	230	190	180	330	40	110	150	76

Рис 2.11. Габаритне креслення насосу TRMB 40-150F

Основні характеристики:

Потужність 4кВт

Вага 76кг

Вхідний патрубок 40мм

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідний патрубок 40мм
Макс. витрата 150м³/год
мін. залишковий тиск 33мбар
Напруга 380В
Оберти за хвилину -1450
Рівень шуму 69дБ

2.3. Схема автоматизації

Схема автоматизації наведена на кресленні №1 графічної частини кваліфікованої роботи. В верхній частині схеми розміщена апаратурно-технологічна схема роботи вакуумної ємності для охолодження використаної води від ліній приготування з підписаним устаткуванням та технологічними потоками. В нижній частині схеми показано контури контролю та регулювання основних параметрів процесу, управління електродвигунами та робочими органами.

Контур регулювання рівня

Рівень в вакуумній ємності міряємо в двох місцях внизу і вгорі, що реалізовано на основі двох окремих датчиків граничного рівня Liquiphant T FTL260 Endress+Huaser , (поз. 1а, 1б) та вторинного показуючого приладу TRM200-Щ2 (поз. 1в). Уніфікований сигнал передається від датчика до модуля аналогових входів контролера, де сигнал обробляється в програмі, і якщо є розбіжність із заданим значенням, вихідний управляючий сигнал подається на електропневматичний перетворювач TRP-8 (1г), де з 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа, який у свою чергу подається на пневмопривід з клапаном SRN (1д), який регулює клапан зливу охолодженої води з ємності.

Контур регулювання тиску

Здійснено за допомогою датчика тиску Cerabar M PMP51 (поз. 2а). Уніфікований сигнал передається від датчика до модуля аналогових входів контролера, де сигнал обробляється в програмі, і якщо є розбіжність із заданим значенням, вихідний управляючий сигнал подається на електропневматичний

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

перетворювач TRP-8 (2б), де з 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа, який у свою чергу подається на пневмопривід з клапаном SRN (2в), який регулює нагнітання вакууму.

Контур контролю температури

Контроль регулювання температури зроблено з універсальним модульним термометром зі змінними вставками термометрів опору (RTD) для гігієнічного застосування iTHERM TM411 (позиція 3а, 3б) в одному корпусі, уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА надходить до модуля аналогових входів контролера, де сигнал обробляється в програмі, і якщо є розбіжність із заданим значенням, вихідний управляючий сигнал подається на електропневматичний перетворювач TRP-8 (3в), де з 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 кПа, який у свою чергу подається на пневмопривід з клапаном SRN (3г), який регулює подачу холодної води.

Управління двигунами М1 і М2 для роботи насосів здійснюється через магнітні пускачі (KM1, KM2) та станції перемикання з ручного та автоматичного режиму роботи (SA1, SA2). Для ручного режиму роботи двигуна передбачені кнопки Пуск та Стоп, SB1 і SB2 відповідно.

2.4. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.3.

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-ть, шт.	Примітка
1	1а, 1б	Вібраційний датчик граничного рівня рідких продуктів. Вихідний сигнал 4-20 мА. HART, MODBUS RTU/RS485, PROFIBUS PA и DP.	Liquiphant T FTL260	2	Endress+H uaser
2	1в	Двухканальний вимірювальний перетворювач. Вихідний сигнал 4-20 мА. Щитове виконання. Габаритні розміри 96x48x100 мм, IP54	TRM200-Щ2	1	Овен
3	2а	Перетворювач диференціального тиску для вимірювання розрідження. Вихідний сигнал 4-20 мА. Похибка $\pm 0,10\%$.	Cerabar M PMP51	1	Endress+H uaser

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-ть, шт.	Примітка
4	3а, 3б	Універсальний модульний термометр зі змінними вставками термометрів опору (RTD) для гігієнічного застосування. Вихід 4 до 20 мА, HART, Profibus PA. Межі вимірювання-200..+600°С.	iTHERM TM411	1	Endress+Huser
6	1Г, 2б, 3в	Електропневмо перетворювач. Макс. тиск 8 бар. Вх. сигнал 4-20мА, вих. сигнал 20-140 кПа.	TRP-8	3	Camozzi
7	1д, 2в, 3г	Пневмопривід з односторонньою дією. Робочий тиск - 5,6 бар,максимальний 8 бар.	SRN001540 1S	3	Camozzi
8	КМ1, КМ2	Магнітний пускач 3-х полюсного виконання, струмові номінали від 6 до 400А, вбудована пара додаткових контактів 1NO+1NC, котушки управління на різну напругу від 24 до 415В змінного струму і від 24 до 110 В постійного струму.	CES65.11	1	ETI Україна

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Розділ 3

ПРОЄКТНЕ КОМПОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА (ПЛК) ТА СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ

3.1. Проєктне компонування ПЛК

В кваліфікаційній роботі система автоматизації побудована на програмованому логічному контролері M340 фірми Schneider Electric.

ПЛК M340 є спадкоємцем традицій та інновацій фірми Modicon, що випустила перший промисловий програмований контролер. За своїми можливостями і продуктивністю M340 займає нішу в середині модельного ряду між контролерами Twido і Premium.

В цілому архітектура M340 успадковує старші контролери: згаданий Premium і найбільш потужний контролер в лінійці Schneider Electric - Quantum. Більш того, M340 програмується за допомогою того ж програмного пакета, що і старші контролери - системи Unity Pro. Це програмне середовище підтримує всі стандартні мови МЕК 61131-3: список інструкцій (LI), мова сходових діаграм (LD), мову функціональних блок-схем (FBD), мова послідовних функціональних блоків (SFC) і мову структурованого тексту (ST).

Механічною основою системи є монтажна шина, на яку встановлюються за суворю послідовністю блок живлення, процесорний модуль, модулі розширення, модулі входів та виходів.

Архітектура дозволяє з'єднувати до чотирьох таких монтажних шин в єдину систему з одним головним процесором, а самі шини можна винести на сумарну довжину до 30 метрів. Таким чином віддалене введення / виведення організовується «всередині» контролера і не потрібно впровадження додаткових польових шин. Крім блоку живлення всі модулі мають однакову ширину, а тому займають лише одне установче місце на шині.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яцик В.О.			Розробка системи автоматизації вакуумної станції фармацевтичного виробництва	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					48	11
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ, АК-4-1			
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

Максимальна місткість шини - 12 місць, що з урахуванням блоку живлення і процесора дозволяє встановити ще 11 модулів. Така конфігурація займе в шафі не більше 100x500x160 мм (ВxШxГ).

Для контролера M340 доступні наступні комунікаційні протоколи: Modbus RTU / ASCII, Ethernet Modbus TCP / IP, Modbus Plus, CANopen master, Profibus DP, AS-interface V3 master.

Для під'єднання панелі оператора типу XBT GT безпосередньо можна використовувати інтерфейс USB, таким чином немає необхідності в додатковому модулі Modbus.

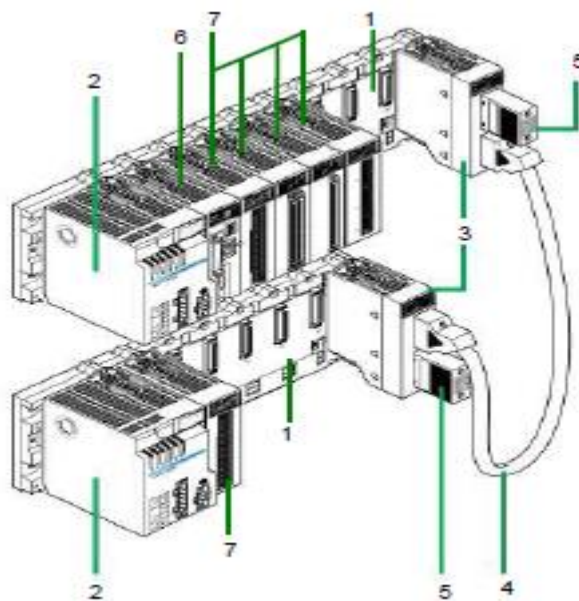


Рис. 3.1. Будова промислового контролера M340

1. Шасі, на яких встановлюються модулі.
2. Модуль живлення, який обов'язково повинен бути присутнім в кожному шасі, і який встановлюється на спеціально відведеному місці у шасі.
3. Модуль розширення для контролерів побудованих на базі декількох шасі.
4. Кабелі розширення BusX, що з'єднує модулі розширення на суміжних шасі.
5. Термінуючі резистори в кінцевих модулях розширення архітектури M340.
6. Процесорний модуль, який обов'язково розміщується в посадочному місці з номером 00 у шасі, яке має номер 0.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Модулі вводу/виводу та модулі спеціального призначення, які розміщуються в будь-якому посадочному місці.

Процесорні модулі M340 відрізняються функціональними можливостями, швидкістю обробки інструкцій, кількістю входів/виходів, які може обробляти контролер, кількістю спеціальних каналів, об'ємом доступної оперативної пам'яті та вбудованими в модуль ЦПУ комунікаційними засобами.

У кожному процесорному модулі M340 є вбудований USB-інтерфейс, який призначений для підключення терміналу програмування (комп'ютер зі встановленим UNITY PRO), а також для з'єднання зі операторськими станціями з встановленим програмним забезпеченням SCADA/HMI, а також з операторськими панелями. Для цього можна використати 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 може перевищувати 5 м.

У спеціальному слоті розміщується SD-карта пам'яті. На карті, що входить у комплект стандартної поставки M340 (об'ємом 8 Мбайт), зберігається завантажений проект, вбудовані діагностичні Веб-сторінки, а також при необхідності вихідний код проекту, константи та діалогові таблиці. Альтернативний варіант – використання карти обсягом 128 Мб, з підтримкою збереження даних користувача з прикладної програми, а також файлових операцій через FTP Сервер.

Живлення модулів по шасі проводиться через два виходи модуля живлення 24 В (24AC) та 3,3 В (3VAC). Вихід 24VAC використовується для живлення встановлених на монтажному шасі модулів входів-виходів та процесорного модуля, а вихід 3VAC використовується тільки для живлення модулів входів-виходів.

Модулі живлення, що живляться напругою 100...240VAC (BMX CPS 2000 та BMX CPS 3500), додатково мають зовнішній вихід 24 В (24V_SENSORS), який можна використати для живлення датчиків або виконавчих механізмів.

Модулі дискретних входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Ці модулі відрізняються за типом каналів

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

(вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за типом вхідних та вихідних каналів і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Дискретні модулі можуть мати входи/виходи постійного струму (DC) на 24 VDC та 48 VDC з позитивною (sink) або негативною (source) логікою підключення, або змінного струму (AC) на 100-240 VAC.

