

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Система автоматизованого керування блоком компресорів

Керівник проекту:

асистент

Панич А.О.

Виконав:

студент групи СУдн-51п

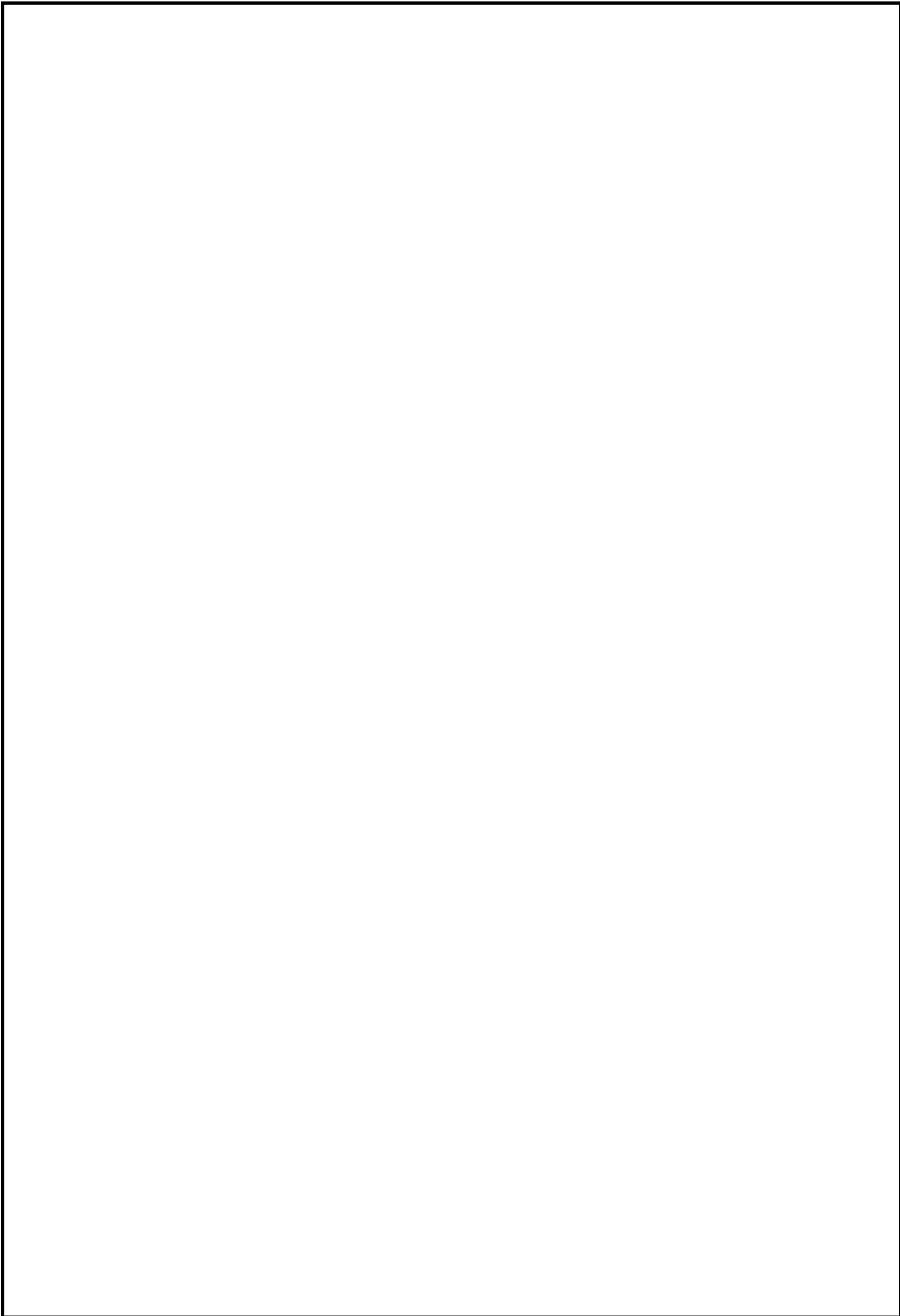
Гавриленко О.Г.

Суми – 2020

## ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ .....	4
ВСТУП.....	5
1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БЛОКА КОМПРЕСОРІВ .....	6
1.1 Призначення.....	6
1.2 Технічні характеристики блоку компресорів.....	7
1.3 Устрій і робота.....	8
1.4 Установка й порядок роботи блоку компресорів.....	14
1.5 Порядок роботи, зміна параметрів, регулювання й настроювання блоку компресорів .....	16
2 СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БЛОКУ КОМПРЕСОРІВ .....	21
2.1 Щит розподільний.....	22
2.2 Щит автоматики .....	22
2.3 Щит керування компресором.....	24
2.4 Загальні відомості про Zelio Logic .....	25
2.5 Керування блоком компресорів.....	28
2.6 Керування вентиляцією .....	31
2.7 Автоматизація компресора.....	32
3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ .....	33
3.1 Програмування Zelio Logic .....	33
3.2 Програма реалізації режимів роботи блоку осушки.....	35
4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	37
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів .....	37
4.2 Розрахунок захисного заземлення.....	38
ВИСНОВКИ .....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	43
Додаток А Лістинг програми реалізації режимів роботи блоку осушки. <b>Помилка!</b> <b>Закладку не визначено.</b>	

					<i>СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гавриленко О.Г.			Система автоматизованого керування блоком компресорів. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Панич А.О.					2	43
Реценз.						СумДУ, СУдн-51п		
Н. Контр.								
Затверд.		Дрозденко О.О.						



					<i>СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ</i>	Арк.
						3
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

БК – блок компресорів

БЛ – балон

БО – блок осушки

ВД – водомастиловіддільник

КМ – агрегат компресорний

КО – клапан зворотний

РБ – редуктор баллонний

Ф – фільтр

					СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

У наш час кожний технологічний процес повністю або частково автоматизований [1]. Тому всі системи автоматичного керування постійно модернізуються. Блок компресорів призначений для одержання стислого, осушеного, очищеного від механічних домішок повітря й наповнення їм повітряних систем [2]. Автоматичне керування блоком компресорів здійснюється за допомогою електроустаткування.

У дипломному проекті розроблена сучасна система автоматизації блоку компресорів, яка створена на базі не тільки українських, а й іноземних технологій. Зокрема автоматизоване керування блоком компресорів здійснюється за допомогою інтелектуально реле Zelio Logic [3-5].

Застосування інтелектуальних реле дозволяє спростити реалізацію й програмування логічних завдань. Реле дуже прості у використанні, а їх різюча універсальність і висока продуктивність дозволяють користувачам значно заощадити час і гроші. Для розв'язку логічних завдань Schneider Electric пропонує продукт за назвою Zelio. Це повністю автономна автоматизована система модульного типу.

Zelio – це "усе в одному": дисплей і клавіатура інтегровані в прилад, інших допоміжних засобів не потрібно. Прилад компактний, простий в обслуговуванні й не вимагає додаткових засобів для програмування. При необхідності можна легко й швидко змінити програму. Це виключає дороге відновлення й перехід на нові версії.

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БЛОКА КОМПРЕСОРІВ

## 1.1 Призначення

Блок компресорів (БК) (мал.1.1) призначений для одержання стислого, осушеного, очищеного від механічних домішок повітря й наповнення їм повітряних систем [2].



Рисунок 1.1 – Блок компресорів

Блок розрахований на нормальну роботу при наступних умовах експлуатації:

- 1) температура навколишнього повітря від 213 К (-60<sup>0</sup>С) до 313 К (40<sup>0</sup>С)

					СУДН-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 2) відносна вологість навколишнього повітря не більш 98% при температурі 308 К (35<sup>0</sup>С)
- 3) вплив інею й роси, опадів у вигляді снігу, туману, дощу.

## 1.2 Технічні характеристики блоку компресорів

- Максимально можлива продуктивність блоку при роботі 2-ох компресорних агрегатів одночасно – 4,8(290) м<sup>3</sup>/хв (м<sup>3</sup>/Г)
- Кількість компресорів – 2 шт.
- Тиск видаваного повітря – 0,5-23,0 (5-230) МПа (кгс/см<sup>2</sup>)
- Точка роси повітря при тиску 760мм.рт.ст – 60
- Максимально можлива потужність, споживана БК, не більше 120 кВт
- Кількість обслуговуючого персоналу для періодичного контролю роботи БК – 1чол.

