

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 балкера
водотоннажністю 17025 тон»

Виконав: курсант 4 курсу, групи 3401
Спеціальності 271 напрям
«Річковий та морський транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Кісляков Роман Сергійович

(підпис, прізвище та ініціали)

Допущений до

захисту 16.06.21

(дата малого захисту)

Завідуючий кафедрою

Керівник Самонов С.Ф.

Нормоконтролер

Рецензент

м. Одеса – 2021 рік

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

Кіслякова Романа СергійовичаТема бакалаврської роботи

1. «Електрообладнання, електронна апаратура і системи управління балкера водотоннажністю 17025 тон» затверджена наказом ректора академії від « 01 » 08 2021 р. № 450

2. Термін здачі курсантом закінченої роботи до 10.06. 2021р.

3. Вихідні дані до роботи: технічна документація судна WOODGATE.

4. Змістова частина розділів дипломної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом підготовки «Річковий та морський транспорт» як зазначено нижче:

1 Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна.

2 Судновий електропривод та система автоматизації (суднова електромеханічна система):

- розрахунок потужності та вибір електродвигуна одного з електроприводів суднових механізмів:

- обґрунтування і вибір схеми живлення та управління електроприводу;

- вибір комутаційно-захисної апаратури та засобів електромагнітної сумісності електроприводу;

- розробка інструкції з експлуатації електроприводу, який розраховувався.

3 Суднова електроенергетична система (СЕЕС):

- розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості, потужності і типу основних та аварійних генераторних агрегатів СЕЕС;
- вибір акумуляторів та перетворювачів енергії
- вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ;
- розрахунок струмів короткого замикання, вибір генераторних автоматів;
- вибір апаратів, приладів, приборів ГРЩ;
- вибір системи збудження синхронних генераторів;
- розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії;
- вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС.
- загальні відомості о мережі суднового електричного освітлення, суднових сигнально-відзначних вогнів, освітлення низької напруги.

4 Аналіз систем та пристроїв управління судном:

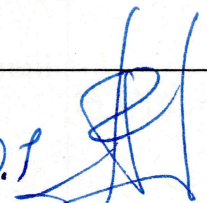
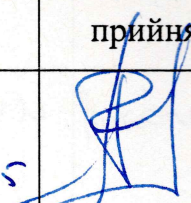
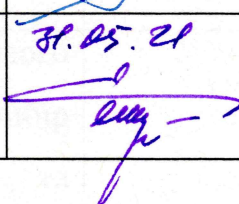
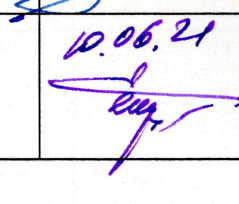
- технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі інформаційних та управляючих систем;
- аналіз роботи системи управління одного із об'єктів суднової енергетичної установки;
- технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю, сигналізації та внутрішнього зв'язку;
- ГМЗСБ і навігація.

5 Питання цивільного захисту та охорони судна.

6 Оформлення пояснювальної записки та графічної частини роботи:

- Принципова схема силової частини електроприводу та схема його системи управління
- Однолінійна схема ГРЩ і АРЩ
- Система збудження СГ
- Структурна або функціональна схема АСУ СЕЕС, алгоритм управління
- Принципова або структурна схема системи управління технічного об'єкту, граф-схема алгоритму функціонування.

Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Цивільний захист	Кафедра МТ Волобогорько О.І.	 18.05	 14.06.21
Безпека та виживання на морі	Кафедра БЖ Генізов І.І.	31.05.21 	10.06.21 

Дата видачі дипломного завдання: 01 березня 2021 р.

/ Керівник Чайков Самонов С.Ф.

Завдання прийняв до виконання Кісляков Р.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітки
1.	Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна.	02.03.21 - 10.03.21	Виконано
2.	Розрахунок режимів роботи суднового електропривода. Вибір електродвигуна та комутаційнозахисної апаратури. Розробка принципової електричної схеми живлення та управління. Розробка інструкції з експлуатації суднового електроприводу.	12.03.21 - 26.03.21	Виконано
3.	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;	19.03.21 - 26.04.21	Виконано

	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.		
4.	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. Аналіз структурної схеми судової комп'ютерної мережі інформаційних та управляючих систем та засобу автоматизації.	27.04.21 - 27.05.21	Виконано
5.	Цивільний захист та охорона праці	31.05.21 - 10.06.21	Виконано
6.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини роботи	02.03.21 - 10.06.21	Виконано

Курсант-дипломник Кісляков Р. С

Керівник Самонов Сергій Федорович

Реферат

В даному дипломному проекті наведено опис електрообладнання, електронної апаратури і систем управління сучасним балкером водотоннажністю 17025 тон. Наведені дані судна, а також судових допоміжних механізмів та систем ГД, засоби автоматизації електроенергетичних установок ,а також їх опис. Приведено розрахунок суднової електроенергетичної системи. Розраховано потужність і вибрано число агрегатів суднової електростанції. Розроблено принципову однолінійну схему ГРЩ, а також вибрано комутаційно-захисну апаратуру ГРЩ. Розраховано падіння напруги при включенні найбільш потужного споживача. Розроблені інструкції з питань технічного обслуговування і огляду судового електроустаткування та деяких механізмів, техніки безпеки при обслуговуванні електроустаткування.

Annotation

In the given degree project the description of an electric equipment, electronic equipment and control systems of the modern bulk carrier with deadweight 17025 tons. The data of a vessel, ship's auxiliary mechanisms and systems, propulsion control system of the ME, means of automation of electrical installations, and also their description. Calculation of a ship electro power system. Power is calculated and the number of units of ship power station is chosen. The basic one-linear diagram is developed and switching-protective equipment for the main switchboard selected. The drop of voltage is calculated at inclusion of the most powerful consumer. The developed instructions concerning the technical service and survey of the ship's electric equipment and some mechanisms, safety precautions at electric equipment service.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	10
Вступ.....	11
 1 Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна.....	12
1.1 Загальний опис судна.....	12
1.2 Загальні відомості про головну та допоміжну енергетичні установки.....	13
 2 Судновий електропривод та система автоматизації (суднова електромеханічна система):	
2.1 Розрахунок потужності та вибір електродвигуна одного з електроприводів суднових механізмів;.....	17
2.2 Обґрунтування і вибір схеми живлення та управління електроприводу.....	19
2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та засобів електромагнітної сумісності електроприводу;.....	20
2.4 Розробка інструкції з експлуатації електроприводу, який розраховувався.....	24
 3 Суднова електроенергетична система (СЕЕС):	
3.1 Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості, потужності і типу основних та аварійних генераторних агрегатів СЕЕС;.....	22
3.2 Вибір акумуляторів та перетворювачів енергії.....	30
3.3 Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРІЩ та АРІЩ;.....	33
3.4 Розрахунок струмів короткого замикання, вибір генераторних автоматів;...	39
3.5 Вибір апаратів, приладів, приборів ГРІЩ;.....	42
3.6 Вибір системи збудження синхронних генераторів;.....	43
3.7 Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого	