Модулі аналогових входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Як і дискретні модулі, аналогові відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за характеристикою і діапазоном сигналів (напруга, струм, термометри опору, тощо), наявністю гальванічного розподілення і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Аналогічно аналоговим модулям Premium, аналогові вхідні модулі M340 виконують функції:

- сканування вхідних каналів різного діапазону за допомогою безконтактного мультиплексування;
- аналогово-цифрове перетворення;
- фільтрація сигналів;
- моніторинг модуля: тестування ланок перетворення, вхідний контроль перевищування рівня сигналу, тест наявності клемної колодки.

Модулі аналогових виходів виконують функції:

- цифро-аналогове перетворення;
- захист каналів модулів від перевантаження;
- моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки.

Для впровадження системи автоматизації вакуумної ємності необхідно:

- Аналогові входи 3;
- Аналогові виходи 3;

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

- Дискретні виходи 2.

Компонування контролера М340 наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Найменування	Призначення	Кількість
BMX CPS 2000	Модуль живлення 100...240 VAC, 20 Вт	1
BMX P34 2010	Процесорний модуль	1
BMX AMI 0800	Модуль аналогових входів на 8 каналів	1
BMX AMO 0802	Модуль аналогових виходів на 8 каналів	1
BMX DDO 1612	Модуль дискретних виходів на 16 каналів	1
BMX FTB 2010	20 контактна з'ємна колодка з гвинтовими зажимами	1

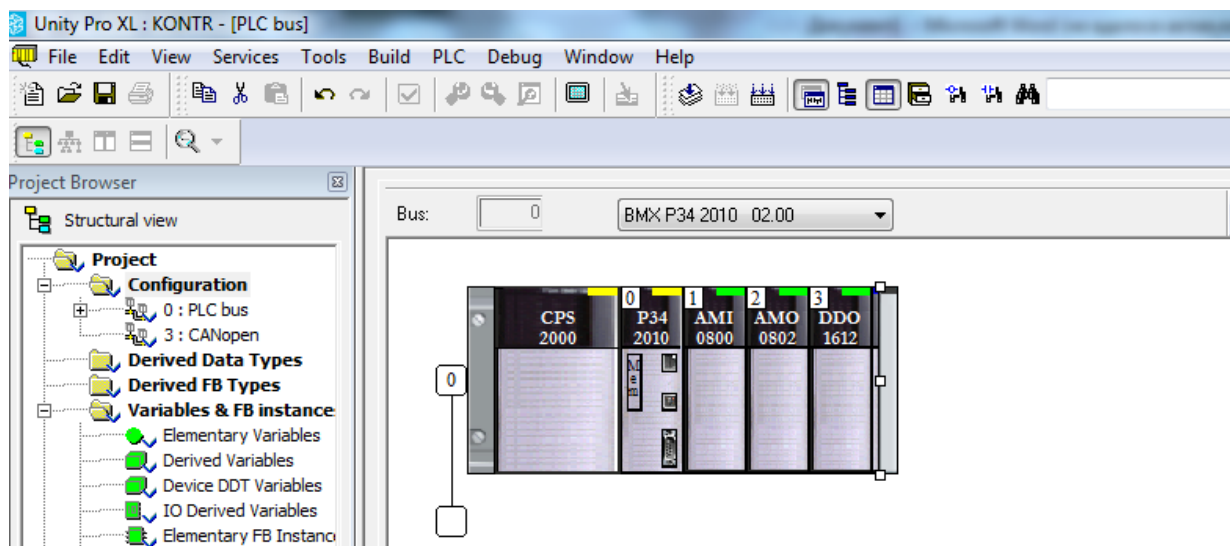


Рис. 3.2. Компонування контролера Modicon M340

3.2. Загальна схема підключення датчиків, виконавчих механізмів та регулюючих органів

Принципова схема підключення датчиків, пневматичних виконавчих механізмів ВМ та регулюючих органів РО до контролера реалізована на кресленні 2 графічного матеріалу, де кожний провід промаркований для полегшення в підключенні. Ланцюги управління, регулювання та вимірювання нумеруємо від 1 до 399, а ланцюги живлення від 800 до 999 відповідно.

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

“Пуск”, тобто при відпусканні цієї кнопки схема продовжує працювати. Це називають самопідхватом. Магнітний пускач, в свою чергу, і запускає двигун.

При натисканні кнопки SB1.1 (кнопка “Стоп”) електричний ланцюг розривається, на магнітний пускач не надходить струм, розмикається його само підхват, електродвигун зупиняється.

При перемиканні на автоматичний режим роботи електродвигуна М1 за допомогою ключа SA1, управління відбувається дискретним виходом з промислового контролера KV1.

Двигун оснащений тепловим реле для захисту від перегріву. Отже, коли двигун перегрівається, розмикаються нормально замкнені контакти теплових реле КК1, розривається ланцюг і двигун зупиняється. Електродвигун М2 працює аналогічно.

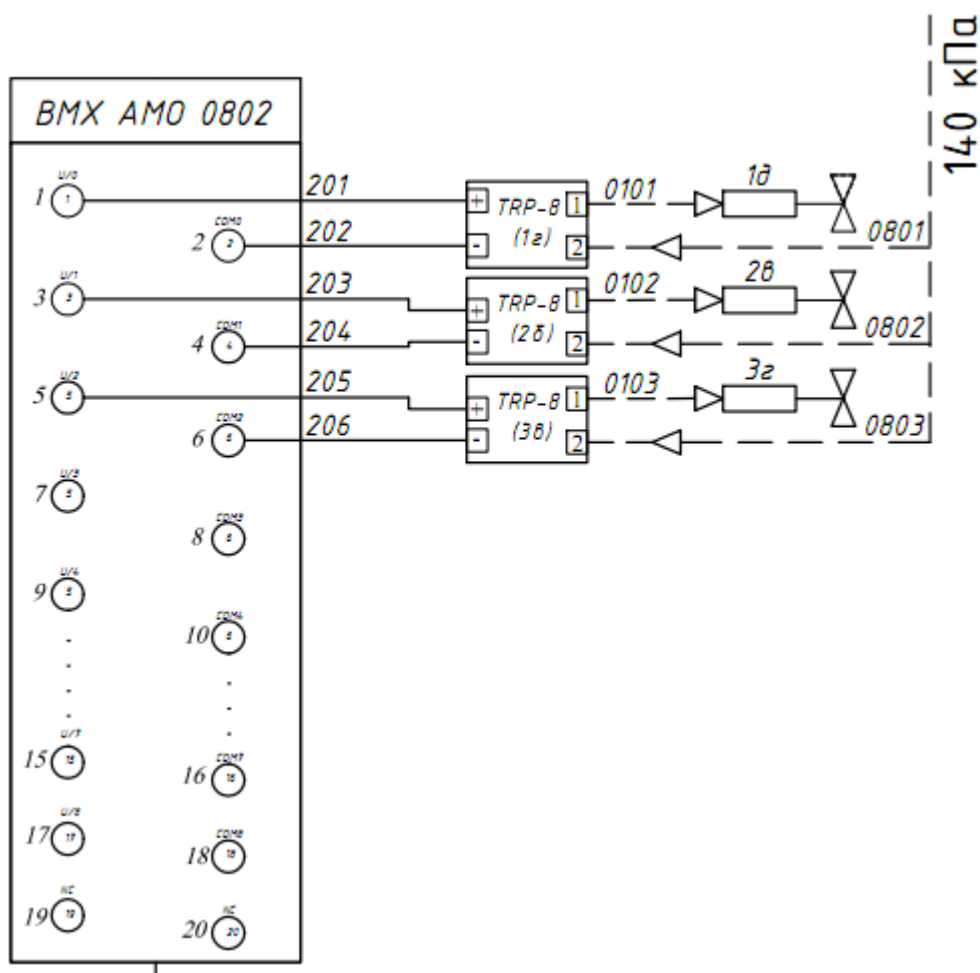


Рис.3.5. Підключення перетворювачів та виконавчих механізмів до модуля аналогових виходів BMX AMO 0802

