

**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)

«04» червня 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Ярослав СМІТЮХ
(підпис) (ім'я та прізвище)

«04» червня 2024 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 сепаратора аміаку

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

_____ Смовж Марк Миколайович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Проскурка Євген 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 _____ Юлія Куєвда _____
(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 – 2024 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав СМІТЮХ

«15» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Смовж Марк Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації сепаратора аміаку*

керівник роботи *ст. викл Проскурка Євген Сергійович*

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

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

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

3. Вихідні дані до роботи

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

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

Вступ. 1. 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 15 квітня 2024 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 Марк СМОВЖ

_____ (підпис)

Керівник роботи Євген ПРОСКУРКА

_____ (підпис)

Анотація

В кваліфікаційній роботі приводиться опис розробки системи автоматизації процесу сепарації аміаку.

Система автоматизації процесу сепарації аміаку розроблялася з використанням промислового логічного контролера ПЛК160 від виробника ОВЕН.

Детально розглянуто принципи монтажу технічного засобу автоматизації – Датчика температури ТСП – 1088 та клапана Masoneylan,PN-ANSI2500.

З використанням програмного забезпечення Codesys 3.5.15 розроблена дисплейна мнемосхема для автоматизованого робочого місця оператора.

Ключові слова: аміак, автоматизація, ПЛК160, сепаратор, PN-ANSI2500

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

The qualification work describes the development of a system for automating the ammonia separation process. The automation system for the ammonia separation process was developed using the PLC160 industrial logic controller from the manufacturer OWEN. The principles of mounting the automation device - the TSP-1088 temperature sensor and the Masoneylan valve, PN-ANSI2500, are discussed in detail. A display mnemonic diagram for the operator's automated workplace was developed using Codesys 3.5.15 software.

Keywords: ammonia, automation, PLC160, separator, PN-ANSI2500

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації	8
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації.....	10
Розділ 2. Система автоматизації	11
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, Виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	11
2.2 Схема автоматизації.....	19
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	21
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	22
3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	22
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	27
3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	30
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів	33
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	35
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	38
6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	38
6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	39
Висновки	41
Список використаної літератури	42

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вступ

В теперішній час для керування все ширше застосовують автоматизовані системи управління (АСУ) – людино-машинні системи, які забезпечують автоматичний збір та обробку інформації, необхідну для оптимізації керування. При цьому під процесом оптимізації розуміють вибір такого варіанту керування, при якому досягається мінімальне або максимальне значення критерію керування.

Автоматизація залишається однією з головних задач промислового виробництва і соціальної сфери в різні періоди економічного розвитку сучасного суспільства. З часом автоматизація стає все більш широким поняттям, включаючи в себе деякі нові завдання свого наукового і технічного розвитку: комп'ютеризацію, роботизацію та інші спеціальні галузі науки. Однак зміст і основне її призначення залишається незмінним – полегшення або повна заміна важкої фізичної праці людини засобами автоматизації.[1]

Не існує галузі промисловості, в якій не було б потреби застосування АСКТП. Однією із основних переваг АСКТП є зниження (аж до повного виключення) впливу так званого людського фактору на процес, скорочення персоналу, мінімізація витрати сировини, покращення якості вихідного продукту і суттєве підвищення ефективності виробництва. Основними функціями таких систем є контроль і керування, обмін даними, обробка, накопичення і зберігання інформації, формування сигналізації, побудова графіків та звітів.[2]

Програмований логічний контролер (ПЛК) – використовується для автоматизації технологічних процесів таких як, управління конвеєрною лінією, насосами на станціях водопостачання, верстатами з числовим програмним керуванням тощо. По суті, це спеціалізований комп'ютер реального часу, що розроблений на основі мікроконтролера. Основною його відмінністю від комп'ютерів загального призначення є значна кількість пристроїв вводу-виводу для давачів та виконавчих пристроїв, а також можливість надійної роботи при несприятливих умовах: широкий діапазон температур, висока вологість, сильні електромагнітні завади, вібрації тощо.[3]

Основним принципом дії ПЛК є циклічна робота, у якій контролер виконує по черзі окремі команди у такій послідовності, в якій вони записані у програмі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Сепарація — в техніці, різні процеси розділення змішаних об'ємів різнорідних часток: сумішей твердих матеріалів, рідин різної густини, емульсій, твердих матеріалів, суспензій твердих частинок або краплинок в газі. До процесів сепарації відносяться всі методи збагачення корисних копалин, а також поділ по фазовому складу суспензій, пило-газових сумішей (знепилювання і пиловловлювання), емульсій (вода-нафта, вода-органічний екстрагент і т. д.).[4]

Сепаратор – апарат, що здійснює поділ продукту на фракції з різними характеристиками: наприклад, поділ двох рідин — моторної олії та води, або відділення суспензії від рідини — осаду.[5] На рисунку 1.1 зображений сепаратор аміаку.



Рисунок 1.1 – Сепаратор аміаку

					Кваліфікаційна робота			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Смовж М.М.			Розробка системи автоматизації сепаратора аміаку	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Проскурка Є.С.					8	3
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2СК		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Характеристика сепаратора аміаку:

- внутрішній діаметр 600 мм;
- виробнича потужність 13580 м³/Г;
- робочий тиск 5,72 МПа;
- робочий об'єм 5 м³;
- висота, 3400 мм;
- маса 2500 кг.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1 – Завдання на розробку системи автоматизації.

Машина агрегат, установка	Параметр, Місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю
Теплообмінник	Температура газу	180 °С	Контроль	Відображення	Індикація
	Тиск	15МПа	Контроль	Відображення	Індикація
Холодильник конденсатор	Температура газу	40°С	Контроль	Відображення	Індикація
Сепаратор	Рівень	60%	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 46
Циркуляційний газ нагнітання з компресора	Температура	180 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 56
Продувні газу Водень	Тиск газу	27МПа	Контроль	Відображення	Індикація
	Температура	90 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 36
Газ з теплообмінника	Тиск газу	17МПа	Контроль	Відображення	Індикація
Циркуляційний газ з котла утилізатора	Температура	80 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан 26
	Тиск газу	15МПа	Контроль	Відображення	Індикація
Труба з проточною холодною водою	Температура	3°С	Контроль	Відображення	Індикація

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Розділ 2. Система автоматизації

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

Вимірювання температури в міжтрубному просторі, теплообміннику

Термоперетворювачі опору набули широкого розповсюдження завдяки простоті монтажу та налагодженню, а також надійності.

Термоперетворювач опору призначений для вимірювання температури рідких і газоподібних середовищ у вибухонебезпечних зонах, в яких можуть міститися аміак, азотно-воднева суміш вуглекислий газ, природний або концентрований газ і його компоненти. Термоперетворювачі мають вибухобезпечний рівень вибухозахисту.

В даній системі автоматизації було виконано модернізацію термометра опору ТСП “ВЗЛЕТ” на ТСП-1088, завдяки більшому діапазону виміру температур та економічній доцільності.[6]

Основні характеристики датчика температури ТСП-1088:

- точне і достовірне визначення з високим ступенем надійності;
- добра стійкість в різних середовищах;
- всі датчики відповідають рівню захисту IP67;
- робочий діапазон вимірюваних температур від - 50°C до 200°C;
- захист від короткого замикання, захист від зворотної полярності;
- вибухозахист 1ExdIICT6;
- вихідний сигнал від 4 мА до 20 мА.

Термоперетворювач опору ТСП-1088 показано на рисунку 2.1.

					Кваліфікаційна робота			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Смовж М.М.			Розробка системи автоматизації сепаратора аміаку	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Проскурка Є.С.					11	11
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2СК		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд термоперетворювачем опору ТСП-1088

Термоперетворювач опору ТСП “ВЗЛЕТ” показано на рисунку 2.2. [7]



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд термоперетворювача опору ТСП “ВЗЛЕТ”

Основна характеристика датчика температури ТСП “ВЗЛЕТ”:

- номінальне значення W100 1,3850 ;
- діапазон вимірюваної температури, ° С від 0 до 180 (від мінус 50 до 100);
- діапазон вимірюваної різниці температур, ° С від 3 до 180;
- схема підключення 4-х провідна;
- ступінь захисту IP65.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Для нормальної роботи ТСП-1088, а саме, для уніфікації вихідного сигналу термоопору, було вибрано нормувальний перетворювач температури з виходом від 4мА до 20 мА.[8]

Основні технічні характеристики НПТ-2:

- номінальне значення напруги живлення (постійного струму) 24 В;
- діапазон допустимих напруг живлення (постійного струму) 12 – 36 В ;
- діапазон вихідного струму перетворювача 4 – 20 мА ;
- функція перетворення вхідних сигналів лінійна.

Нормувальний перетворювач температури НПТ-2 зображено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Нормувальний перетворювач температури НПТ-2

Датчики тиску в міжтрубному просторі

В ході модернізації сепаратора аміаку було виконано заміну датчика тиску SITRANS LH300 на його більш сучасну та дешевшу версію Sitrans P серії ZD з встроєним перетворювачем та цифровим індикатором. Вимірювальний перетворювач SITRANS P, серії ZD, призначений для виміру відносного і абсолютного тиску рідин і газів, виміру і відображення тиску за місцем - датчик показано на рисунку 2.4.[9]

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд SITRANS P ZD

Основні характеристики перетворювача тиску Sitrans P ZD:

- міцний корпус з нержавіючої сталі з 2 варіантами підключення;
- 2-х провідна система підключення з вихідним сигналом 4...20 мА;
- вбудований дисплей з сигналізацією стану;
- точність вимірювання < 0,25%;
- ступінь захисту IP65;
- робоча температура від -25 до +85 °С;
- діапазон вимірювання від 0 до 400 бар.

