

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут автоматики та електромеханіки

Кафедра електричної інженерії та електроніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему:

«Електрообладнання, електронна апаратура і системи
управління танкера
дедвейтом 105 000 тон»

Виконав: студент 4 курсу, групи 3401
спеціальності: 271 – Річковий та морський
транспорт
Спеціалізація: “Експлуатація суднового
електрообладнання і засобів
Автоматики”

Сигороз Ю.О. Сигороз
(підпис, прізвище та ініціали)

допущений до захисту 15.06.21
(дата)

Завідуючий кафедрою Григор
(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник Григор А.О. Григор
(підпис, прізвище та ініціали)

Нормо контролер Мельник Мельник Ю.С.
(підпис, прізвище та ініціали)

Рецензент В. Пешинко
(підпис, прізвище та ініціали)

Одеса-2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

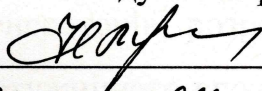
Навчально-науковий інститут автоматики та електромеханіки

Кафедра електричної інженерії та електроніки

Спеціальність: Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕІ та Е

 М.Й. Муха
« 01 » 04 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу бакалавра

СИДОРОВА ЮРІЯ ОЛЕКСІЙОВИЧА

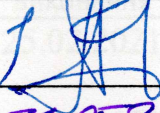
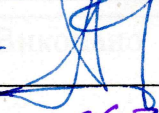
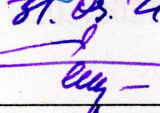
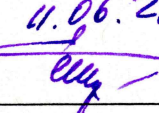
за темою:

1. «Електрообладнання, електронна апаратура і системи управління танкера дедвейтом 105 000 тон» затверджена наказом ректора університету від 03.06 2021 р. № 750 .
2. Термін здачі курсантом закінченої роботи до 20.06.2021 р.
3. Змістовна частина розділів дипломної роботи за напрямом підготовки 271 «Морський та річковий транспорт» зазначено нижче:
 - 3.1. Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна, головної енергетичної установки, допоміжних механізмів і систем.
 - 3.2. Розрахунок режимів роботи та вибір електропривода одного із суднових механізмів (за вибором керівника дипломної роботи): розрахунок та вибір електродвигуна; вибір схеми живлення та управління (можливо комплектний електропривод) на підставі знаку автоматизації судна

частина: Принципова схема силової частини електроприводу і принципова або функціональна схема системи управління.

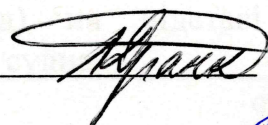
- 3.3. Розрахунок суднової електроенергетичної системи (СЕЕС): розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції (метод розрахунку за вибором керівника дипломної роботи); вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ; вибір генераторних автоматів; вибір системи збудження синхронних генераторів; розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії; перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги; вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС. *Графічна частина:* 1. Однолінійна схема ГРЩ і АРЩ. 2. Система збудження СГ. 3. Структурна або функціональна схема АСУ СЕЕС, алгоритм управління.
- 3.4. Аналіз систем та пристроїв управління судном: аналіз роботи системи управління одного із об'єктів суднової енергетичної установки (наприклад, ДАУ ГД, ДАУ ДГ, засоби автоматизації СЕЕС, системи управління допоміжними механізмами та загально судновими системами, тощо); технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю та сигналізації; технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв та радіозв'язку; ГМЗСБ і навігація. *Графічна частина:* 1. Принципова або структурна схема системи управління технічного об'єкту, граф-схема алгоритму функціонування.
- 3.5. Розробка технології і інструкції по експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації (за вибором керівника дипломної роботи).

3.8. Консультанти розділів роботи:

Розділ роботи	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Цивільний захист та охорона судна	Голобородько О.І.	 31.05	 11.06.21
Безпека та виживання на морі	Сидоров Ю.О.	 31.05.21 еще -	 11.06.21 еще -

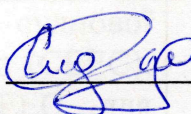
4. Дата видачі завдання на роботу: 25.02.2021 р.

Керівник роботи



Дранкова А.О.

Завдання прийняв до виконання



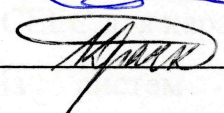
Сидоров Ю.О.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Розрахунок режимів роботи електропривода компресора пускового повітря. Вибір двигуна. Розрахунок статичних та динамічних характеристик приводу. Спосіб пуску двигуна. Розробка схеми живлення та управління (комплектний електропривод) на підставі знаку автоматизації судна.	25.02.2021 – 12.03.2021	Виконано
2.	Розрахунок суднової електроенергетичної системи (СЕЕС). Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції (табличний метод); вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ; вибір генераторних автоматів. Вибір системи збудження генераторів. Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії; перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, Розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС.	13.03.2021 – 05.04.2021	Виконано
3.	Аналіз систем та пристроїв управління судном. Засоби автоматизації СЕЕС. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю та сигналізації; технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв та радіозв'язку. Розробка структурної	06.04.2021 – 20.04.2021	Виконано

3.	Аналіз систем та пристроїв управління судном. Засоби автоматизації СЕЕС. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю та сигналізації; технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв та радіозв'язку. Розробка структурної схеми суднової комп'ютерної мережі інформаційних та управляючих систем та засобу автоматизації.	06.04.2021 – 20.04.2021	Виконано
4.	Технологія та інструкція по експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації.	21.04.2021 – 17.05.2021	Виконано
5.	Цивільний захист та охорона судна	18.05.2021 – 01.06.2021	Виконано
6.	Охорона праці	02.06.2021 – 10.06.2021	Виконано

Дипломник  Сидоров Ю.О

Керівник  Дранкова А.О.

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі зроблено розрахунок електрообладнання, електронної апаратури та систем управління танкера водотоннажністю 105000 тон. Наведено техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна, головної енергетичної установки, допоміжних механізмів і систем.

Виконано розрахунок режимів роботи та вибір електропривода головного компресору пускового повітря. Розроблено принципову та структурну схеми системи управління електроприводу.

Виконано розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибрано кількість і тип агрегатів суднової електростанції (табличний метод розрахунку); вибрано раціональну структуру СЕЕС та розроблено однолінійну схему ГРЩ та АРЩ; вибрано генераторні автомати; обрана система збудження синхронних генераторів; виконано розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії та перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електроприводу на втрату напруги. Обрано засоби автоматизації СЕЕС, розроблено функціональну схему автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, проведено розробку алгоритмів управління СЕЕС для характерних режимів роботи.

Виконано аналіз систем керування СЕЕС з використанням багатофункціональної системи фірми SAMSUNG.

Розглянуто питання технічної експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації, а також охорони праці, цивільного захисту і охорони судна.

Ключові слова: СУДНОВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, РОЗПОДІЛЬНИЙ ЩИТ, ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АРЩ – аварійний розподільний щит
АДГ – аварійний дизель-генератор
АД- асинхронний двигун
АСУ – автоматизована система управління
АРН – автоматичний регулятор напруги
ГД – головний двигун
ГРЩ – головний розподільний щит
ДАУ – дистанційне автоматизоване управління
ДГ – дизель-генератор
КВП – контрольно - вимірювальний прилад
ККД – коефіцієнт корисної дії
МВ – машинне відділення
ПЛК – програмований логічний контролер
РЩ – розподільний щит
САУ – система автоматичного управління
СЕЕС – суднова автоматизована електроенергетична система
СЕС – суднова електростанція
СГ – синхронний генератор
СЕУ – суднова енергетична установка
ЦПУ – центральний пост управління
ЩЖБ – щит живлення з берега
СТЗ - суднові технічні засоби
ЧП – частотний перетворювач

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

РЕФЕРАТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЗМІСТ.....	10
ВСТУП.....	12
1 ТЕХНІКО - ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА.....	14
2 РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ГОЛОВНОГО КОМПРЕСОРУ ПУСКОВОГО ПОВІТРЯ.....	16
2.1 Розрахунок та вибір потужності електродвигуна компресору пускового повітря.....	16
2.2 Технічні характеристики повітряного компресора головного двигуна.....	17
2.3 Опис функціональної схеми компресора та принцип дії компресора.....	20
2.4 Характеристика та зовнішній вигляд системи управління компресора.....	21
2.5 Розробка принципової схеми системи управління компресора	22
2.6 Розробка технології та інструкції з експлуатації системи.....	24
3 РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ.....	28
3.1 Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції.....	28
3.2 Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ.....	32
3.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів	40
3.4 Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги.....	41
3.5 Розрахунок провалу напруги під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії.....	44
3.6 Розрахунок струмів короткого замикання.....	45

3.7 Розрахунок шин ГРЩ на теплову стійкість.....	50
3.8 Вибір системи збудження синхронних генераторів.....	50
4. АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ.....	60
4.1 Автоматична спринклерна система пожежогасіння YORK Novenco Hi-Pres.....	60
4.2 Аналіз системи контролю та моніторингу SSAS-21C.....	62
4.3 ГМЗЛБ і навігація (технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв, та радіозв'язку).....	64
5 БЕЗПЕКА ТА ВИЖИВАННЯ НА МОРІ.....	71
5.1 Особливості забезпечення боротьби за живучість танкеру.....	71
5.2 Правила техніки безпеки про роботі з акумуляторами.....	72
5.3 Класифікація пожеж.....	73
5.4 Технічні вимоги до суднових установок очищення нафтовмісних вод на 15 ppm.....	74
6 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	76
6.1 Визначення міри вертикальної стійкості повітря.....	76
6.2 Розрахунок еквівалентної кількості речовини в первинний хмарі.....	76
6.3 Розрахунок площі розливу, тривалість вражаючої дії і еквівалентної кількості СДЯВ у вторинній хмарі.....	77
6.4 Визначення глибини і площі зони зараження.....	79
6.5 Розрахунок глибин поширення хмари СДОР у вражаючих концентраціях.....	80
6.6 Розрахунок часу підходу зараженого повітря до об'єкту.....	82
6.7 Рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.....	82
ВИСНОВКИ.....	83
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	84
Додаток А: Таблиця навантаження СЕЕС	
Додаток Б: Розрахунок провалів напруги СЕЕС	
Додаток В: Принципіальна схема електроприводу компресору повітря	
Додаток Г: Логічна блок схема системи моніторингу SSAS-21C	
Додаток Д: Однолінійна схема САЕЕС	
Додаток Є: Зовнішній вигляд ГРЩ	

ВСТУП

Сучасне судно має володіти значним списком якостей для того, щоб успішно виконувати поставлені завдання і ефективно служити за своїм прямим призначенням. Більшість цих якостей безпосередньо залежить від оснащення судна відповідним обладнанням та судновою автоматикою.

Вимоги, що пред'являються до суднового обладнання в наші дні досить високі. Суднова електроніка виробляється на найсучаснішій елементній базі з використанням останніх технологій у архітектурі й програмному забезпеченні. Разом з тим, суднове обладнання повинно мати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс управління, бути компактним, комфортним і екологічним з точки зору безпеки життєдіяльності екіпажу.

Навіть зараз витрати на системи управління доволі значні, але у довгостроковій перспективі вони демонструють свої переваги у надійності та простоті викростання, що і є головним аргументом на відміну застарілим релейно-контакторним системам за рахунок використання потужних процесорів в їх основі . По-перше: підвищена економічність енергоресурсів, що несе за собою знижене використання палива. По-друге: забезпечується мінімальний рівень падіння напруги ,навіть при одночасному пуску декількох потужних споживачів за допомогою технології плавного пуску у частотних перетворювачах на основі IGBT-транзисторів.

Нові системи керування (СК) об'єднують у собі функції автоматичного регулювання, управління, контролю, захисту, самодіагностування,а також діагностування стану підконтрольних технічних засобів за участю людини-оператора або без його особистої участі.

На сучасних суднах кількість споживачів електроенергії суднової електростанції безупинно збільшується, потужності споживачів зростають, відповідно зростають і потужності суднових електричних станцій. Відбувається підвищення рівня розвитку й удосконалювання електроустаткування суднових електростанцій у наступних напрямках:

- розширення застосування комплексної автоматизації суднових електростанцій і загально-суднових систем;
- підвищення надійності, гнучкості й економічності електричних установок і станцій шляхом розширення електрифікації та автоматизації суден;
- підвищення якості процесу вироблення електричної енергії;
- удосконалення конструкцій машин, апаратури, приладів шляхом впровадження нових технологій.

1.ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА

Конструктивний тип судна: однопалубне, з розташуванням машинного відділення та надбудовою в кормовій частині судна.

Танкер - морське або річкове вантажне судно, призначене для перевезення наливних вантажів. Корпус танкера являє собою жорсткий металевий каркас, до якого прикріплена металева обшивка. Корпус ділиться перегородками на ряд відсіків (танків), які заповнюються наливними вантажами. Обсяг одного танка може становити від 600 до 10 000 м³ і більше для великотоннажних танкерів. Дальність плавання – 18000 миль. Район плавання – необмежений, швидкість судна в повному вантажі при 90% експлуатаційної потужності ГД – 15 вузлів.

Судно має наступні головні характеристики:

Довжина найбільша	243,57 м
Довжина між перпендикулярами	233,00 м
Ширина	42,00 м
Висота борта	21,3 м
Осаду в повному вантажу(98%)	14,7 м
Клас реєстра судна	A1 Crude/ Product Oil Tanker, Ice Class
Дедвейт	105 000 т
Кількість танків	14 шт.
Кількість шлюпок	2 (на 36 місць)
Кількість рятувальних плотів	4 (по 20 місць)
Швидкість у повному вантажу	15,0 вузлів

Головний двигун

Тип: дизель.

Марка: MAN B&W 7S60MC(MK6)

Потужність: 14280 кВт.

Частота обертання вала: $n = 105$ об/хв.

Керування двигуном: із ходової рубки і ЦПУ.

Кількість гвинтів: 1.

Тип: гребний гвинт фіксованого кроку.

Марка: KAMEWA 157 XF $\frac{3}{4}$

Кількість лопастей: 4.

Діаметр: 7500 мм.

Матеріал: Ni – Al – Vz.

Напрямок обертання: лівий.

Електроенергетична установка:

Рід струму: змінний, 3 фази, 60 Гц;

Напруга силової мережі: 440 В;

Напруга мережі освітлення: 220 В;

Напруга мережі загального користування : 220 В;

Тип приводних двигунів генераторних агрегатів: дизель;

Кількість генераторів: 3;

Потужність: 3 x 980 кВт;

Аварійне обладнання:

Аварійний дизель–генератор: 150 кВт.

Аварійний пожежний насос: 72 м³/год.

Стерно:

Тип: баланsirне стерно.

Кермова машина ROLLS-ROYCE MARINE Steering Gears – Hagavik

Парові котли:

Паровий котел: 26 т/год MAC-30B

Комбінований котел: 1.5 т/год, MISSION™OC .

Судно – одногвинтове, з коротким баком, кормовим розташуванням МВ і житлової надбудови. Корпус судна зварний, спроектований за змішаною системою набору. На судні є каюти для розміщення 29 членів екіпажу.

Рятувальні пристрої судна складаються з двох моторних рятувальних шлюпок: закритого типу місткістю 36 осіб; з корпусом із пластика та чотирьох рятувальних плотів місткістю по 20 осіб, кожний і одного плоту на 6 чоловік, розташованого на носі.

2 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОМПРЕСОРУ ПУСКОВОГО ПОВІТРЯ

2.1 Розрахунок та вибір потужності електродвигуна компресору пускового повітря

На судні використано головний двигун DOOSAN B&W типу 7S60MC(MK6), який має наступні технічні характеристики (табл.2.1).

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики головного двигуна

Потужність	14 280 кВт (19 460 к.с)
Циліндри	7
Діаметр одного циліндра	600 мм.
Хід поршня	2 292 мм.
Швидкість	15 вузлів при 105 об/хв
Головний тиск в системі	21 bar.

Для визначення потужності електродвигуна компресору пускового повітря треба враховувати не тільки характеристики головного двигуна, а й водотоннажність судна, подачу компресора та тиск нагнітання (табл.2.2).

Таблиця 2.2 – Характеристики для розрахунку потужності електродвигуна

Водотоннажність судна	105000 тон
Потужність головного двигуна	14 280 кВт
Подача компресора Q	$150 \times 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}$
Тиск нагнітання P нагн	130 кН/м ²

Потужність на валу електродвигуна, необхідна для обертання насоса чи компресора, визначається роботою, затраченою на підйом повітря:

$$P_{\text{ДВ}} = \frac{Q P_{\text{нагн}} 10^{-3}}{n_{\text{об}} n_{\text{нас}}}, \quad (2.1)$$

де $P_{дв}$ - потужність на валу електродвигуна, (кВт); Q - подача (m^3/c); $\eta_{поб} = 0.94-0.98$ - коефіцієнт, враховуючий втрати через нещільності; $\eta_{нас}$ - КПД насоса.

КПД поршневих насосів и компресорів мають наступні значення (табл.2.3).

Таблиця 2.3 – КПД компресорів

Подача, $10^{-3}m^3/c$	КПД
до 5.55	0,6-0,65
5,55-16,7	0,65-0,75
вище 16,7	0,75-0,8

Подача и статична складова натиску насосів визначається їх назначенням. Відповідно судновій документації для даного типа судна та потужності головного двигуна $P_{гд}=14280(кВт)$ обрана подача компресора $Q=150 \times 10^{-3}(m^3/c)$.

Тиск нагнітання $P_{нагн}$ для даної потужності було обрано значенням в $130(кН/м^2)$. Відповідно таблиці, вказаної вище, для даної подачі треба вибрати $\eta_{нас}=0.8$. Коефіцієнт, враховуючий втрати через нещільності обираємо $\eta_{поб}=0,97$. Враховуючи всі вище вказанні дані та значення, підставимо їх в формулу 2.1:

$$P_{дв} = \frac{150 \times 10^{-3} \times 130 \times 10^3 \times 10^{-3}}{0,97 \times 0,8} = 25,1 \text{ кВт} \quad (2.2)$$

2.2 Технічні характеристики повітряного компресора головного двигуна типу HV2/210:

Повна подача (0-30 bar)	150 m^3/h
Тиск в системі	30 bar
Швидкість	875 rpm
Необхідна потужність	25,1 кВт
Циліндри	2
Охолодження	прісна вода(max38 °C,5 bar)

Необхідний об'єм охолоджувальної води	28 л/хв
Обертання	пряме обертання
Максимальна температура зовнішньої середовища	+5 °C up to +55 °C
Консистенція мастила у картері	8 л
Обираємо двигун з наступними з параметрами згідно з каталогом:	
Потужність	34 кВт
Швидкість	900 rpm
Пусковий струм	420,9 A(6.9 I _n)
Номинальний струм	61 A
Тип підключення	трикутник
Напруга та частота	440V/60 Hz
Ефективність	92,6%
Час пуску	2-3 sec.
Вага	225 кг
Захист та ISO клас(IEC 60034-5)	IP55

Параметри двигуна дійсні до 45°C зовнішньої температури.