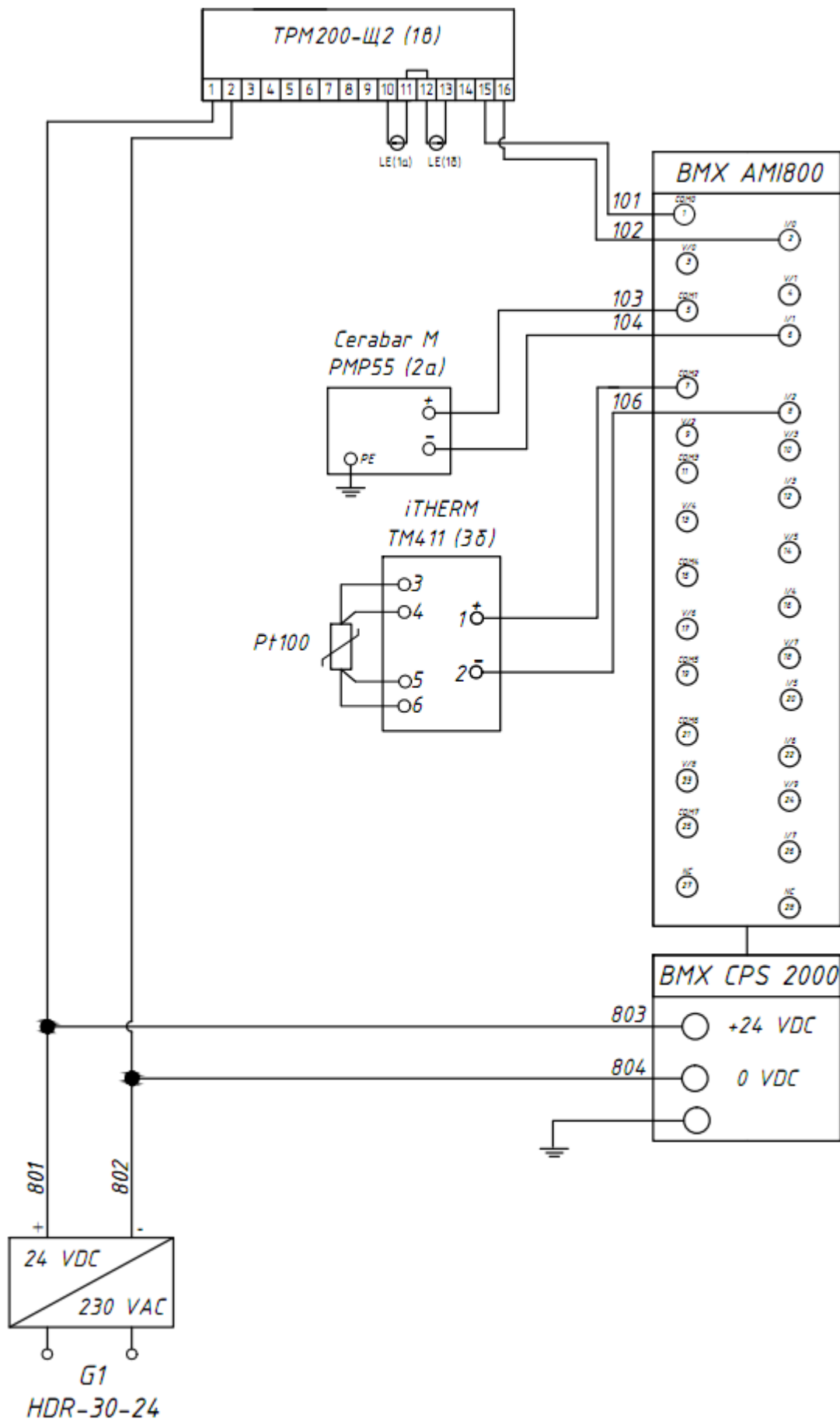


Рис.3.6. Підключення датчиків до модуля аналогових входів BMX AMI 0800

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

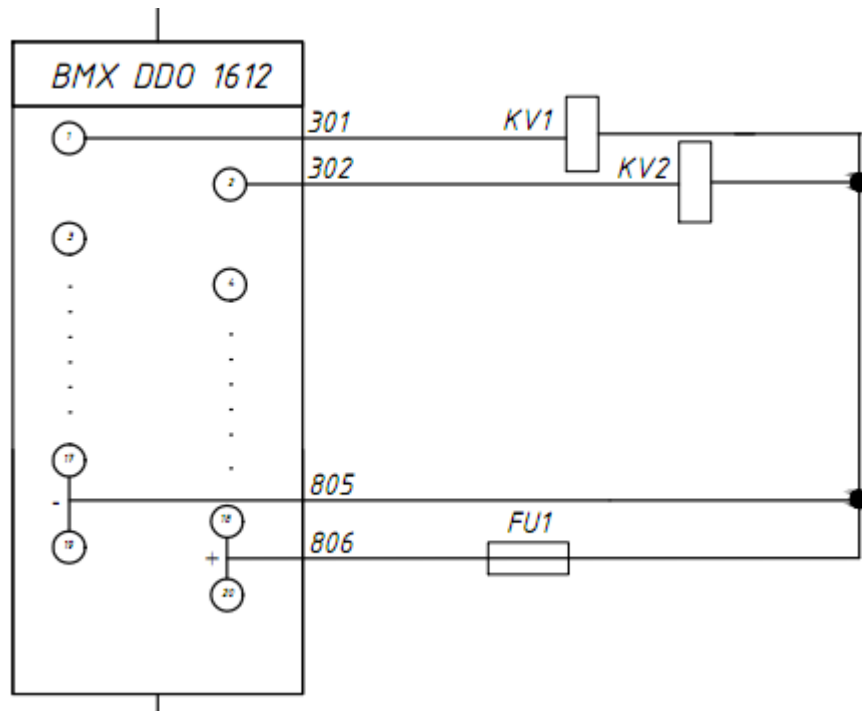


Рис.3.7. Підключення до модуля дискретних виходів BMX DDO 1612

3.3. Розширені схеми підключення

Розширена схема підключення для контуру регулювання температури зображена на рис. 3.10. Реалізація даного контуру здійснюється за допомогою універсального модульного термометра для гігієнічного застосування iTHERM TM411 від Endress+Huaser. Регулювання температури відбувається за допомогою подачі холодної води. Фрагмент схеми автоматизації та підключення до ПЛК даного контуру дивись на рис. 3.8. і 3.9.