На рисунку 2.5 зображено датчик тиску SITRANS LH300[10].



Рисунок 2.5 – Датчик тиску SITRANS LH300

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Основні характеристики датчика тиску SITRANS LH300:

- точність вимірювань: 0.15%;
- діапазон вимірювань: від 0...1мН20 до 0...40мН20;
- матеріал корпусу: нержавіюча сталь 316L;
- ступінь захисту: IP68;
- сертифікати захисту: IEC та ATEX.

Регулювання газу та води за допомогою клапанів

Для регулювання подачі газу та води в трубах пропонується надійний клапан від фірми Masoneylan, моделі PN-ANSI2500.

Клапан призначені для регулювання та подачі в установку та в трубопроводі аміаку під великим тиском. Клапан зображено на рисунку 2.6.[11]

Основні характеристики клапана PN-ANSI2500:

- діапазон регулювання 100:1;
- робоча температура від -200°C до +400°C;
- виготовлений з нержавіючої сталі;
- виконавчий механізм пневматичний з пружинної мембраной.



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд кутового клапана Masoneylan,PN-ANSI2500

Для вимірювання рівню в сепараційній установці пропонується застосувати рівнемір SITRANS LG 270.[12]

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Вимірювання рівня аміаку

Хвилеводний радарний датчик рівня SITRANS LG 270 призначений для безперервного вимірювання рівня рідин та сипких матеріалів, а також рівня поділу фаз рідин у нафтогазовій, хімічній та інших галузях промисловості датчик показано на рисунку 2.7.

Основні характеристики рівнеміра LG 270:

- діапазон вимірювання рівня від 0,08 м до 75 м;
- діапазон температур вимірюваного середовища від -196 °С до +450 °С;
- максимально допустима похибка ± 15 ;
- габаритні розміри 130мм x 116мм x 476 мм;
- діапазон тиску вимірюваного середовища від -0,1 МПа до +40 МПа;
- ступінь захисту IP 67;
- термін служби не менш ніж 10 років;
- вибухозахист ExtIICT...Da, Da/Db, Db IP66.



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд рівнеміра SITRANS LG 270

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Блок Живлення

Для забезпечення функціонування системи автоматизації сепаратора аміаку в якості блока живлення стабілізованої напруги постійного струму було обрано блок живлення ОВЕН БП60. Він використовується для живлення програмованого логічного контролера та датчиків, що підключені до ПЛК. Зовнішній вигляд блоку живлення ОВЕН БП60 зображено на рисунку 2.8 [13].

Характеристики блоку живлення ОВЕН БП60:

- робоча температура: від -20°C до $+50^{\circ}\text{C}$;
- потужність, Вт: 60;
- вихідна напруга ($U_{\text{вих.}}$), В: 60 В;
- максимальний вихідний струм. 1 А.



Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд блоку живлення ОВЕН БП60

Модуль розширення

Використовується модуль розширення МВ110-224-8А збільшення кількості аналогових входів та виходів для контролера ОВЕН ПЛК160 модуль, розширення показано на рисунку 2.9 [14].

Основні переваги та характеристики контролера МВ110-224-8А:

- інтерфейс зв'язку з комп'ютером RS-485;
- напруга живлення 220В;
- 8 універсальних каналів аналогового вводу;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- термопари: L, J, N, K, S, R, B, T, A-1, A-2, A-3;
- уніфіковані сигнали: 4-20 мА, 0-20 мА, 0-5 мА, +/-50мВ, 0-1 В;
- максимальна зведена похибка $\pm 0,25$;
- кількість аналогових входів 8.



Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд модуля розширення MB110-224-8A

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2.2 Схема автоматизації

Об'єктом автоматизації в данному курсовому проекті є система сепарації аміаку, яка призначена для високопродуктивного сепарування аміаку у танкери.

Із загального колектора циркуляційний газ подається в міжтрубний простір гарячого теплообмінника, де відслідковуються покати тиску та температури за допомогою датчиків Sitrans P ZD та ТСП - 1088 (поз. 4а, 1а).

Циркуляційний газ, який надходить в теплообмінник, підігрівається до температури не вищої ніж 180 °С газом, який виходить з трубного простору котла-утилізатора, і направляється в колону синтезу аміаку.

Циркуляційний газ з котла-утилізатора охолоджується в трубному просторі гарячого теплообмінника циркуляційним газом нагнітання компресора (який надходить по трубопроводу ГО та на якому встановлений датчик температури ТСП – 1088 (поз. 10а)) до температури не вищої ніж 80 °С. Далі газ надходить у водяний холодильник-конденсатор, на якому встановлений датчик температури (поз. 9а). Холодильник-конденсатор є вертикальним циліндричним теплообмінним апаратом з U-подібними трубками, суміщеним з сепаратором первинної конденсації.

При охолодженні циркуляційного газу в трубках водяного холодильника-конденсатора оборотною водою відбувається часткова конденсація аміаку. Газорідина суміш прямує далі в сепаратор первинної конденсації, де відбувається відокремлення аміаку та вимірювання його рівня в сепараторі за допомогою датчика рівня LG 270 (поз 7а). Якщо рівень аміаку в сепараторі досягає 60% відкривається клапан зливу (поз. 4б) і суміш прямує на магнітні фільтри де потім потрапляє до збірника аміаку.

З сепаратора циркуляційний газ з температурою не вищою ніж 40 °С надходить в трубний простір конденсаційної колони, де охолоджується циркуляційним газом після сепаратора вторинної конденсації.

Передбачена видача продувних газів на установку сепарації водню цеху А-5. Продувні гази проходять через встановлений клапан (поз. 3б), та з тиском не більшим ніж 27 МПа (270 кгс/см²) (поз. 11а) надходять по трубопроводу на

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установку сепарації водню цеху А-5.

В залежності від підтримання необхідної концентрації водню в продувних газах можлива їх видача після сепаратора. На рисунку 2.10 показана функціональна схема автоматизації сепаратора аміаку