Компресор головного двигуна типу HV2/210 має додаткове устаткування,

а саме:

- з'єднувальний бокс, до якого входять сенсорні кабелі;
- фланцеве з'єднання з всіма кришками;
- автоматичний охолоджувальний стопорний клапан;
- клапан безпеки прісної води;
- простір для підігрівального елемента електромотору;
- контрфланець для виходу повітря;
- контрфланці для виходу та входу охолоджувальної води;
- контрфланці для дренажу;
- повітряний фільтр;
- сенсор тиску на старт та стоп компресора.

Загальні механічні характеристики компресора наступні:

- пружкий, важкий та масивний компресор з фланцевим мотором;

- розміщується на платформі з компенсаторами вібрацій;
 - гнучке з'єднання, повністю закритий пружною кришкою;
 - повітря усмоктування та шум переважний фільтр;
 - сепарація повітря та олії на першому та другому поршні;
 - первинний та вторинний охолоджувач;
 - тиск мастила із збереженням фільтрації решета;
 - клапани на охолодження води, вихід повітря та на дренаж – не зворотні;
 - усі шланги відповідні своєму класу;
 - клапан безпеки після кожної стадії;
 - термометр повітря, охолоджувальної води, тиску мастила та фільтри.
- Загальний вигляд компресора зображено на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд компресора HV2/210

2.3 Опис функціональної схеми компресора та принцип дії компресора

На рисунку 2.2 зображено функціональна схема компресора HV2/210 та його основні частини.

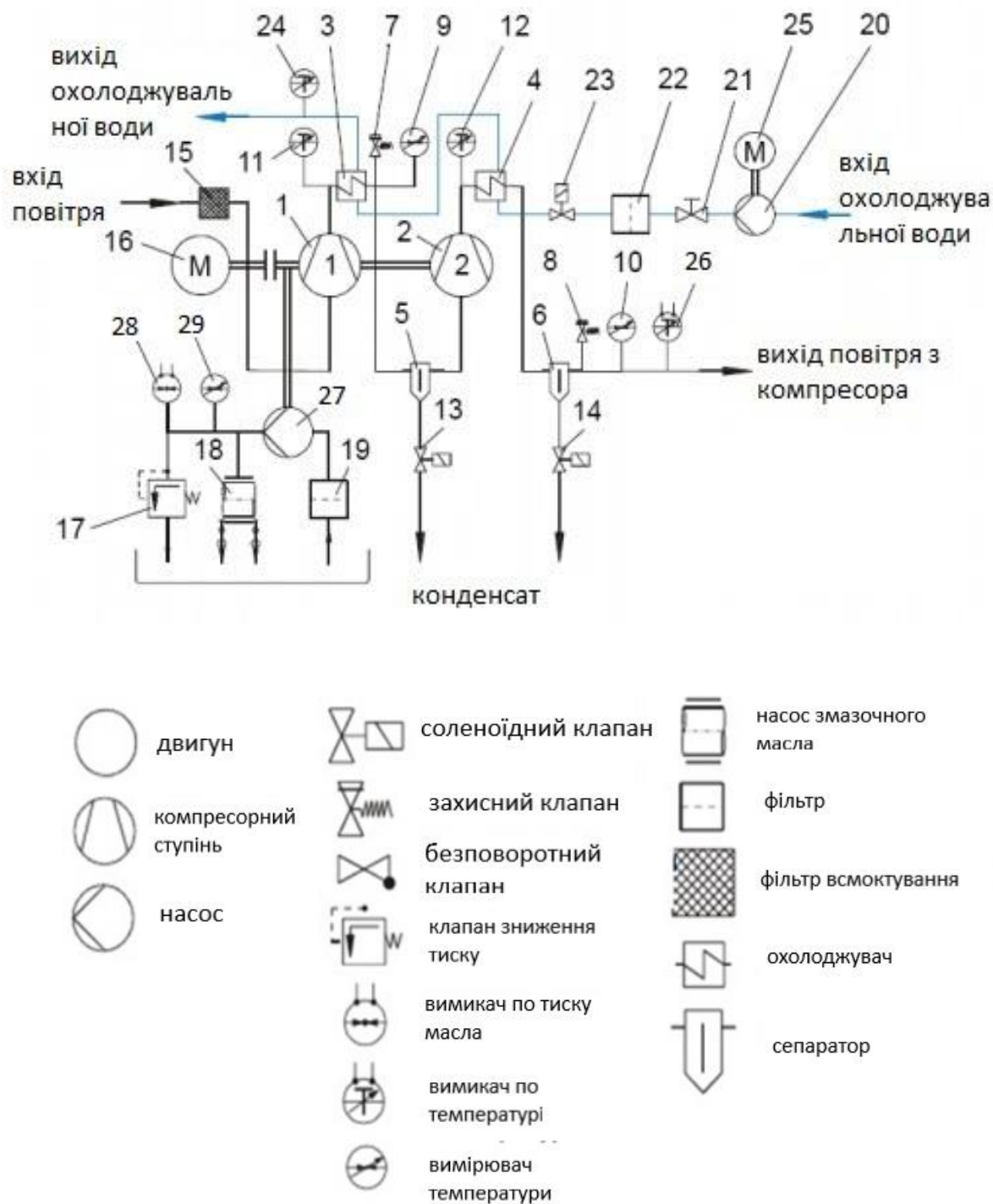


Рисунок 2.2 – Функціональна схема компресора HV2/210

Принцип роботи поршневого компресора полягає у тому, що поворотний від двигуна приводний вал перетворює обертовий рух в зворотно-поступальне переміщення поршня, забезпечуючи подачу стиснутого повітря у ресивер.

Очищення відбірного зовнішнього повітря виконується фільтром, який одночасно є і осушувачем повітря для компресора. Циклічність подачі повітря у циліндр забезпечується синхронною дією клапанів: у зворотному ході поршня відкривається впускний клапан (відповідно закривається нагнічувальний клапан) а у прямому - навпаки – впускний клапан закривається а нагнічувальний відкривається.

Ресивер для компресора дозволяє накопичувати стиснуте повітря, після чого він далі по трубах надходить до резервуарів, а далі на споживачі.

Компресор з ресивером дозволяє забезпечувати більш надійну роботу пневматичного устаткування, оскільки знижує коливання тиску стиснутого повітря та створює необхідний об'єм при тривалій роботі таких машин.

2.4 Характеристика та зовнішній вигляд системи управління компресора HV2/210

Система управління компресора HV2/210 має наступні характеристики:

- автоматична робота головного контактора для прямого пуску;
- тепловий захист двигуна з сигналізацією та зупинкою компресора;
- нульовий захист 440V/220V;
- лічильник мотто-часів;
- контроль тиску мастила з сигналізацією та зупинкою компресора;
- контроль температури повітря з сигналізацією та зупинкою компресора;
- контроль дренажної системи, кожні 15 хвилин по 15 секунд;
- зручне розміщення кнопки старт та кнопки стоп,;
- перемикач управління: ручне – ресетування – автоматичне;
- сигнальні лампи: робота, перенавантаження, температура повітря, тиск мастила;

- зажими для підключення: мережі, мотора, клапану охолодження води, клапану для дренажу та сигналів старт/стоп;
- амперметр;
- манкіровка кабелів та використання кабелів без галогену;
- лампа сигналізації підігріву мотора;
- “potential - free” виходи для індикації та управління в ЦПУ

2.5 Розробка принципової схеми системи управління компресора HV2/210

Схеми електричні принципові дають чітке розуміння про роботу розробляє мої установки, так як на таких схемах показують всі електричні кола, як силової частини, так і системи управління. На схемах електричних принципових умовними позначеннями зображуються всі електричні елементи, апарати і пристрої з урахуванням реальної послідовності їх роботи.

За електричної принципової схемою виконується перевірка правильності електричних з'єднань при монтажі та налагодження електроустаткування. Такі схеми незамінні в експлуатації електроустаткування і пошуку несправностей при проведенні ремонту.

Принципова схема компресора HV2/210 має наступний опис і наведена у Додатку В.

В якості електропривода використовується асинхронний двигун із короткозамкненим ротором. Захист від короткого замикання забезпечується автоматичним вимикачем F1. Захист від короткого замикання схеми керування забезпечується автоматичним вимикачем Q2. Режим перенавантаження контролюється тепловим реле K2. У випадку, коли компресор знаходиться поза експлуатацією, передбачений обігрів двигуна E1. Це контролюється індикаторною лампочкою синього кольору H0.

Схема електроприводу забезпечує два види пуску: дистанційний (із ЦПУ) та місцевий (безпосередньо біля механізму). Дистанційний пуск виконується натиском кнопки 1SB із ЦПУ(якщо на місцевому пості управління регулятор S1 повернутий у праве положення). Тим самим замикається контакт S1. Таким чином, коло управління готово до роботи. Далі схема працює наступним чином.

Якщо тиск пускового повітря менше норми, спрацьовує реле тиску К7. Після цього розмикаються контакти К5, К7, й тим самим забезпечують пуск двигуна. Як тільки контактор КМ замкне свої контакти, отримають живлення:

- електромагнітний клапан САТ, котрий забезпечить подачу в компресор охолоджуючої води;
- з витримкою часу (завдяки реле часу 1КТ) 10 секунд електромагнітний клапан ОР отримає живлення. Цей клапан закрий вихід повітря з компресора в атмосферу. Витримка часу перевищує час пуску двигуна й необхідна для полегшення його пуску.

Окрім того, після початку роботи установки кожні 15 хвилин здійснюється дренаж конденсату із системи. Ця умова виконується завдяки електромагнітному клапану Y1. Він включається на період приблизно 5 секунд. Часові уставки здійснюються завдяки реле часу К5 (уставка – 5 секунд) і К4 (уставка – 15 хвилин).

Коли тиск в ресивері буде вище норми, спрацює реле тиску К1. Отримає живлення реле К2, що розімкне коло реле К1. Це призведе до розриву кола головного контактора й двигун зупиниться. Повітря в ресивері витрачається і, коли тиск досягне нижчого рівня, робота компресора повторюється. Таким чином, забезпечується автоматичне отримання пускового повітря в ресивер.

Однаковий принцип мають й процеси переключення регулятора у ліве положення S1. Різниця полягає в розташуванні – вона знаходиться безпосередньо біля установки. Виконуються ті ж самі функції, що й при дистанційному пуску.

Переключення регулятора S1 у серединне положення призведе до розмикання кола головного контактора і, як результат, система автоматичного управління поповнення балонів повітрям не працює.

Схема передбачує індикацію режиму роботи двигуна: двигун працює (лампочка зеленого кольору Н1). Лампочки червоного кольору Н3 сигналізує про мінімальний тиск в ресивері. Схема також забезпечує індикацію та автоматичне відключення завдяки реле К6 двигуна за такими параметрами

установки: низький тиск масла (з витримкою часу при пуску), висока температура масла, охолоджуючої води, повітря на виході. Будь-який критичний сигнал супроводжується звуковою сигналізацією.

З урахуванням принципової схеми та алгоритму управління компресора була розроблена схема на базі програмового логічного контролера (ПЛК) ALPNA2, яка наведена у Додатку Б.

2.6 Розробка інструкції безпечної експлуатації компресора

Число основних компресорів на судні повинно бути не менше двох. Сумарна подача основних компресорів повинна бути достатньою для заповнення протягом 1 часу балонів для пуску головного двигуна, починаючи від атмосферного тиску до тиску, необхідного для виконання 12 пусків та реверсу, а якщо сумарний запас стиснутого повітря для пуску головних двигунів, з'єднанні з гвинтом регульованого кроку чи з іншими механізмами, забезпечувальними можливість пуску двигуна без навантаження, повинна бути достатнім для виконання не менше шести пусків кожного двигуна, підготовленого до роботи, но не працюючого, а при наявності більше двох двигунів – не менше трьох пусків кожного двигуна.

На судах головні та допоміжні двигуни котрі пускаються стиснутим повітрям, у випадку знеструмлення судна повинні бути передбачені механізми, забезпечуючі можливість пуску основних пускових компресорів протягом 1 г.

Для цієї мети може застосовуватися ручний компресор чи дизель-компресор з ручним пуском двигуна, заповнюючи інший балон, місткістю достатньою для трьох кратного пуску одного з дизель-генераторів чи одного з основних компресорів, якщо він приводиться в дію двигуном внутрішнього згорання.

Підготовка до дії та пуск:

- Перед кожним пуском провести зовнішній огляд на предмет відсутності видимих дефектів вузлів та деталей, зокрема: масляного і охолоджуючого насосів, повітряних фільтрів, муфти привода, запобіжних клапанів, приладів контролю та сигналізації.

- Переконалися, що масло в картері знаходиться на робочому рівні (за щупом або в оглядовому склі). Відрегулювати подачу змащення циліндрів.
- Відкрити вентилі продування водо масло відокремлювачів ступенів стиснення повітря. Включити розвантажувальний пристрій (якщо він є) для зняття компресії та полегшення провертання вала вручну.
- Провернути вручну вал компресора для перевірки вільного руху поршнів; при цьому відбудеться заповнення порожнин масляного насоса та підвідних каналів маслом. При лубрикаторном мастилі - провернути валик лубрикатора на стільки обертів, щоб масло з'явилося в точках його підвода.
- Відкрити клапан охолоджуючої води та переконатися в її надходженні.
- Відкрити повітряний клапан на трубопроводі стисненого повітря та запірний клапан воздухохранителя (балона).
- Відкрити спускні клапани проміжних холодильників.
- Перевірити відкриття клапанів на манометрах та приладах захисної автоматики. В автоматизованому компресорі - перевірити засоби автоматизації.
- Включити електродвигун компресора при закритому клапані на всмоктувальному трубопроводі, аби протягом 2 - 3 хвилин компресор працював без навантаження (вхолосту) при відкритих клапанах продування для видалення можливих скупчень вологи та водо масляної емульсії з циліндрів.
- Пуск компресора можливий при відкритому клапані на всмоктувальному трубопроводі, але при цьому обов'язково повинні бути відкриті клапани продування, щоб забезпечити режим роботи вхолосту.
- Під час роботи компресора вхолосту переконатися в надходженні масла та охолоджуючої води, потім закрити продувні (спускні) клапани та відкрити клапан на всмоктуванні.
- Для змащення циліндрів компресора треба застосовувати тільки спеціальне компресорне масло, рекомендоване заводом - виробником компресора (або його замінник, встановлений галузевим нормативним документом).

Обслуговування компресора під час дії:

Під час роботи компресора підлягають контролю: температура

охолоджуючої води, температура і тиск мастильного масла й стиснутого повітря. Зазначені параметри рекомендуються інструкцією заводу - виготовлювача, а за відсутності такої необхідно керуватися наступними практичними нормами:

- різниця температур охолоджуючої води на вході і виході повинна бути в межах 20 - 30 град. С;
- тиск масла після насоса має бути не нижче 0,15 МПа (1,5 кгс/кв. см);
- температура масла не повинна перевищувати 60 град. С;
- температура стисненого повітря після холодильників не повинна бути більше 60 град. С, в деяких межах вона може бути регульована за рахунок зміни подачі охолоджуючої води.

Окрім дотримання зазначених вимог необхідно: контролювати рівень масла в картері; періодично (щогодини) відкривати продувні вентиля водомасло охолоджувачей ступенів компресора (в тропіках - через 30 хв.); стежити за справністю та чистотою повітряних фільтрів; перевіряти стан холодильників; стежити за станом крапельних маслянок і лубрикаторів; стежити за тиском безпосередньо в повітряному балоні; не допускати, щоб тиск повітря перевищувала значення, відмічені червоною рисою на шкалі манометра будь-якої ступені стиснення повітря. Надмірна змащення циліндрів, недостатнє охолодження і несвоєчасне продування можуть призвести до скупчення і вибуху суміші парів масла і повітря в циліндрі компресора, холодильнику або трубопроводі.

При зупинці компресора пускового повітря необхідно виконати наступні дії: перевести компресор на холостий хід, шляхом відкриття продувного вентиля останньої ступені стиснення повітря; закрити вентиль на повітряній магістралі після компресора; провести продувку всіх ступенів стиснення і водомаслоохолоджувача для видалення вологи з циліндрів; вимкнути електродвигун; закрити запірну арматуру на повітроводах і розвантажити їх від тиску, котрий в системі; закрити клапани системи охолодження води.

Основні ознаки несправності компресора. Типові причини.

Зниження продуктивності компресора.

Причини: поломка пластин або пружин клапанів; забруднення сітки або фільтра на всмоктувальному трубопроводі; зменшення числа обертів; ослаблення стяжний гайки на всмоктуючому клапані; пробита прокладка ущільнення під клапанною коробкою або в трубопроводі; забруднення або вигин стягуючого болта, внаслідок чого платівка клапана нещільно сідає в сидло; нещільна посадка клапана (всмоктуючого або нагнітального), внаслідок чого він пропускає повітря; встановлені занадто тугі пружини на всмоктуючому клапані, що перешкоджає його повного відкриття; знос поверхонь дотику сидла клапана з пластиною; викривлення пластин клапанів; попадання сторонніх твердих часток між пластиною і сидлом; зношування деталей циліндро-поршневої групи; збільшилася "шкідливий" простір.

Заходи по усуненню несправностей: розбирання, ревізія, притирання або заміна зношених деталей, зборка. Підвищений нагрів рухомих частин компресора. Причини: неякісна збірка деталей руху; застосування масла невідповідної марки; недостатня мастило; недостатнє охолодження.

Стуки в циліндрі.

Причини: знос направляючої частини поршня; заїдання поршня і поршневих кілець; знос циліндричної втулки і поршневих кілець; недостатня висота камери стиснення. Стуки в клапанах. Причини: поломка клапана; ослаблення або поломка пружини клапана; дотик головки поршня про корпус клапана внаслідок осідання останнього. Стуки в підшипниках компресора. Причини: знос шийок колінчастого валу; знос підшипників; ослаблення кріплення підшипників.

Збільшення тиску в якійсь ступені стиснення - це наслідок пропуску повітря у всмоктуючому клапані наступного рівня або в нагнітальному клапані тієї ж щаблі.

Падіння тиску в маслопроводі. Причини: забруднене масло фільтр; розрегульований перепускний клапан; зношені деталі масло насоса.

3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції.

