

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

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

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

«05» червня 2023 р.

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

«05» червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та програмна
інженерія в автоматизації»

на тему: Розробка системи автоматизації абсорбційної колони

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-2ск

_____ Малютін Ігор Олексійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Киричук Сергій Андрійович _____
(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 _____ Олена Харкянен _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

_____ Я.В.Смітюх

«03» квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Малютіна Ігоря Олексійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації абсорбційної колони*

керівник роботи ст. викл. *Киричук Сергій Андрійович*

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи *«05» червня 2023 р.*

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне 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 03 квітня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Малютін І.О

_____ (підпис)

Керівник роботи Киричук С.А

_____ (підпис)

Анотація

У даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації абсорбційної колони.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу TCM-1088 схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічного засобу.

Розроблено алгоритм та програму керування машиною розливу. Програму розроблено для ПЛК М340 від виробника Schneider Electric. Мнемосхема SCADA-програма для керування абсорбційної колони розроблено в програмному середовищі Citect SCADA R2 вигляд мнемосхеми представлено в пояснювальній записці.

Ключові слова: TCM-1088, абсорбція, колона, ПЛК.

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

Annotation

This qualification paper deals with the development of an absorption column automation system.

The qualification paper presents a description of the technological process, tasks for the automation system, an automation scheme, a specification of technical means of automation, an assembly diagram of the TSM-1088 technical means, a scheme for connecting sensors and actuators to a PLC, and extended schemes for connecting a technical means.

An algorithm and program for controlling the bottling machine have been developed. The program was developed for the M340 PLC from Schneider Electric. The mnemonic SCADA program for controlling the absorption column was developed in the Citect SCADA R2 software environment. The view of the mnemonic is presented in the explanatory note.

Key words: TSM-1088, absorption, column, PLC.

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

Зміст

| | |
|---|----|
| Вступ | 7 |
| Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації | 9 |
| 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації..... | 9 |
| 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації..... | 11 |
| Розділ 2. Система автоматизації | 12 |
| 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)..... | 12 |
| 2.2. Схема автоматизації..... | 33 |
| 2.3. Специфікація засобів автоматизації..... | 35 |
| Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)та схеми підключення | 36 |
| 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)..... | 36 |
| 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК..... | 38 |
| 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру..... | 39 |
| Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів | 44 |
| Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК) | 47 |
| Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога .. | 50 |
| 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI..... | 50 |
| 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора..... | 51 |
| Висновок | 52 |
| Список використаної літератури | 53 |

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

Вступ

Сучасна автоматизація підприємства хімічної промисловості широко використовується для оптимізації дуже важливих показників роботи хімічного підприємства, таких як рівень безпеки персоналу, захист довкілля, відповідність стандартам контролю за якістю. Впровадження автоматизації технологічних процесів хімічної промисловості призводить до зниження собівартості продукції, і навіть максимальному підвищенню ефективності виробництва товарів масового споживання, спец. хімікатів, органічних (неорганічних) продуктів, і з безперервними, і періодичними процесами підприємств хімічної промисловості.

Проблемами автоматизації хімічної промисловості є недолік інформації про протікання багатоскладних технологічних процесів хімічної промисловості, і навіть труднощі і при співставленні наявних даних щодо якісного аналізу діяльності підприємства хімічної промисловості із єдиною метою оптимізації його роботи.

Підприємства хімічної промисловості широко використовують різноманітні технологічні схеми, переважно використовують хімічні методи, основу яких вместилися глибокі якісних змін, і навіть перетворення речовин і матеріалів, їх складу, властивостей, стану, внутрішньої структури.

Хімічні методи виробництва дозволяють застосовувати різноманітну сировину, включаючи різні відходи. Деякі підприємства хімічної промисловості, використовують горнохімічну сировину, виконують переробку, і навіть видобуток, що ускладнює структуру таких підприємств й організацію виробничого процесу.

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

Бо у результаті хімічних перетворень змінюють стан речовин і цілеспрямовано отримують продукти, які мають спеціально задані властивості, високі вимоги висуваються до якості сировини, і навіть підготовці сировинної бази. Тому правильна організація технічного контролю використовуваної сировини на підприємствах хімічної промисловості має значення.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Азотна кислота є основним продуктом для отримання більшості азотовмісних сполук, та застосовується в різних сферах промисловості. Великий обсяг кислоти витрачається на виробництво різноманітних нітратів, азотних і комплексних мінеральних добрив, отримання ракетного палива, і вибухових речовин, також використовується для виробництва барвників, в органічному синтезі, і в кольоровій металургії.

Опис технологічного процесу абсорбційної колони зображений на рис 1.1.

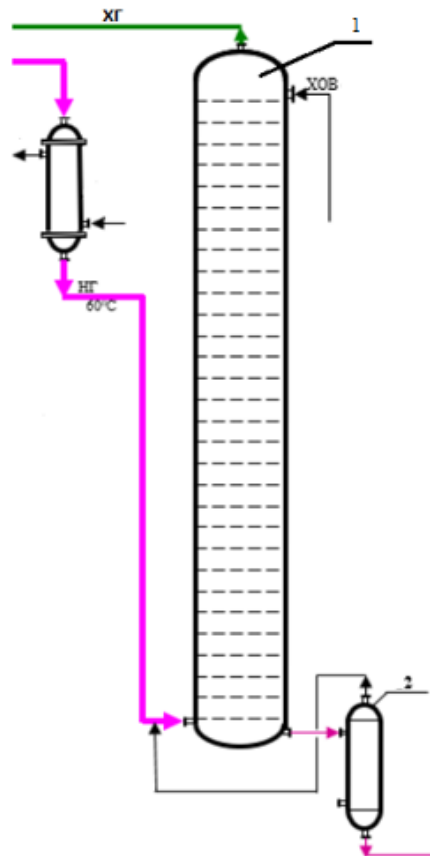


Рис 1.1 – Опис технологічного процесу абсорбційної колони

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|---|------|------|--------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Малютін І.О. | | | <i>Розробка системи автоматизації абсорбційної колони</i> | Літ. | Арк. | Аркуші |
| Керівник | | Киричук С.А. | | | | | 9 | 3 |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | <i>НУХТ АК-4-2ск</i> | | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |

Нітрозні гази з температурою 40 – 60 °С поступають в куб абсорбційної колони поз. 1 під першу тарілку і послідовно проходять тарілки знизу вгору, де поглинають зустрічною слабкою кислотою. На 46 тарілку абсорбційної колони. Утворення азотної кислоти відбувається на тарілках в рідкій фазі згідно реакцій.

Азотиста кислота, яка утворюється при поглинанні оксидів азоту водою, малостійке з'єднання і розпадається на оксид азоту і азотну кислоту, оксид азоту окислюється киснем.

Для зниження об'ємної частки оксидів азоту в хвостових газах на 46 тарілку абсорбційної колони поз. 1 подається пом'якшена вода, або азотнокислий конденсат з цеху К-5 з об'ємною часткою азотної кислоти не більше ніж 3 %.

Утворюваний при контакті діоксиду азоту і води розчин слабкої азотної кислоти стікає по тарілках зверху вниз і за рахунок зустрічного потоку нітрозних газів знизу вгору утворюється пінний режим, в якому проходить утворення азотної кислоти і підвищення її масової концентрації.

Азотна кислота після абсорбційної колони з концентрацією 57% надходить в продувочну колону поз. 2. де додатковим повітрям відбуваються не розчинення оксиду азоту і кислоти. Віддута азотна кислота по двом колекторам видається на склад готової продукції в резервуари азотної кислоти.

Утворення азотної кислоти в абсорбційної колони – 98.5%.

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

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Технологічні вимоги зазвичай представлені у вигляді таблиць, у яких вказується назва технологічного обладнання, наводяться ті технологічні параметри котрі необхідно контролювати, їх одиниці виміру, параметри як граничні так і оптимальні, а також функції що повинні виконуватись системою контролю та сигналізації.

Технологічні вимоги до системи автоматизації абсорбційної колони наведені в табл. 1.1.

Таблиця.1.1 – Технологічні вимоги до системи

| № | Машина, агрегат, установка | Параметр, місце відбору сигналу | Припустиме значення параметра | Вид автоматизації | Характер Контролю чи управління | Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії |
|---|--|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------|---|
| 1 | Трубопровід подачі нітрозних газів | Температура | 40 – 60 °C | Контроль | Відображення реєстрація | АРМ оператора |
| 2 | Трубопровід подачі пом'якшеної води або азотнокислоного конденсату | Рідина | 3% | Регулювання | Відображення реєстрація | АРМ оператора |
| 3 | Трубопровід який надходить в продувочну колону | Рідина | 57% | Контроль | Відображення | АРМ оператора |
| 4 | Трубопровід після продувочної колони | Рідина | 98.5% | Контроль | Відображення | АРМ оператора |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |

Розділ 2. Система автоматизації.

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

При розробці системи автоматизації потрібно звернути увагу на вибір обладнання, а точніше на його характеристики, які повинні відповідати вимогам технологічного процесу, та мати достатній рівень точності та захисту. Нижче буде описано та обґрунтовано вибір обладнання для автоматизації абсорбційної колони.

Для вимірювання температури використовується термоперетворювач опору типу ТСМ-1088.

Термоперетворювач опору типу ТСМ-1088 призначений для вимірювання температури рідких газоподібних середовищ середовищ в різних галузях промисловості. Зовнішній вигляд термоперетворювача опору типу ТСМ-1088 зображено на рис 2.1, і схема його підключення на рис 2.2.