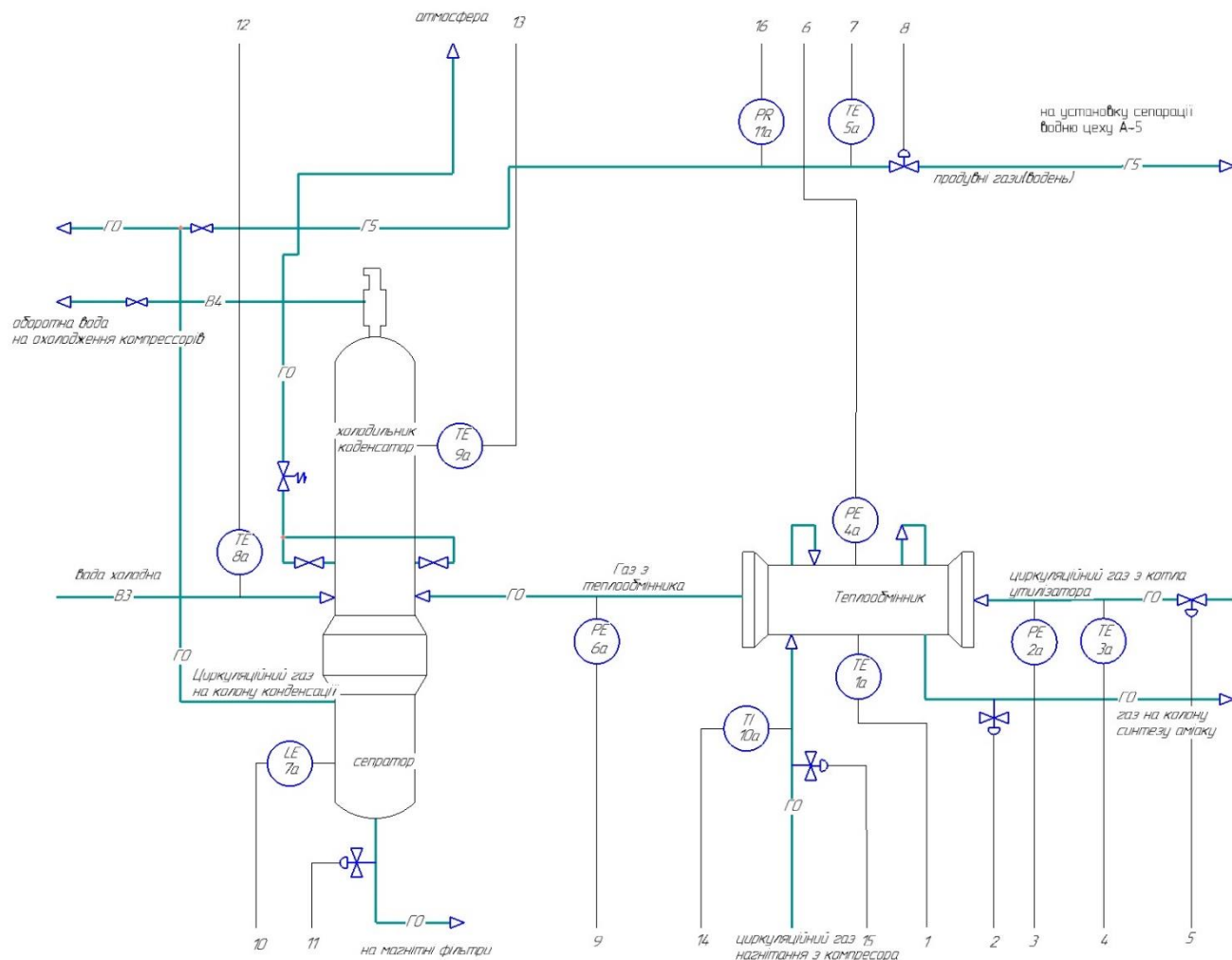


Рисунок 2.10 – Функціональна схема автоматизації процесу сепарації аміаку

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація засобів автоматизації

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Кількість	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	1а, 3а, 5а, 8а, 9а, 10а	По місцю	Датчик температури з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 DC	ТСП-1088	6	ОВЕН Україна
2	2а, 4а, 6а, 11а	По місцю	Перетворювач тиску Sitrans P ZD. – 2х провідна система підключення з вихідним сигналом 4...20 мА. діапазон вимірювання від 0 до 400 бар	Sitrans P ZD	4	ОВЕН Україна
3	16, 26, 36 46, 56	На щиті	Високопродуктивний регулюючий клапан PN-ANSI2500.робоча температура від -200°С до +400°С	PN-ANSI2500	5	Masonefran США
4	7а	На щиті	Рівнемір високоточний. діапазон тиску вимірюваного середовища від -0,1 МПа до +40 МПа. діапазон вимірювання рівня від 0,08 м до 75 м	LG 270	1	Endress+Hauser Швейцарія

					Кваліфікаційна робота		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			21

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

3.1 Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

В даній системі автоматизації сепаратора аміаку використовуємо промисловий логічний контролер виробництва фірми «ОВЕН». Контролери ОВЕН – це моноблочні контролери з дискретними і аналоговими входами / виходами на борту для автоматизації малих систем. Контролер призначений для:

- вимірювання та автоматичного регулювання температури (при використанні в якості первинних перетворювачів термометрів опору), а також інших фізичних параметрів, значення яких первинними перетворювачами (датчиками) може бути перетворене в напругу постійного струму, уніфікований електричний сигнал постійного струму або активний опір;

- вимірювання аналогових сигналів струму або напруги;

- вимірювання дискретних входних сигналів;

- управління дискретними (релейними) виходами;

- керування аналоговими виходами;

- прийом і передачу даних по інтерфейсах RS-485, RS-232, Ethernet;

- виконання користувацької програми з аналізу результатів вимірювання дискретних і аналогових входів, – управління дискретними входами і виходами, передачі та прийому даних по інтерфейсах RS-485, RS-232, Ethernet. Контролер може застосовуватися для створення систем автоматизованого управління технологічним обладнанням в енергетиці, на транспорті, в т. ч. залізничному, в різних галузях промисловості, житлово-комунального та сільського господарства.

В якості контролера було вибрано контролер ОВЕН ПЛК160, прилад зображено на рисунку 3.1.[15]

					Кваліфікаційна робота			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Смовж М.М.			Розробка системи автоматизації сепаратора аміаку	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Проскурка Є.С.					22	11
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2СК		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Основні переваги та характеристики контролера ОВЕН ПЛК160:

- швидкісні входи для обробки енкодерів;
- вбудовані дискретні та аналогові входи/виходи на борту;
- робота за заздалегідь обговореними сценаріями при підмиканні до контролера USB-накопичувачів або ведення архіву роботи обладнання;
- 3 послідовних порти RS-232, RS-485;
- живлення: 220 В і 24 В;
- діапазон робочих температур від -40 до +55 °С;
- число циклів перезапису необмежена;
- частота процесора 400МГц;
- обсяг енергонезалежної пам'яті 6 Мб (Flash).



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд контролера ОВЕН ПЛК160

Схема розташування контактів для підключення зовнішніх ланцюгів контролера ОВЕН ПЛК160 зображена на рисунку 3.2.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

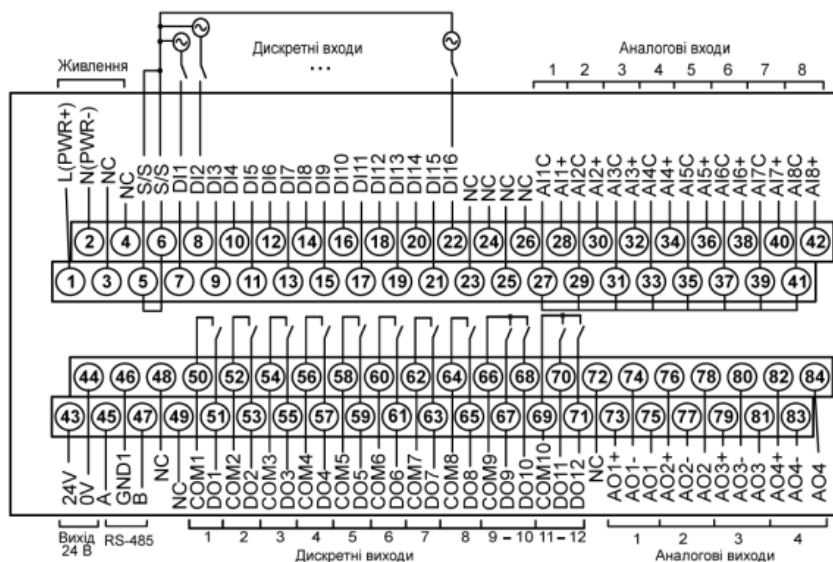


Рисунок 3.2 – Схема розташування контактів для підключення зовнішніх ланцюгів контролера ОВЕН ПЛК160

Функціональну схему підключення контролера ОВЕН ПЛК160 зображено на рисунку 3.3.

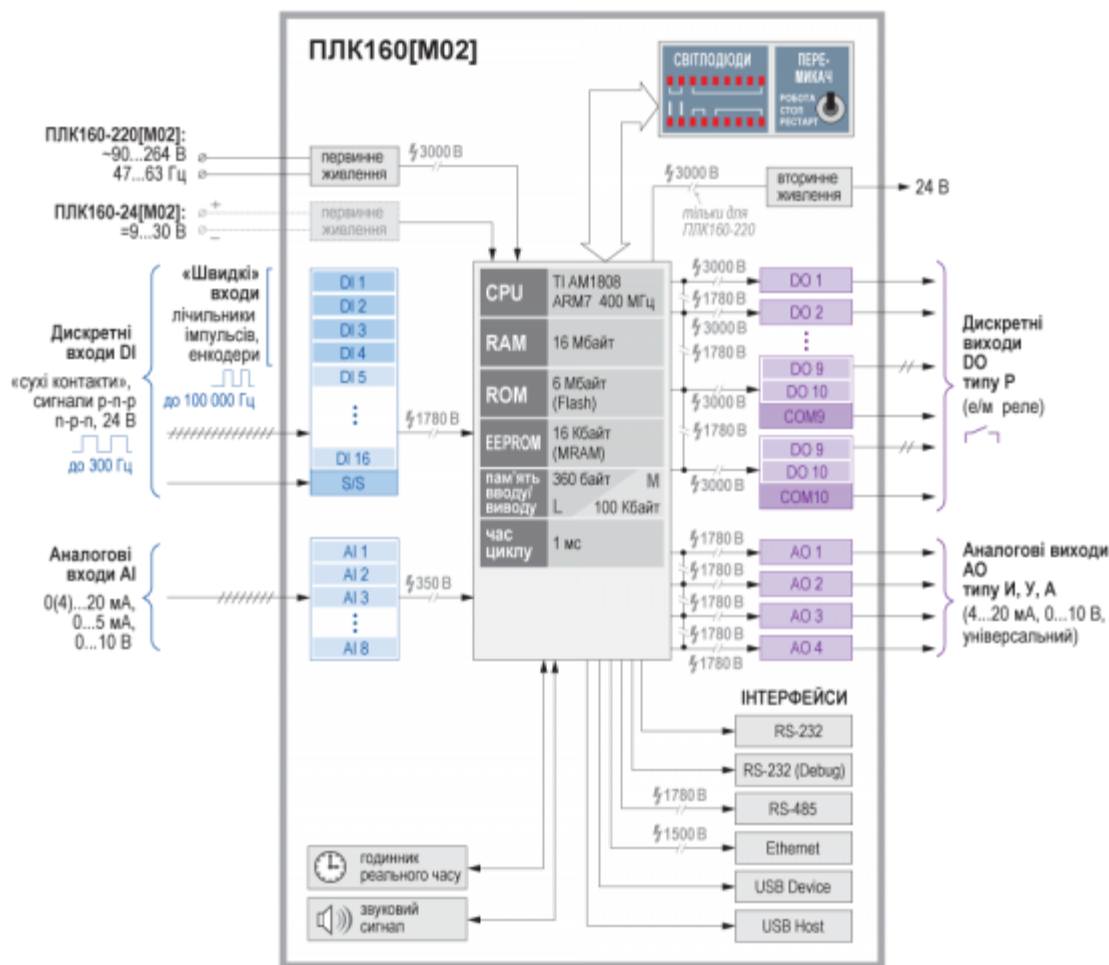


Рисунок 3.3 – Функціональна схема підключення контролера ОВЕН ПЛК160

Вибрані модулі для ОВЕН ПЛК160 наведено в таблиці 3.1 та на рис. 3.1

Таблиця 3.1. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
ВМХ-CPU-1600	1	Процесорний модуль ОВЕН ПЛК160
ВМХ-DO-3200	1	Модуль дискретних входів (32 входів)
ВМХ-DI-3200	1	Модуль дискретних входів (32 входів)
ВМХ-AI-0800	1	Модуль аналогових входів (8 входів)
ВМХ-AI-1600	1	Модуль аналогових входів 12 входів)
ВМХ-AO-0800	1	Модуль аналогових виходів (8 виходів)
ВМХ-AO-1600	1	Модуль аналогових виходів (16 виходів)
ВМХ DDO 1602	1	Модуль дискретних виходів (16 виходів)

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Електрична схема підключення — вид електричної схеми, що показує зовнішні підключення виробу. В ході розробки електричної схеми підключень було, також, розроблено розширені схеми підключень для окремого контуру управління процесом сепарації аміаку. [16]

На рисунку 3.4 зображена розширена схема підключення перетворювача тиску Sitrans P ZD до контролера ОВЕН ПЛК160.