Правильний вибір складу генераторів дозволяє забезпечити безаварійну та економну роботу СЕЕС. Для вибору використовують результати розрахунку навантаження СЕЕС у всіх режимах роботи. Загальну встановлену потужність генераторів обирають за режимом з найбільшим навантаженням, після чого приступають до вибору кількості генераторів, задіяних в кожному режимі. Для цього планують кілька варіантів складу генераторів СЕЕС, порівнюють їх з техніко-економічними показниками і вибирають оптимальний варіант.

Визначення якості та потужності генераторів здійснюється наступним чином:

1. Генератори по можливості обираються однотипними і однаковими по потужності, що забезпечує взаємозамінність деталей і вузлів генераторів, а також полегшує їх технічне обслуговування;
2. У ходовому режимі бажано, щоб забезпечував роботу один або максимум два генератора.
3. Навантаження обраних генераторів при роботі в тривалих режимах повинне становити 70-90% номінального.
4. У маневреному режимі має працювати мінімум два генератора, навіть якщо вони недовантажені.
5. Якщо потужність стояночного режиму набагато менше ходового, то обирають спеціальний стояночний дизель-генератор.
6. Кількість генераторів вибирають таким чином, щоб в самому енергоємному режимі мався на запасі хоча б один генератор, тобто 2 генератори мають забезпечувати найбільш потужний режим роботи та їх навантаження має не перевищувати 95%.

Вибір генераторів зазвичай починається з вирішення питання про типи генераторів, передбачуваних до установки в складі СЕЕС (тобто дизель-генератори, турбогенератори, валогенератори, утилізаційні турбогенератори).

На теплоходах, де силовою установкою, що забезпечує хід судна, є дизелі, в якості основних і резервних джерел енергії використовують дизель-генератори.

Розрахунок виконано аналітичним методом постійних навантажень табличним способом.

У якості основних, прийняті наступні експлуатаційні режими:

- ходовий режим;
- аварійний режим (знеструмлення головної електростанції);
- маневровий режим без використання підрулюючого пристрою;
- маневровий режим з використанням підрулюючого пристрою;
- стоянка з вантажними операціями;
- стоянка без вантажних операцій.

Графік роботи приймачів прийнятий з умови ймовірної потреби включення механізмів і пристроїв у відповідному режимі.

Розрахунок всіх режимів зроблений для періоду експлуатації судна при максимальному завантаженні системи вентиляції й кондиціонування повітря.

За «Аварійний режим (блек-аут)» у розрахунку прийнятий режим, забезпечуваний роботою аварійної електростанції при забезпеченні підтримання живучості судна до моменту відновлення основного живлення .

Треба відзначити, що в таблиці є три категорії споживачів, що розрізняються за протягом часу включення на:

- безперервно працюючі (БП);
- періодично працюючі (ПП). Періодично працюючі споживачі - це споживачі час роботи яких займає 15-70% від часу розглянутого режиму. Безперервно працюючі - такі, що працюють більш ніж 70% часу режиму;

Дані розрахунку (таблиця навантаження) необхідної потужності основних джерел електроенергії наведені в Додаток А.

Таблиця кількості генераторів з врахуванням 80% навантаження суднової СЕЕС наведена нижче.

Таблиця 3.1 – Режими роботи СЕЕС

Режим роботи СЕЕС	Повна потужність	Кількість генераторів
Ходовий	485	1 головний (980)
Маневровий	670	2 головних (2*980)
Маневровий з ПП	1783	2 головних (2*980)
Стоянка	409,7	1 головний (980)
Стоянка з вантажними операціями	1037	2 головних (2*980)
Аварійний	122,3	1 аварійний (150)

Згідно з розрахунком режимів навантаження СЕЕС, було обрано 3 дизель-генератори HYUNDAI HFC6564-84K, а також аварійний дизель-генератор STX Corp. 6CTA8.3DMGE.

Паспортні дані обраних генераторів приведені у Таблиці 3.2,3.3.

Таблиця 3.2 – Паспортні дані головних генераторів виробника HYUNDAI HEAVY IND

Найменування параметрів	HYUNDAI HFC6564-84K
Повна потужність P , кВА	1225
Номінальна потужність P_n , кВт	980
Номінальний коефіцієнт потужності $\cos\varphi$	0,8
Номінальна потужність U_n , В	450
Номінальний струм I_n , А	1571
Номінальна швидкість обертання n_n , об/хв	900
Номінальна частота f_n , Гц	60
Активний опір фази статора при 75°C r_a , Ом	0,015
Реактивність синхронна по поздовжній осі x_d , ое	4,55
Реактивність перехідна по поздовжній осі x'_d , ое	0,2
Реактивність сверхперехідна по поздовжній осі x''_d , ое	0,11
Постійна часу обмотки збудження при замкнутому статорі T'_d , сек	0,0034

Споживачі АРЩ:

- аварійне освітлення (18,2 кВт);
- сигнальні вогні (1,6 кВт);
- електрорадіонавігаційне обладнання (11,5 кВт);
- система сигналізації (3 кВт);
- аварійний пожежний насос (26,4 кВт);
- шлюпкове обладнання (6,8 кВт)
- електропривід рульової машини (30 кВт)

Таблиця 3.2 – Паспортні дані АДГ виробника STX Corp.

Найменування параметрів	6СТА8.3DMGE
Повна потужність P , кВА	187,5
Номинальна потужність P_n , кВт	150
Номинальний коефіцієнт потужності $\cos\varphi$	0,8
Номинальна напруга U_n , В	450
Номинальний струм I_n , А	352
Номинальна швидкість обертання n_n , об/хв	1800
Номинальна частота f_n , Гц	60

3.2 Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ

До установки на даному судні приймаємо автономну СЕЕС, що має одну основну і одну аварійну електростанції. Як джерела електроенергії приймаємо до установки дизель-генераторні агрегати. Основні і резервні джерела електроенергії розміщуємо в машинному відділенні, ГРЩ на окремій палубі, аварійний генератор і АРЩ на шлюпковій палубі..

При розробці схем головних електророзподільних щитів керуються нормативними документами, основними з яких є "Правила класифікації та побудови морських суден" (Правила Регістру), "правила технічної експлуатації судового електрообладнання" та ін.

У відповідності з правилами Регістра до ГРЩ пред'являються наступні вимоги:

-Всі судові РЩ повинні бути виконані таким чином, який забезпечує захист від доторку до струмоведучих частин з лицьової і бічної сторін.

-Комутаційна апаратура із відкритими струмоведучими частинами повинна бути встановлена за щитом, а проводи виведені на лицьову сторону.

-У конструкції ГРЩ мають бути передбачені генераторні панелі для кожного генератора і, по можливості, для груп механізмів, освітлення, вентиляції.

-Конструкція РЩ повинна бути жорсткою, кожний прилад або устрій повинні встановлюватися так, щоб їхня заміна або ремонт могли бути

здійснені з мінімальним розбиранням. Всі струмоведучі частини, шайби, болти, гайки повинні бути з матеріалу, що забезпечує надійний електричний контакт, що виключає виникнення корозії.

- На проводах комутаційних апаратів, апаратури різноманітного призначення, повинні бути табличка з чіткими написами про положення приводу автомата або призначенні апаратури.

- На передній і задній стороні ГРЩ повинні бути поруччя з ізоляційного матеріалу;

Вимоги до схеми ГРЩ:

- Розташування апаратури на ГРЩ повинно забезпечувати зручність керування і контролю за приладами.

- На кожній панелі ГРЩ повинні встановлюватися амперметр, вольтметр із перемикачами на 3 фази, автоматичний трьох фазний вимикач максимального струму з розчіплювачем миттєвої дії і захистом від перевантаження з витримкою часу (не менш, ніж у 2-х фазах), частотомір, ватметр, апарат дистанційного керування приводом регулятора частоти, реле зворотного струму, реле нульового захисту.

- На ГРЩ, якщо передбачена паралельна робота ГА, повинні бути встановлені пристрої, що синхронізують їх.

- На ГРЩ і АРЩ повинна бути забезпечена можливість виміру значення опору ізоляції. Для контролю за роботою відповідальних споживачів повинні бути встановлені амперметри.

- На ГРЩ або АРЩ або поблизу від них повинні бути укріплені їх принципові однолінійні схеми і схеми генерування і розподілу електроенергії.

РЩ призначені для розподілу енергії між окремими групами споживачів. На них встановлюють або автоматичні вимикачі, або пакетні вимикачі і плавкі запобіжники.

Згідно з вимогами Правил Регістру судноходства України, від шин головного розподільного щита повинні одержувати живлення з окремих фідерів такі споживачі:

1. електричні приводи рульових пристроїв;
2. електричні приводи якірного пристрою;
3. електричні приводи пожежних насосів;
4. електричні приводи осушувальних насосів;
5. електричні приводи компресорів і насосів спрінклерної системи;
обладнання, яке забезпечує роботу піно-генераторів системи гасіння пожежі
піною високої кратності;
6. гірокомпас;
7. секційні щити основного освітлення;
8. щит радіообладнання;
9. щит навігаційного обладнання;
10. щит сигнально-розпізнавальних ліхтарів;
11. секційні щити і розподільні пристрої живлення інших споживачів
відповідального призначення, об'єднаних за принципом однорідності
виконуваних функцій;
12. розподільні пристрої об'єднаного пульта керування;
13. щит станції автоматичної сигналізації виявлення пожежі;
14. електричні приводи механізмів, що забезпечують роботу головних
механізмів;
15. щити електричних приводів вантажних, швартовних, шлюпкових та інших
пристроїв, вентиляції та нагрівальних приладів;
16. зарядні пристрої стартерних акумуляторних батарей і батарей, які живлять
відповідальні пристрої;

Допускається живлення споживачів, перелічених у .4, .10, .11, .12, .15, .16, від розподільних пристроїв, зазначених у .13 або .14, по окремих фідерах, що мають комутаційні та захисні пристрої.

Отже споживачі ГРЩ та АРЩ розподілені так:

Фідерна панель 440 В №1:

1. РЩ №1(груповий):
 - 1) масляний насос головного двигуна №1;

- 2) насос охолодження зарубашечного простору ГД №1 ;
 - 3) насос охолодження прісною водою для системи охолодження ГД №1;
 - 4) головний насос забортної води №1;
 - 5) водяний насос живлення парового котлу №1;
 - 6) двигун вентиляції МВ №1(з реверсом);
 - 7) пожежний насос №1;
 - 8) насос відкачки конденсату №1;
 - 9) водяний насос живлення утилізаційного котлу №1;
 - 10) насос палубної водяної заслонки для вантажної системи №1;
 - 11) двигун вентиляції відділення вантажних насосів №1;
 - 12) насос охолоджувачу прісної води для надстройки;
 - 13) водяний насос живлення парового котлу №3;
 - 14) двигун вентиляції МВ №3.
 - 15) насос гідравлічного масла стернової машини №1.
2. РЩ №2:
- 1) панель управління насосами гідравліки палубних механізмів №1;
 - 2) допоміжний двигун продувки ГД №1;
 - 3) двигун рульового пристрою №1;
 - 4) двигун нагнітачу інертного газу №1;
 - 5) головний трансформатор 440/225В №1;
 - 6) кондиціонер в ЦПУ;
 - 7) баластний насос №1;
 - 8) насос системи пінного пожежогасіння;
 - 9) система змазування циліндрів“Alpha Lubricator”(насос №1);
 - 10) панель контролю та управління паровим котлом №1;
 - 11) панель контролю та управління утилізаційним котлом №1;
 - 12) щит крану для вантажних операцій;
 - 13) РЩ № 8;
 - 14) РЩ № 5;
 - 15) РЩ № 7;

- 16) РЩ № 3;
- 17) РЩ № 4.
- 18) щит камбуза.
3. РЩ № 4:
 - 1) №1 сепаратор важкого палива;
 - 2) №1 насос подачі важкого палива на сепаратор;
 - 3) №1 сепаратор легкого палива;
 - 4) №1 насос подачі легкого палива на сепаратор ГД;
 - 5) автоматизований фільтр важкого палива ГД;
 - 6) автоматизований фільтр легкого палива ГД;
 - 7) сепаратор легкого палива на ДГ;
 - 8) насос легкого палива ДГ;
 - 9) автоматизований фільтр важкого палива ДГ;
 - 10) вентилятор витяжний сепараторної;
 - 11) №2 сепаратор важкого палива;
 - 12) №2 насос подачі важкого палива на сепаратор;
 - 13) №2 сепаратор легкого палива;
 - 14) №2 насос подачі легкого палива на сепаратор ГД;
4. РЩ № 5:
 - 1) №1 компресор ГД;
 - 2) №2 компресор ГД;
 - 3) компресор господарських потреб;
5. РЩ № 6:
 - 1) № 1 насос прісної води;
 - 2) калорифер;
 - 3) № 2 насос питної води ;
 - 4) компресор системи вентиляції надстройки №1;
 - 5) компресор системи вентиляції надстройки №2;
 - 6) насос циркуляції гарячої води №1;
 - 7) насос циркуляції гарячої води № 2;

- 8) компресор охолоджувальної камери провізії №1;
- 9) компресор охолоджувальної камери провізії №2.
- 6. РЩ №7:
 - 1) вентилятор подачі повітря камбуза;
 - 2) вентилятор витяжки;
 - 3) лебідка шлюпок лівого борту;
 - 4) № 1 кран господарських потреб;
 - 5) Двигун вентилятору системи вентиляції надстройки №1;
 - 6) кран вантажних операцій;
 - 7) Лебідка шлюпки правого борту;
 - 8) № 2 кран господарських потреб;
 - 9) вентилятор витяжки приміщення для зберігання фарби;
 - 10) Вентилятор витяжки приміщення для сміття;
 - 11) Вентилятор ліфта;
 - 12) Двигун вентилятору системи вентиляції надстройки №2;
- 7. РЩ № 8:
 - 1) вентилятор приміщення боцмана;
 - 2) зварювальний трансформатор;
 - 3) захист від корозії;
 - 4) насос високого тиску лебідки;
 - 5) трансформатор приміщення боцмана;
- 8. №3 лебідка на кормі;
- 9. насос системи автоматичного розвантаження №1;
- 10. Блок цифрового сервоприводу ГД;
- 11. Вентилятор продувки парового котлу №1;

Фідерна панель 440 В № 2 :

- 1. РЩ № 2(груповий):
 - 1) масляний насос головного двигуна №2;
 - 2) насос охолодження зарубашечного простору ГД №2;
 - 3) насос охолодження прісною водою для системи охолодження ГД №2;

- 4) головний насос заборотної води №2;
- 5) водяний насос живлення парового котлу №2;
- 6) двигун вентиляції МВ №4;
- 7) пожежний насос №2;
- 8) двигун вентиляції відділення вантажних насосів №2(з реверсом);
- 9) насос палубної водяної заслонки для вантажної системи №2;
- 10) насос відкачки конденсату №2;
- 11) насос заборотної води генератора інертного газу;
- 12) водяний насос живлення утилізаційного котлу №2;
- 13) насос охолодження заборотною водою конденсатора;
- 14) насос гідравлічного масла стернової машини №2.

2. РЩ №3:

- 1) насос відстояного масла;
- 2) насос паливного шлаку;
- 3) механізм повороту шестерні ГД;

3. РЩ № 4;

4. РЩ № 5;

5. РЩ № 7;

6. РЩ № 8;

7. РЩ майстерні;

8. № 2 баластний насос;

9. № 2 лебідка на бакі;

10. № 4 лебідка на кормі;

11. двигун нагнітачу інертного газу №2;

12. двигун вентилятору системи вентиляції надстройки №2;

13. пожежний насос №2 ;

14. насос системи автоматичного розвантаження №2;

15. вентилятор продувки парового котлу №2;

16. система змазування циліндрів“Alpha Lubricator”(насос №2).

Фідерна панель 220 В:

1. головний трансформатор 440/225В №1/2;
2. панель системи пожежної сигналізації;
3. розподільний щит освітлення МВ №1;
4. розподільний щит освітлення МВ №2;
5. консоль управління навігаційного мосту;
6. обігрівач приміщення аварійного пожежного насосу;
7. головний підсилювач системи внутрішнього зв'язку;
8. розподільний щит головної палуби та зовнішнього освітлення;
9. розподільний щит освітлення палуби А;
10. розподільний щит освітлення палуби В;
11. розподільний щит освітлення палуби С та мосту;
12. щит радіонавігаційного обладнання;
13. щит навігаційних та сигнальних вогнів.
14. щит живлення консолі управління в ЦПУ;
15. щит камбуза.

Аварійна фідерна панель 440 В:

1. Аварійний компресор пускового повітря;
2. Витяжний мотор для машинного відділення;
3. Система пожежогасіння високого тиску;
4. Насос дизельного палива ДГ;
5. Насос передпускової прокачки масла ДГ №3.
6. Осушувальний насос льяльних вод №1.
7. Аварійний пожежний насос;
8. Шлюпкова лебідка;
9. Насос гідравлічного масла стернової машини №2.

Аварійна фідерна панель 220 В:

1. Сигналізація.
2. Зовнішнє освітлення.
3. Електро-радіонавігаційне обладнання.

4. Аварійне освітлення.
5. Навігаційні та сигнальні вогні.

Однолінійна схема розподілу навантаження АРЩ і ГРЩ приведена на кресленні Лист1.

3.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів

Розподіл електричної енергії на судні здійснюється за допомогою силової мережі, підключеної до ГРЩ (MSB), аварійної мережі, підключеної до АРЩ (ESB), і мереж приймачів електроенергії, підключених до розподільного щита. До складу кожної електромережі входять розподільні і спеціалізовані щити і лінії передачі електроенергії.

Відповідно до правил морського Регістра, до ГРЩ пред'являються такі вимоги[1]:

-Всі суднові РЩ повинні бути виконанні в спеціальному корпусі, що забезпечує захист від доторкання до струмоведучих частин з лицевої і бічної сторін. Комутаційна апаратура з відкритими струме ведучими частинами повинна бути встановлена за щитом, а кабелі виведені на лицеву сторону.

-ГРЩ повинний мати генераторні панелі для кожного генератора і, по можливості, для груп механізмів, освітлення, вентиляції. Конструкція РЩ повинна бути жорсткою, кожний прилад або устрій повинні встановлюватися так, щоб їхня заміна або ремонт могли бути здійснені з мінімальним розбиранням.