- Габаритні розміри:

Довжина – не більш 11830 мм

Ширина – не більш 3200 мм

Висота – не більш 3825 мм

- Маса блоку – не більш 20000 кг
- Частота обертання вала компресора – 24,3<sup>+0,6</sup>(1460<sup>+40</sup>) с<sup>-1</sup>( об/хв)
- Витрата масла компресором – 0,025(90) г/с (г/ч)

### Блок осушки повітря

- Потужність, споживана блоком осушки при регенерації – не більш 3,2 кВт
- Тривалість роботи адсорбера в режимі осушки – не менше 24год
- Час безперервної регенерації адсорбергер – не більше 8год
- Тип вентилятора для вентиляції блоку – осьовий
- Кількість вентиляторів – 2шт.
- Потужність, споживана вентилятором – не більше 0,37кВт

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк. 7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Продуктивність вентилятора –  $53 \cdot 103 \text{ м}^3/\text{год}$ .

### 1.3 Устрій і робота

БК являє собою змонтовану усередині контейнера компресорну станцію. У якості джерела одержання стисненого повітря використовуються 2 компресорних агрегати КМ1 і КМ2(СУдн-51п.6.050201.04.А1).

Компресорний агрегат містить у собі наступні основні складові частини: компресор, рама, блок холодильників, водомаслиловіддільники, розвантажувальний пристрій, клапан розвантажувальний, клапани запобіжні, фільтр повітряний, пульт керування, рампу вентилів.

Робота компресорного агрегату здійснюється в такий спосіб: атмосферне повітря через повітряний фільтр засмоктується І щаблем компресора й потім послідовно стискується в п'яти щаблях компресора. Після кожного щабля компресора повітря прохолоджується в блоці холодильників АТ і очищається від краплинної вологи й масла у відповідних водомаслиловіддільниках ВД 1-ВД5. Після водомаслиловіддільника V щаблі повітря перед виходом з агрегату проходить через розвантажувальний КД і зворотний ДО клапани. Компресор служить для стиску атмосферного повітря до тиску 230МПа являє собою W-Образну, дворядну, закритого картерного типу п'ятиступінчату шестициліндрову машину простої дії з кутом розвалу циліндрів щодо вертикальної осі 600. Привод компресора здійснюється від асинхронного електродвигуна через пружну пальцеву муфту, у якій роль веденої напівмуфти відіграє маховик компресора. Усе встаткування компресорного агрегату змонтоване на рамі. Для передпускового підігріву масла в піддоні компресора при температурі навколишнього повітря нижче  $+5^{\circ}\text{C}$  у рамі встановлений реєстр, по реберним трубам якого проходить антифриз нагрітий до температури  $120^{\circ}\text{C}$ . Усмоктувальний фільтр контактно-масляного типу призначений для очищення від пилу повітря, що надходить в 1 щабель компресора. Корпус фільтра складається з масляної ванни й камери

					СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



глушіння шуму, з'єднаних центральною трубою. У корпус установлюється фільтруючий елемент, що полягає з обойми з фільтруючим набиванням з капронового волокна. Зверху фільтруючий елемент закритий кришкою із шумопоглиначем. У масляну ванну фільтра заливається строго певна кількість масла, необхідний рівень якого зазначений міткою на внутрішній поверхні корпусу фільтра. У корпус фільтра заливається масло, застосовуване для змащення компресора. Допускається застосовувати профільтроване відпрацьоване масло. Блок холодильників призначений для охолодження повітря стисливого в циліндрах компресора. Холодильники всіх щаблів змієвикового типу, виконані із гладких труб із зовнішнім діаметром 16 мм, але різною товщиною стінки. Усередині труб проходить стиснене повітря, а зовні труби обмиваються навколишнім повітрям, що просмоктуються через блок вентилятором. Рух охолодного повітря перпендикулярно руху охолоджуваного повітря. Холодильник I щаблю складається із двох блоків, з'єднаних паралельно (у кожному блоці по три змійовики також з'єднаних паралельно). Холодильник II щаблю складається із двох змійовиків, з'єднаних паралельно. У холодильниках III-V щаблів по одному змійовику. Холодильники I -III щаблів виконані з мідних труб. Холодильники IV, V щаблів – зі сталевих.

Кожний холодильник має один вхід і один вихід, тому на I і II щаблях є колектори, що поєднують змійовики.

Усі холодильники об'єднані, в один блок, змонтований на каркасі. Змійовики друг щодо друга розташовані в шаховому порядку. Щоб уникнути зіткнення змійовиків між ними встановлені дерев'яні планки з напівкруглими вирізами по діаметру труб. Змійовики із планками скріплені стяжками й закріплені в каркасі. Додатковий холодильник призначений для одержання мінімального перепаду температур між повітрям, що йдуть на роздачу й навколишнім середовищем. Додатковий холодильник установлюється на каркасі блоку холодильників і включений у схему послідовно за основним холодильником V щаблі. Додатковий холодильник складається з однієї секції чотирьох лінійного змійовики із двома

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

колекторами, розпірок, планок, за допомогою яких здійснюється кріплення холодильника до блоку холодильників. Холодильник виготовляється із гладкої червономідної труби.

Запобіжні клапани служать для запобігання підвищення тиску в компресорі й комунікаціях блоку вище припустимих значень. Запобіжні клапани однакові по конструкції й різняться між собою тільки розмірами прохідних перетинів, ущільнювальних елементів і пружин. Клапан складається із сідла, клапана, що притискається до сідла пружиною, установленої в стакані, що й упирається в упор. За допомогою болта встановлюється натяг пружини й отже тиск відкриття клапана. Положення болта фіксується контргайкою, після чого клапан пломбується. Кожух нагвинчується на сідло й контрється замковою шайбою. Працює клапан у такий спосіб: при підвищенні тиску під клапаном вище, чим те, на яке відрегульована пружина, клапан, віджимаючи пружину, піднімається й пропускає повітря в бічний отвір. При падінні тиску клапан зусиллям пружини притискається до сідла й закриває прохід повітря. Скидання повітря вручну через запобіжний клапан здійснюється віджаттям стакану за допомогою важеля.

Запобіжні клапани I і II щаблів установлені на усмоктувальних трубопроводах II і III щаблів, запобіжні клапани III-V щаблів на відповідних водомаслиловіддільниках. Усі клапани поставлені табличками із вказівкою тисків, на які вони відрегульовані.

#### Водомаслиловіддільники

Для видалення зі стисненого повітря краплинної вологи й масла після холодильників кожного щабля встановлені водомаслиловіддільники. Усі водомаслиловіддільники інерційного типу. Відділення масляних і водних крапель у них відбувається за рахунок різкої зміни швидкості й напрямку повітряного потоку. Водомаслиловіддільник I і II щаблів є аналогічними по конструкції й відрізняються тільки розмірами й формою вхідних і вихідних патрубків. Водомаслиловіддільник нерозбірної звареної конструкції, складається з нижнього й верхнього корпусів, виконаних, зі сталевих безшовних труб, до яких приварені

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дно верхнє й нижнє.

Повітря після холодильника надходить через штуцер у водомаслиловіддільник по дотичній до стінки корпусу. Частки вологи й масла, що осіли за рахунок відцентрової сили, стікають униз по відбійному конусу, а повітря через трубу направляється в магістраль. Конденсат корпуси, що скопилися в нижній частині, віддаляється в атмосферу через трубу, штуцер і продувну магістраль. Продувка здійснюється при працюючому компресорі. Для промивання водомаслиловіддільника при технічних оглядах у його нижній частині є отвір, закрите пробкою.

Водомаслиловіддільник III щаблю складається з корпусу, виконаного зі сталевий безшовної труби, до якого приварено дно верхнє й нижнє.. У корпус вставлений відбійний конус. Штуцер призначений для монтажу запобіжного клапана III щабля, штуцер II з отвором, заглушеним пробкою для промивання водомаслиловіддільника. Під час продувки конденсат приділяється з водомаслиловіддільника по трубі

Водомаслоотделитель IV щаблю складається з корпусу, до якого приварені верхнє й нижнє дно. Вхід повітря через штуцер, вихід по трубі. Штуцер призначений для монтажу запобіжного клапана IV щаблі. Видалення конденсату водомаслоотделителя під час продувки здійснюється через трубу.

