

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

**Факультет** Автоматизації і комп'ютерних систем  
**Кафедра** Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

\_\_\_\_\_ Андрій Форсюк  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Ярослав Смітюх  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

на тему: Розробка автоматизованої системи управління сушварочним апаратом

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

\_\_\_\_\_ Осіпов Євгеній Андрійович  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Романов Микола Сергійович  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Лариса Загоровська  
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2022 р.

# Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

« 31 » березня 2022 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Осінов Євгеній Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка автоматизованої системи управління сушварочним апаратом

керівник роботи доцент, к.т.н. Романов Микола Сергійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 31 » березня 2022 р. №163-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 8 » червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для

промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

	<b>Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи</b>	<b>Строк виконання етапів роботи</b>	<b>Примітка</b>
	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
	<i>Розділ 1</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
	<i>Розділ 2</i>	<i>1 тиждень</i>	
	<i>Розділ 3</i>	<i>2 тиждень</i>	
	<i>Розділ 4 та 5</i>	<i>3 тиждень</i>	
	<i>Розділ 6</i>	<i>4 тиждень</i>	
	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>5 тиждень</i>	
	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>6 тиждень</i>	

Здобувач Осінов Є.А.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник роботи Романов М.С.

\_\_\_\_\_ (підпис)

## Анотація

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації процесу виробництва варіння пивного сусла.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить : опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, конфігураційна схема, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для даного відділення. Програма розроблена в програмному забезпеченні Unity PRO від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

В проекті докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи.

Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора.

В ході роботи приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

**Ключові слова:** кваліфікаційна робота, система автоматизації, суслварочний котел, Unity PRO, Schneider Electric.

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

## Abstract

Qualification work is devoted to the development of a system for automating the production of brewing wort.

The project has developed documentation for the automation system, which includes: a description of the technological object of control, automation scheme, configuration scheme, basic schemes of control and signaling.

Developed software for this department. The program is developed in the Unity PRO software from Schneider Electric. The operability of the program was tested on a real controller.

The project considers in detail the options for technological solutions for the implementation of automation systems, as well as an analysis of the existing and developed system.

A comparative analysis of transients for different values of the controller parameters.

In the course of work the estimation of level of automation of technological process as a whole is resulted.

**Keywords:** qualification work, automation system, wort boiler, Unity PRO, Schneider Electric.

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

## Зміст

Вступ.....	7
1. Опис об'єкта автоматизації .....	9
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	9
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації .....	15
2. Система автоматизації .....	17
2.1.Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО.....	17
2.2. Схема автоматизації.....	32
2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації.....	38
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. ....	41
3.1 Проектне компонування мікропроцесорних контролерів.....	41
3.2 Загальна схема підключення .....	58
3.2 Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	61
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	63
5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорних контролерів (алгоритм та програма для ПЛК).....	65
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога .....	72
6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	72
6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора .....	76
Висновки.....	80
Бібліографічний список.....	81

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

## Вступ

Ринок продуктів харчування відрізняється від інших ринків найбільшою стабільністю попиту, а також тим, що споживачами його товару є всі без винятку мешканці країни. Проте криза, спричинена розвалом соціалістичної системи, торкнулася і цієї галузі. Нещодавно ринок продуктів харчування переживав не найкращі часи, що було пов'язано не лише зі зниженням купівельної спроможності населення, але й із невисокою якістю та недостатнім асортиментом вітчизняної продукції. Зараз, з поживленням економічної активності в цілому, ситуація дещо покращилася: збільшуються обсяги виробництва товарів харчування, витісняються з внутрішніх ринків імпортери, підвищуються доходи населення, а отже, і купівельна спроможність. Однак багато локальних проблем галузей сфери харчування все ще потребують вирішення.

Кондитерська галузь не є винятком. Незважаючи на те, що вона є однією з найперспективніших галузей, держава не приділяє потрібної уваги її розвитку. Більш того, намагається за рахунок кондитерської галузі покращити справи в цукровій галузі, яка опинилася зараз в дуже скрутному становищі. Отже, держава, сама того не бажаючи, намагається допомогти одній галузі, заважаючи тим самим іншій. Ця, а також кілька інших проблем (фінансові проблеми, проблеми пов'язані з російським ринком збуту: обкладення товару ввізним митом, пакування кондитерської продукції) перешкоджають подальшому розвитку кондитерської промисловості, ставлячи під загрозу вихід продукції українських кондитерів на світовий ринок.

За результатами 2006, розклад сил та імена основних гравців на ринку не зміняться. Найбільшим виробником була й залишається корпорація

ROSHEN (об'єднує Київську, Кременчуцьку, Маріупольську, Вінницьку кондфабрики). За оцінками спостерігачів, корпорація контролює понад 30 % кондитерського ринку. Решта компаній, хоч і далекі від лідера, але семимильними кроками намагаються до нього наблизитися. Особливо помітні

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

зусилля концерну “АВК”, який придбав навесні 2003 року Дніпропетровську кондитерську фабрику. Ця покупка відразу ж дозволила говорити про контроль “АВК” приблизно над 14-15% вітчизняного ринку. Активізація концерну не в останню чергу пов’язана з тиском найближчих конкурентів. Зокрема ще одна з кондкомпаній, яка входить у топ-десятку, - “Київ- Конті” – інтенсивно розвивається і в притул наблизилася до показників “АВК”.

Далі в переліку виробників ідуть львівський “Світоч”, “Полтавакондитер”, ”KraftFoods Україна”, “Харківський бісквіт”. Це, звісно, приблизний і досить умовний рейтинг, побудований на основі обсягів виробництва. Природно, у кожному окремому сегменті “солокого” ринку є свій лідер, є свої особливості та нюанси.

Українська кондитерська промисловість вже довела свою конкурентоздатність на внутрішньому та зовнішньому ринках: продукція цієї галузі задовільняє європейським показникам якості. Часи дешевих неякісних цукерок в яскравих обгортках давно пройшли, поступившись місцем більш якісній кондитерській продукції вітчизняних виробників. Зараз імпортні вироби займають незначну частку українського ринку – і це при тому, що часто у вітчизняних компаній не вистачає коштів на модернізацію обладнання. Крім того, існує проблема кваліфікованих кадрів: на кулінарів в Україні ніде особливо не вчать

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

# 1. Опис об'єкта автоматизації

## 1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

Виробництво пива – це надзвичайно складний і досить тривалий біотехнологічний процес. Основними видами сировини для виробництва пива, зокрема в Україні є ячмінь, хміль, ферментні препарати і вода. Щодо ячменю, то для пивоваріння придатні тільки спеціальні сорти – так звані пивоварні ячмені.

Основною сировиною для виробництва пива являється ячмінний солод, хміль і вода, від їх якості і підготовки залежать смакові, поживні і інші споживчі властивості пива.

Виробництво пива включає ряд послідовних взаємозв'язаних технологічних стадій, які характеризуються строго регламентованими параметрами. Правильність всіх процесів визначає якість пива.

Солод отримують шляхом пророщування злаків у штучних умовах при визначеній температурі і вологості. Пророщують ячмінь у пневматичних солодовнях ящикového чи барабанного типу. Тривалість пророщення ячменю залежить від прийнятих у конкретних умовах режимів і складає для світлого солоду 7—8 діб, для темного солоду — до 9 діб. У процесі пророщення при переробці ячменю гарної якості рекомендується підтримувати температуру в межах 12—16 °С.

Сухий солод відразу ж подається на ростковідбійну машину. Після зважування й охолодження очищений солод йде на збереження. Його необхідно витримувати в солодових складах не менше 30 діб. Отриманий солод, що відлежався, є основною сировиною для виробництва пива.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Осіпов Е.А.</i>			<i>Розробка автоматизованої системи управління сушварильним апаратом</i>		
<i>Керівник</i>		<i>Романов М.С.</i>				9	8
<i>Зав кафедри</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>	
<i>Секретар ЕК</i>		<i>Проскурка Е.С.</i>					

Приготування пива включає ряд стадій: одержання пивного сусла, зброджування сусла пивними дріжджами, доброджування і дозрівання пива, фільтрування пива, розлив.

Технологічна схема виробництва пива приведена на рис. 1.

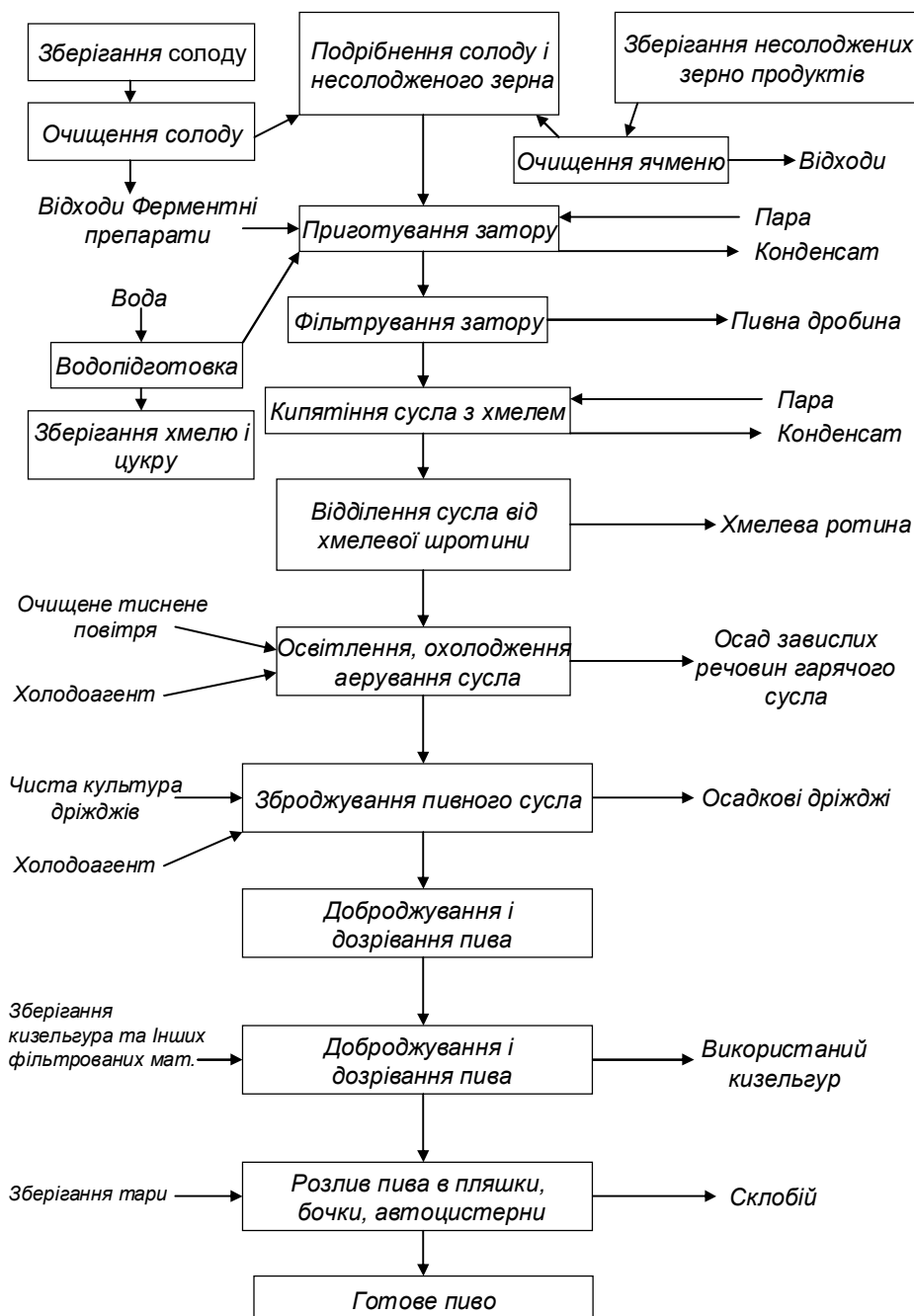


Рис. 1.1 Принципова технологічна схема виробництва пива

Перед подрібненням солод необхідно очистити від домішок і пилу на солодо-полірувальній машині. Подрібнену зернову сировину змішують з водою у відношенні приблизно 1:4.

Основна мета затирання — перетворення крохмалю й інших речовин солоду в низькомолекулярні з'єднання, які використовують дріжджі. Використовують одно-, двох- і трьохвідварочні способи, у залежності від числа відборів частин затору для кип'ятіння. При поверненні гарячої відварки в основний затор його температура підвищується до рівня наступної паузи.

Отриманий оцукрений затор направляють на фільтрування. При фільтруванні затору розрізняють дві стадії: відділення першого сусла і вимивання екстрактивних речовин, що містяться в дробині. Температура затору і води, використаної для промивання шротини, повинна бути 78—80 °С. Сусло і промивні води повинні стікати максимально прозорими, тому що в протилежному випадку значно погіршується освітлення сусла, а готове пиво може мати грубий смак і не властиву йому гіркоту.

Гаряче охмелене сусло охолоджують до початкової температури бродіння. Основний біохімічний процес при виробництві пива – спиртове бродіння цукрів сусла під дією ферментів дріжджів. У пивоварінні використовують дріжджі верхового і низового бродіння.

У процесі бродіння пивного сусла розрізняють дві стадії: головне бродіння і доброджування. На першій стадії зброджується основна маса цукрів пивного сусла. У результаті цього процесу виходить молоде пиво. Бродіння ведеться по визначеному температурному графіку. По закінченні головного бродіння молоде пиво з температурою не більше 5 °С перекачують на доброджування і дозрівання. Основна мета доброджування — одержання напою з приємним смаком. Для відділення від пива залишків дріжджів, додання йому товарного виду і забезпечення стійкості при збереженні пиво піддають фільтруванню.

Схема автоматизації приведена у графічному додатку (Аркуш 1).

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

На схемі автоматизації представлено суловарочне відділення. До суловарочного відділення або варильного (варильний агрегат, така назва також використовується) входить заторний, заторний фільтрпрес та суловарильний апарати, які з'єднані між собою системою трубопроводів. На сьогоднішній час на пивоварних заводах експлуатуються дво-, чотири і шести апаратні агрегати.

В даному дипломному проекті представлений чотири апаратний варіант. До складу якого входять два заторних апарати, фільтраційний і суло варильний. Затирання і оцукрювання відбувається в одному заторному апараті, а нагрівання, а процес кипіння заторної маси — в другому. За конструктивними характеристиками вони однакові.

Продуктивність варильних агрегатів характеризується кількістю одночасною перероблювального солоду: 0,5; 1; 1,5; 3, 5,5.

Заторний апарат. У цьому апараті відбувається процес змішування (більш загально вживана назва - затирання) подрібнених солоду та ячменю(його заміником можуть виступати інші зернові культури: рис, кукурудза, пшениця) з водою, нагрівання і кип'ятіння заторної маси. Апарат за конструкцією являє собою циліндричну місткість з подвійним сферичним дном, що утворює парову камеру, за допомогою якої відбувається нагрівання і кип'ятіння заторної маси. Пара в камеру підводиться у кількох місцях із кільцевого паропроводу. Конденсат із сорочки (вона же парова камера) відводиться також у кількох місцях у конденсатовідвід.

Несконденсовані гази виводяться в атмосферу через трубку.

Заторний апарат обладнаний оглядовим люком із розсувними дверцятами, розташований він на кришці апарата. Заторна маса перемішується за допомогою якірної мішалки.

Призначення якої, декантація рідкої рідкої частини затору труба шарнірно закріплена біля основи, а верхній відкритий кінець її підтримується поплавкам

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

на невеликій глибині від поверхні рідини. Вся рідка частина, що є в апараті, опускається без залишку по трубі, яка перекривається вентиляем.

Подрібнений солод, що подається по трубі у заторний апарат потрібно попередню змочити теплою водою із змішувача. Апарат обладнаний розподільним краном для спрямування перекачувальної маси затору в сусідній заторний або фільтраційний апарати. Заторна маса з другого апарату після нагрівання і температурної видержки направляєте знову в перший апарат.

Сусловарильний апарат за конструкцією подібних до заторного, але поверхня його більша. Завдяки великій кривизні парової сорочки стовп рідин біля стінок має невелику висоту і велику площу нагрівання порівняно з стовпом, що знаходиться всередині апарата. Результат — біля стінок пароутворення буде більш інтенсивніше і рідина міститиме більше бульбашок та пари і легше витіснитиметься вгору важчою рідиною, що знаходиться в центрі апарата. Сусловарильний апарат є закритого типу, він працює під тиском. Це дає змогу не лише використовувати вторинну пару, а й пришвидшити процес екстрагування гірких речовин хмелю і коагуляцію білків. Сусловарильний апарат має циліндричну форму з герметичною куполоподібною кришкою. Розрахунковий тиск має бути 0,02 МПа. Кришка обладнана конічним клапаном, який герметично закриває витяжну трубу, люком із герметичним затвором, трубою з вентилями для перепускання вторинної пари у витяжну трубу при закритому клапані, трубою із запобіжним клапаном і вентилями для подавання в торинної пари в підігрівник, оглядовим вікном та освітлювачем. Конічний клапан піднімається і опускається за допомогою обертання валика. Важка крижка люка має противагу, опущену на тросі в порожню трубу.

Заторний фільтрпрес. Використовується у варильному відділенні ефективніше, якщо порівнювати з звичайним фільтраційним апаратом, оскільки при цьому вихід екстракту підвищується на 1% для дрібного помелу, і розділяють 5-6 заторів на добу. Фільтрпрес складається з станини, рам і плит

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

прямокутної форми, виготовлені із чавуну або нержавіючої сталі. Місткість камери, що утворюється рамою, 4-14 дал. Кількість рам залежить від кількості солоду, що затирають і коливається від 10 до 60. Кожна плита обладнана краном для спуску сусла. Кількість плит у фільтрпресі завжди на одиницю менша, ніж рам. Фільтруючий матеріал представлений фільтруючою бавовною або синтетичною тканиною, який накладається на плити. Потім пакет рам і плит щільно стискають за допомогою механізму затискання.

Основне сусло фільтрується при повному відкритті усіх кранів плит. Серветки затримують дробину в порожнині рами. Для повного видалення екстрактивних речовин із дробини її продувають парою або стисненим повітрям.

Система автоматизації передбачає:

- Регулювання подачі пари в перший заторний апарат.
- Регулювання подачі пари в другий заторний апарат.
- Регулювання подачі пари в збірник первинного сусла.
- Регулювання подачі пари в сусловарильний котел.
- Регулювання рівня в першому заторному апараті.
- Регулювання рівня в другому заторному апараті.
- Контроль рівня в сусловарному котлі.
- Контроль рівня в збірнику сусла.
- Контроль рівня хмелю в збірнику.
- Контроль рівня розчину цукру в збірнику.
- Контроль витрати первинного сусла на виході із фільтрпресу.
- Контроль витрати охмеленого сусла на виході із сусловарного котла.
- Контроль тиску в сусловарному котлі.
- Контроль тиску первинного сусла в фільтрпресу.
- Контроль мутності сусла на виході із фільтрпресу.
- Контроль мутності сусла на виході із сусловарного котла.