-Всі струмоведучі частини, шайби, болти, гайки повинні бути виконанні з матеріалу, що забезпечує надійний електричний контакт, що виключає виникнення корозії. На проводах комутаційних апаратів, апаратури різноманітного призначення, повинна бути табличка з чіткими написами про положення приводу автомата або про призначення апаратури. На передній і задній стороні ГРЩ повинні бути поруччя з ізоляційного матеріалу;

-Розташування апаратури на ГРЩ повинно забезпечувати зручність керування і контролю за приладами. На кожній панелі ГРЩ повинні

встановлюватися амперметр, вольтметр із перемикачами на 3 фази, автоматичний трьох смужний вимикач максимального струму з розчіплювачем миттєвої дії і захистом від перевантаження з витримкою часу (не менш, ніж у 2-х фазах), частотомір, ватметр, апарат дистанційного керування приводом регулятора частоти, реле зворотного струму, реле нульового захисту.

-Для скорочення витрати кабелю групі РЩ розташовуються як можна ближче до приймачів електроенергії.

-Кабелі повинні бути прокладені по можливості по прямим і доступним трасам. Траси повинні проходити через місця, в яких кабелі не будуть піддаватися тривалому впливу масла, палива, води і надмірного зовнішнього підігріву. Кабельні траси повинні знаходитися на відстані не менше 100мм від джерел тепла. На відстані менше 50мм від подвійного дна і від цистерни палива або масла не повинні прокладатися будь-які кабелі. Від зовнішньої обшивки, а також від протипожежних, водонепроникних і газонепроникних перегородок та палуб кабелі повинні знаходитися на відстані не менше 20мм. Проходи пучків кабелів через водостійкі перегородки судна здійснюється за допомогою прохідних кабельних коробок, що заливаються уплотнюючою масою. Для прокладки кабельних трас потрібно вибирати найкоротші шляхи, по можливості, прямолінійні і доступні для огляду.

Передача електроенергії споживачам здійснюється за трьох проводної системи з ізольованою нейтраллю, оскільки вони мають велику електробезпеку. З'єднання фази на корпус судна не є коротким замиканням.

3.4 Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги

Для передачі електроенергії споживачам в силових мережах застосовуються трижильні кабелі марки НТРҮСҮ в оболонці з полівінілхлоридного пластика та при нерухомій прокладці.

Зробимо вибір кабелів, що відходять від ГРЩ марки НТРҮСҮ. Перетин кабелів вибираємо по величині струму навантаження, виходячи з роботи в найбільш важкому режимі.

Для вибору кабелю, що з'єднує генератор трифазного змінного струму

з ГРЩ, розрахунковий струм визначаємо по формулі:

$$I_{\text{гн}} = \frac{P_{\text{гн}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{гн}} \cdot \cos \phi},$$

$$(3.1) \quad I_{\text{гн}} = \frac{980000}{\sqrt{3} \cdot 450 \cdot 0,8} = 1572 \text{ А};$$

Після визначення перетину кабелю зробимо перевірку його на втрату напруги, при цьому керуємося вимогами Регістру, згідно з якими втрата напруги ΔU не повинна перевищувати для силових кабелів - 7 %; для мереж освітлення - 5 %; низьковольтних мереж (36 В) -10 %.

Для трифазної лінії при визначенні втрати ΔU напруги користуємося формулою:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} I L (r \cos \phi + x \sin \phi)}{U} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де L - довжина кабелю;

r , x - активний та індуктивний опір, Ом/м.

Вибираємо один трижильний кабель марки НТРҮСҮ з перетином жили 95 мм².

Робимо перевірку на втрату напруження:

$L = 42$ м; $I = 1572$ А; $\cos \varphi = 0.8$; $\sin \varphi = 0.6$; $r = 0.000154$ Ом/м;

$x = 0.000086$ Ом/м;

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 1572 \cdot 42 \cdot (0.000154 \cdot 0.8 + 0.000086 \cdot 0.6)}{440} \cdot 100 = 4,43\%$$

Розрахунок інших кабелів проводимо аналогічно.

Після вибору кабелів зробимо вибір автоматичних вимикачів споживачів, які одержують живлення від ГРЩ. При цьому необхідно дотримуватися наступних двох умов:

$$U_n \geq U_{\text{раб}}; \quad I_n \geq I_{\text{раб}}.$$

де U_n , $U_{\text{раб}}$, I_n , $I_{\text{раб}}$ - номінальні та робочі для даної схеми включення значення напруги та струму.

Автоматичні вимикачі обираємо за струмами, які розраховуємо по формулі:

$$I_{ав} \geq k_0 \Sigma I_i + k I_n$$

Причому коефіцієнт завантаження споживачів - K_3 приймаємо рівним одиниці: $K_3 = 1$.

3.4 Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги

Допустиме струмове навантаження кабелю можна визначити по формулі:

$$I_K = I_1 \cdot k_n \cdot k_{реж} \cdot k_T^0 \cdot k_{Пр}; \quad (3.3)$$

де: I_1 -тривало допустиме струмове навантаження для одножильного кабелю; k_n - поправочний коефіцієнт, враховуючий кількість жил в кабелю; $k_{реж}$ - поправочний коефіцієнт, враховуючий режим роботи живленого споживача електроенергії; k_T - поправочний коефіцієнт, враховуючий температуру навколишнього середовища; $k_{Пр}$ - поправочний коефіцієнт, враховуючий спосіб прокладки кабелю.

Вибираємо кабель з ізоляцією з бутилової гуми перерізом 95 мм² з наступними характеристиками: $I_1=213,5$ А; $k_n=0,7$ для трижильного кабелю, $k_{реж}=1,3$ для ПВ 40% при $I_1=95$ А; $k_T=1$ для температури 45°C, $k_{Пр}=0,85$ для випадку коли доступ повітря утруднений, у нашому випадку прокладка кабелю проходить у кабельній трасі:

$$I_K=213,5 \cdot 0,7 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,85=165,1 \text{ А.}$$

Для визначення падіння напруги у кабелях у судових колах трифазного змінного струму користуються формулою:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{роз} \cdot l}{\gamma \cdot U_n \cdot s} \cdot 100\% \quad (3.4)$$

де: ΔU - падіння напруги, %; l - довжина лінії, м; $I_{роз}$ - розрахунковий струм споживача, А; питома провідність міді $\gamma=48$ Ом/мм² ; U_n - номінальна напруга кола, В; s - переріз струмопровідних жил, мм²;

Визначимо падіння напруги для вибраного кабелю: $s=95$ мм², $U_n=450$ В, $I_{роз.}=165,1$ А, $L=65$ м.

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 165,1 \cdot 65}{48 \cdot 440 \cdot 95} \cdot 100 = 2,78\%.$$

Кабель вибраний вірно тому, що падіння напруги на лінії складає 2,78%, а це

менше, ніж встановлені Регістром максимальні 6%.

3.5 Розрахунок провалу напруги

Розрахунок провалу напруги зроблено з метою виявлення розміру провалу напруги під час пуску найбільш потужного асинхронного електродвигуна при роботі дизель генератора.

Як основне джерело електроенергії на судні прийняті три генератори трифазного струму, номінальною потужністю (3х980 кВт), при напрузі 450 В, 60 Гц і коефіцієнті потужності 0,8 з автоматичним регулюванням напруги й системою самозбудження, з приводом від дизелів.

Як аварійне джерело електроенергії на судні прийнятий генератор трифазного струму, номінальною потужністю 150 кВт при напрузі 450 В, 60 Гц, при коефіцієнті потужності 0,8 з автоматичним регулюванням напруги й системою самозбудження, з приводом від дизеля.

Відповідно до таблиці навантаження суднової електростанції (Додаток А), найбільш потужними споживачами, що одержують живлення від генератора потужністю 980 кВт є:

- насос гідравліки якірної лебідки 100 кВт;
- нагнітач повітря системи інертних газів 126.5 кВт;
- баластний насос 140 кВт.

Розрахунок виконаний по ОСТ5Р.6181-81.

Розрахунок провалу напруги наведено у Додатку Б.

Отримані розрахунки підтвердили що усі три споживачі можливо запускати прямим пуском, так як провал напруги не перевищує 15%, тобто система автоматичного регулювання напруги здатна впоратися з.

Дані розрахунків провалу напруги вищеназваних споживачів:

- Гідравлічний насос якірної лебідки- 2,2%
- Баластний насос- 3,1%
- Нагнітач повітря системи інертних газів-2,8%

3.6 Розрахунок струмів короткого замикання

Величина струму короткого замикання визначає вибір комутаційної і захисної апаратури на розподільних пристроїв, а також міцність конструкції розподільних пристроїв і окремих елементів. При цьому особливу увагу слід приділяти величині ударного струму короткого замикання, яка визначає електродинамічну стійкість апаратури і шин розподільних пристроїв. У зв'язку з цим при виборі комутаційної і захисної апаратури в судових електроенергетичних системах проводиться перевірка на електродинамічну стійкість від дії ударного струму короткого замикання.

При виконанні розрахунків струмів короткого замикання приймають наступні основні умови:

- розглядається трифазне глухе коротке замикання;
- віддалення точки короткого замикання на фідерах від розподільних пристроїв приймається рівним не більше ніж 10м;
- опір дуги у точці короткого замикання не враховується;
- максимальна величина струму короткого замикання визначається з урахуванням підживлення точки короткого замикання підключеним еквівалентним навантаженням;
- ураховуються еквівалентні активний і реактивний опір окремих елементів і ділянок кабельної силової мережі;
- опір окремих елементів і ділянок мережі приводяться до відносних базисних одиниць;
- за базисну потужність прийнята сумарна потужність генераторів електричних станцій, працюючих у паралель в даному режимі.

Розрахунок виконується по методиці визначення періодичної складової струму короткого замикання в залежності від усього опору цепі короткого замикання по кривим затухання періодичної складової струму короткого замикання. Криві затухання періодичної складової струму короткого замикання побудовані по середнім параметрам генераторів з самозбудженням (рис.3.1).

Початкові дані для розрахунку:

$P = 2450$ кВА – повна потужність генераторів;

$x_d = 4,55$ Ом - реактивність синхронна по поздовжній осі;

$x'd = 0,2$ Ом – перехідний реактивний опір по прокольній осі;

$x''d = 0,11$ Ом - реактивність сверхперехідна по поздовжній осі;

$r_a = 0,015$ Ом – активний опір обмотки статора генератора;

$r_{ad} = 0,0002$ Ом – активний опір автоматів;

$r_{\kappa} = 0,00155$ Ом – активний опір ділянки кабельної мережі;

$x_{\kappa} = 0,00068$ Ом – реактивний опір ділянки кабельної мережі;

$r_{\emptyset} = 0,00006$ Ом – активний опір ділянки шини на розподільних пристроях

$x_{\emptyset} = 0,00024$ Ом – реактивний опір ділянки шини на розподільних пристроях;

$r_{i.e} = 0,000035$ Ом – активний опір перехідних контактів;

$r_T = 0,00674$ Ом – активний опір трансформаторів;

$x_T = 0,0139$ Ом - реактивний опір трансформаторів;

$T'd = 0,0034$ - постійна часу обмотки збудження при замкнутому статорі;

$n = 2$ – кількість генераторів.

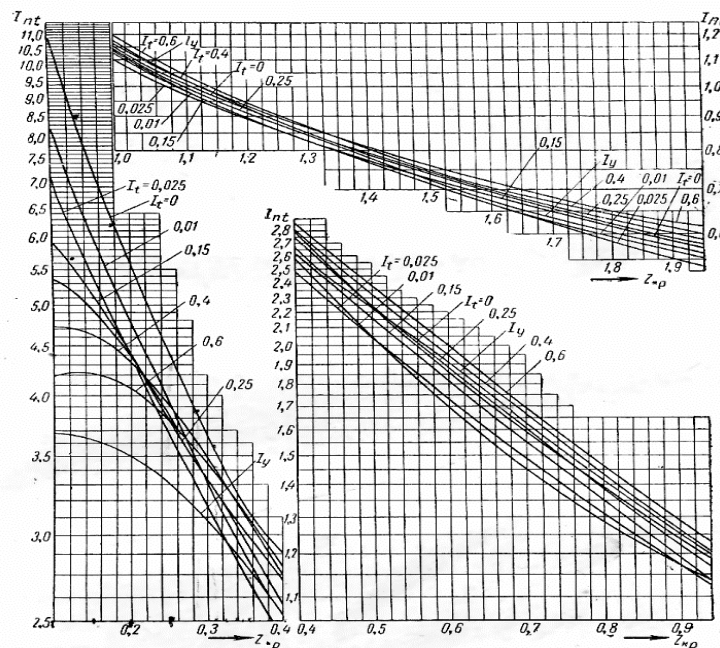


Рисунок 3.1 – Розрахункові криві струму короткого замикання для генератора з самозбудженням

При розрахунку було обрано найпотужніший режим роботи з навантаженням рівним 1585 кВт, при цьому 2 генератори працюють в паралелі та точка к.з. утворилася на шинах ГРЩ.

З урахуванням того, що $\cos\phi$ цього режиму більше 0.8(0.88), за базис буде обрано активну потужність генераторів.

Визначення базисних величин:

Базисна потужність:

$$P_{\delta} = P \cdot n, \quad (3.5)$$

$$P_{\delta} = 980 \cdot 2 = 1960 \text{ (кВт)};$$

$$\text{Базисна напруга: } U_{\delta} = 440 \text{ В.}$$

Базисний струм:

$$I_{\delta} = \frac{P_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta}}, \quad I_{\delta} = \frac{1960000}{\sqrt{3} \cdot 440} = 2571,8 \text{ (А)}. \quad (3.6)$$

Сумарний реактивний опір:

$$X_{\Sigma} = X_{\kappa} + X_{\omega} + X_T, \quad (3.7)$$

$$X_{\Sigma} = 0,00068 + 0,00024 + 0,0139 = 0,015.$$

Сумарний активний опір:

$$R_{\Sigma} = r_{\kappa} + r_{\omega} + r_{n.k} + r_{a.e} + r_T, \quad (2.8)$$

$$R_{\Sigma} = 0,0002 + 0,00155 + 0,00006 + 0,000035 + 0,00674 = 0,0086 \text{ (Ом)}.$$

Базисний реактивний опір:

$$X_{\delta} = \frac{X_{\Sigma} \cdot \sqrt{3} \cdot I_{\delta}}{U_{\delta}}, \quad (3.9)$$

$$X_{\delta} = \frac{0,015 \cdot \sqrt{3} \cdot 2571,8}{440} = 0,27 \text{ (Ом)}.$$

Базисний активний опір:

$$R_{\delta} = \frac{R \cdot \sqrt{3} \cdot I_{\delta}}{U_{\delta}}, \quad (3.10)$$

$$R_{\delta} = \frac{0,0086 \cdot \sqrt{3} \cdot 2571,8}{440} = 0,15 \text{ (Ом)}.$$

Приводимо над перехідний реактивний опір генератора по прокольній осі до базисної величини:

$$X''_{d_1\delta} = X''_{d_2\delta} = X''_{d_3\delta} = \frac{X''_{d_1} \cdot P_{\delta}}{P}, \quad (3.11)$$

$$X''_{d_1\delta} = X''_{d_2\delta} = X''_{d_3\delta} = \frac{0,3564 \cdot 1960}{980} = 1,06;$$

$$r''_{a_1\delta} = r''_{a_2\delta} = r''_{a_3\delta} = \frac{r_{a_1} \cdot P_{\delta}}{P}, \quad (3.12)$$

$$r''_{a_1\delta} = r''_{a_2\delta} = r''_{a_3\delta} = \frac{0,089 \cdot 1960}{980} = 0,267.$$

Визначимо повний опір кожного променю трипроменевої схеми:

$$Z_{1\delta} = r_{a_1\delta} + jX''_{d_1\delta} + r_{\delta} + jX_{\delta}, \quad (3.13)$$

$$Z_{1\delta} = 0,178 + j0,719 + 0,064 + j0,11 = 0,242 + j0,823.$$

Приведемо трипроменеву схему до двопроменевої, бо ЕДС всіх паралельно працюючих генераторів при розрахунку струмів короткого замикання прийняті однакові. Отже повний опір:

$$Z_{1,2\delta} = \frac{(r_{1\delta} + jX_{1\delta})(r_{2\delta} + jX_{2\delta})}{(r_{1\delta} + jX_{1\delta}) + (r_{2\delta} + jX_{2\delta})}, \quad (3.14)$$

$$Z_{1,2\delta} = \frac{(0,242 + j0,823)(0,242 + j0,823)}{(0,242 + j0,823) + (0,242 + j0,823)} = 0,12 + j0,41.$$

Приведемо двопроменеву схему до однопроменевої:

$$Z_{1,2,3\delta} = \frac{Z_{1,2\delta} \cdot Z_{3\delta}}{Z_{1,2\delta} + Z_{3\delta}}, \quad (3.15)$$

$$Z_{1,2,3\delta} = \frac{(0,12 + j0,41)(0,12 + j0,41)}{(0,12 + j0,41) + (0,12 + j0,41)} = 0,06 + j0,21.$$

Визначимо розрахунковий опір:

$$Z_{расч} = Z_{1,2,3\delta} \cdot \frac{P_{\Sigma}}{P_{\delta}} = \sqrt{(r_{1,2,3\delta})^2 + (X_{1,2,3\delta})^2} \cdot \frac{P_{\Sigma}}{P_{\delta}}, \quad (3.16)$$

$$Z_{расч} = Z_{1,2,3\delta} \cdot \frac{P_{\Sigma}}{P_{\delta}} = \sqrt{(0,06)^2 + (0,21)^2} \cdot \frac{1960}{1960} = 0,22 \text{ (Ом)}.$$

Із графіка (рис.2.3) по кривим затухання $I_{nt} = f(Z_{\delta\delta\tilde{n}\div})$ для $Z_{\delta\delta\tilde{n}\div} = 0,22 \text{ Ом}$

знаходимо кратність величини періодичної складної струму короткого замикання для часу $t=0$ сек: $I''_{nt=0} = 5$. Ударний коефіцієнт k_y визначається по графіку (рис.1.2).

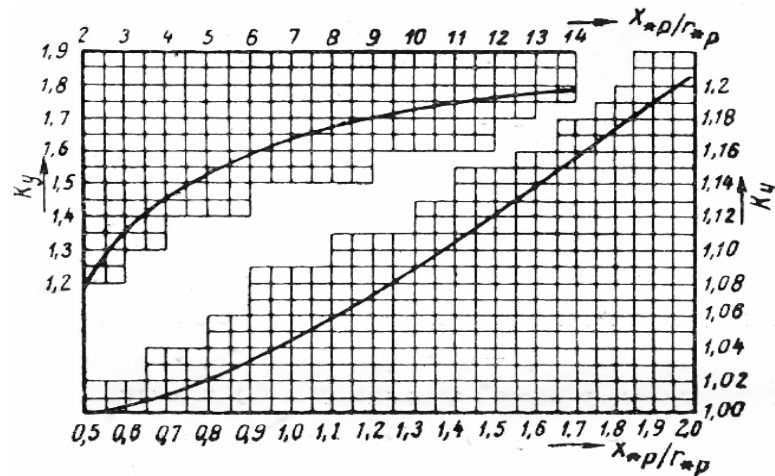


Рисунок 3.2 – Графік кривих змінення ударного коефіцієнту

k_y в залежності від величини $\frac{X_{\text{экв.б}}}{r_{\text{экв.б}}}$.