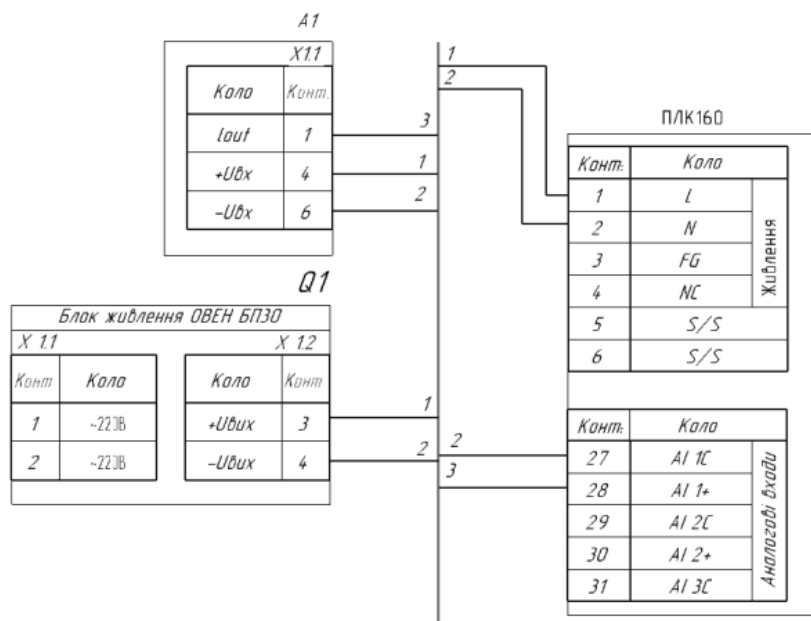


Рисунок 3.4 – Підключення датчика тиску фірми Sitrans P з встроєним перетворювачем тиску серії ZD до промислового контролера ОВЕН ПЛК160

Підключення терпомеретворювачу опору ТСП-1088 та нормувального перетворювача температури до промислового контролера ОВЕН ПЛК160 зображено на рисунку 3.5.

Підключення дискретного датчика рівня SITRANS LG 270 до промислового контролера ОВЕН ПЛК160 зображено на рисунку 3.6.

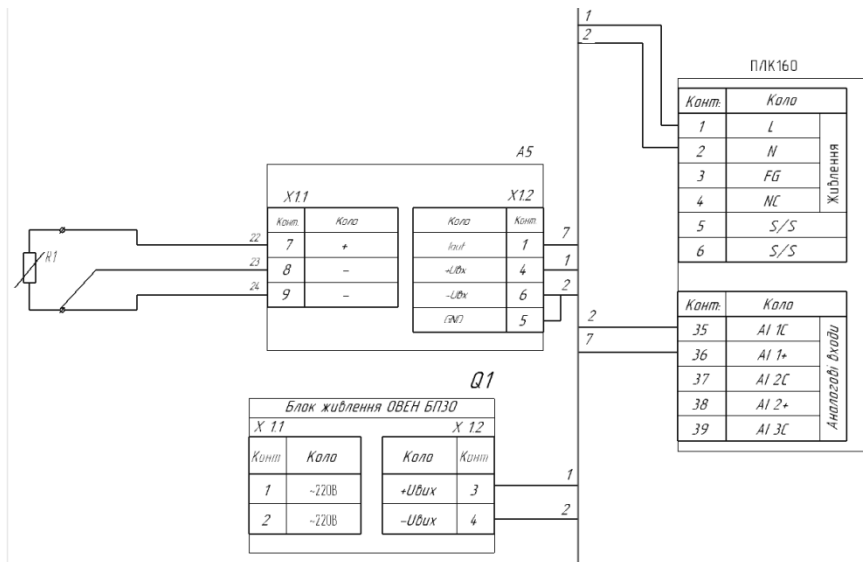


Рисунок 3.5 – Підключення датчика температури з встроєним термоперетворювачем опору ТСП-1088 до промислового контролера ОВЕН ПЛК 160

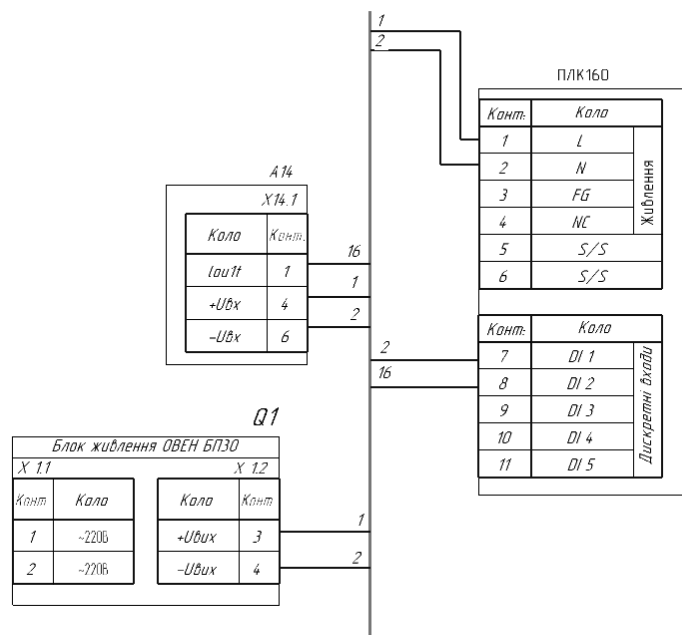


Рисунок 3.6 – Підключення дискретного датчика рівня SITRANS LG 270 до промислового контролера ОВЕН ПЛК 160

Підключення дискретного кутового клапана Masoneylan,PN-ANSI2500 зображено на рисунку 3.7.

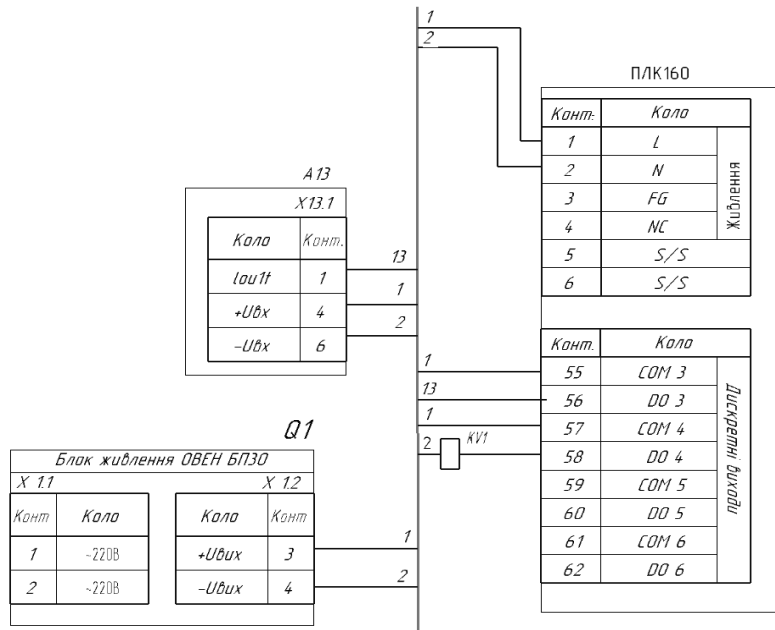


Рисунок 3.7 – Підключення дискретного кутового клапана Masoneylan PN-ANSI2500 до промислового контролера ОВЕН ПЛК160

3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання рівня аміаку в сепараторі