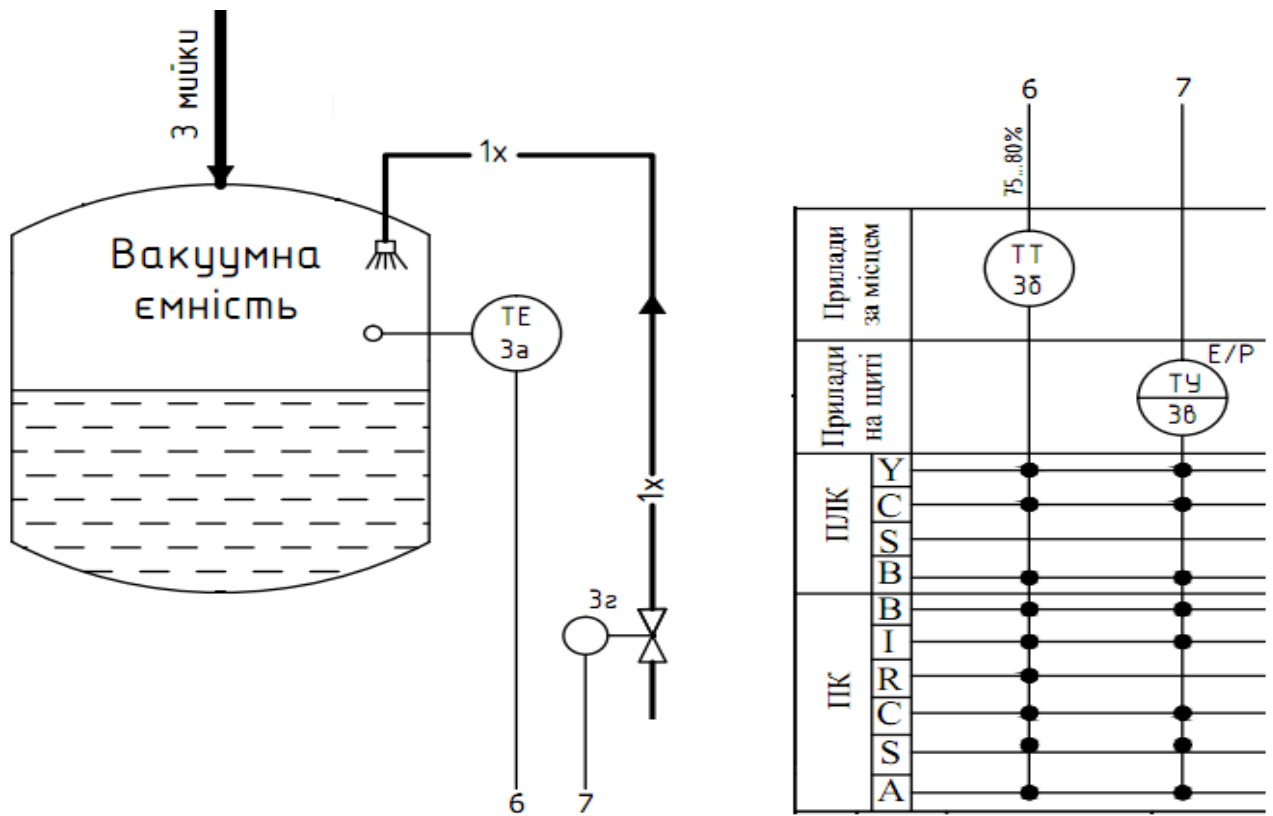


Рис.3.8. Фрагмент СА контуру регулювання температури в ємності

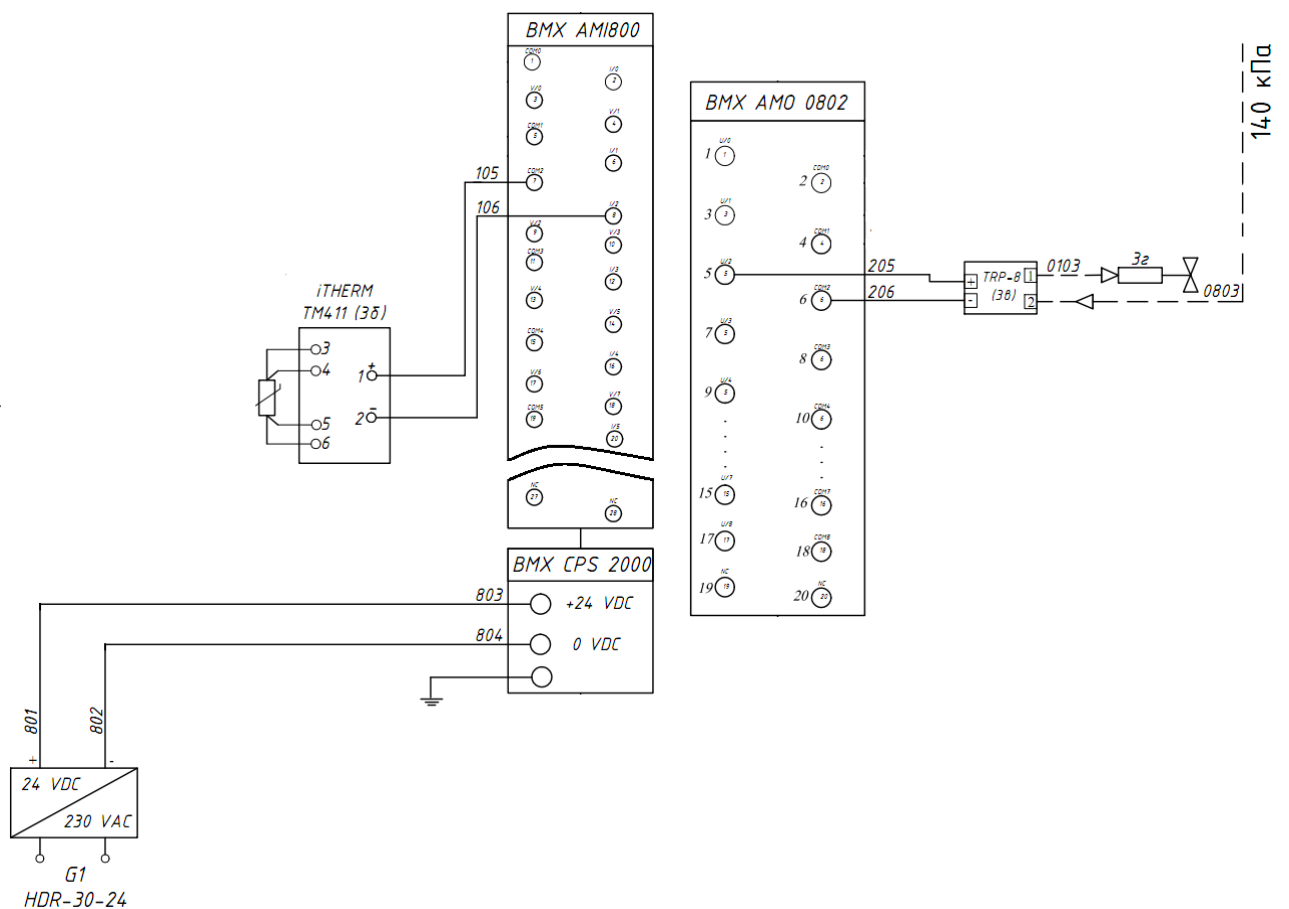


Рис.3.9. Фрагмент підключення до ПЛК контуру регулювання температури ємності

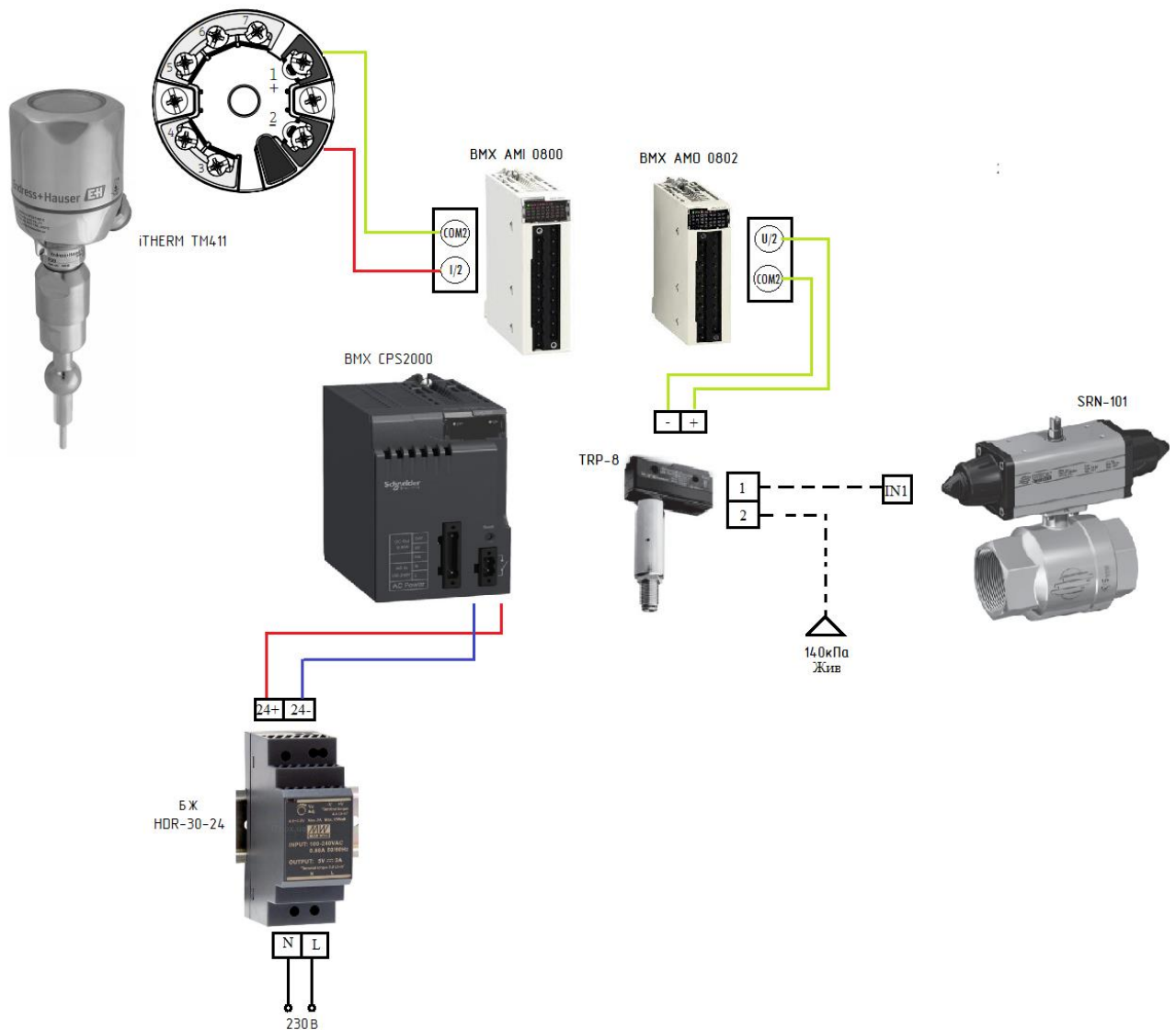


Рис.3.10. Розширена схема підключення контуру регулювання вологості в тїстомісильній машині

Універсальний модульний термометр для гігієнічного застосування iTHERM TM411, що містить в одному корпусі змінні вставки термометрів опору (RTD) TE (3а) та мікропроцесорний перетворювач ТТ (3б), занурений у вакуумну ємність вимірює та обробляє сигнал в зручну для сприйняття форму, далі уніфікований сигнал 4-20мА подається до модуля аналогових входів BMX AMI 0800 на 15, 16 клеми. Після обробки інформації та виконання програми в центральному процесорному модулі CPU контролера управляючий сигнал передається на модуль аналогових виходів BMX AMO 0802. Звідки через клеми U/2 та COM2 сигнал надходить на електропневматичний перетворювач TRP-8 (3в) в комплекті з пневматичним клапаном SRN-101(3г), який регулює % подачі холодної води в ємність.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Розділ 4

КРЕСЛЕННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

Загальні положення

Вимірювання рівня - це визначення граничного (верхнього чи нижнього) положення сипких або рідких речовин у силосах, бункерах, ємностях та ін. за допомогою рівнемірів та сигналізаторів рівня.

Розрізняють безперервне вимірювання рівня, за допомогою рівнеміру, і точковий (дискретний) за допомогою сигналізатора (датчика) граничного рівня. Багато систем автоматизації вимагають безперервного вимірювання рівня. І є безліч промислових галузей, де вимірювання рівня необхідно.

На сьогоднішній день існує безліч датчиків рівня, що дозволяють вимірювати багато фізичних величин, пов'язаних з кількістю в резервуарі того чи іншого матеріалу.

Рівнеміри для безперервного виміру рівня за фізичним принципом дії, розрізняють такі види:

- Електромеханічного типу (Лотові);
- Електричного типу (Ємнісні);
- Акустичний тип;
- Радарного типу;
- Рефлексно-мікрохвильового (хвильового) типу;

При безперервному вимірі, рівень визначають у відсотках від максимального рівня, висоти, об'єму або іншої одиниці вимірювання, за допомогою аналогового або цифрового сигналу.

Безперервний контроль рівня сипких матеріалів передбачає вирішення низки тактичних завдань:

- отримання найбільш точних даних про заповнення, спустошення ємностей та проміжного рівня;

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яцик В.О.			Розробка системи автоматизації вакуумної станції фармацевтичного виробництва	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					59	8
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ, АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

- захист від недосипань (недоливів) та пересипань (переливів);
- забезпечення умов для коректної роботи двигунів та механізмів;
- уникнення ризику помилок та аварій через "людський фактор";
- налагодження графіка роботи різних служб та ділянок виробництва;
- зниження кількості ремонтів, простоїв, матеріальних втрат.

Сигналізатори рівня - це прилади призначені для автоматизації технологічних процесів, пов'язаних з дискретним контролем та регулюванням одного або кількох фіксованих положень рівня рідини або сипких речовин. За фізичним принципом дії розрізняють такі види сигналізаторів рівня:

- Поплавкові сигналізатори рівня;
- Ємнісні сигналізатори рівня;
- Ультразвукові сигналізатори рівня;
- Вібраційні сигналізатори;
- Ротаційні сигналізатори;
- Мембранні сигналізатори;

Liquiphant FTL260 - компактний датчик граничного рівня, який можна безпосередньо підключити до контакторів, клапанів або програмованих логічних контролерів (ПЛК).

Принцип дії

Симетрична вібраційна вилка калібрована на її резонансній частоті, яка змінюється при зануренні вилки в рідину. Зміна частоти регулюється електронікою і перетворюється на вихідний сигнал.

Особливості та переваги

- Лаконічна компактна конструкція, яка легко встановлюється в місцях з обмеженим простором.
- Міцний корпус з нержавіючої сталі.
- Простота контролю стану та підключення.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рис.4.1. Вібраційний компактний датчик граничного рівня
Liquiphant FTL260**

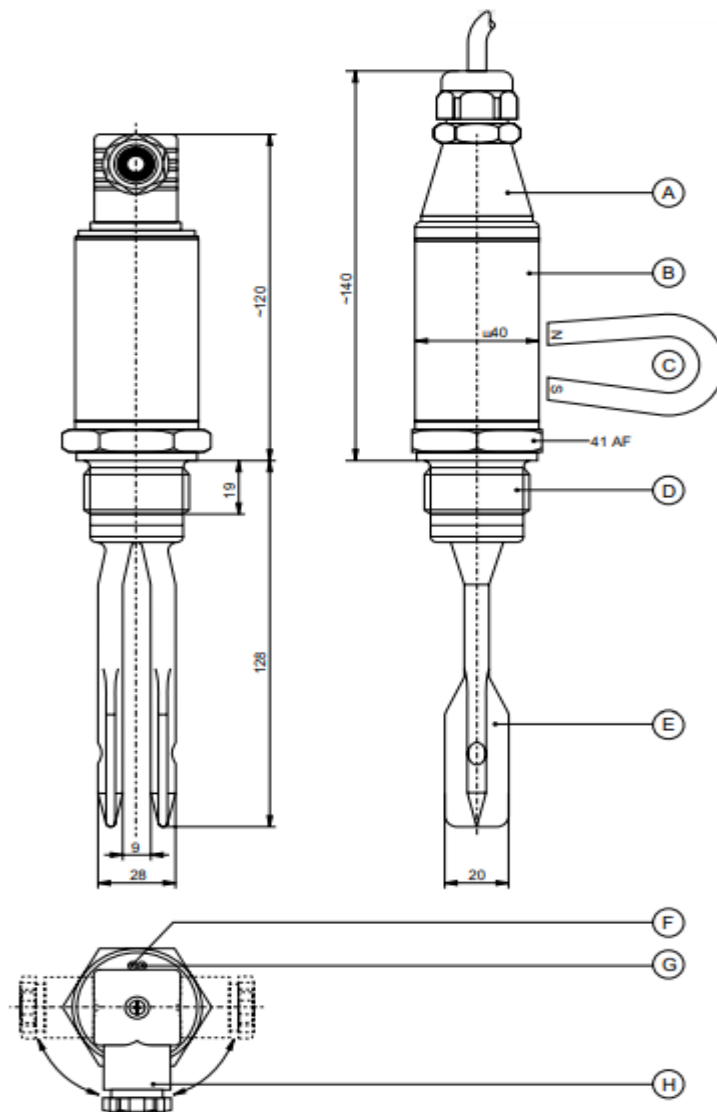


Рис.4.2. Конфігурація та габаритні розміри

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

A) Електричне підключення з роз'ємом та кабельним виведенням PG11 (IP 65/67) або з встановленим кабелем (IP68). Алгоритм спрацьовування визначається схемою підключення.

B) Корпус з нержавіючої сталі.

C) Перевірка роботи під час піднесення магніту до корпусу.

D) Варіанти підключення до процесу: G 1A (парал.), 1-11.5 NPT (суж.), R1 (звуж.) з нержавіючої сталі.

E) Цілісна вилка з нержавіючої сталі.

F) Зелений світлодіод: "Робочий режим".

G) Червоний світлодіод: режим увімкнення "Ланцюг розімкнений".

H) Роз'єм можна повернути на $\pm 90^\circ$

Розміри в мм

100 мм = 3,94 дюйми

1 дюйм = 25,4 мм

Установка

Liquiphant T FTL260 може встановлюватися в будь-якій позиції у ємності чи на трубопроводі.