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

## 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1 “Завдання на розробку системи автоматизації заторно-варочного відділення”

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Заторний котел 1	Температура	78 °С	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату затору	
		Рівень	85%	Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату сусла	
2	Заторний котел 2	Температура	78 °С	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату пари	
		Рівень	85%	Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату затору	
3	Сушварочний котел	Температура	98 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату пари	
		Рівень	85%	Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату сусла	
		Мутність	10 Па*с	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Вміст сухих речовин	15%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
		Вміст спирту	18%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
4	Фільтр чан	Перепад тиск	105 Кпа	Регулювання	Стабілізація	Вплив на двигун насосу	

Таблиця 1.2 “Завдання на розробку системи автоматизації  
сушварочного котла”

Апарат, агрегат	Параметри, що ідлягають контролю і сигналізації	Оптимальні значення параметрів	Допустимі технологічні відхилення	Аварійні відхилення параметра	Функції системи контролю і сигналізації			
					Вид контролю	Вид інформації	Сигналізація	
							Світлова	Звукова
Сушварильний апарат	Час ип'ятіння, хв	75	+5 -5	+25 -25	Неперервний	П	-	
	pH	5,4	+0,1 -0,1	+0,3 -0,3	Перервний	П	-	-
	Витрата сусла, л/год	10	+0,5 - 0,5	+2 -2	Перервний	П	-	-
	Температура сусла, °С	100	+1 -1	+2 -2	Неперервний	П	+	-
	Рівень в апараті, %	75	+5 -5	+10 -30	Неперервний	П	-	-
	Тиск граючої пари, МПа	0,3	+0,02 -0,02	+0,05 -0,05	Неперервний	П	-	-
	Температура гарячої води, °С	90	+10 -10	+15 -15	Неперервний	П	-	-
	Витрата хмелевої дробини, л/год	1:2-2,5 до гарячої води на порцію	-	-	Неперервний	П	-	-
	Витрата промивної води, л /год	5	+3 -3	+5 -5	Перервний	П	-	-
	Тиск в апараті, МПа	0,02	+0,01 -0,01	+0,05 -0,05	Неперервний	П	+	-
	Густина сусла на виході, кг/м3	1200	+10 -10	+15 -15	Неперервний	П	+	-

## 2. Система автоматизації

### 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО

#### Температура

В промисловій термометрії використовується 2 основних методи вимірювання температури:

- контактний, який реалізується первинним вимірювальним перетворювачем, який знаходиться в безпосередньому контакті з вимірювальним середовищем;

- безконтактний, який реалізується в пірометрах, а температура визначається по тепловим електромагнітним випромінюванням нагрітих тіл.

У відповідності з основними методами вимірювання температури термометри класифікують наступним чином:

- контактні на:

1) термометри розширення: рідинні скляні (діапазон вимірювання від -200 до +600°C) та дилатометричні і біметалеві (від -150 до +700 °C). Принцип їхньої дії базується на зміні об'єму рідини чи лінійних розмірів твердих тіл при зміні температури;

2) манометричні термометри: (-200...+1000 °C) – в термометрах використовується зміна тиску газу, рідини чи пари в замкнутому об'ємі при зміні температури;

3) термометри опору, які використовують залежність електричного опору провідників та напівпровідників від температури і які поділяються на:

					Кваліфікаційна робота			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Осіпов Е.А.			Розробка автоматизованої системи управління сушварильним апаратом	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Романов М.С.					17	24
Зав кафедри		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секретар ЕК		Проскурка Е.С.						

а) металеві ( від -260 до +1100 °С) та б) напівпровідникові (-275...+600°С);

4) термоелектричні термометри (термопари), які використовуються в діапазоні температур (-200...+2200 °С), а принци дії ґрунтується на зміні термоелектрорушійної сили (ТЕРС) в ланцюгу при нагріванні спаю двох різнорідних металів.

Безконтактні (пірометри) на:

а) квазімонохроматичні (700...10000° С);

б) спектрального відношення (300...2800 °С);

в) повного випромінювання (-50...3500 °С).

Принцип дії пірометрів базується на використуванні яскравості горіння чи сумарного теплового випромінювання при нагріванні тіла.

Вибір того чи іншого методу та ЗВ для вимірювання температури залежить від багатьох факторів, основними із яких є: а) межі випромінювання температури; б) точність випромінювання; в) склад і властивості вимірювального середовища.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в  
проекті

Розглянемо детальніше кожен із методів вимірювання та оберемо найоптимальніший для даного випадку.

Склянні рідинні термометри

Рідинні скляні термометри – вимірювання температури ґрунтується на різниці коефіцієнтів об'ємного розширення матеріалу оболонки корпусу термометра та рідини, яка в ньому міститься (розміщена) в залежності від температури.

Переваги скляних рідинних термометрів: простота конструкції, невисока вартість, достатня точність. Недоліки: відсутність дистанційної передачі та реєстрації показів, значна теплова інерційність, незручність зняття показів і

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

невисока механічна міцність, що обмежує їх використання в технологічних вимірюваннях.

Висновок: відсутність дистанційної передачі робить неможливим регулювання температури в певних ділянках, адже вихідний сигнал в 4-20 мА необхідний для подальшої обробки на локальних регуляторах. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Манометричні термометри

Принцип дії манометричних термометрів ґрунтується на механічному переміщенні пружкого чутливого елемента в замкненій герметичній системі від зміни або тиску газу, або зміни об'єму рідини, або зміни тиску насиченої пари в залежності від вимірюваної температури.

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

Висновок: манометричні термометри мають низький клас точності, їх монтаж на трубопроводах та апаратах досить складний. Ймовірність розгерметизації газового балона під час експлуатації досить висока. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Термоелектричні термометри

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

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

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

Недоліки:

- Для отримання високої точності вимірювання температури ( до  $\pm 0,01$  ° C) потрібна індивідуальна градуювання термопари.
- На показання впливає температура вільних кінців , на яку необхідно вносити поправку. У сучасних конструкціях вимірювачів на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних спаїв за допомогою вбудованого термистора або напівпровідникового сенсора і автоматичне введення поправки до виміряної ТЕДС .
- Ефект Пельтьє ( в момент зняття показань, необхідно виключити протікання струму через термопару , так як струм, що протікає через неї, охолоджує гарячий спай і розігріває холодний) .
- Залежність ТЕРС від температури істотно нелінійна. Це створює труднощі при розробці вторинних перетворювачів сигналу.
- Виникнення термоелектричної неоднорідності в результаті різких перепадів температур , механічних напружень , корозії і хімічних процесів в провідниках призводить до зміни градуювальної характеристики і погрешностей до 5 К.
- На великій довжині термопарних і подовжувальних проводів може виникати ефект «антени» для існуючих електромагнітних полів.

Висновок: діапазон вимірювання занадто великий (до  $2000$  ° C), можуть виникати похибки вимірювані при великій довжині термопарних і подовжувальних проводів.

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

Даний метод вимірювання може бути використаний як альтернатива наступному.

### Термометри опору

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

#### Переваги:

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

#### Недоліки:

- Низький діапазон вимірювань (в порівнянні з термопарами)
- Не можуть вимірювати високих температур

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

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

До таких інтелектуальних датчиків останнього покоління відноситься вимірювальний перетворювач температури SITRANS TK-H.

Компактне рішення - вимірювальний перетворювач SITRANS TK-H з аналогічними SITRANS TK функціями і інтерфейсом HART.

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

Цей універсальний вимірювальний перетворювач дозволяє інтегрувати вимір температури в концепцію TIA (Totally Integrated Automation). Тим самим можливий централізований інжиніринг, що забезпечує економію часу і коштів користувача. Для конфігурації можна використовувати SIMATIC PDM або інший інструмент програмування HART. Вимірювальний перетворювач пропонує гальванічне розділення і забезпечує підключення термометрів опору, параметричних датчиків, термопар і датчиків напруги.

#### Галузь застосування

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS ТК / ТК-Н з типом вибухозахисту "Non incendive" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 2).

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS ТК / ТК-Н з типом вибухозахисту "Іскробезпека" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 1).

#### Функції

Вимірювальний перетворювач SITRANS ТК / ТК-Н перетворює сигнал від термометрів опору, потенціометричних датчиків, термопар або датчиків напруги в відповідній характеристиці сенсора підводиться сигнал постійного струму. Завдяки своїй компактній конструкції він підходить в головку зонда тип В (DIN 43 729). Комунікаційна здатність через HART-протокол V 5.x SITRANS ТК-Н дає можливість параметрування з ПК або HART-комунікатором (Hand-Held-комунікатор). У програмовані SITRANS ТК параметрування здійснюється через ПК.

#### Принцип роботи

Подається з потенціометрического датчика (двох-, трьох-, чотирипровідна схема) або термопарі сигнал вимірювання посилюється на вхідному каскаді. Пропорційне вхідний величиною напруга перетвориться в аналого-цифровому перетворювачі (1) в цифрові сигнали. Через Гальванічне розділення (2) вони

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

потрапляють в мікропроцесор (3). У мікропроцесорі вони перераховуються відповідно до характеристики сенсора і іншими даними (глушіння, зовнішня температура і т.п.).

Підготовлений таким чином сигнал в цифрово-аналоговому перетворювачі (4) перетворюється в підводиться постійний струм 4 до 20 мА. Джерело допоміжної енергії (5) знаходиться в контурі вихідного сигналу.

Параметрування SITRANS ТК-Н здійснюється через ПК, який через сполучний модуль (HART-модем) (7) підключений до двухпроводной лінії. Також можна здійснювати параметрування за допомогою комунікатора HART. Необхідні для комунікації по HART-протоколу V 5.7 сигнали накладаються на вихідний струм за методом частотної комутації (FSK, Frequency Shift Keying).

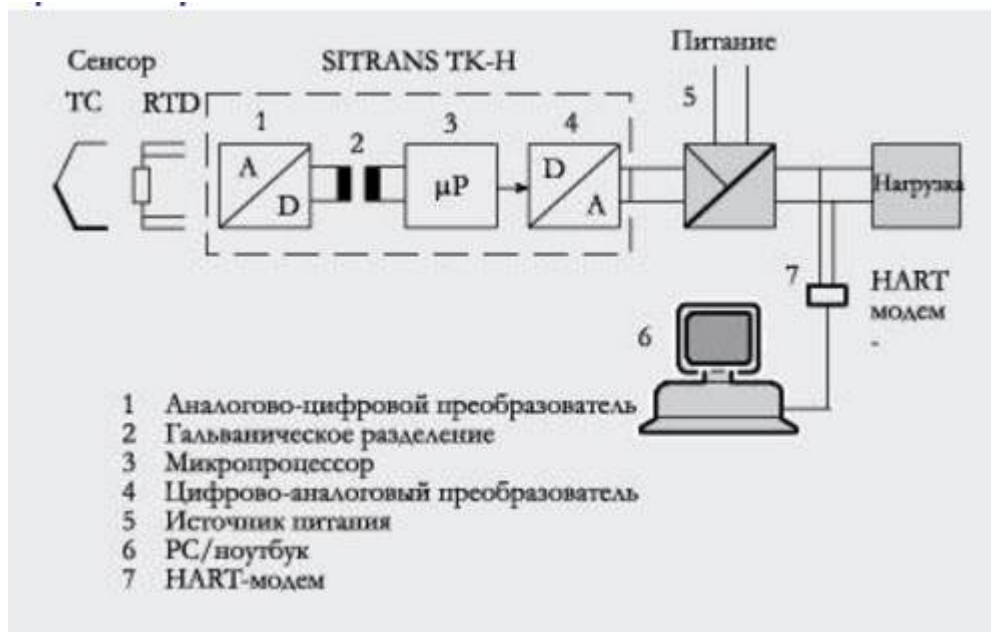


Рис. 2.1 Принципова схема перетворювача температури SITRANS ТК-Н

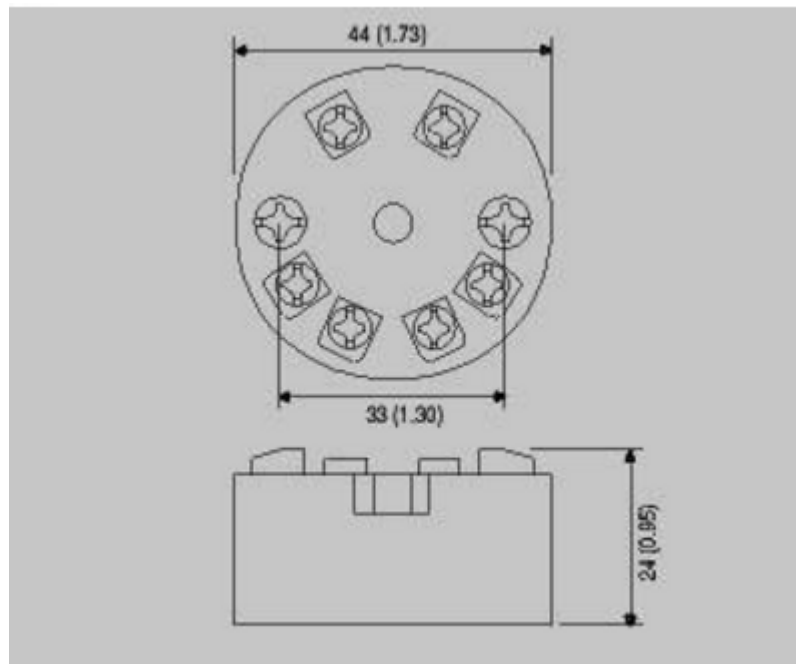


Рис.2.2 Зовнішній вигляд перетворювача

## Рівень

Прилади рівня поділяються на дві основні групи: рівнеміри — для одержання безперервної інформації про положені рівня у резервуарі у будь-який момент часу; та сигналізатори рівня — для одержання інформації ( дискретного сигналу) про досягнення рівнем деяких фіксованих значень. Часто рівнеміри мають сигнальні пристрої та виконують функції сигналізаторів.

Промисловість випускає широку номенклатуру приладів рівня і їх в залежності від призначення і конструкції класифікуються наступним:

-за видом контрольованого матеріалу: а) прилади рівня для рідини; б) прилади рівня для сипких матеріалів;

-за принципом дії: 1) вказівні стекла (реалізують закон з'єднаних посудин); 2) поплавкові та буйкові; 3) гідростатичні; 4) ємнісні; 5) акустичні (ультразвукові); 6) індуктивні; 7) радарні та мікрохвильові; 8) радіоактивні; 9) електроконтактні;

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

-за способом відліку: а) з безпосереднім відліком; б) з електричною передачею показів; в) з пневматичною передачею показів;

-за типом ємності: а) для відкритих та для закритих ємностей під тиском.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в проекті

### Поплавкові та буйкові рівнеміри

Поплавковим називається рівнемір, принцип роботи якого ґрунтується на залежності положення чутливого елемента — поплавка від рівня рідини, в якій він знаходиться. Поплавок плаває на поверхні рідини і відслідковує її рівень. Деяке занурення поплавка у вимірювану рідину за її незмінної густини є незмінним. Рівень визначається за положенням покажчика, з'єданого з поплавком гнучким (стрічка, трос) або жорстким механічним зв'язком.

Буйковими називаються рівнеміри, принцип роботи яких ґрунтується на законі Архімеда: залежності виштовхувальної сили, яка діє на чутливий елемент — буйок, від рівня рідини (див. розділ - густиноміри).

Недоліком поплавкових рівнемірів і регуляторів рівня є велика металоємність, недостатня надійність та точність. Коливання значення густини рідини викликає додаткову похибку вимірювань. Для її зменшення слід зменшити занурення поплавка, що досягається або збільшенням площі перерізу або полегшенням поплавка.

Переваги поплавкових рівнемірів: простота конструкції; широкий діапазон вимірювань; досить висока точність та можливість вимірювання агресивних та в'язких середовищ. Найчастіше використовуються для вимірювання рівня рідин у великих відкритих резервуарах, а також закритих з низьким тиском.

Висновок: поплавкові й буйкові рівнеміри, наприклад, не можуть використовуватися для контролю рідин, які швидко кристалізуються, липких і грузлих продуктів. Затор є грузлим продуктом, тому використання буйкових рівнемірів неможливе.

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

## Кондуктометричні сигналізатори рівня

Принцип дії кондуктометричних приладів заснований на вимірюванні електричного опору рідин або сипучого середовища за допомогою спеціальних електродів, введених у вимірювальне середовище. Найпростішими пристроями подібного роду є сигналізатори рівня, що спрацьовують при замиканні двох електродів, що опускаються в ємність, з електропровідним матеріалом.

У харчовій промисловості широко поширені подібні сигналізатори рівня, що випускаються приладобудівною промисловістю. Прилади забезпечують сигналізацію рівня з погрішністю  $\pm 5$  мм при температурі робочого середовища до  $200^{\circ}\text{C}$ .

Контактний кондуктометричний метод може бути використаний і для безперервного вимірювання рівня, для чого вимірювальні перетворювачі повинні бути укомплектовані спеціальною системою автоматичного спостереження, що забезпечує їх знаходження на рівні вимірюваного середовища. Однак подібні прилади не одержали поширення через громіздкість і невисоку надійність.

Висновки: даний метод забезпечує низьку точність вимірювання, і не може бути використаний в даному випадку.

## Радіолокаційні (радарні) рівнеміри

Принцип дії всіх відомих радарних рівнемірів ґрунтується на вимірюванні часу розповсюдження радіохвилі від антени рівнеміра до поверхні продукту, рівень до якого вимірюється, і назад, при відомій швидкості її розповсюдження.

Переваги:

висока точність вимірювання;

надійність конструкції;

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

стійкість до агресивних середовищ;

Висновки: саме вище перераховані плюси рівнеміра і стали вирішальними при виборі методу вимірювання.

В данному дипломному проекті використовується вібраційний сигналізатор рівня Vega Swing61.

Галузь застосування:

Вібраційний сигналізатор VEGASWING 61 призначений для сигналізації граничного рівня будь-яких рідин. Незалежно від монтажного положення, вібраційний сигналізатор реєструє граничний рівень з високою надійністю і міліметровою точністю. Типове застосування - сигналізація максимального і мінімального рівня, захист від переповнення або від сухого ходу на ємностях і трубопроводах. VEGASWING 61 забезпечує найвищу надійність і безпеку в широкому діапазоні умов застосування.

#### Переваги

- Швидкий і простий пуск в експлуатацію без настройки з продуктом
- Надійна і точна функція, незалежність точки перемикачання від продукту
- Малі витрати на експлуатацію та обслуговування

#### Функція

Вібропривід датчика збуджує коливання віброуючою вилки на її резонансній частоті. При зануренні в продукт частота коливань вилки падає. Зміна частоти перетвориться вбудованою електронікою в сигнал перемикачання. Сигналізатори VEGASWING з віброуючою виделкою довжиною всього 38 мм надійно працюють на будь-якій рідині незалежно від монтажу.

Технічні дані:

Тиск процесу: -1 ... +64 bar / -100 ... +6400 kPa, (-14.5 ... +928 Psig)

Робота пристрою:

Тиск: 100 bar / 10000 kPa (1450 psig)

Температура: +50 ° C (+122 ° F) (тільки для різьбових виконань).

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

Температура процесу:  $-50 \dots +250 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $-58 \dots +482 \text{ }^\circ\text{F}$ )

Динамічна в'язкість:  $0,1 \dots 10000 \text{ mPa s}$

Щільність:  $0,7 \dots 2,5 \text{ г / см}^3$  ( $0.025 \dots 0.09 \text{ lbs / in}^3$ );

$0,47 \dots 2,5 \text{ г / см}^3$  ( $0.0163 \dots 0.09 \text{ lbs / in}^3$ )

Робоча напруга  $12 \dots 36 \text{ V DC}$  (через пристрій формивання сигналу)

Вихідний сигнал:  $8 \text{ mA}$

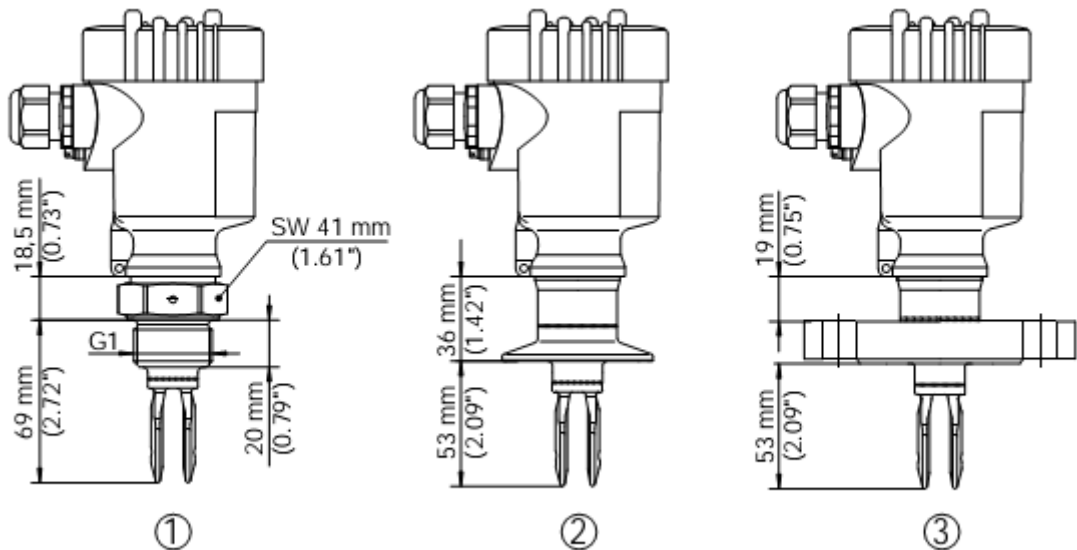
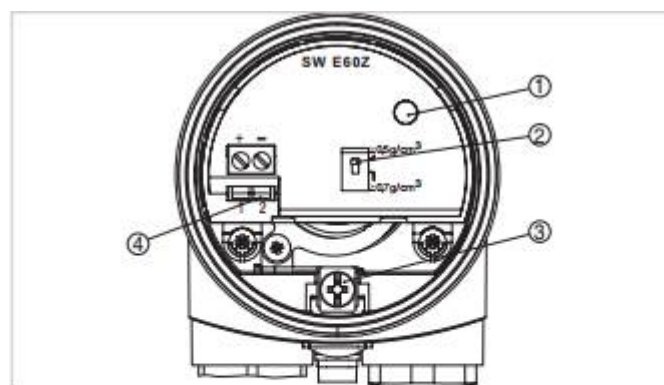


Рис.2.3 Зовнішній вигляд Vega Swing61



Отсек электроники и подключения (однокамерный корпус)

- 1 Индикатор состояния
- 2 DIL-переключатель установки чувствительности
- 3 Клемма заземления
- 4 Соединительные клеммы

Рис.2.4 Електричне підключення Vega Swing61

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

28

## Вага при дозації

В даному дипломному проекті використовується датчик ваги тензометричний Vega EMS70.