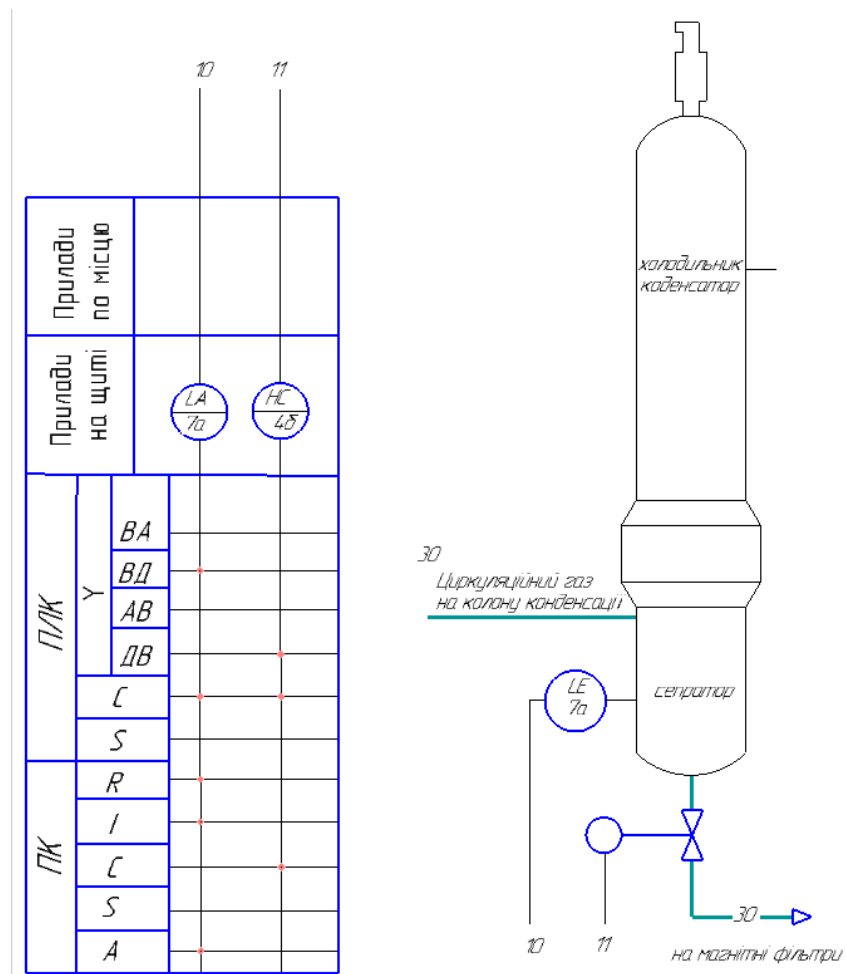


Рисунок 3.8 – Функціональна схема автоматизації контуру регулювання рівня аміаку в сепараторі

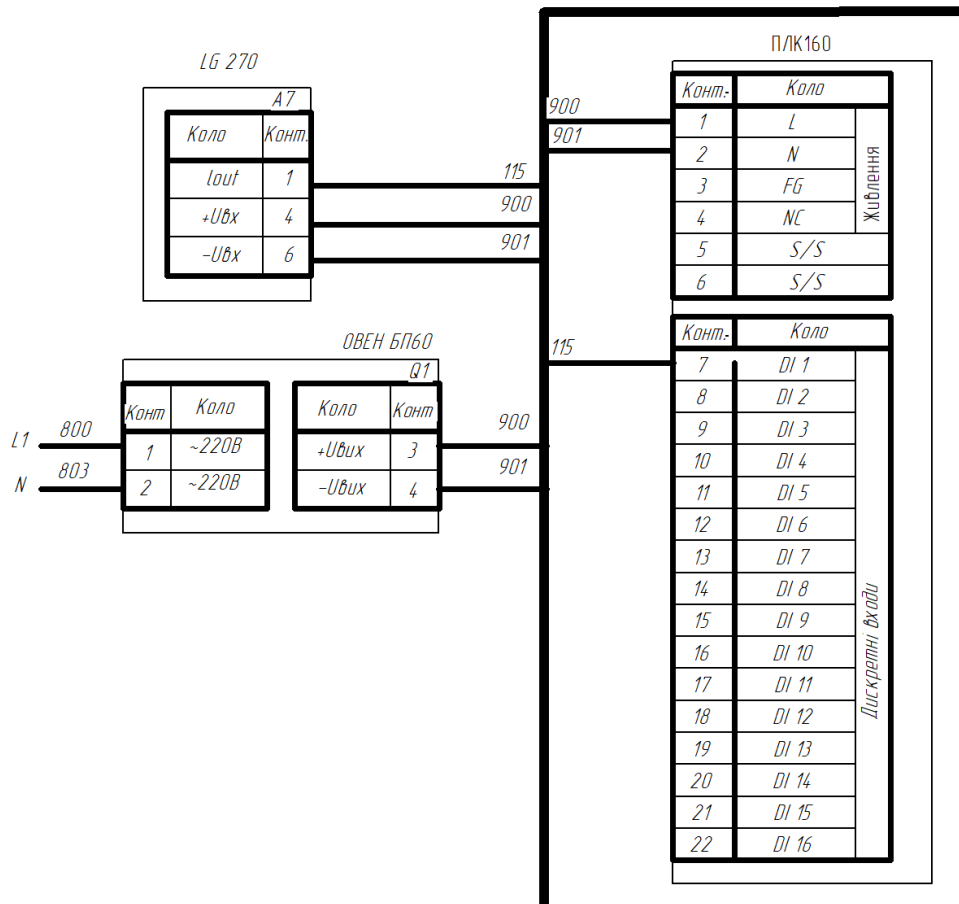


Рисунок 3.9 – Принципова розширена схема підключення рівнеміра LG 270 до модуля дискретних виходів.

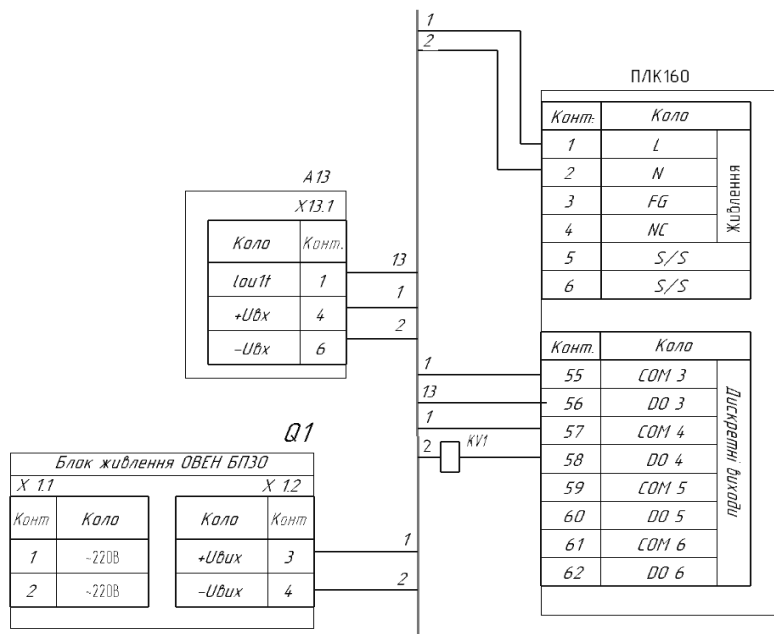


Рисунок 3.10 – Принципова розширена схема підключення клапана до модуля дискретних виходів.

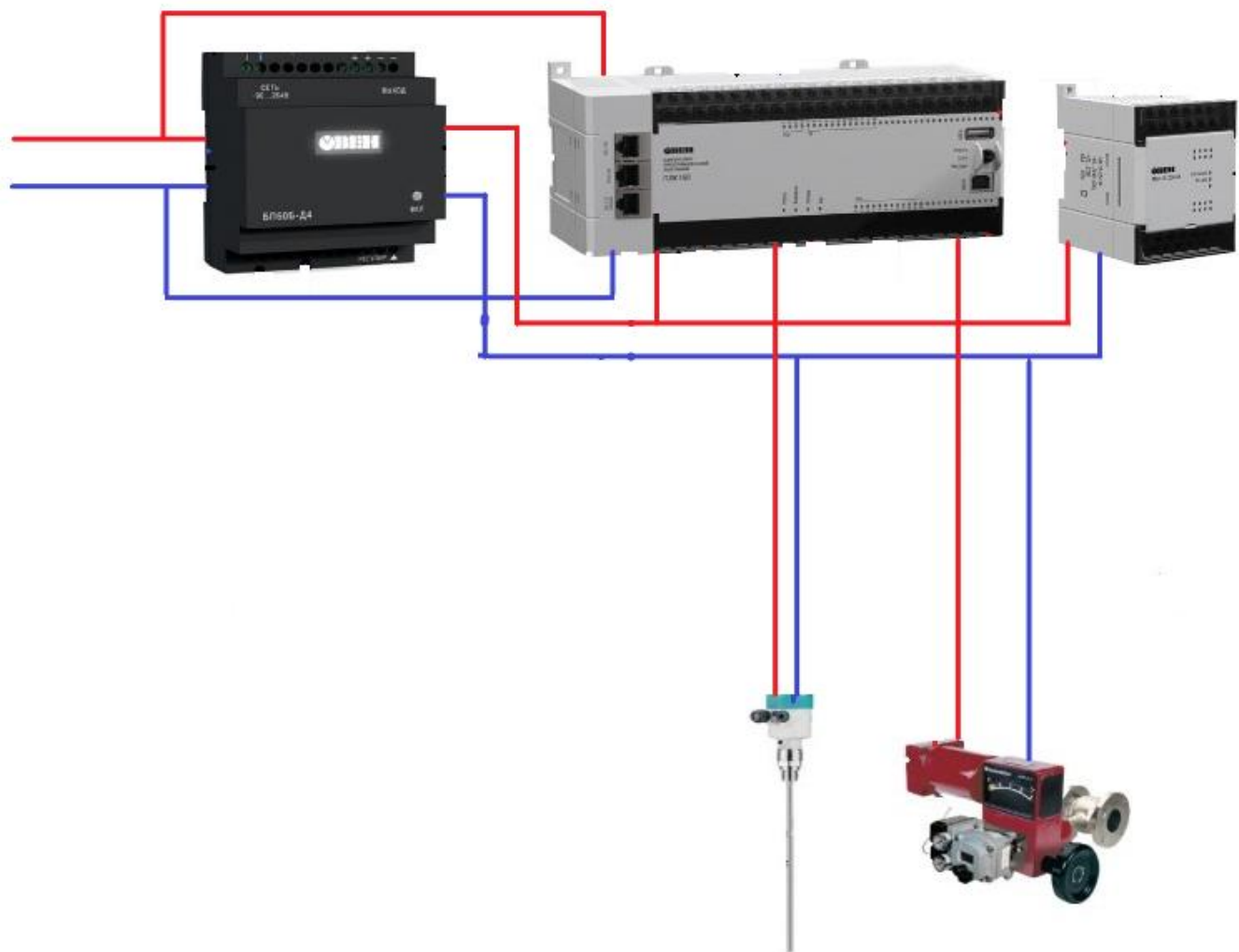


Рисунок 3.11 – Графічна схема підключення датчика рівня та клапана до ОВЕН ПЛК160

Рівень аміаку що поступає з Холодильника-конденсатора по трубкам в сепаратор, визначається датчиком рівня LG 270 (поз 7а). Датчик слідкує за рівнем аміаку в сепараторі щоб той не перевищував 70% від об'єму сепаратора, він посилає сигнали на дискретні входи ПЛК160, де проходить аналіз отриманої інформації.