A) Вертикальна установка

B) Горизонтальна установка

C) Установка в патрубок 1" (A - C для низки в'язкостей до 10000 мм²/с).

D) Установка з фланцем (Liquiphant T FTL260 встановлений у глухий фланець), для ДК 50 ряд в'язкостей до макс. 2000 мм²/с

E) Для полегшення встановлення при обмеженому доступі використовуйте трубчастий ключ (є у приладді Endress+Hauser).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

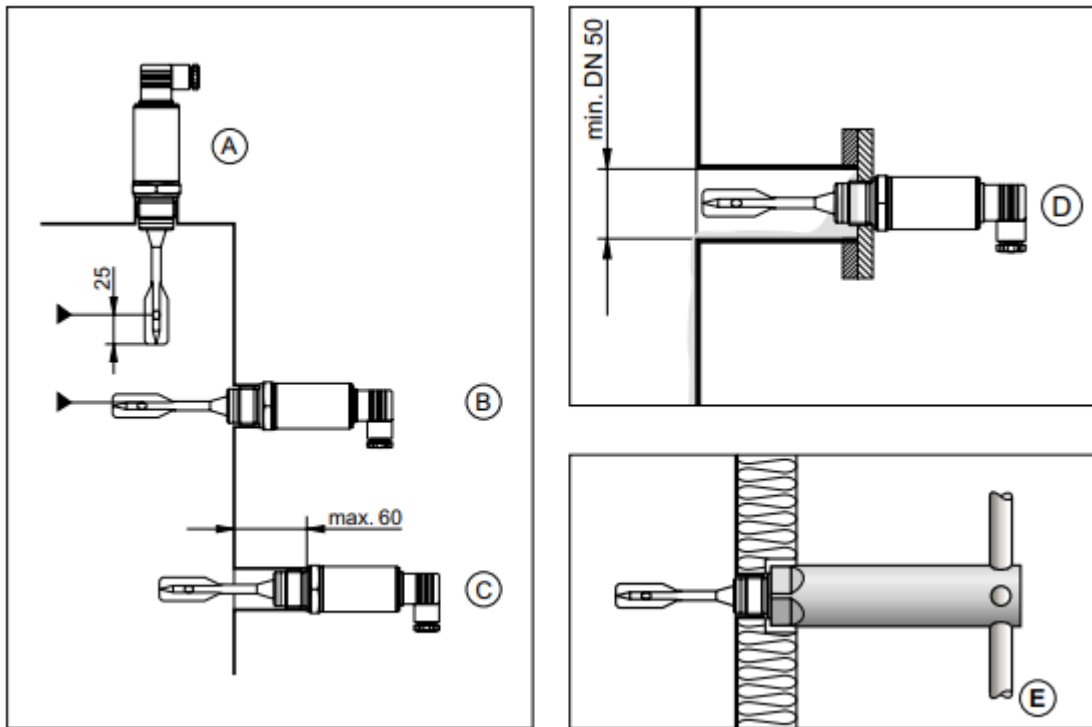


Рис 4.3. Варіанти монтажу Liquiphant T FTL260

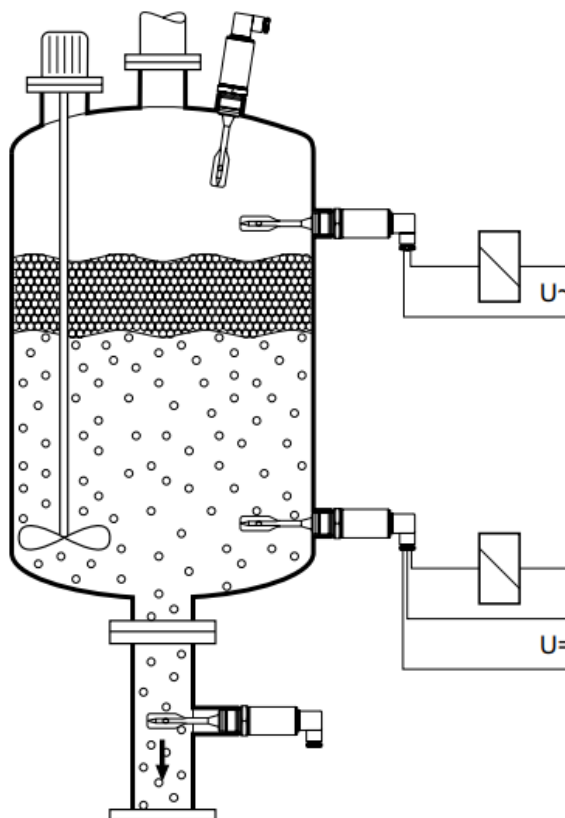


Рис 4.4. Монтаж в ємностях, резервуарах та трубопроводах

Liquiphant FTL260 може працювати з різним алгоритмом спрацьовування (мінімуму або максимум безпеки), тобто електронний перемикач спрацьовує при досягненні граничного рівня, у разі збою або зникнення живлення.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

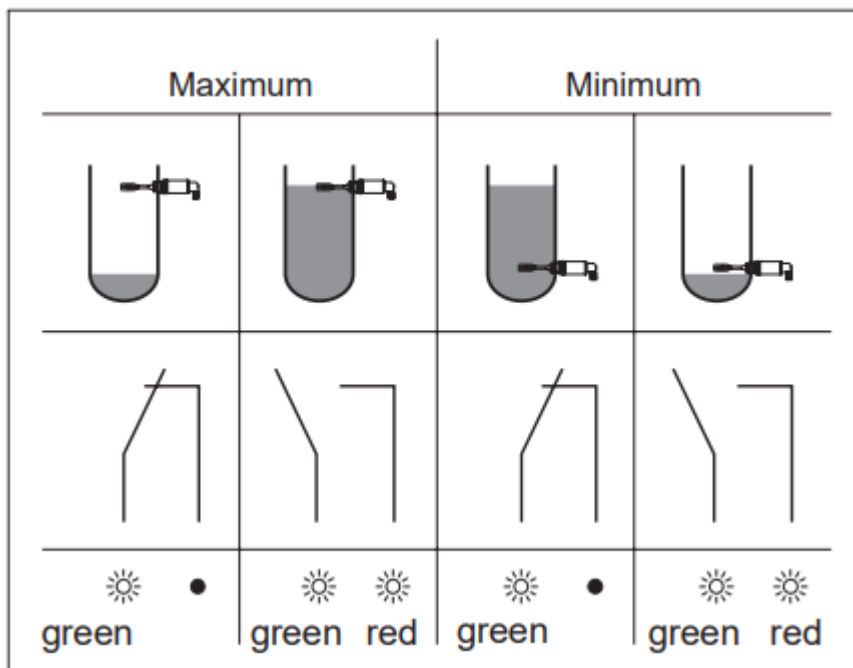


Рис 4.5. Діаграма спрацювання електронного ключа та світлодіода в залежності від рівня безпеки

Технічні характеристики

Output AC version	Power supply	Voltage at terminals 19 ... 253 V, 50 / 60 Hz, current consumption (stand-by) max. 4 mA
	Connectable load (load switched over thyristor directly into the power supply circuit)	Short-term (40 ms): max. 1.5 A; max. 375 VA at 250 V or max. 36 VA at 24 V (no short-circuit protection) Continuous: max. 87 VA at 250 V (350 mA), max. 8.4 VA at 24 V (350 mA) min. 2.5 VA at 250 V (10 mA), min. 0.5 VA at 24 V (20 mA) Voltage drop across FTL 260: max. 12 V Residual current: max. 4 mA with open thyristor (stand-by)
Output DC version	Power supply	10 ... 55 V, ripple max. 1.7 V, 0 ... 400 Hz, current consumption max. 15 mA, reverse polarity protection
	Connectable load (The load is switched via PNP-transistor)	Short-term (1 ms): max. 1 A, max. 55 V (overload and short-circuit protection) Continuous: max. 350 mA max. 0.5 μF at 55 V, max. 1 μF at 24 V Residual voltage: < 3 V (with closed transistor) Residual current: < 100 μA (with open transistor)
Output	Fail-safe mode	Minimum or maximum fail-safe mode, depending on load connection
	Signal failure	Output open
	Switching time	Approx. 0.5 s when covered, approx. 1.0 s when free
	Hysteresis	Approx. 4 mm with vertical mounting
Process conditions	Orientation	As required
	Ambient temperature	-40 °C ... +70 °C, see also graphs on Page 3
	Temperature of product	-40 °C ... +150 °C, see also graphs on Page 3
	Operating pressure p_e	- 1 bar ... +40 bar, see also graphs on Page 3
	Storage temperature	-40 °C ... +85 °C
	Climatic protection	Climatic protection to IEC 68, Part 2-38, Fig. 2a
	Ingress protection to EN 60529	With plug (cable gland Pg 11) IP 65 / IP 67, with cable IP 68 (24 h, 1.5 m)
	Electromagnetic Compatibility	By attaching the CE Mark, Endress+Hauser confirms that the Liquiphant FTL 260 fulfills all legal requirements of EC directives. Interference immunity to EN 50082-2 (field strength 10 V/m), Interference emission to EN 50081-1
	Density ρ of product	min. 0,7 g/cm ³
Viscosity v of product	up to 10000 mm ² /s	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

64

Mechanical construction

Design	Compact unit, mounted using a 41 AF box spanner or open end spanner
Dimensions	See dimensional sketch on Page 2
Weight	Approx. 0.45 kg
Materials	Process connection and vibrating fork: stainless steel 1.4571, 1.4581 (AISI 316 Ti) Housing: stainless steel 1.4404 (AISI 316 L), Housing cover: PPSU Plug: PA, Plug seal: elastomer Flat seal ring for process connection G 1 A: elastomer-fibre, asbestos-free, resistant to oils, solvents, vapours, weak acids and alkalis
Process connections	Parallel thread G 1 A to DIN ISO 228/1 with flat seal 33x39 to DIN 7603 Tapered thread 1 - 11 ¹ / ₂ NPT to ANSI B 1.20.1 Tapered thread R 1 to DIN 2999 Part 1
Electrical connection	4-pole plug connection to DIN 43650-A, ISO 4400 with cable gland Pg 11, for cable diameters 6 to 9 mm, max. wire cross section 1,5 mm ² or 5 m permanently attached cable, 4 x 0.75 mm ²

Підключення

Електричне підключення постійного чи змінного струму залежно від алгоритму спрацьовування.