Рис 2.1 – Зовнішній вигляд термоперетворювача опору типу ТСМ-1088.

| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|--|------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Малютін І.О. | | | Розробка системи автоматизації абсорбційної колони | Лім. | Арк. | Аркушів |
| Керівник | | Киричук С.А. | | | | | 12 | 24 |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | НУХТ АК-4-2ск | | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |

Технічні характеристики перетворювач опору ТСМ-1088:

- робочий діапазон вимірюваних температур, ° С
для термопара ТСМ-1088 від -50 до +150;
- умовне позначення НСХ перетворення (ДОСТ 6651)
для перетворювач опору термічний ТСМ-1088 50М, 100М;
- клас допуску (ДОСТ 6651)
для перетворювач температури ТСМ-1088 А, В, С;
- схематичне зображення з'єднань (ДОСТ 6651)
для термоперетворювач ТСМ-1088 2, 4;
- кількість чутливих елементів
для перетворювач опору ТСМ-1088 1;
- показник теплової інерції, с, не більше
ТСМ-1088 40;
ТСМ-1088 20;
- умовний тиск вимірюваного середовища P_u , МПа
для термометр опору ТСМ-1088 10;
для термометр опору ТСМ-1088 6,3;
для термометр опору ТСМ-1088 0,4;
- матеріал головки термоперетворювача сталь 08Х13 - для ТСМ- 1088
АГ- 4В або пропілен - для ТСМ- 1088;
- головка термоперетворювача водозахищеного виконання.

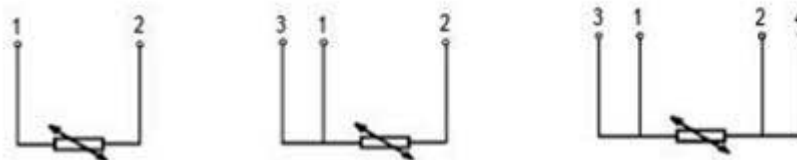


Рис 2.2 – Схема підключення термоперетворювача опору типу ТСМ-1088.

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

Для вимірювання тиску використовується перетворювач тиску типу IGP10-T22.

Це інтелектуальний двопровідний передавач, який забезпечує точне і надійне вимірювання абсолютного або манометричного тиску і передають сигнал від 4..20 мА з накладеним цифровим сигналом HART для віддаленого налаштування і моніторингу. Зовнішній вигляд перетворювача тиску типу IGP10-T22 зображено на рис 2.3, також схема його підключення на рис 2.4.



Рис 2.3 – Зовнішній вигляд перетворювача тиску типу IGP10-T22.

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

Технічні характеристики перетворювача тиску типу IGP10-T22. приведено в табл 2.1.

Табл 2.1 – Технічні характеристики перетворювача тиску типу IGP10-T22.

| Показники | Параметри |
|-------------------------------|--------------|
| Вихідний сигнал | 4...20 мА |
| Зовнішня різьба | 1/2 NPT |
| Внутрішня різьба | 1/4 NPT |
| Межі температури сенсора | -46...+121°C |
| Межі навколишньої температури | -40...+85°C |
| Висока точність вимірювань | – від 0,50 % |
| Межі вимірювань тиску | 1 МПа |

Особливості перетворювача тиску типу IGP10-T22:

- технологія тонкоплівкових напівпровідникових тензодатчиків була успішно перевірена на сотнях тисячах об'єктах експлуатації;
- проста, елегантна конструкція сенсора використовує дуже мала кількість компонентів, що забезпечує виключно високу надійність;
- корпус з алюмінієвого сплаву має міцне корозійностійке епоксидне покриття; також поставляється корпус з нержавіючої сталі 316ss; обидва корпуси відповідають стандартам NEMA 4X і IEC IP66;
- дистанційне конфігурування, використовуючи протокол зв'язку HART; або локальне конфігурація, використовуючи факультативний ЖК-індикатор;
- протокол зв'язку HART дозволяє використовувати многоточечную топологію;
- може поставлятися з численними конфігураціями безпосереднього з'єднання або дистанційній установці мембранних розділових блоків;

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

– IAP10 і IGP10 поставляються з вбудованими технологічними сполуками для санітарно-технічних застосувань і целюлозно-паперової промисловості. Також IGP10 поставляється для вимірювань високих надлишкових тисків до 52, 105 або 210 МПа (7500б 15 000 або 30 000 psi);

– звіт FMEDA для підтримки застосувань SIL;

– що стикаються з технологічним середовищем частини виготовляються з таких матеріалів, як Co-Ni-Cr, нержавіюча сталь 316L ss і сплав Hastelloy; додатково пропонуються сенсори з монелю, танталу і з нержавіючої сталі 316L ss, покриті золотом, для IAP20 / IGP20;

– чи відповідають вимогам по перешкодозахищеності NAMUR NE21, і відповідає вимогам NAMUR 105 по сигналізації виходу за верхню чи нижню межі діапазону;

– має маркування CE; необхідним стандартам безпеки EMC, ATEX і директивам Європейського союзу PED;

– чи задовольняє вимогам електромагнітної сумісності Європейської директиви EMC 89/336 / ЕЕС, відповідаючи таким стандартам CENELEC та IEC: EN 50081-2, EN 50082-2, EN 61326 і IEC з 61000-4-2 по 61000-4-6;

– чи задовольняє численним вимогам для вибухонебезпечних зон. Є версії, сертифіковані для вибухозахищеної оболонки і відповідних зон установки;

– численні опції монтажних комплектів кронштейнів. Також пропонується і багато інших опцій і аксесуарів;

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

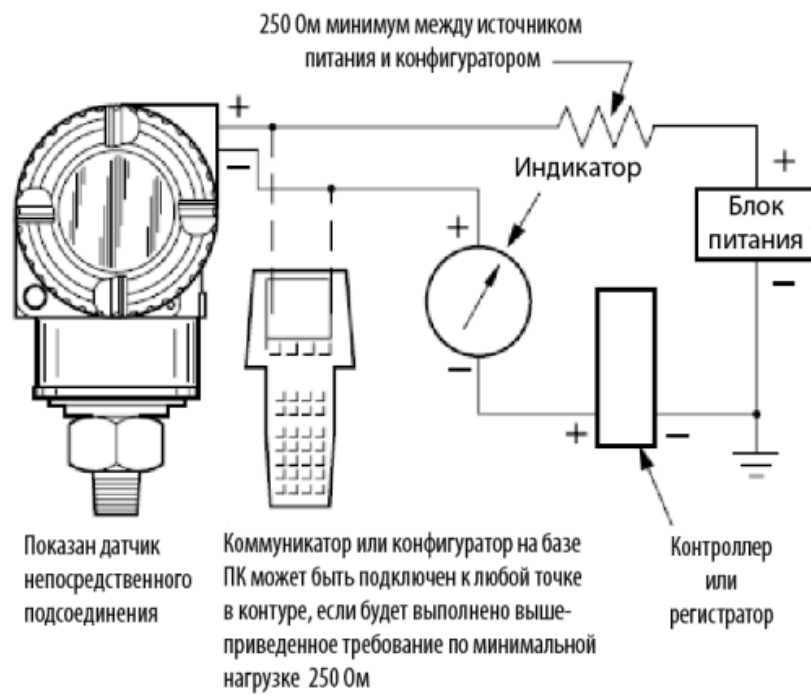


Рис 2.4 – Схема підключення перетворювача тиску типу IGP10-T22.

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

В даній системі використовується перетворювач тиску ПД200-ДД високоточний датчик тиску з індикацією.

Перетворювачі диференційного тиску загальнопромислового виконання ОВЕН ПД200 моделі 155 є перетворювачами диференційного тиску в польовому корпусі з вимірювальною мембраною із нержавіючої сталі та металевим кабельним вводом.

Перетворювачі цієї моделі призначені для вимірювання перепаду тиску або рівня рідини у посудинах під тиском або витрати середовища на звужуючих пристроях у системах автоматичного регулювання та керування на основних та вторинних виробництвах у промисловості та ЖКГ: газорозподільних системах, вузлах обліку газу, об'єктах енергетики, «барабанах» котлів у котельних, парогенеруючих об'єктах, вентиляційних системах тощо. Зовнішній вигляд ПД200-ДД високоточного датчика тиску з індикацією зображено на рис 2.5, і схема його підключення на рис 2.6.

Основні характеристики перетворювача тиску ПД200-ДД:

- вимірювання різниці тиску нейтральних до нержавіючої сталі середовища (повітря, пара, різні рідини);
- перетворення перепаду тиску в уніфікований сигнал постійного струму 4...20 мА та HART-протокол;
- верхня межа перепаду тиску, що вимірюється (ВМВ) - низка значень від $\pm 0,6$ МПа до $\pm 2,0$ МПа;
- максимальний статичний тиск – 13 МПа;
- клас точності – 0,1;
- ступінь захисту корпусу датчика тиску – IP65;

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



Рис 2.5 – Зовнішній вигляд датчика тиску ОВЕН ПД200-ДД.