В залежності від кількості аміаку, який наповнив сепаратор, ПЛК через модуль дискретних виходів управляє клапано

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу.

Термоперетворювач опору ТСП-1088 (рис 4.1), призначений для вимірювання температури в різних середовищах.



Рисунок 4.1– Термоперетворювач опору ТСП – 1088

ТСП-1088 має декілька моделей, що відрізняються конструкцією, довжиною зонда, типом підключення та іншими параметрами.

Існує чотири базових моделі виробу:

- ТСП-1088/1: Стандартна модель з трубчастим корпусом.
- ТСП-1088/2: Модель з гнучким кабелем для складних умов монтажу.
- ТСП-1088/3: Модель з підвищеною механічною стійкістю.
- ТСП-1088/4: Модель з швидкозмінною гільзою для легкого технічного обслуговування.

					Кваліфікаційна робота			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Смовж М.М.			Розробка системи автоматизації сепаратора аміаку	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Проскурка Є.С.					33	2
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2СК		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Принцип роботи. Принцип роботи датчика температури ТСП-1088 базується на зміні електричного опору платинової спіралі при зміні температури. Коли температура змінюється, опір платинової спіралі також змінюється. Ця зміна опору перетворюється на електричний сигнал, який відповідає конкретній температурі. Вимірювальний прилад обробляє цей сигнал і відображає значення температури.

На рисунку 4.2 вказано принцип встановлення датчика ТСП – 1088.

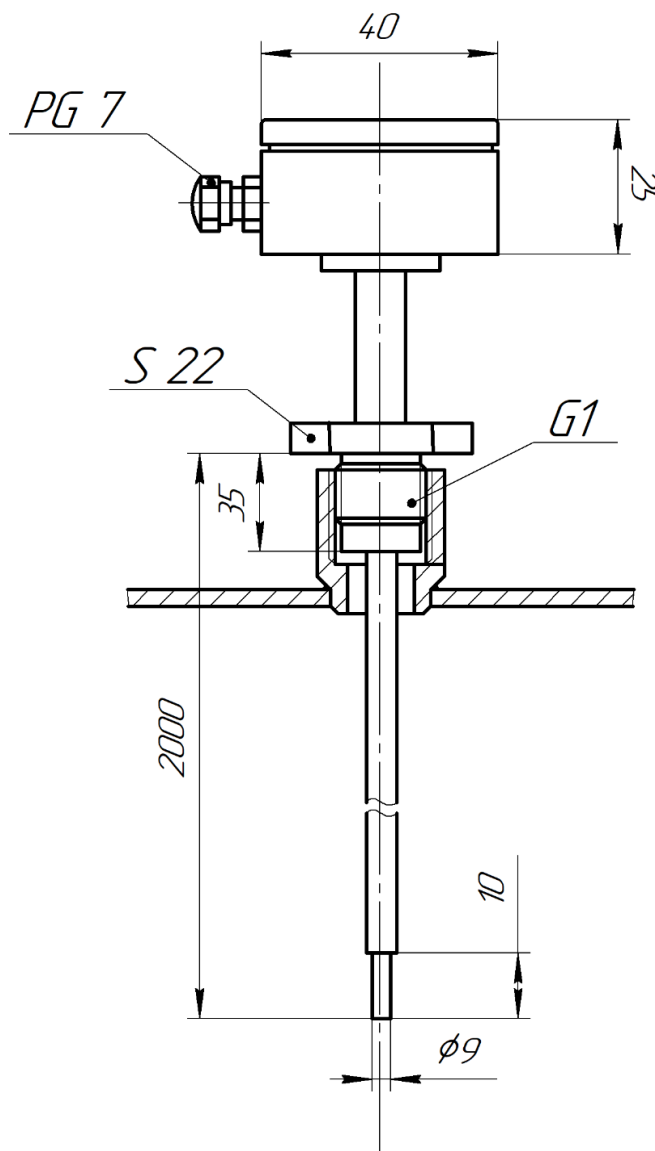


Рисунок 4.2 – Габаритні розміри та принцип монтажу датчика температури ТСП – 1088

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

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

Алгоритм управління сепараційною установкою передбачає ряд послідовно виконуваних операцій на початку циклу з подальшим виведенням процесу сепарації аміаку на безперервний режим. Після подачі командного сигналу із ПЕОМ на початок процесу за допомогою кнопки “Start” на дисплейній мнемосхемі ПК керуючі сигнали подаються від контролера ОВЕН ПЛК160 на клапани. Температура та тиск вимірюється за допомогою термоперетворювача опору ТСП-1088 та перетворювачем тиску Sitrans P ZD. Подосягненню заданих значень температури та тиску в трубопроводі клапани закриваються та газ подається з теплообмінника в холодильник конденсатор. Після конденсації зріджений аміак поступає в сепаратор та по досягненню заданого рівня, який вимірюється за допомогою рівнеміра SITRANS LG 270, електричний сигнал від контролера подається на регулюючий клапан Masoneilan, PN-ANSI клапан відкривається та йде злив аміаку в збірник. Алгоритм управління сепараційною установкою зображений на рисунку 5.1

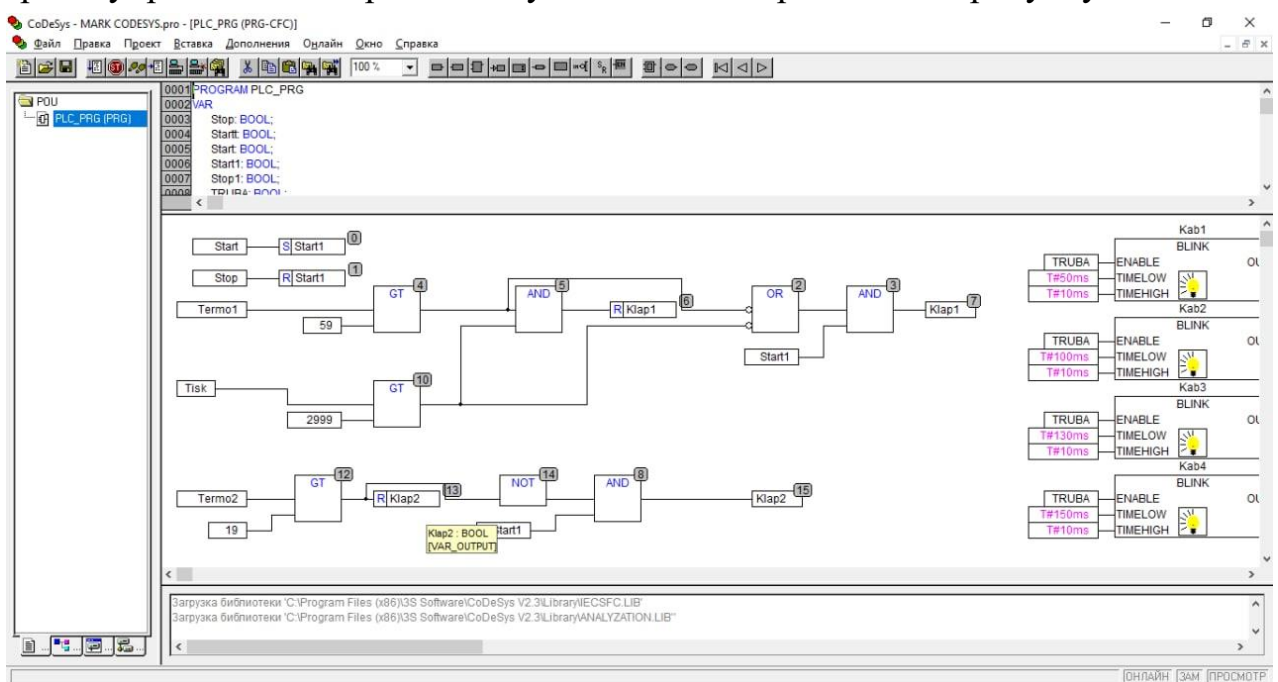


Рисунок 5.1 – Алгоритм управління сепараційною установкою

					Кваліфікаційна робота			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Смовж М.М.			Розробка системи автоматизації сепаратора аміаку	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Проскурка Є.С.					35	3
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ АК-4-2СК			
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

На рисунку 5.2 зображена блок-схема алгоритму регулювання.