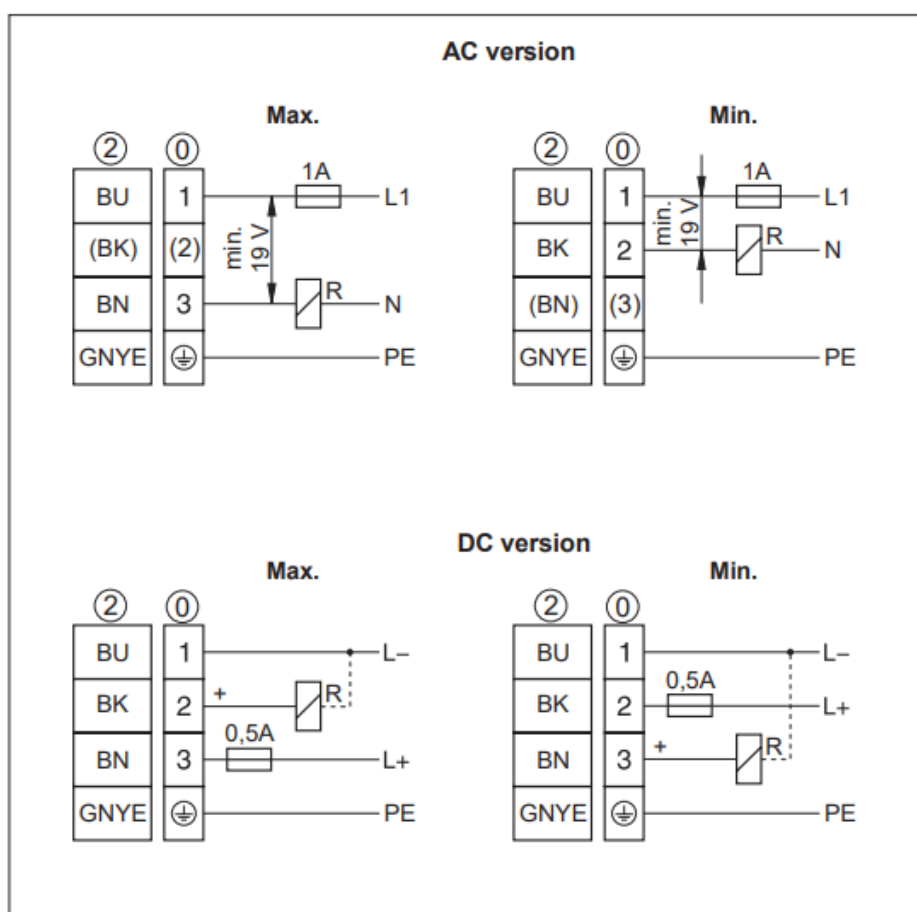


Рис 4.6. Варіанти підключення Liquiphant T FTL260

Max. = максимум безпеки

Min. = мінімум безпеки

(2) = підключення кабелю, (0) Роз'єм

BU = блакитний

BK = чорний

BN = коричневий

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

65

GNYE = зелено-жовтий

R = зовнішнє навантаження

АС версія

Навантаження підключається послідовно Liquephant, так що падіння напруги на Liquephant в режим замкнутого ключа (ВКЛ) може бути до 12 В.

Мінімальна напруга 19 В потрібна для коректної роботи (особлива увага в лініях низької напруги). У розімкнутому режимі (ВИМК.) протікає залишковий струм 3.8 мА.

ДС версія

Рекомендується для використання з програмованими контролерами (ПЛК). Позитивний сигнал на виході Liquephant (PNP). Алгоритм спрацьовування визначається схемою з'єднання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						66
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розділ 5

ОПИС СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЛК

На сьогоднішній день для програмування контролерів фірми Schneider Electric всіх модифікацій зокрема і M340 використовується єдине програмне забезпечення UNITY PRO. Цей інструментарій дає користувачу такі можливості:

1. Створення апаратної конфігурації та програми користувача для контролерів Modicon, а саме:

- використання мультизадачного режиму: одна MAST, одна FAST, декілька EVT, одна AUX (тільки для QUANTUM та PREMIUM);

- використання 5-ти мов програмування згідно стандарту MEK 61131-3: LD, ST, IL, FBD, SFC;

- поділу програми користувача на секції (Section), кожна з яких може бути написана на різних мовах програмування MEK;

- використання підпрограм (SR);

- функціональне структурування проекту користувача;

- доступу до великої бібліотеки функцій та функціональних блоків (FFB), які доступні на будь якій мові програмування;

- створення функціональних блоків користувача (DFB);

- використання поряд з локалізованими (located, прив'язаними до конкретної комірки пам'яті) та нелокалізованих (unlocated, не прив'язаних до конкретної комірки) даних;

- використання масивів, структурних типів користувача;

2. Відлагодження програми користувача, а саме:

- використання програмного емулятору (simulator) контролера з підтримкою більшості функцій UNITY та можливості доступу з інших програмно-технічних засобів до нього по Modbus/TCP;

- анімації змінних безпосередньо в редакторах за допомогою кольору,

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яцик В.О.			Розробка системи автоматизації вакуумної станції фармацевтичного виробництва	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					67	5
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ, АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

відображення числових та текстових значень;

- управління та контролю змінних за допомогою таблиць анімацій (Animation Table);

- перегляду стану кроків мови SFC;

- використання точок переривання (Break Point), покрокового виконання програми, точки спостереження (Watch point);

- зміни програми користувача в режимі виконання контролером програми управління.

3. Експлуатації та обслуговування, а саме:

- створення та використання графічних сторінок (Operator Screens) з анімацією технологічного процесу (подібно засобам НМІ);

- використання вбудованих діагностичних засобів для контролю стану будь якої частини контролера;

- використання вбудованого вікна тривоги Alarm Viewer для перегляду стану діагностичного буферу контролера;

4. Автоматичного створення документації по проекту.

5. Імпорту та експорту частин проекту в форматі *.XML для можливості їх використання в інших програмних засобах.

Перелік аналогових вхідних змінних вакуумної станції згідно технічного завдання та технологічних особливостей перенесених на мову програмування LD.

PI601 – A1(PSLL), A2 (PSL), A3(PSHH)	EVTC603 – Q4
PI601 – A4	KMPCP – Q5
TI601 – A5	FLS601+KF2 – I9
PS1 (IN1 – I1) Q1, VS1 IN2 – I2, IN3 – I3	FSL601 (red) – Q6
QF1 – I4, QF2 – I8	KAL – QA
KLL – I5, KHL – I6, KHHL – I7	LSH601 (yellow) – Q7
KHL CP – Q2+LY601	LSHH601 (red) – Q8
KT1 – TT1	KAQF (red) – Q9
PY601 – Q3	

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Фрагмент програми роботи вакуумної станції має наступний вигляд та реалізована за допомогою мови програмування Ladder diagram (англ. LD, англ. LAD) — мова релейно-контактної логіки, мова програмування програмованих логічних контролерів.

Синтаксис мови є зручним для заміни логічних схем, виконаних на релейній техніці й розрахований на знайомих з нею інженерів з автоматизації, що працюють на промислових підприємствах. Забезпечує наочний інтерфейс логіки роботи контролера, який полегшує не лише задачі власне програмування і введення в експлуатацію, але й швидкий пошук неполадок у підключеному до контролера обладнанні.

Програма керування, написана мовою релейної логіки має наочний та інтуїтивно зрозумілий інженерам-електрикам графічний інтерфейс, що подає логічні операції, як електричні кола із замкнутими та розімкненими контактами. Проходження або відсутність струму у цьому колі відповідає результату логічної операції («істина» — якщо струм проходить; «неправда» — якщо струм не проходить).

До однієї із найважливіших задач технологічних процесів фармацевтичного виробництва відноситься прийняття рішення. Своєчасна реакція системи дозволяє підвищити якість кінцевого продукту і зменшити втрати на виробництві. Забезпечити досить високий рівень керованості системи можна за допомогою чітко продуманого алгоритму та відлагодженої програми