Водомаслиловіддільник V щаблю являє собою двугорлової чотирьолітровий балон. У верхню горловину балона на конічному різьбленні ввернуть трійник із трубкою, відігнутої по дотичній до стінки балона. Підведення повітря здійснюється через верхній бічний штуцер трійника, відвід – через нижній штуцер трійника. У верхнє гніздо трійника ввертається запобіжний клапан V щаблі. У нижню горловину балона ввернуть штуцер із сифонним пристроєм. До штуцера приєднується продувна труба. Сифонна трубка запобігає можливості мимовільного стікання конденсату в продувну трубу й замерзання його в зимовий час.

Під час технічних оглядів водомаслиловіддільник промивається при

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вивернутих штуцері й трійнику.

Для запобігання зворотного потоку повітря з мережі високого тиску в компресор при його зупинці й розвантаженню на виході компресорного агрегату встановлений зворотний клапан ДО. У випадку незначних протікань повітря через зворотний клапан це повітря йде через клапан розвантажувальний, установлений на трубопроводі після водомастиловіддільника V щаблі.

Розвантажувальний клапан являє собою кульковий клапан. Під час роботи компресора кулька притискається до штуцера, а при зупинці падає до упору у гвинт. Зусилля протікань недостатньо, щоб пригорнути кулька до штуцера й повітря вільно проходить в атмосферу. При запуску компресора тиск на кульку різко зростає, і кулька притискається до штуцера, створюючи герметичність комунікації.

#### Система продувки агрегату

Для видалення конденсату з водомастиловіддільників усіх отупінь передбачена автоматична продувка, що полягає з мембранного вентиля з електромагнітним приводом, розвантажувального пристрою й продувних трубопроводів. Повітря, необхідний для відкриття розвантажувального пристрою, надходить із усмоктувального трубопроводу III щабля при спрацьовуванні нормально-закритого вентиля ВН. Керування вентилям здійснюється автоматично із заданим інтервалом часу (1 година). Передбачена також можливість ручного включення вентиля натисканням кнопки на щиті керування.

Розвантажувальний пристрій являє собою блок, у верхній частині якого змонтовані продувні клапани всіх п'яти щаблів і один резервний (заглушений) клапан, а в нижній частині розміщений поршень. Порожнини над продувними клапанами з'єднані продувними трубопроводами з відповідними водомастиловіддільниками, а порожнини під клапанами – з лінією скидання конденсату.

Повітря керування подається під поршень, він піднімається, відкриваючи шлях конденсату на скидання. Зробити спрацьовування розвантажувального

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристрою можна й вручну, піднявши поршень за допомогою гвинта й рукоятки. Повернення поршня у вихідне положення відбувається під дією пружини.

#### Пульт керування

Пульт керування призначений для розміщення приладів контролю параметрів агрегату. На пульті встановлені манометри й термометри, що показують тиски й температуру повітря по щаблях компресора й тиск, і температуру масла компресора.

Агрегати повністю автоматизовані й не вимагають постійної присутності обслуговуючого персоналу

Отримане стиснене повітря тиском 23 МПа (230 кгс/см<sup>2</sup>) надходить по трубопроводах у водомаслиловіддільники ВД1 і ВД2, що представляють собою заповнені кільцями Рашига ємності. У них відбувається додаткове відділення краплинної вологи й масла, після чого стиснене повітря через вентилі ВН15, ВН16 і ВН17, ВН18 надходить у блок осушки БО, де в адсорберах, заповнених твердим адсорбентом, відбувається поглинання вологи. Після блоку осушки осушений і очищений від механічних домішок стиснене повітря по сполучних трубопроводах через вентилі ВН19 і ВН22 надходить у балони БЛ1, БЛ2, БЛ3, що входять в установку балонів, що і є акумуляторами повітря високого тиску. Установка балонів через систему автоматики за допомогою електронних манометрів пов'язана з роботою компресорних агрегатів: при досягненні тиску в балонах 23 МПа (230 кгс/см<sup>2</sup>) відбувається автоматичне відключення агрегатів, а при зниженні тиску до 16 МПа (160 кгс/см<sup>2</sup>) вони включаються. Від балонів через вентилі ВН20 і ВН23 стиснене повітря високого тиску надходить у рампу роздавальну. Рампа являє собою блок арматур, у яким повітря високого тиску проходить очищення (фільтри Ф1 і Ф2) і рекомендується:

До тиску 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>) – за допомогою регулятора високого тиску РВД;

До тиску 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>) – за допомогою редукторів балонних РБ1 і РБ2.

Рампа роздавальна постачена запобіжною й запірною арматурами,

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

буферними ємностями БЛ4 і БЛ5, які встановлені на рамі й зв'язані в технологічний ланцюг сполучними: трубопроводами. Від рамп роздавальної стиснене повітря по відповідних до трубопроводів роздачі подається до штуцерів зовнішньої прив'язки, які уварені в каркас контейнера й служать для приєднання трубопроводів, розподільної мережі живлення, пневмоприводній арматури КС.

Система автоматики блоку повністю містить у собі схеми, вузли й деталі систем автоматики агрегатів компресорних і блоку осушки й доповнена апаратурою включення витяжних вентиляторів.

#### 1.4 Установка й порядок роботи блоку компресорів

На місці експлуатації блок ставлять на фундамент. Установлюють блок на горизонтальному майданчику. Фундамент при роботі блоку піддається вібрації.

Вимоги до фундаменту:

- висота повинна бути не менш 0,3 м;
- фундамент розташовують по периметру рами контейнера;
- кожній стороні фундаменту повинне бути не менш одного прорізу для вентиляції повітря під контейнером блоку;
  - повинні бути передбачені отвори для підведення електричних кабелів;
- допускається розміщати фундамент і під компресорами.

Майданчик під блоком і не менш 2 м довкола нього повинна бути асфальтована або бетонована.

До фундаменту блок кріпиться за допомогою чотирьох плит і восьми фундаментних болтів.

Монтаж блоку необхідно вести краном вантажопідйомністю не менш 20 т, з вильотом стріли не менш 10м. Для зупинки блоку, необхідно користуватися траверсою й двома тросами, розрахованими на зусилля кожного не менш 10т.

Після монтажу блоку на фундаменті слід зробити приєднання його до зовнішніх трубопроводів. Для роботи електроустаткування й системи автоматики

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на місці експлуатації необхідно підвести живлення 380/220 В частотою 50 Гц до вступного вимикача в щиті розподільному згідно зі схемою електричних підключень. Контейнер блоку необхідно заземлити відповідно до вимог ПУЕ.

Розконсервацію блоку робити не раніше, чим за добу до пуску. Підготовку блоку до пуску рекомендується проводити в наступній послідовності:

- 1) Перевірити цілісність заземлення електроустаткування контейнера з метою виключення ймовірності ушкодження при транспортуванні й зберіганні;
- 2) Перевірити правильність заземлення контейнера блоку згідно ПУЕ.
- 3) Зробити огляд кріплення агрегатів, складальних одиниць, деталей і при необхідності зробити підтяжку;
- 4) Оглянути всі з'єднання трубопроводів;
- 5) Перевірити легкість відкриття всіх вентилів;
- 6) Перевірити зовнішнім оглядом справність контрольно-вимірювальних приладів;
- 7) У зимовий час відкрити вентиля підведення обігрівачів рідини (у системі опалення);
- 8) Відкрити відсічні вентиля ВН17 і ВН18 (СУдн-51п.6.050201.04.А1), для заповнення установки балонів УБ у режимі осушки. Вентилі ВН15 і ВН16 при цьому повинні бути закриті.
- 9) Підготувати до запуску й роботі агрегат компресорний.

При комплектації блоку компресорним агрегатом слід виконати наступні операції:

- Залити масло в піддони компресорів і повітряні фільтри;
- Перевірити зазор між крильчатками вентиляторів і дифузорами, він повинен бути в межах 3-6мм. При необхідності відрегулювати зазор шляхом перетяжки болтів кріплення блоку холодильників і радіатора або шляхом переміщення дифузорів у вертикальній площині;
- Перевірити положення рукоятки розвантажувального пристрою. Для можливості роботи систем продувки в автоматичному режимі

					СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рукоятка повинна перебувати в нижньому положенні;

- підготувати до роботи компресори згідно з інструкцією по експлуатації;

10) Підготувати до роботи блок осушки повітря.

