

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ
зав. кафедри КН
_____ Довбиш А. С.
_____ 2021р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: «Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210 / The automation of the NM 10000-210 mainline unit»

(Дипломний проект)

Керівник проекту:

Доцент кафедри комп'ютерних наук , доцент, секція КСУ

Кулінченко Г.В.

Дипломник:
студент групи СУ-71

Шикура А.Ю.

Суми -2021

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-71.6.151.20.ДП		
Розроб.		Шикура А.Ю.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кулінченко Г.В.				1	2
Реценз.					СумДУ, СУ-71		
Н. Контр.							
Затверд.		Дрозденко					
Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210							

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1			Завдання кафедри	2		
			<u>Ново-розроблена</u>			
2		ТЗ	Технічне завдання	3		
3			Реферат	1		
4		СУ-71.6.151.20.ПЗ	Пояснювальна записка	53		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Ново-розроблена</u>			
5	A2	СУ-71.6.151.07.A2	Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210 Функціональна схема автоматизації	1		
6	A2	СУ-71.6.151.20.C1	Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210. Схема інформаційно-матеріальних потоків	1		

					СУ-71.6.151.20.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шикура А.Ю.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кулінченко Г.В.				2	2
Реценз.					СумДУ, СУ-71		
Н. Контр.							
Затверд.		Дрозденко					
					Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210		

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук
Секція комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
зав. кафедри
_____Довбиш А.С.
_____2021р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Шикурі Антону Юрійовичу

1 Тема проекту: Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210

Затверджено наказом ректора університету

№ 0185-VI від "14" квітня 2021р.

2 Термін здавання студентом закінченого проекту "31" травня 2021 р

3 Вихідні дані до проекту: автоматизація процесу підготовки та очистки нафти, технічна документація, список літературних джерел з матеріалами опису і автоматизації технологічного процесу.

4 Зміст пояснювальної записки:

4.1 Аналіз об'єкта керування

4.2 Побудова функціонально схеми автоматизації

4.3 Вибір та обґрунтування інтерфейсів, тза

4.4 Розробка SCADA системи

5 Перелік графічних матеріалів: 30 рисунків, 17 таблиць

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-71.6.151.20.ДП			
Розроб.		Шикура А.Ю.			Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кулінченко Г.В.					3	2
Реценз.						СумДУ, СУ-71		
Н. Контр.								
Затверд.		Дрозденко						

6 Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз об'єкта керування. Опис технологічного процесу нафтодобування та її переробки	26.04.21 -30.04.21
2	Структурний розбір. Принцип роботи та функціонування НМ 10000 – 210. Аналіз функцій, структурна та конструктивна схеми	30.04.21-05.05.21
3	Побудова функціональної схеми автоматизації. Таблиця вхідних і вихідних сигналів.	05.05.21-15.05.21
4	Вибір інтерфейсів та ТЗА. Технічне обґрунтування вибору	15.05.21-20.05.21
5	Розробка SCADA системи	20.05.21-25.05.21
6	Оформлення пояснювальної записки проекту. Здавання проекту керівнику	25.05.21-31.05.21

7 Дата видачі завдання “26” квітня 2021 р

Керівник проекту:

Доцент кафедри комп'ютерних наук , доцент, секція КСУ

Кулінченко Г.В.

До виконання прийняв:

студент-дипломник групи СУ-71

Шикура А.Ю.

					СУ-71.6.151.20.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шикура А.Ю.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кулінченко Г.В.				4	2
Реценз.					СумДУ, СУ-71		
Н. Контр.							
Затверд.		Дрозденко					
					Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210		

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на проектування системи автоматизації магістрального
агрегату НМ 10000-210

Розробник:

студент групи СУ-71

Шикура А.Ю.

Погоджено:

керівник проекту

Доцент кафедри комп'ютерних наук , доцент, секція КСУ

Кулінченко Г.В.

Суми 2021

					СУ-71.6.151.20.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шикура А.Ю.			Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кулінченко Г.В.					5	2
Реценз.						СумДУ, СУ-71		
Н. Контр.								
Затверд.		Дрозденко						

1. *Назва і галузь застосування:* система автоматизації магістрального агрегату НМ 10000-210; енергетика та нафтова промисловість.

2. *Підстави для проектування:* наказ ректора Сумського державного університету № 0185-VI від “14” квітня 2021р;

3. *Мета і призначення проекту:* дослідити процеси добування нафтопродуктів та розробити систему автоматизації для насосного агрегату НМ 10000-210 та для технології добування і очищення нафти. Підвищити енергоефективність, забезпечити безпечність та надійність функціонування, зробити вибір засобів автоматизації даної системи, розробити технічну документацію.

4. *Джерела розроблення:*

- | | | | |
|---|---------|--------------------|------|
| - | Паспорт | НЭМ.Н12.165.000.00 | ПС-Р |
|---|---------|--------------------|------|
- Ишмухаметов И.Т., Исаев С.Л., Лурье М.В., Макаров С.П. Трубопроводный транспорт нефтепродуктов. – М: Нефть и газ, 2013. – 300 с.
- S7-1500 Automation System , System Manual, 02/2014, A5E03461182-AB
- Технічна документація засобів автоматизації
- РД 08.00-60.30.00-КТН-016-1-05. «Руководство по техническому обслуживанию и ремонту оборудования и сооружений нефтеперекачивающих станций»

5 *Режим роботи об'єкта:* автоматичний (для безперервної роботи), ручний(для налаштувань СК), аварійний

6 *Умови експлуатації ОУ:* в залежності від вимог можливі різні варіанти виконання насосних агрегатів типу НМ:

- в кліматичному виконанні У для категорії розміщення 2 по ДСТУ 15150-69 для експлуатації в приміщенні або під навісом при температурі від -29 °С до + 45 °С;

- в кліматичному виконанні УХЛ для категорії розміщення 4 по ДСТУ 15150-69 для експлуатації в закритих приміщеннях з штучно регульованими кліматичними умовами при температурі навколишнього середовища від +5 °С до + 40 °С;

Насосні агрегати типу НМ в спеціальному виконанні допускають транспортування і зберігання до монтажу і початку експлуатації при температурі навколишнього повітря від -60 °С до + 45 °С.

Насосні агрегати НМ виготовляються у вибухозахищеному виконанні, для експлуатації у вибухопожежонебезпечних зонах класу 2 по ДСТУ Р 51330.9-99 і класу В-1а згідно «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ), в яких можливе утворення вибухонебезпечних сумішей категорії II А по ДСТУ Р 51330.11-99, група вибухонебезпечної суміші Т3 по ДСТУ Р 51330.5-99 і ПУЕ.

7 Технічні вимоги:

Насосний агрегат НМ 1000-210

Габаритні розміри, мм	2505x2600x2125
Маса, кг	26000
ККД, %	89
Подача, м ³ /год	10000
Напір	210

Двигун STD 8000

Частота обертів, об/хв	3000
ККД, %	97

Вимоги до живлення

Напруга, В	10000
Рід струму	Змінний

Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз об'єкта керування. Опис технологічного процесу нафтодобування та її переробки. Складання ТЗ	26.04.21 -30.04.21
2	Структурний розбір. Принцип роботи та функціонування НМ 10000 – 210. Аналіз функцій, структурна та конструктивна схеми	30.04.21-05.05.21
3	Побудова функціональної схеми автоматизації. Таблиця вхідних і вихідних сигналів.	05.05.21-15.05.21
4	Вибір інтерфейсів та ТЗА. Технічне обґрунтування вибору	15.05.21-20.05.21
5	Розробка SCADA системи	20.05.20-25.05.21
6	Оформлення пояснювальної записки проекту. Здавання проекту керівнику	25.05.21-31.05.21

Додатки:

- СУ-71.6.151.20.А2 Функціональна схема системи автоматизації
- СУ-71.6.151.20.С1 Схема інформаційно-матеріальних потоків

РЕФЕРАТ

Шикура Антон Юрійович. Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2021р.

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки й графічного та схематичного матеріалу.

Пояснювальна записка складається з 53 сторінок і містить у собі 30 рисунків і 7 таблиць.

Схематичний матеріал містить 2 креслення: функціональна схема системи автоматизації підготовки та очищення нафти(аркуш формату А2), схема інформаційно-матеріальних потоків (аркуш формату А2)

Даний дипломний проект спрямований на створення і опис системи автоматизації насосного магістрального агрегату НМ 10000-210 та системи нафтодобування. У розділах проекту описані функціональна схема автоматизації та SCADA система .

Ключові слова: насосний агрегат, ПЛК, двигун, насос, автоматизація, SCADA

ABSTRACT

Shykura Anton Yuryevich. Automation of the main pump unit Nm 10000-210. Diploma project. Sumy State University. Sumy, 2021 y.

Qualifying work consists of a settlement and explanatory note and graphic, schematic material. The explanatory note is consists of 53 pages and contains 30 figures and 7 tables.

The schematic material contains 2 drawings: a functional diagram of the oil preparation and purification automation system (A3 sheet), a diagram of information and material flows (A3 sheets)

This diploma project is aimed at creating and describing the automation system of the pumpunit NM 10000-210 main pump unit and the oil production system. The project sections describe the Functional Automation scheme and the SCADA system .

Keywords: pump unit, PLC, motor, pump, automation, SCADA

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи
«Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210»

Керівник проекту:
Доцент кафедри комп'ютерних наук , доцент, секція КСУ Кулінченко Г.В.

Проектант:
студент групи СУ-71 Шикюра А. Ю.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ 2

ВСТУП..... 3

РОЗДІЛ 1 4

АНАЛІЗ ОБ’ЄКТА КЕРУВАННЯ..... 4

 1.1 Опис технологічного процесу 4

 1.2 Опис об’єкта керування 5

РОЗДІЛ 2 9

ПОБУДОВА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ..... 9

 2.1 Контур перекачки та сепарації нафти 9

 2.2 Контур деемульсації та стабілізації 10

 2.3 Контур перекачування газу 11

 2.4 Контур очищення нафтопромислових стічних вод..... 12

 2.5 Контур підтримання тиску в свердловинах 13

 2.6 Таблиця вхідних і вихідних сигналів 14

РОЗДІЛ 3 15

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ, ТЗА..... 15

 3.1 Вибір давачів та первинних перетворювачів 15

 3.2 Вибір регулюючих органів та виконавчих механізмів 22

 3.3 Вибір програмно-логічного контролера ,допоміжних модулів та ПК 31

РОЗДІЛ 4 39

РОЗРОБКА SCADA СИСТЕМИ 39

 4.1 Загальне поняття про SCADA системи 39

 4.2 Опис структури нафтодобувної станції 40

 4.3 Розробка та проектування SCADA системи..... 41

ВИСНОВКИ 47

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 48

					СУ-71.6.151.20.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Шукура А.Ю.			<i>Автоматизація магістрального агрегату НМ 10000-210</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Кулінченко Г.В.					1	43
<i>Реценз.</i>						СумДУ, СУ-71		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Дрозденко						

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ПЛК – програмований логічний контролер

ТП – технологічний процес

НПС – нафто-перекачувальна станція

НМ – насос магістральний

ОУ – об'єкт управління

АСУТП – автоматична система управління технологічним процесом

МНА – магістральний насосний агрегат

ФСА – функціональна схема автоматизації

НСВ – нафтопромислові стічні води

ПК – персональний комп'ютер

ПК – промисловий комп'ютер

ПЗ – програмне забезпечення

ТЗА – технічні засоби автоматизації

ЦП – центральний процесор

ККД – коефіцієнт корисної дії

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Постановка задачі дипломного проекту: для існуючої не автоматизованої системи об'єктів керування – розробити автоматизацію та модернізацію проекту, у якої на виході буде забезпечений приріст економіки та виробітку продукції.

Без нафтопродуктів, здобутих шляхом переробки сирової нафти, немислима сучасна цивілізація. Поклади нафти утворилися майже 600 млн. років тому з решток дрібних рослин і тварин, що відклалися на дні морів і озер. Вони частково були перероблені бактеріями, а потім поховані під товстими шарами осадових порід(таких як глина), які з плином часу все більше ущільнювалися.

Тиск і тепло, утворюване ним, перетворили органічну речовину на нафту і газ.

Зовнішній вигляд нафти може змінюватися від блідо-жовтої рідини до чорної в'язкої смоли. Більше половини світових запасів нафти міститься на Близькому Сході. Сира нафта – це складна суміш хімічних сполучень, головним чином вуглеводнів. Шляхом переробки з нафти одержують нафтопродукти.

Найважливіші з нафтопродуктів – бензин, реактивне і дизельне паливо. Крім них до продуктів нафтопереробки належать різні мастильні матеріали, лікарські препарати, барвники, нейлон і поліефірні волокна, різні пластмаси і полімери, розчинники, синтетична гума і воски.

Одним із головних плюсів нафти є те що вона більш чиста і дешева, ніж вугілля, а транспортування її зручніше, ніж газ. Нафта використовуються в багатьох галузях легкої та важкої промисловості. На ній тримається велика частина транспорту, фабрики та заводи, системи опалення тощо.