Визначимо відношення: $\frac{X_{\text{экв.б}}}{r_{\text{экв.б}}} = \frac{0,21}{0,06} = 3,5$;

Згідно графіку $k_y = 1,4$.

Ударний струм короткого замикання визначається за формулою:

$$i_{p2} = k_y \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{pt=0} \cdot I_{\text{б}}, \quad (3.17)$$

$$i_{p2} = 1,4 \cdot \sqrt{2} \cdot 5 \cdot 4715,1 = 46677,1 \text{ (A)}.$$

Таким чином ударний струм короткого замикання на відстані точки короткого замикання на фідерах від розподільних пристроїв 10м при паралельній роботі трьох генераторів складає $i_{p2} = 46677,1$ А.

З оглядом на вище представлені розрахунки, було обрано автоматичні повітряні вимикачі фірми HYUNDAI UAN-A з наступними технічними даними:

- номінальний струм автомата - 2000 А;
- номінальна напруга - 450 В;
- допустимий струм короткого замикання: діюче значення - 85000 А;
- номінальний короткочасно витримуємий струм – 65000 А(1 с),

60000 A(2 с), 50000 A(3 с)

- межі уставок на струм спрацювання (2:8) I_n розчіплювача;
- уставка на час спрацювання – 1-3 с;
- максимальний час вимкнення – 40 мс.

3.7 Розрахунок шин ГРЩ на теплову стійкість

Рівняння теплового балансу:

$$\alpha \cdot I^2 \cdot R \cdot t = (t_{\max} - t_0) \cdot c \cdot m, \quad (3.18)$$

Де α – тепловий еквівалент; I – струм короткого замикання; R – активний опір шин; t – період часу к. з. до вимикання АВ; c – теплоємність матеріалу; m – маса шин.

Знайдемо активний опір шини:

$$R = \frac{l}{s} \rho, \quad (3.19)$$

$$R = \frac{45}{0,098 \cdot 10^{-3}} 1,720 \cdot 10^{-8} = 0,00789$$

Знайдемо масу кабелю:

$$m = L \cdot S \cdot \gamma, \quad (3.20)$$

$$S = 45 \cdot 0,098 \cdot 10^{-3} \cdot 8930 = 39,4$$

З теплового балансу отримаємо t :

$$t_{\max} = \frac{\alpha \cdot I^2 \cdot R \cdot t}{c \cdot m \cdot 36 \cdot 10^5} + t_0, \quad (3.21)$$

$$t_{\max} = \frac{1 \cdot 19051,6^2 \cdot 0,00789 \cdot 0,04}{390 \cdot 39,4} + 20 = 7,45 + 20 = 27,45^\circ C$$

3.8 Вибір системи збудження синхронних генераторів

Для безщіткових синхронних генераторів було обрано систему збудження THYRIPART. Безщіткові синхронні генератори складаються з головної машини і збудника. Основна обмотка машинного поля живиться від роторної обмотки збудника через обертовий, трифазний мостовий випрямляч. Збуджувач живиться від системи збудження THYRIPART. Система збудження та тиристорний

регулятор напруги поєднуються в систему збудження THYRIPART. Необхідний потік поля подається на основну машину через блок збудження. Це налаштовано таким чином, що напруга генератора, яка перевищує максимальну задану величину, розвивається протягом всього діапазону навантажень, коли регулятор напруги неактивний.

Схема збудження і регулювання напруги генератора представлена на рис.2.1. Вона містить : плати автоматичного регулятора напруги (АРН); первинні трансформатори струму Т1-Т3; вторинний трансформатора струму Т4; трансформатор фазового компаундування Т6; LC фільтр, утворений дроселем L1 і конденсаторами С1-С3; випрямляч збудження V29; регулювальний тиристор V28; безщітковий збудник G2, що обертається навколо випрямляча V2 і обмотки збудження генератора G1.

Плата регулятора напруги, має 3 входи і один вихід. На перший вхід через контакти 1 і 3 роз'єму X1 подається лінійна напруга з шин генератора, яка одночасно є для АРН напругою живлення а також контрольованим параметром. На другий вхід регулятора через контакти X2/5 і X2/9 подається напруга з виходу вторинного токового трансформатора Т4, величина якого пропорційна току навантаження генератора. На третій вхід через X2/1 і X2/3 підключений зовнішній потенціометр регулювання напруги VR, що знаходиться в генераторної секції ГРЩ.

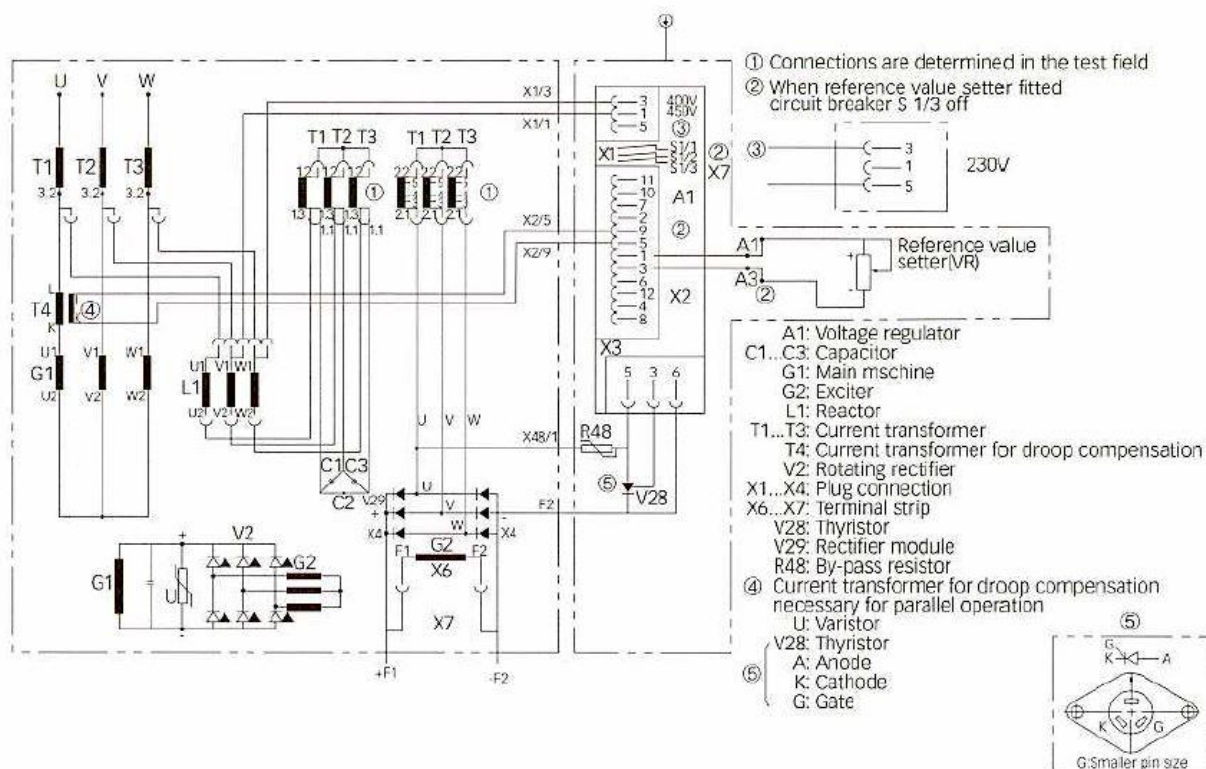


Рисунок 3.3 – Система збудження генератора THYRIPART

Вихід АРН через контакти 3,5 і 6 роз'єму X3 підключений до керованого діоду (тиристор) V28, за допомогою якого регулюється збудження генератора.

Схема є самозбуджуваною і не вимагає живлення АРН в момент запуску генератора. Залишкова намагніченість ротора при його обертанні створює початкову ЕРС на шинах генератора, яка подається на трансформатор напруги Т6. Напруга з його вторинної обмотки через випрямляч V29 створює струм збудження на вході збудника G2, який в свою чергу збільшує створювану ЕРС. Процес збудження йде по наростаючій доки напруга не досягне величини, достатньої для роботи схем управління АРН.

Після підключення генератора до шин ГРЩ в його обмотках з'являється струм навантаження, який знижує вихідна напруга через що виникають втрати. Завдяки наявності первинних струмових трансформаторів Т1-Т3, у вторинну обмотку трансформатора Т6 подається додаткова компаундуюча напруга, пропорційна току навантаження. Воно компенсує падіння напруги на шинах генератора, шляхом збільшення напруги на вході випрямляча V29, що в свою чергу збільшує збудження генератора.

У первинному колі трансформатора Т6 знаходиться так званий синус-фільтр, реалізований на 3-х фазному дроселі L1 і конденсаторах С1-С3. Він пропускає на вхід Т6 напругу основної гармоніки і відсікає вищі гармоніки, які утворюються в процесі роботи різних споживачів, а також під час різких стрибків навантаження. Одночасно цей фільтр затримує напругу первинної обмотки трансформатора на певний кут, що дозволяє зменшити фазовий зсув між напругою і струмом в процесі компаундування, роблячи його більш ефективним.

Описана схема налаштована таким чином, що якщо пропаде контакт в ланцюзі роз'єму Х1 або ланцюзі управління тиристором, то напруга на шинах генератора стає вище номінальної у всьому діапазоні навантажень. Даний факт корисно використовувати в якості діагностичної ознаки, якщо напруга поодинокі працюючого генератора несподівано стає великою і не регулюється потенціометром напруги. Якщо ж такий генератор знаходиться в паралелі, то він забере на себе майже все реактивне навантаження з іншого генератора.

Регулювання напруги з боку АРН

АРН регулює напругою генератора шляхом відмикання тиристора V28, який через баластний резистор R48 шунтує на виході V29 частину випрямленої напруги.

На рис. 3.6а представлена діаграма випрямленої напруги при повністю закритому тиристорі, коли кут його відмикання t_{op} має найбільше значення $t_{op} = T / 3$, де T - період напруги. При цьому на вхід обмотки збудження G2 подається максимум випрямленої напруги U_{G2} . На рис.3.6b показана діаграма напруги при відкритому тиристорі, коли кут його відмикання дорівнює $1/12$ періоду напруги. Кут відмикання відрховується від моменту початку комутації діода D1, до анода, який через R48 підключений анод тиристора V28. Відмикання тиристора відбувається шляхом подачі імпульсу на керуючий електрод. Відкритий тиристор шунтує діод D1, а також комутуючі діоди D4 і D6. Після того, як в комутацію вступає діод D3, тиристор замикається зворотною напругою, що виникає в цей момент між його катодом і анодом. Провал напруги пов'язаний з

м'якою навантажувальною характеристикою трансформаторів Т6 і збільшення струму, споживаного шунтувальним резистором R48 при відкритому тиристорі.

Випрямлена напруга буде мати найменшу величину, якщо кут відмикання дорівнює 0.

АРН за принципом роботи є класичним ПІД (пропорційно-інтегрально-диференціальним) регулятором, який стабілізує напругу генератора в перехідному процесі, що виникає при скачках навантаження.

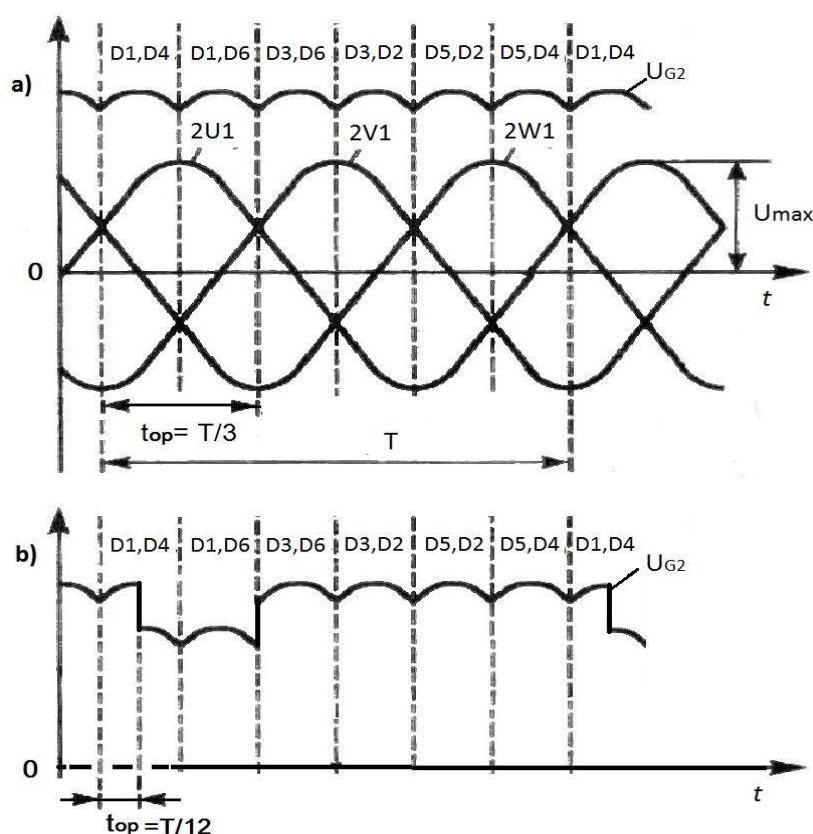


Рисунок 3.4 – Діаграми випрямленої напруги

Для забезпечення зазначеного закону регулювання на платі АРН (рис.3.6) є спеціальні потенціометри U, K, T, R47. Вони впливають на наступні параметри системи «генератор-регулятор»:

U - Потенціометр номінальної напруги генератора. Він знаходиться в колі зворотного зв'язку регулятора, через яку надходить поточне значення напруги. У цьому ж колі знаходиться і зовнішній потенціометр напруги VR, який встановлений в генераторній секції ГРЩ.

К - Потенціометр коефіцієнта посилення різницевого сигналу U_{dif} . Він задає чутливість системи, реалізуючи пропорційну складову закону регулювання.

Різницевий сигнал $U_{dif} = U_{set} - U_{fb}$, де U_{set} - заданий еталонне значення напруги, а U_{fb} - реальне значення напруга генератора, яке надійшло по ланцюгу зворотного зв'язку.

Т - Потенціометр часу реакції системи на зміну разностної напруги, що відповідає за інтегральну складову закону регулювання.

R47 - Потенціометр попереджувального реагування на зміну напруги збудження, викликане струмом навантаження в ланцюзі компаундуючого трансформатора. Він відповідає за диференціальну складову закону регулювання.

Налаштування параметрів робиться таким чином, щоб система швидко реагувала на різку зміну навантаження, але при цьому не було перерегулювання, що може викликати повільно затухаючий коливальний процес стабілізації напруги. З цієї причини на багатьох генераторах потенціометр R47 встановлений в нульове положення і регулятор працює тільки по ПІ (пропорційно-інтегральному) закону.

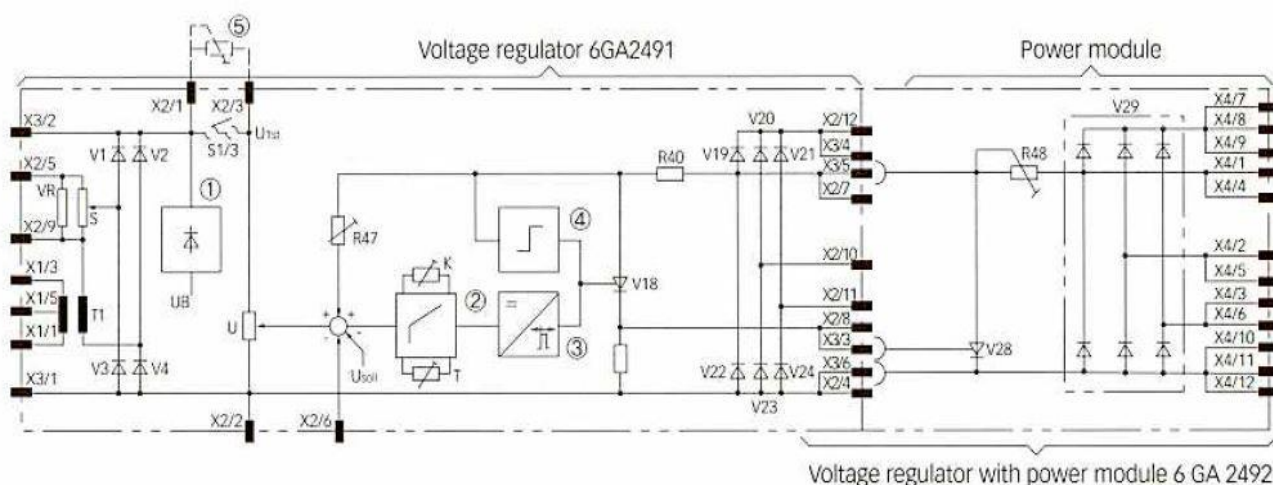


Рис.3.5 – Структурна схема регулятора напруги

Регулювання нахилу вихідної характеристики генератора

Друга функція, яку виконує АРН - забезпечення необхідного нахилу (droop) вихідній характеристики генератора $U_{\text{gen}} = f(I_{\text{react}})$, де I_{react} - реактивна складова струму навантаження. Завдяки цьому нахилу забезпечується рівномірний розподіл реактивної потужності при роботі генераторів в паралелі. Вищезазначене ілюструється графіками на рис.3.4, де два генератора, завантажені рівномірно по активному навантаженню, мають різні характеристики. Це призводить до нерівномірного розподілу між ними реактивної потужності. Генератор з м'якою характеристикою 1 завантажений менше генератора з жорсткою характеристикою 2.

Нахил характеристики задається потенціометром S, до якого прикладено напругу, пропорційну току I_R в фазі R генератора. Воно знімається з виходу однофазного токового трансформатору T4 і складається з напругою вторинної обмотки трансформатору T5, на первинну обмотку якого подається лінійна напруга U_{ST} . В результаті цього на вхід мостового випрямляча V1-V4 надходить напруга, пропорційне векторній сумі I_R і U_{ST} . Далі ця сумарна напруга надходить на послідовно з'єднані зовнішній і внутрішні потенціометри напруги VR і U.