споживача електроенергії;.....	45
3.8 Перевірка кабелю живлення одного з найбільш віддаленого електроприводу на втрату напруги.....	46
3.9 Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС.....	47
3.10 Загальні відомості о мережі суднового електричного освітлення, суднових сигнально-відзначних вогнів, освітлення низької напруги.....	51
4 Аналіз систем та пристроїв управління судном:	
4.1 Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі інформаційних та управляючих систем;.....	52
4.2 Аналіз роботи системи управління одного із об'єктів суднової енергетичної установки;.....	54
4.3 Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю, сигналізації та внутрішнього зв'язку;....	59
4.4 ГМЗСБ і навігація.....	68
5 Питання цивільного захисту та охорони судна.....	73
Висновок.....	91
6 Оформлення пояснювальної записки та графічної частини роботи:	
• Принципова схема силової частини електроприводу та схема його системи управління	
• Однолінійна схема ГРЩ і АРЩ	
• Система збудження СГ	
• Структурна або функціональна схема АСУ СЕЕС, алгоритм управління	
• Принципова або структурна схема системи управління технічного об'єкту, граф-схема алгоритму функціонування.	
Перелік джерел посилання.....	93

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АРЩ – аварійний розподільний щит

АДГ – аварійний дизель-генератор

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

МП – мікропроцесор

РЩ – розподільний щит

СЕЕС – суднова автоматизована електроенергетична система

СЕС – суднова електростанція

СУ-системи управління

СЕУ – суднова енергетична установка

ЦПУ – центральний пост управління

ЩЖБ – щит живлення з берегу

ПП – підрулюючий пристрій

Вступ

Сучасне суднобудування все більш впроваджує електрифіковані механізми, що дозволяють здійснити автоматизацію суднових технічних засобів. Найбільшого застосування отримали системи дистанційного автоматичного управління.

Розробка нових пристроїв автоматизації для судна дозволила зробити перехід до більш повного об'єму різних автоматизованих управлінь і до більшої міри безпеки мореплавання. Досвід після використання нових систем дає можливість розробити більш сучасні пристрої і системи.

Впровадження нових сучасних технологій є великим значення для всього суднобудування та завдяки цим технологіям ми здійснюємо автоматизацію суднових технічних засобів.

Сучасні енергетичні системи – складні комплекси, які працюють автономно і поєднують різні технічні пристрої, які тісно пов'язанні між собою. Вони забезпечують ефективне та економічне функціонування споживачів у різних режимах роботи судна.

Системи управління (СУ) – виконують всі функції автоматичного регулювання, управління, контролю технічних засобів за участю людини або без. З ростом споживачів електроенергії відповідно ростуть і потужності суднових станції та підвищується рівень розвитку й оновлення суднових електростанцій у певних руслах, а саме:

1. Розширення застосування комплексної автоматизації суднових електростанцій і систем.
2. Підвищення надійності, гнучкості й економічності електричних установок і станцій шляхом розширення електрифікації суден.
3. Підвищення якості вироблюваної електричної енергії.
4. Удосконалення конструкцій машин, апаратури, приладів шляхом впровадження нових технологій.

1 Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна

1.1 Стислий опис корпусу судна та рушія, головної енергетичної установки, вантажного комплексу, допоміжних механізмів і систем:

Судно Woodgate – одно гвинтове, однопалубне, з баком, кормовим розташуванням машинного відділення та житлової надбудови. На судні є каюти для розміщення 25 членів екіпажу. Головним двигуном на судні встановлено двигун типу MAKITA-MITSUI-MAN B&W 6S42MC, з номінальною швидкістю 14 вузлів.

Характеристика судна:

- 1.Судно: m/v Woodgate
- 2.IMO: 9493236
- 3.BUILDER: IMABARI, EHIME – JAPAN
- 4.YEAR BUILT:2011
- 5.Тип судна: Bulk carrier
- 6.Флаг: Ліберія
- 7.Район плавання: Worldwide
- 8.Длина: 169.37
- 9.Ширина: 27.20
- 10.Количество трюмів: 5
- 11.Крани палубні: 4(Вантажопідйомність крана: 30.5 МТ х 4)
12. ВАЛОВИЙ РЕЄСТРОВИЙ ТОННАЖ: 17025

1.2 Енергетична установка

Таблиця 1.1 – Енергетична установка

Тип	B&W 6S42MC	Виробник	Makita Corporat
Максимум обороти	5.850 x 129	Дата виробництва	10/02/2011
Номінальні обороти	4.970 x 122	Серійний номер	2205
Тиск максимальних оборотів	14.5 Мра	Циліндри x Діаметр x Хід	
Мінімальний тиск	14.4 Мра	6X420X1764	
Тип сопла	Flat Tip		
Лубрикатор	Alpha Lubricator		
Охолоджувач	LKM-AM (BMB-L)	Kawasaki air cool	
Говернор	Electric type	Nabtesco	Electric type
Елек.Вих.Газ- теплотехніка	PRT-SD	MEIYO ELECTRIC	
Нагнітач повітря	30kw x 3600 rpm	Osaka Blower Mfg	
Двигун обертання	NRMT-500	Makita Corporation	

Це низько обертовий судновий дизельний двигун. Двигуни даного типу займають більше місця, ніж високооборотні суднові двигуни, але забезпечують більш ефективну передачу потужності на гребний вал, і втрати в редукторі відсутні, оскільки число обертів на хвилину вала двигуна відповідає числу оборотів в хвилину гребного гвинта

Головний дизель генератор:

Таблиця 1.2-Головний дизель генератор

Тип	6EY18AL x 3
Потужність	500KWX900RPM
Виробник	YANMAR Co.Ltd.

Аварійний дизель генератор

Таблиця 1.3-Аварійний дизель генератор

Тип	F6L912
Потужність	1800RMx52KW
Виробник	MITSUI Zosen

Рульова машина

1.Виробник- Mitsubishi Heavy Industries, Ltd

2.Тип-3FC-50

3.Максимальний робочий тиск-25.1 Мра

4.Потужність-15кВт

У нормальних умовах експлуатації привід рульової машини здійснюється поперемінно одним або іншим насосом. Обидва насоса вводяться в дію в умовах підвищеної навігаційної небезпеки. Кермо може бути заблокований в потрібному положенні. Для цього необхідно закрити всі запірні і перепускні клапани гідроциліндрів.

Так само управління може бути працювати при використанні електроприводом за допомогою 2х моторів.

Котел

- 1.Тип-GK-2028-1000/650
- 2.Паропродуктивність-650кг/г
- 3.Тип горілки-SSR-5
- 4.Використання пального за 1 годину-450 kg/h

Обґрунтування основних параметрів суднової електроенергетичної системи

На судні Woodgate встановлено обладнання, яке спроектовано виробником, для цього судна з метою надати можливу потужність відносно судових енергетичних установок, виходячи з цього на судні є наступні параметри електростанції:

- Рід струму – змінний, 3 фази, 60 Гц
- Напруга силової мережі – змінний, 440 та 110 В
- Напруга мережі освітлення – змінний, 110 В
- Напруга постійного струму – 24 та 12 В.

Всі ці параметри повинні бути враховані при виборі чи заказі додаткових запчастин: насосів, додаткового обладнання для електричних панелей та загалом для будь-якого обладнання на даному судні.

Водоопріснювальна установка

Потреба в прісній воді на судні визначається її витратою на потреби екіпажу, пасажирів та енергетичної установки. Добова витрата прісної води для побутових потреб становить 150 - 200 літрів на кожного члена екіпажа, а при використанні прісної води в санітарних системах добова витрата води збільшується на 30 - 50 літрів на кожного члена екіпажа в добу. Основним джерелом одержання прісної води на судні є морська вода з високим вмістом солей (35 г різних солей на 1 л морської води) і великою жорсткістю.

На судні встановлена утилізаційна вакуумна опріснювальна установка в якій для випаровування морської води використовується тепло охолоджуючої води головного двигуна. Як і всі сучасні опріснювальні установки, вона працює за методом дистиляції.