11) Підготувати до роботи прилад виміру вологості й у процесі роботи періодично перевіряйте вологість повітря блоку осушки.

Після запуску агрегат компресорний. Експлуатація блоку повинна проводитися відповідно до вимог технічного опису й вимогами експлуатаційної документації на комплектуючі покупні вироби.

### 1.5 Порядок роботи, зміна параметрів, регулювання й настроювання блоку компресорів

Перед пуском блоку температура усередині контейнера повинна бути не менш 278 К (5°C). Порядок підготовки блоку до роботи:

- У щиті силовому включити вимикачі, що подають напругу до електроустаткування блоку (висвітлення, компресорні агрегати, блок осушки, вентилятори);
- Відкрити вентилі підключення манометрів ВН3, ВН4, ВН5, ВН6, ВН8, ВН9 (СУдн-51п.6.050201.04.А1)
- Відкрити вентилі установки компресора ВН17,ВН18;
- Відкрити вентиль установки балонів ВН22;
- У блоці осушки БО встановити режим роботи одного з осушувачів – «Осушка», другого (при необхідності) – «Регенерація» згідно з Технічним описом і інструкції для експлуатації;
- Включити в роботу компресорний агрегат КМ2. Агрегат включається в роботу натисканням кнопки «пуск» на силовій шафі;
- Зробити накачування балонів БЛ1, БЛ2 і БЛ3 до тиску 23 МПа (230 кгс/см<sup>2</sup>), після чого система автоматики відключить компресорний агрегат;

					СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- Виконати операції по підготовці до роботи й настроюванню регуляторного виробу РВД. Відкрити вентиль установки балонів ВН20 і зробити настроювання регулятора РВД на тиск у лінії «після себе» 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>). У випадку перевищення тиску «після себе» необхідно скинути тиск відкриттям вентиля ВШ21 і настроювання повторити. При цьому необхідно повернути рукоятку ручного настроювання регулятора РДВ у бік зменшення тиску «після себе»;
- Відкрити вентиль ВН21, після чого повітря з рампи роздавальної почне надходити по трубопроводу обв'язки блоку в ресивер до досягнення в ньому тиску 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>). При досягненні зазначеного тиску рух повітря через регулятор РДВ припиниться, регулятор «закриється». При зниженні тиску в ресивері нижче заданого регулятор «відкриється» і буде перебувати в такому положенні до підняття тиску в ресивері до 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>). Для запобігання підвищення тиску вище припустимого на рампі роздавальної встановлений запобіжний клапан КП2. Крім того, запобіжний клапан встановлений і на ресивері. Тиск у лінії «Роздача 30» контролюється манометром, який встановлений на рампі роздавальної й приєднаний до повітряної системи через вентиль ВН5. Через вентиль ВН6 проводиться відбір тиску для сигналізації на центральному пульті керування;
- відкрити вентиль ВН28, після чого повітря тиском 3МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>) зробить на вхід у редуктори РБ1 і РБ2. Зробити їхнє настроювання на тиск «після себе» 0,5МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>). Відкрити вентиль ВН35. У випадку виходу з ладу регулятора РДВ (при його ремонті) схемою й конструкцією рампи роздавальної передбачена друга лінія «Роздача 30» (вентиль ВН23, фільтр Ф2, балон БЛ5, вентиль ВН24). У цьому випадку заповнення ресивера проводиться в такий спосіб:
  - закрити вентиля ВН20 і ВН21;
  - відкрити вентиля ВН23 і ВН24. При досягненні тиску 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>) вентиля ВН23 і ВН24 закрити. Контроль над тиском на виході із блоку в

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

цьому випадку проводиться візуально за допомогою манометра, розташованого на рампі роздавальної й приєднаного до лінії роздачі через вентиль ВШ9. Запобіжний клапан КПЗ, установлений на цій лінії, служить для запобігання підвищення тиску вище припустимого. Вентиль ВН10 – резервний

На лінії «Роздача б» також передбачена обвідна вітка: маніпулюючи вентилями ВН28, ВН31, ВН35 одержуємо на виході необхідний тиск, який контролюється по манометру. Манометр приєднує лінії роздачі через вентиль ВН3. Клапан запобіжний КП1 запобігає підвищенню тиску в лінії «Роздача б» вище припустимого.

Схемою й конструкцією блоку передбачена можливість заповнення балонів минаючи блок осушки. Для цього вентиля ВН18 і ВН22 закриваються, а вентиля ВН16 і ВН19 відкриваються. Зазначений спосіб застосовується в аварійній ситуації (вихід з ладу блоку осушки) у літню пору.

Наявність вентилів ВН15 і ВН17 дає можливість включати в роботу компресори КМ1 або КМ2(працює тільки один з компресорів).

Для скидання тиску з балонів, а також для їхньої продувки на рампі роздавальної встановлений вентиль ВН25. Скидання тиску з різних ділянок повітропроводів можливо виконати за допомогою вентилів ВН1, ВН2, ВН10, ВН13, ВН14, ВН36. Вентиль ВН12 служить для подачі контрольованого повітря на прилад виміру вологості. У всіх випадках відкриття вентилів робити плавно, повільно обертаючи рукоятки.

Під час роботи блоку обслуговуючий персонал зобов'язаний через кожні 8 годин роботи робити продувку водомаслиловіддільників ВД1 і ВД2 за допомогою вентилів ВН1 і ВН2, зливши конденсату із сепараторів продувки 31 і 32 за допомогою вентилів ВН33 і ВН34, продувку фільтрів Ф1 і Ф2 за допомогою вентилів ВН13 і ВН14.

Вимір параметрів, регулювання й настроювання блоку:

- 1) Перевірку герметичності повітряної системи, щільність повітряних

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комунікацій слід проводити шляхом обпресування, яке виконується в такий спосіб. Підготувати блок до роботи. Включити компресор КМ2 і зробити накачування балонів. Вентилі установки балонів ВН20 і ВН23( через які стиснене повітря надходить у рампу роздавальну) повинні бути закриті. Відключити компресор і перевірити щільність з'єднань на слух і обмиванням з'єднань. Щільність з'єднань компресорного агрегату перевірити по падінню тиску, який за 30з повинне бути не більш:

I щабель – 0,1 Мпа (1 кгс/см<sup>2</sup>)

II щабель – 0,3 Мпа (3 кгс/см<sup>2</sup>)

III щабель – 0,5 Мпа (5 кгс/см<sup>2</sup>)

IV щабель – 1,2 Мпа (12 кгс/см<sup>2</sup>)

V щабель – 1,2 Мпа (12 кгс/см<sup>2</sup>)

При виявленні нещільностей скинути тиск (відкриттям вентилів ВН2 і ВН5). Розвантаження компресорного агрегату виконати за допомогою розвантажувального пристрою (СУдн-51п.6.050201.04.А1). Після усунення нещільностей повторити операцію обпресування.

Обпресування компресорного агрегату КМ1 виконати аналогічним способом при відкритті вентилів ВН15 і ВН18 і закритих вентилів ВН16 і ВН17.

Обпресування магістралей низького тиску («роздача 30» і «роздача 6») виконати в процесі їх настроювання.

## 2) Перевірка регулювання запобіжних клапанів.

Перевірку настроювання запобіжних клапанів робити на стенді згідно «Правилам пристрою й безпеки експлуатації посудин, що працюють під тиском». Запобіжні клапани повинні бути відрегульовані на тиск,:

Компресорний агрегат (СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ)

КП1, I щабель не більше 0,32 (3,2) Мпа;

КП2, II щабель не більше 1,3(13) Мпа;

КП3, III щабель не більше 4,6 (46) Мпа;

Ш14, IV щабель не більше 16,5 (165) Мпа;

					СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КП5, V щабель не більше 24,8 (253) Мпа;

Рампа роздавальна (СУдн-51п.6.050201.04.А1)

КП1, «роздача 6» не більше 0,7 (7) Мпа;

КП2, «роздача 30» не більше 3,5 (35) Мпа.