Тому не дивно, що нафтопереробка та її транспорт потребують сучасних систем реалізацій обробки сировини та автоматизованого управління процесом. Зокрема розвиток нафтової промисловості тісно пов'язаний з створення нового обладнання для транспортування нафти по магістралям.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

1.1 Опис технологічного процесу

Видобування нафти з природних сховищ називається нафтовидобуванням. Оскільки нафта легша за воду, її краплі піднімаються крізь пори в породах, аж поки їм стане на перешкоді непроникний шар. У таких місцях і виникають нафтові поклади.

Пошук нафти називається нафторозвідкою. Існують такі геофізичні методи розвідки, як магнітометрична, гравіметрична та сейсмічна зйомка. Геологам відома будова гірських порід, у яких зазвичай дедалі новіші методи, що допомагають виявляти родовища нафти. [2]

Один із методів пошуку нафти: спеціальні прилади, які знаходяться на землі, сприймають вібрації гірських порід, викликаних вибухом. Розповсюдження хвилі вибуху фіксується давачами, оброблюється, і в результаті отримують графічне зображення будови порід. Якщо давачі передають можливе залягання в певному місці нафти, геологи бурять каліка пробних свердловин. Якщо в результаті присутність нафти засвідчується, то будується бурова установка.

Одиниця нафтовидобутку – барель. Один барель дорівнює 160л. Сучасні об'єми нафтовидобутку – 45 млн барелей щорічно. Існує припущення, що в земній корі міститься від 1,5 до 3 млрд барелей нафти.

Переробка нафти. Сира нафта потрапляє на нафтопереробні заводи по трубопроводах або транспортується танкерами. На заводах щоб розділити нафту на суміші продуктів з близькими температурами кипіння, застосовується процес, який називається фракційною перегонкою. Виділені суміші потім піддають подальшій переробці, щоб одержати з них різні види палива і сировини для хімічної промисловості. [1]

Фракційна перегонка. Перша стадія переробки сирої нафти - фракційна перегонка. Нафту нагрівають у печі 315°C - 400°C. Вуглеводні - її складові, переходять у газоподібний стан. Газова суміш остигає, і різні вуглеводні конденсуються при різних температурах. Суміш тяжких вуглеводнів осідає на дні колони. Із цих вуглеводнів одержують мастила, віск і бітум. Температура в ректифікаційній колоні зменшується знизу вгору. [19]

На різній висоті в колоні встановлено збірники. Суміш газів піднімається вгору й, проходячи через ці збірники, конденсується на них. Утворена рідина витікає по трубах. Вуглеводні з великими молекулами мають високі температури кипіння і конденсуються на

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нижніх збірниках. Вуглеводні з малими молекулами мають нижчі температури кипіння і конденсуються тільки на верхніх тарілках. Найменші (легкі) молекули досягають верха колони в газоподібному стані. Це метан, етан, бутан і пропан.

Крекінг. Вуглеводні, що виходять з верхнього відділення стабілізаційної колони, користуються найбільшою цінністю. Це дизельне паливо, бензин, гас, а також фільтровані гази – бутан і пропан, які застосовуються, зокрема, в переносних газових плитах. Бітум вживають при будівництві доріг і як гідроізолюючий засіб. При обробці нафти виробляється багата кількість бітуму, тому деяка його частина продовжує перероблятися (розщеплення на менші молекули). Для цього при нагріванні використовують каталізатор. [19]

Утворені після крекінгу вуглеводні фракційно розділяються на різні види палива. При крекінгу такого утворюються ненасичені вуглеводні – алкени, що містять подвійний зв'язок Карбон-Карбон. Алкени використовують при виробництві пластмас.

Кінцеві продукти. Багато продуктів фракційної перегонки і крекінгу можуть бути відразу ж використані після незначного додаткового очищення. Пропан і бутан зріджують під тиском. Зрідженим газом заповнюють балони для переносних газових плит і автомобілів, що працюють на газі. [19]

Бензин, гас, дизельне паливо відправляють у сховища, на автозаправні станції, в аеропорти та іншим споживачам. Мазут – на кораблі й електростанції.

Не всі продукти перегонки нафти спалюють у вигляді палива. Деякі з них використовують як мастила і сировину для виробництва пластмас, добрив, вибухових речовин, синтетичних волокон, барвників, мийних засобів і медикаментів.

Тисячі сполук на основі Карбону використовують у промисловості та наукових лабораторіях

1.2 Опис об'єкта керування

У нафтовій промисловості вважається, що найважливішим та найскладнішим вузлом на магістральному нафтопроводі є насосна станція. Саме на ній зосереджена основна маса всього технологічного обладнання нафтопроводу.

Насосний агрегат є головним елементом насосної станції, який являє собою установку, що перекачує рідину по нафтопроводу. Енергія руху передається робочій рідині завдяки обертанню ротора насосного агрегату.

Насосний агрегат складається з насоса та двигуна, які з'єднані між собою механічно. Для передачі обертання ротору насосного агрегату застосовуються двигуни асинхронного та синхронного типів.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насосний агрегат центробіжного типу «НМ» розрахований на подачу 10000 метрів кубічних на годину та призначений для транспортування нафти у магістральних трубопроводах з температурою до 80 градусів за Цельсієм. Кінематична в'язкість робочої рідини не повинна перебільшувати 3,2 см²/с. Гранична концентрація механічних домішок за обсягом має складати не більше 0,05%, розмір яких не повинен перебільшувати 0,2 мм.

Насос – це пристрій, за допомогою якого здійснюється передача механічної енергії обертання робочого колеса робочій рідині, завдяки чому відбувається її транспортування по трубопроводах під напором. [14] [16]

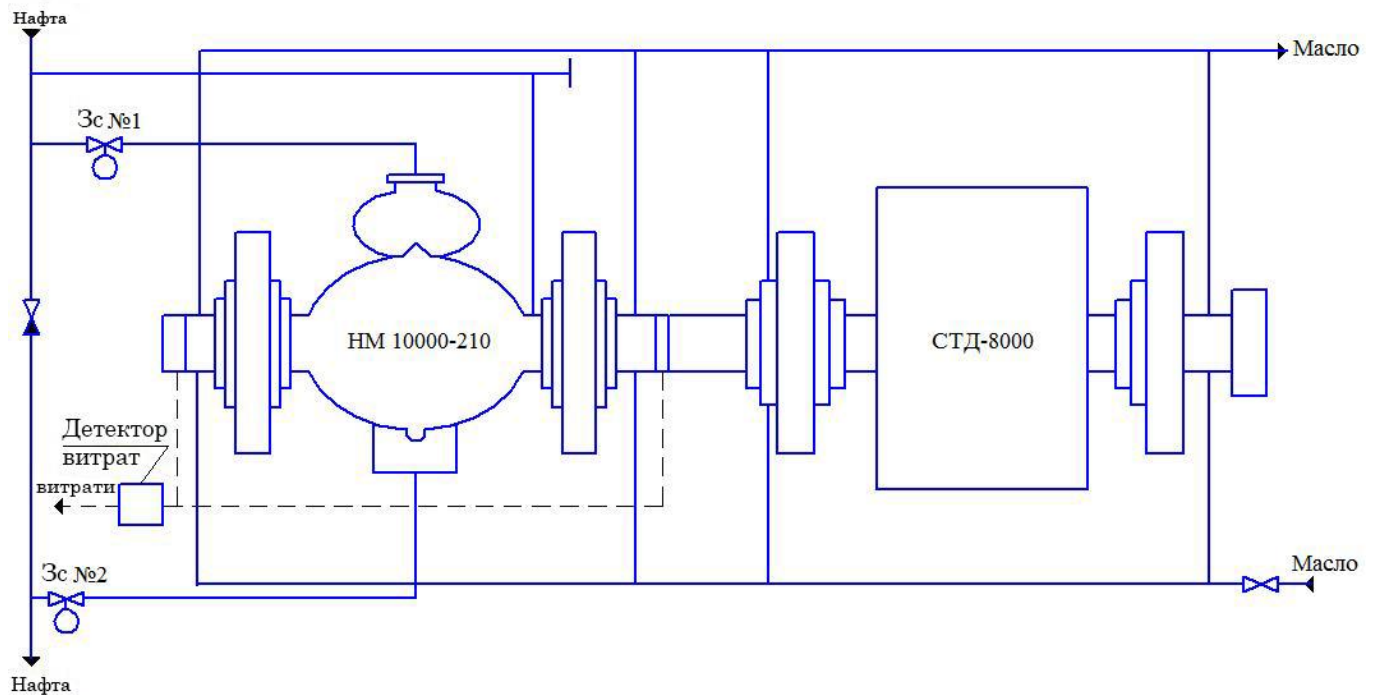


Рисунок 1.1 – Технологічна схема магістрального насосного агрегату НМ 1000-210

В основі роботи насоса лежить принцип перетворення механічної енергії в гідравлічну, завдяки взаємодії робочого колеса насоса із робочою рідиною.

Насос типу НМ-1000 був розроблений спеціально для видобутку нафти. Підвод робочої рідини здійснюється в осьовому напрямку з двох сторін. Відведення рідини здійснюється по двохзавітковому спіральному відводу.

Даний насос має відцентрову конструкцію, яка складається з двох роз'ємних частин корпусу: верхньої та нижньої, що з'єднуються між собою у горизонтальній площині. Вхідний та вихідний патрубки насоса розташовані з протилежних сторін корпусу насоса та спрямовані у протилежних напрямках. Така конструкція дає можливість зручно проводити ремонт рухомих частин насоса. [14] [16]

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Під'єднання трубопроводів до патрубків насосу здійснюється за допомогою зварювання. Лапи насоса розташовані на нижній частині корпусу.

Деякі технічні характеристики насоса наведено нижче:

- температура продуктів транспортування - 268-353 К;
- кінематична в'язкість - до 3×10^{-4} м²/с;
- наявність механічних домішок - мах 0,06%;
- розмір часток домішок - до 0,2 мм.

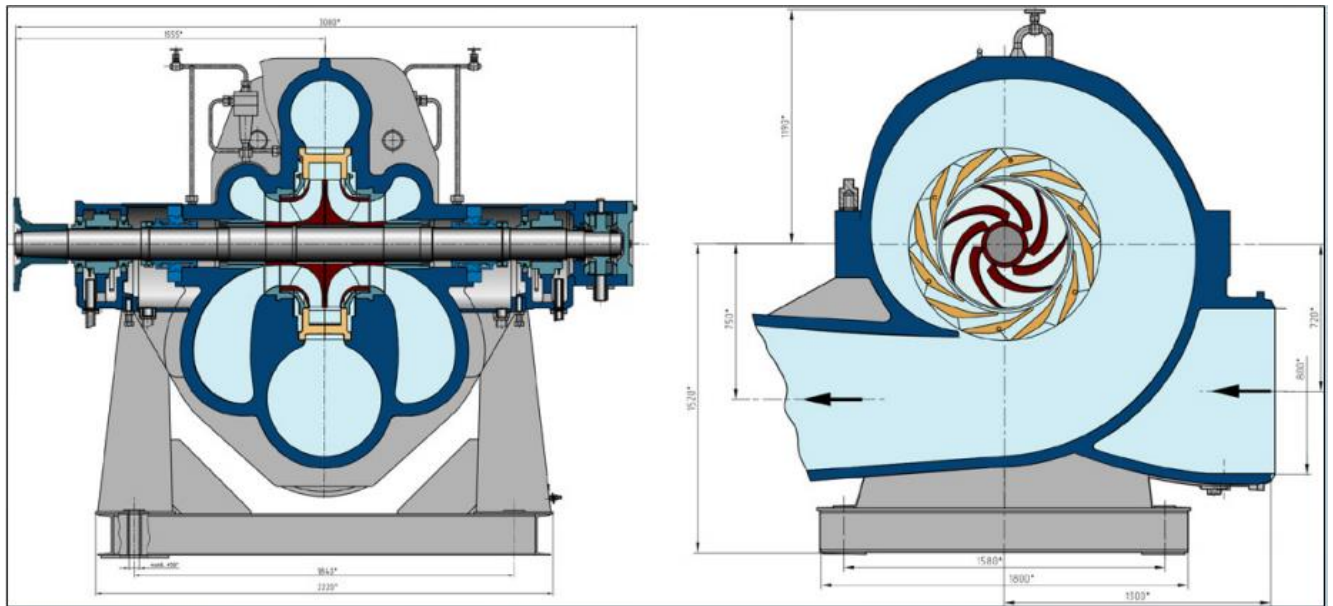


Рисунок 1.2 – Конструктивна схема насоса

Для розбирання насоса не обов'язково роз'єднувати трубопроводи. У верхній та нижній частині корпусу насоса передбачено технологічні отвори.

Верхній служить для випуску повітря із внутрішньої порожнини корпусу під час наповнення насоса водою.

Нижній отвір необхідний для відведення залишків рідини при проведенні ремонтних робіт у насосі. Між верхньою та нижньою частинами корпусу насоса встановлюються прокладки завтовшки 0,5-1,0 мм, потім вони з'єднуються між собою за допомогою шпильок.