Опріснювальні установки з випарниками киплячого типу працюють за постійного тиску в яких поверхня нагрівання розташована в підігріваній воді. У них із загальної кількості потрапляємої морської води за рахунок підведення теплоти охолоджуючої води ГД випаровується приблизно 20 - 50%. А частина що залишилася у вигляді розсолу відводиться в навколишнє середовище. Пар що утворився в конденсаторі перетворюється в дистилат і відкачується насосом у цистерну.

Характеристики опріснювальної установки

Компанія виробника	MIURA
Тип	WM-10DK
Продуктивність	10 тон / 24 год.
Солоність	1-10 ppm
Конденсатор	
Кількість забортної води	10 куб. м/год
Температура води на вході	25°C
Макс. робочий тиск	3 атм.

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДУ БАЛАСТНОГО НАСОСУ

2.1 Розробити автоматизований електропривод баластного насосу для балкера:

Початкові дані:

1.Об'єм всіх баластних цистерн:

- Форпик=730,92
- Номер 1=627,06
- Номер 2=1220,2
- Номер 3=1275,38
- Номер 4=1236,6
- Номер 5=755,56
- Ахтерпик=136,59

Напруга судової мережі 440В(60Гц)

Вибір електропривода насосу

Подача баластного насосу Q , визначається необхідністю осушити всі баластні цистерни за 19.5 години

Визначимо загальний обсяг баластових цистерн:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{ф}} + V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_{\text{ах}} = 730,92 + 627,06 + 1220,2 + 1275,38 + 1236,6 + 755,56 + 136,59 = 6016,93 \quad (2.1) [2]$$

Визначимо подачу насосу з формули

$$Q = \frac{V_{\text{заг}}}{t} \quad (2.2) [2]$$

де t - час осушення всіх баластних цистерн.

$$Q_{\text{б.н}} = \frac{6016.93}{19.5} = 310 \text{ м}^3/\text{г}$$

Для дотримання розмірності в подальших розрахунках необхідно перевести

$$Q_{\text{б.н}} = \frac{Q_{\text{б.н}}}{3600} = \frac{310}{3600} = 0,09/\text{с}$$

Діаметр трубопроводу вибирають залежно від ємності цистерн або подачі насосу, визначимо діаметр загальної труби нагнітання

$$Q = 0.75 * d^2 * v \quad (2.3) [2]$$

де d - діаметр труби, v - швидкість води в трубопроводі (прийнято $v = 2$ м/с)

$$d = \sqrt{\frac{Q}{0.75 * v}} = \sqrt{\frac{0.09}{1.5}} = \sqrt{0.06} = 0.24 \text{ м} \quad (2.4) [2]$$

З таблиці стандартизованих труб вибираємо необхідний діаметр, тому що діаметра 240 мм не існує, підбираємо наступний більший стандарт $d = 244,5$ мм із товщиною стінки 5 мм.

На основі отриманих даних вибираємо насос

фірми TAİKO PUMP

$$Q = 310$$

$$P = 300$$

$$\eta = 0,8$$

$$n = 1800 \text{ об/хв}$$

$$m = 240 \text{ кг.}$$

$$d_{\text{вс}} = 150 \text{ мм}$$

$$d_{\text{наг}} = 200 \text{ мм}$$

Потужність електродвигуна визначається за формулою:

$$P = \frac{Q * P_{\text{нас}} * 10^{-3}}{n_{\text{об}} * \eta_{\text{нас}}} \quad (2.5) [2]$$

Де $\eta_{\text{об}} = 0,94-0,98$ – коефіцієнт, що враховує втрати через нещільності,

$$P_{\text{роз}} = \frac{\eta_{\text{нас}} - \text{КПД насоса}}{0.09 * 300 * 10^3 * 10^{-3}} = 36 \text{ кВт} \quad * \quad 0.94$$

Потужність двигуна обираного за каталогом відповідно до розрахункової потужності. Тому що частота обертання може змінюватися в межах 5% , в найгіршому випадку, потужність насоса зростає на 16%. Оскільки двигун насоса працює в тривалому режимі, ці перевантаження можуть привести до перегріву. Тому каталожну потужність двигуна для відцентрових насосів вибирають з 16-

20% -вим збільшенням потужності.

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{роз}} + 0.2 * P_{\text{роз}} = 36 + 7.2 = 43.2 \text{ кВт} \approx 45 \text{ кВт} \quad (2.6) [2]$$

За отриманим даними й параметрами суднової електростанції
вибираємо двигун

Виробника Nishishiba Electric

$P = 45 \text{ кВт}$

$U = 440 \text{ В}$

$f = 60 \text{ Гц}$

$n = 1800 \text{ об/хв}$

IP-55

$m = 275 \text{ кг}$

Подача і продуктивність насосу відповідають регістру відповідно до
місткості судна

2.2 Обґрунтування і вибір схеми живлення та управління приводом:

Не дивлячись на прогрес в області силової перетворювальної техніки, низької ціни на елементи силових перетворюючих пристроїв і так названих пристроїв плавного пуску для електроприводів відповідальних механізмів й до наших днів залишається актуальним використання класичних релейно - контакторних схем управління.

Баластний насос

Принципова схема баластного насосу представлена нижче. Баластний насос приводиться від асинхронного двигуна потужністю 45 кВт, напругою 440 В при частоті 60 Гц. Схема керування одержує живлення від понижувального трансформатора 460/115 В, також вона захищена від к.з. за допомогою запобіжників, а від перевантаження за допомогою теплових реле.