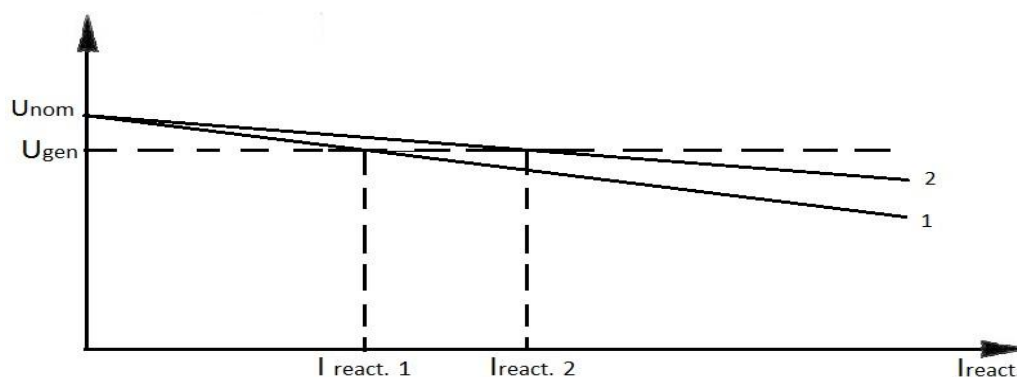


Рисунок 3.6 – Розподіл реактивної потужності між генераторами

Зазначені елементи утворюють ланцюг зворотного зв'язку. Напруга зворотного зв'язку U_{fb} (feedback voltage) знімається з рухомого движка потенціометра U і, проходячи через фільтр нижніх частот (LP filter), надходить на вхід суматора, який порівнює його з встановленою напругою U_{set} . Якщо зазначені напруги не рівні, то система регулювання змінює кут відмикання

тиристора V18. ФНЧ відсікає вищі гармоніки, які надходять від генератора по колу о.с.

Тиристор V18 виконує роль попереднього підсилювача зовнішнього тиристора V28, до якого він підключається безпосередньо. На платі також є 3-хфазний малопотужний мостовий випрямляч на діодах V19-V24, який можна безпосередньо підключати до збудника генераторів певної потужності. При цьому зовнішній тиристор вже не потрібно, тому що роль шунтуючого тиристора виконує V18.

Система знаходиться в стані спокою, коли $U_{fb} = U_{set}$ і $U_{dif} = U_{set} - U_{fb} = 0$. Якщо $U_{fb} > U_{set}$, то АРН зменшує напругу збудження, що призводить до зменшення напруги на шинах генератора і, відповідно, до зменшення U_{fb} по ланцюгу о.з, якщо $U_{fb} < U_{set}$, то АРН збільшує напругу збудження, що призводить до збільшення напруги на шинах генератора і, відповідно, збільшення U_{fb} .

У момент збільшенні струму навантаження при постійній напрузі генератора, збільшується напруга U_{fb} в зворотного зв'язку, що призводить в свою чергу до зменшення напруги генератора. Таким чином вихідна характеристика генератора отримує нахил. Чим більше встановлено потенціометр S, тим м'якше ця характеристика. Якщо вивести S на нуль або відключити струмовий трансформатор шляхом закорочування його вторинної обмотки, то вихідна характеристика генератора буде максимально жорсткою при будь-якому навантаженні, тому що струмовий складова буде відсутня в колі о.с. Таку установку можна використовувати тільки в тому випадку, якщо генератор працює в поодиночці, наприклад, в якості аварійного.

Система регулювання побудована таким чином, що жорсткість вихідний характеристика залежить не тільки від величини струму навантаження, а й від його характеру. Якщо струм є тільки активним, то характеристика залишається жорсткою з мінімальним нахилом. При появі реактивного струму вона стає тим м'якше, чим більше відсоток реактивної складової в струмі навантаженні. Завдяки такому механізму реактивного навантаження між генераторами

розподіляється в такій же пропорції як і активна потужність. Так, якщо два працюють в паралель генератора навантажені на 30 і 70% активної потужності, споживаної електростанцією, то вони будуть в такій же пропорції навантажені і реактивною потужністю.

Як цей механізм реалізується в нашій системі, покажемо на векторних діаграмах, представлених на рис.3.5,3.6. За векторною діаграмою генератора (рис.3.5) видно, що фазна напруга U_R випереджає лінійну напругу U_{ST} на 90 градусів.

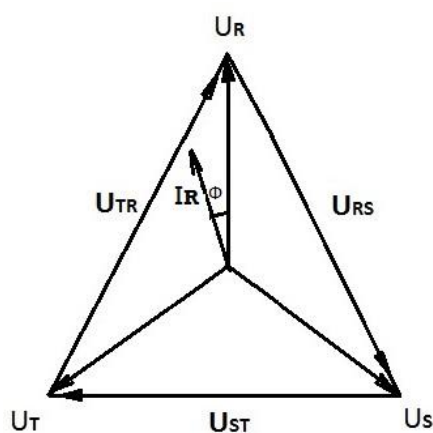


Рисунок 3.7 – Векторна діаграма напруги синхронного генератора

У свою чергу струм I_R в цій фазі відстає від напруги на кут Φ , який визначається характером навантаження. Саме цей струм і лінійна напруга U_{ST} подаються в ланцюг зворотного зв'язку АРН і, складаючись один з одним, впливають на сигнал зворотного зв'язку.

Процес їх складання показаний на рис.3.6, де діаграма а) показує як утворюється векторна сума, якщо навантаження генератора тільки активна ($\cos \Phi = 1$). Діаграма b) відображає сумарний вектор при $\cos \Phi = 0.8$, а діаграма c) - при завантаженні генератора тільки реактивним навантаженням, при якій $\cos \Phi = 0$. Варто відмітити, що в підсумовуванні бере участь не сам струм, а пропорційна йому напруга, що знімається з потенціометру S.

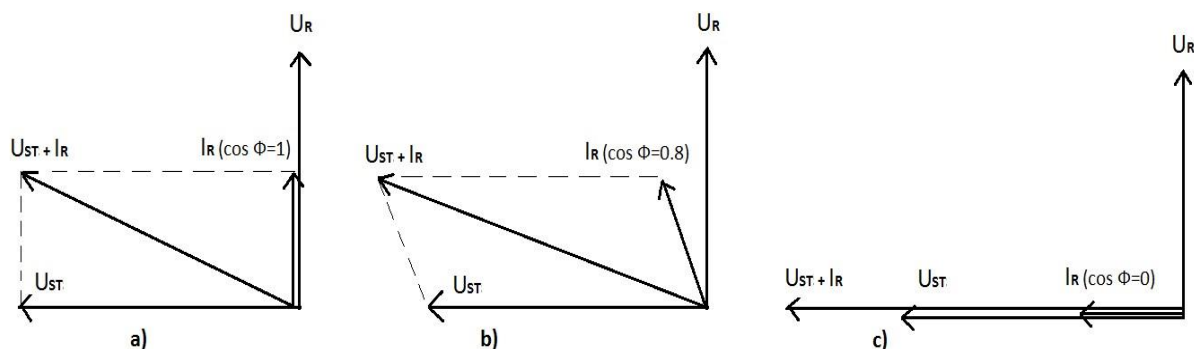


Рисунок 3.8ю – Векторні діаграми кола зворотного зв'язку АРН.

Із зазначених діаграм видно, що векторна сума тим більше, чим більше реактивна складова в струмі генератора і, отже, тим м'якше його характеристика. Завдяки цьому і забезпечується передача реактивної навантаження на інший генератор, що працює з ним в паралелі.

До плати АРН можуть бути підключені також і трифазні трансформатори струму і напруги. Для цієї мети вона забезпечена мікроперемикачами S1/1 і S1/2, які вимикаються, якщо обраний трифазний режим підключення. І навпаки, ці перемикачі включаються, якщо обраний однофазний режим.

Крім цього на платі є ще один мікроперемикач S1/3, який включається, якщо зовнішній потенціометр регулювання напруги V_R не використовується. Для наших генераторів перемикачі S1/1 і S1/2 включені, а перемикач S1/3 вимкнений.

4. АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

4.1 Автоматична спрінклерна система пожежогасіння YORK Novenco Hi-Pres

Згідно із конвенцією SOLAS Chapter II-2A(Fire detection, fire protection and fire extinction), на судні мають бути встановлені:

1. Система виявлення пожежі;
2. Система вуглекислотного пожежогасіння для машинного відділення та насосного відділення(для танкеру);
3. Система водяного пожежогасіння високого тиску.

Система пожежогасіння високого тиску використовується для локалізування та негайного усунення займання особливо важливих механізмів судна, таких як:

- Головний двигун;
- Дизель-генератори;
- Парові котли;
- Система очистки важкого та дизельного палива;
- Інсинератор;
- Форсунка генератору інертного газу.

Характеристики системи:

1. Номінальний тиск: 7 бар(при встановленні спрінклерів на висоті 0.5-8 м)
9 бар(при встановленні спрінклерів на висоті 8-14,5 м)
2. Номінальний потік води- 10 л/хв(0.5-8 м)
15 л/хв(8-14,5 м)
3. Кут подання води- 20°
4. Максимально допустимий тиск -12 бар
5. Потужність електродвигуна насосу- 5.5 кВт, 3х440 В, 60 Гц

Система здатна гасити пожежу при працюючих вентиляторах примусової вентиляції і подача повітря в захищену зону за умови, що вихід вентиляції не спрямований через захищені предмети. Система затверджена згідно з ІМО / MSC / Circ. 913 за основними класифікаційними товариствами.

Стандартно система являє собою автоматичну суху систему, тобто в ній немає води до тих пір, поки спрінклерний насос не буде запущений і відповідні секційні клапани не відкриті.

Система розділена на розділи відповідно до вказівок ІМО в MSC / Circ. 913 і до вимоги до класу. Кожна секція має власний електронно-керований клапан.

Вищеназвані клапани отримують живлення від панелі управління пожежогасіння.

Управління системою можна здійснити за допомогою спеціальної панелі сигналізації. Панель сигналізації комутується через загальний шинний кабель,

підключений до мінімум 2 детекторів тепла, диму або полум'я на кожному захищеному об'єкті. Також є пускова панель електродвигуна спринклерного насосу та точки ручного запуску, підключені до загального кабелю шини. Всі елементи, підключені до кабелю шини, можна адресувати.

Нормальна настройка: Сигналізація при активації першого сповіщувача, пуск спринклерного насоса та секційний клапан відкривається при активації другого детектора. Як зазначено в конвенції SOLAS Рег. II-2 / 10.5.6.4 “Активация будь-якої локальної системи додатків повинна давати візуальний та чіткий звук сигналізації в захищеному просторі та на постійно пілотованих станціях. Сигналізація повинна вказувати на те, що певна система активована”.

Кожна зона може бути активована або з місцевого пункту натисканням кнопки, або з панелі сигналізації. Насос, підключений до ємності прісної води повинен мати достатню потужність, щоб охопити найбільшу секцію мінімум 20 хвилин.

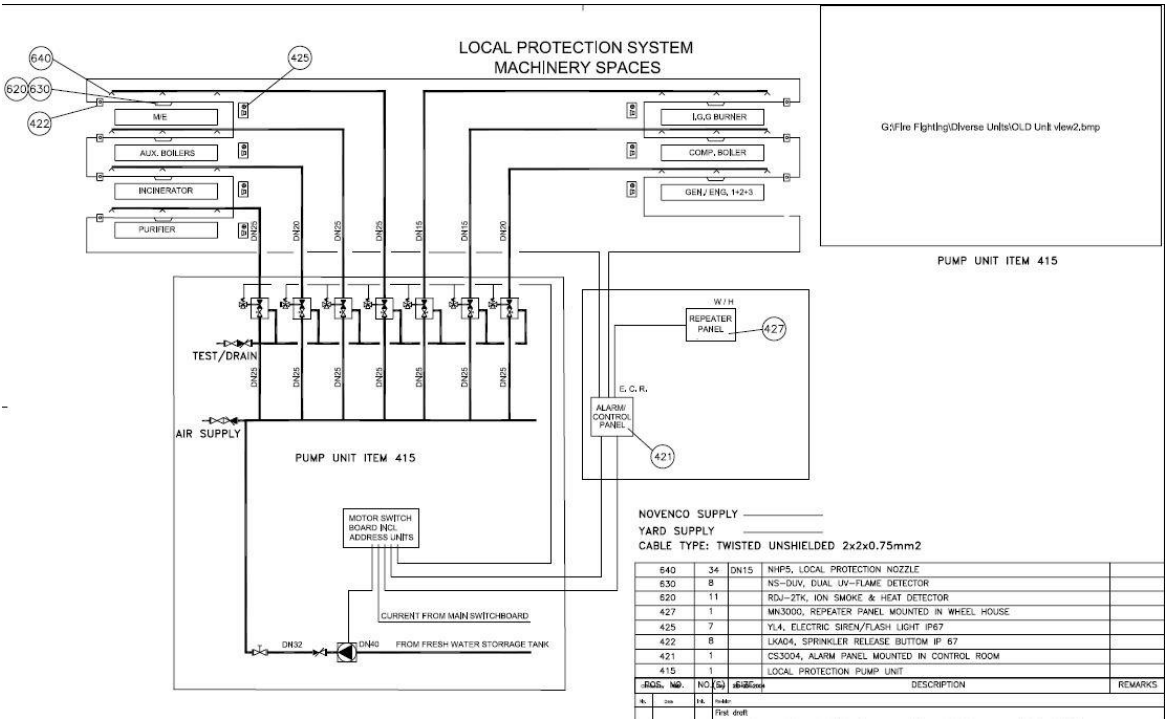


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд системи

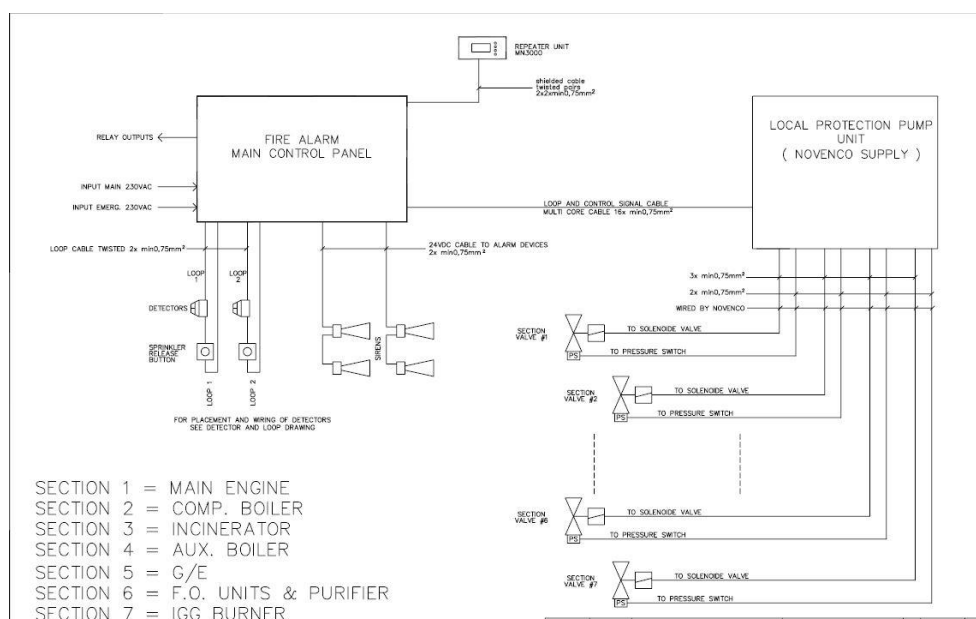


Рисунок 4.2 – Схема системи контролю

4.2 Система контролю та моніторингу SSAS-21C.

Головним завданням технічного діагностування є завчасне виявлення можливих дефектів, поломок, визначення технічного стану, виключення аварій та інших несправностей без розбирання. Раннє виявлення несправностей дозволяє коригувати програми технічного обслуговування і ремонту і робити це в сприятливих умовах, наприклад під час стоянки судна в порту, скоротити потреби в запасних деталях за рахунок своєчасної їх заміни; підвищити надійність і ефективність експлуатації.

Згідно з конвенцією СОЛАС-74 Глава II-1 “Конструкція - пристрій, розподіл на відсіки і остійність, механічні і електричні установки”(Правило 51):

Повинна бути передбачена система аварійно-попереджувальної сигналізації, яка вказує на будь-яку несправність, що вимагає уваги.

Система аварійно-попереджувальної сигналізації повинна:

- 1) забезпечувати подачу звукового сигналу в центральному або місцевому посту управління головними механізмами і візуальну індикацію кожного сигналу у відповідному місці;
- 2) бути пов'язана з громадськими приміщеннями механіків, а також з кожної з кают механіків через селекторний перемикач, що забезпечує зв'язок

щонайменше з однією з цих кают. Адміністрація може дозволити рівноцінні пристрої;

3) при виникненні будь-якої ситуації, що вимагає дій або уваги вахтового помічника, приводити в дію звукову та світлову аварійно-попереджувальну сигналізацію на ходовому містку;

4) наскільки це практично можливо повинна бути спроектована таким чином, щоб при відмові окремих елементів забезпечувалася безпека контрольованої установки;

5) приводити в дію сигналізацію виклику механіків, необхідну правилом II-1/38, якщо аварійно-попереджувальний сигнал не притягнув уваги в місці його подачі протягом певного періоду часу.