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

Технічні характеристики перетворювачу тиску ПД200-ДД показано в табл 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики перетворювачу тиску ПД200-ДД.

| Назва | Значення |
|---|--------------------|
| Вихідний сигнал постійного струму | 4...20 мА |
| Межі основної похибки вимірювання | ±0,1 % ДИ |
| Напруга живлення | 18...42 В |
| Опір навантаження | Не менше 250 Ом |
| Ступінь захисту корпусу | IP65 |
| Середній час наробітку | 500 000 год |
| Середній термін служби | 12 років |
| Міжповірочний інтервал | 2 роки |
| Вага без упаковки/в упаковці | 3,5 кг / 5,0 кг |
| Діапазон робочих температур навколишнього повітря | -20 (-40*)...70 °С |
| Діапазон температур вимірювального середовища | -40...100 °С |
| Перевантажувальна здатність | 13 МПа |

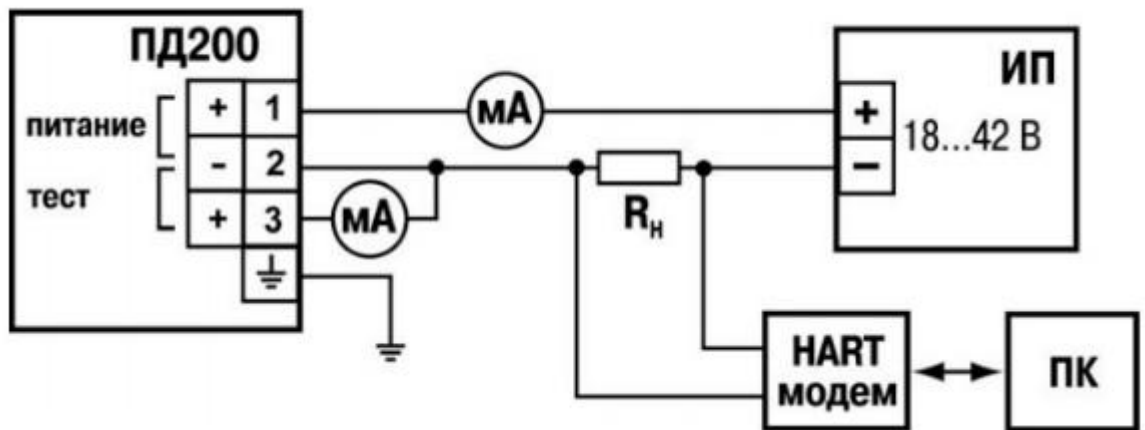


Рис 2.6 – Схема підключення датчика тиску ОВЕН ПД200-ДД.

Для контролю тиску використано манометр ОВЕН ПД150.

Датчик ОВЕН ПД150 є манометр з двома силовими реле і масштабується вихідним сигналом RS-485 (протокол Modbus) або 4 ... 20 мА. Високоточний сенсор з відкритим кремнієвим кристалом дозволяє вимірювати тиск неагресивних до кремнію газів, в тому числі горючих (метан) і димових (топкових). Зовнішній вигляд манометра ОВЕН ПД150 зображено на рис 2.7, і схема його підключення на рис 2.8.



Рис 2.7 – Зовнішній вигляд манометра ОВЕН ПД150.

Перетворювач тиску ОВЕН ПД150 поєднує функції первинного вимірювального датчика і вторинного приладу, що показує і призначений для контролю тиску неагресивних газів, в тому числі горючих і димових. Формує силові керуючі та інформаційні сигнали на автоматику управління.

У котельних установках цифровий напоромір (тягонапоромір) ПД150 забезпечує контроль тиску в контурах регулювання подачі пального газу і повітря, тиску розрядження в топці, тиску газів в димоході.

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

У системах вентиляції та кондиціонування повітря ПД150 застосовується для вимірювання тиску і перепадів тиску з метою контролю ступеня забрудненості повітряних фільтрів, а також контролю ефективності роботи вентиляційних систем.

Також датчик тиску ПД150 може застосовуватися в випробувальній, лабораторній техніці і т.п.

Датчик ОВЕН ПД150 є манометр з двома силовими реле і масштабується вихідним сигналом RS-485 (протокол Modbus) або 4 ... 20 мА. Високоточний сенсор з відкритим кремнієвим кристалом дозволяє вимірювати тиск неагресивних до кремнію газів, в тому числі горючих (метан) і димових (топкових).

Приєднання до процесу - штуцер «ялинка» під трубку з внутрішнім діаметром 4-6 мм. Індикація негативної величини, положення релейних виходів і розмірності / температури на сенсорі. Випускається в корпусах Н1 (настінний) і Щ1 (щитової).

ОВЕН ПД150 працює по протоколах Modbus RTU і Modbus ASCII в режимі Slave. За мережі RS-485 від датчика можливе отримання значень вимірюваного тиску і температури сенсора, а також налаштування параметрів роботи силових реле і конфігурація перетворювача. Включена функція юстирування «нуля» і діапазону по еталонному тиску.

Діапазони ДІВ до 100 кПа включно симетричні щодо поточного атмосферного тиску.

Переваги ОВЕН ПД150:

1. Міжповірочний інтервал 5 років.
2. Універсальне джерело живлення 220В / 24В.
3. Максимальна русифікація індикації і меню настройки.
4. Можливість калібрування «нуля» і діапазону по еталонному тиску.
5. Індикація температури сенсора, регулювання яскравості індикації.

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

6. Виходи: два електромагнітних реле (8 А) + RS-485 (Modbus RTU / ASCII) або 4 ... 20 мА.
7. Висока точність вимірювань - від 0,25% ВП.
8. Два види виконання: щитове Щ1 і настінне Н1.

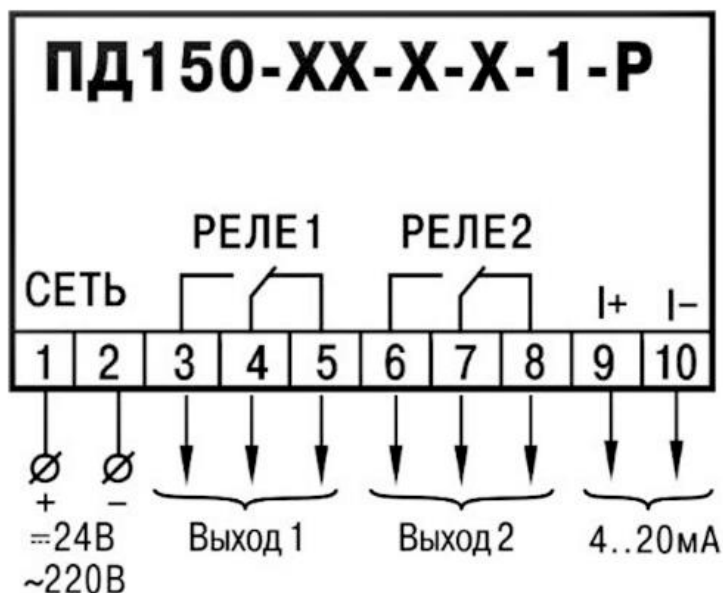


Рис 2.8 – Схема підключення манометра ОВЕН ПД150.

В якості клапанів було обрано електромагнітний клапан типу CEME 8715 3/4.

Нормально-Відкритий електромагнітний клапан CEME 8715 3/4 'NBR 230V 50Hz ALE (НЕ прямої Дії) - для води, Повітря, світлого масла. Дана модель часто використовується в Мережа водопостачання и теплопостачання, в різних галузь промисловості, в побутових системах водопідготовки, водоочистки, фільтрації. Клапан потребує підпирають тиску, спрацьовує при тиску - 0,3 бар. Котушка може бути 12В, 24В, 230В. Зовнішній вигляд електромагнітного клапану типу CEME 8715 3/4 зображено на рис 2.9.



Рис 2.9 – Зовнішній вигляд електромагнітного клапана типу CEME 8715 3/4.

Електромагнітний клапан CEME 8715 з внутрішнім різьбленням на 3/4 дюйма встановлюється на трубопроводах, закриває потік робочого середовища при вступі на котушку клапана напруги живлення.

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

В якості керуючого датчика, що подає сигнал на розмикання або замикання ланцюга живлення котушки клапана, може використовуватися сервопривід, реле тиску, поплавковий вимикач, різного роду пристрої контролю рівня, реле протоки, термостат і тому подібні пристрої. **КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ:** пропускної діаметр - 20 мм; монтажний діаметр - G 3/4 "; нормально відкритий затвор - клапан закривається, при подачі струму на клеми котушки; с ущільнювачами типу EPDM-KTW клапан 8715 можна використовувати в лініях питного водопостачання; с ущільнювачами типу DVGW клапан 8715 можна використовувати в лініях питного водопостачання . Соленоїдний клапан серія 87 - дає можливість побудувати на основі цього електромагнітного вузла систему дистанційного керування потоками газу, води або масла. За допомогою клапана Семе 8715 можна перекрити рух у водопроводі або воздухопроводі. Для управління механізмом соленоїдного клапана застосовується сервопривід, що надає можливість дистанційного керування характеристиками потоку.

Характеристики електромагнітного клапана типу СЕМЕ 8715 ¾:

1. Тип Нормально-відкритий.
2. Діаметр підключення 3/4 дюйма.
3. Потужність 16 Вт.
4. Максимальний тиск 10 бар.
5. Максимальна температура 90 ° С.
6. Мінімальний тиск 0,3 бар.
7. З'єднання Внутрішня різьба.

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

Для підключення двигуна було обрано частотний перетворювач типу FR-D720S-070 Mitsubishi.

Перетворювач частоти Mitsubishi Electric FR-D720S-070 - це досконале сучасне обладнання, яке є головною керуючою системою для приводів багатьох систем автоматизації. Частотний перетворювач типу FR-D720S-070 Mitsubishi зображений на рис 2.10, і схема його підключення на рис 2.11.



Рис 2.10 – Зовнішній вигляд частотного перетворювачу.