Межа робочого тиску сучасних насосів типу НМ може досягати 7,5 МПа. [14]

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики насоса НМ 10000-210

Найменування показників насоса	НМ 10000-210
Подача, м ³ /год	10000
Напір, м	210
Допустимий кавітаційний запас, м	65
Частота обертів, об/хв	3000
Граничний тиск, МПа	7,5
Потужність, кВт	5550/7900
ККД, %	89
Витрати через одне кінцеве ущільнення	0,3
Тиск в камері ущільнення	55
Габаритні розміри, мм	2505x2600x2125
Рівень звуку на опірному радіусі 3м, дБА	100
Двигун	СТД
Напруга, В	10000
Потужність, кВт	6300
Частота обертів, об/хв	3000
Рід струму	змінний
Маса в збірці, кг	26000

РОЗДІЛ 2

ПОБУДОВА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Функціональна схема автоматизації – документ, що пояснює основні процеси та функції проєктованого об'єкта та визначає рівень і структуру автоматизації. Оснащає об'єкт керування приладами та засобами автоматизації. Тобто дивлячись на особливості технологій ОУ в АСУТП і потоків сировини – можна обрати канали регулювання, управління, вимірювання.

На функціональній схемі зображують технологічне обладнання, органи управління, прилади та технічні засоби автоматизації, комунікації з показаними зв'язками між приладами та ТЗА, таблиці умовних позначень та пояснення до схеми.

Розглянемо об'єкт керування (МНА НМ 10000-210) підключений до основної схеми роботи нафто-перекачувальної станції. Загальна ФСА показана у ДОДАТКУ А.

Розпочнемо побудову з окремих контурів.

2.1 Контур перекачки та сепарації нафти

На цьому етапі сиру нафту під тиском закачують з свердловин насосом, яка транспортується до першого сепаратора та заповнює його на необхідний рівень. Оскільки процес сепарації нафти спирається на багатоступінчатий метод то зазвичай сучасні станції використовують від 2 і більше сепараторів. На першій ступені виділяються легкі вуглеводні(метан і етан). Нафту в сепараторі підігривають та змішують з комбінованими реагентами. В основному це індивідуальні водо- або масло-розчинні колоїдні поверхнево-активні речовини. Їх використовують для боротьби с корозією нафтопроводів, приладів, резервуарів та технологічного обладнання. Газ, який виділився при сепарації, надходить через газовий компресор до спеціального газового сховища.

Кожна ступінь сепарації характеризується зниженням тиску. Дегазацію роблять з ціллю скорочення витрат бензинової фракції від випаровування та забезпечення однофазного транспортування нафти. Після досягнення необхідного тиску та температури автоматична заслінка відкривається та нафта йде на другу стадію сепарації.

На другому сепараторі тиск знижується та з нафти виділяються більш важкі фракції. Також газ, що відділяється на другому ступені – направляється до сховища. [18]

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

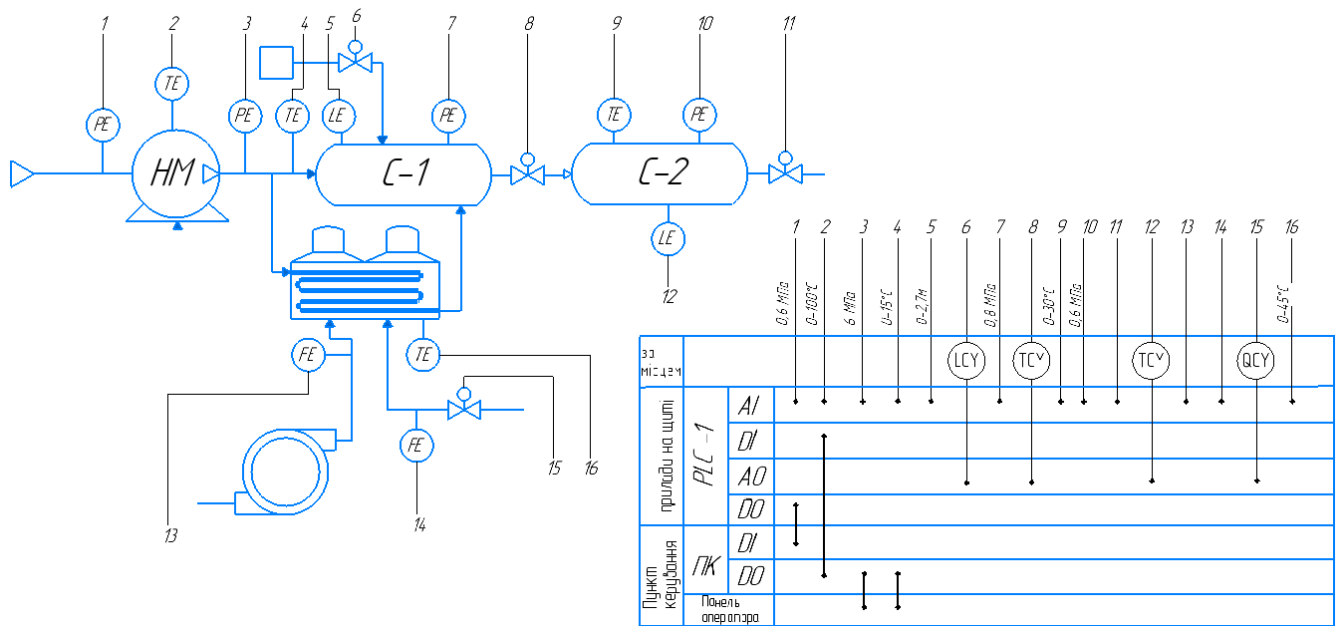


Рисунок 2.1 - Контур перекачки та сепарації нафти

2.2 Контур деемульсації та стабілізації

Водо-нафтова суміш потрапляє до деемульсаційної установки, де проходить зневоднення і знесолення нафти - шляхом нагрівання і відстоювання нафти. Для знищення нафтових емульсій масово застосовуються різні деемульгатори - поверхнево-активні речовини, що мають більшу діючу силу, ніж емульгатори. Головна ціль деемульгатора - витіснити з поверхневого шару крапель води емульгатори - природні речовини, що містяться в нафті (асфальтени, нафтени, смоли, парафін) і воді (солі, кислоти).

Далі, після деемульсії, нафта надходить до стабілізаційної колони, де відбувається підігрів нафти до високих температур. Фінальна дегазація нафти чиниться у ректифікаційній колоні-стабілізаторі. На цьому етапі розчинені низькомолекулярні вуглеводні і компоненти газового бензину перетворюються у парову фазу. Потім піднімаються в гору та виводяться с газами різного тиску по газопроводу до резервуару збереження газу. А стабільна нафта, яка була звільнена від газів з низу колони прямує до відстеження рівня і якості нафти. За концентрацією, по в'язкості та щільності нафти визначають її подальшу долю. Якщо за критеріями вона не підходить то насос відкачує суміш для проведення повторного очищення. В іншому випадку нафту транспортують до товарного парку. [21]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71.6.151.20.ПЗ

Арк.

10

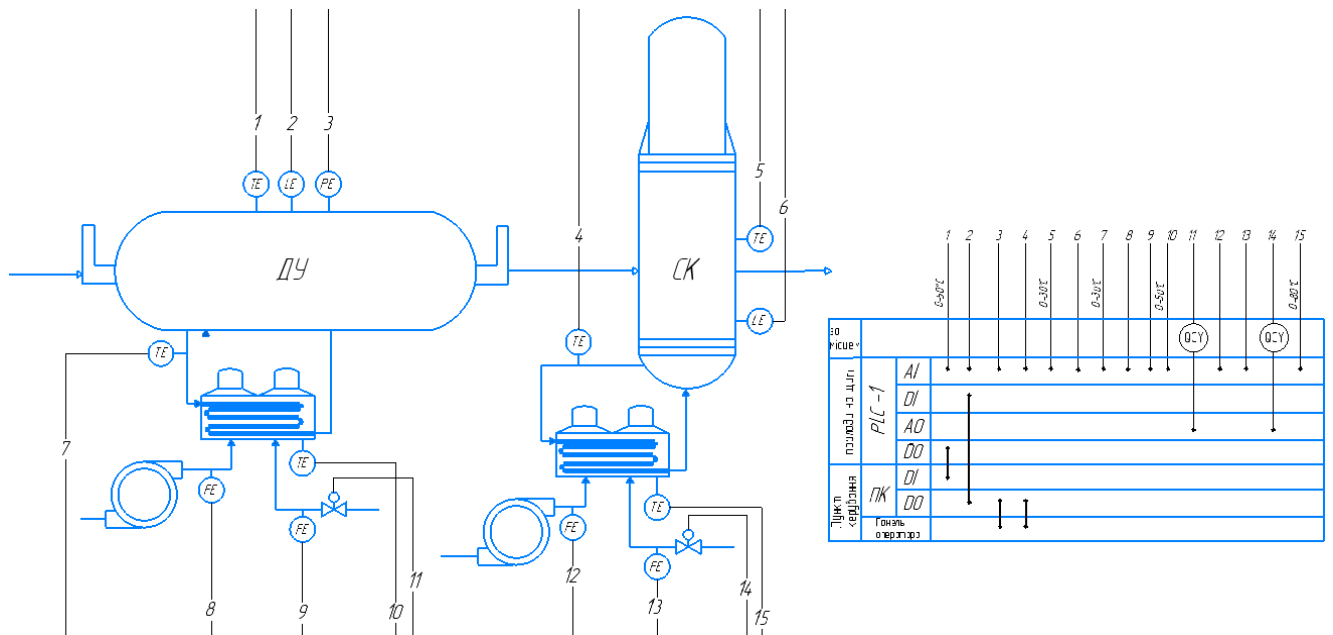


Рисунок 2.2 - Контур деемульсації та стабілізації

2.3 Контур перекачування газу

Весь газ, який виділяється з нафти під час очищення, а саме: після етапів сепарації, стабілізації - стискається та транспортується газовим компресором до резервуару збереження газу. Зберігається він під надмірному тиску та температурі з дотриманням умов. Після заповнення необхідного рівня з врахуванням витрат, газ відправляється на газопереробний завод. [21]

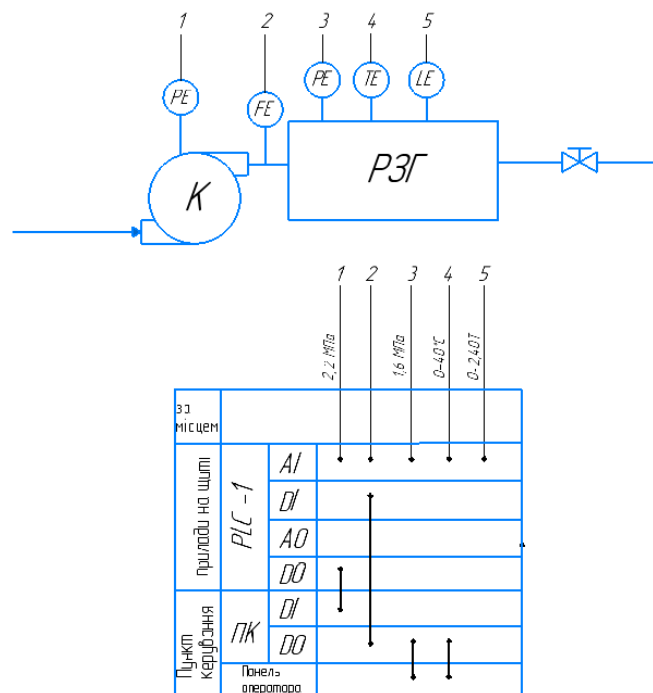


Рисунок 2.3 - Контур перекачування газу

2.4 Контур очищення нафтопромислових стічних вод

В процесі здобутку нафти вилучаються пластові води, які відділяються на спеціальних установках очищення та підготовки нафти. Стічні води – пластові рідини(80-95%), дощові води та стоки(1-3%) та виробничі стоки(4-15%) формують нафтопромислові стічні води(НСВ). При очищенні НСВ видаляють механічні домішки, рештки нафти та реагенти, які використовують при її добуванні. Розчинена нафта ні як не діє на нагнітальне свердловини.

Очистку НСВ роблять механічним та гідромеханічним шляхами: змішуванням, відстоюванням, фільтрацією та центрифугуванням.