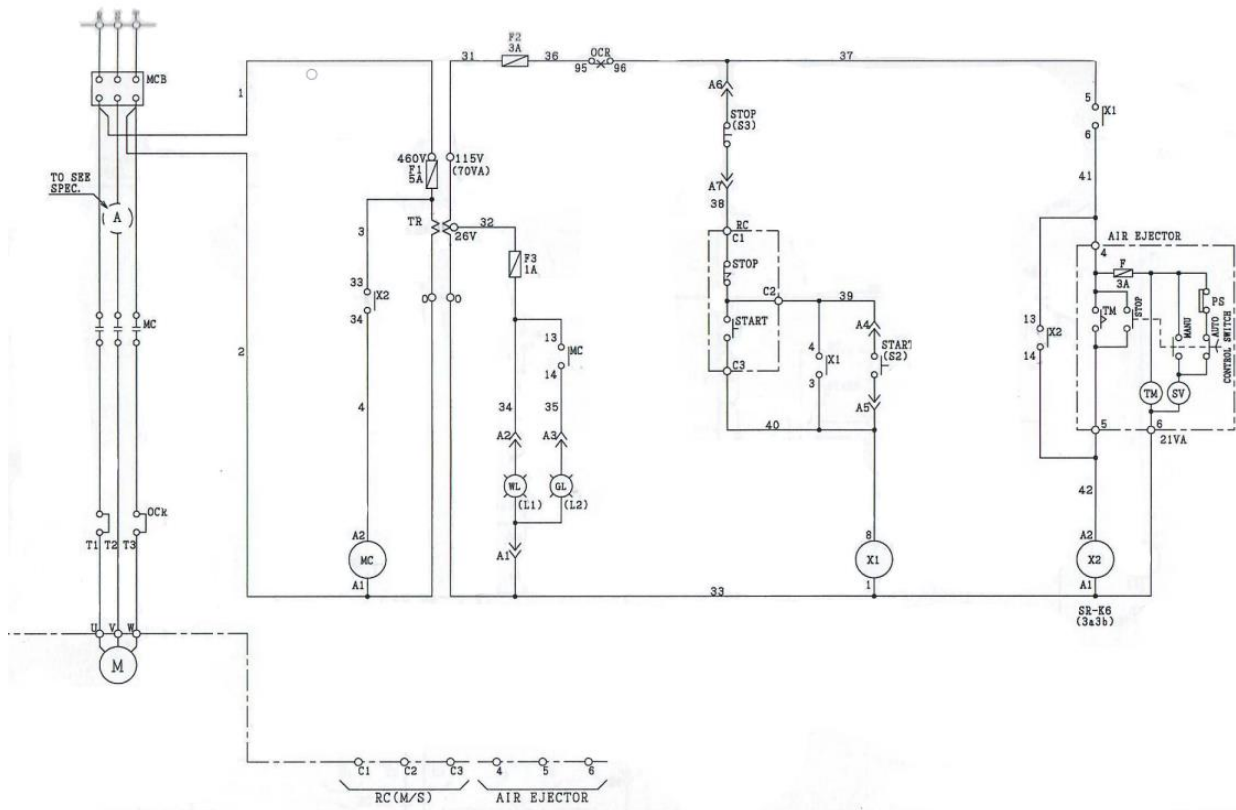


Рис 2.1-Принципова схема баластного насосу

2.3 Розрахунок та вибір комутаційно-захисної апаратури

Вибір автоматичного вимикача, для електродвигуна баластного насосу здійснюється по номінальному струму двигуна та напруги живлення. Для підключення електродвигуна потужністю 45 кВт, напругою 440 В, та номінальному струму 72.9 А, використаємо трифазний автоматичний вимикач Merlin Gerin, який має максимально допустимий струм 75, напругу живлення до 690 В. Він забезпечує захист від перенавантаження, та струмів короткого замикання.

Вибір контактора, для підключення електродвигуна до мережі здійснюється по номінальному струму двигуна, напруги живлення та потужності двигуна. Для підключення електродвигуна потужністю 45 кВт, напругою 440 В, та номінальному струму 72.9 А, використаємо трифазний контактор фірми Seva , який має наступні параметри:

Номінальна	напруга:	440	В
Номінальний струм: 73-75 А			

Електронне реле перенавантаження здійснюється по номінальному струму двигуна, потужності двигуна, та напруги живлення. Для захисту електродвигуна баластного насосу, потужністю 45 кВт, напругою 440 В, та номінальному струму 72,9 А було обрано реле перенавантаження TeSys LRD, яке забезпечує захист трифазних двигунів, напругою 440 В, потужністю від 40 до 45 кВт, та номінальному струму від 65 до 75 А, що цілком задовольняє нашим потребам.

2.4 Розробка інструкції з експлуатації суднового електроприводу баластного насосу:

Перевірка насоса під час його запуску та під час роботи:

- 1) Після пуску ЕП необхідно переконатися у відсутності його перевантаження, стороннього шуму і недопустимої вібрації;
- 2) При роботі ЕП відповідальний по завідуванню повинен періодично перевіряти:
 - навантаження ЕП по амперметру; -
 - температуру нагріву корпусу і підшипників (на дотик);
 - відсутність стороннього шуму і недопустимої вібрації.
- 3) При мимовільній зупинці ЕП необхідно відключити електроживлення, з'ясувати і усунути причину зупинки. Повторювати пуск ЕП до усунення причин його зупинки забороняється;
- 4) Забороняється експлуатація ЕП при робочому струмі, що перевищує номінальний струм.

Технічне обслуговування:

- 1) Технічне обслуговування ЕП з асинхронними електродвигунами полягає у визначенні технічного стану і подальшому обслуговуванні статорів обмоток, підшипникових вузлів і роторних кліток;
- 2) ТО статорних обмоток полягає в періодичному вимірі їх опору ізоляції. Зволожені обмотки, що мають опір ізоляції нижче за норму, піддаються сушці.

Для контролю відсутності віткових замикань в статорних обмотках слід використовувати спеціальні пристрої

3) ТО підшипників кочення ЕП полягає в періодичному контролі технічного стану і своєчасній заміні мастила. Періодичність заміни мастила вказується у відповідних інструкціях з експлуатації. Слід уникати демонтажу підшипника з метою визначення його технічного стану і заміни мастила;

4) Визначення технічного стану підшипників виробляється за допомогою щоденного їх прослухування на працюючих ЕП за допомогою щупів.

5) Якщо підшипникові камери ЕП не мають змащувальних ніпелів, поповнення або заміна мастила в них можлива лише шляхом розбирання камери. За наявності в підшипникових камерах лише одного ніпеля (для введення мастила) необхідно пам'ятати, що надмірне накачування мастила в підшипник веде до збільшення тиску в підшипниковій камері і може викликати пошкодження підшипника. Можливо також попадання надлишків мастила всередину машини. У підшипникових камерах, що мають додатковий отвір для виходу надлишків мастила, можлива повна заміна мастила без розбирання камери.

3. СУДНОВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА (СЕЕС):

3.1 Розрахунок суднової електроенергетичної системи (СЕЕС)

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

Усі сучасні судна оснащені електрифікованими механізмами і пристроями, потужність яких пов'язана з типом силової установки, призначенням та іншими особливостями судна. Потужність, експлуатації приймачами електроенергії, залежить від концентрації їх використання в різних режимах експлуатації судна. Завдяки ряду факторів, загрузка СЕС має ймовірний характер, що береться до уваги при проектуванні СЕС по режимам роботи судна. Ми будемо вираховувати наступні режими судна:

1) Ходовий режим

2) Маневровий режим

3) Стоянка в порту.

4) Аварійний режим.

Результати розрахунків, знаходяться в таблиці навантажень, дозволяють вибрати кількість і потужність електрогенераторів для кожного режиму.

При розрахуванні потужності СЕС, необхідно враховувати всі приймачі електроенергії на судні, які поділяються на групи та кожна виконує свої функції:

1. Допоміжні механізми ГД
2. Допоміжні судові механізми.
3. Допоміжні механізми для котла
4. Палубні механізми
5. Вантажне спорядження
6. Освітлення та ін.

Кожний споживач електроенергії задається табличній формі та така інформація як: кількість споживачів, приводного електродвигуна, потужність механізму (кВт), коефіцієнт корисної дії (ККД механізму). Перед вибором генераторів необхідно розрахувати сумарну споживану потужність кожного з режиму, а також середньозважений $\cos \varphi$. Розглянемо приклад заповнення таблиці одного зі споживачів головного компресора пускового повітря:

Знайдемо одиничну споживану потужність електродвигуна:

$$P_{\text{спож.од}} = \frac{P_{\text{вст}}}{\eta} = \frac{22}{0.92} = 23.91 \text{ кВт} \quad (3.1)$$

Знайдемо загальну споживану потужність електродвигуна:

$$P_{\text{спож.заг}} = P_{\text{спож.од}} * n = 23.91 * 2 = 47.82 \text{ кВт} \quad (3.2)$$

Заповнюємо коефіцієнти одночасності K_o , завантаження K_z та відкоригованого коефіцієнта корисної дії (ККД) і коефіцієнта потужності $\cos \varphi$ для режиму.

Коефіцієнт одночасності приймача (K_o) - це показник роботи декількох пристроїв. Якщо кількість однойменних споживачів дорівнює одиниці, і воно використовується в даному режимі, то відповідно він дорівнює 1. Якщо кількість однойменних споживачів дорівнює двом, а використовується тільки один, то в

такому випадку коефіцієнт одночасності дорівнює 0,5.