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

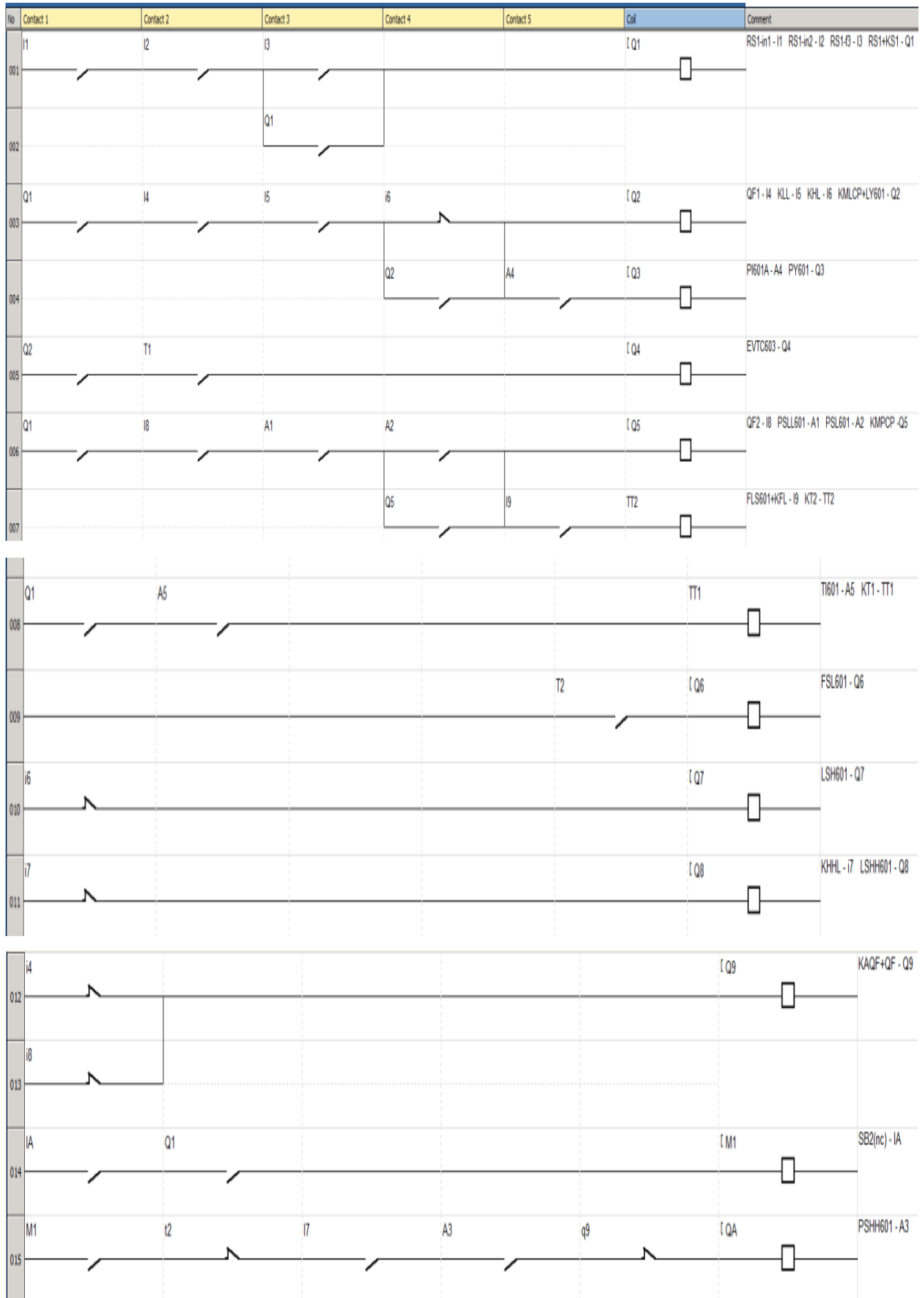


Рис.5.1. Фрагмент програми на мові LD

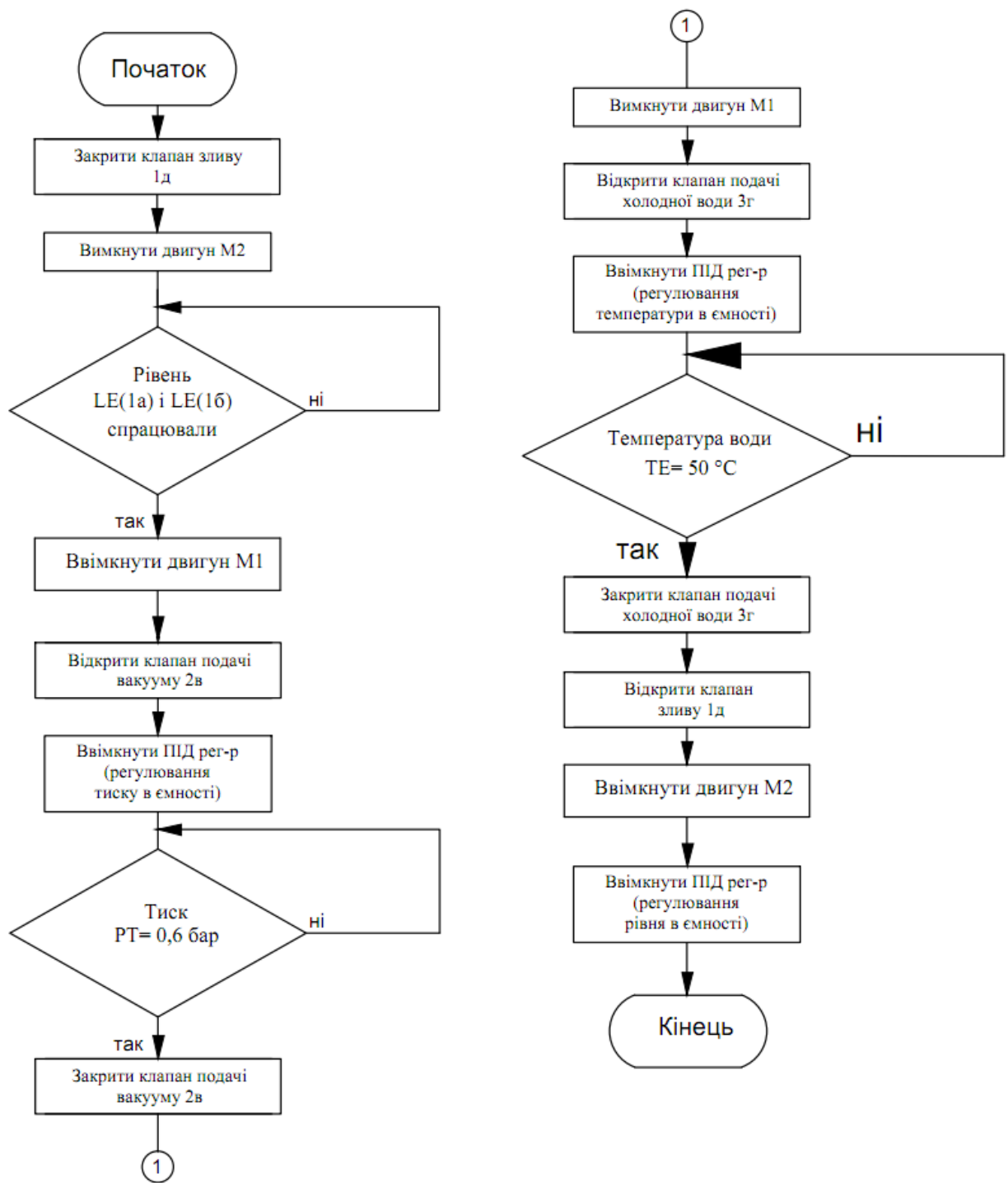


Рис.5.2. Фрагмент алгоритму керування вакуумною ємністю

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 6

РОЗРОБКА ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА ТЕХНОЛОГА

Для вирішення нагальних виробничих завдань сьогоднішнього дня необхідна система управління, яка не тільки проста в розробці і в обслуговуванні, але і дає чітке уявлення того, що відбувається в ході процесу.

Це повинна бути система управління, яку можна легко зв'язати з пристроями інших виробників і яка дає додаткові переваги у вигляді системи зберігання інформації і інтеграції з іншими бізнес-системами.

Програмне забезпечення Citect SCADA - це функціональна система моніторингу, управління та збору даних (Supervisory Control And Data Acquisition).

Головним завданням при розробці Citect SCADA було створити єдину інтегровану систему, яка дозволяла б управляти технологічним процесом підприємства.

Програмне забезпечення Citect SCADA включає п'ять функціональних блоків: сервер вводу / виводу, клієнт візуалізації (операторський інтерфейс), сервер алармів (тривоги), модуль звітів, блок трендів. Система легко масштабується, за допомогою SCADA легко побудувати як просту структуру - в якій всі блоки будуть працювати на одному РС - так і більш складну, де кожна функціональність буде окремою ланкою локальної мережі.

Графічні можливості SCADA системи є вирішальним фактором, що визначає зручність користування. Графіка Citect SCADA дозволяє швидко розробляти повнокольорові, реалістичні і зручні в роботі екрани, надаючи оператору інтуїтивно зрозумілий і несуперечливий призначений для користувача інтерфейс.

Графіка Citect SCADA базується на наборі простих об'єктів:

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яцик В.О.			Розробка системи автоматизації вакуумної станції фармацевтичного виробництва	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Смітюх Я.В.					72	5
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ, АК-4-1		
Зав.кафедри		Смітюх Я.В.						

прямокутників, еліпсів, растрових зображеннях, прямих і ламаних лініях, тексті, символах і інших об'єктах. З усіма об'єктами пов'язаний єдиний набір властивостей. Ці властивості дозволяють прямо пов'язувати поведінку об'єкта зі змінними, що описують процес.

Переміщення, обертання, розмір, колір, заливка і видимість будь-якого об'єкта використовуються для реалістичного відображення умов заводського цеху чи відділення.

Команди та сенсорні властивості кнопок настроюються для різних дій оператора. Цей підхід швидко дає вражаючі результати - навіть для найбільш вимогливих додатків. Всі об'єкти є інтерактивними, що робить інтерфейс оператора простим, зрозумілим і гнучким.

Вся графіка Citect SCADA розроблена таким чином, щоб забезпечити найкращу продуктивність у часі виконання.

Дисплейна мнемосхема вакуумної ємності показана на рис. 6.1. На мнемосхемі зображено саму вакуумну станцію, наведені всі технологічні параметри процесу охолодження відпрацьованої води, передбачена можливість ручного вкл./викл. двигунів оператором, керування клапанами.

Process Analyst - це інструмент нового покоління для візуалізації та аналізу історичних даних. Дозволяє операторам і інженерам-технологам аналізувати причину порушення ходу процесу, об'єднуючи поточні технологічні параметри і аварійні сигнали, які традиційно зберігаються окремо.

Користувач володіє широкими можливостями по налаштуванню робочого інтерфейсу Process Analyst. Наприклад, графіки можуть бути накладені один на одний або рознесені, будь-який графік може бути перенесений на іншу панель, щоб не захаращувати екран даними і підвищити читаність.

Process Analyst містить багато корисних функцій, включаючи мілісекундну точність розширення, окрему вісь часу на кожен графік, настроюються панелі інструментів, різноманітні опції для друку і збереження всіх налаштувань для швидкого повторного використання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

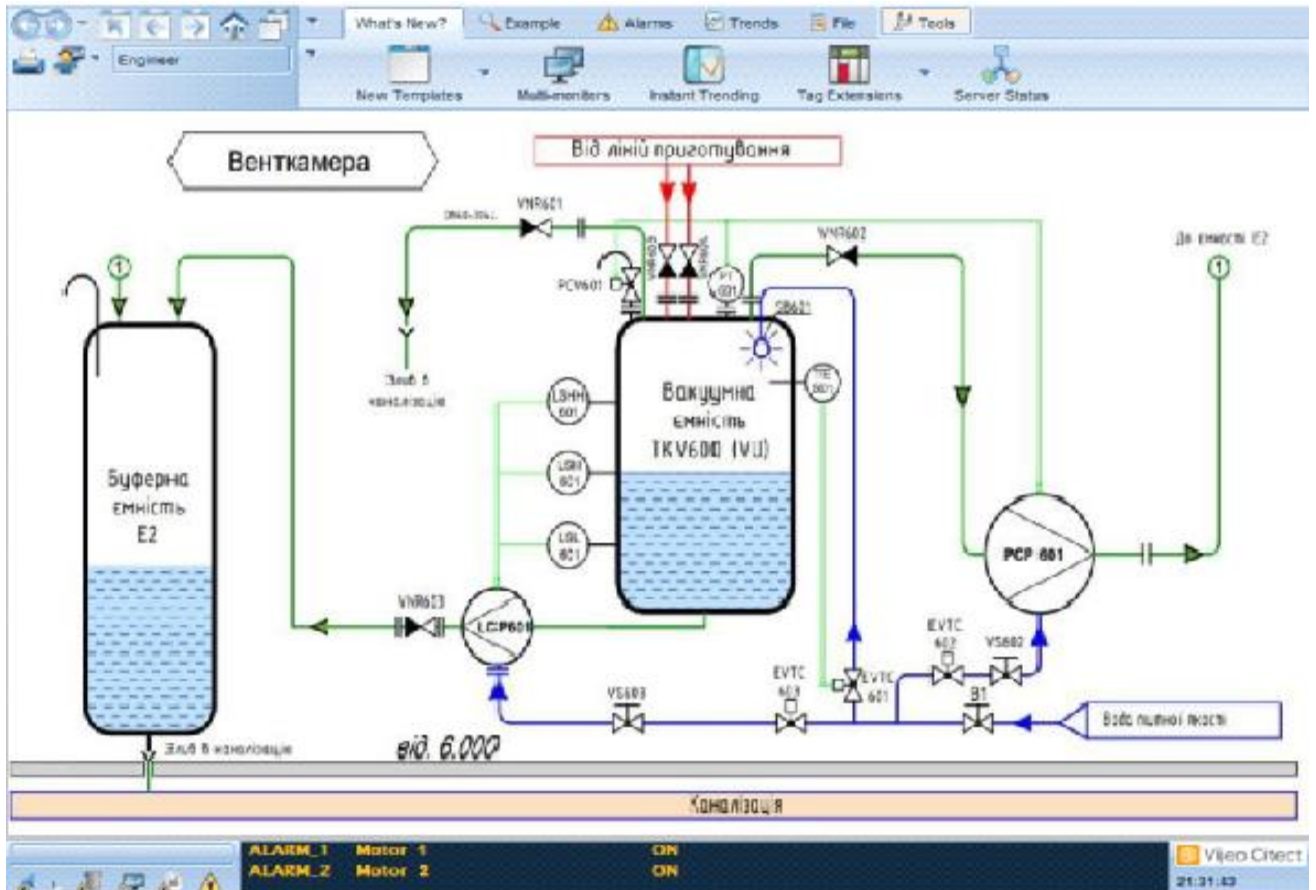


Рис. 6.1. Головна мнемосхеми процесу

Для основних технологічних параметрів таких як рівень, температура та тиск було розроблено вікно трендів для їх аналізу в часі, наведено на рис. 6.2.