Як результат НСВ робляться для використання їх в системі підтримання пластового тиску, під яким є газ, нафта, вода. [22]

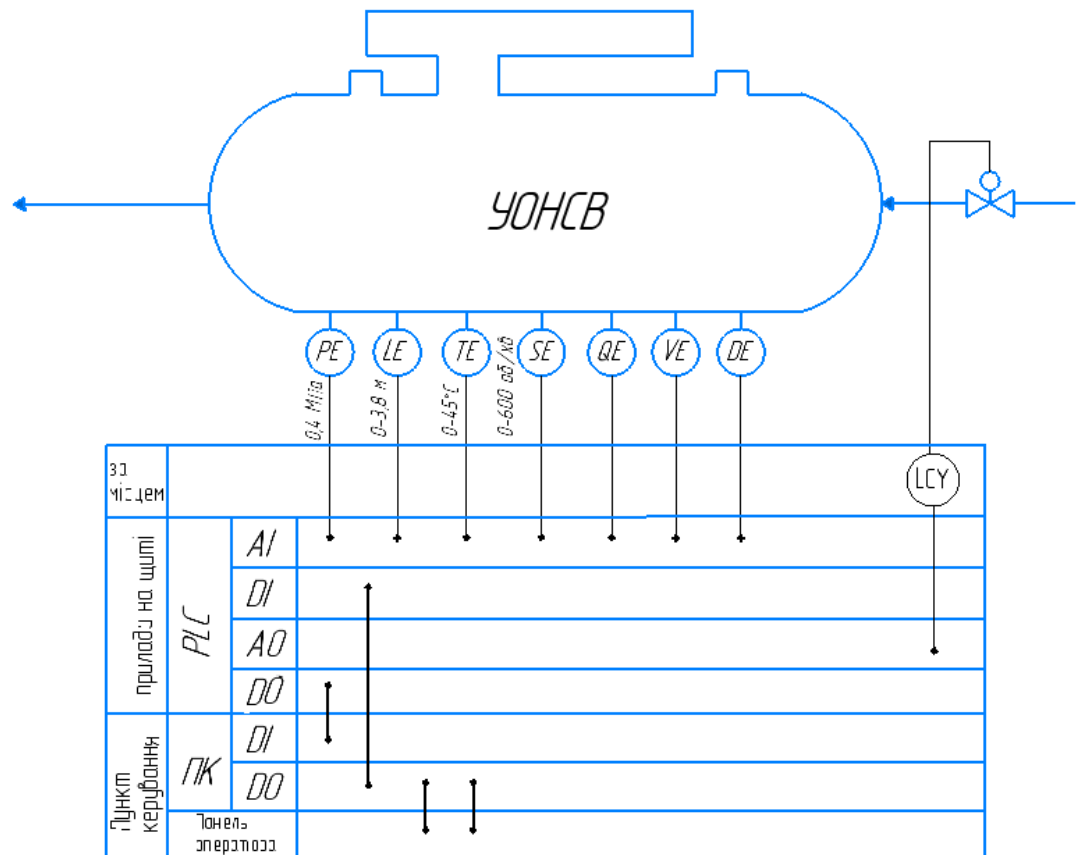


Рисунок 2.4 - Контур очищення нафтопромислових стічних вод

2.5 Контур підтримання тиску в свердловинах

Ця частина слугує для транспортування НСВ з потрібним тиском та напором, а також для вироблення додаткового напору нафти через систему збору і підготовки. Найчастіше сучасні станції використовують два паралельно підключених насосних агрегатів.

В нагнітальні свердловини під напором закачують воду з ціллю підтримки пластового тиску. Це робиться для того, щоби води витісняла потенціальну нафту для її добування. [20]

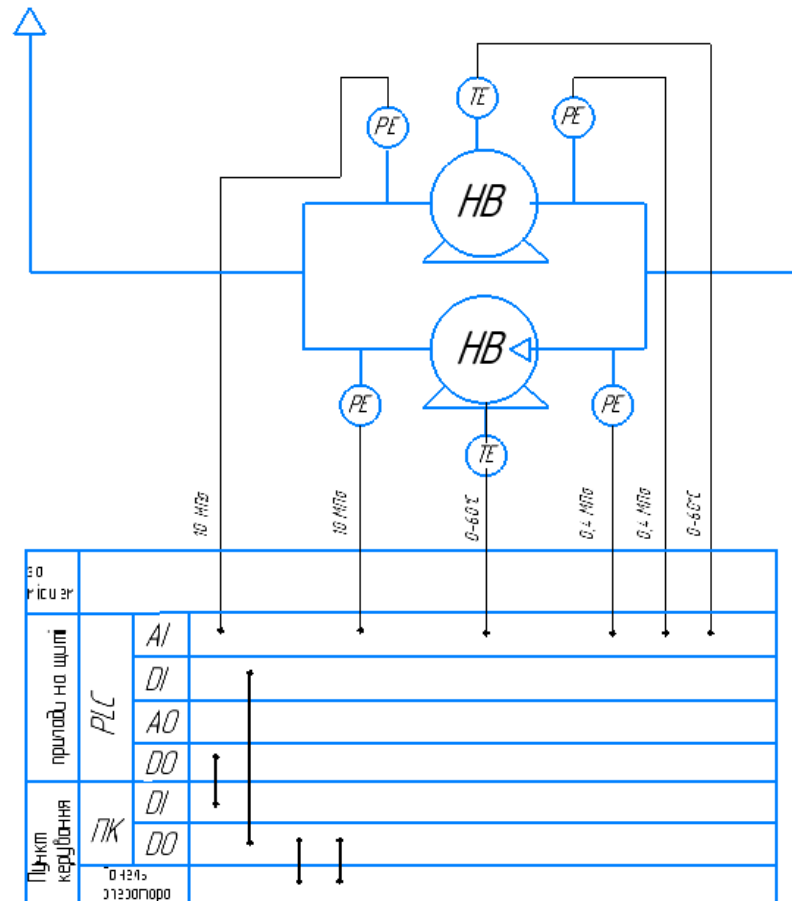


Рисунок 2.5 - Контур підтримання тиску в свердловинах

Також в ФСА присутні такі контури як:

- Контур подачі реагентів
- Контур подачі газу для печі
- Контур подачі повітря для печі
- Контур контролю температури в печі та сепараторі
- Контур подачі прісної води
- Контур контролю тиску на вході и виході агрегатів
- Контур контролю частоти обертів двигуна
- Контур контролю рівня в резервуарах

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71.6.151.20.ПЗ

Арк.

13

2.6 Таблиця вхідних і вихідних сигналів

Таблиця 2.1 – Вхідні сигнали ПЛК

Назва	Інтерфейс	Діапазон	Тип сигналу
Сигнал з давачів рівня	І0.0-І0.6, 7 входів;	0 - 300 м	Аналоговий сигнал
Сигнал з давачів температури	І1.1- І1.8; І2.1 – І2.8; 16 входів;	-50...+200°C; ±10°C;	Аналоговий сигнал
Сигнал з давачів руху заслінок	І3.1- І3.8; 8 входів;	-	Дискретний сигнал
Сигнал з давачів тиску	І4.1-І4.8; І5.1-І5.4 12 входів	0,2 – 20 Бар	Аналоговий сигнал
Сигнал з давачів витрат	І5.5-І5.8; І6.1-І6.7 10 входів	води від 2,5 до 100000 л/год газу від 0,07 до 3000 м ³ /год	Аналоговий сигнал
Сигнал з давача густини, щільності	І6.8; І0.7 2 входа	-	Дискретний сигнал

Таблиця 2.2 – Вихідні сигнали ПЛК

Назва	Інтерфейс	Тип сигналу/Інтерфейс
Керування клапанами та заслінками	Q1.1 – Q1.7; Q2.1 8 виходів;	Дискретний сигнал
Керування двигунами	RS 485 4 виходи	Дискретний сигнал

РОЗДІЛ 3

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСІВ, ТЗА

3.1 Вибір давачів та первинних перетворювачів

Проаналізувавши та оцінивши ринок було прийнято рішення обрати давач іTEMP TMT142 ніж давач TTF300 бо він має перевагу у діапазоні вимірювання температури, більше входів підключення та дешевше.

Для підтримки зворотного зв'язку в контурі керування температурою насосних підшипників використовуються давач іTEMP TMT142.



Рисунок 3.1 - Польовий перетворювач температури іTEMP TMT142

Універсальний польовий перетворювач температури для термометрів опору, термопар, перетворювачів опору і напруги, що настроюється по протоколу HART

Управління, візуалізація і технічне обслуговування виконуються через ПК, з встановленим ПЗ FieldCare або ReadWin® 2000

Польовий перетворювач температури з підтримкою протоколу HART® для конвертації різних вхідних сигналів в аналоговий вихідний сигнал 4 ... 20 мА

Вхід: термоопір, термопара, перетворювач опору (Ом), перетворювач напруги (мВ)

HART -протокол для управління приладом на місці за допомогою портативного модуля (DXR375) або віддалено через ПК.

Опція: корпус з нержавіючої сталі для застосувань у вибухонебезпечних зонах

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики

Параметр	Значення
Принцип виміру	Польовий перетворювач
Вхід, Ом, мВ	1 x терморезистор, термопара,
Вихід, мА	1 x аналоговий 4.. 20
Додаткове джерело живлення, В	10,5 ... 40 DC (стандартне виконання); 10,5 ... 30 DC (вибухозахищене виконання)
Комунікація	HART
Монтаж	Польове виконання
Діапазон, °С, К	(Pt100, -50 ... 200) <= 0,15
Гальванічна ізоляція	Так

Давач виміру тиску в сепараторах та резервуарах, трубопроводах нафти.

Після порівняння давача тиску Keller серії 23/2 та давача тиску MBS 1700 DANFOSS було обрано перший перетворювач тиску, оскільки він має більш широкий та точний діапазон вимірювань, велику температуру роботи та частоту вимірювань. Коштує такий давач на порядок дешевше ніж MBS 1700 DANFOSS.

Давач тиску Keller серія 23/25 з плоскою мембраною. Перетворювач серії 25 - це датчик з плоскою мембраною, і механічним приєднанням G1 / 2 "або G3 / 4". Плоска мембрана дає змогу з легкістю промити її від механічних частинок, які можуть причепитися в процесі роботи.

Такий давач добре підходить на промисловому виробництві де потрібно слідкувати за швидкими скачками і перепадами тиску. Також завдяки ньому можна вимірювати тиск у трубопроводах та магістралях транспортування нафти.

Давач використовується для виміру як для абсолютного тиску так і для відносного. Комунікація давача з контролером здійснюється по інтерфейсу io-link. Всі значення виводяться на панель оператора.



Рисунок 3.2 - Давач тиску Keller серія 23/25

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики

Параметр	Значення
Діапазон виміру, Бар	РАА: 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20 PR: -1; -0,5; -0,2; -0,1; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20
Вихідний сигнал, мА	4...20
Основна похибка,	0,5%
Робоча температура, °С	-40 ... 120
З'єднання	G1 / 4 ", G1 / 2", M20x1,5 зовнішня; G1 / 2 ", G3 / 4" зовнішня з плоскою мембраною
Матеріал	Нержавіюча сталь 316L
Частота виміру, кГц	1 5 кГц опція для 4 ... 20 мА 10 кГц опція 0 ... 10 В 30 кГц опція 0 ... 10 В (тільки для версії 23SX НВ)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71.6.151.20.ПЗ

Арк.

17

Давач вимірювання рівня та температури для резервуарів та силосів

Акцент вибору такого давача був зроблений на великий та необхідний діапазон вимірювань рівня, якого немає у ультразвуковому давачі ULT. Діапазон робочого тиску набагато переважає граничний тиск другого перетворювача. Хоча він і трохи дешевше, але переплата компенсується результатом.

Високоточний перетворювач рівня 36 XW Keller

У состав серії 36 X W входить п'єзорезистивний сенсор і мікропроцесорний електроконвектор 16 bit A / D. Похибка температури і неточність сенсора вирівнюється математичними алгоритмами. Інтегрований процесор XEMICS може роботи як цифро / аналоговий перетворювач D / A, 16 bit для вихідних сигналів 4 ... 20 mA або 0 ... 10 V. Частота вихідного сигналу 100 Hz (Налаштовується). Для всіх аналогових перетворювачів тиску доступний цифровий вихідний сигнал.

Завдяки програмного забезпечення KELLER READ30 і програми PROG 30, RS485 конвертора (наприклад K102 або K107 аксесуари KELLER) і PC, можна відображати тиск, міняти одиниці вимірювання. Також можна налаштувати будь-які значення в межах дослідженого діапазону для аналогових вихідних сигналів.



Рисунок 3.3 - Високоточний перетворювач рівня 36 XW Keller

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики

Параметр	Значення
Вихідний сигнал, мА, В	RS485; 4 ... 20; 0 ... 10
Сумарна похибка, %	0,1
Основна похибка, %	0,025
Діапазон тиску, Бар	0 ... 0,3 до 0 ... 30
Температура роботи, °С	-20 ... 80
Діапазон вимірювань, м	до 300
Частота вимірювань, Гц	100
Ізоляція, МОм ,В	> 100 / 50
Клас захисту	IP68
Матеріал корпусу	Нержавіюча сталь 316L (DIN 1.4435)

Ротаметр металевий ЭМИС-МЕТА 215

Вибір ротаметру залежав від діапазону вимірювань витрат та робочого тиску. Вибір припав на ЭМИС-МЕТА 215 , але ротаметр KROHNE H250 M40R також добре підходить по технічним характеристиками. Обрання обґрунтоване різницею в ціні.

Ротаметр використовується для виміру витрат різних рідин та газів. Саме завдяки матеріалу з якого він зроблений можна досягати різноманітності вимірювань. Спеціальне антикорозійне виконання, розроблене з додатковим фторопластовим покриттям поплавка і вимірювальної порожнини - дозволяє розширити сферу застосувань. Такий ротаметр має точність витрат до 1%.

Має такі переваги:

- висока точність,
- легкий монтаж,
- перетворювати значення витрати в стандартний аналоговий сигнал 4-20 мА або в цифровий сигнал по протоколу HART,
- безпека роботи контролюється за допомогою сигналізації при виході за допустимі установлені значення верхньої і нижньої межі.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.4 - Ротаметр металлический ЭМИС-МЕТА 215

Таблица 3.4 – Технические характеристики

Параметр	Значения
Вимірювальна середа	Рідина, газ, кисень, повітря
Діапазон витрат, л / год , м ³ / год	води від 2,5 до 100000 газу від 0,07 до 3000
Точність вимірювання, %	± 1, ± 2,5, ± 4,0
Приєднання до трубопроводу	фланцеве, муфтове, зажимне
Максимальний тиск, МПа	до 32
Температура вимірюваного середовища, °С	стандартне виконання: -40...+100 високотемпературне виконання: -80 ... + 250 спеціальне виконання: -40 ... + 420
Вихідні сигнали, мА	індикатор; аналоговий струмовий 4-20; HART; до 2 граничних вимикачів
Вибухозахист	1 Ex ib IIB T2/T4 Gb, 1 Exd IIB T2/T4 Gb
Температура навколишнього середовища, °С	-60 .. +70

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71.6.151.20.ПЗ

Арк.