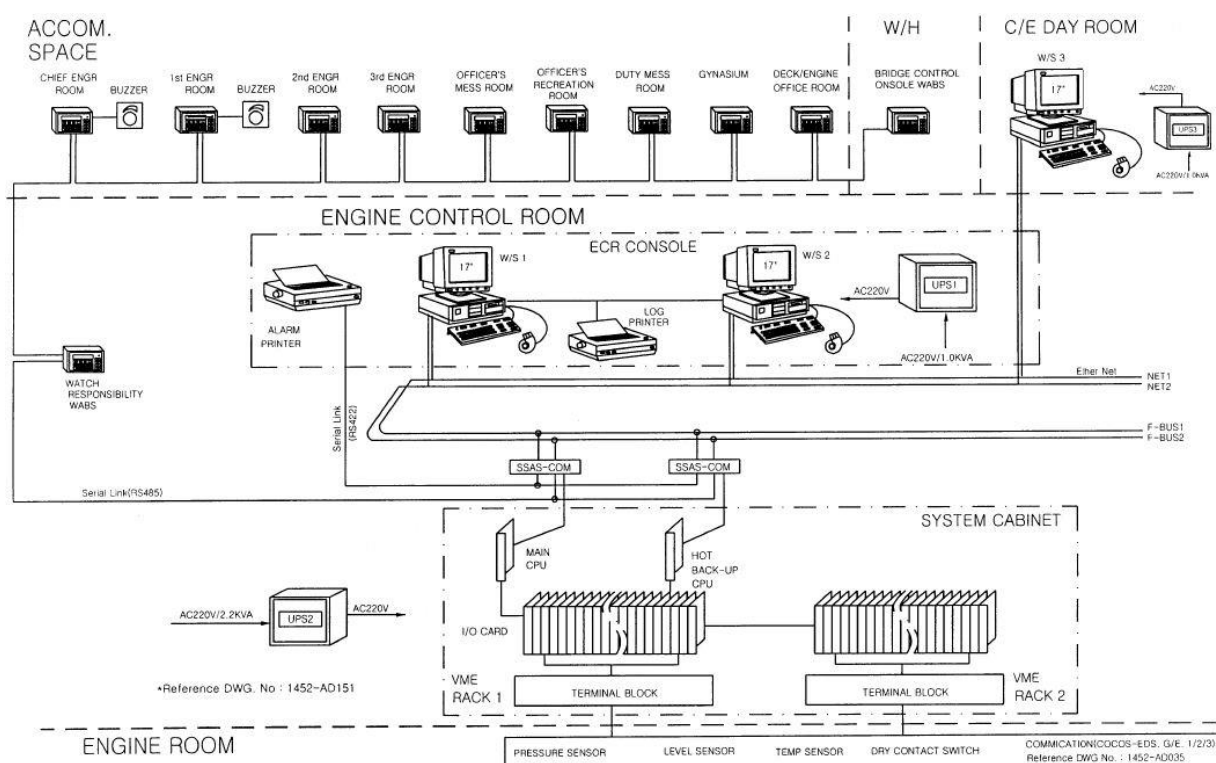


Рис. 4.3 – Функціональна схема системи моніторингу

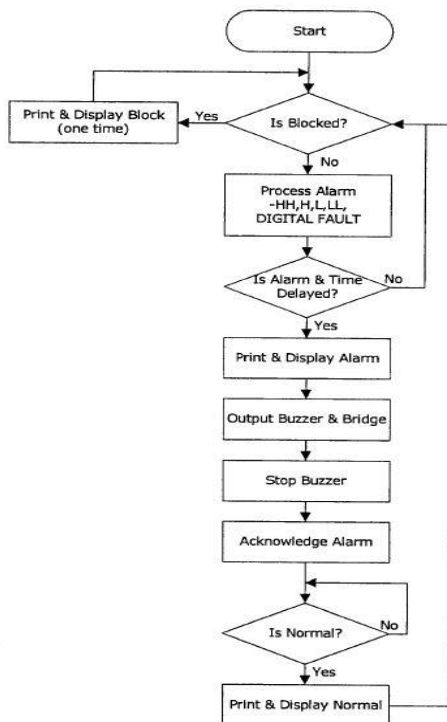


Рисунок 4.4 – Логічна блок-схема процесу сигналізації

4.3 ГМЗЛБ і навігація (технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв, та радіозв'язку)

Так як різні системи зв'язку, що входять до складу ГМЗЛБ мають свої обмеження, пов'язані із зоною дії і видами послуг, що надаються, вимоги до складу суднового радіообладнання визначається в залежності від районів плавання судна, які характеризуються наступним чином:

Морський район А1 – район в межах зони дії принаймні однієї берегової УКВ радіостанції, що забезпечує безперервне спостереження на 70-му каналі з використанням ЦВВ і можливість радіотелефонного обміну на 16-му каналі УКХ (приблизно 30 морських миль від берегової радіостанції).

Морський район А2 – район, за винятком морського А1, в межах зони дії принаймні однієї берегової ПВ радіостанції, що забезпечує безперервне спостереження на частоті 2187,5 кГц з використанням ЦВВ і можливість радіотелефонного обміну на частоті 2182 кГц (приблизно 150 морських миль від берегової радіостанції).

Морський район А3 – район, за винятком морських районів А1 і А2, в межах зони дії геостаціонарних супутників ІНМАРСАТ (приблизно між 70 N і 70 S).

Морський район А4 – район, що знаходиться за межами морських районів А1, А2 і А3. Морські райони повинні бути нанесені на навігаційні карти.

Примітка:

- обов'язковий до 1.02.1999 р.;
- обов'язковий, якщо район плавання не обслуговується НАВТЕКС.

Кожне судно незалежно від району плавання повинне бути оснащено УКХ-радіоустановкою, здатної передавати і приймати:

- в режимі ЦВВ на частоті 156,525 МГц (канал 70);
- по радіотелефону на частотах 156,3 МГц (канал 6), 156,65 МГц (канал 13) і 156,8 МГц (канал 16);
- нести вахту в режимі ЦВВ на каналі 70.
- радіолокаційним маяком-відповідачем, які працюють в діапазоні 9 ГГц.
- приймачем НАВТЕКС. Якщо район плавання не обслуговується НАВТЕКС, то судно має бути оснащено приймачем РГВ або приймачем ІБМ на КВ.
- аварійним радіобуя АРБ.
- портативними аварійними УКХ радіостанціями.

До 1 лютого 1999 року в судні повинен бути встановлений вахтовий приймач на частоті 2182 кГц і пристрій подачі сигналу тривоги на цій же частоті.

Для суден, що перебувають виключно в районі А1, замість АРБ системи КОСПАС-САРСАТ може бути застосований УКХ радіобуй, що працює на 70-му каналі УКХ. Решта радіоустаткування – те саме, що входить до переліку мінімального складу радіообладнання для всіх районів.

Для судів районів А1 і А2 до обов'язкового переліку додається ПВ радіоустановка, здатна:

- надсилати й отримувати з метою лиха і безпеки: на частоті 2187,5 кГц в режимі ЦВВ, на частоті 2182 кГц в режимі радіотелефону;
- нести вахту на частоті 2187,5 кГц в режимі ЦВВ;
- надсилати й отримувати загальну кореспонденцію по радіотелефону або УБПЧ в ПВ діапазоні.

Для судів районів A1, A2 і A3 до обов'язкового переліку додається наступне радіоустаткування:

- ПВ радіоустановка з перерахованими вище вимогами;
- судова земна супутникова станція ІНМАРСАТ.

Якщо судно не обладнане станцією ІНМАРСАТ, то замість воно обладнується ПВ/КВ радіоустановкою, яка повинна:

- надсилати й отримувати з метою лиха і безпеки на частотах лиха і безпеки в ПВ і КВ діапазонах: в режимі ЦВВ, по радіотелефону, в режимі ВБПЧ;
- нести вахту на частотах 2187,5 кГц, 8414,5 кГц і, принаймні, на ще одній частоті лиха і безпеки під діапазоном 4, 6, 12 або 16 МГц в режимі ЦВВ;
- надсилати й отримувати загальну кореспонденцію по радіотелефону або УБПЧ в ПВ і КВ діапазонах.

До 1 лютого 1999 року в усіх судах повинна бути встановлена вахта в режимі радіотелефону на 16-му каналі УКХ і на частоті 2182 кГц.

Вимоги до джерел живлення:

Ємність резервного джерела повинна бути достатньою для одночасної роботи УКХ радіоустановки і, в залежності від морського району, для якого обладнано судно, або ПВ радіоустановки, або ПВ/КВ радіоустановки, або суднової земної станції ІНМАРСАТ, а також будь-який з додаткових навантажень, підключених до резервного джерела живлення, протягом принаймні:

- однієї години на судах, побудованих 1 лютого 1995 року або після цієї дати;
- однієї години на судах, побудованих до 1 лютого 1995 року, якщо аварійне джерело енергії повністю відповідає всім відповідним вимогам частини XI «Електричне обладнання» Правил класифікації та побудови морських суден, включаючи вимоги до харчування радіоустановок;
- шести годин на судах, побудованих до 1 лютого 1995 року, якщо аварійне джерело електричної енергії не передбачено або повністю не відповідає всім відповідним вимогам частини XI «Електричне обладнання» Правил класифікації та побудови морських суден, включаючи вимоги до харчування радіоустановок.

Якщо в якості резервного джерела енергії використовується акумуляторна батарея, вона повинна мати достатню ємність і повинні бути передбачені кошти для її автоматичної зарядки до мінімально необхідної ємності протягом 10 годин.

Акумулятори.

Для резервного живлення суднового радіобладнання використовуються акумулятори, які поділяються на кислотні та лужні.

Кислотний акумулятор має пластини, виконані зі свинцю. Електролітом служить водний розчин сірчаної кислоти. Щільність електроліту зазвичай коливається від 1,28 В зарядженому стані до 1,18 В розрядженому стані. Напруга одного елемента кислотного акумулятора в кінці зарядки може становити 2,6 – 2,7 В (виробник, як правило, рекомендує, щоб напруга на один елемент перед зняттям з зарядки становило 2,4 В, тобто 28,8 В на батарею). На початку розрядки акумулятора на навантаження напруга знижується до 2 В (24 В на батарею) і тривалий час залишається на цьому рівні. Ліквідація нижче 1,8 В на елемент (21,6 В на батарею) неприпустима, так як веде до зниження ємності акумулятора.

Лужні акумулятори бувають декількох типів: кадмієво-нікелеві, залізо-нікелеві, срібно-цинкові і т.д. Електролітом лужних акумуляторів служить водний розчин їдкого натрію або їдкого калію.

В процесі роботи акумулятора щільність електроліту не змінюється і становить близько 1,17 – 1,21. Напруга одного елемента лужного акумулятора в кінці зарядки може скласти до 1,4 В на елемент, а при включенні на навантаження номінальну напругу одного елемента становить 1,2 В (24 В на батарею). Ліквідація нижче 1,05 В на елемент (21 В на батарею) неприпустима. Лужні акумулятори в порівнянні з кислотними мають вищу механічну міцність, стійкість до короткочасних коротких замикань і мають більший термін служби. Однак лужні акумулятори дорожче кислотних.

Акумулятори характеризуються ємністю, яка виражається в ампер-годинах. Якщо акумулятор має ємність 100 Ач, це означає, що при споживанні радіостанцією струму в 20 Ампер він забезпечить роботу радіостанції протягом 5

годин. Ємність акумулятора в значній мірі залежить від температури навколишнього середовища. Наприклад, якщо ємність кислотного акумулятора складає 100 Ач при температурі +25 градусів Цельсія, при температурі -15 градусів Цельсія вона становитиме 50 Ач.

При експлуатації акумуляторів слід дотримуватися таких вимог:

- підтримувати акумулятори в зарядженому стані; не допускати їх повної розрядки;
- не допускати перезарядки акумуляторів, так як це веде до збільшення газовиділення, зростання температури і виведення з ладу елементів;
- не допускати відкритий вогонь в акумуляторній, так як газ, який виділяється з акумуляторів газ є вибухонебезпечним;
- рівень електроліту повинен бути на 1 см вище пластин;
- використовувати тільки дистильовану воду;
- гайки на сполучних клеммах повинні бути затягнуті, металеві частини змащені вазеліном для запобігання корозії.

Контроль за напругою акумуляторів здійснюється за допомогою вольтметра, розташованого на зарядному пристрої або пульті дистанційного управління.

Технічне обслуговування радіобладнання в ГМЗЛБ.

Працездатність радіобладнання повинна забезпечуватися за допомогою таких способів:

- дублювання обладнання;
- берегове технічне обслуговування і ремонт;
- кваліфіковане технічне обслуговування та ремонт у морі.

На судах, що здійснюють рейси в морських районах А1 і А2 працездатність обладнання повинна забезпечуватися одним з перерахованих вище способів, а на судах, що здійснюють рейси в морських районах А3 і А4 – поєднанням принаймні двох з перерахованих вище способів.

Дублювання обладнання означає, що на борту судна додатково потрібно встановити наступне радіобладнання:

- при плаванні судна в морському районі А3 – УКХ-магнітола, а також або ПВ/КВ-магнітола, або суднова земна станція ІНМАРСАТ;
- при плаванні судна в морських районах А3 і А4 – УКХ-магнітола і ПВ/КВ-магнітола. Для суден, що здійснюють епізодичні рейси в морському районі А4 і мають в якості основної ПВ/КВ радіоустановку, додаткова радіоустановка ПВ/КВ може бути замінена СЗС ІНМАРСАТ.

Особа, яка виконує функції із забезпечення кваліфікованого технічного обслуговування і ремонту в морі, повинна мати відповідний диплом, передбачений Регламентом радіозв'язку, або мати еквівалентну кваліфікацію для здійснення кваліфікованого технічного обслуговування і ремонту в морі, як це може бути схвалено адміністрацією з урахуванням рекомендацій ІМО по підготовці такого персоналу (Резолюція А.703 (17) Асамблеї ІМО «Підготовка радіо-спеціалістів в ГМЗЛБ»).

Таблиця обладнання ГМЗЛБ. Розрахунок ємності акумулятора.

Живлення УКВ, ПВ/КВ радіоустановок, приймача JRC і супутникових станцій здійснюється за допомогою АРЩ (АДГ) - основне живлення 220В, або ж аварійне живлення від акумуляторів. У разі зникнення живлення від основного генератора повинен автоматично запускатися АДГ. В паузі АДГ апаратура живиться від резервного джерела постійного струму. Перехід на живлення від акумуляторів не повинен супроводжуватися будь-якими перебоями і перериваннями в роботі радіоапаратури.

Живлення портативних УКХ радіостанцій, АРБ і радіолокаційних відповідачів здійснюється від автономних інтегрованих джерел.

Середній споживаний струм розраховується за формулою:

$I = 0,5 I_{tx} + I_{rx}$, де I_{tx} і I_{rx} – струми в режимі передачі на повній потужності і прийому відповідно.

Далі визначаємо необхідну ємність акумулятора в амперах-годинах:

$$1\text{ч} * 46\text{А} + 1\text{ч} * 11,5\text{А} + 1\text{ч} * 2,5 = 60\text{ А.}$$

Приймаємо до уваги той факт, що судно може проходити у зонах з низькими температурами та подвоюємо ємність акумулятора відносно розрахункової.

Таким чином ємність акумулятора для обладнання ГМЗЛБ буде становити 120 А/год.

Таблиця 4.1 – Радіообладнання та його електричні характеристики

Найменування обладнання	Повна потужність	Струм прийому	Середній струм
JSS-896 MF/HF	30A	7A	18,5A
JHS-32B VHF/DSC №1	5.5A	1.5A	3.5A
JHS-770S VHF/DSC №2	5.5A	1.5A	3.5A
JUE-75C INMARSAT C MES	4.6A	1,04A	2.82A
NCR-333(NAVTEX)	0,37A	0,5A	0,43A
Аварійне освітлення	-	-	2,5A
Загальний споживаний струм			31,6A

5. БЕЗПЕКА ТА ВИЖИВАННЯ НА МОРІ

5.1 Особливості забезпечення боротьби за живучість танкера.

Особливості боротьби за живучість спеціалізованих судів визначаються особливостями їх конструкції, технологією перевезень, властивостями вантажу, для якого вони призначені, і способом експлуатації. Ці особливості можуть істотно змінити організацію боротьби за живучість спеціалізованого судна в порівнянні з універсальним.

Танкер, маючи 80-90% площі вільної поверхні рідини від площі діючої ватерлінії, неминуче повинен був би перекинутися, якщо б не був конструктивно захищений від цієї небезпеки. Це досягається установкою поздовжніх водонепроникних перегородок, які квадратично зменшують вплив вільної поверхні.

Імовірність загибелі танкера від втрати остійності, коли виріб пошкоджено корпусу невелика.

Всі танкери конструктивно діляться на два основні класи: з мінімальним надводним бортом (побудовані до вступу в силу конструктивних вимог конвенції МАРПОЛ-73) і з надмірною надводним бортом (дотримані вимоги по конструкції МАРПОЛ-73). Танкер з мінімальним надводним бортом, перебуваючи у його вантажу, при затопленні машинного приміщення потопляє. Танкер з надмірною надводним бортом практично непотоплюваний за рахунок наявності великої кількості незаповнених обсягів (вантажні танки або танки ізольованого баласту) незалежно від стану судна в вантажу або в баласті).

При отриманні пробоїни в вантажних танках, якщо танкер в вантажу, відбувається не тільки затоплення танка водою (повне або часткове за рахунок заміщення вантажу), а й витікання вантажу за борт, що є екологічним лихом. Засобів боротьби з цим лихом на судні немає. Зменшити наслідки цього лиха можна перекиданням вантажу з аварійного танка в порожні (якщо вони є), створенням крену на протилежний пробоїні борт, якщо є можливість цим підняти пробоїну з води, і зупинкою судна, щоб лінза нафти концентрувалася в одному місці, а не розтягувати по всій поверхні моря.

5.2 Правила техніки безпеки при роботі з акумуляторами

До роботи з акумуляторними батареями допускаються спеціально навчені особи, які вивчили цей посібник, правила техніки безпеки та склали залік.

Перед початком роботи повинна бути перевірена справність робочого одягу, а також наявність індивідуальних засобів захисту, що нейтралізують розчинів і медикаментів.

Робочий інструмент, спецодяг, засоби захисту, пристосування і допоміжні матеріали повинні утримуватися справними, при роботі розташовуватися в зручному і безпечному для користування порядку.

При огляді акумуляторних батарей під час обслуговування забороняється користуватися відкритим вогнем (сірниками, свічками і т. П.), Щоб уникнути вибуху гримучого газу, що скупчився всередині акумуляторів. Для огляду дозволяється користуватися тільки електричними переносними лампами безпечної напруги 12 або 24 В.

Перед постановкою акумуляторних батарей на заряд необхідно вивернути пробки, щоб не допустити скупчення всередині акумуляторів великої кількості гримучого газу.

Акумуляторні батареї, підготовлені до заряду, повинні з'єднуватися за допомогою щільно прилягають затискачів або наконечників, які забезпечують надійний електричний контакт і виключають можливість іскріння.

При технічному обслуговуванні, розбиранні та ремонті акумуляторних батарей, щоб уникнути опіків і забруднення рук сполуками свинцю необхідно надягати кислотостійкий костюм, гумові чоботи, гумові хімічно стійкі рукавички і фартух з кислотостійкого матеріалу.

При роботі з розплавленим свинцем, зварюванні свинцевих деталей, приготуванні заливальної мастики і заливці нею акумуляторних батарей необхідно додатково надягати захисні окуляри і брезентові рукавиці.

Перед розбиранням акумуляторну батарею спочатку необхідно розрядити, а потім злити електроліт.

5.3 Класифікація пожеж

1.Клас “А” – Тверді матеріали:

A1. Деревина та її похідні, натуральні і синтетичні текстильні вироби. Температура займання залежить від вмісту вологи, сорти дерева, розмірів і форми дерев'яної конструкції. Бавовняні і вовняні тканини запалюються при нагріванні до 400 ° С і 600 ° С відповідно. Горючі властивості синтетичних тканин різні.