Характеристичні властивості:

- Сталевий датчик кільцевої
- Висока точно, нечутливість до бічних силам
- Для вимірювання зусиль стиснення і розтягування
- Два (1 ... 50 кН) або три (100 ... 500 кН) повні вимірювальні тензомости

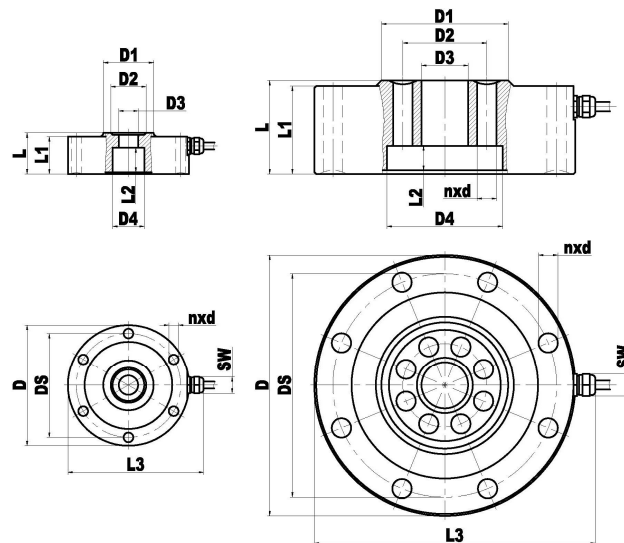


Рис.2.5 Габаритні розміри EMS70

### Технічні характеристики

Клас точності: 0,2

Діапазон вимірювань<sup>^</sup> 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 кН

Допустима перевантаження<sup>^</sup> 150% FS

Номинальний вихід<sup>^</sup> 1,5 мВ / В, 2%

Макс. Помилка нуля: 2% FS

- вихідний

1 ... 50 кН: 725 Ом

100 ... 500 кН: 1075 Ом

1 ... 50 кН: 700 Ом

100 ... 500 кН: 1050 Ом

клас захисту: IP54

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

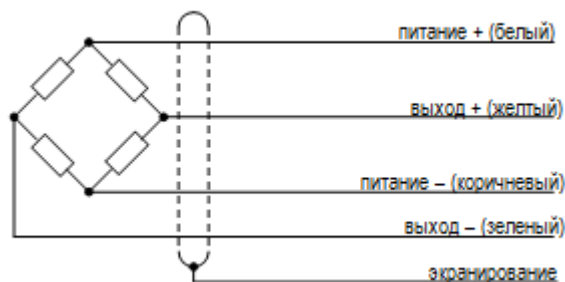


Рис.2.6 Схема підключення EMS70

## Витрата

В даному дипломному проєкті був використаний вихровий витратомір Rosemount 8600D. Обраний саме він по наступним причинам:

Створені на основі вихрового принципу вимірювань, витратоміри Rosemount забезпечують широкий вибір рішень для різних технологічних

процесів і загальних застосувань. Вихровий витратомір Rosemount 8600 Utility™ для загальних застосувань забезпечує підвищену надійність і скорочення витрат на установку за рахунок мінімальної кількості місць потенційних витоків і відсутності імпульсних ліній.

Легкий процес установки:

- Відсутні імпульсні лінії.
- Перевіряється на герметичність і налаштовується відразу на заводі виробнику.
- Не вимагає установки нуля і калібрування на місці експлуатації.
- Може вимірювати масовий витрата без додаткових пристроїв.

Вимірювані середовища: газ, пар, рідина

Умовний прохід: Ду (DN) від 25 до 200

Тиск вимірюваного середовища: до 5,0 МПа хат.

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

Вихідні сигнали:

- 4-20 мА з HART - протоколом;
- Частотно-імпульсний

Межі відносної

похибки вимірювань витрати:

- Для рідини  $\pm 0,75\%$ ;
- Для пара, газу  $\pm 1,00\%$

Межі абсолютної похибки

вимірювання температури:

$\pm 1,2 \text{ } ^\circ \text{C}$

нестабільність

$\pm 0,1\%$  від витрати протягом 12 місяців

Повторюваність:  $\pm 0,2\%$  від витрати

Прямі ділянки:

- До витратоміра 10Dу;
- Після витратоміра 5Dу

Переваги:

- Оптимальне рішення для загальних застосувань:  
насичений і перегрітий пар, чисті гази, - деминералізована вода;
- Висока стійкість до вібрації за рахунок оптимізованої конструкції і балансуванню по масесенсоравіхрей, адаптивної цифрової обробки сигналу (ADSP);
- Вбудовані самодіагностіка расходомера і функція перевірки перетворення блоком електроніки сигналу з сенсора вихорів;

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

- Два способи перевірки витратоміра: проливним і беспроливним (імітаційним) методом.

Виконання MultiVariable™ - вбудований датчик температури (опція МТА):

- Обчислення масової витрати насиченої пари з компенсацією по температурі;

- Обслуговування / заміна датчика температури без переривання технологічного процесу.

Бездротові рішення Smart Wireless - простий, швидкий і економічний спосіб організувати доступ до конфігурації і результатами діагностики витратоміра за допомогою бездротової передачі даних.

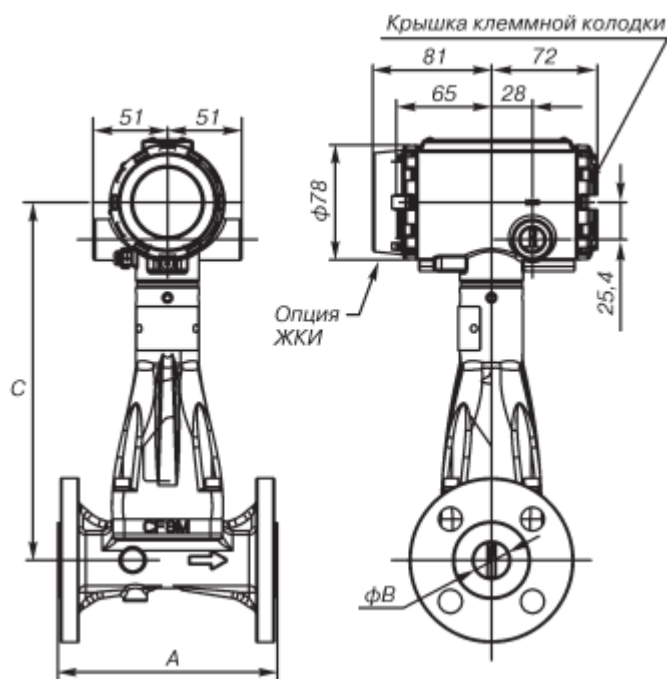


Рис.2.7 Габаритні розміри Rosemount 8600D

## 2.2. Схема автоматизації

Для регулювання і контролю температури затору в першому та другому заторному апараті (котлі) слугує контур, що складається із термометру опору pt100 та вторинного перетворювача температури Sitrans ТК/ТК-Н (1а,

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

2а) який має уніфікований вихідний сигнал 4...20 мА з нього сигнал подається на контролер та ЕОМ. З контролера регулюючий сигнал подається на електро-пневмо перетворювач. З якого пневматичний сигнал надходить до регулювального клапана (1в,2в).

Для регулювання і контролю температури первинного сусла в збірнику сусла слугує контур, що складається із термометру опору pt100 та вторинного перетворювача температури Sitrans ТК/ТК-Н ТСМ (3а) який має уніфікований вихідний сигнал 4...20 мА з нього сигнал подається на контролер та ЕОМ. З контролера регулюючий сигнал подається на електро-пневмо перетворювач. З якого пневматичний сигнал надходить до регулювального клапана (3в).

Для регулювання і контролю температури кип'ятіння сусла в сусло варильному апараті(котлі) слугує контур, що складається із термометру опору pt100 та вторинного перетворювача температури Sitrans ТК/ТК-Н (4а) який має уніфікований вихідний сигнал 4...20 мА з нього сигнал подається на контролер та ЕОМ. З контролера регулюючий сигнал подається на електро-пневмо перетворювач. З якого пневматичний сигнал надходить до регулювального клапана (4в).

Регулювання рівня заторної суміші в першому та другому заторному апараті реалізується за допомогою контуру, який включає рівномір Vega Puls 61 (5а,6а) з вихідним сигналом 4...20 мА з якого сигнал надходить до контролера і ЕОМ. З контролера сигнал подається на електро-пневмо перетворювач типу ЕП 1324, який подає пневматичний сигнал до регулювального клапана (5в,6в).

Контроль рівня в сусловарильному котлі здійснюється за допомогою контуру, що складається із рівноміра Vega Puls 61 (7а) із вихідним сигналом 4...20 мА з якого сигнал надходить на контролер і ЕОМ.

Контроль рівня первинного сусла в збірнику сусла здійснюється за допомогою контуру, що складається із рівноміра Vega Puls 61 (8а) із вихідним сигналом 4...20 мА з якого сигнал надходить на контролер і ЕОМ.

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

Контроль рівня хмелю і розчину цукру в збірниках здійснюється за допомогою контурів, що складаються із рівномірів Vega Puls 61 (9а, 10а), який має вихідний сигнал 4...20 мА, сигнал від датчика надходить на контролер і ЕОМ.

Контроль витрати первинного сусла на виході із фільтрпресу, що надходить до проміжного збірника сусла контролюється вихровим витратоміром Rosemount 8600 (11а), що має уніфікований вихідний сигнал(4...20 мА) який подається на контролер та оператору на ЕОМ.

Контроль витрати охмеленого сусла на виході із суслотоварильного апарата, що надходить у бродильне відділення контролюється вихровим витратоміром Rosemount 8600 (12а), що має уніфікований вихідний сигнал(4...20 мА) який подається на контролер та оператору на ЕОМ.

Контроль тиску в сусло варильного котлі контролюється тензOMETричним датчиком тиску SH2T (13а), що має уніфікований вихідний сигнал(4...20 мА) який подається на контролер та оператору на ЕОМ.

Контроль тиску в сусло варильного котлі контролюється тензOMETричним датчиком тиску SH2T (14а), що має уніфікований вихідний сигнал(4...20 мА) який подається на контролер та оператору на ЕОМ.

Мішалки які знаходяться в першому, другому заторному апараті та в збірнику первинного сусла приводяться в дію асинхронними двигунами (позиції М1,М3,М5).

Насоси, призначення яких для перекачування первинного сусла, охмеленого сусла приводяться в дію двигунами (позиції М2, М6, М7, М8).

Метою затирання подрібненого солоду або суміші солоду і несолодженої сировини (у наш час, часто використовується другий варіант) є переведення в розчинний стан за допомогою ферментів максимальної кількості речовин. При змішуванні солоду або суміші солоду та несолодженої сировини із водою

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

розчиняються частинки речовин, які здатні переходити у розчин без участі ферментів, і набухають речовини, що знаходяться в колоїдному розчині.

При використанні великої кількості несолоджених сировинних матеріалів у затор вводять мікробні ферменти або їх композиції й при цьому звертають увагу на створення сприятливих умов для дії різних ферментів.

Затирання вимагає приділити особливу увагу температурним процесам. Важливими температурними паузами є: початок затирання при температурі 40-45 °С; 50-52 °С – білкова пауза; 60-65 °С – для дії В-амілази і 70 °С. Змінюючи температуру, тривалість витримування затору при певних температурах, а також рН, можна регулювати якісні показники сусла, змінювати вихід екстракту. Показник рН значно впливає на вихід екстракту та його склад. Оптимальний показник рН для дії комплексу основних ферментів лорду становить 5-5,3, а рН затору 5,6-6,0. Для зниження рН затір підкислюють молочною кислотою.

Використовується двовідварний спосіб затирання, як найбільш поширений (також є: одно відварний, три відварний). Його перевага полягає в тому, що він дає змогу переробляти солод різної якості. Виходячи із цього температурні режими можна змінювати.

У заторний апарат набирають 1/2 — 1/3 води, необхідної для приготування затору, вмикають мішалку, подають подрібнений солод і заливають решту води. Температура заторної маси досягає 50-52 °С, при ній витримують 15- 30хв.

Потім у відварний апарат подають приблизно 1/2 – 1/3 густої заторної маси, підігривають її при перемішуванні до 63 °С, вимикають мішалку і нагрівають. Тривалість температурної паузи 15 – 30 хв. Потім відвар до 70 °С при перемішуванні, перекривають подачу пари, зупиняють мішалку й витримують 20 – 30 хв. для оцукрювання. Масу відвару швидко нагрівають до кипіння і кип'ятять 15- 30 хв, Цю частину заторної маси називають першим відваром. При увімкнених мішалках в двох заторних апаратах точніше,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

зоторний та відварний апарат) перший відвар повільно перекачується в основний затір.

Після змішування основного затору з першим відваром температура встановлюється на рівні 62 – 63 °С витримується 10 – 15 хв. Потім 1/3 густої заторної маси перекачується у відварний апарат, де нагрівається до кипіння і протягом 5 – 20 хв кипить, тривалість залежить від якості солоду сорту пива.

Тривалість кипіння відвару подовжується при переробці погано розчиненого солоду та приготування темного пива. Після кипіння заторну частину (її називають другим відваром), повільно перекачують весь відвар до основних маси. Потім температуру всього затору підвищують до 70 °С і витримують 30 хв.

Уразі неповного процесу оцукрювання роблять паузу при 72 °С і витримують скільки потрібно, після чого затор нагрівають до 76 – 77 °С і перекачують насосом на фільтрацію.

Фільтрування затору відбувається на фільтрпресі, підготовка якого полягає у збиранні та наповненні гарячою водою. На кожну плиту спочатку начіплюють вимиту серветку і стискають гідростатичним затискачем плити і рами. Потім наповнюють фільтрпрес водою температура якої має не нижча 80 °С. Після перевірки ущільнене воду спускають і заторну масу починають перекачувати в фільтр при відкритих фільтраційних кранах. Звільнений заторний апарат обполіскують водою, а промивні води перекачують у фільтр. Перше сусло направляється у суслотварильний апарат.

Після збирання першого сусла по нижньому або верхньому боковому каналу подають воду температурою 75-80 °С для промивання дробини, тиск у фільтрі на цій стадії повинен становити 0,12-0,15 МПа. Почергово відкривають клапани через одну плиту для спускання промивних вод. Підчас промивання дробини періодично перевіряють масову частку сухих речовин у промивній воді, що витікає із різних клапанів, і закінчують промивання при значенні цього показника 0,5-0,7 %.

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

Залишки промивних вод із дробини виділяють стисненим повітрям, фільтр розбирають, а дробину скидають у жолоб, з якого її транспортують шнеком. Фільтр промивають, серветки миють і сушать. Цикл роботи фільтрпреса триває 240 хв.

Фільтрпрес, який має товщину шару дробини 4 см, дуже чутливий до дії кисню. Тому при промиванні пивної дробини слід використовувати воду, що його не містить. Вихід продукту значною мірою залежить від якості солоду. Використання фільтрпресу потребує достатню високі витрати на миття рам і пластин.

Рекомендується проводити його очистку та дезінфекцію кожного тижня. Перед обробкою лугом і після неї промивання необхідно проводити водою під високим тиском. Процес видалення повної дробини триває 10-15 хв.

Метою кипіння сусла з хмелем є стабілізація його складу та ароматизація хмелем. Кип'ятінням досягають упарювання сусла до встановленої концентрації, екстрагування з хмелю ароматичних і гірких речовин та стерилізація сусла.

Стерилізація сусла необхідна для забезпечення чистого бродіння й одержання стійкого продукту, адже подрібнений солод завжди має значну кількість мікроорганізмів. Стерилізація досягається після 15 хв. кип'ятіння, цьому в значній мірі сприяє кисла реакція сусла. Кип'ятіння руйнує всі його ферменти. Процес ароматизації при кип'ятінні сусла з хмелем відбувається завдяки розчиненню специфічних складових хмелю і хімічної взаємодії між цурками та продуктами розкладу білків.

Гіркота сусла з тривалістю кип'ятіння посилюється, після годинного кип'ятіння вона стає неприємною, тому рекомендується кип'ятити сусло з хмелем протягом 2 год.

У сусло варильний апарат хміль вносять порціями, розмір порції залежить від масової частки сухих речовин у початковому суслі.

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

Хміль з обмеженими показниками якості та той, що довго зберігався, вносять у сусло однією порцією і кип'ятять не більше 1 год.

Сусло в сусло варильному апараті необхідно кип'ятити з такою інтенсивністю, щоб кількість води, яка випаровується, становила 5-6 % за 1 год. Кінець кип'ятіння визначають за масовою часткою сухих речовин у суслі і прозорості у гарячому стані. Масова частка сухих речовин визначається в охолодженій пробі сусла цукроміром. Якщо на світлі у пробній склянці сусло здається прозорим, а великі пластівці білків швидко осідають, кип'ятіння сусла закінчують. Для цього зупиняють подачу пари в сусло варильний апарат, вимірюють об'єм сусла і перекачують його у хмелевідокремлювач.

### 2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	13а, 14а	Вимірювальний пе-ретворювач Sitrans P. Верхня межа ви-мірювання - 1,6 МПа. Кл.точн. - 0,25.	SH2T	Шт.	2	Siemens
2	1а-4а	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25.	Sitrans ТК-ТК/Н	Шт.	4	Siemens
3	Pt100	ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Позначення: Т (Cu-CuNi) Найменування: Мідь-константан Робочий діапазон: -200 ... 260 С	Pt100	Ом	4	ОАО Тэра
4	5а-10а	Радарний рівнемір.	Puls 61	%	6	Vega

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

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		Клас точності-0,25. Межі вимірювань 0,3...15 м. Частота випромінювання 44 кГц.				
5	11а, 12а	Багатопараметричний вихровий витратомір Діапазон вимірювання: 3-8 ... 3 057-280 187м3 / год Похибка вимірювання: ± 0,7% (ЖИДКОСТЬ) ± 1% (газ або пар) Максимальний тиск: 100 бар абс; Максимальна температура: 400 ° C Приєднання: від ANSI 1/2 "до ANSI 8" від DN15 до DN200 Матеріал: нерж. сталь Вихідний сигнал: 4 - 20 мА, HART-протокол Модель датчика без ущільнення Вимірювання температури і тиску Можливо вимір загального масової витрати і щільності Сертифікати і дозволи АТЕХ, IEC Ex, FM	Rosemount 8600	Шт.	2	Emerson
6	КМ1-КМ8	Магнітний пускач (контактор) Кількість полюсів: 3 Номинальний струм, А: 60 Ланцюг управління, В: 220	LC1D95 M7	Шт.	8	"Schneider electric"

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

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		Тип приєднання: зажим під гвинт Блок контактів: 1НО+1НЗ				
7	SB1-SB8	Вимикач кнопочний для комутації електричних ланцюгів керування змінного струму частотою 50 і 60 Гц напругою до 660 В і постійного струму напругою до 440 В.	BK14-21	Шт.	8	ООО "Примте к"
8	б-66,16а-38а	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення:140 кПа	Festo CMSX	Шт.	30	Festo
9	1в-6в,16б-38б	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 76,2 ... 304,8 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Festo VZXF	Шт.	30	Festo

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

### 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

#### 3.1 Проектне компонування мікропроцесорних контролерів

Управління процесом здійснюється за допомогою мікропроцесорного багатофункціонального контролера *Modicon M340*. Він призначений для збору, обробки інформації, реалізації функцій контролю, програмо-логічного управління, регулювання, протиаварійних захистів і блокувань.