20

Занурний давач для виміру густини, щільності та в'язкості нафтопродуктів ПЛОТ-3Б-1П

Дачач ПЛОТ-3Б-1П та Поточковий щільномір DC-50 SERIES. Обидва мають велику точність вимірювань, необхідну робочу температуру, діапазон температури процесу, майже однакову ціну. Великою перевагою другого пристрою є його неперервна робота та вимірювання, але перший давач має можливість виміру не одного, а декількох параметрів та є переносним в разі необхідності. Тому було прийнято рішення обрати саме його.

Такий пристрій використовується для заміру щільності нафти у резервуарах до 15м. Головною його особливістю є те що вимірювання виконується без відбору проб, що значно полегшує процес, заощаджує час та мінімізує кількість похибок у дослідженні. Такий датчик неперервно видає значення температури, щільності та в'язкості на свій екран та має можливість передавання даних на екран панелі комп'ютера по інтерфейсу USB. Результати виміру зберігаються в пам'яті по 64 резервуарам.

Одним з великих плюсів є те що давач вимірює одразу декілька потрібних параметрів нафти та зручно-спроектований для експлуатації, є переносним.

Рекомендується для використання на різних нафтодобувних станціях, а саме у вертикальних резервуарах збереження сировини.



Рисунок 3.5 - Дачач для виміру густини та щільності нафтопродуктів ПЛОТ-3Б-1П

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Діапазон виміру щільності, кг/м ³	Від 680 до 1600
Діапазон виміру температури, °С	-40...+85
Діапазон виміру в'язкості, мм ² /с	Від 1,5 до 200
Похибка вимірювань	± 0,3... ± 0,5
Глибина занурення давача, м	Не більше 15
Рівень вибухозахисту	0ЕхІаІІВТ5
Вага, кг	Не більше 2

3.2 Вибір регулюючих органів та виконавчих механізмів

Регулюючий фланцевий клапан з електроприводом СТЭП

Аналогів такому клапану знайти дуже важко бо він ідеально підходить під систему та недорого коштує.



Рисунок 3.6 – Регулюючий клапан

Широко використовується в промисловості добування різної сировини. Разом с запірною трубопровідною арматурою призначений для автоматичного та ручного відкриття,

закриття та регулювання потоком у магістралях. Може регулюватись як дистанційно так і по місцю.

Технічні характеристики

клапан:

Матеріал корпусу - чугун.

Матеріал ущільнення затвора - нержавіюча сталь 12X18H9ТЛ.

Ущільнення шпинделя - фторопластові кільця.

Середовище - рідина, газ, пар.

Тип приєднання - фланцеве.

Конструкційні особливості - регулюючий, двосідельні.

Клас герметичності ГОСТ 9544 - 93 - 0,1 від Kv Ду 25, 40, 50, 80. Ру, кгс / кв. см - 16 Т
мах, °С – 225

Електропривод:

Прямолінійно регульований імпульсний (СТЕП - ПР - 4000) або слідкуючий (СТЕП - ПС - 4000).

Напруга живлення 24В постійного струму або 220В змінного струму.

Герметичність корпусу (IP 65 ГОСТ 14254 - 96).

Температура навколишнього середовища: -40 ... + 70°С.

Всі зубчасті колеса і вали з нержавіючої сталі.

Висока точність позиціонування за рахунок використання кулько - гвинтової передачі.

Хід штока: 10 ... 40мм.

Ручний привід. Клавіатура ручного управління.

Світлова сигналізація про кінцевих положеннях приводу і про спрацювання захисту;

Управління: 3 - х точкове імпульсна (СТЕП - ПР), вихід 4 ... 20мА. стежить система (СТЕП - ПС). вхід 4 ... 20мА (0 ... 10В), вихід 4 ... 20мА.

Регулюючий клапан двоходовий LDM RV113R

Регулюючий клапан LDM RV113R та клапан BELIMO DN20. Обидва клапани з електроприводом та мають гарну точність позиціонування. Було обрано перший клапан через його широку сумісність з керуючим технічним обладнанням.

Клапан зроблений з довговічного матеріалу, що дає гарантію на його тривалу експлуатацію. Електропривод забезпечує швидкісне переміщення штоку, що заощаджує час праці.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Регулюючий клапан LDM RV113R призначений для регулювання подачі та закриття потоку рідини та газу. Має розвантажений по тиску затвор. Завдяки цьому клапан можна використовувати під диференціальним тиском з лінійним приводом.

Клапан спеціально розроблений для приводів різних марок таких як: Siemens, Ekorex и LDM



Рисунок 3.7 - Регулюючий клапан двоходовий LDM RV113R

Витратна характеристика, яку видає LDMspline®, є майже ідеальною та вважається оптимальною для термодинамічних процесів, тому цей клапан ідеально підходять для застосування в опаленні і вентиляції, подачі сировини.

Якщо робочою середою вода чи повітря то для справної експлуатації клапана рекомендовано встановлювати фільтр FP перед клапаном.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Тип клапана	двоходовий
Номінальний діаметр, мм	DN50 ... 150
Номінальний тиск, бар	PN 16
Діапазон робочих температур, ° C	+2 ... + 150
Kvs, м3/год	від 40 до 360
Діапазон регулювання	50:1
Характеристика регулювання	LDMspline
Корпус	чугун EN-JL1040
Затвор	нержавіюча сталь 1.4027
Шток	нержавіюча сталь 1.4305
Ущільнення штоку	EPDM

Привод SAX31.00 просто монтується на корпус клапана, без допоміжних налагоджень. Є можливість ручного керування та індикатор поточного становища, що забезпечує додаткову зручність експлуатації.



Рисунок 3.8 - Електропривод Siemens SAX31.00 для регулюючого клапану

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики привода

Параметр	Значення
Номінальне підсилення , Н	800
Хід штоку клапана, мм	20
Електроживлення , В/ Гц	230 / 50
Керуючий сигнал, мА	4..20, 3-поз.
Час переміщення штока , с	120 (30)
Споживна потужність , ВА	3,0 (6,5)

Клинова засувка з фіксованим штоком мод.117FF NRS, DN50 PN16

Аналіз ринку дав змогу оцінити та знайти декілька придатних і потрібних засувок. Засувка з фіксованим штоком мод.117FF NRS, DN50 PN16 та засувка з гумованим клином чавунна DN 10. І одна і друга мають однаковий робочий тиск , зроблені з чавуну та мають фланцеве з'єднання. Ціни майже не відрізняються. Вибір аргументований надійністю та довгою експлуатацією виконавчого органу першого типу.

Ручна клинова засувка, яка слугує для відкриття, закриття трубопроводу на резервуарах та парках для подальшого транспортування сировини.



Рисунок 3.9 - Клинова засувка мод.117FF NRS, DN50 PN16

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Дана арматура є з невисувними штоками тому її поточний стан не легко визначити на вигляд. Через це для зручності експлуатації на штурвал заслінки наносять інформацію о кількості обертів для повного відкриття чи її закриття.

Таблиця 3.8 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Розмір	2 "(50 мм)
Тип з'єднання	фланцеве
Робочий тиск, бар	16
Робоча температура, ° C	0 ... + 80
Матеріал корпусу	ковкий чавун
Матеріал штока	Нержавіюча сталь
Будівельна довжина	Згідно EN 558-1 / Серія 14
Сертифікати	FM Approved, UL Listed, VdS, ГОСТ

Компресорний агрегат Corken-491 для перекачування нафтового газу

На ринку технологічного обладнання та виконавчих механізмів був невеликий вибір потрібного компресорного агрегату. Вибір був між двоступінчастим та одноступінчастим компресорними агрегатами Corken. Перший не підійшов так як має коефіцієнт стиску газу надто великим та зниження температури стиснутого газу до не потрібних нам величин.

Такий агрегат виконаний на підставі вертикального, одноступінчастого компресору. Спеціально сконструйований для вентиляції та продування ізоляційних камер, які забезпечують управління витратами. Такий спосіб дозволяє транспортувати безмасляний газ або для подальших процесів над ним або для створення вакууму.

Агрегат спроектований таким чином, щоб технічне обслуговування було достатньо простим, без зайвих дій. Наприклад, процес заміни клапана може бути зроблений без розбору основного трубопроводу.

Чому саме одноступінчастий? Тому що такий вид компресора є найвигіднішим для стискання газу під низьким тиском бо коефіцієнт стиску газу в системі газо- та нафтодобуванні є меншим 5:1. [10]

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

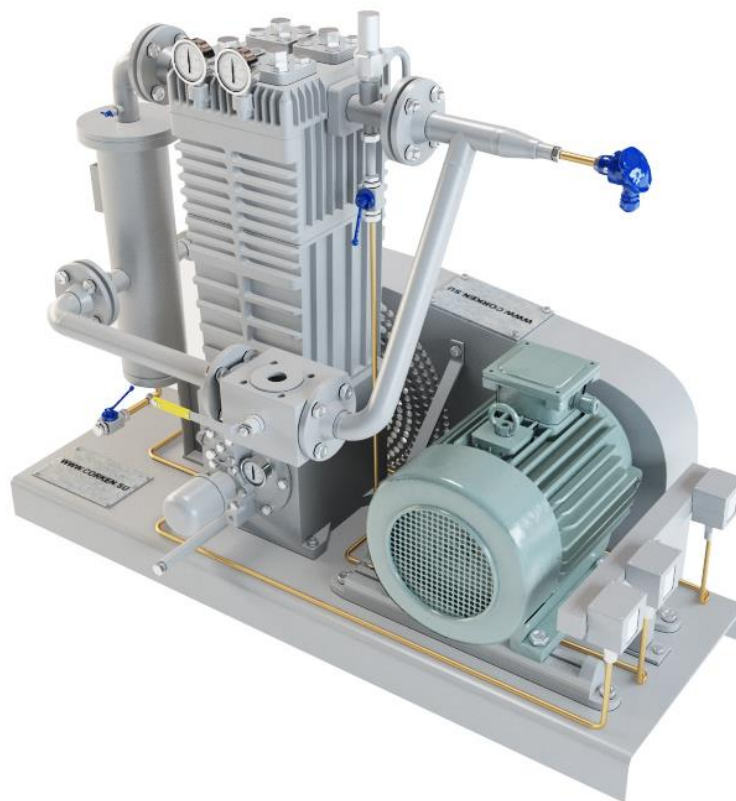


Рисунок 3.10 - Компресорний агрегат Sorken-491

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Тип мастила	Сухий
Кількість робочих циліндрів	2
Тип ущільнення поршневого штока	Подвійне
Швидкість обертів валу, об/хв	825
Продуктивність, м ³ / год	60
З'єднання	фланці ДУ 32
Оснащення входів/виходів	манометри
Вага, кг	400
Монтаж	На загальній рамі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71.6.151.20.ПЗ

Арк.

28

Трифазний вибухозахищений електродвигун Indukta II 2G Ex e II T3 Sg 132S-2B підвищеної безпеки



Рисунок 3.11 – Двигун Ex e ПТЗ

Таблиця 3.10 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Номінальна потужність, кВт	10
Частота, Гц	50
Синхронна швидкість	3000
Номінальна напруга, В	400
ККД, %	87,3
Температура навколишнього серед., С	-20...+40
Ступінь захисту	IP 55

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71.6.151.20.ПЗ

Арк.

29

Перетворювач частоти DANFOSS 132F0058 VLT MICRO DRIVE

Альтернативою перетворювача частоти DANFOSS 132F0058 VLT MICRO DRIVE був частотний перетворювач фірми MEDEL TAY-3C15 з вихідною потужністю в 15 кВт. Але оскільки Danfos на 11 кВт дешевше та має дуже схожі характеристики з TAY-3C15 – було вирішено взяти його. Тим більше, що по дослідженням і розрахункам проекту - потужність не буде перевищувати за 12 кВт.

Дана модель розроблена у вигляді трифазного виконання . Основною функцією Danfoss є регулювання частоти току на трифазному двигуні потужністю в 11 кВт. Такий перетворювач користується попитом у промислових лініях та системах вентиляції , конвеєрах.



Рисунок 3.12 - Перетворювач частоти Danfoss

Основні характеристики та особливості:

- Автоматична адаптація до двигуна
- Вмонтований логічний контролер
- Фільтр радіочастотних перешкод
- Автоматична оптимізація енергоспоживання
- Номінальна потужність частотного перетворювача складає 11 кВт;

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Агрегат передбачає наявність трьох фаз;
- Глибина агрегату при панелі з потенціометром дорівнює 249 мм.

Danfoss має спеціально розроблену панель управління, яку можна легко зняти при необхідності.

Для користування приладу виробником було передбачено присутність п'яти аналогових входів. Це старт, стоп, скидання, підключення термистора, таким чином управляти агрегатом стало набагато легше.