Коефіцієнтом завантаження приймача (K_z) називається відношення його фактичної споживаної потужності в даному режимі до номінальної споживаної потужності, але кожний тип має свій тип, а саме:

1.Значення (K_z) електродвигунів вентиляторів, насосів і компресорів знаходиться в межах 0,8-0,9, так як потужність їх двигунів завжди вибирається з деяким запасом. Завантаження рульового пристрою залежить від стану моря, швидкості судна і швидкості перекладки керма.

2.Потужність рульового електроприводу вибирається по найбільш важкому режиму роботи. Тому коефіцієнт завантаження рульового електроприводу, як правило, слід приймати 0,6 - 0,9. ³¹ Завантаження шпилів і брашпилів залежить від глибини стоянки, стану моря і сили вітру.

3.Потужність їх електроприводів вибирається по найбільш важких умов роботи. Тому коефіцієнт завантаження шпилів і брашпилів зазвичай приймають 0,7-0,9. Завантаження кранів залежить від виду вантажу, маса якого часто буває меншою від номінальної. Тому коефіцієнт завантаження кранів слід приймати в межах 0,8-0,9.

4.Завантаження буксирних лебідок залежить від стану моря і виду буксирі об'єкта. Коефіцієнт завантаження таких лебідок слід приймати 0,6-0,9.

5.Завантаження камбузного обладнання залежить від чисельності пасажирів та екіпажу судна. Ця чисельність істотно змінюється в режимі стоянки судна в порівнянні з усіма іншими режимами. Тому коефіцієнт завантаження камбузного обладнання в режимі стоянки слід приймати 0,4-0,6, в інших режимах - близьким до 1.

6.Потужність протипожежних і осушувальних засобів вибирається з аварійного режиму роботи судна. В інших режимах ці засоби можуть працювати з коефіцієнтом завантаження 0,6-0,9 [18].

7.Для освітлення і подібних приймачів (K_z) = 1

Далі розраховуємо активну, реактивну та повну потужності споживача:

1. Активна потужність споживача:

$$P = P_{\text{спож.заг}} * K_o * K_z = 47,82 * 0,5 * 0,8 = 19,13 \text{ кВт} \quad (3.3)$$

2. Реактивна потужність споживача:

$$Q = P * \operatorname{tg} \varphi = 19,13 * \operatorname{tg}(\arccos 0,87) = 10,84 \text{ кВАр} \quad (3.4)$$

3. Повна потужність споживача:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{19,13^2 + 10,84^2} = 21,99 \text{ кВА} \quad (3.5)$$

Далі відносно прикладу заповнюємо всі таблиці для різних режимів.

Знизу таблиці проводиться підсумовування активної, реактивної і повної навантажень всіх споживачів. Спочатку вважаються сумарне навантаження БП приймачів і сумарне навантаження ПП приймачів. Потім ці рядки складаються.

Після необхідно порахувати сумарне навантаження з урахуванням коефіцієнта різночасності, який враховує відмінність графіків роботи приймачів електроенергії та ймовірність спільної їх роботи в даному режимі, а також з урахуванням втрат у мережі.

Також визначаємо значення коефіцієнта різночасності ($K_{рч}$) що враховує відмінність графіків роботи приймачів електроенергії та ймовірність спільної роботи приймачів електроенергії та ймовірність спільної їх роботи в даному експлуатаційному режимі, в залежності від співвідношення потужності безперервно і періодично працюють приймачів, а саме:

при $P_{\text{БП}} > P_{\text{ПП}}$ $K_{рч} = 1,0 - 0,8$

при $P_{\text{БП}} = P_{\text{ПП}}$ $K_{рч} = 0,8 - 0,7$

при $P_{\text{БП}} < P_{\text{ПП}}$ $K_{рч} = 0,7 - 0,6$.

У нашому випадку, для режиму загрузки, коефіцієнт різночасності дорівнює 0,9. K_v - коефіцієнт, що враховує втрату потужності в мережі приймаємо рівним 1,05.

На цьому складання таблиці навантаження закінчено.

Вибір кількості, потужності і типу основних та аварійних генераторних агрегатів СЕЕС. Перед вибором генераторів, складемо таблиці загального навантаження для всіх режимів, а також розрахуємо середньозважений $\cos \varphi$:

1. Перший режим-стоянки:

Таблиця 3.1-Нагрузка в режимі стоянки

		P,	Q,
РПП		86,8	49,3
РБП		717,9	363,8
Рс та Qс		804,7	363,8
Кр		0,90	
Нагрузка генераторів	Активна та реактивна	760,4	327,5
	Повна(S) та cos(ср)	827,9	0,92
Кількість та потужність працюючих генераторів		2x440	
Загрузка генераторів по активній потужності		93%	
Кількість та потужність резервних генераторів		1x440	

Середньозважений $\cos\varphi$ для режиму стоянки розраховуємо за формулою:

$$\cos\varphi_{с.р} = \frac{P_{акт}}{S} = \frac{760,4}{827,9} = 0,92 > 0,8 \quad (3.6)$$

2.Другий режим маневр:

Таблиця 3.2-Нагрузка в маневровому режимі

		P,	Q,
РПП		85,9	45,3
РБП		420,4	254,3
Рс та Qс		506,4	254,3
Кр		0,90	
Нагрузка генераторів	Активна та реактивна	478,5	228,9
	Повна(S) та cos(ср)	530,4	0,90
Кількість та потужність працюючих генераторів		2x440	
Загрузка генераторів по активній потужності		60%	
Кількість та потужність резервних генераторів		1x440	

Середньозважений $\cos\varphi$ для режиму маневр розраховуємо за формулою:

$$\cos\varphi_{с.р} = \frac{P_{акт}}{S} = \frac{478,5}{530,4} = 0,9 > 0,8$$

3.Третій режим ходу:

Таблиця 3.3-Нагрузка в ходовому режимі

		P,	Q,
РПП		84,1	47,6
РБП		214,6	129,2
Рс та Qс		298,7	129,2
Кр		0,90	
Нагрузка генераторів	Активна та реактивна	282,2	116,3
	Повна(S) та cos(ср)	305,3	0,92
Кількість та потужність працюючих генераторів		1x440	
Загрузка генераторів по активній потужності		69%	
Кількість та потужність резервних генераторів		2x440	

Середньозважений $\cos\varphi$ для ходового режиму розрахуємо за формулою:

$$\cos\varphi_{с.р} = \frac{P_{акт}}{S} = \frac{282,2}{305,3} = 0,92 > 0,8$$

4.Аварійний режим

Таблиця 3.4-Нагрузка в аварійному режимі

		P,	Q,
РПП		19,0	13,9
РБП		15,0	8,7
Рс та Qс		34,0	22,6
Кр		0,90	
Нагрузка генераторів	Активна та реактивна	32,1	20,4
	Повна(S) та cos(ср)	38,0	0,84
Кількість та потужність працюючих генераторів		1x52	
Загрузка генераторів по активній потужності		73%	
Кількість та потужність резервних генераторів			

Середньозважений $\cos\varphi$ для аварійного режиму розрахуємо за формулою:

$$\cos\varphi_{с.р} = \frac{P_{акт}}{S} = \frac{32,1}{38} = 0,84 > 0.8$$

Так як $\cos\varphi_{с.р} > 0,8$, то вибір генераторів проводиться по активної потужності $P_{акт}$ [18].