### 3) Перевірка параметрів блоку

Тиск і температура по щаблях компресора, тиск і температура регенерації, тиск і температура в системі змащення компресора, тиск у лініях роздачі перевіряються на працюючому блоці по приладах, розташованих на шафах і щитах керування. Вологість видаваного блоком повітря перевіряється встановленим приладом. Контроль системи автоматики робити відповідно до програми й методикою випробувань.

					<i>СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						20
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2 СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БЛОКУ КОМПРЕСОРИВ

Автоматичне керування здійснюється за допомогою електроустаткування (СУдн-51п.6.050201.04.ЕЗ.1). Електроустаткування призначене для контролю технологічних параметрів, керування основним і допоміжним устаткуванням, висвітленням, а також виконує розподіл електроенергії між споживачами.

Напруга живлення основних споживачів- 380/220В, 50Гц.

Напруга живлення ланцюгів контролю, керування, захисту й сигналізації – 220В, 50Гц.

Потужність, споживана ланцюгами керування – не більш 0,5 кВт.

Сумарна встановлена потужність – не більш 155 кВт.

Електроустаткування забезпечує:

1. Приймання й розподіл електроенергії між споживачами установки.
2. Контроль параметрів, керування й сигналізація по кожному компресору.
3. Автоматична підтримка тиск повітря у повітрязабірнику високого тиску.
4. Візуальний контроль наступних параметрів:
  - А) тиск і температуру повітря після кожного щабля стиску компресорів;
  - Б) тиск і температуру масла в системі змащення компресорів;
  - В) тиск повітря у повітрязабірнику високого тиску й на виході із блоку;
  - Г) вологість повітря на виході із блоку;
5. Керування вентиляцією блоку;
6. Робоче та чергове освітлення приміщення;
7. Живлення переносних світильників напругою 42В, сумарною потужністю не більш 0,4 кВт;
8. Видачу в САУ дискретних сигналів:
  - А) Несправність устаткування;
  - Б) Закінчення часу роботи блоку осушки в режимі осушки;
  - В) Закінчення режиму регенерації блоку осушки;

Електроустаткування блоку складається з:

					СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Щита розподільного
2. Щита автоматики
3. Двох щитів керування компресорами
4. Датчиків і приладів, розташованих на компресорах і іншому устаткуванні.
5. Світильників для висвітлення приміщення.
6. Електропроводки.

### 2.1 Щит розподільний

Щит розподільний призначений для розміщення вимикачів автоматично, що забезпечують приймання й розподіл електроенергії між споживачами, можливості оперативного відключення, захист від перевантажень і коротких замикань.

Усередині щита розташовані:

1. Рубильник уведення резерву;
2. Шини розподільні;
3. Автоматичний вимикач, трансформатор струму, контактор, теплове реле електродвигуна компресора №1;
4. Автоматичний вимикач, трансформатор струму, контактор, теплове реле електродвигуна компресора №1;
5. Клемники для підключення ланцюгів керування й сигналізації.

Зовні щита на дверях розташовані амперметри, що показують струм статора електродвигуна компресора №1, №2.

### 2.2 Щит автоматики

Щит автоматики призначений для розміщення апаратури керування й сигналізації.

На дверях щита розташовані (рис. 2.1):

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



Рисунок 2.1 – Щит автоматики (двері)

1. Арматура світлосигнальна «Мережа», що сигналізує про наявність напруги в ланцюгах керування й сигналізації;
2. Арматура «Вентилятор №1», що сигналізує про включення вентилятора №1;
3. Арматура «Вентилятор №2», що сигналізує про включення вентилятора №2;
4. Кнопка «Стоп», «Пуск» для керування вентилятором №1;
5. Кнопка «Стоп», «Пуск» для керування вентилятором №2;
6. Арматура «Осушка закінчена», що сигналізує про закінчення режиму осушки;
7. Арматура «Закінчення регенерації», що сигналізує про закінчення режиму регенерації;
8. Арматура «Несправність регенерації», що сигналізує про несправність у процесі регенерації;
9. Виміювач-регулятор для виміру температури в блоці компресорів.
10. Перемикач «Режим роботи вентиляторів. Ручн. Авт.» для вибору режиму роботи витяжних вентиляторів блоку;
11. Кнопка «Знімання сигналу» для знімання звукового й світлових сигналів, приведення схеми у вихідний стан;
12. Кнопка «Перевірка сигналу» для перевірки звукового й світлових сигналів;
13. Вмикачі освітлення в блоці.

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Усередині щита розташовані:

1. Пускорегулююча арматури витяжних вентиляторів №1, №2;
2. Трансформатор 220/42В;
3. Розетки для підключення переносного інструмента;
4. Інтелектуальне реле Zelio Logic;
5. Клемники для підключення ланцюгів керування й сигналізації;
6. Термоперетворювачі опору.

### 2.3 Щит керування компресором

Щит керування компресором, призначений для розміщення апаратури керування, захисту й сигналізації роботи компресора. На дверях щита розташовані (рис.2.2):



Рисунок 2.2 – Щит керування компресором (двері)

1. Арматура «Компресор», що сигналізує про включення компресора;

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



2. Арматура «Продувка», що сигналізує про включення продувки водомаслиловіддільника компресора;
3. Арматура «Продувка несправна», що сигналізує про зупинку компресора через несправність системи продувки;
4. Арматура «Тиск масла низький», що сигналізує про зупинку компресора через низький тиск масла в системі змащення;
5. Арматура «Тиск повітря після 5 щабля високе», що сигналізує про зупинку компресора через високий тиск повітря;
6. Арматура «Пуск», «Стоп» компресора;
7. Перемикач «Режим роботи компресора. Ручн. Авт.» для вибору режиму роботи компресора;
8. Кнопка «Перевірка сигналу» для перевірки світлових сигналів і приведення схеми у вихідний стан;
9. Кнопка «Ручна продувка»;
10. Термометр багатоканальний для виміру температури повітря по ступенях компресора.

Усередині щита розташовані автоматичні вимикачі й інтелектуальне реле Zelio Logic.

#### 2.4 Загальні відомості про Zelio Logic

Zelio Logic – компактна, економічна автономна автоматизована система модульного типу (рис.2.3). У склад Zelio Logic входять: дисплей і клавіатура інтегровані в прилад, інших допоміжних засобів не потрібно. Прилад компактний, простий в обслуговуванні й не вимагає додаткових засобів для програмування. При необхідності можна легко й швидко змінити програму. Це виключає дороге відновлення й перехід на нові версії.

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.3 – Інтелектуальне реле Zelio Logic

Завдяки своїй компактності й зручності застосування вони являють собою конкурентоспроможну альтернативу розв'язкам на основі твердої (схемної) логіки або спеціальних плат.

Реле складається з таких функціональних блоків:

- 16 таймерів, 11 різних типів регулювання параметрів кожного таймера ( від 1/10 секунди до 9999 годин);
- 16 лічильників прямого/зворотного рахунку від 0 до 32767;
- 1 швидкий лічильник (1 кГц);
- 16 текстових функціональних блоків;
- 16 аналогових блоків порівняння;
- 8 годин, кожні з яких мають по 4 каналу;
- 28 допоміжних реле;
- 8 блоків порівняння лічильників;
- автоматичний перехід на літнє/зимовий час;
- різноманітність функцій котушки, обмеження доступу до налаштувань (Set/Reset), імпульсне реле, контактор;
- рідкокристалічний дисплей із програмувальним підсвічуванням.

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Компактні інтелектуальні реле задовольняють потреби в простих блоках автоматички, що мають до 20 входів/виходів. Модульні інтелектуальні реле дозволяють, при необхідності, реалізувати розширення входів/виходів, а також розширення зв'язку по мережі Modbus на 10-40 входів/виходів, що забезпечує більшу ефективність і гнучкість.

Програмування можна виконувати:

- автономно за допомогою клавіатури логічного модуля ( контактна мова);
- на ПК за допомогою програмного забезпечення Zelio Soft.

На ПК програмування може здійснюватися релейно-контактною мовою або мовою функціональної блок-схеми.