Таблиця 3.11 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Потужність, кВт	11
Напруга на вході, В	3-ф/380
Напруга на виході, В	3-ф/380
Номінальний струм, А	23
Тип управління	Векторний
Максимальна частота на виході, Гц	400
Перевантажувальна здатність, 1хв%	150
Ступінь захисту корпусу	IP 20
Робоча температура, °С	0..+50
Частота комутації, кГц	2-16
Габарити, мм	292x125x241
Вага, кг	3

3.3 Вибір програмно-логічного контролера ,допоміжних модулів та ПК

Промисловий панельний комп'ютер PPC-3120S Advantech

Панельний промисловий комп'ютер був обраний задля зручності керування технологічними процесами та за їх стеженням. Промисловий комп'ютер INTEL ATOM E3845 хоча і є гідним конкурентом, але не зміг змагатися з обранцем, по причинам відсутності панельного екрану та слабких параметрів, хоч і має привабливу ціну.

Такий комп'ютер зарекомендував себе з роками, як надійна обчислювальна машина в завданнях автоматизації. Промисловий комп'ютер найчастіше використовується для

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

організації робочого місця оператора. Тоді ПК виступає в ролі людського машинного інтерфейсу. Також на таких місцях застосовують SCADA-пакети для більш ефективної роботи і ергономічності.

Панельний комп'ютер – комп'ютер, який об'єднує в собі процесорний блок, клавіатуру, дисплей с сенсорним екраном. Такий пристрій добре підходить для моніторингу об'єктів та процесів автоматизації.



Рисунок 3.13 - Промисловий панельний комп'ютер PPC-3120S Advantech

Комп'ютер в якості контролера - як один із способів застосування ПК. Але для цього потрібно встановити спеціальне ПЗ, електронний диск, плату вводу-виводу та таймер.

Плюси ПК як контролерів:

- більше ємкості ОЗП
- більше пам'яті
- велика швидкодія
- підтримання зв'язку з периферією
- можливість проектування всієї системи автоматизації за допомогою SCADA пакетів, без участі систем програмування контролерів і засобів зв'язку контролера з комп'ютером;

PPC-3120S - високоякісний ультра-тонкий панельний ПК з екраном [8]

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.12 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Розширення екрану	1024x768
Кількість ядер процесора	4
Монітор	LCD TFT
Розмір монітору, дюйм	12,1
Процесор	Intel® Celeron® N2930
Системна пам'ять	1 x SO-DIMM, DDR3L 1333, Мак. 8 Гб
Сенсорна панель	Elo 5-дротова резистивна
Мережа	2 x 10/100/1000 Mbps Ethernet (Intel I211)
Порт вводу-виводу	2 x послідовний порт: 1 x RS-232, 1 x RS-232/422/485 (через BIOS), 2 x USB 2.0; 1 x USB 3.0
Збереження даних	1 x 2.5 "SATA bay, 1 x mSATA bay
Слоти розширення	1 x Full size Mini PCIe slot
Вимоги по напрузі DC, В	12-24
Матеріал корпусу	Алюміній
IP-захист фронтальної панелі	IP68
Вимоги до температури при роботі, °C	0 ~ 50 для SSD, 0 ~ 40 для HDD
Розміри, мм	317 x 246 x 49
Вага, кг	2,1
Підтримка ОС	Microsoft® Windows 7 32bit & 64bit / Windows 8.1 32bit & 64bit / Windows 10 32bit & 64bit / WES7 / WEC 7 / Linux / Android 4.4

Програмний логічний контролер

Для того щоб підтримати іноваційність та модернізацію системи автоматизації - ПЛК Simatic S7-1500 як найкраще підходив під цей статус. Оскільки контролер розроблений на останніх версіях Simatic S7 – у ньому враховано помилки минулого. Заради перемоги в швидкодії, що забезпечить зайві та непотрібні витрати часу, обираємо програмний логічний контролер S7-1500. Його конкурент S7-1200 залишається позаду.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Simatic S7-1500 – новітня розробка німецькою компанією в області електричного обладнання. Інноваційний контролер базується на продовженні модернізації та розвитку функцій двох попередніх контролерів S7-300 і S7-400. Операційна система S7-1500 підтримує багато стандартних функцій управління переміщенням, обмін даних по PROFINET, мови пакета STEP-7. [8]



Рисунок 3.14 – ПЛК Simatic S7-1500

Завдяки інтерфейсу PROFINET, контролер здатний працювати в реальному масштабі часу. Мінімальний час відгуку та обробка команди досягає майже 1 нано-секунди, що забезпечую велику швидкодію та продуктивність.

S7-1500 має інтегровану діагностику системи, яка дозволяє виконувати точний аналіз програм переміщення і руху, а також модернізувати роботу приводів.

Під дану модель допустима установка 30 модулів контролера в одну монтажну стійку, що значно відобразиться на роботі ПЛК. З'ємні дисплеї, які підключаються до модулів, полегшують обслуговування контролера та його експлуатації. Наприклад, можна змінити IP-адрес, назву чи текст станції.

На екран дисплея є можливість виводу різну діагностику або аварійні повідомлення чи стан модулів.

ПЛК Simatic S7-1500 з центральним процесором CPU 1515F-2 PN та захистом IP20 може монтуватися на вертикальну поверхню з горизонтальним або вертикальним положенням корпусу в просторі. Такий спосіб монтажу допускає покращення компоновки шафи управління.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Діапазон дозволених робочих температур також є не малим та залежить від положення:

- горизонтальна установка 0 ... + 60 ° C (при 50 ° C дисплей відключається)
- вертикальна установка 0 ... + 40 ° C (при 40 ° C дисплей відключається)

Вид напруги живлення : 24 В постійного струму

Споживання струму: 0,8 А

Нормальна розсіювана потужність: 6,3 Вт

Підтримка комунікаційного обміну даних : Ethernet; PROFINET IRT з 2-х портовим комутатором; PROFIBUS.

Робоча пам'ять: 2мб для програми та 8мб для даних

До такого ПЛК можуть бути підключені спеціальні модулі: сигнальні, технологічні, комунікаційні, F модулі, блоки живлення

Завдяки новому інноваційному процесору CPU 1515F-2 PN - Simatic S7-1500 здатен обробляти більше 1000 різних операцій.

Для даного ПЛК можна обрати до різних 30 модулів, які потрібні для розширення кількості входів/виходів та для доповнення системи каналами аналоговими чи дискретними.

Обираємо 3 сигнальні модулі для аналогових входів/виходів 6ES7 534-7QE00-0AB0 Siemens S7-1500 та 6ES7 522-5HF00-0AB0 Siemens S7-1500 для дискретних виходів.

Центральний процесор CPU 1515F-2 PN

Такий процесор має достатньо великий об'єм пам'яті, що дозволяє йому швидко виконувати процеси різної складності.

Також оснащений інтерфейсом PROFINET з 2-х портовим комутатором. Крім того, є додатковий інтерфейс PROFINET зі своїм IP. [8]

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.15 - Центральний процесор CPU 1515F-2 PN

Присутня функція управління переміщенням та ізохронний режим роботи процесора. Для його нормальної роботи потрібна SIMATIC memory card, яка виконує роль знімної загрузочної пам'яті ЦП.

Головними технологічними функціями є:

- підключення аналогових і PROFIdrive-сумісних приводів по стандартним блокам (PLCopen).
- Вживання процесів та задач трасування будь-яких змінних ЦП для вирішення завдань діагностики в реальному масштабі часу, а також розкриття помилок, що виникають.

Існує також ретельний захист інформації: парольний захист, блокування від копіювання даних, трирівнева ідентифікація користувача.

Час виконання завдань та операцій показує дуже малий та прийнятний результат: від 30 до 150 нано-секунд, що характеризує процесор як потужну обчислювальну машину.

Невеликий час реакції на зовнішні фактори, що гарантується ідеальною генерацією програмних кодів та високою швидкістю обміну даними.

Програмується CPU 1515F-2 PN в STEP 7 Professional від V13.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сигнальний модуль 6ES7 534-7QE00-0AB0 Siemens S7-1500

Вибір сигнальних модулів був однолінійним спеціально сумісним з Siemens S7-1500. Враховуючи кількість потрібних аналогових та дискретних входів/виходів – обрали потрібні модулі.



Рисунок 3.16 – Сигнальний модуль Siemens SM 1534

SM 1534 призначений для розширення кількості аналогових входів та виходів

Таблиця 3.13 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Напруга живлення , В	24
Максимальний вихідний струм, мА	61
Нормальна розсіювальна потужність, Вт	3,3
Число аналогових виходів	4
Число аналогових входів	4
Розширення на канал, біт	16
Інтерфейс	PROFINET

Сигнальний модуль 6ES7522-5HF00-0AB0 Siemens S7-1500

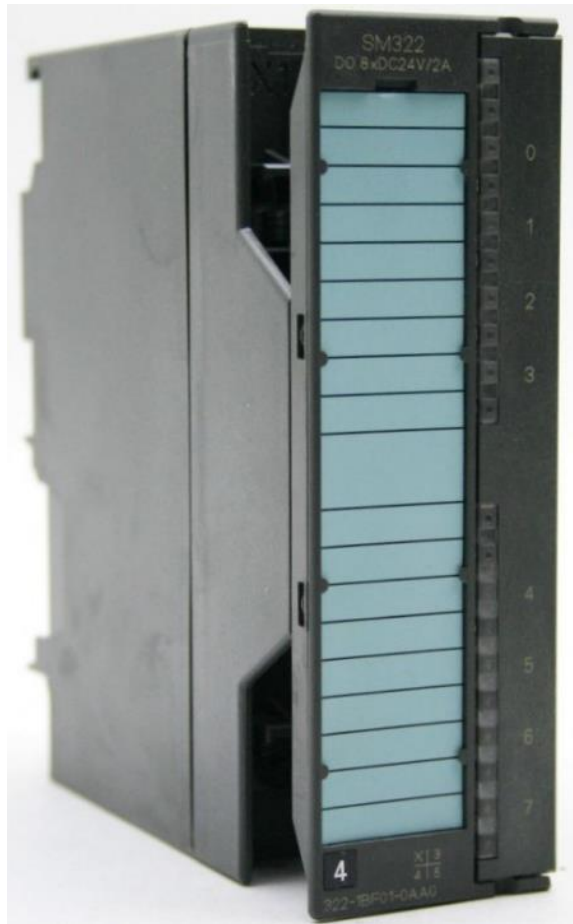


Рисунок 3.17 - Сигнальний модуль Siemens SM 1522

Модуль SM 1522 використовується для перетворення внутрішніх логічних сигналів ПЛК в його вихідні дискретні сигнали.

Таблиця 3.13 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Напруга живлення , В	24
Максимальне споживання струму, мА	80
Нормальна розсіювальна потужність, Вт	5
Число дискретних виходів	8
Релейні виходи	8
Інтерфейс	PROFINET

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА SCADA СИСТЕМИ

4.1 Загальне поняття про SCADA системи

Для чого потрібна SCADA система ? Така система використовується майже на кожному великому промисловому підприємстві, де потрібно забезпечити операторське управління та моніторинг основними процесами та окремими контурами. Тому в цій системі важливо дотримуватися реального масштабу часу та точності у обміні даними.

SCADA система (Supervisory Control And Data Acquisition) – операторське керування та збір даних, програмний пакет, який призначений для збору інформації з давачів в реальному часі, для обробки даних які поступають і відображаються на екрані монітору.

Головні задачі SCADA системи:

- Обмін даними ПЛК та платами вводу-виводу за допомогою драйверів
- Опрацювання даних в реальному часі
- Логічне керування
- Контроль та розробка бази даних
- Відтворення інформації на панель оператора
- Забезпечення зв'язку з зовнішніми додатками
- Розробка звітів про етапи та дії технологічних процесів

В залежності від рівня та складності керованого ТП, розрізняють такі архітектури SCADA системи: автономні, клієнт-серверні, розподілені.

Автономні. При розробці систем по даній архітектурі використовують одну чи декілька операторських станцій, які не з'єднані між собою. Такий вид архітектури має великий плюс: простота систем без зайвих надбудов.

Клієнт-серверні. Система реалізується на сервері, а керування та стеженням за процесом виконується на клієнтських станціях. Подвійне чи потрійне резервування та дублікат серверів, клієнтських станцій, мережевих зав'язків – забезпечує можливість розділення функцій SCADA між серверами.

Розподілені. При вживанні архітектури розподіленої – розрахунки відбуваються на обчислювальних машинах, які з'єднані між собою та мають функцію взаємного резервування. Така архітектура є більш надійною ніж інші. [8]

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Опис структури нафтодобувної станції

Система автоматизації нафтодобувної станції має трирівневу структуру: верхній, середній та нижній рівні.

Нижній рівень системи автоматизації містить в собі:

- Давачі технологічних параметрів
- Виконавчі механізми
- Пристрої, що монтуються за місцем
- Системи автоматичного регулювання

На цьому рівні також розміщується блок аварійних захистів, що знаходиться в операторній і містить в собі сигналізацію від сигналів давачів і кнопки керування, які діють на пускачі та вимикачі.