*Modicon M340* – промисловий контролер нового покоління фірми Schneider Electric, для програмування якого використовується програмне забезпечення *UNITY PRO*. Modicon M340 – контролер модульного типу, конфігурація якого вибирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління. Модулі кріпляться на *шасі*, яке виконує механічну та електричну функції. Така конструкція дає можливість гарячої заміни модулів без зупинки контролера. M340 може включати від 1-го до 4-х шасі з різною кількістю місць для установки модулів (від 4-х до 12-ти), об'єднаних між собою *BusX* шиною, загальною довжиною до 30 м. Конструктивно M340 може складатись з таких основних елементів (рис.3.1.):

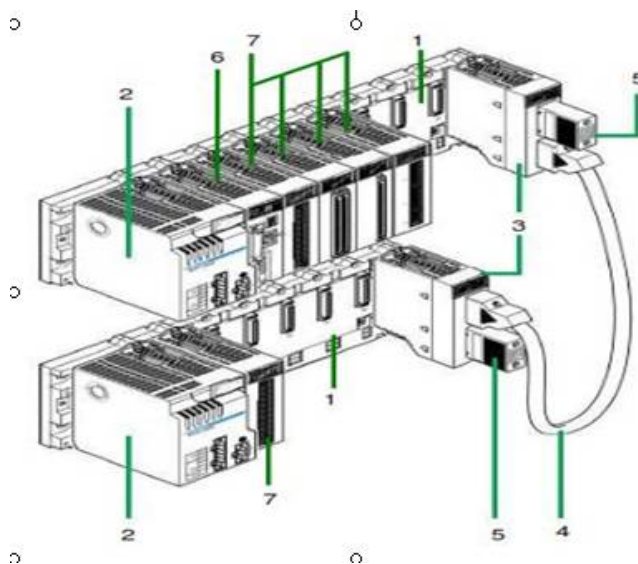


Рис.3.1.Контролер Modicon M340

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Осіпов Е.А.			Розробка автоматизованої системи управління сусловарильним апаратом	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Романов М.С.					41	22
Зав кафедри		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секретар ЕК		Проскурка Е.С.						

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

Основним конструктивним елементом контролера є шасі (рис.2.6). З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого – шасі має загальну шину BusX, по якій відбувається як живлення модулів, установлених в шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями контролера. Шасі може кріпитися як на стандартну DIN-рейку так і з допомогою гвинтів.

Шасі відрізняються за кількістю місць для встановлення модулів, відповідно на 4 (BMX XBP 0400), 6 (BMX XBP 0600), 8 (BMX XBP 0800) та 12 (BMX XBP 1200) позицій. У разі необхідності використовувати велику кількість модулів контролер може складатись з декількох шасі (рис.2.). У цьому випадку в роз'єм XBE кожного шасі встановлюються модулі розширення XBE 1000, які з'єднуються BusX кабелем (кутовим BMX XBC •••К або прямим TSX СВУ •••К, де ••• - довжина в дециметрах). Кожен модуль розширення має перемикач за допомогою якого виставляється адреса шасі в діапазоні від 0 до 3. Послідовність адресації шасі може не співпадати з їх фізичним розміщенням, однак процесорний модуль завжди повинен знаходитись в шасі за номером 0. В кінцевих модулях розширення встановлюють термінатори шини TSX TLY EX типу А та В, відповідно у вхідний роз'єм – для першого модуля розширення та вихідний – для останнього.

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

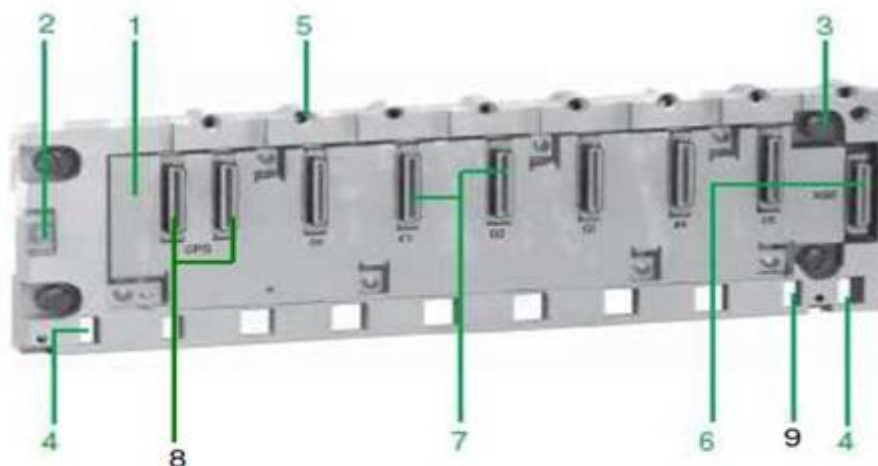


Рис.3.2. Шасі Modicon M340

1. Металева рама. 2. Клема заземлення. 3. Отвори для кріплення шасі. 4. Кріплення для заземлення екранів кабелів. 5. Різьбові отвори під гвинт для закріплення кожного модуля. 6. Роз'єм для модуля розширення (маркований як ХВЕ). 7. Роз'єми для процесорного модуля, модулі вводу/виводу, комунікаційних модулів та модулів спеціального призначення. 8. Роз'єми для модуля живлення (маркований як СРС). 9. Отвори для установочних штирів модулів.

Таблиця 3.1. Загальні характеристики процесорних модулів

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

У кожному процесорному модулі M340 є вбудований USB-інтерфейс (рис.3.3., поз 3), 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 М340, або стандартний USB кабель з роз'ємом mini B. У будь якому випадку довжина кабелю не може перевищувати 5 м



Рис.3.3. Процесорні модулі Modicon М340

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

У спеціальному слоті (рис.2.7., поз 4) розміщується SD-карта пам'яті.

На карті, що входить у комплект стандартної поставки М340 (об'ємом 8 Мбайт), зберігається загрузочний 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

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

збереження даних користувача з прикладної програми, а також файлових операцій через FTP Сервер.

Кожний процесорний модуль може вміщувати один або два вбудовані комунікаційні канали з комбінації (рис .14.): послідовний Modbus Serial RS-232/RS-485, Ethernet TCP/IP та CANOpen. Крім функцій обміну з іншими пристроями системи, Modbus RTU (Serial) та Modbus TCP/IP (Ethernet) забезпечують доступ терміналу програмування UNITY PRO до контролера.

#### *Дискретні модулі.*

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

Типи модулів. 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.

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

Таблиця 3.3. Основні технічні характеристики дискретних модулів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Підключення
Модулі дискретних входів			
BMX DDI1602	16	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDI1603	16	48 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1602	16	24 VDC негативна логіка або 24 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1603	16	48 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAI1604	16	100..120 VAC	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDI3202K	32	24 VDC, позитивна логіка	40-конт. роз'єм
BMX DDI6402K	64	24 VDC, позитивна логіка	два 40-конт. роз'єми
Модулі дискретних входів та виходів (змішані)			
BMX DDM16022	8 Вх	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
	8 Вих	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.5 А	
BMX DDM16025	8 Вх	24 VDC, позитивна логіка	20-конт. з'ємна кол.
	8 Вих	релейні VDC/VAC, незахищені, 2 А	
BMX DDM3202K	16 Вх	24 VDC, позитивна логіка	40-конт. роз'єм
	16 Вих	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	
Модулі дискретних виходів			
BMX DDO3202K	32	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	40-конт. роз'єм
BMX DDO6402K	64	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.1 А	два 40-конт. роз'єми
BMX DDO1602	16	24 VDC, захищені, позитивна логіка, 0.5 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DDO1612	16	24 VDC, захищені, негативна логіка, 0.1 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DAO1605	16	тиристорні 100...240VAC, незахищені, 0.6 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DRA0805	8	релейні VDC/VAC, незахищені, 3 А	20-конт. з'ємна кол.
BMX DRA1605	16	релейні VDC/VAC, незахищені, 2 А	20-конт. з'ємна кол.

Доступні модулі з транзисторними або релейними виходами. Виходи можуть бути захищені від короткого замикання. Всі дискретні входи та виходи ізольовані від внутрішньої шини. У таблиці 3 наведені основні технічні характеристики дискретних модулів.

Способи підключення. Дискретні модулі за способом підключення зовнішніх сигналів можуть бути з 20-контактною з'ємною клемною колодкою (рис.6. варіант А) або з 40-контактними з'єднувальними роз'ємами (рис.6. варіант Б).

Для модулів з клемною колодкою (варіант А) додатково замовляється 20-контактна з'ємна клемна колодка BMX FTB 20•0, або готовий кабель, який на одному кінці має клемну колодкою, а на іншому вільні провідники (з розпушеними кінцями) з кольоровим маркуванням (рис.2.8, а).

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



Рис.3.4. Зовнішній вигляд дискретних модулів з різними варіантами підключення

1- корпус; 2- маркування модуля; 3- панель індикації станів каналів; 4 – роз'єм для підключення з'ємної клемної колодки (варіант А) або виносної клемної колодки (варіант Б)

Існують три види 20-контактних клемних колодок:

- гвинтова клемна колодка ВМХ FTВ 2000;
- колодка з гвинтовими зажимами ВМХ FTВ 2010;
- пружинна клемна колодка ВМХ FTВ 2020;

З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль- клемна колодка (рис.3.6.). Іншими словами, кодування виключає можливість підключення клемної колодки, яка була встановлена на модулі до іншого модуля.

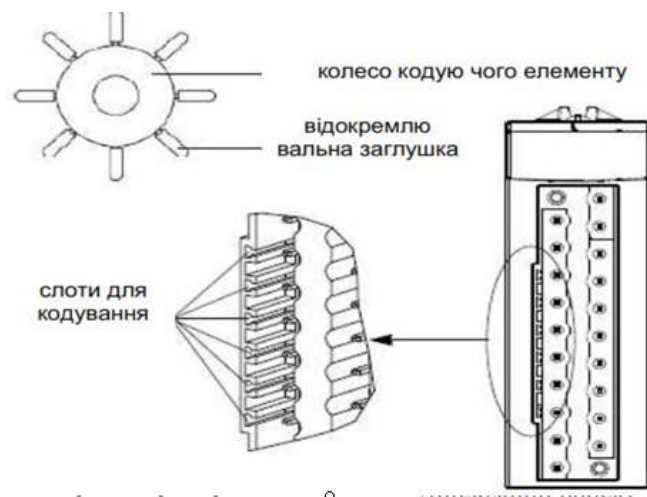


Рис.3.5. Механічне кодування модулів.

Модулі з роз'ємами (варіант Б) на 32 канали мають один 40-контактний роз'єм, на 64 канали – два роз'єми. До таких модулів додатково замовляються спеціальні кабелі з 40-контактним з'єднувачем в одному з двох варіантів:

- FCW••3, які з іншого боку мають розпушений кінець з кольоровим маркуванням провідників (рис.3.6. б);
- FCC••3, які з іншого боку мають два з'єднувачі HE10 для підключення до виносних клемних колодок типу Telefast ABE (рис.3.6.в).

Підключення з використанням кабелів з розпушеним кінцем проводиться через додаткову клемну колодку довільного виробника.

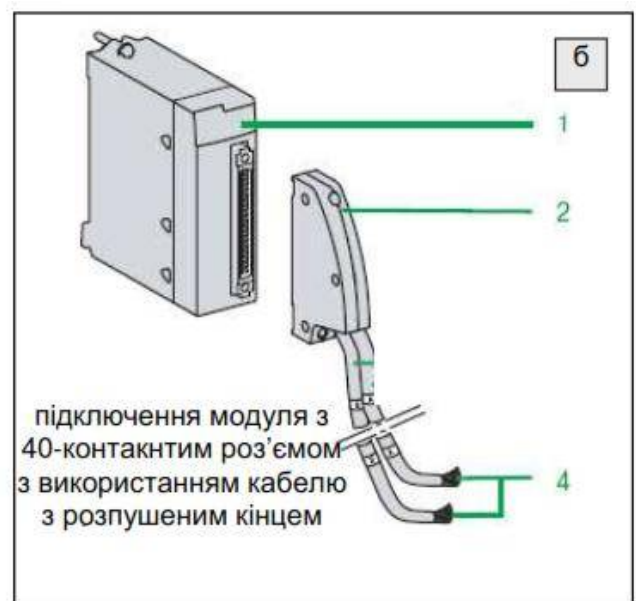
Підключення модулів через кабелі з HE10 з'єднувачами проводиться тільки з використанням спеціальних виносних блоків з клемними колодками системи швидкого монтажу Telefast ABE. Schneider Electric пропонує дуже велику гаму блоків Telefast для дискретних модулів, які відрізняються:

- кількістю та типом каналів, які обслуговує даний блок;
- типом клем (гвинтові, пружинні);
- наявністю розподілення живлення;
- наявністю гальванічних розв'язок між каналами, між блоком та дискретним модулем;

- вбудованими додатковими функціями перетворення сигналу (вбудовані або з'ємні твердотільні або електромеханічні реле на різні потужності);

- наявністю додаткових функцій захисту;
- наявністю світлових індикаторів;
- наявністю можливості ручного включення/відключення сигналу;
- іншими додатковими опціями.

Усі блоки Telefast мають змінний плавкий запобіжник, який захищає входи/виходи модуля від перевантаження.



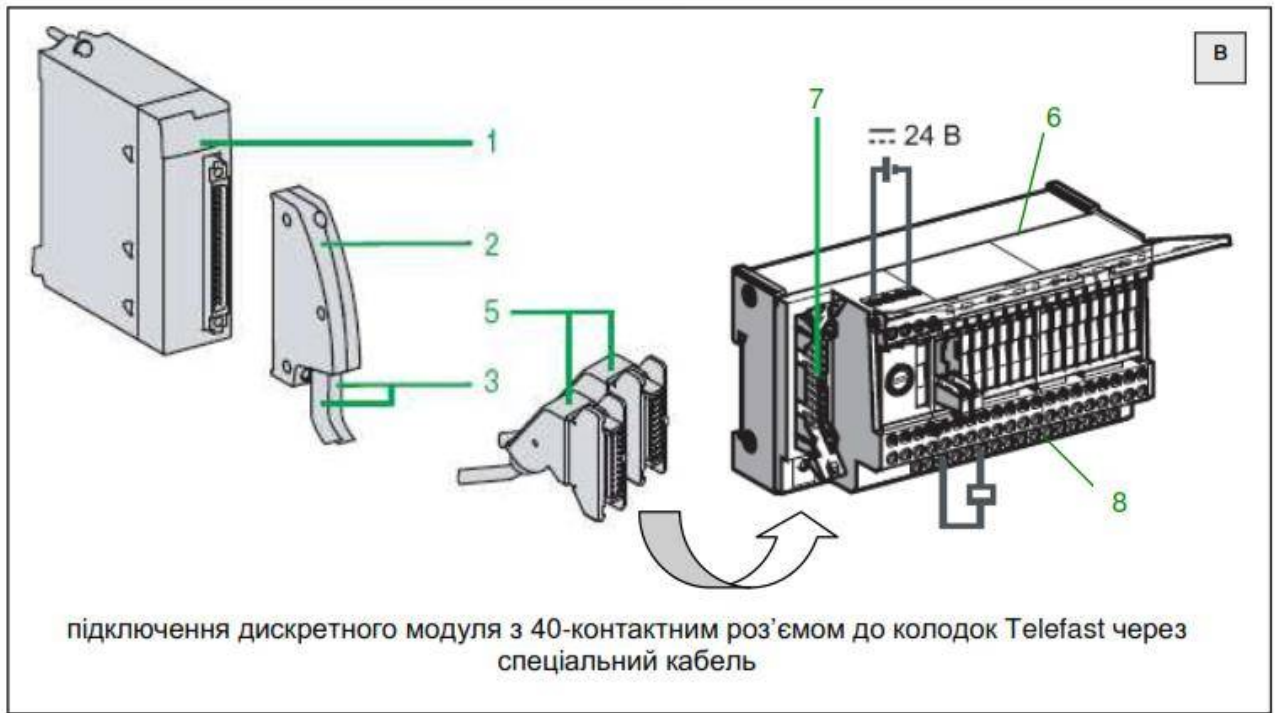


Рис.3.6. Способи підключення технічних засобів до дискретних модулів

1 - дискретний модуль; 2 - 40-контактний роз'єм; 3 – кабель FCC••3; 4 – розпушений кінець кабеля; 5 – з'єднувачі типу HE10 для підключення до виносних клемних колодок типу Telefast; 6 – виносна клемна колодка типу Telefast; 7 – роз'єм типу HE10; 8 – клеми для підключення зовнішніх сигналів;

Одним із універсальних блоків Telefast для дискретних входів/виходів є ABE7H16R21, який може підключатися до будь яких модулів з 40-контактним з'єднувачем з використанням кабеля FCC••3 (•• - залежить від довжини кабеля). Він використовується для підключення 16 дискретних входів або 16 дискретних виходів окремими парами гвинтових клем колодки.

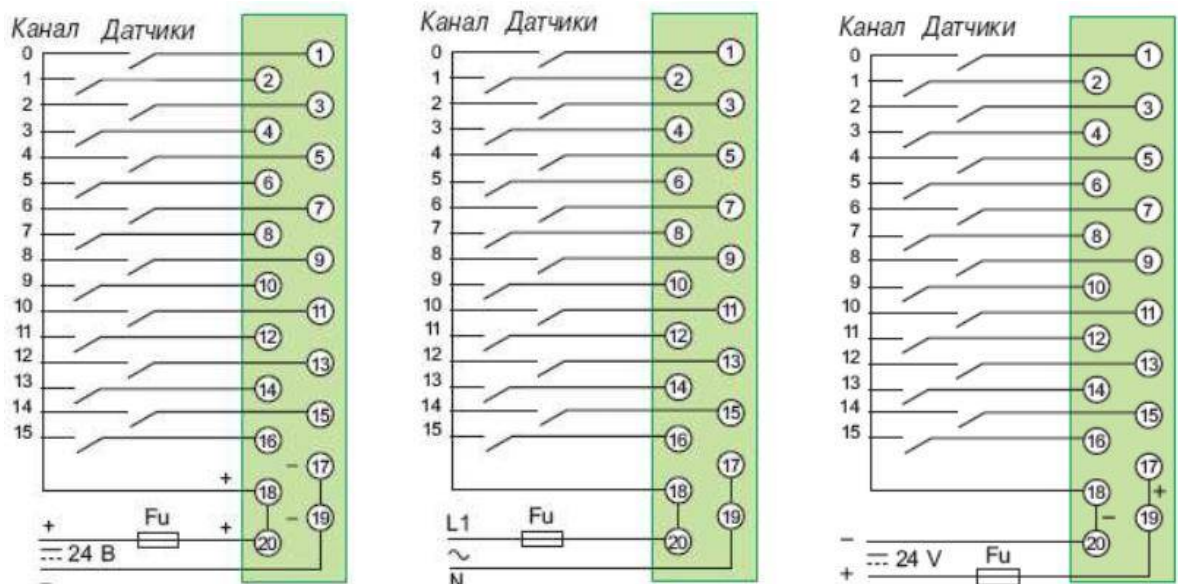
Перелік необхідних аксесуарів для дискретних модулів зведений в таблицю 4. У таблиці 4 не наведений перелік аксесуарів для способів підключення кабелів з розпушеним кінцем та клемних колодок з підключенням до Telefast. У таблиці 4 також наведений тільки один варіант блоку Telefast.