Характеристики перетворювача частоти Mitsubishi Electric:

- бренд Mitsubishi Electric;
- серія FR-D sku FR-D720S-070SC-EC;
- основна Потужність 1.5 кВт;
- число фаз / напруга на вході 1-ф / 220 В;
- число фаз / напруга на виході 3-ф / 220 В;
- струм номінальний 7.00 А;
- струм в перебігу 1 хвилини 10.5 А;
- максимальна вихідна частота 120 Гц;
- ступінь захисту по IP 20;
- ЕМС фільтр Опція;
- гальмівний модуль Є;

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

- вбудований регулятор ПД;
- скалярний режим управління ϵ ;
- векторний режим керування без енкодера ϵ ;
- лінійний закон управління $U / f \epsilon$;
- квадратичний закон управління U / f^2 немає;
- змінна панель Незнімна;
- програматор FR-PU07;
- максимальне число фіксованих швидкостей 15;
- число / тип аналогових входів 2 (1: 0-5 (10) V або 0 (4) -20mA, 1: 0-5 (10) V) ;
- число дискретних входів 5;
- число / тип аналогових виходів 1: 0-10V;
- число дискретних (транзисторних) виходів 1;
- число релейних виходів 1;
- вбудований потенціометр (або номінал опору) ϵ ;
- інтерфейс RS-485 / Modbus ϵ .

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

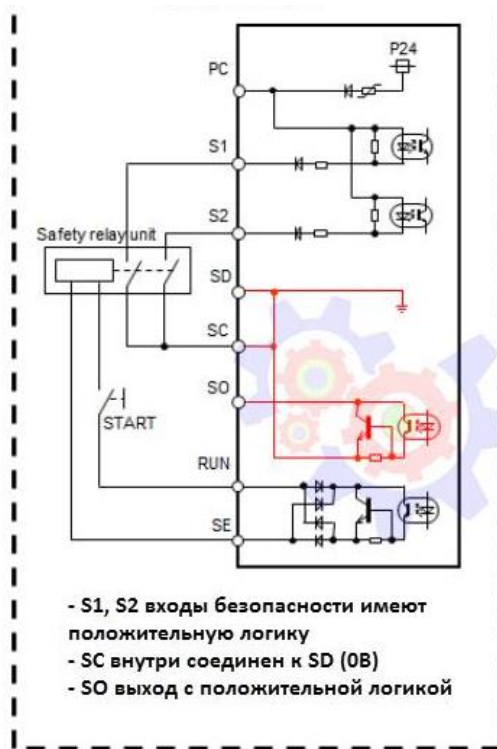


Рис 2.11 – Схема підключення частотного перетворювачу.

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

В якості двигуна в даній системі було обрано двигун типу АМУ71В8.

Трифазний асинхронний електродвигун 0,25 кВт 750 об / хв з короткозамкненим ротором. Живлення - від мереж змінного струму 220В або 380В і частотою 50 Гц. Можливе підключення за схемою трикутник або зірка. Сила струму - 1,1 Ампер. Двигун типу АМУ71В8 зображено на рис 2.12.



Рис 2.12 – Зовнішній вигляд двигуна типу АМУ71В8.

Характеристики електродвигуна типу АМУ71В8:

- потужність 0,25 кВт;
- частота обертання поля статора 750 об / хв;
- швидкість обертання валу 645 оборотів;
- тип Асинхронний;
- напруга живлення Трифазне, 220/380 вольт;
- монтажне виконання Лапи / фланець / комбіноване;
- номінальний струм 1,1 А ККД 54,0%;
- співвідношення моментів струму M_p / M_n 1,8;

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

- співвідношення моменту сили M_{\max} / M_n 1,9;
- ставлення струму I_p / I_n 3,3;
- момент інерції 0,0025 кг · м²;
- діаметр вала 19 мм Вага 9,0 кг Передній / задній підшипник 6204 ZZ-C3 / 6202 ZZ-C3;
- рівень шуму до 52 дБ.

Для ввімкнення частотного перетворювачу використовуються кнопка типу "Старт" XB2-BA31. Зовнішній вигляд кнопки показано на рис 2.13.



Рис 2.13 – Зовнішній вигляд кнопки типу "Старт" XB2-BA31.

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

У даній системі автоматизації, для сигналізації використовуються лампа типу AD-22DS, LED-матриця, d22мм, зелений 24В, АС/DC, ІЕК. Зовнішній вигляд лампи зображено на рис 2.14.



Рис 2.14 – Зовнішній вигляд лампи типу AD-22DS.

Характеристики лампи типу AD-22DS:

- Виробник ІЕК;
 - Колір кнопки Зелений;
 - Кількість кнопок 1 (шт.);
 - Підсвічування Є;
- Напряжение 24.0 (В);

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

2.2. Схема автоматизації

На схемі автоматизації абсорбційної колони зображено всі датчики та виконавчі механізми, що використані при протіканні процесу виготовлення азотистої кислоти

Нітрозні гази з температурою 40 – 60 °С контролюється датчиком ТСМ-1088 поз. (1а) поступають в куб абсорбційної колони під першу тарілку і послідовно проходять тарілки знизу вгору.

Для зниження об'ємної частки оксидів азоту в хвостових газах на 46 тарілку абсорбційної колони подається пом'якшена вода або азотнокислий конденсат, регулюється клапаном СЕМЕ 8715 3/4 поз. (7б), з цеху К-5 з об'ємною часткою азотної кислоти не більше ніж 3 %, контролюється відповідним датчиком ПД150 поз (7а).

Якщо об'ємна частка азотної кислоти більше ніж 3 %, тоді пом'якшена вода або азотно-кислий конденсат 3 – 7 м3/год, подається з баку конденсату насосом, регулюється двигуном MITSUBISHI FR D720 поз. (М1), на зрошення абсорбційної колони регулюється клапаном регулятора, СЕМЕ 8715 3/4 поз. (6б).

Тиск пом'якшеної води не менший ніж 1,7 МПа (17 кгс/см2) контролюється відповідним датчиком тиску ПД 200-ДД поз. (6а).

Тепло реакції повинно бути в рамках 50 – 100 °С, контролюється ТСМ-1088 поз. (2а) одержане при утворенні азотної кислоти в абсорбційній колоні відводиться оборотною водою, регулюється клапаном поз.(10б), яка циркулює в змійовиках, розташованих на тарілках в нижній і середній частинах абсорбційної колони.

Температура оборотної води на вході в абсорбційну колону повинна бути не більша ніж 28 °С, контролюється відповідним датчиком температури ТСМ-1088 поз. (3а), тиск не менший ніж 0,4 МПа (4,0 кгс/см2), контролюється відповідним датчиком тиску IGP 10 T22 поз. (4а).

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

Оборотна вода після абсорбційної колони повертається в систему зворотного циклу для охолодження, регулюється клапаном СЕМЕ 8715 3/4 поз.(8б).

Щоб уникнути корозії металу, масова частка хлоридів в азотній кислоті на тарілках: 10, 11, 13, 14, 17 і 18, де утворюється азотна кислота з масовою концентрацією нітрозилхлориду, не повинна бути більша ніж 400 мг/дм³. Ця норма підтримується періодичними здувками частини азотної кислоти з тарілок в колектор продукційної кислоти на видачі з продувочної колони, регулюється відповідним клапаном СЕМЕ 8715 3/4 поз. (11б).

Азотна кислота, пройшовши всі тарілки абсорбційної колони зливається в куб колони з температурою 40 – 60 °С, регулюється відповідним датчиком ТСМ-1088 поз. (2а), і направляється в продувочну колону, де проходить віддувка розчинених оксидів азоту повітрям, яке поступає після турбокомпресора, регулюється клапаном СЕМЕ 8715 3/4 поз. (9б).

Схемою передбачено відведення в дренажний бак, регулюється клапанами СЕМЕ 8715 3/4 поз. (14б), азотної кислоти, яка накопичується в трубному та міжтрубному просторі підігрівачів хвостових газів першого ступеня.

Хвостові гази з об'ємною часткою оксидів азоту не менше ніж 0,13 МПа – в зимовий період (з 01.11. по 31.03.) і 0,17 МПа – в літній період (з 01.04. по 31.10.), через сепаратор абсорбційної колони, встановлений в верхній частині колони, контролюється відповідним датчиком IGP 10 T22 поз. (5а), через підігрівачі хвостових газів поступають на каталітичну очистку, регулюється клапаном СЕМЕ 8715 3/4 поз. (5б).

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

2.3. Специфікація приладів та ВМ

Специфікація приладів та засобів автоматизації абсорбційної колони показана в табл 2.3.

Таблиця 2.3 – Специфікація приладів та засобів автоматизації

| № П/ П | № Позиції за схемою | Місце встановлення | Найменування і технічна характеристика виробу | Тип, Марка | Кількість | Виробник |
|-----------|------------------------------|-----------------------|---|----------------------------|-----------|----------|
| 1 | 1а-3а | По місцю | Термоперетворювач опору типу ТСМ-1088 робочий діапазон від -50 до +150° С | ТСМ-1088 | 3 | Україна |
| 2 | 4а, 5а, | По місцю | Перетворювач тиску IGP10-T22 Вихідний сигнал 4...20 мА | IGP10-T22 | 2 | Україна |
| 3 | 6а, | По місцю | Перетворювач тиску ПД200-ДД Вихідний сигнал 4...20 мА | ПД200-ДД | 1 | Україна |
| 4 | 7а | По місцю | Манометр ПД150 Універсальне джерело живлення 220В / 24В | ПД150 | 1 | Україна |
| 5 | 8б | По місцю | Частотний перетворювач ступінь захисту по ІР 20 | FR-D720S-070 Mitsubishi | 1 | Японія |
| 6 | М1 | По місцю | Трифазний асинхронний електродвигун потужність 0,25 кВт | АМУ71В8 | 1 | Україна |
| 7 | 5б-11б, 14б, | По місцю | Електромагнітний клапан | СЕМЕ 8715 ¾ | 8 | Італія |

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

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

3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

При розробці системи автоматизації на етапі проектування системи необхідно визначити необхідний для даної системи ПЛК, створюється замовна специфікація, тобто документ у котрому зазначена необхідна конфігурація ПЛК, а саме кількість входів та виходів ПЛК, їх тип та опис модулів розширення.