Середній рівень містить в собі програмно-апаратні модулі керування вузлів і приладів за допомогою програмованих логічних контролерів. ПЛК своєю чергою забезпечують:

- Приймання сигналів з давачів, що монтуються за місцем
- Обробка та передавання даних про стан об'єктів на верхній рівень системи
- Автоматичне управління пристроями та перевірку його роботи
- Формування керуючих впливів на виконавчі механізми та приймання даних з верхнього рівня системи автоматизації
- Зв'язок з системами автоматичного регулювання параметрів

До складу верхнього рівня входять: автоматизоване робоче місце оператора-технолога, що реалізоване на базі двох ПК та знаходиться в операторській; інженерна станція, завдяки якій, забезпечується проектування та розв'язання таких постановок як конфігурація, документування та здійснення пошуку помилок; комп'ютери з операторської, які здатні працювати незалежно один від одного та споріднені з контролером середнього рівня по власних шинах. Виконання інженерних функцій відбувається на операторських станціях.

Верхній рівень підтримує:

- Отримання даних про стан об'єкта
- Стеження за технологічним процесом та приймання трендів визначених ТП
- Нагляд нормативних параметрів згідно з регламентом
- Оперативне керування ТП
- Розробку бази даних
- Архівацію дій та ходу ТП на нижніх рівнях

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Екран монітору автоматизованого робочого місця оператора-технолога видає таку інформацію:

- Таблиці
- Графіки
- Звіти про працю нафтодобувної станції
- Перелік помилок та несправностей, час їх утворення
- Перелік аварійних ситуацій за конкретний чи будь-який обраний час
- Журнал дії технологічного процесу

4.3 Розробка та проектування SCADA системи

При розробці SCADA системи використовується таке програмне забезпечення, як Simple SCADA. Програма слугує для обробки, збору, архівації та візуалізації технологічних процесів.

Має зручний та простий інтерфейс і не потребує додаткових інсталяцій.

За допомогою потрібних бібліотек та файлів розпочнемо побудову системи на базі схеми інформаційних та матеріальних потоків, яка зображена у ДОДАТКУ Б.

SCADA система контуру перекачки та сепарації нафти

Дана SCADA відображає технологічні параметри виконавчих механізмів та давачів. На схемі зображені: насосний агрегат, піч трубчата блокова, сепаратори та резервуар з комбінованими реагентами.

До кожного механізму та блоку підключені давачі, які по зворотному зв'язку передають сигнал до контролера, а самі значення можна побачити на екрані монітору в операторській. Наприклад, температуру підшипників насосного агрегату, рівень рідини в сепараторі чи тиск нафти у трубопроводі.

Також в системі присутні автоматичні заслінки, якими є можливість управляти оператору у випадку коли система цього потребує.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

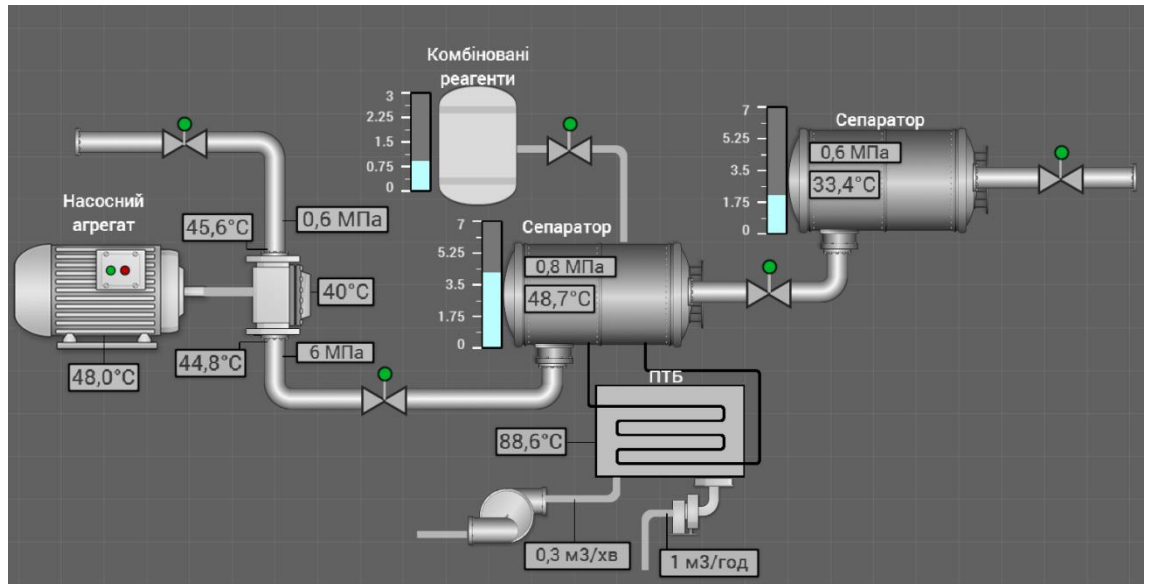


Рисунок 4.1 – Мнемосхема перекачки та сепарації нафти

SCADA система контуру деемульсації та стабілізації нафти

Як і попередня SCADA - ця містить в собі блоки та установки виконавчих процесів нафтопереробки. Дані, що передаються з давачів та перетворювачів стабілізаційної колони та деемульсаційної установки транлюються у мнемосхемі.

Витрати , температура, тиск , рівень – за всіма параметрами слідкує оператор, який при невідповідності до нормованих значень, може зупинити технологічний процес або призупинити роботу окремого механізму.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

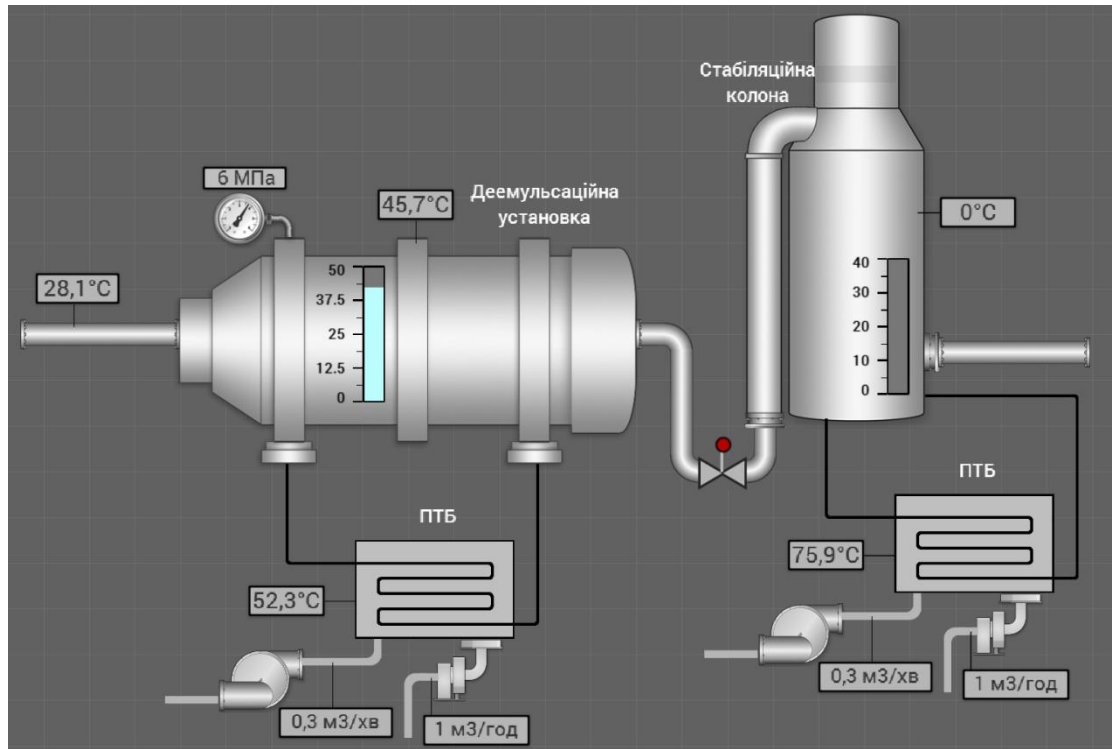


Рисунок 4.2 – Мнемосхема деемульсації та стабілізації нафти
SCADA система контуру перекачування газу

На даній схемі відбувається моніторинг за коректною роботою компресорної установки та резервуаром збереження газу. Тиск та рівень заповнення є головними параметрами у цій SCADA системі, крім того, ще присутні температура та значення витрати. При натисканні на резервуар можна побачити більш детальну інформацію про стан газу: його концентрацію, щільність, теплоту спалювання та масу.

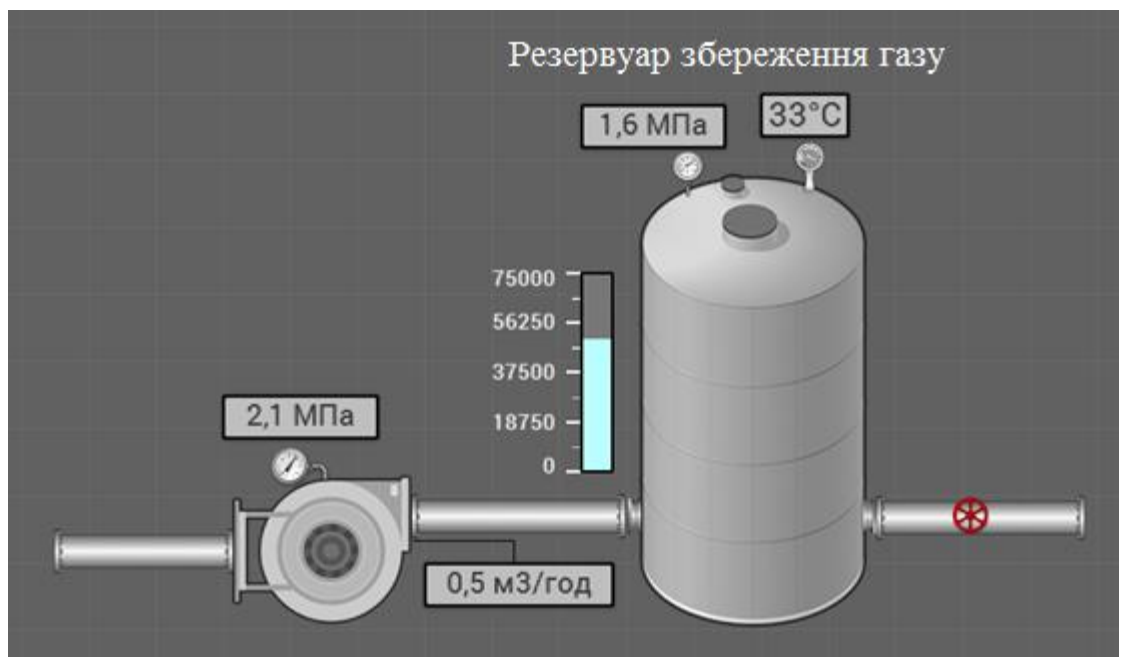


Рисунок 4.3 – Мнемосхема перекачування газу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

SCADA система контуру очищення нафтопромислових стічних вод

Система включає в себе установку очищення нафтопромислових стічних вод та резервуар з прісною водою. Заслінка, яка пропускає через себе воду що надходить до установки, регулюється за допомогою оператора. Коли рівень рідини доходить до потрібного – працівник відкриває заслінку.

Параметри за якими можна слідкувати на мнемосхемі та при детальному перегляду:

- Температура
- Тиск
- Частота обертів лопатей
- Густина води та частинок нафти
- В'язкість рідин
- Рівень заповнення резервуару та установки

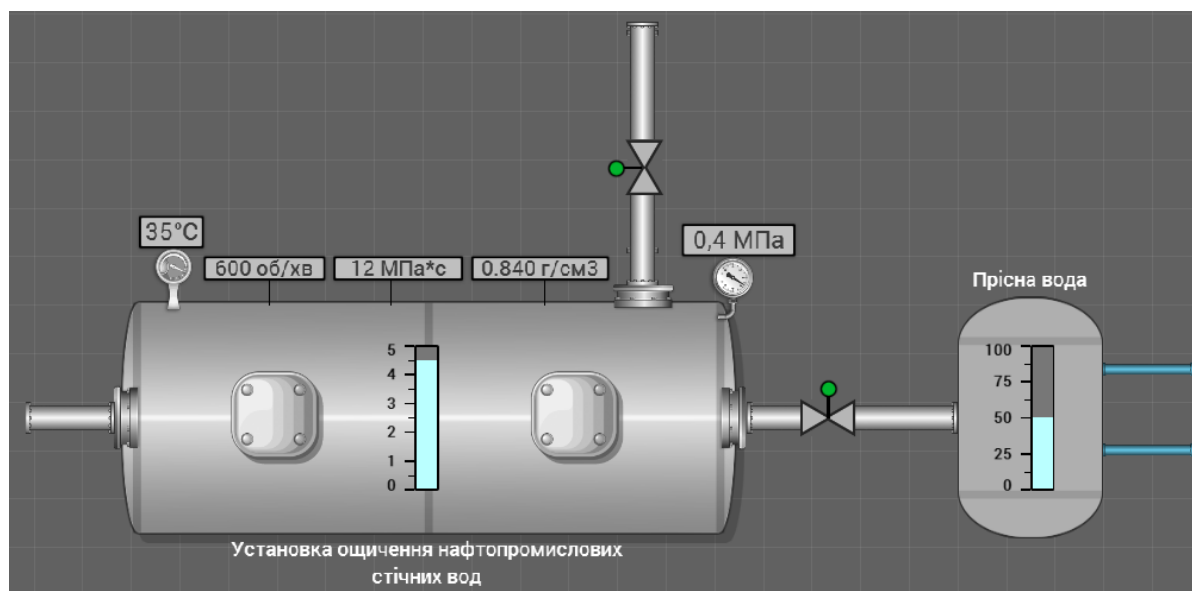


Рисунок 4.4 – Мнемосхема очищення нафтопромислових стічних вод

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71.6.151.20.ПЗ

Арк.