Таблиця 3.5. Монтажні аксесуари для підключення кретних модулів

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

Позначення модуля	Тип підключення	Спосіб підключення
Модулі дискретних входів		
BMX DDI1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DDI1603	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAI1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAI1603	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAI1604	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DDI3202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DDI6402K	40-контактний роз'єм	кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
Модулі дискретних виходів		
BMX DDO3202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DDO6402K	два 40-контактні роз'єми	(кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
BMX DDO1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DDO1612	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAO1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DRA0805	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DRA1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0

Схеми підключення. На рис.3.8-3.10 показані схеми підключення дискретних датчиків та виконавчих механізмів до деяких модулів зі з'ємною клемною колодкою. На рис.21. показана схема підключення до модулів з 40-контактним роз'ємом, на прикладі модуля змішаного типу BMX DDM3202K та блоку Telefast ABE 7H16R21.



а) BMX DDI 1602 (DC)

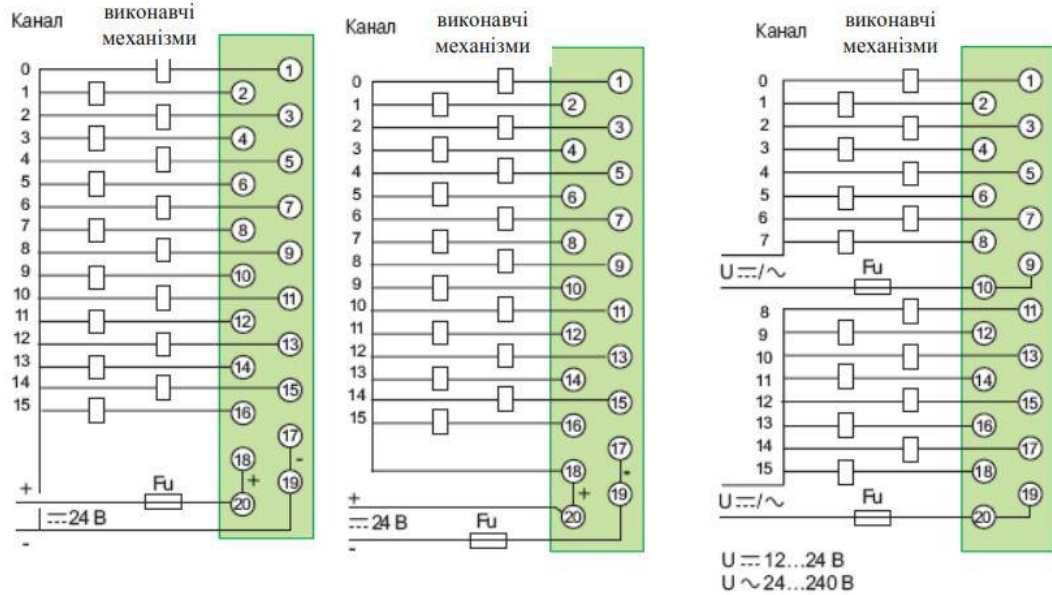
б) BMX DAI 1602/1603/1604 (AC)

с) BMX DAI 1602 (DC негат. логіка)

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

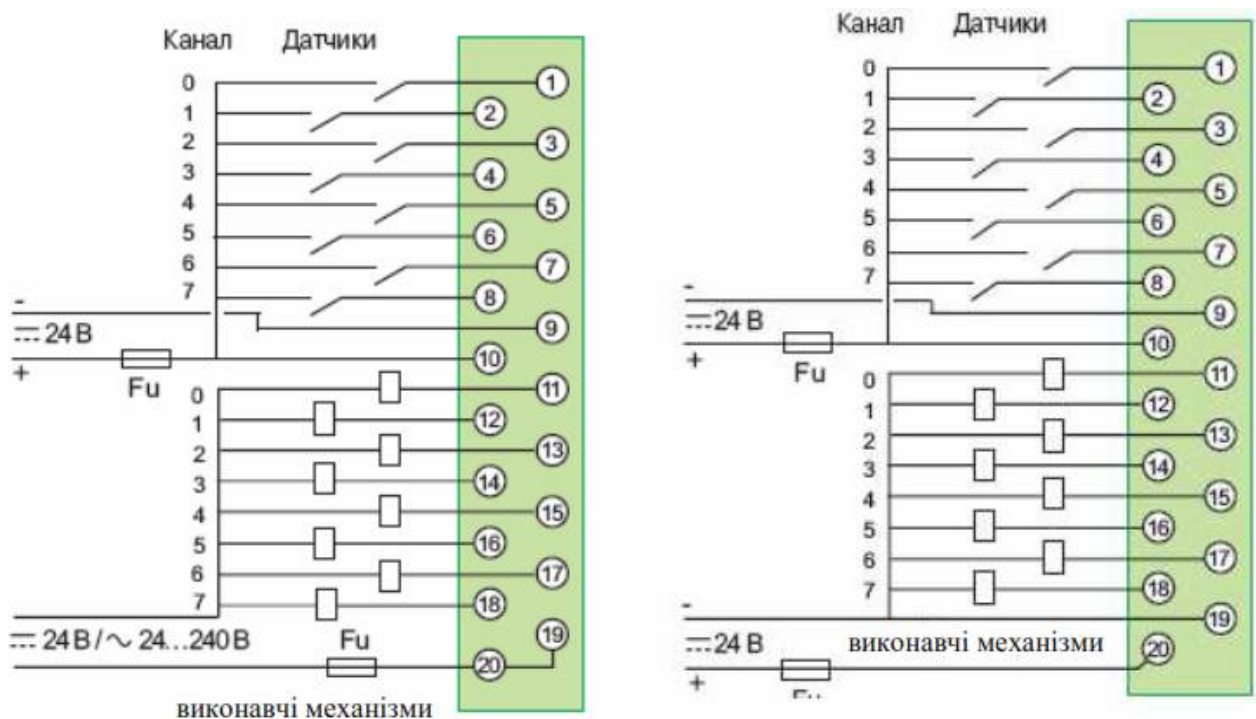
Рис.3.8. Підключення модулів дискретних входів зі з'ємними колодками

BMX DDO 1602 (DC)    BMX DDO 1612 (DC негат. логіка)    BMX  
DRA 1605 (реле)



а) BMX DDO 1602 (DC)    б) BMX DDO 1612 (DC негат. логіка)  
в) BMX DRA 1605 (реле)

Рис.3.9. Підключення модулів дискретних виходів зі з'ємними колодками



а) BMX DDM 16025

б) BMX DDM 16022

Рис.3.10. Підключення змішаних дискретних модулів зі з'ємними колодками

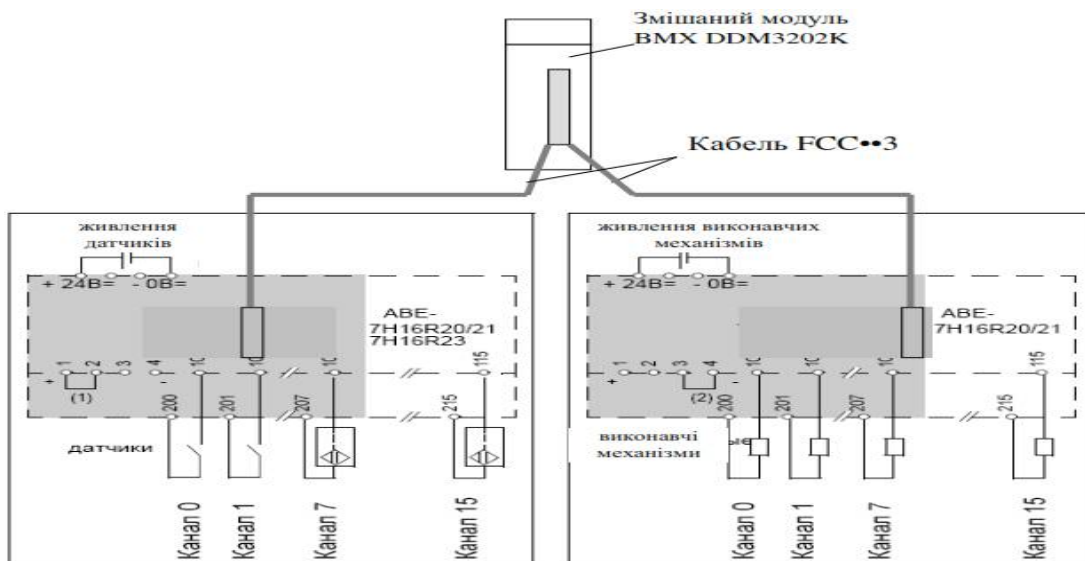


Рис.3.11. Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до Telefast ABE 7H16R21 на прикладі модуля BMX DDM3202K

### Аналогові модулі

Загальна характеристика. 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).

Типи модулів. Перелік всіх типів аналогових модулів M340 наведений в таб.4.

Таблиця 3.7 .Основні технічні характеристики аналогових модулів

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

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон сигналу	Характеристики каналів	Підключення
Модулі аналогових входів				
BMX ART 0414	4	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX ART 0814	8	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX AMI 0410	4	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс	20-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 800	8	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, з загальною точкою підключення, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 810	8	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
BMX AMO 0210	2	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 410	4	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 802	8	$0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20 \text{ мА}$	16-бітні, загальна точка	20-конт. з'ємна кол.

Аналогічно аналоговим модулям Modicon Premium, аналогові входні модулі M340 виконують функції:

- сканування входних каналів різного діапазону за допомогою безконтактного мультиплексування;
- аналогово-цифрове перетворення;
- фільтрація сигналів;
- моніторинг модуля: тестування ланок перетворення, входний 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.

Способи підключення. Подібно дискретним модулям за способом підключення зовнішніх сигналів, аналогові модулі можуть бути: з 20-

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контактною з'ємною клемною колодкою, з 28-контактною клемною колодкою або з 40- контактними з'єднувальними роз'ємами. З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль-клемна колодка.

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

## Конфігурування МПК MODICON M340

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

Таблиця 3.8 Підрахунок сигналів МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	14
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	30
Кількість дискретних виходів 24 VDC	8

### Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів : 19. Враховуючи кількість каналів вводів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль ВМХ Р34 1000.

### Вибір модулів вводу/виводу

4 ВА 4-20 mA – ВМХ АМІ 0800 – 2 шт.

8 АВ 4-20 mA – ВМХ АМО 0802 – 4 шт.

16 ДВ 24 VDC - ВМХ DDO1602 – 1 шт.

### Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з процесором: 1 CPU + 2AI + 4 AO+ 1 ДВ+1БЖ =9. Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 12 місць (ВМХ ХВР 12ЕХ)

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

Таблиця 3.9. Специфікація на замовлення контролера та комплектуючих

Модулі вводу/виводу		Характеристики
‘Найменування	Кількість	
1	2	3
BMX ХВР 12ЕХ Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
BMX СРС 2000 Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_VAC та 24V_VAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
BMX Р34 1000 Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об’єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об’єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464
BMX АМІ 0800 Модуль аналогових входів	2	Діапазон сигналу ±10В, 0...10В, 0...5В, ...20мА, 4...20 мА Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 20-контактна з’ємна колодка
BMX АМО 0802 Модуль аналогових	4	Діапазон сигналу ±10В, 0...20мА, 4...20 мА Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виходів		Підключення 20-конт. з'ємна кол.
BMX DDO1602	1	Модуль на 16 дискретних виходів. 24 VDC, позитивна логіка, 0,5 А.
BMX FTB 2010	7	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

### 3.2 Загальна схема підключення

Принципова схема регулювання представляє вимірювання значень технологічних параметрів, обробку сигналів та за заданим алгоритмом видання керуючої дії для зміни положення регулюючого органу за допомогою виконавчих механізмів з метою цілеспрямованого регулювання відповідного параметру згідно технологічного регламенту виробництва.

Всі вхідні сигнали від датчиків поступають на вхідні ПЗО (модулі аналогових входів) після чого програмно обробляються і поступають на вихідні ПЗО (модулі аналогових виходів) і виконавчі механізми та двигуни.

До вхідних ПЗО для контурів регулювання в даному випадку відносяться модуль аналогових входів по 4 каналів кожний АМІ 410 призначений для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал контролера.

Вихідні ПЗО – АМО 802 – модуль аналогових виходів на 8 каналів.

Аналоговий сигнал через клемну колодку поступає на сигнальний модуль аналогових входів, після чого оброблюється в центральному процесорі контролера Modicon TSX Premium, де за алгоритмом робочої програми формується керуючий сигнал, що подається на сигнальний модуль аналогових виходів, після якого він здійснює керуючу дію на виконавчий механізм з необхідним устаткуванням (електропневматичні перетворювачі).

В дипломному проекті більшість механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

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

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

### **Опис схеми управління електродвигунами з магнітним пускачем**

Схему управління електродвигуном М1 при живленні ланцюга управління фазною напругою зображено на рис.1. За даною схемою здійснюється місцеве управління відповідними приводами.

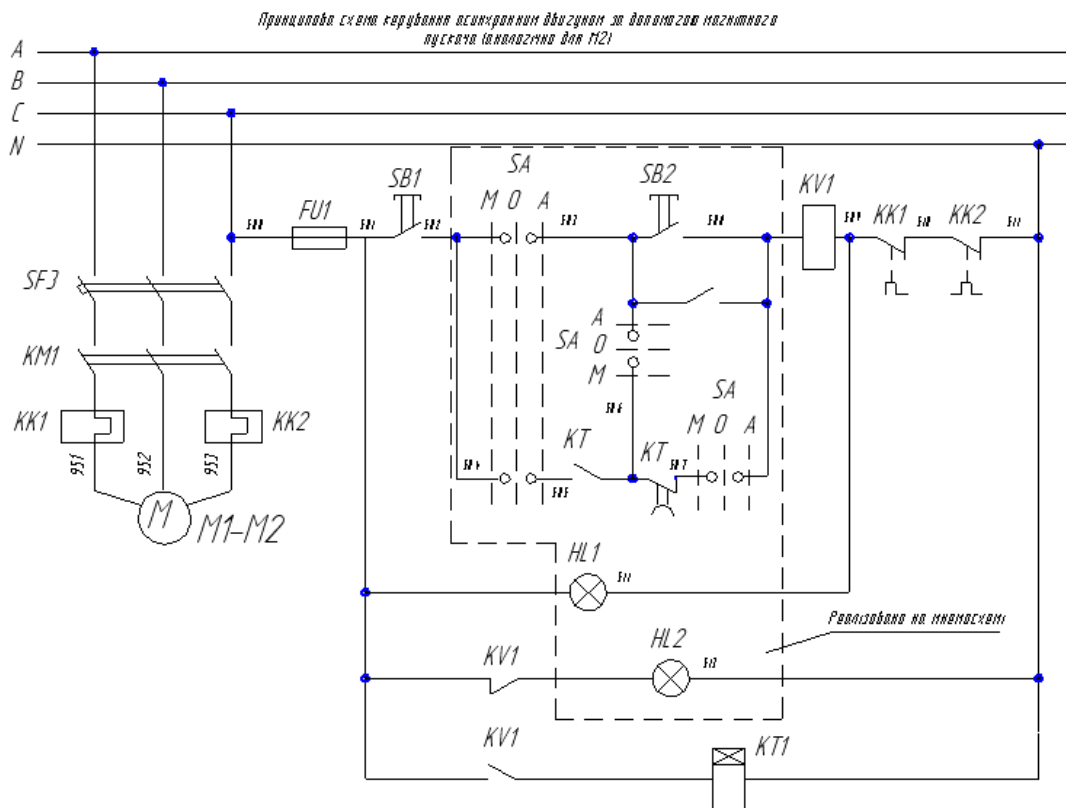
В ручному режимі роботи електродвигуна М1 при натисканні кнопки SB2 (кнопка “Пуск”) напруга 220 В подається на магнітний пускач KV1, як наслідок замикається його контакт KV1, що забезпечує блокування кнопки “Пуск”, тобто при відпусканні цієї кнопки схема продовжує працювати. Це явище називається самопідхватом. Магнітний пускач, в свою чергу, і запускає двигун.

При натисканні кнопки SB1 (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 SA, 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						59
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



В проекті багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Схема автоматизації контуру регулювання температури заторному котлі №1

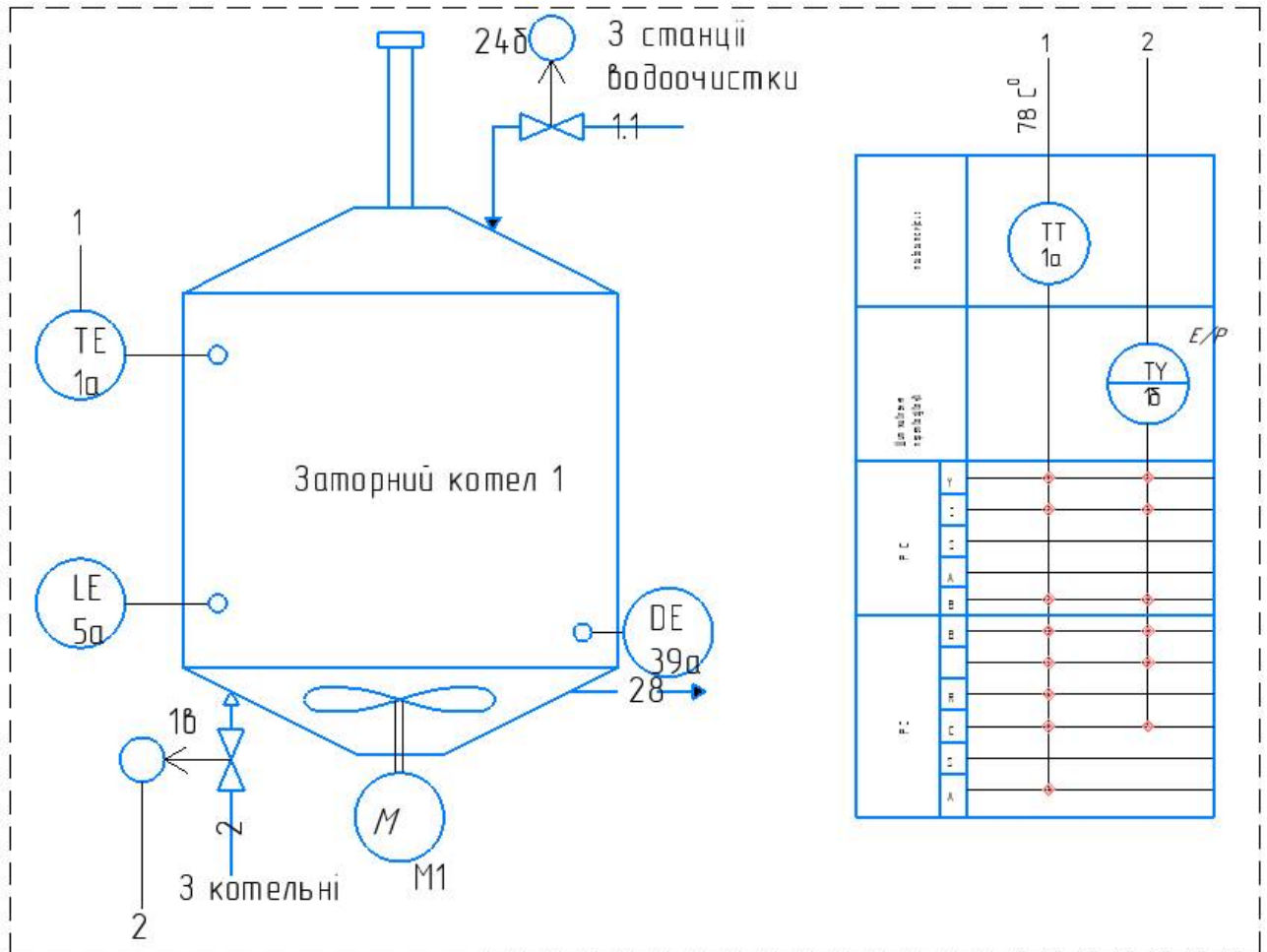
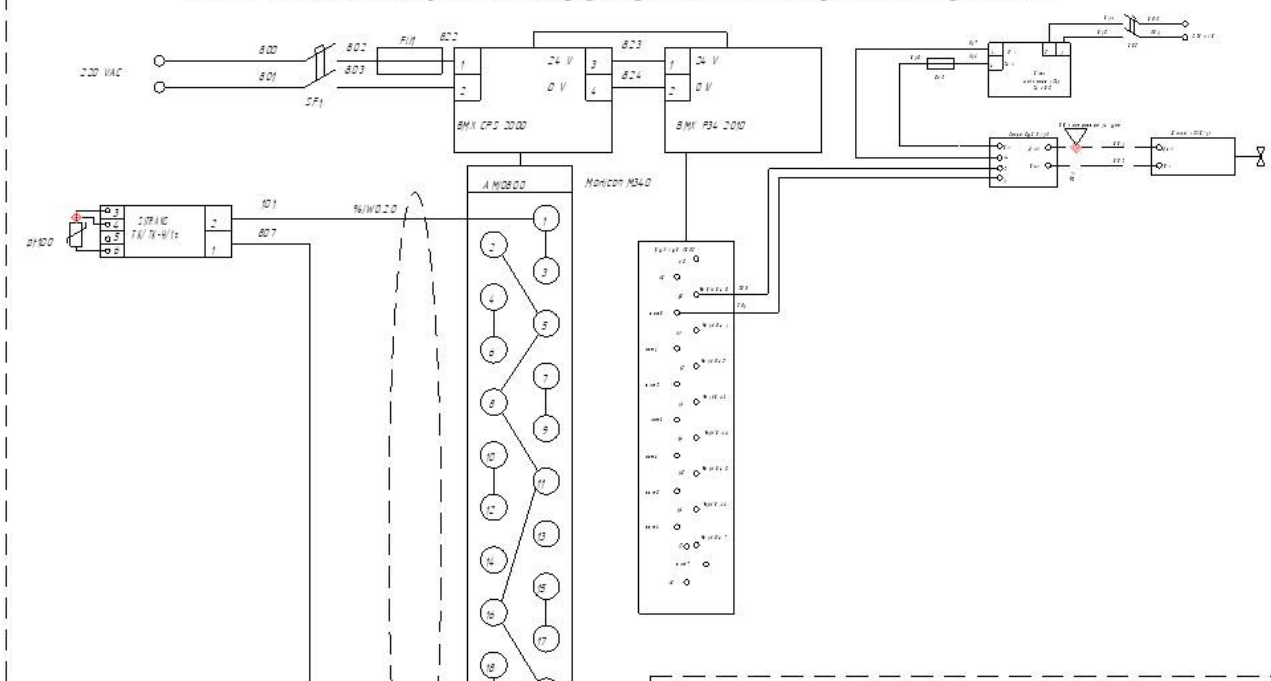