Беручи до уваги $P_{акт}$ складемо таблицю для кожного режиму навантаження :

Таблиця 3.5-Режими навантаження

Режим роботи	Активна потужність	Кількість генераторів
Стоянка	760,4	2х440
Маневр	487,5	2х440
Ход	282,2	1х440
Аварійний	32,1	1х52

Виберемо 3 основних і один аварійний генератори та складемо таблиці с основними даними :

Основні генератори фірма NISHISHIBA

Таблиця 3.6-Основний генератор

Тип	6EY18AL
Потужність	550кВА(440кВт)
Напруга	440В
Частота	60Гц
Фази	3
Кількість оборотів	900

Аварійний генератор MITSUI ZOSEN

Таблиця 3.7-Аварійний генератор

Тип	F6L912
Потужність	52кВт
Напруга	440В
Частота	60Гц
Фази	3
Кількість оборотів	1800

Правильність розподілу потужності між паралельно працюючими генераторами можна перевірити за наступними формулами:

Для режиму стоянки коефіцієнт загрузки генераторів буде рівним:

$$K_{\text{заг}} = \frac{P_{\text{акт}}}{P_{\text{гном}} * n_{\text{п}}} = \frac{760,4}{440 * 2} = 0,86 \quad (3.7)$$

Для режиму маневр коефіцієнт загрузки генераторів буде рівним:

$$K_{\text{заг}} = \frac{P_{\text{акт}}}{P_{\text{гном}} * n_{\text{п}}} = \frac{487,5}{440 * 2} = 0,55$$

Для ходового режиму коефіцієнт загрузки генераторів буде рівним:

$$K_{\text{заг}} = \frac{P_{\text{акт}}}{P_{\text{гном}} * n_{\text{п}}} = \frac{282,2}{440 * 1} = 0,64$$

Для аварійного режиму коефіцієнт загрузки генераторів буде рівним:

$$K_{\text{заг}} = \frac{P_{\text{акт}}}{P_{\text{гном}} * n_{\text{п}}} = \frac{32,1}{52 * 1} = 0,61$$

Вибір кількості та потужності генераторів проведений вірно, та відповідає вимогам реєстру.

3.2 Вибір акумуляторів та перетворювачів енергії

Напруга акумуляторів визначаються напругою приймачів, які отримують від них електроенергію. Більшість мають напругу 6, 12 або 24В. Тому, основним параметром для вибору акумуляторної батареї є значення місткості з урахуванням умов розрядки (струму і часу розрядки, кінцевої напруги). На підставі цього обираємо батареї з акумуляторів.

Для розрахунку ємності акумуляторної батареї АДГ скористуємося формулою:

$$C_{\text{розр1}} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n I_{ni} \times t_{ni} \times k}{k_1 \times k_2 \times 3600} + \frac{\sum_{i=1}^n I_{ni} \times t_i}{3600 \times k_2} \right) \times k_3 \times N, \quad (3.8)$$

де I_{ni} – пусковий струм i -го споживача, при пуску якого існує стрибок струму, А;

t_{ni} – тривалість пуску i -го споживача, с;

$k = 3$ – кількість спроб в одному циклі за пускання;

$k_1 = 0,85$ – враховує зниження ємності через стрибки пускового струму;

$k_2 = 0,85$ – враховує зниження ємності за рахунок саморозряду;

I_{ni} – струм i -го споживача, при пусканні якого не виникає стрибку струму, А;

t_i – тривалість роботи i -го споживача, с;

$k_3 = 3$ – коефіцієнт запасу;

$N = 3$ – кількість спроб пуску.

Проведемо розрахунок струмів споживачів.

Потужність стартеру АДГ розраховується за формулою:

$$P_{\text{ст}} = 0,04 \times P_{\text{АДГ}}, \quad (3.9)$$

$$P_{\text{ст}} = 0,04 \times 52 = 2,08 \text{ кВт}$$

Розрахуємо струм стартеру:

$$I_{\text{нп}} = \frac{P_{\text{ст}}}{U_{\text{ст}}}, \quad (3.10)$$

$$I_{\text{ст}} = \frac{2080}{27} = 77 \text{ A}$$

Пусковий струм стартеру розраховується за формулою:

$$I_{\text{пс}} = 2,5 \times I_{\text{ст}} \quad (3.11)$$

$$I_{\text{пс}} = 2,5 \times 77 = 192,5 \text{ A}$$

Номінальний і пусковий струми насосу рульового механізму розрахуємо аналогічно, підставивши відповідні значення у формули:

$$I_{\text{нпм}} = \frac{P_{\text{нпм}}}{U_{\text{нпм}}}, \quad (3.12)$$

де $P_{\text{нпм}} = 16,3 \text{ кВт}$ – потужність насосу;

$U_{\text{нпм}} = 440 \text{ В}$ – напруга живлення насосу.

$$I_{\text{нпм}} = \frac{16300}{440} = 37 \text{ A}$$

$$I_{\text{пнпм}} = 2,5 \times I_{\text{нпм}}, \quad (3.13)$$

$$I_{\text{пнпм}} = 2,5 \times 37 = 92 \text{ A}$$

Струм системи автоматики (СА) АДГ розрахуємо аналогічно, підставивши відповідні значення у формулу:

$$I_{\text{са}} = \frac{P_{\text{са}}}{U_{\text{са}}}, \quad (3.14)$$

де $P_{\text{са}} = 250 \text{ Вт}$ – потужність СА АДГ;

$U_{\text{са}} = 24 \text{ В}$ – напруга живлення СА АДГ.

$$I_{\text{са}} = \frac{250}{24} = 10,4 \text{ A}$$

Струм свічок розжарення дизеля розрахуємо за формулою:

$$I_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{ср}} \times n}{U_{\text{ср}}}, \quad (3.15)$$

де $P_{\text{ср}} = 40 \text{ Вт}$ – потужність однієї свічки розжарення;

$n = 4$ – кількість свічок розжарення;

$U_{\text{ср}} = 24 \text{ В}$ – напруга однієї свічки розжарення.

$$I_{\text{ср}} = \frac{30 \times 40}{24} = 50 \text{ А}$$

Тривалість пуску дизеля приймемо рівною 5 с.

Знайдемо ємність акумуляторної батареї, підставивши отримані значення у формулу:

$$C_{\text{розр1}} = \left(\frac{(192,5 + 92) \times 5 \times 3}{0,85 \times 0,85 \times 3600} + \frac{(77 + 92 + 10,4 + 50) \times 60}{3600 \times 0,85} \right) \times 3 \times 3$$

$$C_{\text{розр1}} = 56 \text{ А/г}$$

В якості акумуляторів для АДГ доцільним є вибір кислотних акумуляторів, в яких за рахунок низького внутрішнього опору (близько 0,0005 Ом) навіть у разі великих стрибків струму виникає незначне падіння напруги на їх затискачах, тому не виникає зменшення потужності у разі великих струмів стартеру. Обираємо акумуляторні батареї виробника ILT моделі ILT-6000 ємністю 60 А/г напругою 12 В. Для підвищення напруги до 24 В підключимо дві батареї послідовно.

Вибір трансформаторів СЕЕС

Виберемо основний трансформатор пониження напруги відносно нашої напруги , а саме з 450/110В у вторинному ланцюзі для живлення освітлення МКВ, житлових і службових приміщень, зовнішнього освітлення, навігаційних і сигнальних вогнів, аварійного освітлення.