44

SCADA система контуру підтримання тиску в свердловинах

Проста система, що містить два насоса які слугують для перекачки води у нагнітальні свердловини, щоб забезпечувати та підтримувати пластовий тиск на родовищах.

Відбувається слідкування за температурою двигунів та підшипників насосів, тиском нафти у трубопроводі - до та після проходження агрегатів.

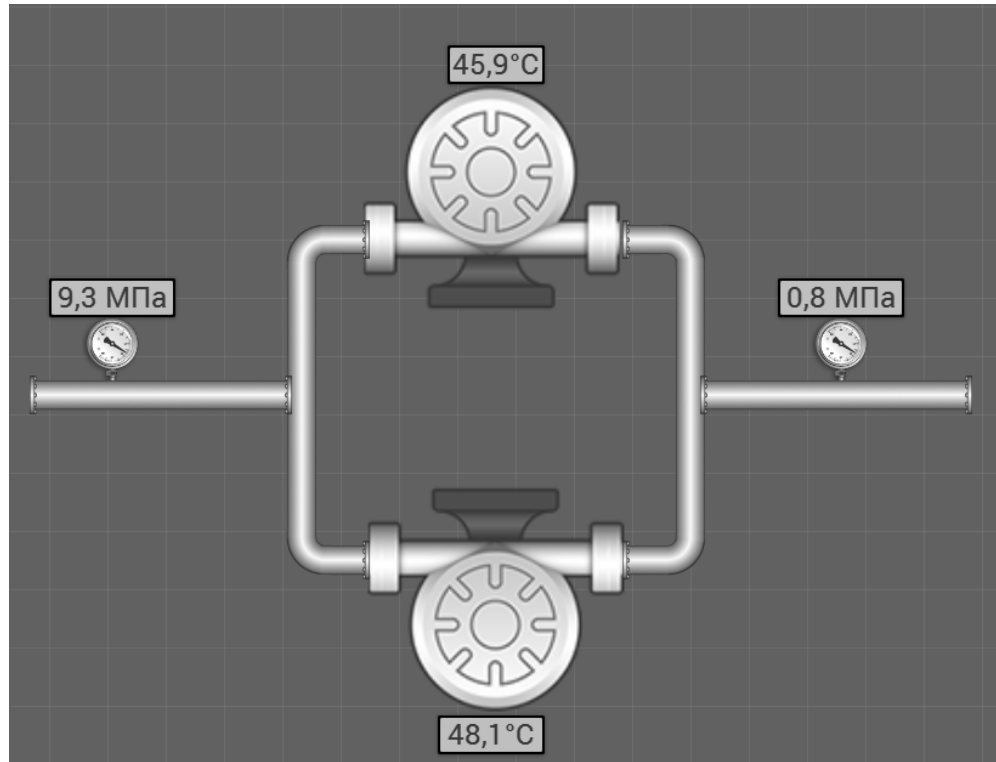


Рисунок 4.5 – Мнемосхема підтримання тиску в свердловинах

SCADA система резервуару збереження нафти

Для зменшення витрат нафти при зберіганні та транспортуванні дотримуються таких норм: підтримка та забезпечення технічної роботи та герметичності резервуару; контроль герметичності клапанів, запірної арматури та фланцевих з'єднань.

При натисканні на зображенні резервуара на основній мнемосхемі відкривається спливаюче вікно з детальною інформацією по даному резервуару, включаючи:

- рівні нафтової сировини і підтоварної води в сховищі;
- масу і об'єм нафтопродукту;
- обсяг підтоварної води;
- температуру нафтопродукту по висоті резервуара в п'яти точках;
- надлишковий тиск парів нафтопродуктів (для резервуарів без понтона);

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71.6.151.20.ПЗ

Арк.

45

- значення рівня за попередній і поточний час, зміна рівня;
- лабораторну щільність нафтопродукту при + 20 °С і щільність при робочих умовах;
- тренди параметрів;
- гістограми температур нафтопродукту на різних висотах резервуара

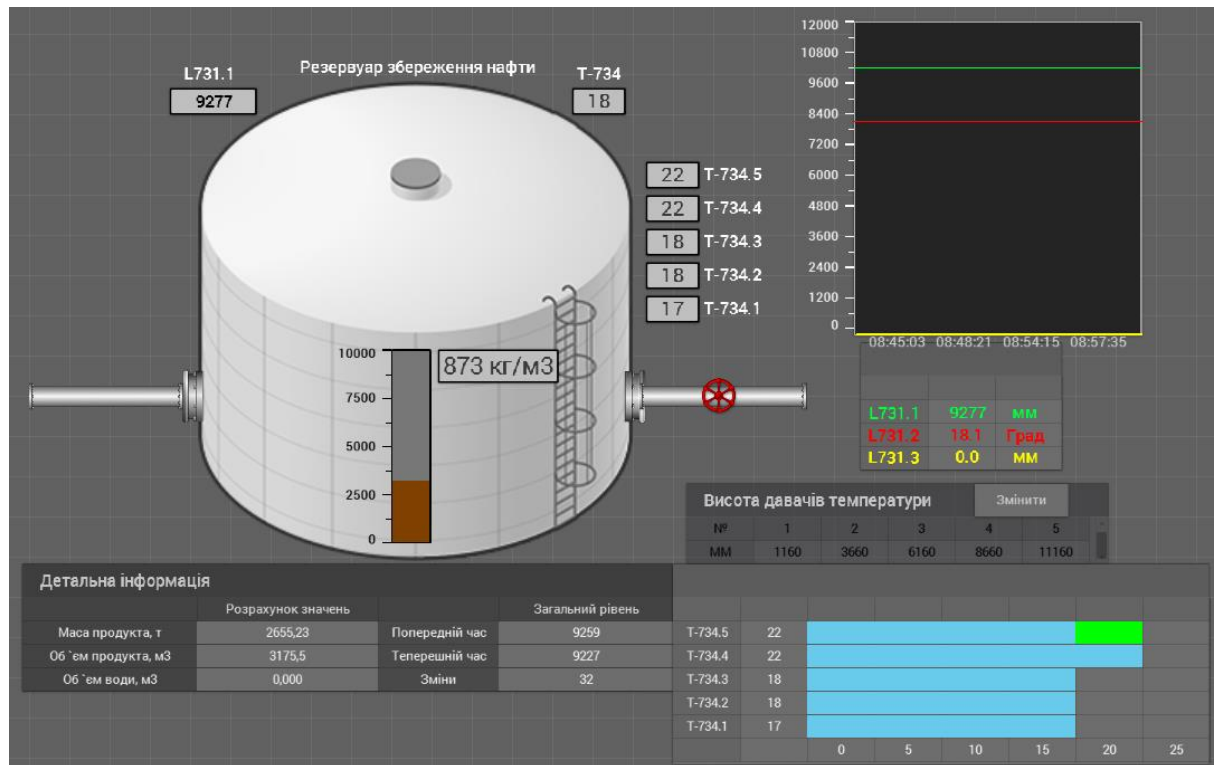


Рисунок 4.6 – Мнемосхема резервуару збереження нафти

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71.6.151.20.ПЗ

Арк.

46

ВИСНОВКИ

В основній частині дипломного проекту була розглянута автоматизація системи нафтодобування, її переробка та очищення. Був розглянутий технологічний процес та шляхи його вдосконалення.

У проекті висовується пропозиція автоматизації системи управління технологічним процесом згідно з новітніми модифікаціями та розробками. Це дає змогу забезпечити надійністю, гнучкістю та оригінальністю керування процесом.

Застосування АСУТП гарантує підвищення якості продукту на виході та великий ККД системи. Завдяки сучасним оптимізованим механізмам і обладнанню – є можливість мінімізувати кількість браку продукту та зменшити його витрати.

Тим самим обсяг продукції, що випускається, зросте та швидко окупить фінансові затрати на експлуатацію. Також система передбачає поліпшення робочого місця та умов праці для персоналу.

В процесі написання диплому було:

- Розглянуто технологічний процес та об'єкт керування
- Спроектвана схема інформаційно-матеріальних потоків
- функціональна схема автоматизації з детальними оглядом контурів керування.
- Зроблене обґрунтування та вибір інтерфейсів: давачі, виконуючі механізми, первинні перетворювачі, регулюючі органи , контролер та сигнальні модулі до нього
- Розроблена унікальна SCADA система на базі ФСА , за допомогою якої оператор слідкує за технологічним процесом та керує їм при необхідності.

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основы разработки нефтяных и газовых месторождений, Дейк Л.П., 2009.[1]
2. Основы нефтегазопромыслового дела. Учебное пособие.
Авторы В. Д. Гребнев, Д. А. Мартюшев Г. П. Хижняк: Перм. нац. иссл.полит. ун-т. Пермь, 2013. 185с. [2]
3. Practical Rod Pumping Optimization by John G. Svinos , 2020 April 2, 502 Pages [3]
4. Oil & Gas Production in Nontechnical Language, 2nd Edition , Martin S. Raymond & William L. Leffler , 2017 [4]
5. Handbook of Petroleum Refining By James G. Speight ISBN 9780367574406, Published June 30, 2020 by CRC Press, 789 Pages [5]
6. Sucker-Rod Pumping Handbook 2st Edition, Author: Gabor Takacs ISBN: 9780124172128 ,Gulf Professional Publishing , 2018 Page Count: 598 [6]
7. An Introduction to Large Pumping Units by J. Paul Guyer, Paperback, 52 pages , May 4th 2019 by Independently Published [7]
8. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы Trace Mode. с 336, Тамила Пьявченко, 2015 [8]
9. ВНТП 4 – 00 Ведомственные нормы технологического проектирования «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок объектов трубопроводного транспорта нефтепродуктов по взрывопожарной и пожарной опасности». – Введ. 14.06.2000. – Москва: ОАО «АК «Транснефтепродукт». [9]
10. Автоматизированная система управления технологическими процессами. 2016 , ООИ НПП «Томская электронная компания» [10]
11. Автоматика и управление в технических системах: в 11 кн./ отв. ред. С.В. Емельянов, В.С. Михалевич.- Кн. 1. Электрические элементы систем управления промышленными работами / А.А. Краснопрошина и др..-К.: Вища шк., 2005. [11]
12. Ropa naftowa a wzrost gospodarczy. Teoria i praktyka. 380 stron , Potocki Wojciech , 2010 [12]
13. Niektóre wskaźniki pracy węzła odsalania ropy naftowej. Maciej Paczuski, Marzena Konopska, Alicja Fabisiak, 2010 [13]
14. Zarządzanie Jakością i Produkcją Chemiczną. SCHEMATY PROCESOWE – TECHNOLOGICZNEю Prof. M.A. Kamiński, 2018 [14]

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. НЭМ.Н12.165.000.00. ПС-Р. «Насос нефтяной магистральный типа «НМ» [15]
16. Ишмухаметов И.Т., Исаев С.Л., Лурье М.В., Макаров С.П. Трубопроводный транспорт нефтепродуктов. – М: Нефть и газ, 2013. – 300 с. [16]
17. S7-1500 Automation System , System Manual, 02/2014, A5E03461182-AB [17]
18. РД 08.00-60.30.00-КТН-016-1-05. «Руководство по техническому обслуживанию и ремонту оборудования и сооружений нефтеперекачивающих станций» [18]
19. Минеральная нефть: развитие представлений о неорганическом происхождении месторождений нефти и газа. Пиковский Ю.И. 2021 г. 350 стр. [19]
20. MECHANICS OF FLUID (GAS-OIL-WATER) FLOW. Basniev K.S., Dmitriev N.M., Chilingar G.V. 2010 г. 568 стр. [20]
21. Автоматизация производственных процессов в нефтегазовой отрасли. Глебов Н.А. 2012 г. 172 стр. [21]
22. Positive Displacement Motors. Theory and Applications. Samuel R., Baldenko D.F., Baldenko F.D. 2015 г. 434 стр. [22]
23. Нефтепереработка и нефтехимия. Вводный курс, учебное пособие, Подвинцев Илья Борисович. 228 с, 2020 год [23]
24. Petroleum Refining in Nontechnical Language , William L. Leffler, PennWell, 2008 [24]
25. Światowe zasoby surowcow energetycznych- wnioski dla Polski, Eugeniusz Mokrzycki, Roman Ney, Jakub Siemek, 2009 [25]
26. Nontechnical Guide to Petroleum Geology, Exploration, Drilling, and Production. Norman J. Hyne, Penn Well Corporation, March 20, 2012. [26]
27. Dokument referencyjny BAT dla rafinacji ropy naftowej i gazu. Pascal Barthe, Michel Chaugny, Serge Roudier ,Luis Delgado Sancho , 2015 [27]

					СУ-71.6.151.20.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		