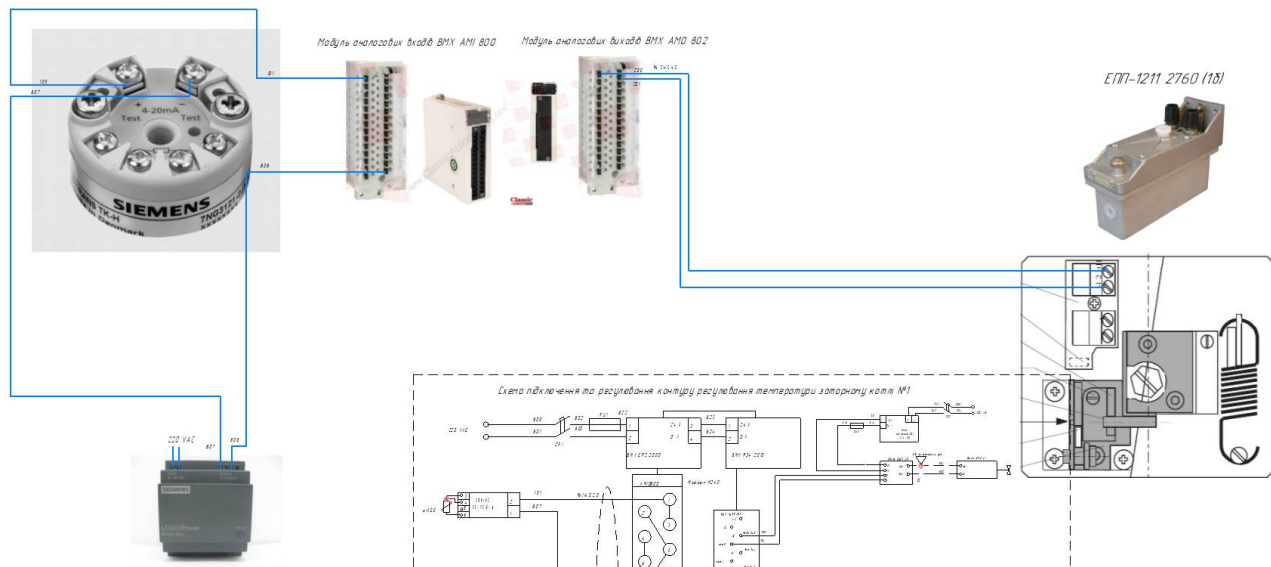
Схема підключення контуру регулювання температури заторному котлі

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

Схема підключення та регулювання контуру регулювання температури затарного котлі №1



Вторинний перетворення температури STRANG TK/TK-H



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

62

#### 4. Креслення встановлення технічних засобів

Представляючи фундаментальну технологію вимірювань, вихрові витратоміри Rosemount пропонують великий вибір різних опцій, які дозволяють вирішити будь-які технологічні завдання.

Вихровий витратомір Rosemount 8600 підвищує надійність і знижує вартість монтажу шляхом зведення до мінімуму можливих місць витоків і усунення необхідності в імпульсних лініях.

Переваги:

- Скорочення монтажних витрат
- Простота установки
- Підвищена надійність
- Широкий діапазон вимірювань

Регулятор потоку складається з проточної частини і блоку електроніки. Регулятор потоку призначений для вимірювання об'ємної витрати рідких і газоподібних середовищ шляхом вимірювання частоти вихорів, що виникають за тілом обтікання при протіканні середовища через проточну частину витратоміра. Проточна частина витратоміра вбудовується в трубопровід. За тілом обтікання в проточній частині витратоміра встановлений сенсор вихорів, що сприймає пульсації тиску, викликані виникаючими вихорами. Блок електроніки вимірює частоту вихорів і перетворює її в дані витрати. Даний посібник має сприяти правильному монтажу та експлуатації расходомера вихрового **Rosemount 8600D.**

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Осіпов Е.А.			Розробка автоматизованої системи управління сусловарильним апаратом	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Романов М.С.					63	2
Зав кафедри		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секретар ЕК		Проскурка Е.С.						

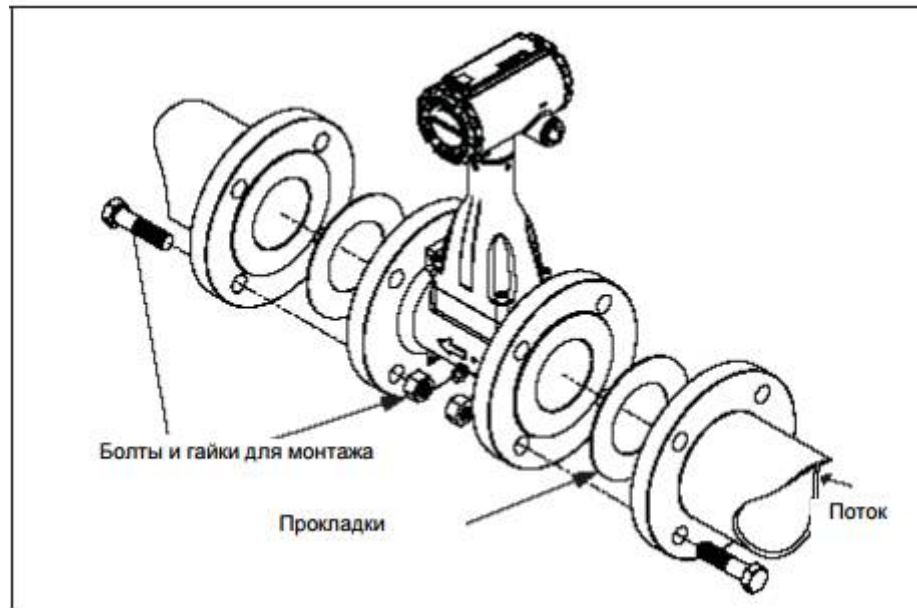


Рис.4.1 Монтаж витратоміра

Рисунок 2-15. Блок-схема монтажа удаленного блока электроники

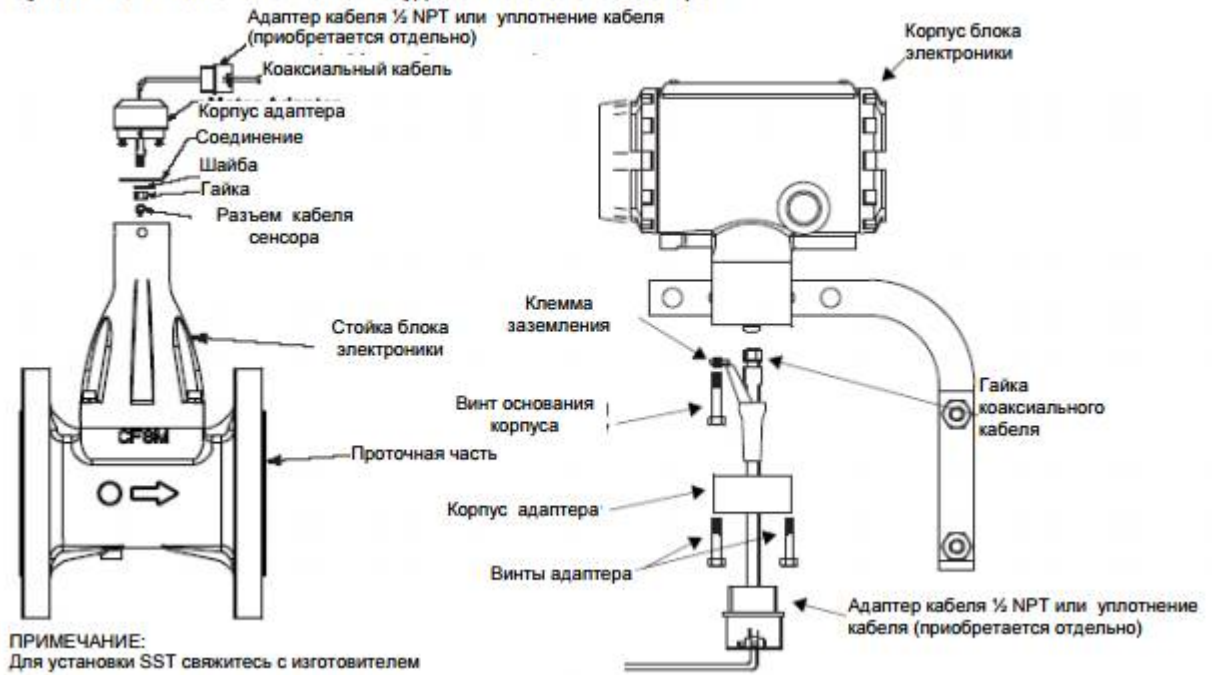


Рис.4.2 Будова витратоміра

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорних контролерів (алгоритм та програма для ПЛК)

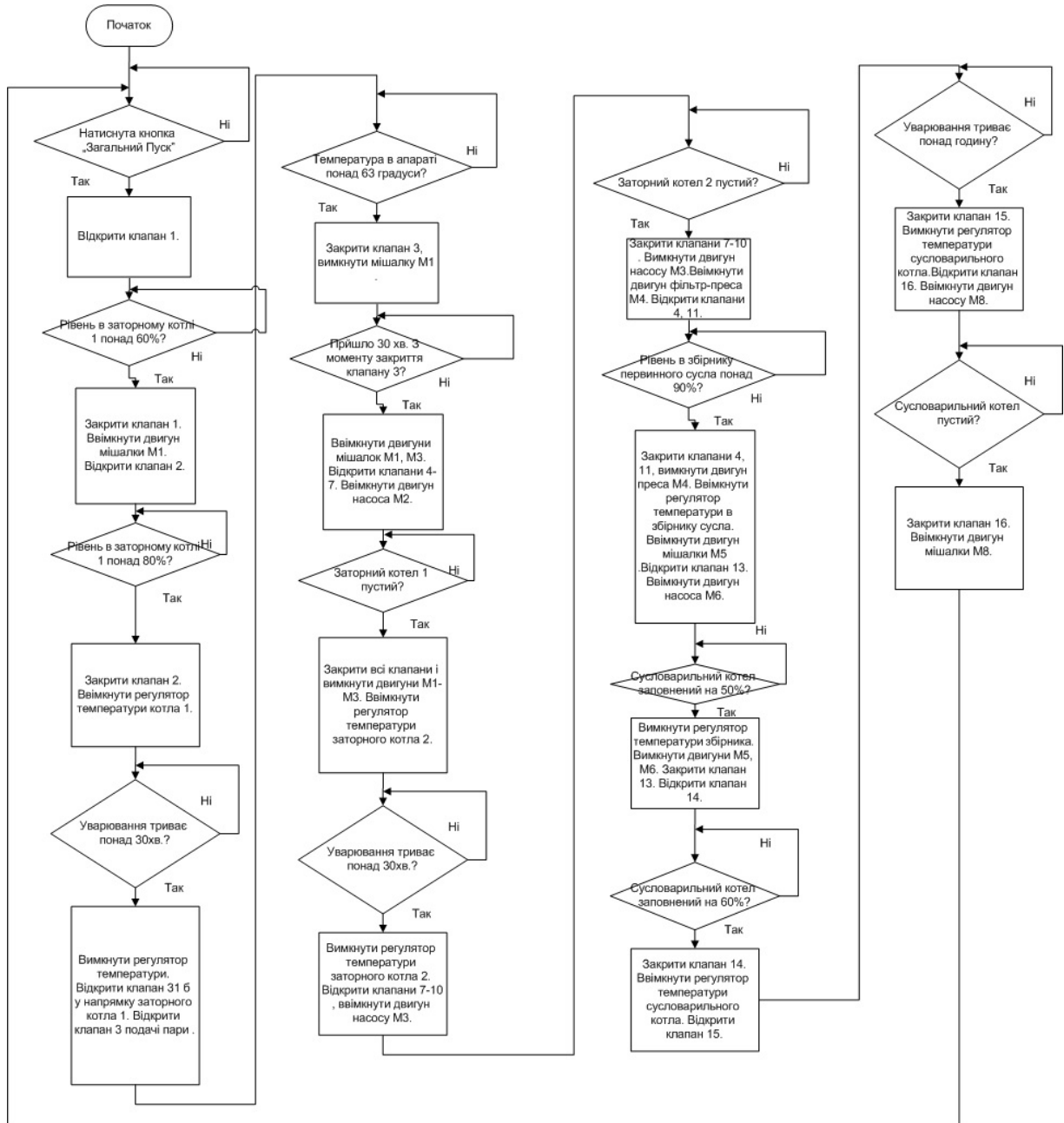


Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління

<i>Кваліфікаційна робота</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Осіпов Е.А.</i>		
<i>Керівник</i>		<i>Романов М.С.</i>		
<i>Зав кафедри</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>		
<i>Секретар ЕК</i>		<i>Проскурка Е.С.</i>		
<i>Розробка автоматизованої системи управління сушварильним апаратом</i>				
		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
			65	7
<b>НУХТ АК-4-1</b>				

В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів.

Variables   DDT Types   Function Blocks   DFB Types				
Filter <input type="text" value="Name ="/>				
Name	Type	Address	Value	Comment
FE1	REAL			
KL1	REAL			
KL2	REAL			
KL3	REAL			
KL4	REAL			
KL5	REAL			
KL6	REAL			
KL7	REAL			
KL8	REAL			
M1	BOOL			
M2	BOOL			
M4	BOOL			
M6	BOOL			
M7	BOOL			
M8	BOOL			
M9	BOOL			
M10	BOOL			
PT1	REAL			
PT2	REAL			
PT3	REAL			
S	BOOL			
S1	BOOL			
S2	BOOL			
S3	BOOL			
S4	BOOL			
S5	BOOL			
S6	BOOL			
S7	BOOL			
S8	BOOL			
SIC1	REAL			
SIC2	REAL			
Start	EBOOL			Кнопка СТАРТ