Специфікація системи автоматизації абсорбційної колони показана в табл 3.1.

Таблиця 3.1 – Конфігурація ПЛК

| Модулі вводу/виводу | | Примітка |
|---------------------|-----------|--|
| Назва | Кількість | |
| BMX P34 2020 | 1 | Процесорний модуль Schneider Electric Modicon M340. |
| BMX CPS 2000 | 1 | Блок живлення ПЛК |
| BMX DRA 1605 | 1 | Модуль дискретних виходів (16 виходів) |
| BMX AMI 0810 | 1 | Модуль аналогових входів (8 входів) |
| BMX AMM 0600 | 1 | Модуль змішаних аналогових сигналів (4 входи і 2 виходи) |

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|---|----------------------|------|--------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Малютін І.О. | | | Розробка системи автоматизації абсорбційної колони | Літ. | Арк. | Аркуші |
| Керівник | | Киричук С.А | | | | 36 | 8 | |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | | НУХТ АК-4-2ск | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |
| | | | | | | | | |

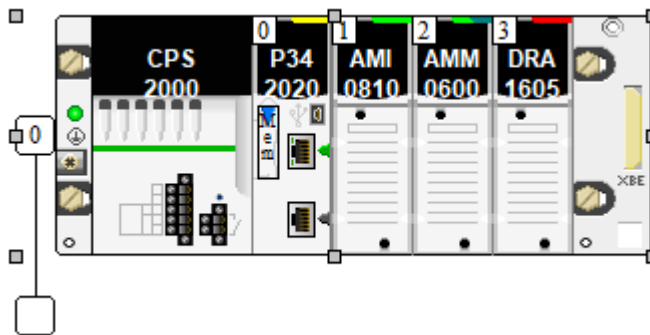


Рис 3.1 – Компонування модулів ПЛК М340

Дискретні виходи

Електромагнітні клапани, що мають живлення 24В постійної напруги. Відповідно до алгоритму, що описаний в програмі на клемній колодці або з'являється або зникає управляючий сигнал цим самим відкриваючи або закриваючи ВМ, що під'єднані до модуля ВМХ DRA 1605.

Аналогові входи

Датчики та перетворювачі з вихідним сигналом 4-20мА. Сигнал з датчиків та перетворювачів надходить на клемну колодку та потрапляє на АЦП модуля ВМХ АМІ 0810, де сигналом можна управляти в залежності від постановки задач.

Аналогові виходи

Датчики та частотний перетворювач. Управляючі сигнали подаються до відповідних елементів від модуля ВМХ АММ 0600.

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

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Під час розробки принципової електричної схеми було використано наступні компоненти:

- Пакетні вимикачі QF1-QF3 для вмикання або знеструмлення певних гілок технічними засобами;
- Блок живлення БЖ для перетворення змінної напруги 220В в постійну напругу 24В для живлення датчиків, модулів розширення та ВМ.

В принциповій електричній схемі живлення та в принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК для нумерації окремих груп провідників використовуються наступні позначення:

- Для нумерації провідників по яких протікає змінна напруга використовуються числа, що починаються з 800 (800-823).
- Для нумерації провідників по яких протікає постійна напруга використовуються числа, що починаються з 900 (900-917).
- Для нумерації провідників в яких проходить вимірювальний сигнал від датчика до ПЛК використовуються числа, що починаються зі 100 (100- 115).

Для нумерації провідників по яких проходить сигнал від ПЛК до ВМ використовуються числа, що починаються з 200 (200-209).

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

3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання подачі пом'якшеної води в абсорбційну колону

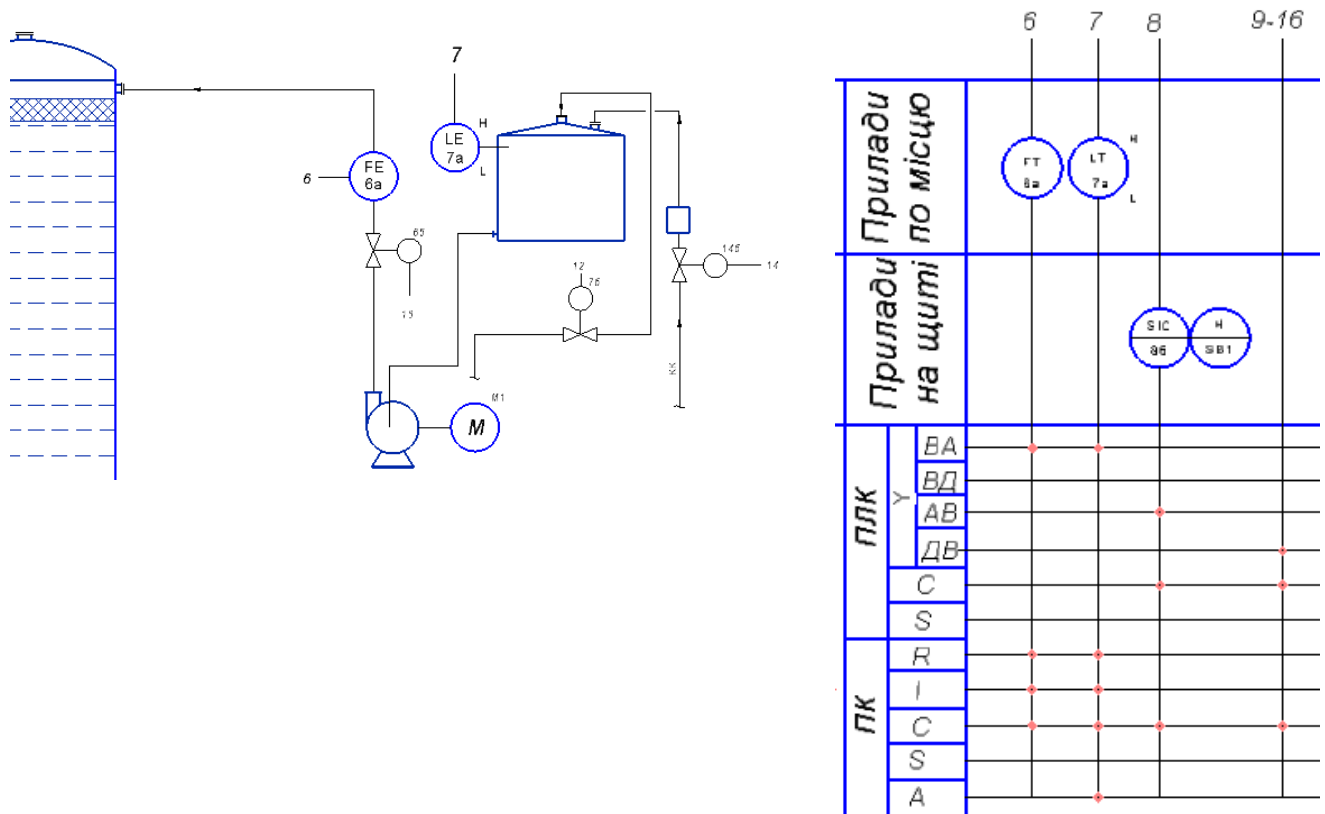


Рис 3.2 – Фрагмент схеми автоматизації контуру регулювання подачі пом'якшеної води в абсорбційну колону

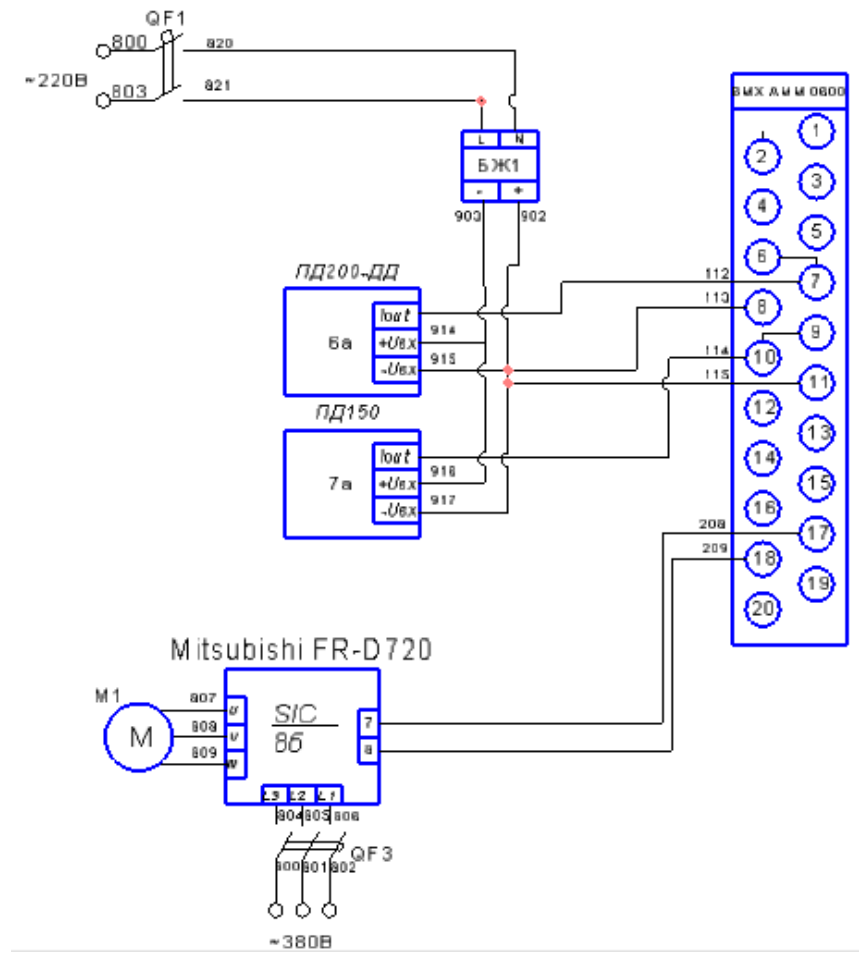


Рис 3.3 – Принципова розширена схема підключення датчиків та двигуна для регулювання подачі пом'якшеної води.