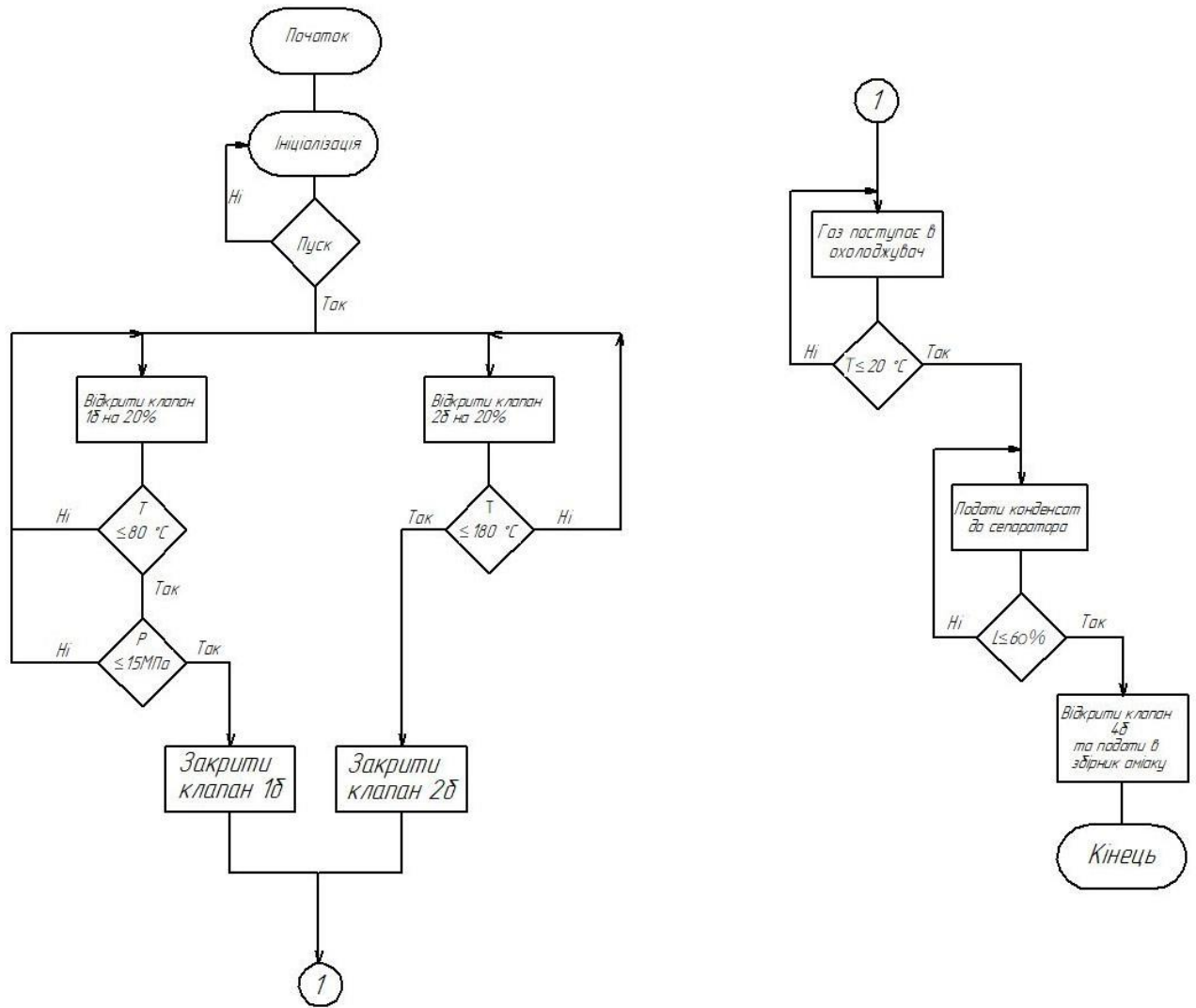


Рисунок 5.2 – Блок-схема алгоритму регулювання процесу сепарації аміаку

В таблиці 5.1 були вказані основні входи та виходи використані під час програмування ОВЕН ПЛК160, та їх найменування у самій програмі.

Таблиця 5.1 – Змінні використанні при розробці програми в середовищі CodeSys 2.3

Ім'я змінної	Тип	Призначення
Start	BOOL	Змінна запуску програми загальна
Start1	BOOL	Змінна запуску програми допоміжна

Termo1	BOOL	Змінна регулювання температури 1
Termo2	REA	Змінна регулювання температури 2
Tisk	REAL	Змінна регулювання тиску 1
Level1	REAL	Змінна регулювання рівня
Timer1	TON	Таймер запуску програми
Timer2	TON	Таймер перевірки температур
Kab1	BLINK	Блок «Моргання» для візуалізації проекту
Kab2	BLINK	Блок «Моргання» для візуалізації проекту
Kab3	BLINK	Блок «Моргання» для візуалізації проекту
Kab4	BLINK	Блок «Моргання» для візуалізації проекту

В таблиці 5.2 були позначені блоки змінних, які використовувались при створенні програми управління в середовищі CoDeSys, але які не були застосовані у входах чи виходах контролера ОВЕН ПЛК160. На рисунку 5.3 зображена програма керування процесом сепарації аміаку.

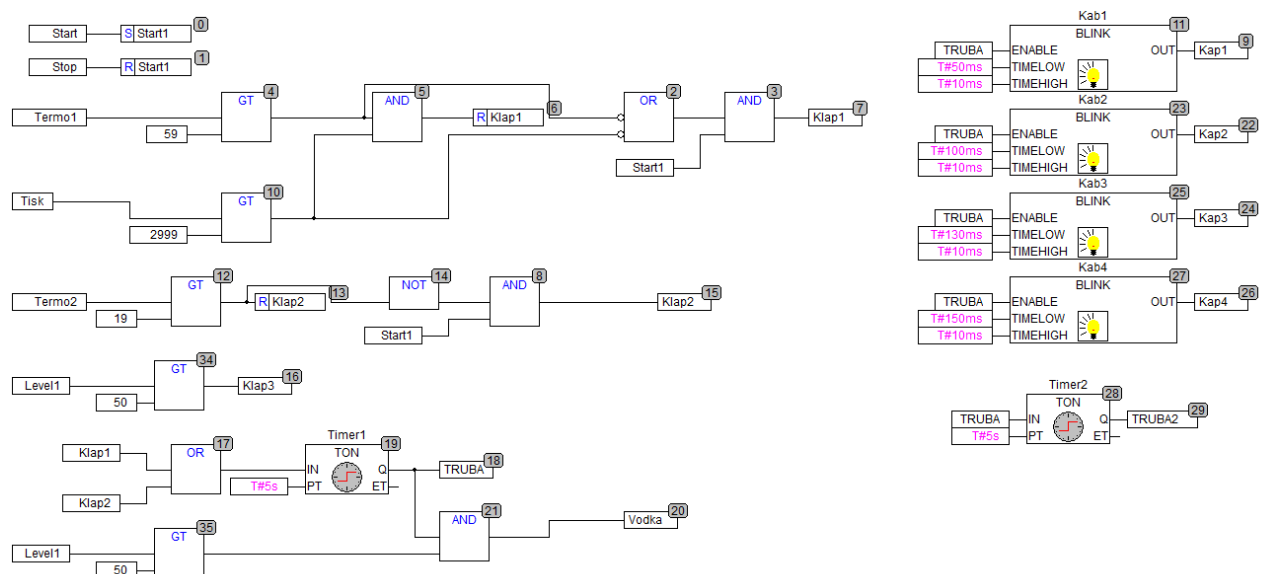


Рисунок 5.3 – Програма керування процесом сепарації аміаку в середовищі CoDeSys

Розділ 6. Розробка людинно-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

В таблиці 6.1 були позначені блоки змінних, які використовувались при створенні програми управління в середовищі CoDeSys, але які не були застосовані у входах чи виходах контролера ОВЕН ПЛК160.

Вхідні та вихідні сигнали				
Джерело сигналу	Назва змінної	Позначення на СА		Адреса
Кнопка «START»	PUSK	–	–	AT%IX0.0:BOOL;
Кнопка «STOP»	STOP	–	–	AT%IX0.1:BOOL;
Кнопка «RESET»	RESET	–	–	AT%IX0.2:BOOL;
Датчик температури 1	Termo1	1a	AI1	AT%IR3.0:REAL;
Датчик температури 2	Termo2	3a	AI2	AT%IR3.1:REAL;
Датчик температури 3	Termo3	5a	AI3	AT%IR3.2:REAL;
Датчик температури 4	Termo4	8a	AI4	AT%IR3.3:REAL;
Датчик температури 5	Termo5	9a	–	AT%IR3.4:REAL;
Датчик температури 6	Termo6	10a	–	AT%IR3.5:REAL;
Датчик тиску 1	Tisk1	2a	AI5	AT%IR3.6:REAL;
Датчик тиску 2	Tisk2	4a	AI6	AT%IR3.7:REAL;
Датчик тиску 3	Tisk3	6a	AI7	AT%IR3.8:REAL;
Клапан 1	Klap1	2б	DO1	AT%QX0.0:BOOL;
Клапан 2	Klap2	3б	DO2	AT%QX0.1:BOOL;
Клапан 3	Klap3	4б	DO3	AT%QX0.2:BOOL;
Клапан 3	Klap4	5б	–	AT%QX0.3:BOOL;

Таблиця 6.1 – Відомість про вхідні та вихідні сигнали датчика ОВЕН ПЛК160

					Кваліфікаційна робота			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Смовж М.М.			Розробка системи автоматизації сепаратора аміаку	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Проскурка Є.С.					38	3
						НУХТ АК-4-2СК		
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.						
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Розробка мнемосхеми у середовищі CoDeSys 2.3. На схемі (див. рисунок 6.1) зображена візуалізація технологічного процесу з блоком оператора, відповідального за запуск та зупинку програми.