В інтелектуальне реле Zelio Logic вбудована пам'ять резервного копіювання, що дозволяє відтворювати програму на іншому реле (приклад: реалізація аналогічного встаткування, дистанційна передача відновлень). Ця пам'ять забезпечує також збереження програми при заміні виробу. Збереження даних (попередньо заданих і поточних значень) забезпечується флеш-пам'яттю (10 років). Модульні інтелектуальні реле Zelio Logic, при необхідності, можуть забезпечуватися розширенням входів/виходів:

- 6, 10 або 14 входів/виходів, живлення 24 В пост. струму від ІР;
- 6, 10 або 14 входів/виходів, живлення 24 В пров. струму від ІР;
- 6, 10 або 14 входів/виходів, живлення 100&240 В пров. струму від ІР.

Інтелектуальні реле Zelio Logic мають високу продуктивність обробки даних, до 200 функціональних блоків, що включають у себе 23 попередньо запрограмовані функції.

Характеристики моделі реле Zelio Logic змінного струму наведені в табл. 3.1. Інтелектуальні реле змінного струму не мають вбудованих аналогових входів.

Застосування інтелектуальних реле Zelio Logic у системі автоматизованого керування БК дозволяє спростити реалізацію й програмування логічних завдань.

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Реле дуже прості у використанні, їх універсальність і висока продуктивність дозволяють значно заощадити час.

Таблиця 3.1 – Характеристика реле Zelio Logic змінного струму Zelio Logic

Конфігурація	10 I/O	12 I/O	20 I/O	
Позначення	SR1-A101FU	SR1-B101FU	SR1-A201FU	SR1-B201FU
Тижневий таймер	Немає	Так	Немає	Так
Живлення	100/240 В змінного струму (85 В min./264 В max.)			
Номінальний вхідний струм	<46 мА при 115 В змінного струму < 36 мА при 240 В змінного струму			
Кількість дискретних входів	6		12	
Номінальний струм	3ма			
Номінальна напруга	= 24 В			
Кількість релейних виходів	4		8	
Напруга	5 ... 150 В постійного струму/24 ... 250 В змінного струму; AC15 0.9 А/230 В DC13 0.6 А/24 В			

## 2.5 Керування блоком компресорів

Керування БК здійснюється за допомогою інтелектуального реле Zelio Logic SR3B261FU.

Інтелектуальне реле Zelio Logic (рис. 2.4) розташоване усередині щитів автоматики й керування БК. Інтелектуальним реле Zelio Logic здійснюється облік часу робіт БК. При пуску компресора блок-контакт пускача запускає підсумовуючий таймер. Час роботи компресора у форматі (години\_хв) індикуюється на дисплеї реле.



Рисунок 2.4 – Інтелектуальне реле Zelio Logic SR3B261FU

Керування компресором за допомогою реле Zelio Logic:

Входи:

- I1: Пуск Компресора (н.о.)
- I2: Стоп Компресора. (н.о.)
- I3: Режим «Авт.-Ручн.»
- I4: Компресор включений.
- I5: Тиск у балонах: Низьке.
- I6: Тиск у балонах: Високе.
- I7: Тиск нагнітання.
- I8: Тиск масла.
- I9: Ручна продувка.
- I10: Перевірка сигналу.
- I11: Останов компресора із системи електроустаткування.
- IV: Температура повітря після I щаблі.
- IC: Температура повітря після II щаблі.
- ID: Температура повітря після III щаблі.
- IE: Температура повітря після IV щаблі.

					СУДН-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

IF: Температура повітря після V щаблі.

Виходи:

- Q1: Пуск Компресора (пускач).
- Q2: Пуск Компресора (лампа)
- Q3: Продувка (Ел.магніт)
- Q4: Продувка (лампа)
- Q5: Продувка несправна (лампа)
- Q6: Тиск масла низький (лампа)
- Q7: Тиск повітря після V щаблі високий (лампа)
- Q8: Несправність

Керування електроустаткуванням за допомогою реле Zelio Logic:

Входи блоку А2:

- I1: Компресор №1 працює (н.о.)
- I2: Компресор №2 працює (н.о.)
- I3: Початок регенерації
- I4: Несправність компресора.
- I5: Знімання сигналу
- I7: Режим роботи вентиляторів «Авт.-Ручн.»
- I8: Перевірка сигналу.
- IG: Температура повітря в блоці.

Виходи А2:

- Q1:осушка закінчена (лампа).
- Q2:осушка закінчена (с.уводити, увести до ладу.).
- Q3: Закінчення регенерації (лампа).
- Q4: Закінчення регенерації (с.уводити, увести до ладу.).
- Q5: Несправність регенерації (лампа)
- Q6: Відключення компресора №1 (с.уводити, увести до ладу.)
- Q7: Відключення компресора №2 (с.уводити, увести до ладу.)
- Q8: Несправність (лампа).

					СУДН-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Q9: Несправність (с.уводити, увести до ладу.).

Q10: Звукова сигналізація.

Входу блоку А3:

I1: Вентилятор №1 включити (н.о.)

I2: Вентилятор №1 виключити (н.о.)

I3: Вентилятор №2 включити (н.о.)

I4: Вентилятор №2 виключити (н.о.)

Виходу А3:

Q1: Вентилятор №1 включений (лампа).

Q2: Вентилятор №1 включений (пускач).

Q3: Вентилятор №2 включений (лампа).

Q4: Вентилятор №2 включений (пускач).

Схема електрична принципова (СУдн-51п.6.050201.04.Е3.1) містить у собі схему живлення споживачів електроенергії, схему керування вентиляцією, висвітленням і автоматизацію режимів роботи блоків осушки.

Контроль вологості повітря на виході здійснюється вимірником вологості Р1.

Освітлення виконується світильниками EL1...EL4 і вимикачами SA1, SA2. Світильник EL5 і вимикач SA3 служать для чергового освітлення.

Є можливість включення переносних світильників на напругу 42В через розетки Х1...Х3. Живлення розеток Х1...Х3 зниженою напругою здійснюється від трансформатора Т1.

## 2.6 Керування вентиляцією

Керування вентиляцією може здійснюватися в ручному й автоматичному режимах. Вибір режиму керування здійснюється перемикачем SA4.

У ручному режимі керування здійснюється кнопками SB3, SB4, SB5, SB6.

					СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В автоматичному режимі керування здійснюється від вимірювача-регулятора технологічного TS2 опору, що працює в комплекті з термоперетворювачем, ВК1. Включення вентиляції в автоматичному режимі відбувається при температурі повітря усередині контейнера вище +30°C. При зниженні температури нижче +30°C вентилятори відключаються.

Про включений стан вентиляторів сигналізують індикатори HL5, HL6.

## 2.7 Автоматизація компресора

Схема автоматизації компресора передбачає:

1. Ручний і автоматичний режим керування компресором.
2. Автоматична підтримка тиск повітря у повітрязабірнику високого тиску в заданих межах.
3. Автоматичну й ручну продувку водомасловіддільників.
4. Автоматичне захисне відключення компресора при:
  - зниженні тиску в системі змащення нижче 1,8 кгс/см<sup>2</sup>;
  - підвищенні тиску нагнітання після V щаблі вище 230 кгс/см<sup>2</sup>;
  - несправності системи продувки;
  - підвищення температури повітря після кожного щабля вище 170°C.
5. Візуальний контроль температури повітря після кожного щабля.
6. Візуальний контроль споживаного струму електродвигуном.
7. Облік часу роботи компресора;
8. Видачу сигналів у САУ про роботу й несправності;
9. Знімання сигналу;
10. Перевірку сигналізації.

Побудована схема автоматизації компресора наведена на кресленні СУдн-51п.6.050201.04.Е3.2.

					СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

### 3.1 Програмування Zelio Logic

Для програмування інтелектуального реле Zelio Logic існує програмне забезпечення програмування «Zelio Soft для ПК». Програмне забезпечення «Zelio Soft» дозволяє здійснювати:

- програмування контактною мовою (LADDER) або мовою функціональної блок-схеми (FBD);
- імітацію, що тече контроль і диспетчерське керування;
- завантаження й видалення програм;
- редагування персоналізованих документів;
- автоматичну компіляцію програм;
- оперативні підказки (допомога).