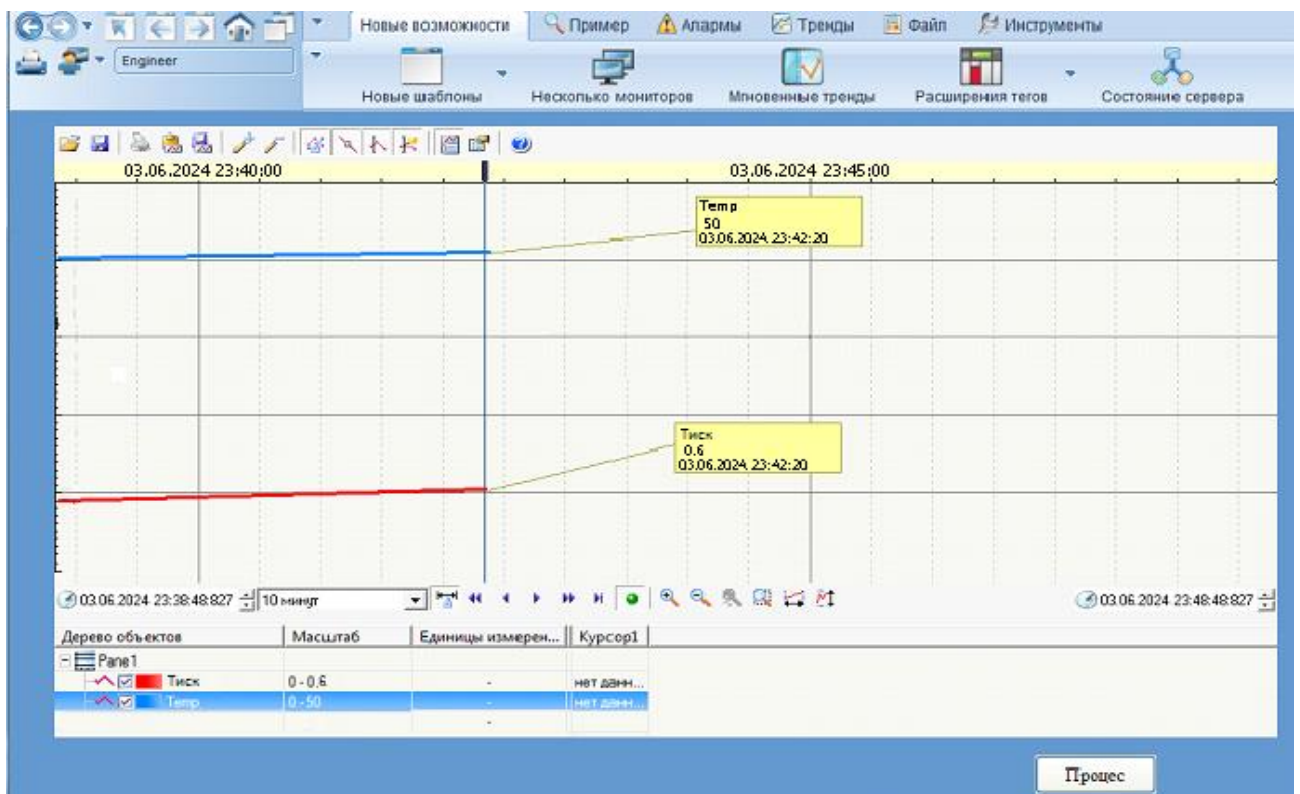


Рис. 6.2. Вікно трендів

Ефективна система сигналізації дозволяє швидко виділити і розпізнати відмови, зменшуючи час простою.

Система аварійної сигналізації Citect SCADA працює швидко і надійно, забезпечуючи користувачам докладну інформацію про аварію в ясному і зрозумілому форматі, може контролювати всі змінні, групи змінних, вираження, результати обчислення і т.д. Аварійні сигнали конфігуруються для більш точного відображення аварійної ситуації. При роботі з пристроями введення-виведення аварійні сигнали Citect SCADA позначаються міткою часу з точністю до однієї мілісекунди. Це особливо важливо для диференціації аварійних сигналів, які відбуваються у швидкій послідовності. Мілісекунди точності допомагають виявити причинно-наслідкові зв'язки між аварійними сигналами.

Швидке розпізнавання та ідентифікація аварійних сигналів життєво важливі. Всі аварійні сигнали Citect SCADA виводяться на спеціальних сторінках аварійних сигналів, але активні аварійні сигнали завжди видно на кожній сторінці. Аварійні сигнали можуть бути виділені кольором, шрифтом і сортуються за пріоритетом, категорії або часу виникнення. Зведена сторінка аварійних сигналів показує деталі для кожного виниклого аварійного сигналу в одному рядку так, щоб у користувачів не було необхідності користуватися прокруткою, для визначення часу виникнення, зняття і тривалості дії аварійного сигналу.

Вікно аварійних ситуацій та повідомлень процесу вистоювання показано на рис. 6.3. В даному випадку виведено два повідомлення ALARM_1 про ввімкнення двигуна Motor 1, а повідомлення ALARM_2 про ввімкнення двигуна Motor 2.

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

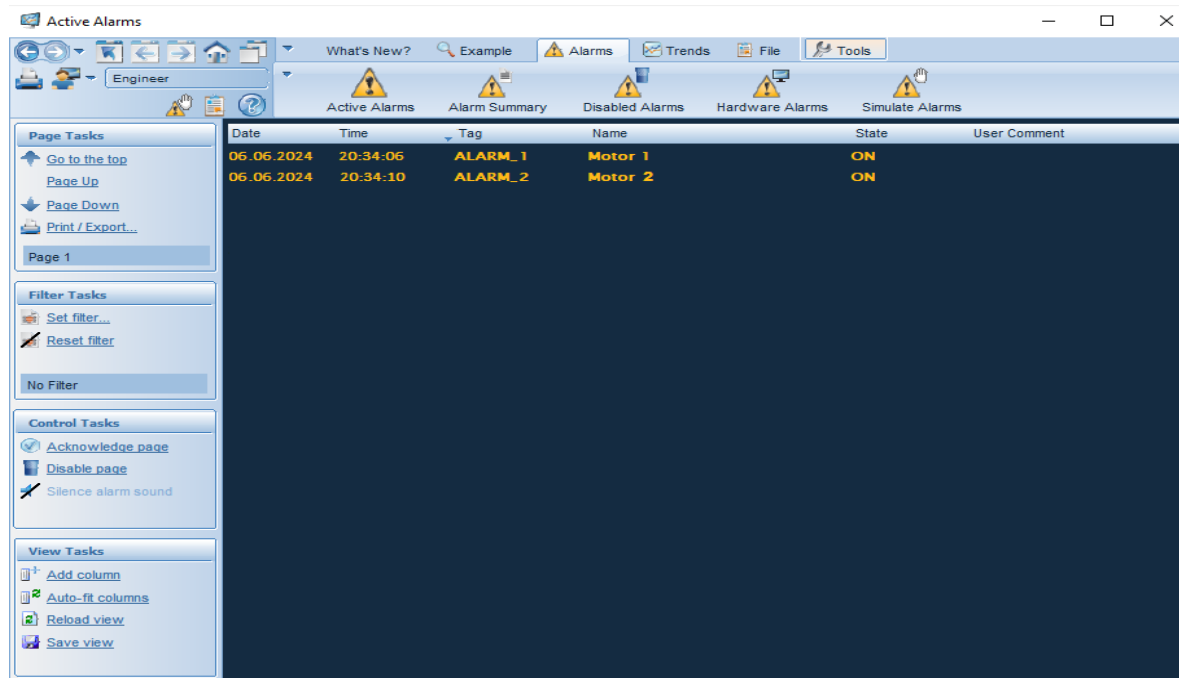


Рис. 6.3. Вікно аварійних повідомлень (алармів)

ВИСНОВОК

Внаслідок впровадження системи автоматизації вакуумної станції фармацевтичного виробництва на підприємстві підвищилась надійність системи, значно покращилась якість готової продукції, відповідно зменшився відсоток браку, зменшилися втрати енергоресурсів за рахунок ефективної роботи діючого обладнання та зменшення часу їх простоїв. Завдяки виконаній заміні морально застарілих приладів на мікропроцесорні промислові датчики можемо передбачити якість медикаментів при зміні технологічного режиму.

Розроблена система автоматизації відповідає вимогам якості, надійності, сучасності, а також базується на використанні закордонної техніки передових компаній. Завдяки використанню в кваліфікаційній роботі сучасних технічних засобів автоматизації було забезпечено високу точність регулювання і стабілізацію роботи процесу, що значно підвищує рівень надійності спроектованої системи і забезпечує якісне його регулювання.

Використання промислового контролера Modicon M340, дає змогу в автоматичному режимі програмно керувати технологічним процесом – отримати систему, яка забезпечує: контроль та реєстрацію регульованих величин, відображення ходу технологічного процесу на мнемосхемі, ручне керування виконавчими механізмами, покращення якості кінцевого продукту, яка досягається шляхом введення точних налаштувань регуляторів.

Розроблено програмне забезпечення та алгоритм для керування даним процесом. Це дає можливість застосовувати для оперативного керування SCADA – програму реалізовану в Vijeo Citect, що відкриває можливість отримувати дані про перебіг процесу як в реальному часі так і переглядати архівні тренди та аларми в базі даних. Дане ПЗ дає змогу оператору керувати технологічним процесом з локальної станції, швидко і без зайвих зусиль з єдиного операторського пункту керувати роботою всього відділення, не марнуючи час на керування з місцевих пунктів, а також завжди мати оперативну та достовірну інформацію на мнемосхемі про роботу всіх підсистем відділення в зручному для сприйняття вигляді.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.— К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
10. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.
11. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
13. Пупена О.М. 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. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - К.: Tsentr Uchbovooi Literatury, 2014.- 240 p.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
23. Методи сучасної теорії управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.
29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6
31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.

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

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

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

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

37. Документація на контролери фірми Schneider Electric.

38. Документація на датчики фірми Endress+Hauser.

39. Документація на Citect SCADA.

40. Документація від ФФ «Дарниця».

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		