Враховуючи дані, обираємо трансформатори які мають такі характеристики:

Потужність = 75 кВт

Напруга (висока/низька) = 450/110 В

3.3 Разработка ГРЩ

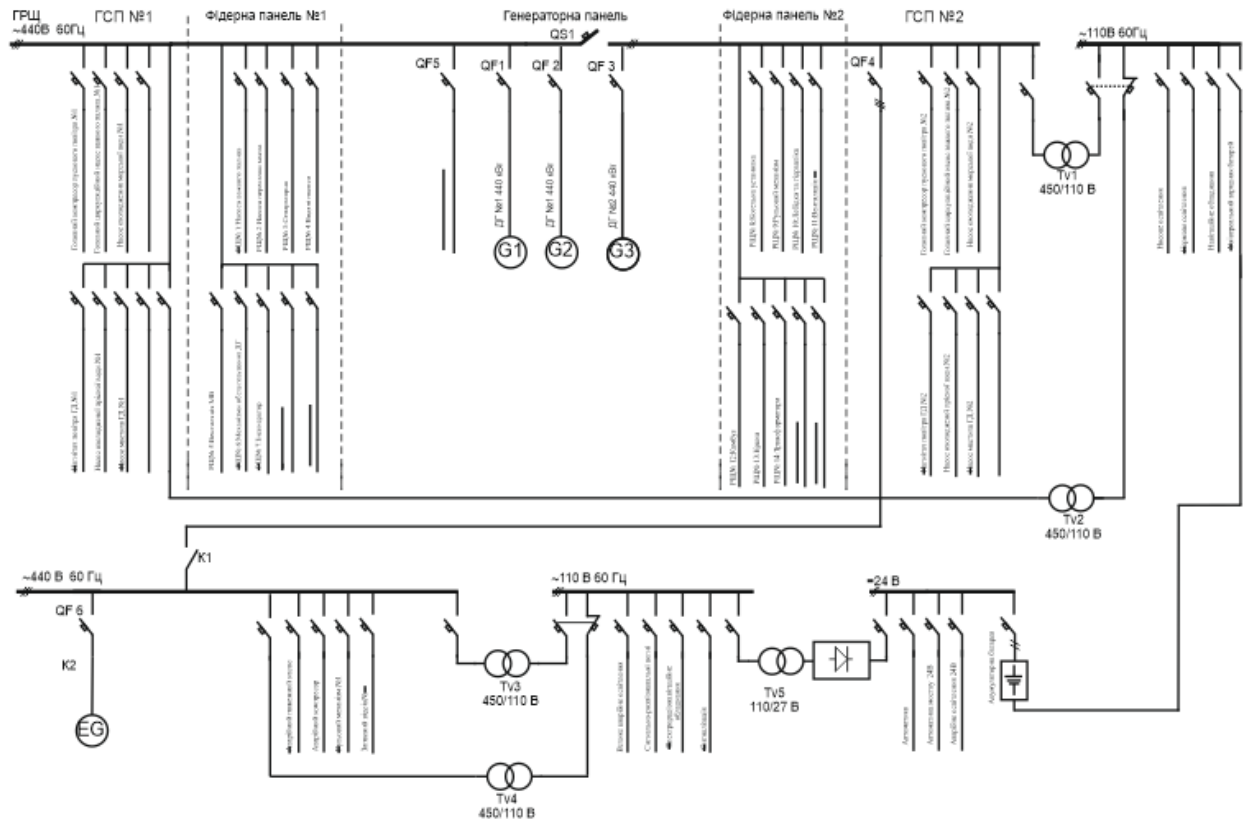


Рис 3.3 – Однолінійна схема ГРЩ з АРЩ

Передача електроенергії від ГРЩ до споживачів відбувається за допомогою електричних мереж. На даному судні використана фідерно-групова система розподілу електроенергії. Найбільш важливі і потужні споживачі отримують живлення від ГРЩ, а не відповідальні від групових розподільних пристроїв, котрі живляться від ГРЩ.

Для розподілу електроенергії та контролю роботи генераторів на судні установлені:

- 1) в ЦПК – головний розподільний щит (ГРЩ);
- 2) в приміщеннях АДГ – аварійний розподільний щит (АРЩ).

З секції АРЩ ~ 440 В отримують живлення наступні споживачі:

- 1) Аварійний пожежний насос
- 2) Аварійний компресор пускового повітря
- 3) Допоміжна рульова машина

З секції АРЩ ~ 110 В отримують живлення наступні споживачі:

- 1) Аварійне освітлення
- 2) Вогні розпізнавальні
- 3) Сигналізація

З секції АРЩ = 24 В отримують живлення наступні споживачі:

- 1) Автоматики
- 2) Автоматика мосту
- 3) Аварійне освітлення

З секції № 1 ~ 440 В ГРЩ отримують живлення:

1. Головний компресор пускового повітря №1
2. Головний циркуляційний насос важкого палива №1
3. Насос охолодження морської води №1
4. Нагнітач повітря ГД №1
5. Насос охолодженої прісної води №1
6. Насос мастила ГД №1
7. Розподільний щит (РЩ) № 1
8. Розподільний щит (РЩ) № 2
9. Розподільний щит (РЩ) № 3
10. Розподільний щит (РЩ) № 4
11. Розподільний щит (РЩ) № 5
12. Розподільний щит (РЩ) № 6
13. Розподільний щит (РЩ) № 7

З секції № 2 ~ 440 В ГРЩ отримують живлення:

1. Головний компресор пускового повітря №2
2. Головний циркуляційний насос важкого палива №2
3. Насос охолодження морської води №2

4. Нагнітач повітря ГД №2
5. Насос охолодженої прісної води №2
6. Насос мастила ГД №2
7. Розподільний щит (РЩ) № 8
8. Розподільний щит (РЩ) № 9
9. Розподільний щит (РЩ) № 10
10. Розподільний щит (РЩ) № 11
11. Розподільний щит (РЩ) № 12
12. Розподільний щит (РЩ) № 13
13. Розподільний щит (РЩ) № 14

3 секції № 1 ~ 110 В ГРЩ через понижуючий трансформатор 440/110 В отримують живлення:

1. Носове освітлення
2. Кормове освітлення
3. Навігаційне обладнання
4. Розподільний щит (РЩ) № 15 з універсальним зарядним пристроєм

На схемі прийнята наступна нумерація і позначення споживачів електроенергії:

1. Розподільний щит (РЩ) № 1: Насоси важкого палива
 - Насос для перекачування важкого палива №1
2. Розподільний щит (РЩ) № 2: Насоси перекачки масла
 - Насос для перекачування дизельного палива №1
 - Насос для перекачування мастила №1
 - Масляний насос мастила кормової трубки №1,2
3. Розподільний щит (РЩ) № 3: Сепараторна
 - Очищувач важкого палива №1,2
 - Очищувач мастила №1
 - Насос подачі очищувача мастила №1

- Насос перекачки важкого палива №1
- Шламовий насос(густе паливо) №1
- Насос для перекачування масла в циліндрі №1

4. Розподільний щит (РЩ) № 4:Водяні насоси

- Трюмний та баластний насос№1
- Пожежний та насос загального обслуговування №1
- Трюмний насос №1
- Насос для прісної води №1
- Насос для питної води №1
- Насос технічної води №1
- Циркуляційний насос гарячої води №1
- Генератор прісної води №1

5. Розподільний щит (РЩ) № 5:Вентиляція МВ

- Вентиляційний отвір машинного відділення №1,2
- Вентилятор сепараторного приміщення №1
- Кондиціонер повітря центрального посту управління №1