A2. Пластмаси і гумові вироби, схильні до гниття. У процесі горіння виділяється токсичний дим. Горючі властивості безпосередньо залежать від хімічного складу, існують негорючі матеріали цього підкласу.

2.Клас “В” – Горіння рідин:

B1. Нерозчинні у воді речовини: натуральні та синтетичні масла, ефір, нафтопродукти, лакофарбові вироби. При пожежі найбільшу небезпеку представляють не самі ЛЗР, а їх пари, які вибухають при змішуванні з повітрям, тому обов'язковою вимогою до таких речовин є зберігання в щільно закритій тарі.

B2. Розчинні у воді речовини: гліцерин, спирти.

3.Клас «С» – Горіння газів:

Речовина, що знаходиться в газоподібному стані займає весь наданий йому об'єм, зберігання і транспортування газів зазвичай відбувається в стислому або зрідженому стані. Займистих вважається газ, який горить при звичайній концентрації кисню в повітрі. При нагріванні резервуари з займистих газом, тиск в ній різко зростає, що призводить до руйнування балона і виходу газу в приміщення. Вихід побутового газу в приміщення призводить до вибуху при наявності фактора запалення і досягненні вибухонебезпечної концентрації.

4.Клас “D” – Горіння металів:

Горіння металів супроводжується викидом великої кількості іскор. Гасіння проводиться припиненням надходження повітря в область пожежі спеціальними порошковими складами, які не вступають в реакцію з палаючим металом.

D1. Елементи групи легких металів: алюміній, магній. У порошкоподібному

вигляді горять і становлять загрозу вибуху.

D2. Представники лужних металів: натрій, калій. Здатність до самозаймання при попаданні у водне середовище.

D3. Хімічні сполуки металів, металеві гідриди.

5. Клас “Е” – Горіння установок під напругою: Першочерговим дією пожежних в цьому випадку є знеструмлення об’єкта. Для гасіння застосовуються вогнегасні порошки і газові склади, що не володіють електропровідністю.

5.4 Технічні вимоги до суднових установок очищення нафтовмісних вод на 15 ppm

Регістр судноплавства України пред’являє до устаткування по очищенню нафтовмісних вод наступні вимоги:

- суднова установка очищення нафтовмісних вод на 15млн-1 повинна мати надійну конструкцію, розраховану для суднового застосування з урахуванням її передбачуваного розміщення на судні.

- будь-які частини, що рухаються, суднової установки очищення нафтовмісних вод на 15млн-1, призначеної для установлення в місцях можливої наявності займистих повітряних сумішей або в інших небезпечних зонах, повинні мати конструкцію, що запобігає можливість утворення статичної електрики. Будь-яке електрообладнання, що є частиною установки очищення нафтовмісних вод на 15млн-1, повинне відповідати вимогам розділу 2 частини XI «Електричне обладнання» Правил класифікації та побудови морських суден.

- суднова установка очищення нафтовмісних вод 15млн-1 повинна бути спроектована для автоматичної роботи із призначенням безвахтового обслуговування, щонайменше, протягом 24 годин, проте повинні бути передбачені надійні заходи для виключення будь-якого скидання у випадку несправності. Включення суднової установки очищення нафтовмісних вод на 15млн-1 повинне бути передбачене в ручному керуванні. Вимикання суднової установки очищення нафтовмісних вод на 15млн-1 повинне бути передбачене при автоматичній роботі і ручному керуванні.

- зміна речовини, що подається в суднову установку очищення

нафтовмісних вод на 15млн-1 , від нафтовмісних трюмних вод до нафти, від нафтовмісних трюмних вод до емульгованих трюмних вод або від нафти і/або води до захоплювання повітря не повинне приводити до зливу за борт будьякої суміші із вмістом нафти більше 15млн-1 .

- система повинна вимагати мінімальної підготовки для уведення її в дію. Що стосується обладнання, яке використовується для очищення нафтовмісних вод машинного відділення, то для уведення цієї системи в дію не повинна виникати необхідність у регулюванні клапанів і іншого обладнання.

- всі робочі вузли і деталі суднової установки очищення нафтовмісних вод на 15 млн-1, що підлягають періодичному контролю і обслуговуванню або піддаються зношуванню і поломці, повинні бути легкодоступні для технічного обслуговування.

6. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Варіант 17

Вантажне судно “Orient Dream” дрейфує в очікуванні дозволу на вхід в порт Вальпараїсо, Чилі. Повідомляється про інцидент на хімічному танкері біля причалу спеціалізованого вантажного комплексу для хімічних рідких сипучих вантажів: в результаті виходу з ладу системи контролю переповнення вантажу була розлита сильна отруйна речовина (SDV), фосген. Кількість розлитого СДВ - 5 тон, характер розливу - "вільний".

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 11.00, температура повітря 20°C, швидкість вітру 2 м/с, вітер - зустрічний, суцільна хмарність. Відстань до аварійного судна становить 3 км. Територія відкрита, характер - водна поверхня.

Виконати оперативний прогноз хімічної ситуації на час через 1 годину після аварії. Запропонувати заходи щодо зменшення можливих втрат серед екіпажу судна.

6.1 Визначення міри вертикальної стійкості повітря

Міра вертикальної стійкості повітря визначається за заданими метеорологічними умовами за допомогою таблиці 6.1

Таблиця 6.1 – Визначення міри вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	День			Ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	Середня	суцільна	Відсутня	середня	суцільна
0,6-2,0	Конвекція	Конвекція	ізотермія	Інверсія	інверсія	ізотермія

При швидкості вітру $V=2$ м/с, час доби - день, 11.00 і суцільній хмарності приймаємо міру вертикальної стійкості повітря – ізотермія.

6.2 Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

Кількісні характеристики викиду СДОР для розрахунку масштабів

зараження визначаються за його еквівалентними значеннями. Еквівалентна кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) речовини в первинній хмарі визначається по формулі:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0, \quad (6.1)$$

де: $K_1 = 0,05$ - коефіцієнт, залежний від умов зберігання СДЯВ (таблиця 6.2); $K_3 = 1,0$ - коефіцієнт, рівний відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози СДОР (таблиця 6.2); $K_5 = 0,23$ - коефіцієнт, що враховує міру вертикальної стійкості повітря; для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії 0,23, для конвекції 0,08; K_7 - коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари (для даної рідини $K_7 = 1$); Q_0 - кількість викинутої (що розлилася) речовини, т.

$$Q_{\text{э1}} = 0,05 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 5 = 0,057 \text{ т}$$

Таблиця 6.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів.

Найме- нування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			К1	К2	К3	К7 для температури повітря (°С)				
								-40	-20	0	20	40
Фосген	0, 00 35	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	<u>0</u> 0,1	<u>0</u> 0,3	<u>0</u> 0, 7	<u>1</u> 1	<u>2,7</u> 1

6.3 Розрахунок площі розливу, тривалість вражаючої дії і еквівалентної кількості СДОР у вторинній хмарі

Площа розливу S_p (м²) СДОР :

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0 / \rho}{h}, \quad (6.2)$$

де: V_p - об'єм СДОР, що розлився, м³; $\rho = 1,432$ т/м³ - щільність СДОР, т/м³ (таблиця 7.2); $h = 0,05$ м - товщина шару СДЯВ, м. (характер розливу - "вільно").

$$S_p = \frac{Q_0}{\frac{\rho}{h}} = \frac{5}{\frac{1,432}{0,05}} = 69,83 \text{ м}^2$$

Тривалість вражаючої дії СДОР визначається часом його випарювання з площі розливу і часом спаду концентрації СДЯВ до безпечного рівня після відходу хмари зараженого повітря від цієї точки. Тривалість вражаючої дії Т(ч) СДЯВ розраховується по формулі:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{\text{II}}} + \frac{1}{K_M \cdot v_{\text{II}}}, \quad (6.3)$$

де: $K_2 = 0,061$ - коефіцієнт, залежний від фізико-хімічних властивостей СДОР (таблиця 6.2); $K_4 = 1,33$ - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 6.3); $K_7^{\text{II}} = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 6.2); $K_M = 1$ коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари СДОР (територія порту при ізотермії, табл. 6.4); $v_{\text{II}} = 12$ м/с - швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км/год (при швидкості вітру $V = 2$ м/с, табл. 6.5)

$$T = \frac{0,05 \cdot 1,432}{0,061 \cdot 1,33 \cdot 1} + \frac{1,0}{1 \cdot 12} = 0,95 \text{ години(1)}$$

Таблиця 6.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру.

Швидкість вітру (u), м/с	1 ≤	2
K_4	1	1,33

Таблиця 6.4 - Значення коефіцієнту K_M залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1

Таблиця 6.5 - Швидкість (км/год) перенесення v_{Π} переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

Ступень вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру (u), м/с									
	1≤	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59

Еквівалентна кількість речовини $Q_{\Sigma 2}(t)$ у вторинній хмарі розраховується по формулі:

$$Q_{\Sigma 2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot p}, \quad (6.4)$$

де: $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_7^{\Pi}$ - коефіцієнти у формулах (7.1), (7.3); K_6 - коефіцієнт, залежний від N - часу, що пройшов з моменту початку аварії; значення коефіцієнта K_6 набуває: при $N < T$ $K_6 = N^{0,8}$; при $N \geq T$ $K_6 = T^{0,8}$; при $T < 1$ ч K_6 приймається для 1 ч.

$$K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1,0$$

$$Q_{\Sigma 2} = (1 - 0,05) \cdot 0,061 \cdot 1,0 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{5}{0,05 \cdot 1,432} = 1,23 \text{ т},$$

6.4. Визначення глибини і площі зони зараження.

Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР при аваріях на технологічних ємкостях, сховищах і транспорті визначаємо за допомогою таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 - Глибина (км) зони зараження

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44

Для $Q_{\Sigma 1} = 0,057$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,59$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 1,23$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 3,2$ км.

Визначаємо повну глибину зони зараження Γ_{Σ} (км), що обумовлена дією

первинної і вторинної хмари СДОР:

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 3,2 + 0,5 \cdot 0,59 = 3,47 \text{ км} ,$$

де: Γ' - найбільший, Γ'' - найменший з розмірів Γ_1 и Γ_2 .

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас

Γ_{Π} (км):

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 12 = 12 \text{ км}.$$

За остаточну розрахункову глибину зони зараження Γ (км) приймаємо менше з двох порівнюваних між собою значень Γ_{Σ} и Γ_{Π} :

$$\Gamma = \min \begin{cases} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{cases} \\ = 3,47 \text{ км}$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_{Σ} (км²) хмарою сірковуглецю:

$$S_{\Sigma} = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^{\circ} = 3,14 \cdot 3,47^2 \cdot 90^{\circ} / 360^{\circ} = 7,71 \text{ км}^2 ,$$

де: $\Gamma = 3,47$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 90$ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 6.7).

Таблиця 6.7 - Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру.

Швидкість вітру (u), м/с	1,1 - 2
φ , град	90

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_{Φ} (км²):

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 3,47^2 \cdot 1^{0,2} = 1,3 \text{ км}^2 ,$$

де: $K_8 = 0,133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря – ізотермія (п. 3.4. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту).

6.5 Розрахунок глибин поширення хмари СДОР у вражаючих концентраціях.

В межах зони тяжкого зараження токсодоза цього СДОР умовно відповідає значенням, що дорівнюють або перевищують значення $LCtCl2$.

В межах зони тяжкого зараження поглинена токсодоза цього СДОР умовно відповідає значенням меншим, ніж $LCtCl2$, але не нижче, ніж 40% від $LCtCl2$ або $0,4 \cdot LCtCl2$.

В межах зони зараження середньої тяжкості поглинена токсодоза цього СДОР умовно відповідає значенням меншим, ніж 40% від $LCtCl_2$, але не нижче, ніж 20% від $LCtCl_2$ або $0,2 \cdot LCtCl_2$.

Глибина зони смертельних поразок Γ_1 (км) розраховується по формулі:

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi, \quad (6.5)$$

де: $K_M=1$ - коефіцієнт впливу місцевості

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,057 + 1,23 = 1,287$ т - загальна еквівалентна кількість фосгену, що перейшов в первинну і вторинну хмару, т; $D_1 = 6$ мг.хв./л - летальна токсодоза для хлору; $\lambda=2,31$; $\Psi=0,580$ - коефіцієнти, залежні від швидкості вітру (таблиця 6.8).

$$\Gamma_L = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,287}{6,0} \right)^{0,580} = 0,94 \text{ км}$$

Таблиця 6.8 – Коефіцієнтів λ і Ψ , залежні від швидкості вітру

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 та менше	2	3	4	5	6	7	10
λ	3,73	2,31	1,80	1,52	1,34	1,20	1,11	0,92
Ψ	0,606	0,580	0,563	0,551	0,542	0,537	0,531	0,515

Глибина зони важких поразок $\Gamma_{0,41}$ (км) розраховується по формулі:

$$\Gamma_{0,41} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,41}} \right)^\Psi, \quad (6.6)$$

де: $D_{0,41} = 2,4$ мг.хв./л - значення токсодози, відповідне 40% летальною токсодози для хлору.

$$\Gamma_{0,4L} = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,287}{2,4} \right)^{0,580} = 1,6 \text{ км}$$

Глибина зони середніх поразок $\Gamma_{0,21}$ (км) розраховується по формулі:

$$\Gamma_{0,21} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,21}} \right)^\Psi, \quad (6.7)$$

де: $D_{0,21} = 1,2$ мг.хв./л - значення токсодози, відповідне 20% летальною токсодози для хлору.

токсодози для хлору.

Глибина зони легких поразок відповідає значенню розрахункової глибини зони зараження Γ (км), визначеної в п.3.5 по формулі (6.8).

$$\Gamma_{0.2L} = 2,31 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,287}{1,2}\right)^{0,580} = 2,4 \text{ км}$$

6.6 Розрахунок часу підходу зараженого повітря до об'єкту

Час підходу хмари СДЯВ до заданого об'єкту t (ч) залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком, характеру місцевості і визначається по формулі:

$$t = \frac{x}{K_M \cdot v_{\Pi}}, \quad (6.9)$$

де: $x = 3$ км- відстань від джерела зараження до заданого об'єкту, км; $K_M = 1$ - коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари СДОР (таблиця 6.4); $v_{\Pi} = 12$ м/с- швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км/год.

$$t = \frac{3}{1 \cdot 12} = 0,25 \text{ год.}$$

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- по можливості розгорнути судно за вітром.

ВИСНОВКИ

В ході дипломного проектування було здійснено:

- наведено технічні та конструктивні характеристики судна-прототипу;
- виконано розрахунок режимів роботи електропривода компресора пускового повітря;
- проведено вибір електропривода компресору пускового повітря;
- розроблено принципову та структурну схеми системи управління електроприводу компресору пускового повітря.

Під час розрахунку суднової електростанції виконано:

- розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу генераторів електростанції;
- вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ;
- вибір генераторних автоматів;
- обрана система збудження генераторів;
- розрахований провал напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії;
- зроблена перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги.

Спроектована СЕЕС повністю відповідає вимогам Регістру судноплавства України.

Розглянуто систему спрінклерного пожежогасіння високого тиску;

Розглянуто та приведено логічну блок-схему системи моніторингу та сповіщення;

Виконано розрахунок ємності акумуляторних батарей для радіонавігаційного обладнання;

Розглянуто питання технічного обслуговування і ремонту під час експлуатації суднового електрообладнання;

Розглянуті питання безпеки життєдіяльності на морі та цивільного захисту судна.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Документація ДСТУ 3008-95. Доповіді в науці і техніці. Структура і правила проектування. Державний стандарт України. Київ. 1996. - 35 с.
2. Александров К.К., Кузьмін Є.Г. - Електромонтажні креслення і схеми. - М.: Енергоатомисат, 1990. 288 с.
3. Усатенко С.Т., Каменюк Т.К., Терехов М.В. - Виконання електричних ланцюгів на ЕСКД: Довідник. М. Видавництво стандартів, 1989. 325 с.
4. Баранов А.Р корабель автоматизованих систем електропостачання. Підручник для університетів. - М.: Транспорт, 1988- 328 с.
5. Яковлев Г.С. Судно електричні енергетичні системи. Л.: Суднобудування, 1987. 272 с.
6. Нікіфоровський Н.Н., Норієвський Б.І. Суднові електростанції.- М.: Транспорт, 1974- 432 с.
7. Піпченко А.Н. Розрахунок систем електропостачання судна. Дослідження з дизайну курсу та диплома. М.; В/про "Мортехінформ реклами", 1988. 40 с.
8. Rogero NI Довідник електрика корабля. -М.: Транспорт, 1986- 319 з
9. Піпченко А.І., Пономаренко В.В., Теплов І.І., Романенко А.В.
Електрообладнання, електронне обладнання та системи управління. 2-ред., перероблений. Підручник. Одеса: ТЕС, 2005. 370 с.
- 10.Правила технічної експлуатації суднового обладнання та конструкцій. (RD 31.21.30-97).- Санкт-Петербург: СNIIMF, 1997.- 343 с.
- 11.Правила технічної експлуатації морських і річкових суден. Електро-руда КДНЗ.31.2.002.07-96. Міністерства транспорту України.
- 12.Костенко М.П., Петровський Л.М., Електромобілі, 3 ред., с.2, Л., 1973.
- 13.Вірянський та ін. - 254 с.
- 14.Козаченко В.Ф. Основні тенденції в розробці вбудованих систем управління двигуном і вимоги до мікроконтролерів / CHIP NEWS. – 1999. - №1 (34). С.2-9.
- 15.Глотов Ю.Г., Семченко В.А., Сологуб Т.Н. та інші Безпека життя людини на морських суднах. - М.: Транспорт, 2000.

- 16.Іванов Б.Н., Колегаєв М.А., Касилов Є.І., Іванов А.І. Основи охорони праці на морському транспорті. Одеса: Компас, 2003.
- 17.Коза М.А. Психологія та безпека. Таллінн: Вальгус, 1981.
- 18.Міжнародна конвенція про захист життя людини на морі (СОЛАС-74). Одеса: Ред. Студія Негоціант Центр, 2004.
- 19.Міжнародна конвенція і Кодекс про підготовку і випуск моряків і годинник PDNV-78/95. Одеса: Ред. Студія Негоціант Центр, 2005.
- 20.Міжнародні правила (кодекси, конвенції): OSPS, ICUB, MARPOL, STCW78/95.
- 21.Правила Реєстру України для морських і річкових суден. Київ: 2003.
- 22.Баранов А.П. Суднові автоматизовані електроенергетичні системи. М.: Транспорт, 1988. – 328с.
- 23.Mitsubishi Electric. 2 Простий застосований контролер. Керівництво по апаратному забезпеченню, Японія, 2008. 131 с.