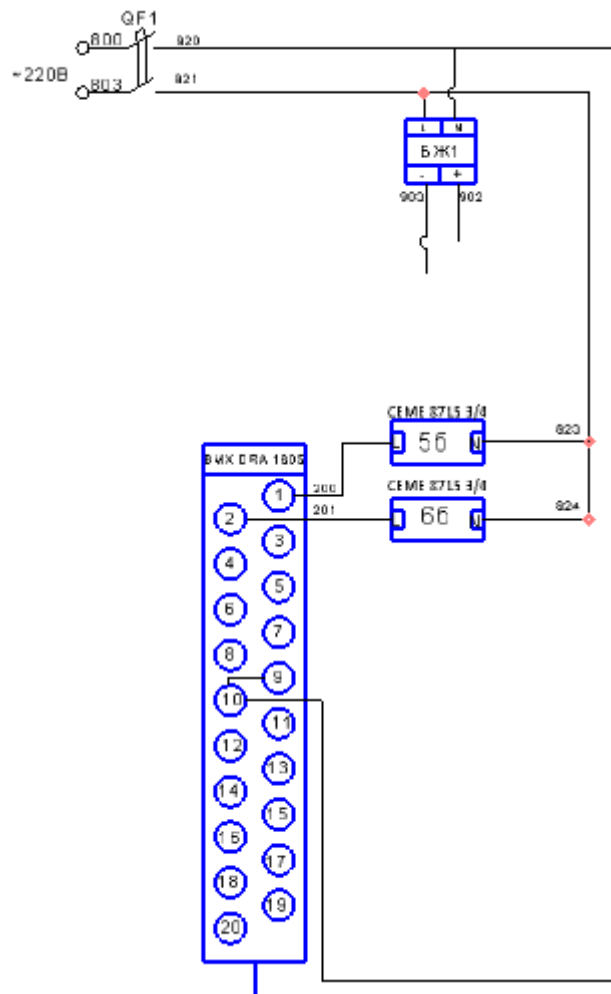


Рис 3.4 – Принципова розширена схема підключення клапанів ля регулювання подачі пом'якшеної води.

Підключення клапанів та датчиків в контурі регулювання подачі пом'якшеної води ідентичні тому для прикладу наведено підключення датчику тиску ПД200-ДД, та одного з клапанів, графічні схеми наведені нижче в цьому розділі, на рис 3.5, 3.6.

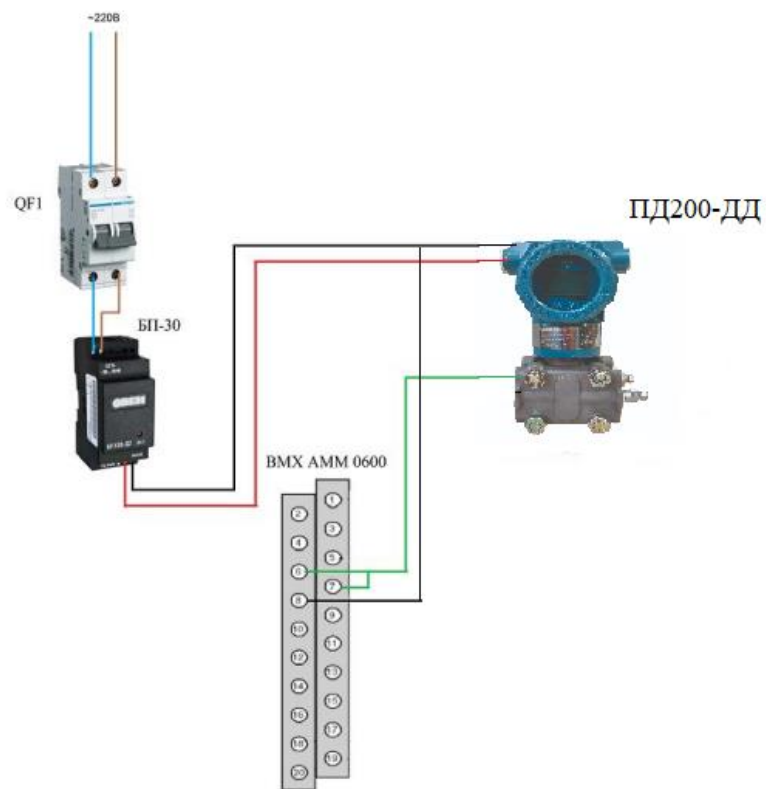


Рис 3.5 – Графічна схема підключення перетворювачу тиску ПД200-ДД.

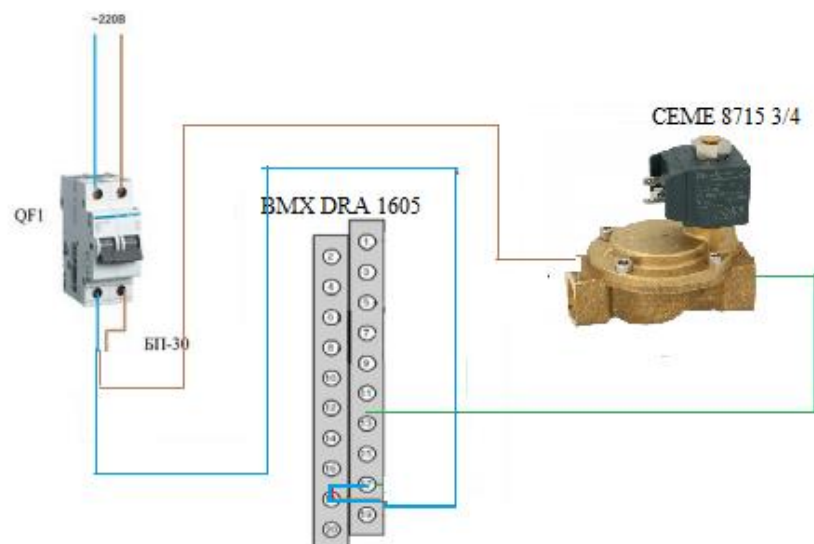


Рис 3.6 – Графічна схема підключення електромагнітного клапану.

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

Для зниження об'ємної частки оксидів азоту в хвостових газах на 46 тарілку абсорбційної колони подається пом'якшена вода або азотнокислий конденсат, регулюється клапаном СЕМЕ 8715 3/4 поз. (7б), з цеху К-5 з об'ємною часткою азотної кислоти не більше ніж 3 %, контролюється відповідним датчиком ПД150 поз (7а).

Якщо об'ємна частка азотної кислоти більше ніж 3 %, тоді пом'якшена вода або азотно-кислий конденсат 3 – 7 м³/год, подається з баку конденсату насосом, регулюється двигуном MITSUBISHI FR D720 поз. (М1), на зрошення абсорбційної колони регулюється клапаном регулятора, СЕМЕ 8715 3/4 поз. (6б).

Тиск пом'якшеної води не менший ніж 1,7 МПа (17 кгс/см²) контролюється відповідним датчиком тиску ПД 200-ДД поз. (6а).

Тепло реакції повинно бути в рамках 50 – 100 °С, контролюється ТСМ-1088 поз. (2а) одержане при утворенні азотної кислоти в абсорбційній колоні відводиться оборотною водою, регулюється клапаном поз.(10б), яка циркулює в змійовиках, розташованих на тарілках в нижній і середній частинах абсорбційної колони.

Температура оборотної води на вході в абсорбційну колону повинна бути не більша ніж 28 °С, контролюється відповідним датчиком температури ТСМ-1088 поз. (3а), тиск не менший ніж 0,4 МПа (4,0 кгс/см²), контролюється відповідним датчиком тиску IGP 10 T22 поз. (4а).

Оборотна вода після абсорбційної колони повертається в систему зворотного циклу для охолодження, регулюється клапаном СЕМЕ 8715 3/4 поз.(8б).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |

Розділ 4. Креслення встановленого технічного засобу.

Для вимірювання температури використовується термоперетворювач опору типу ТСМ-1088.

Термоперетворювач опору типу ТСМ-1088 призначений для вимірювання температури рідких газоподібних середовищ середовищ в різних галузях промисловості. Зовнішній вигляд термоперетворювача опору типу ТСМ-1088 зображено на рис 4.1, і схема його підключення на рис 4.2.



Рис 4.1 – Зовнішній вигляд термоперетворювача опору типу ТСМ-1088.

Технічні характеристики перетворювач опору ТСМ-1088:

- робочий діапазон вимірюваних температур, ° С
- для термопара ТСМ-1088 від -50 до +150;

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|--|------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Малютін І.О. | | | <i>Розробка системи автоматизації абсорбційної колонни</i> | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Керівник | | Киричук С.А | | | | | 44 | 2 |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | <i>НУХТ АК-4-2ск</i> | | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |

- умовне позначення НСХ перетворення (ДОСТ 6651)
для перетворювач опору термічний ТСМ-1088 50М, 100М;
- клас допуску (ДОСТ 6651)
для перетворювач температури ТСМ-1088 А, В, С;
- схематичне зображення з'єднань (ДОСТ 6651)
для термоперетворювач ТСМ-1088 2, 4;
- кількість чутливих елементів
для перетворювач опору ТСМ-1088 1;
- показник теплової інерції, с, не більше
ТСМ-1088 40;
ТСМ-1088 20;
- умовний тиск вимірюваного середовища P_u , МПа
для термометр опору ТСМ-1088 10;
для термометр опору ТСМ-1088 6,3;
для термометр опору ТСМ-1088 0,4;
- матеріал головки термоперетворювача сталь 08Х13 - для ТСМ- 1088
АГ- 4В або пропілен - для ТСМ- 1088;
- головка термоперетворювача водозахищеного виконання.