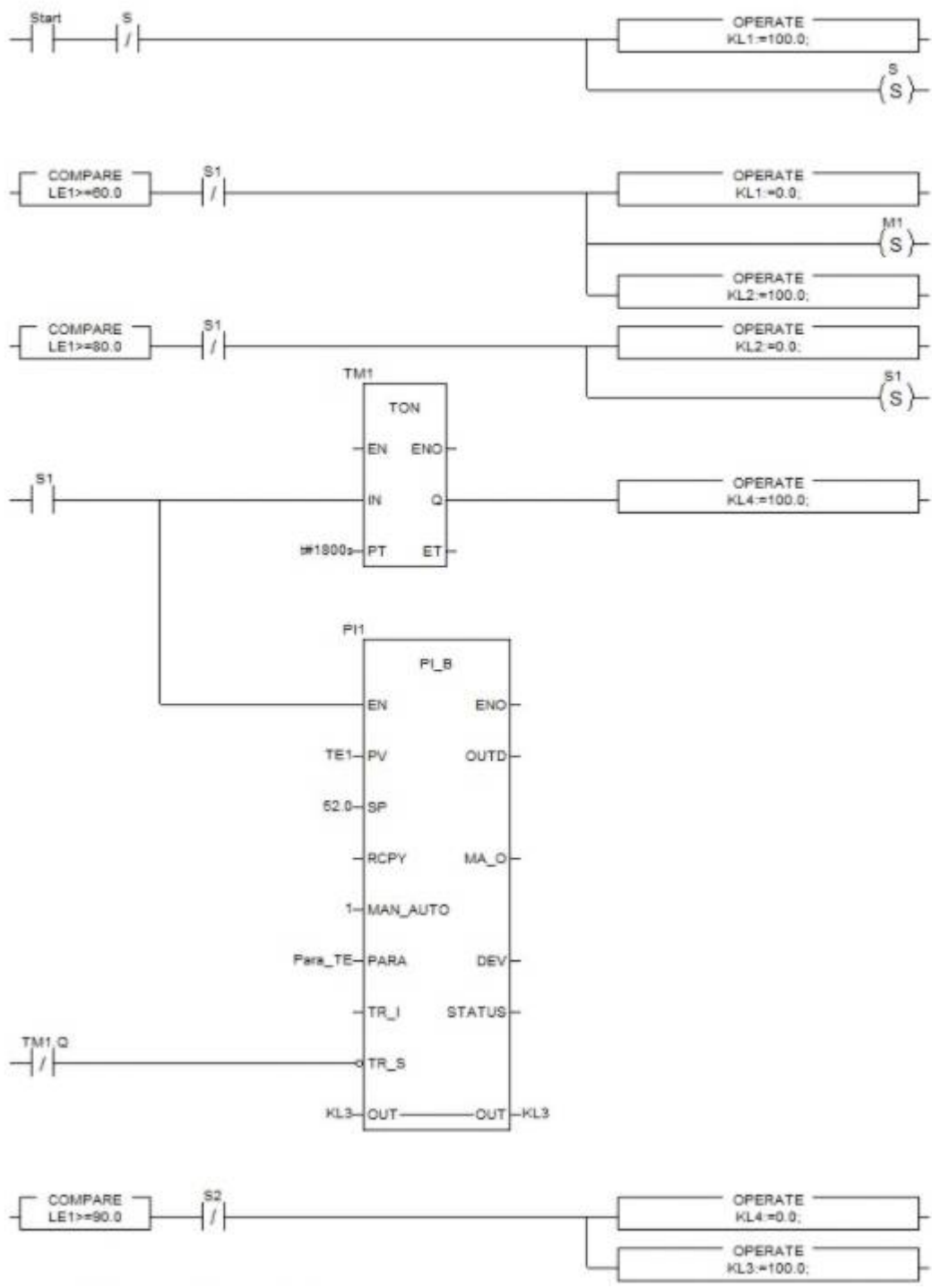
Рис 5.2. Анлогові та дискретні змінні

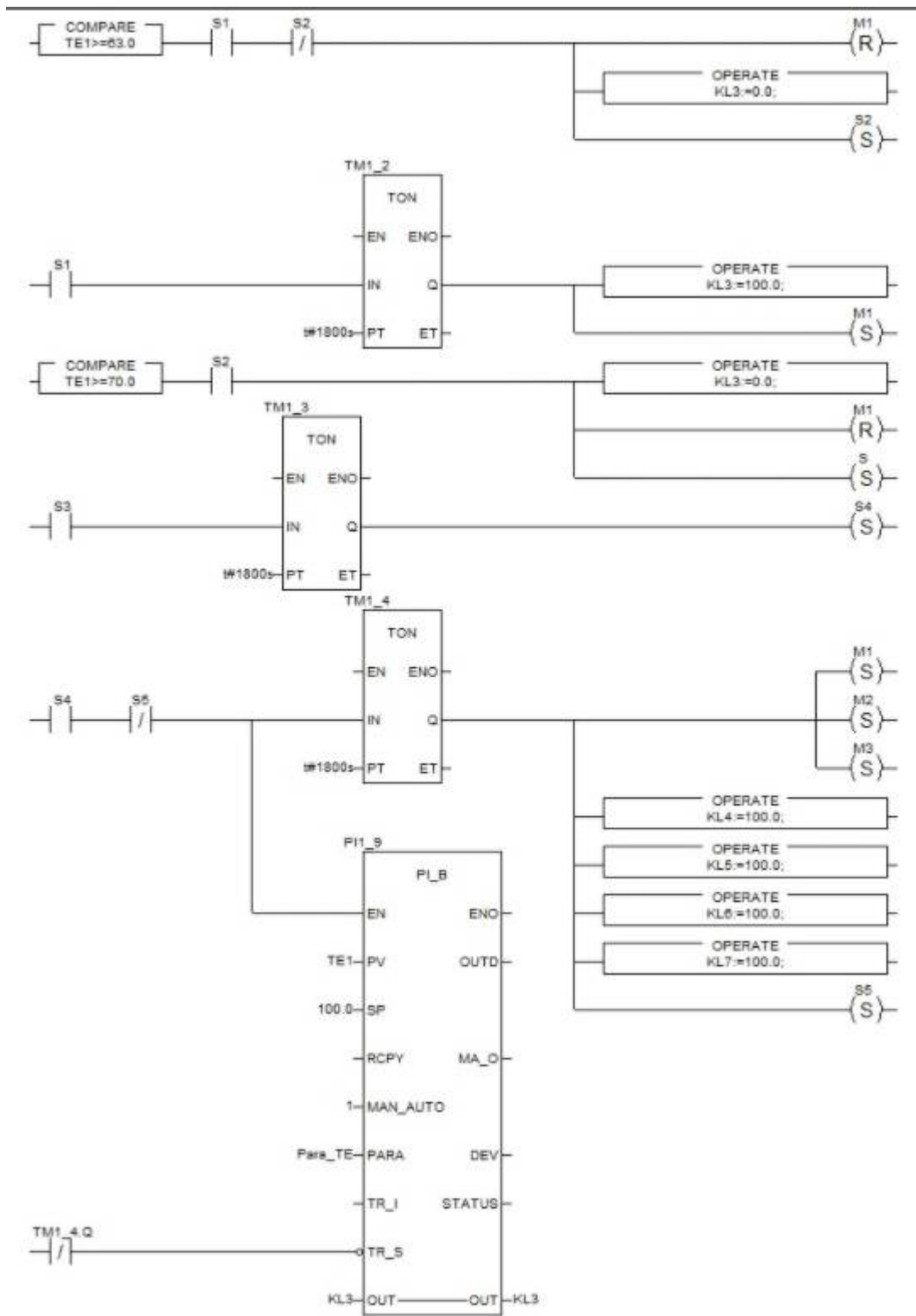
Табл.5.1 Параметри функціонального блока PI\_V

Вхідні		
PV	<u>REAL</u>	значення вимірювальної величини (плинне значення)
SP	REAL	задане значення (уставка)
RCPY	REAL	дійсне положення виконавчого механізму (використовується при управлінні серво-ВМ разом з EFB SERVO )
MAN_A UTO	<u>BOOL</u>	Режим роботи ПІ-регулятора: 1 : Автоматичний режим 0 : Ручний режим
PARA	<u>Para PI_V</u>	Параметри регулятора (див. таб.5.2)
TR_I	REAL	Значення ініціалізації
TR_S	BOOL	Команда на включення ініціалізації (1: Включити ініціалізацію)
Вхідні/вихідні		
OUT	REAL	Вихід ПІ-регулятора (в ручному режимі може змінюватися з зовні PI_V)
Вихідні		
OUTD	REAL	різниця між вихідною величиною в плинному і попередньому циклах перерахунку PI_V
MA_O	BOOL	Плинний режим виконання ПІ-регулятора 1: Автоматичний режим 0: інший режим (ручний або режим ініціалізації)
DEV	REAL	Значення розузгодження (PV - SP)
STATUS	<u>WORD</u>	Слово статусу (використовується для контролю за помилками виконання PI_V)

Табл.5.2 Опис структурного типу Para\_PI\_V

id	<u>UINT</u>	Використовується для алгоритму автопідстройки (AUTOTUNING)
pv_inf	<u>REAL</u>	обмеження по мінімуму вхідної величини завдання
pv_sup	REAL	обмеження по максимуму вхідної величини завдання
out_inf	REAL	обмеження по мінімуму вихідної величини
out_sup	REAL	обмеження по максимуму вихідної величини
rev_dir	<u>BOOL</u>	0: пряма робота ПІ-регулятора (PV-SP) 1: зворотна робота ПІ-регулятора (SP-PV)
en_rcpy	BOOL	1: використати вхід RCPY (тільки для управління серво-ВМ)
kp	REAL	Коефіцієнт пропорційності
ti	<u>TIME</u>	Час інтегрування
dband	REAL	Зона нечутливості
outbias		зміщення виходу регулятора в ПІ-режимі функціонування (при ti=0s)



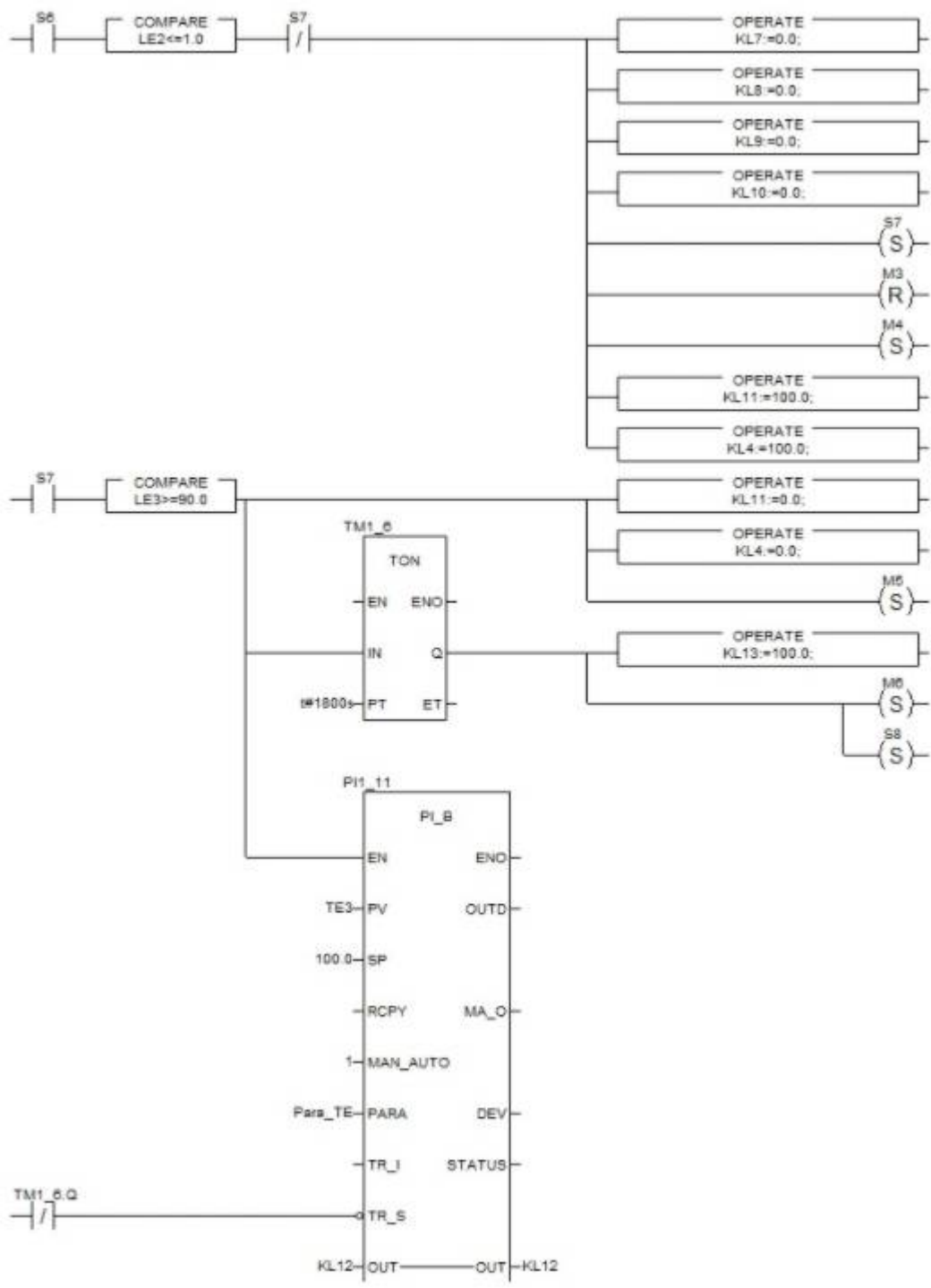


Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

69



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

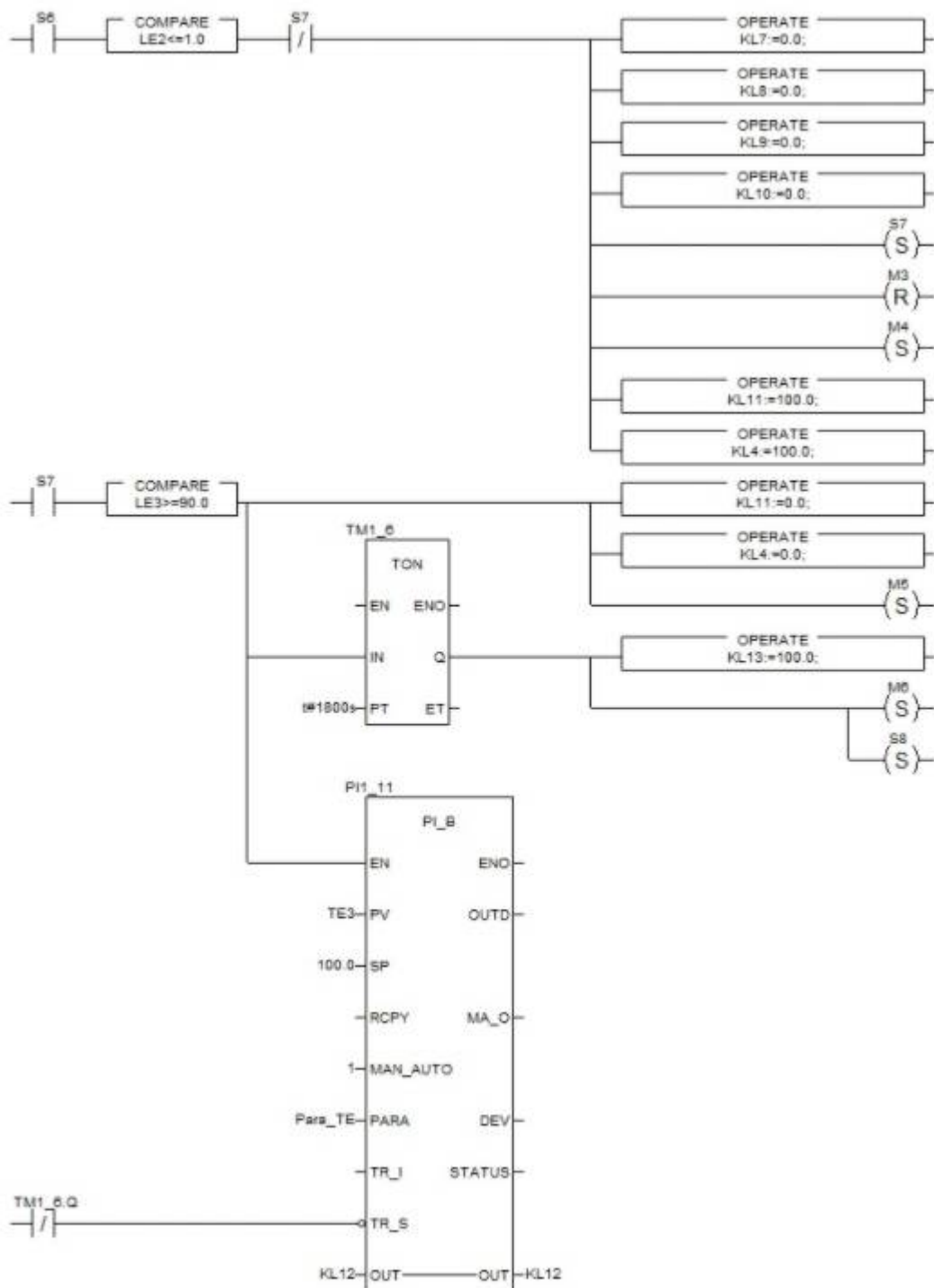


Рис.5.3 Програма для ПЛК

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів. У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них. В меню «Теги»/«Змінні теги» описуємо всі змінні.

Рис.6.1. Вікно опису змінної

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Осіпов Е.А.</i>			<i>Розробка автоматизованої системи управління сусловарильним апаратом</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Романов М.С.</i>					<b>72</b>	<b>8</b>
<i>Зав кафедри</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<b>НУХТ АК-4-1</b>		
<i>Секретар ЕК</i>		<i>Проскурка Е.С.</i>						

Таблиця 6.1. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.2.0	0	10000	0	150	INT
TE2	%IW0.2.1	0	10000	0	150	INT
TE3	%IW0.2.2	0	10000	0	150	INT
TE4	%IW0.2.3	0	10000	0	150	INT
LE1	%IW0.2.4	0	10000	0	100	INT
LE2	%IW0.2.5	0	10000	0	100	INT
LE3	%IW0.2.6	0	10000	0	100	INT
LE4	%IW0.2.7	0	10000	0	100	INT
LE5	%IW0.3.0	0	10000	0	100	INT
LE6	%IW0.3.1	0	10000	0	100	INT
LE7	%IW0.3.2	0	10000	0	100	INT
LE8	%IW0.3.3	0	10000	0	100	INT
WE1	%IW0.3.4	0	10000	0	3000	INT
WE2	%IW0.3.5	0	10000	0	3000	INT
TE5	%IW0.3.6	0	10000	0	150	INT
TE6	%IW0.3.7	0	10000	0	150	INT
KL1	%QW0.4.0	0	10000	0	100	INT
KL2	%QW0.4.1	0	10000	0	100	INT
KL3	%QW0.4.2	0	10000	0	100	INT
KL4	%QW0.4.3	0	10000	0	100	INT
KL5	%QW0.4.4	0	10000	0	100	INT
KL6	%QW0.4.5	0	10000	0	100	INT
KL7	%QW0.4.6	0	10000	0	100	INT
KL8	%QW0.4.7	0	10000	0	100	INT
KL9	%QW0.5.0	0	10000	0	100	INT
KL10	%QW0.5.1	0	10000	0	100	INT
KL11	%QW0.5.2	0	10000	0	100	INT
KL12	%QW0.5.3	0	10000	0	100	INT
KL13	%QW0.5.4	0	10000	0	100	INT
KL14	%QW0.5.5	0	10000	0	100	INT
KL15	%QW0.5.6	0	10000	0	100	INT
KL16	%QW0.5.7	0	10000	0	100	INT
KL17	%QW0.6.0	0	10000	0	100	INT

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

73

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
KL18	%QW0.6.1	0	10000	0	100	INT
KL19	%QW0.6.2	0	10000	0	100	INT
KL20	%QW0.6.3	0	10000	0	100	INT
KL21	%QW0.6.4	0	10000	0	100	INT
KL22	%QW0.6.5	0	10000	0	100	INT
KL23	%QW0.6.6	0	10000	0	100	INT
KL24	%QW0.6.7	0	10000	0	100	INT
KL25	%QW0.7.0	0	10000	0	100	INT
KL26	%QW0.7.1	0	10000	0	100	INT
KL27	%QW0.7.2	0	10000	0	100	INT
KL28	%QW0.7.3	0	10000	0	100	INT
KL29	%QW0.7.4	0	10000	0	100	INT
KL30	%QW0.7.5	0	10000	0	100	INT
KL31	%QW0.7.6	0	10000	0	100	INT
M1	%Q0.6.0	-	-	-	-	BOOL
M2	%Q0.6.1	-	-	-	-	BOOL
M3	%Q0.6.2	-	-	-	-	BOOL
M4	%Q0.6.3	-	-	-	-	BOOL
M5	%Q0.6.4	-	-	-	-	BOOL
M6	%Q0.6.5	-	-	-	-	BOOL
M7	%Q0.6.6	-	-	-	-	BOOL
M8	%Q0.6.7	-	-	-	-	BOOL

В меню «Теги»/« Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

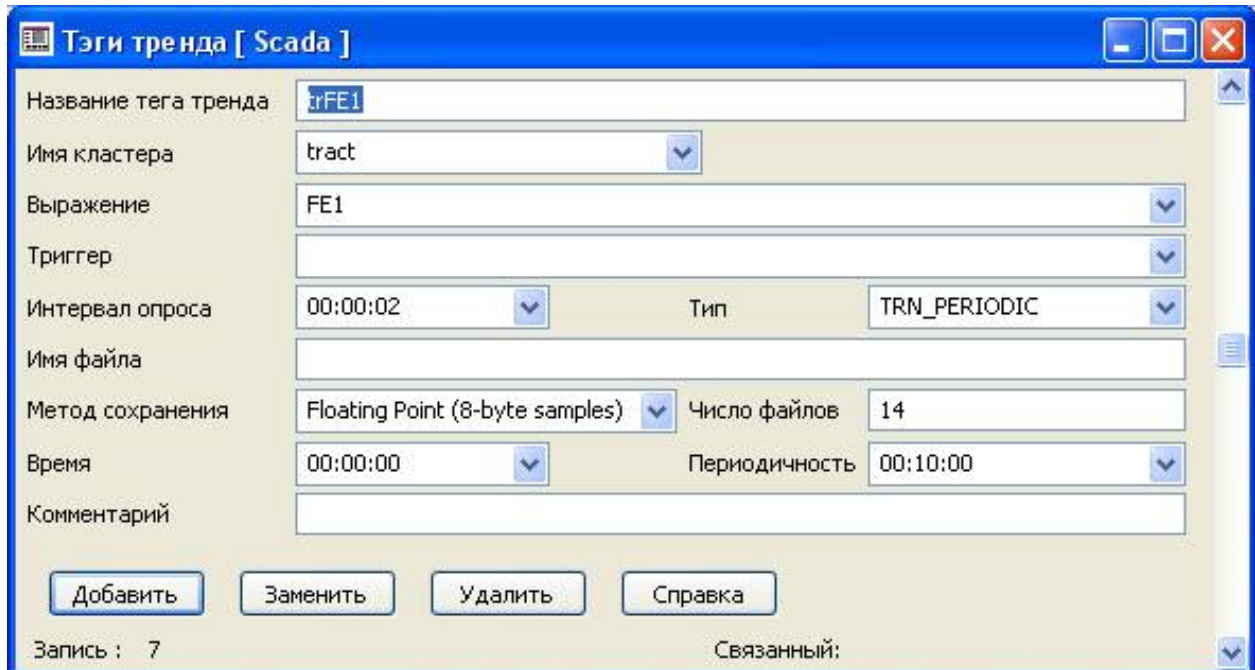


Рис.6.2. Вікно опису змінної для тренду

В меню «Аларми»/«Дискретні Аларми» описуємо дискретні аларми.