Програмне забезпечення «Zelio Soft» контролює додатка шляхом перевірки погодженості. Найменша помилка введення даних сигналізується червоним індикатором. Для локалізації проблеми досить одного клацання миші. Програмне забезпечення «Zelio Soft» дозволяє в будь-який момент перейти на один з 6 прикладних мов (англійський, французький, німецький, іспанський, італійський, португальський) і редагувати прикладну документацію на цій мові.

Програмне забезпечення «Zelio Soft» дозволяє конфігурувати текстові функціональні блоки, відображувані на всіх логічних модулях з дисплеєм.

Для тестування пропонуються 2 режиму: імітація й поточний контроль.

Режим «імітація» програмного забезпечення «Zelio Soft» дозволяє тестувати всі програми без модуля, а саме:

- активувати дискретні входи (TOR);
- відображати стан виходів;
- змінювати напругу аналогових входів;

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- активувати клавіші програмування;
- імітувати прикладну програму в реальному часі або в прискореному режимі;
- відображати динамічно й червоним кольором різні активні елементи програми.

Режим «поточний контроль» програмного забезпечення «Zelio Soft» дозволяє тестувати програму, виконувану модулем, а саме:

- відображати програму в оперативному режимі;
- впливати на входи, виходи, допоміжні реле й поточні значення функціональних блоків;
- установлювати час;
- переходити з режиму останову (STOP) у режим роботи (RUN) і назад.

У режимах імітації й поточного контролю вікно диспетчерського керування забезпечує відображення стану входів/виходів модуля в середовищі Вашої прикладної програми (креслення або картинка).

Контактна мова LADDER дозволяє писати програму з елементарними функціями, елементарними й похідними функціональними блоками, а також з контактами, котушками й змінними.

Контакти, котушки й змінні можуть супроводжуватися коментарями. Текст легко вставляється в графіку. Існує кілька режимів складання схем керування.

Режим «введення даних Zelio» забезпечує користувачеві таку ж ергономіку, як і при програмуванні безпосередньо на Zelio Logic.

Режим «вільне введення даних» є більш інтуїтивним і забезпечує користувачеві високий рівень експлуатаційного комфорту й численні додаткові функції.

Мова програмування LADDER допускає 2 типу застосування:

- символи LADDER;
- електричні символи.

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Режим «вільне введення даних» дозволяє також створювати мнемосхеми й коментарі, що приєднуються до будь-якого рядка програми. Перехід від одного режиму введення даних до іншого можливий у будь-який момент і здійснюється простим клацанням миші. Можливо запрограмувати до 120 рядків схем керування, при 5 контактах і 1 котушці на рядків програмування.

### 3.2 Програма реалізації режимів роботи блоку осушки

Автоматизація режимів роботи блоку осушки полягає в:

1. Підсумовуванні часу роботи в режимі осушки.
2. Контролю режиму регенерації.

Програма для Zelio Logic, що реалізує автоматизоване функціонування блоку осушки у вигляді функціональної блокової діаграми (FBD), наведена у додатку А.

Сумарний рахунок часу роботи блоку осушки в режимі осушки здійснюється функціональним блоком В51 «Таймер». При наборі сумарного часу 23год 45 хв активізується вихід таймера, який:

- відключає пускач КМ1 компресорів (вихід Q7, Q8);
- видає сигнал у САУ «Осушка кінчена» (вихід Q2);
- включає індикатор HL1 «Осушка кінчена» (вихід Q1);

Після перемикання секції блоку осушки, для включення компресора необхідно натиснути кнопку SB1. Схема приходить у вихідний стан. Починається відлік часу роботи другої секції блоку осушки, у режимі осушки.

При роботі блоку осушки в режимі регенерації, контроль часу регенерації здійснюється функціональним блоком В53 «Таймер». По закінченню відліку часу регенерації активізується вихід таймера, який:

- подає команду на відключення нагрівачів (вихід Q3);
- видає сигнал у САУ «Закінчення регенерації» (вихід Q5);

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- включає індикатор HL2 «Закінчення регенерації» (вихід Q4);

У випадку, якщо під час регенерації відбудеться відключення нагрівачів штатною системою автоматики блоку осушки, включається реле ДО1, яке своїм контактом (вхід ІА модуля):

- скидає рахунок таймера В53;

- включає індикатор HL3 «Несправність регенерації» (вихід Q6);

- видає узагальнений сигнал у САУ «Несправність» (вихід Q9);

- включає сирену (вихід QВ);

Для зняття звукового сигналу необхідно натиснути кнопку SB1 «Зняття сигналу». Тригер В58 скидається в нуль сигналом R і відключає сирену.

Перевірка індикаторних ламп і сирени здійснюється кнопкою SB2 «Перевірка сигналу». Вхід І8 через елементи АБО В44, В45, В 47-В49 активізують виходи до яких підключені індикаторні лампи.

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

Основними шкідливими факторами на заводі є підвищення температури повітря, вібрація, шум [6]. При роботі із БК існують такі види небезпеки:

- Тиск і температура;
- Шум, вібрація;
- Електричний струм;
- Обертіві частини, що й рухаються;
- Робота вентиляторів;
- Мінеральні масла, застосовувані для змащення компресора.

Мінеральні масла становлять особливу небезпеку, тому що в певних умовах (утвір вибухонебезпечної суміші повітря з маслом при збільшеній, проти норми, подачі масла для змащення циліндрів, а також застосування іншої марки масла) можуть привести до утвору вибуху й пожежі.

Основними засобами захисту є індивідуальні засоби захисту:

- Противошумові навушники;
- Гумові рукавички, гумові чоботи й килимки;
- Спец. одяг;
- Головний убір.

Обслуговуючий блок персонал повинен знати:

- 1) Пристрій і принцип роботи блоку, запобіжних пристроїв, приладів і апаратури, порядок і строки їх перевірки, експлуатаційні вимоги до них;
- 2) Схеми трубопроводів стисненого газу, що підігриває рідини, масла проміжних і кінцевих холодильників, систему автоматичної продувки й інших пристроїв;
- 3) Місця установки контрольно-вимірювальних приладів і схему їх

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підключення;

- 4) Інструкцію з обслуговування блоку (вхідних у нього агрегатів);
- 5) Заходу щодо попередження аварій і усуненню виниклих несправностей;
- 6) Технічну документацію на блок і вхідні в нього агрегати;
- 7) Порядок ведення журналу обліку роботи блоку, приймання й здачі змін, облік витрати компресорного масла;
- 8) Про наявні раніше порушення при експлуатації блоку.

Обслуговуючий персонал зобов'язано проходити інструктаж з техніки безпеки один раз у квартал, а також періодичну перевірку знань (не рідше одного разу в рік) комісією із занесенням результатів перевірки до протоколу.

#### 4.2 Розрахунок захисного заземлення

Головне значення захисного заземлення – понизити потенціал на корпусі електроустаткування до безпечної величини.

Захисним заземленням називається навмисне електричне з'єднання із землею металевих не струмопровідних частин, які можуть виявитися під напругою. Корпуса комп'ютерів, блоків безперебійного живлення, світильників можуть виявитися під напругою при замиканні їх струмоведучих частин на корпус. Якщо корпус при цьому не має контакту із землею, дотик до нього так само небезпечно, як і дотик до фази. Залежно від місця розміщення заземлювача щодо заземлюючого встаткування розрізняють два типи заземлюючих пристроїв: виносне й контурне. Розрахуємо виносне заземлюючий пристрій. Його гідністю є можливість вибору місця розміщення електродів заземлювача з найменшим опором ґрунту. У будинках прокладають магістраль заземлення ( усередині будинку уздовж стінок), до якої приєднують паралельно заземлюючі провід від корпусів електроустаткування, що підлягає заземленню. При цьому приєднання заземлюючої магістралі до заземлювачю виконується у двох місцях. З'єднання заземлюючих провідників із заземлювачами й заземленими конструкціями

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконується зварюванням.

Вихідні дані:

Заземлювачі розташовані в одні ряд, глибина закладення 80 см.

тип заземлювача – труба;

довжина заземлювача 275 см;

діаметр заземлювача – 5 см;

ширина сполучної смуги – 4 см;

грунт – глина;

кліматична зона – І.