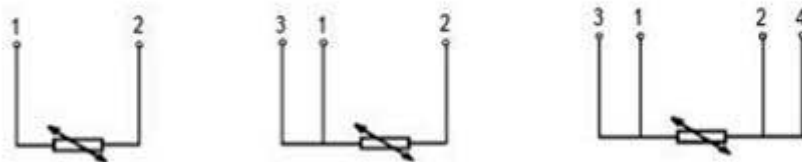


Рис 4.2 – Схема підключення термоперетворювача опору типу ТСМ-1088.

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

Монтажна схема термоперетворювача опору типу ТСМ-1088 показана на рис 4.3.

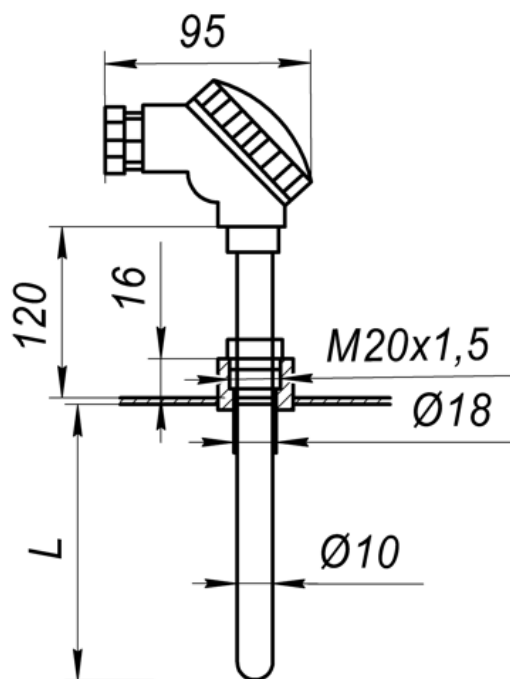


Рис 4.3 – Монтажна схема термоперетворювача опору типу ТСМ-1088

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

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

Алгоритм функціонування установки представлено у вигляді блок-схеми на рис 5.1.

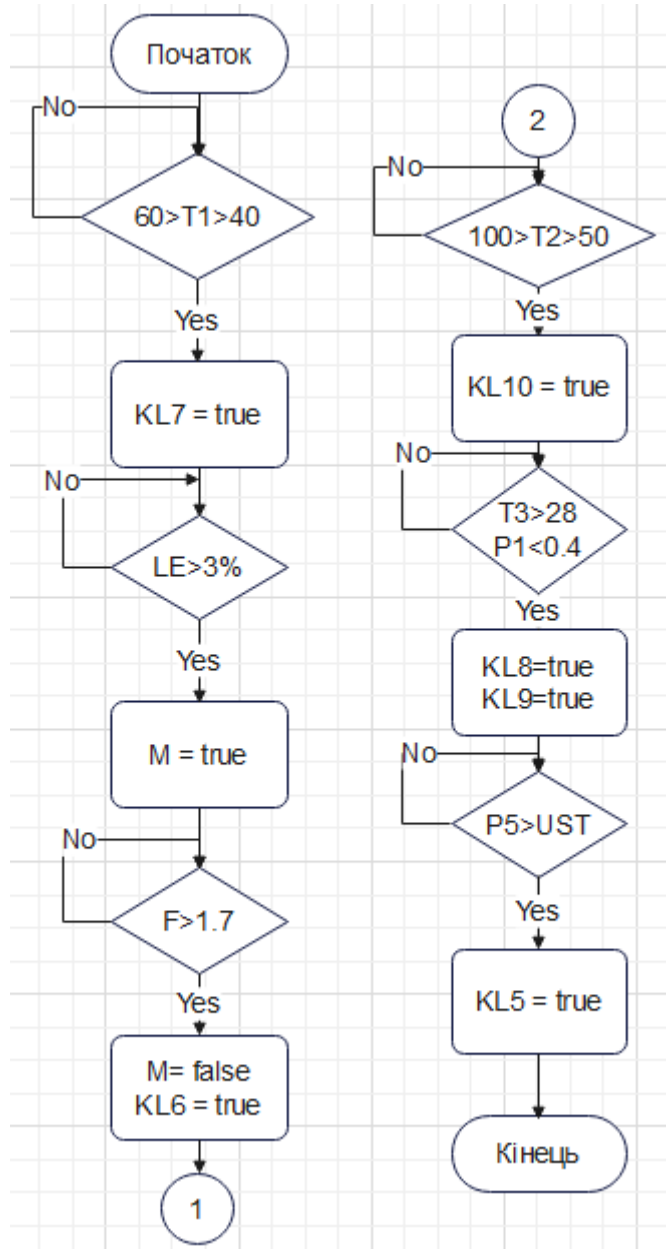


Рис 5.1 – Алгоритм функціонування установки

| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|---|----------------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Малютін І.О | | | <i>Розробка системи автоматизації абсорбційної колони</i> | Лім. | Арк. | Аркушів |
| Керівник | | Киричук С.А. | | | | | 47 | 3 |
| Зав. каф. | | Смітюх Я.В. | | | | <i>НУХТ АК-4-2ск</i> | | |
| Секр. ЕК | | Проскурка Є.С. | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Перелік змінних програми керування наведено в табл 5.1.

Таблиця 5.1 – Перелік змінних ПЛК

| Ім'я змінної | Адреса | Найменування |
|--------------|----------|--------------------|
| KL5 | %Q0.3.0 | Клапан |
| KL6 | %Q0.3.1 | Клапан |
| KL7 | %Q0.3.2 | Клапан |
| KL8 | %Q0.3.3 | Клапан |
| KL9 | %Q0.3.4 | Клапан |
| KL10 | %Q0.3.5 | Клапан |
| KL11 | %Q0.3.6 | Клапан |
| KL14 | %Q0.3.7 | Клапан |
| M1 | %QW0.1.4 | Насос |
| TT1 | %IW0.1.0 | Датчик температури |
| TT2 | %IW0.1.2 | Датчик температури |
| TT3 | %IW0.1.4 | Датчик температури |
| PT4 | %IW0.1.6 | Датчик тиску |
| PT5 | %IW0.2.0 | Датчик тиску |
| PT6 | %IW0.2.1 | Датчик тиску |
| LT7 | %IW0.2.2 | Датчик рівня |

Програма керування абсорбційною колоною складається з двох підпрограм, що написані на мові FBD. Основна програма керування показана на рис 5.2.

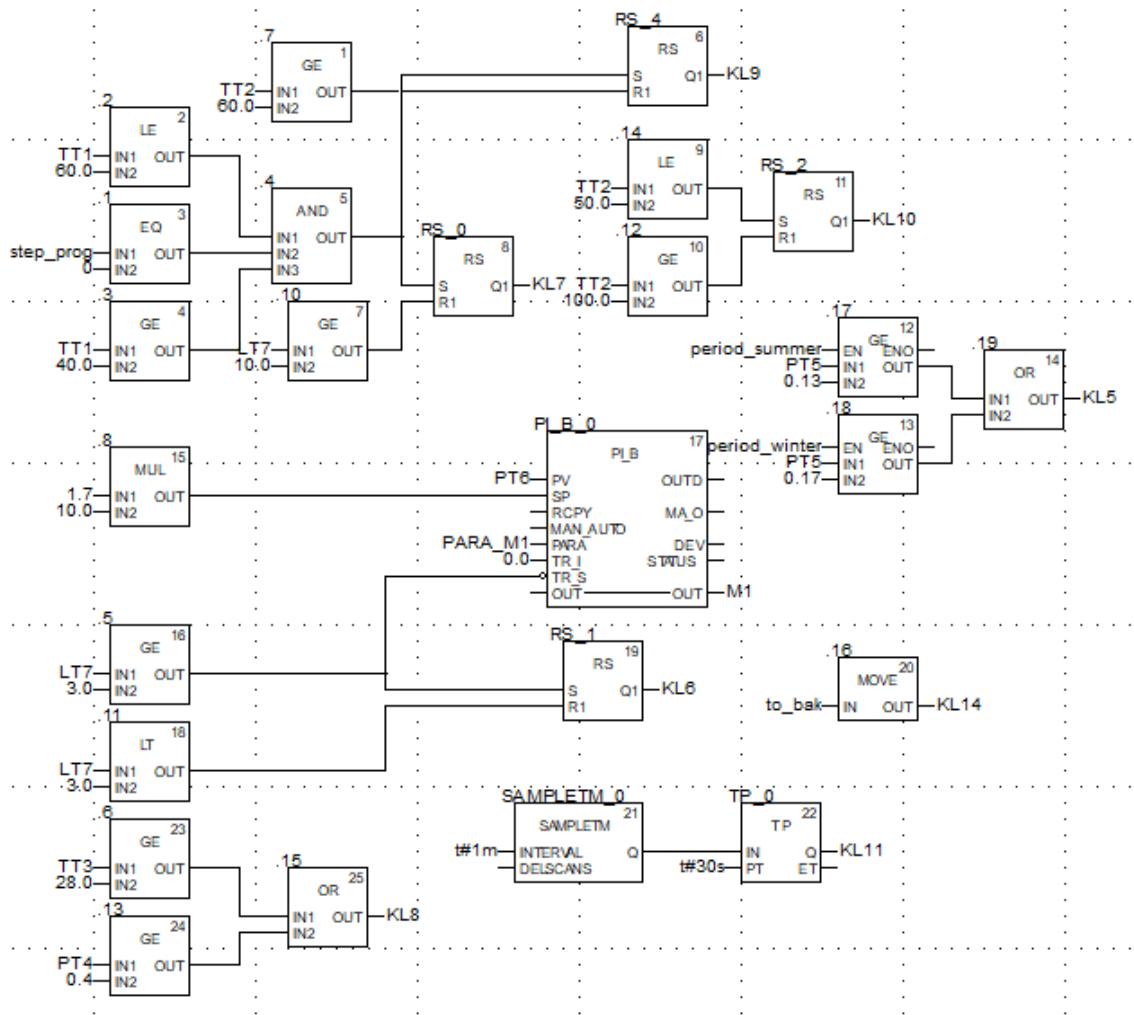


Рис.5.2 – Основна програма керування

Для масштабування аналогових величин та для адресації каналів ПЛК розроблено підпрограму масштабування, яка показана на рис 5.3.