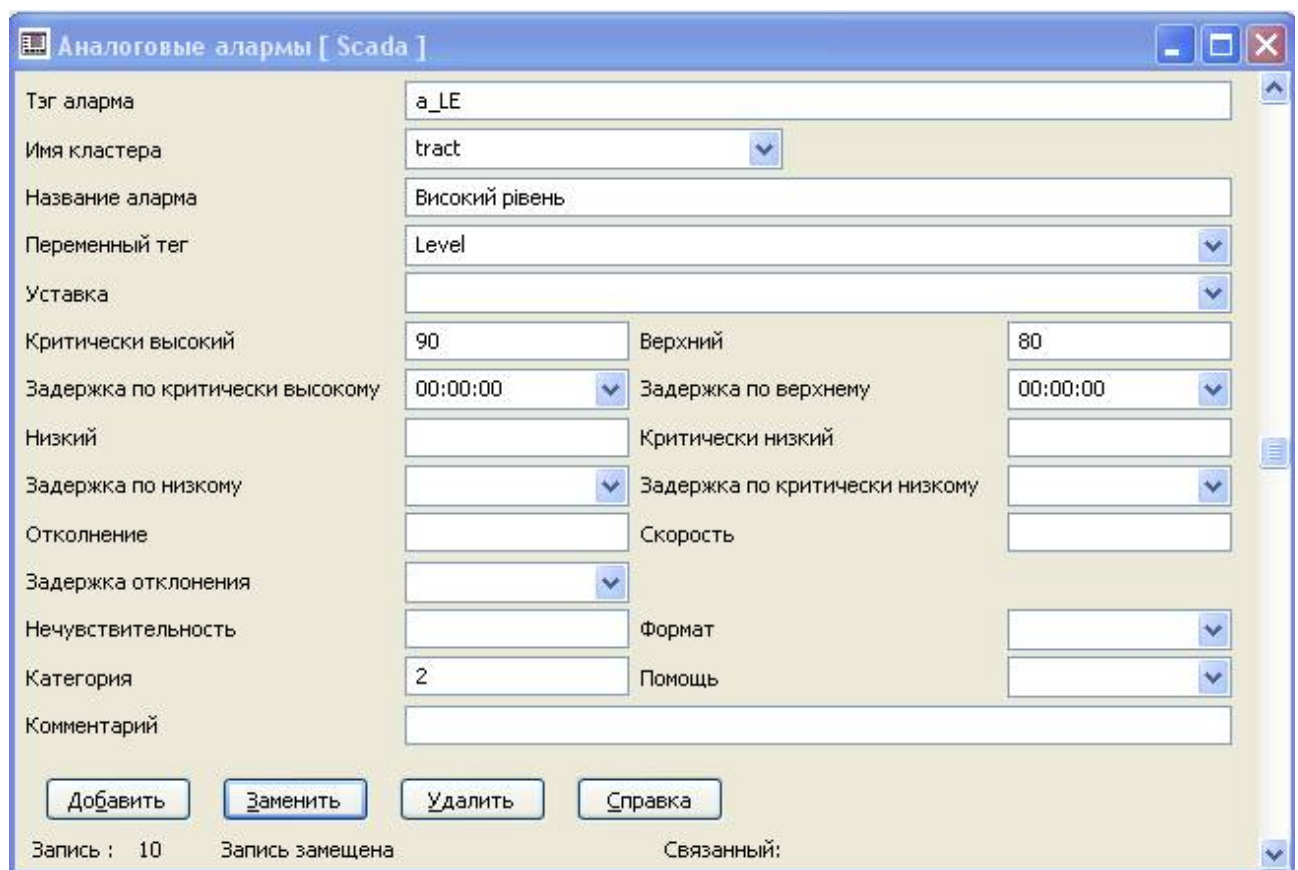


Рис.6.3. Вікно опису дискретного аларми

Таблица 6.2. Аларми дискретні

Таблиця 6.3. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
A_FE1	Витрата затору в котел	FE1	-	1200
A_PT1	Тиск в котлы	PT1	-	0,35
A_TE1	Температура в заторному котлі	TE2	-	90

В меню «Аларми/Категорій алармів» описуємо як будуть відобразитись аларми:

Номер категории: 1      Приоритет: 1

Вывод на странице алармов: TRUE      Вывод на сводной странице: TRUE

Неквитированный      Квитированный

Шрифт для неактивных алармов: Alarm1nekvitnea      Alarm1kvit

Шрифт для активных алармов: Alarm1nekvita      Alarm1kvit

Шрифт для заблокированных алармов: Alarm1kvit

Действие при возникновении аларма: [dropdown]

Действие при сбросе аларма: [dropdown]

Действие при подтверждении аларма: [dropdown]

Формат аларма: {TAG,16}^{NAME,12}^{DESC,32}^{ERRPAGE,20}^{ERRDESC,20}

Сводный формат: {TAG,16}^{NAME,12}^{COMMENT,32}^{ERRPAGE,20}^{ERRDESC,20}

Устройство сводной информации: [dropdown]      Регистрировать переходы алармов

Устройство логов: [dropdown] ON [dropdown] OFF [dropdown] ACK [dropdown]

Комментарий: Аларми вищого пріоритету|

Добавить      Заменить      Удалить      Справка

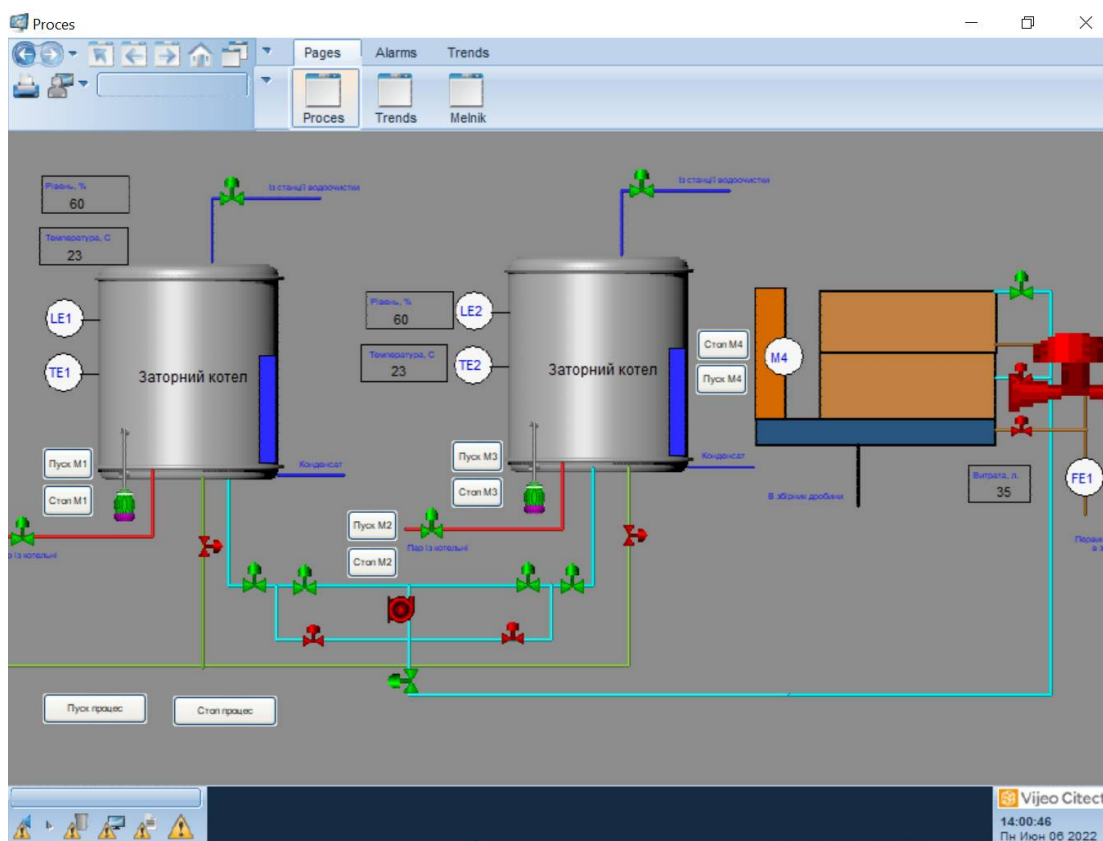
Запись: 1

Рис.6.4. Вікно опису категорії алармів

## 6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може

перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за той чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія і не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення то колір буде червоним, якщо ж нижче – то жовтим. Двигуни коли працюють мають червоний колір, якщо двигун вимкнений і готовий до роботи – зелений.



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

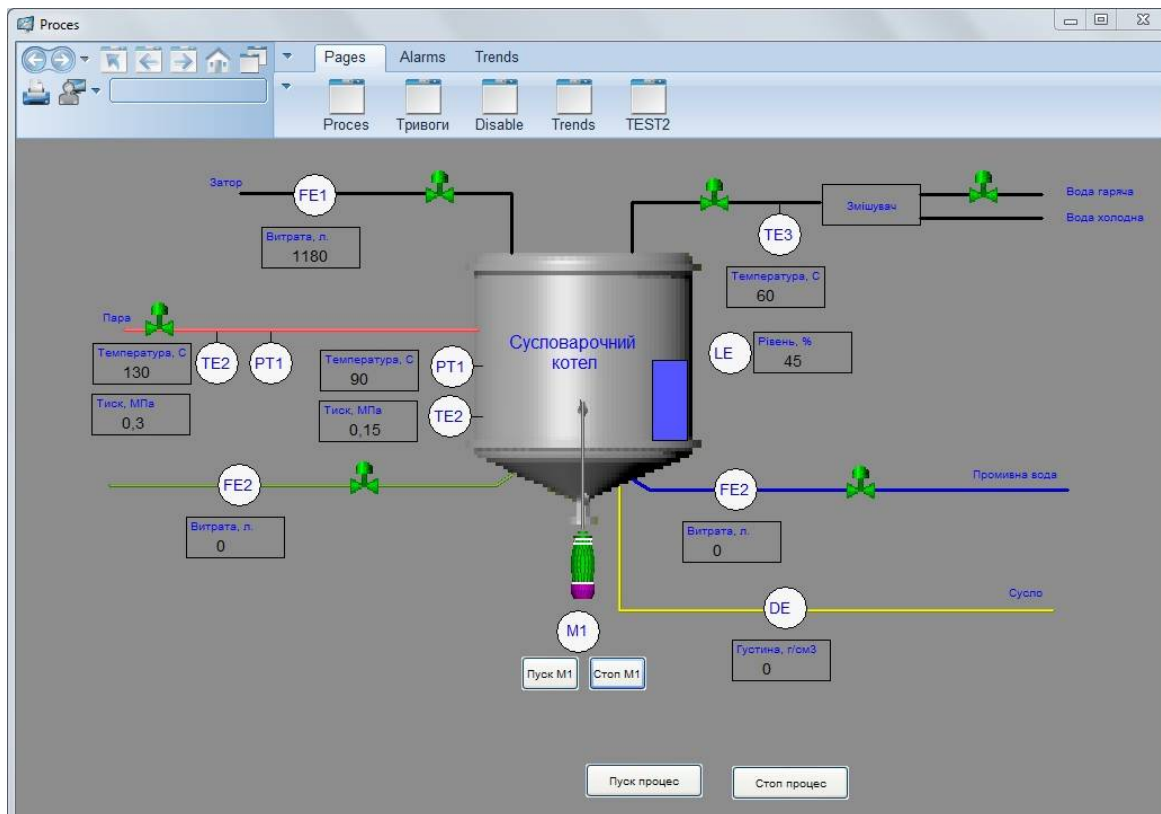


Рис.6.5. Мнемосхема відділення

На сторінці Alarm ми можемо налаштувати, змінювати аларми, дивитися історію в вікнах алармових повідомлень:

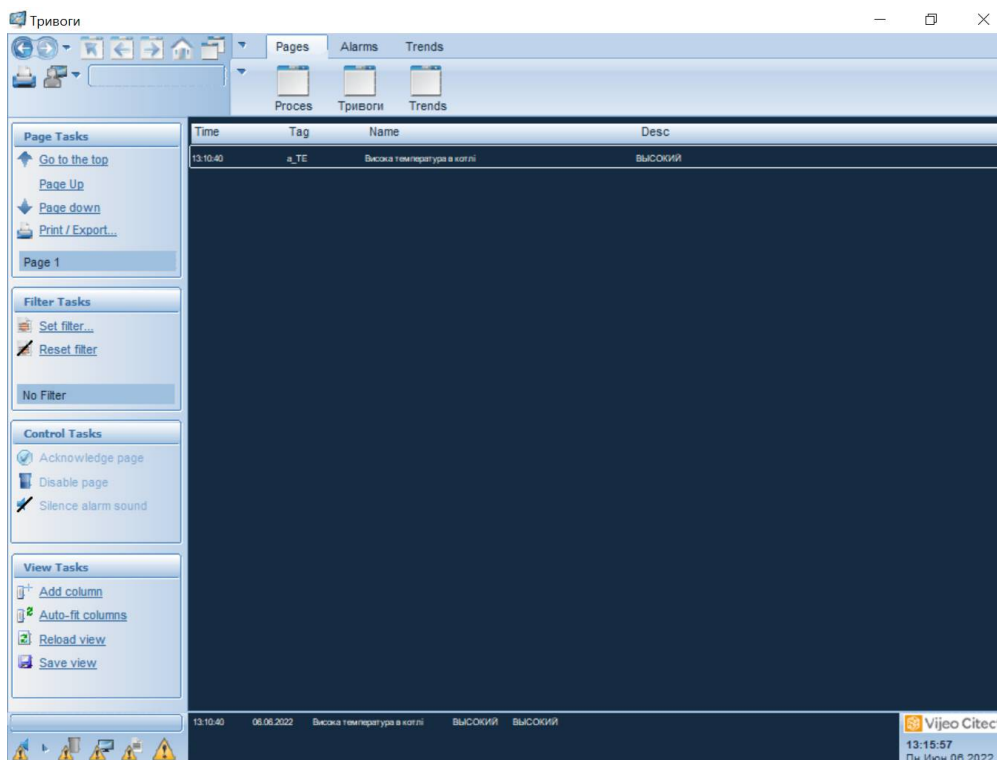


Рис.6.6. Вікно алармів

На сторінці Trend ми можемо спостерігати за графіком змінної та налаштувати її: Можна подивитись архівні записи які зберігаються в пам'яті.

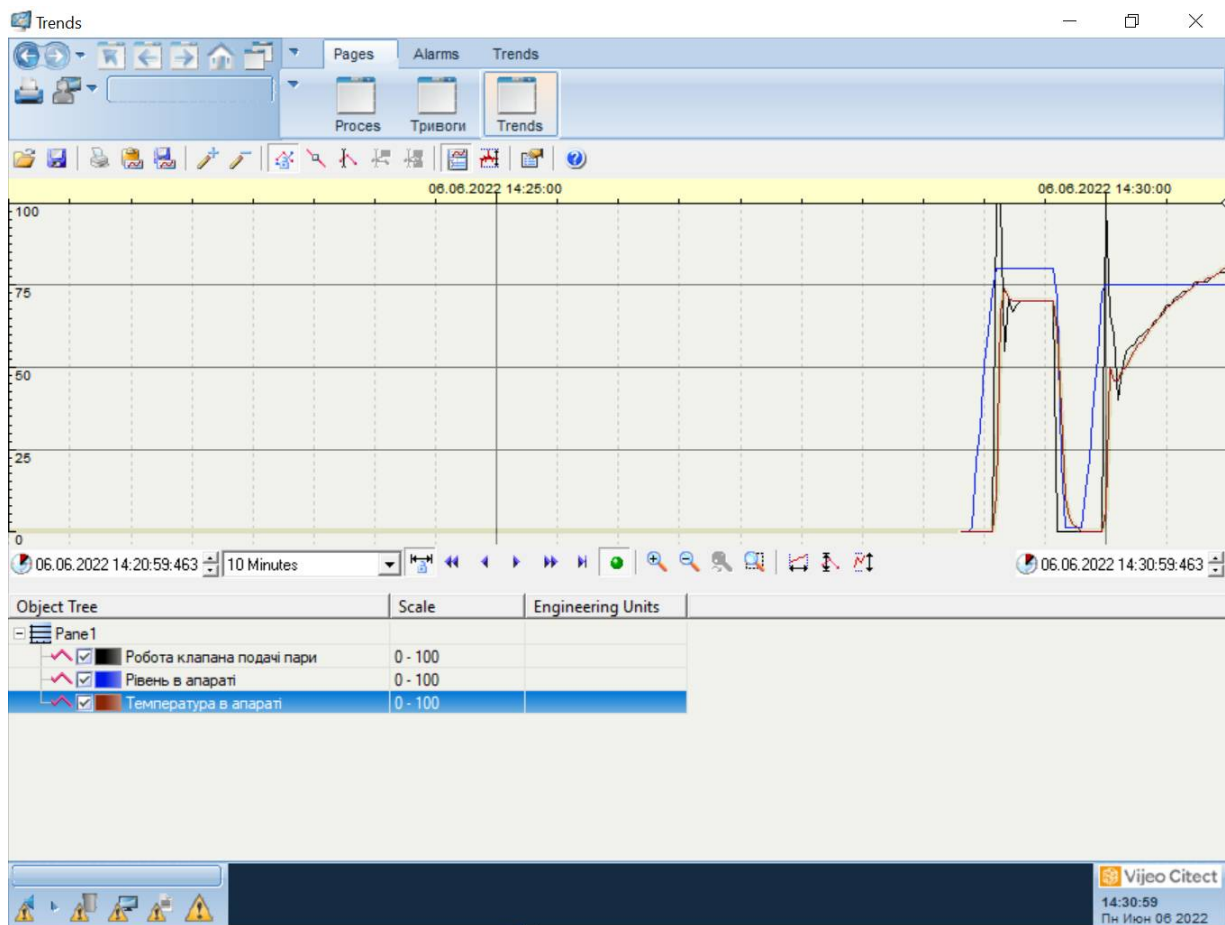


Рис.6.7. Вікно трендів

## Висновки

Автоматизація виробництва дуже важливий етап у розвитку підприємства. Оскільки в результаті автоматизації значно полегшується виробництво певного продукту. Сигналізація багатьох параметрів дозволяє якісніше і точніше контролювати процес виробництва. Дозволяє запобігати браку на виробництві. Встановлення датчиків у місцях в які людина не може потрапити через їх небезпечність. А винесення деяких, основних датчиків, параметри яких потрібно контролювати постійно, на щит дозволяє оператору слідкувати, контролювати і корегувати процес приготування тіста.

Також великою заслугою автоматизації будь-якої системи є сигналізація. Деякі датчики облаштовані системами що сигналізують про вихід параметру за встановлені межі. Сигналізація світлова але для особливо небажаних відхилень може застосовуватися і звукова. Застосовується самостійне вимкнення у разі аварійної ситуації.

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

## Бібліографічний список

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.

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

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робасні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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. - K.: Tsentr Uchbovovii Literatury, 2014.- 240 p.
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 [Текст]: 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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
30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.
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 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		