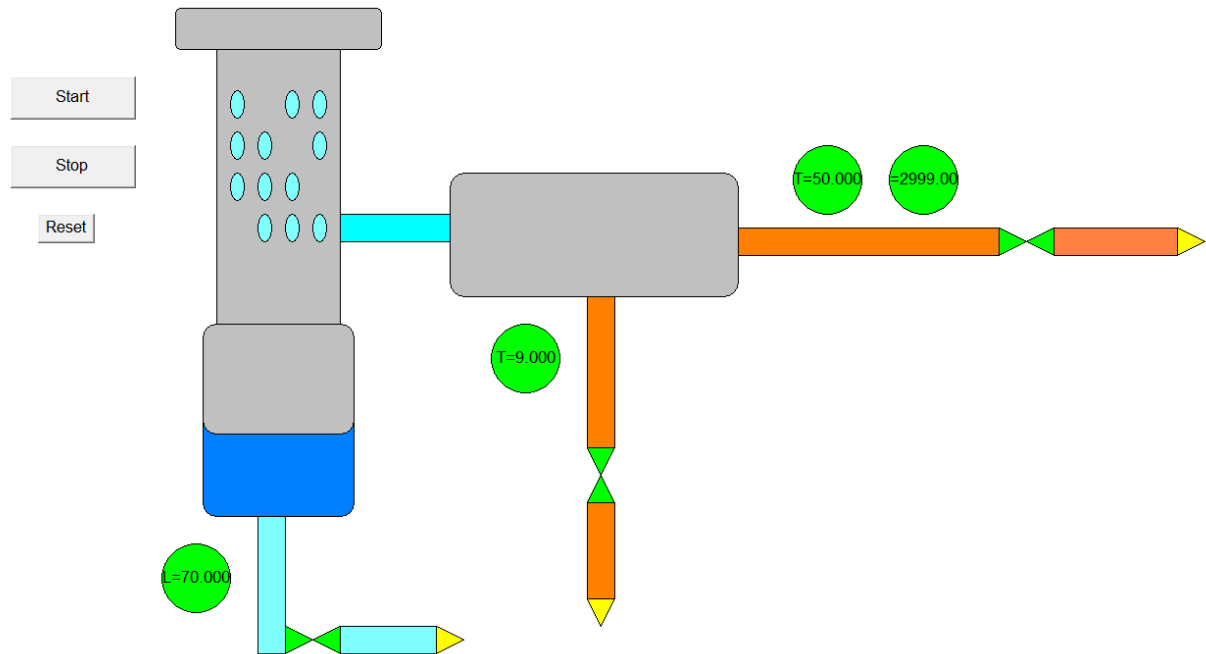


Рисунок 6.1 – Мнемосхема технологічного процесу

Блоки управління температурою та тиском на мнемосхемі показані на рисунках 6.2 та 6.3. Управління температурою здійснюється за допомогою клапанів 2-5б.

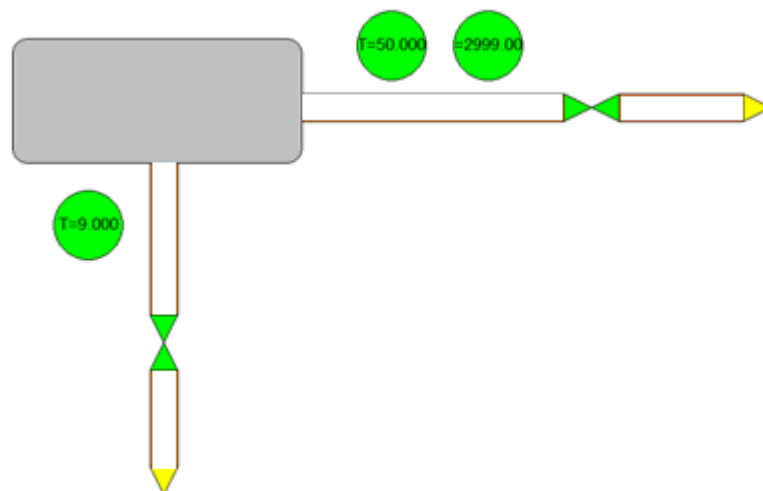


Рисунок 6.2 – Елементи регулювання температури та тиску у блоці 1

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

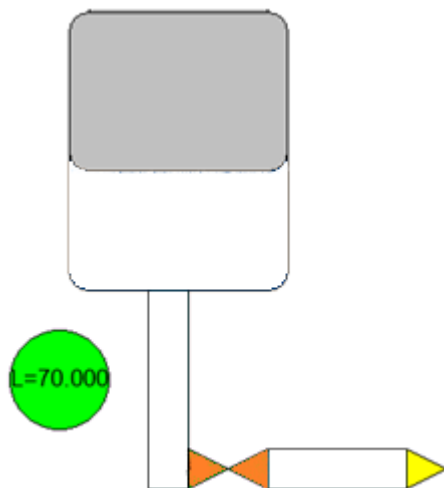


Рисунок 6.3 – Елементи регулювання рівня у блоці 2

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Висновок

В процесі виконання кваліфікаційної роботи було здійснено дослідження системи автоматизації сепаратора аміаку в умовах ПрАТ «Азот». За результатами дослідження розроблено функціональну схему автоматизації. Розроблена структурна схема автоматизації, на основі якої був здійснений вибір ПЛК. На основі опису засобів автоматизації було складено схему підключень приладів та засобів автоматизації.

На основі функціональної схеми та схеми підключень розроблено SCADA-систему керування процесом сепарації аміаку.

Внаслідок вдосконалення системи керування сепаратором аміаку на ПрАТ «Азот» підвищився рівень автоматизації для даного технологічного процесу завдяки заміні промислового логічного контролера на ОВЕН ПЛК160. Застосування сучасних та надійних датчиків рівня, температури та тиску значно покращує якісну та безперебійну роботу протікання процесу, що, безумовно, є позитивним, враховуючи те, що процес протікає безперервно.

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

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Автоматизація технологічних процесів» для студентів спец. 5.05020201 «Монтаж, обслуговування засобів і систем автоматизації технологічного виробництва»/ Уклад.: Кикоть О.М. – Сміла: ВСП СТФК НУХТ, 2020. – 27 с.
2. Стабников В.Н., Лисянский В.М., Попов В.Д. «Процеси и аппараты пищевых производств»-М.Агропромиздат, 1985-503с.
3. Волошин З.С., Макаренко Л.П., «Автоматизація сахарного производства»,2-е узд., перераб. и доп. - М.Агропромиздат, 1990.-271с.
4. НПАОП 0.00 – 1.28 – 10 “ Правила охорони праці під час експлуатації електроннообчислювальних машин”.
5. Емельянов А.И., Капник О.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие.-М.
6. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. 2-е вид. – К.: «Каравела», 2003.
7. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. 4-е вид. - К.: «Каравела», 2003.
8. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемо техніка: теорія і практикум. За ред. А.Г. Соскова. – К.: «Каравела», 2003.
9. Термоперетворювачем опору ТСП-1088 [Електронний ресурс]: Офіційний сайт компанії ТЕРМОПРИЛАД. – Режим доступу: <https://thermo.lviv.ua/product/termoperetvoryuvachi-oporu-tsp-1088-tsm-1088-tu-25-7363-042-90/> (дата звернення: 24.11.2021). – Назва з екрана.
10. Перетворювач тиску Sitrans P ZD [Електронний ресурс]: Офіційний сайт компанії AVIGAN. Режим доступу: <https://www.avigan.com.ua/page/sitrans-p-otnositel-nogo-davleniya-serii-zd/mp/600/> (дата звернення: 24.11.2021). – Назва з екрана.

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

11. Кутовий клапан Masoneilan PN-ANSI 2500 [Електронний ресурс]: Офіційний сайт компанії ДСКОНТРОЛЗ. – Режим доступу: <https://dscontrols.net/product/reguliruyushchaya-armatura/segmentnyyklapan-serii-35002/> (дата звернення: 24.11.2021). – Назва з екрана.

12. Рівнемір SITRANS LG270 [Електронний ресурс]: Офіційний сайт компанії PRONGROUP. Режим доступу: <https://prongroup.com.ua/productcategory/0003000174/0010000080/0010226260/> (дата звернення: 24.11.2021). – Назва з екрана.

13. Блок живлення ОВЕН БП30 [Електронний ресурс]: Офіційний сайт компанії ОВЕН. Режим доступу: [/https://owen.ru/product/bloki_pitaniya_dlya_promishlennoj_avtomatiki](https://owen.ru/product/bloki_pitaniya_dlya_promishlennoj_avtomatiki) (дата звернення: 24.11.2021). – Назва з екрана.

14. Контролер ПЛК 160 [Електронний ресурс]: Офіційний сайт компанії ОВЕН. – Режим доступу: <https://owen.ua/ru/programmiruemyelogicheskiekontrollery/plk160-m02-programmiruemyj-logicheskij-kontroller/> (дата звернення: 24.11.2021). – Назва з екрана.

15. Модуль розширення МВ110-224-8А [Електронний ресурс]: Офіційний сайт компанії ОВЕН. – Режим доступу: <https://owen.ua/ua/moduli-vvodu-vyvodu/mv11-8a-modul-vvodu-analogovyh-sygnaliv/tehnichniharakterystyky> (дата звернення: 24.11.2021). – Назва з екрана.

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