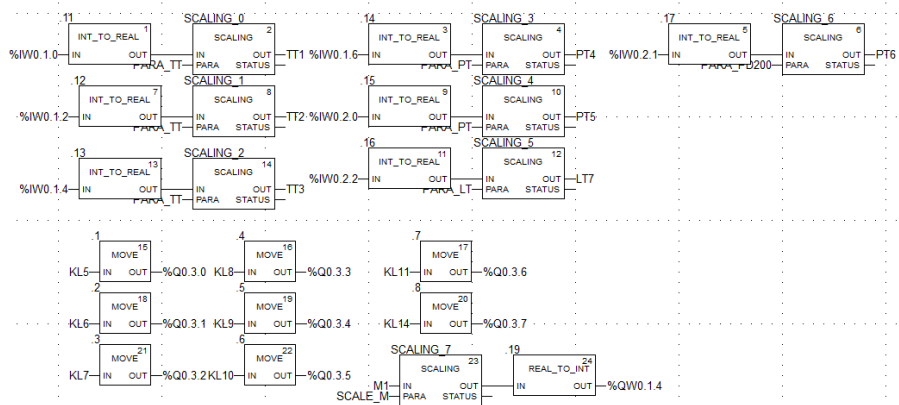


Рис.5.3 – Підпрограма масштабування

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

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

Мнемосхема системи автоматизації абсорбційної колони розроблена в SCADA-програмі Citect SCADA 2018 R2. Опис змінних мнемосхеми наведено в табл 6.1.

Таблиця 6.1. Опис змінних для SCADA-програми.

| Ім'я тегу | Адреси | Тип даних | Мін. Вхідне значення | Макс. Вхідне значення | Мін. Значення в одиницях виміру | Макс. Значення в одиницях виміру |
|-----------|--------|-----------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| M1 | %MW12 | REAL | 0.0 | 750.0 | 0.0 | 750.0 |
| TT1 | %MW20 | REAL | -50.0 | 150 | -50.0 | 150.0 |
| TT2 | %MW22 | REAL | -50.0 | 150 | -50.0 | 150.0 |
| TT3 | %MW23 | REAL | -50.0 | 150 | -50.0 | 150.0 |
| KL5 | %M1 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |
| KL6 | %M2 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |
| KL7 | %M3 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |
| KL8 | %M4 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |
| KL9 | %M5 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |
| KL10 | %M6 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |
| KL11 | %m7 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |
| KL14 | %M8 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |
| LT7 | %MW10 | REAL | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 100.0 |
| PT4 | %MW14 | REAL | 0.0 | 10.0 | 0.0 | 10.0 |
| PT5 | %MW16 | REAL | 0.0 | 10.0 | 0.0 | 10.0 |
| PT6 | %MW18 | REAL | 0.0 | 13.0 | 0.0 | 13.0 |
| TO_BAK | %M11 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |
| SUMMER | %M9 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |
| WINTER | %M10 | DIGITAL | 0 | 1 | 0 | 1 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|----------------------|---------------|-------------|---|--|--|-------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | | | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Малютін І.О.</i> | | | <i>Розробка системи автоматизації абсорбційної колони</i> | | | | | |
| <i>Керівник</i> | | <i>Киричук С.А</i> | | | | | | | | 50 |
| <i>Зав.каф</i> | | <i>Смітюх Я.В</i> | | | <i>НУХТ АК-4-2ск</i> | | | | | |
| <i>Секр.ЕК</i> | | <i>Проскурка Є.С</i> | | | | | | | | |

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Мнемосхема призначена для відображення процесу для полегшення керування та зниженню аварійних ситуацій. Відеокадри мнемосхеми оператора системи автоматизації абсорбційної колони показані на рис 6.1.

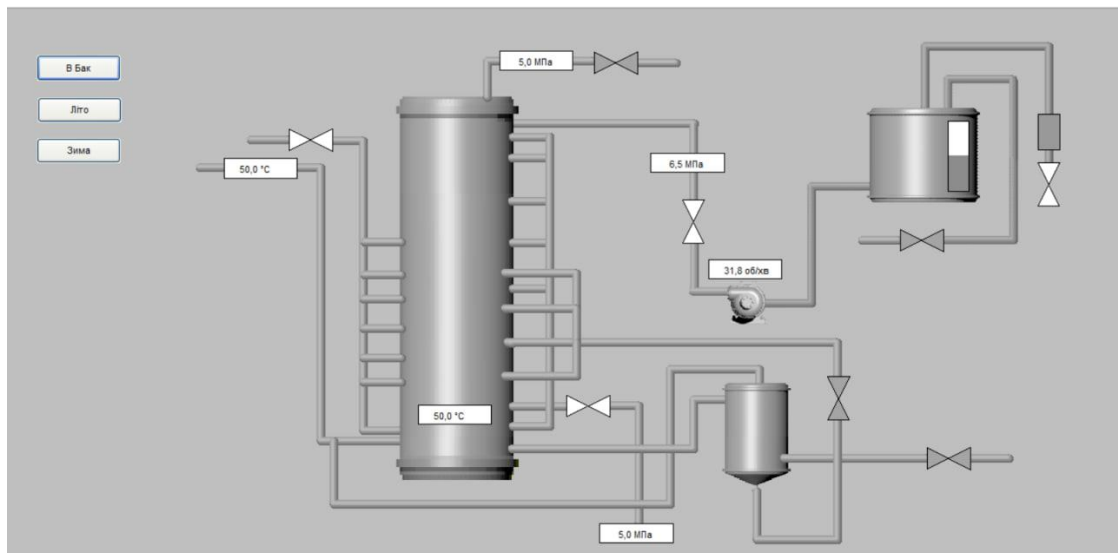


Рис.6.2 – Мнемосхема технологічного процесу

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

Висновок

В даній кваліфікаційній роботі було розроблено систему автоматизації абсорбційної колони.

Було застосовано сучасні датчики, ПЛК Schneider Electric M340 та виконавчі механізми різного призначення. Для написання програми було використано програмне забезпечення Unity Pro, а для візуалізації процесу було використано програмне забезпечення Citect SCADA R2 2018.

Розроблено наступні схеми автоматизації: Функціональна, Принципова, а також монтажна схема встановлення датчика.

Розроблена проектна документація з використанням усіх сучасних засобів автоматизації, що забезпечує найбільш оптимальне проходження технологічного процесу.

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

Список використаної літератури

1. Термоперетворювач опору типу ТСМ-1088 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ukrspecavtomat.com.ua/products/termopreobrazovateli-soprotivleniya-tsp-tsm-1088/>.

2. Перетворювач тиску типу IGP10-T22 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.se.com/us/en/download/document/PSS2A-1C13F/>.

3. Перетворювач тиску ПД200-ДД [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://owen.ua/ru/arhiv-produkcii/pd200-vysokotochnyj-datchik-davlenija-s-indikaciej>.

4. Манометр ОВЕН ПД150 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://owen.ua/ru/arhiv-produkcii/pd150-datchik-davlenija-dlja-kotelnoj-avtomatiki-i-ventiljacii#:~:text=Датчик%20ОВЕН%20ПД150%20представляет%20собой,\)%20и%20дымовых%20\(топочных\).](https://owen.ua/ru/arhiv-produkcii/pd150-datchik-davlenija-dlja-kotelnoj-avtomatiki-i-ventiljacii#:~:text=Датчик%20ОВЕН%20ПД150%20представляет%20собой,)%20и%20дымовых%20(топочных).)

5. Електромагнітний клапан СЕМЕ 8715 $\frac{3}{4}$ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://220volt.com.ua/elektromagnitnij-klapan-ceme-8715/>.

6. Частотний перетворювач FR-D720S-070 Mitsubishi [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://elektromotor.com.ua/ua/p531787998-preobrazovatel-chastoty-mitsubishi.html>.

7. Двигун АМУ71В8 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://nasosenergoprom.ua/ru/goods/view/19866269/all/elektrodvigatel-asinhronnyu-amu71v8-0-25-kvt-750-ob--min-ukrayina-amu71v8/>.

8. Компонування МПК [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.se.com/ua/uk/>.

9. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.

10. 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.

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

11. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.

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

13. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.

14. 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.

15. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.

16. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.

17. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.

18. 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.

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

20. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.

21. 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.

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

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.

27. 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.

28. 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 Uchbovoi Literature, 2014.- 240 p.

29. 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.

30. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування)

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

[Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

31. 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

32. 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.

33. 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.

34. 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.

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

36. 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.

37. 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. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 56 |