1. Відповідно до ПУЕ, ПТБ, ПТЕ [7-9] визначаємо опір, що допускається, розтіканню струму в заземлювальній пристрої для мережі 380/220У с ізольованої й глухозаземленою централлю:

$$R_3 \leq 4 \text{ Ом.}$$

2. Визначаємо питомий опір ґрунту, рекомендоване для розрахунків  $\rho_{\text{табл}} =$

$$0,4 \cdot 104 \text{ Ом см}$$

3. Визначаємо підвищувальні коефіцієнти для труб і для смуги, що враховують зміну опору ґрунту в різну пору року в залежності випаданих опадів  $K_{\text{п.п}} = 4,5 - 7$ , ухвалюємо 5,75,  $K_{\text{п.т}} = 1,8 - 2$ , ухвалюємо 1,9

4. Визначаємо питомий розрахунковий опір ґрунту для труб з урахуванням несприятливих умов, що враховуються підвищувальним коефіцієнтом

$$\rho_{\text{расч. т}} = \rho_{\text{табл}} \cdot K_{\text{п.т}}$$

$$\rho_{\text{расч. т}} = 0,4 \cdot 104 \cdot 1,9 = 0,76 \cdot 104 \text{ Ом} \cdot \text{см}$$

5. Визначаємо питомий розрахунковий опір ґрунту для смугового заземлювача

$$\rho_{\text{расч. п}} = \rho_{\text{табл}} \cdot K_{\text{п.п}}$$

$$\rho_{\text{расч. п}} = 0,2 \cdot 104 \cdot 5,75 = 2,3 \cdot 104 \text{ Ом} \cdot \text{см}$$

6. Визначаємо відстань від поверхні землі до середини труби

$$t = h_b + \frac{l_T}{2},$$

де  $h_b$  – глибина закладення труб, см;

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$l_T$  – довжина труб, см.

$$t = 80 + \frac{275}{2} = 217,5 \text{ см}$$

7. Визначаємо опір розтіканню струму для одиночного поглибленого заземлювача, розташованого нижче поверхні землі на

0,6-0,8 м

$$R_T = 0,366 \frac{\rho_{расч.Т}}{l_T} \left( \lg \frac{2l_T}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t + l_T}{4t - l_T} \right)$$

$$R_T = 0,366 \cdot \frac{0,76 \cdot 10^4}{275} \cdot \left( \lg \frac{2 \cdot 275}{5} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 217,5 + 275}{4 \cdot 217,5 - 275} \right) = 22 \text{ Ом}$$

8. Визначаємо потрібно число труб без обліку коефіцієнта екранування

$$n_T \eta_{Э.Т} = \frac{R_T}{R_3}$$

$$n_T \eta_{Э.Т} = \frac{22}{4} = 5,5 \approx 6$$

9. Визначаємо відстань між трубами з відношення  $z = LT/l_T$  для заземлювача, для поглиблених стаціонарних заземлювачей це відношення рекомендується ухвалювати рівним 1:

$$L_T = l_T \cdot c$$

$$L_T = 275 \cdot 1 = 275 \text{ см}$$

10. Визначаємо коефіцієнт екранування труб :  $\eta_{Э.Т} = 0,68$

11. Визначаємо необхідна кількість труб з урахуванням коефіцієнта екранування:

$$n_{Т.Э} = \frac{R_T}{R_3 \cdot \eta_{Э.Т}}$$

$$n_{Т.Э} = \frac{22}{4 \cdot 0,68} = 8$$

12. Визначаємо розрахунковий опір розтіканню струму при прийнятій числі труб

$$R_{расч} = \frac{R_T}{n_{Э.Т} \cdot \eta_{Э.Т}}$$

					СУДН-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



$$R_{расч} = \frac{22}{8 \cdot 0,68} = 4,04 \text{ Ом}$$

13. Визначаємо довжину з'єднуючої смуги

$$L_{С.П} = 1,05L_T(n_{Т.Э} - 1)$$

$$L_{С.П} = 1,05 \cdot 275(8 - 1) = 2021,3 \text{ см}$$

14. Визначаємо опір розтіканню струму в з'єднуючій смузі:

$$R_{С.П} = 0,366 \frac{\rho_{расч.П}}{L_{С.П}} \lg \frac{2L_{С.П}^2}{h_b \cdot b_{П}}$$

$$R_{С.П} = 0,366 \frac{2,3 \cdot 10^4}{2021,3} \cdot \lg \frac{2 \cdot 2021,3^2}{80 \cdot 4} = 14,3 \text{ Ом}$$

15. Визначаємо коефіцієнти екранування для з'єднуючої смуги :  $\eta_{Э.С.П} = 0,65$

16. Визначаємо розрахунковий опір розтіканню струму в з'єднуючій смузі

$$R_{расч.П} = \frac{R_{С.П}}{n_{Э.П} \cdot \eta_{Э.С.П}}$$

$$R_{расч.П} = \frac{14,3}{1 \cdot 0,65} = 22 \text{ Ом}$$

17. Визначаємо загальний розрахунковий опір розтіканню струму в трубах і з'єднуючій смузі:

$$R_{общ.расч} = \frac{1}{\frac{1}{R_{расч.Т}} + \frac{1}{R_{расч.П}}}$$

$$R_{общ.расч} = \frac{1}{\frac{1}{4,04} + \frac{1}{22}} = 3,7 \text{ Ом}$$

Таким чином, умова  $R \leq R_3$  ( $3,7 < 4,0 \text{ Ом}$ ) виконується, отже кількість вертикальних заземлювачів (8 шт.) і сполучна смуга (20,213м) обрані правильно й забезпечують заземлення установки.

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

## ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблена система автоматизованого керування блоком компресорів. Проаналізований технологічний процес виконання очищення й стиску повітря, описані параметри блоку компресорів. Розглянуті призначення, цілі й основні вимоги до системи керування.

Система автоматизованого керування блоком компресорів реалізована на базі інтелектуального реле Zelio Logic SR3B261FU фірми Schneider Electric. Розроблена необхідна конструкторська документація: структурна схема блоку компресорів, схема пневматична принципова компресорного агрегату, схеми електричні принципові електрообладнання блоку компресорів та автоматизації компресора. Розроблене програмне забезпечення системи керування.

Приділена необхідна увага питання безпеки життєдіяльності. Проаналізовані небезпечні й шкідливі фактори при роботі з блоком, розраховане заземлення блоку компресорів.

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А. О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. — Харків: ХНАМГ, 2006. — 185 с.
2. Бондаренко Г.А. Компрессорное оборудование. Устройство, Эксплуатация и маркетинг (Учебное пособие)/ Г.А. Бондаренко. — Сумы: концерн «Укрросметалл» – 2004. – 105 с.
3. Zelio Logic Smart Relay [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.se.com/us/en/product-subcategory/80414-zelio-logic-smart-relay/>
4. Интеллектуальное реле Zelio Logic Schneider Electric [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.yahont.com.ua/products/intellektualnoe-rele-zelio-logic/>
5. Программируемое реле Zelio Logic [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.electrocentr.com.ua/products/plc/zelio.html>
6. ГОСТ 12.2.003-91 Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки
7. ПУЕ-7 (Україна) Заземлення і захисні заходи електробезпеки. [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: [https://rza.org.ua/pue/read/Glava-1-7--PUE-7--Ukra-na---ZAZEMLENNYA---ZAHISN--ZAHODI-ELEKTROBEZPEKI\\_43.html](https://rza.org.ua/pue/read/Glava-1-7--PUE-7--Ukra-na---ZAZEMLENNYA---ZAHISN--ZAHODI-ELEKTROBEZPEKI_43.html)
8. ПУЕ:2006. Правила улаштування електроустановок. Глава 1.7. Заземлення і захисні заходи електробезпеки. [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://dnaop.com/html/41431/doc-puje2006-pravila-ulashtuvannya-jelektroustanovok-glava-17-zazemlennya-i-zahisni-zahodi-jelektrobezpeki>
9. Захисне заземлення електроустановок. [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: [https://pidruchniki.com/16850303/bzhd/zahisne\\_zazemlennya\\_elektroustanovok](https://pidruchniki.com/16850303/bzhd/zahisne_zazemlennya_elektroustanovok)

					Судн-51п.6.050201.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



					<i>СУдн-51п.6.050201.04.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						<i>44</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