6. Розподільний щит (РЩ) № 6:Механізми обслуговування ДГ

- Ежекторний насос №1
- Підкачувальний насос важкого палива Д/Г №1,2
- Циркуляційний насос важкого палива Д/Г №1,2
- Насос для заправки мастила Д/Г №1,2,3
- Очищувач мастила Д/Г №1

7. Розподільний щит (РЩ) № 7:Інсенератор

- Насос охолодження сміттєспалювача №1
- Паливний насос для сміттєспалювача №1

8. Розподільний щит (РЩ) № 8:Котельна установка

- Насос горіння важкого палива №1
- Вентилятор фідера №1

- Насос живильної води №1
- Калорифер №1

9. Розподільний щит (РЩ) № 9:Рульовий механізм

- Рульовий механізм №1,2

10.Розподільний щит (РЩ) № 10:Лебідки та гідравліка

- Гідравлічний масляний насос брашпиля №1
- Причальної лебідки гідравлічний масляний насос №1
- Гідравлічний масляний насос кришки трюма №1,2
- Механізм забезпечення постачання №1,2

11.Розподільний щит (РЩ) № 11:Вентиляція

- Машина для кондиціонування повітря №1
- Вентилятор подачі дизеля №1
- Кондиціонер камбуза №1
- Вентилятор подачі дизеля№1
- Витяжка для камбузу №1
- Витяжний вентилятор санітарного простору №1
- Вентилятор провізійної №1
- Витяжний вентилятор для кімнати CO2 №1

12.Розподільний щит (РЩ) № 12:Камбуз

- Плита №1

13.Розподільний щит (РЩ) № 13:Крани

- Палубний кран №1,2,3,4
- Вентилятор охолодження дизельного масла №1,2,3,4

14.Розподільний щит (РЩ) № 14:Трансформатори

- Головний трансформатор №1

15.Розподільний щит (РЩ) № 15:Житлове обладнання.

- Пральні №1,2

Розрахунок шинопроводів ГРЩ

Робочий струм для вибору перетину шин визначають по номінальній потужності, яка може передаватися по шинам ГРЩ.

Сумарна потужність генераторів підключених до ГРЩ загалом складає 1350 кВт, враховуючи напругу на генераторах, струм який буде протікати при максимальному навантаженні буде складати приблизно 605А, але зважаючи на те що ГРЩ може працювати разом необхідно збільшити максимальну пропускну спроможність у 3 рази до ~1815 А.

Згідно з табличними даними розмір шини однієї з фаз складатиме:

- Розмір великої сторони шини 80мм
- Розмір маленької сторони шини 10мм
- Кількість шин на одну фазу
- Відстань між осями шин: $a = 1.5 * h = 1.5 * 80 = 120 \text{ мм}$ (3.16)
- Дистанція між опорами 1м

Вибір комутаційної апаратури

Комутаційна і захисна апаратура, встановлена на суднових РЩ, повинна володіти такими основними якостями: простотою і міцністю конструкцій мінімальних мас і розмірів, підвищену зносостійкість, надійністю роботи при значних вологості і коливаннях температур, стабільністю характеристик при вібрації і ударних навантаженнях, можливістю швидкої заміни змінних деталей .

На судні WOODGATE були розмикачі фірми: MITSUBISHI типу AE-SW

Таблиця 3.8-Автоматичний вимикач

Номінальна напруга, В	450
Номінальний струм, А	1000
Номінальна гранична здатність, що відключає, кА	65
Ударний струм, кА	65
Час замикання, мс	80

3.4 Розрахунок струмів короткого замикання

Передбачається КЗ на шинах ГРЩ у найбільш навантаженому режимі роботи станції, це режим стоянки з вантажними операціями.

Для нашого генератора приймаємо:

Сверхперехідний опір по подовжній осі $X''_d = 0.11 \text{ Ом}$

Активний опір фази статора $r_a = 0.044 \text{ Ом}$

Виходячи з номінального струму генератора рівного 550 А в якості кабелю з'єднуючого ГРЩ із генератором вибираємо п'ять паралельно прокладені кабелі марки МРРХХ-50 перетином $5 \times 3 \times 50 \text{ мм}^2$.

Активний перетин кабелю $r = 0,387 \text{ Ом/км}$, реактивне $x = 0,292 \text{ Ом/км}$. Розрахункову довжину кабелю приймаємо рівної 10 м. У такий спосіб розрахункове значення опору кабелю:

$$r_{\text{каб}} = \frac{0.387}{3 \cdot 100} = 0.0013 \text{ Ом} \quad (3.17)$$

$$x_{\text{каб}} = \frac{0.292}{3 \cdot 100} = 0.00097 \text{ Ом}$$

Приймаємо опір автомата рівним:

$$r_{\text{ав}} = 0,011 \text{ Ом},$$

$$x_{\text{ав}} = 0,03 \text{ Ом}.$$

Приймаємо активний опір контактів, що підходять до ГРЩ кабелів рівним:

$$r_{\text{кон}} = 0.037 \text{ Ом}.$$

Складаємо розрахункову схему для визначення струму КЗ при короткому замиканні на шинах ГРЩ. Базисну потужність приймаємо рівній сумі потужностей генераторів, базисна напруга – рівним номінальній напрузі генераторів (на шинах ГРЩ), тобто $P_6 = 440 + 440 = 880 \text{ кВт}$; $U_6 = 440 \text{ В}$;
 $I_6 = 1156 \text{ А}$.

Визначаємо значення опорів обмоток статора генераторів:

Активні

$$r_1 = r_2 = r_a \cdot \frac{P_6 \cdot 1000}{U_6 \cdot U_6} \quad (3.18)$$

$$r_1 = r_2 = 0,044 \cdot \frac{880 \cdot 1000}{440 \cdot 440} = 0,19 \text{ Ом}$$

Реактивні

$$x_1 = x_2 = x''_d \cdot \frac{P_6}{P_{1,2}} \quad (3.19)$$

$$x_1 = x_2 = 0,11 \cdot \frac{880}{440} = 0,22 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір автоматичних вимикачів, контактів і кабелів:

Активне:

$$r_3 = r_4 = (r_{ав} + r_{каб} + r_{кон}) \cdot \frac{P_6 \cdot 1000}{U_6 \cdot U_6} \quad (3.20)$$

$$r_3 = r_4 = (0,011 + 0,0013 + 0,037) \cdot \frac{880 \cdot 1000}{440 \cdot 440} = 0,21 \text{ Ом}$$

Реактивне:

$$x_3 = x_4 = (x_{ав} + x_{каб}) \cdot \frac{P_6 \cdot 1000}{U_6 \cdot U_6} \quad (3.21)$$

$$x_3 = x_4 = (0,03 + 0,00097) \cdot \frac{880 \cdot 1000}{440 \cdot 440} = 0,13 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір генераторних віток:

Активні

$$r_5 = r_6 = r_1 + r_3 = r_2 + r_4 \quad (3.22)$$

$$r_5 = r_6 = 0,19 + 0,21 = 0,4 \text{ Ом}$$

Реактивні

$$x_5 = x_6 = x_1 + x_3 = x_2 + x_4 \quad (3.23)$$

$$x_5 = x_6 = 0,22 + 0,13 = 0,35 \text{ Ом}$$

Для визначення еквівалентного опору двох генераторних віток скористаємося комплексною формою їхнього вираження:

$$Z_5 = Z_6 = r_5 + jx_5 = r_6 + jx_6 \quad (3.24)$$

$$Z_5 = Z_6 = 0,4 + j0,35$$

$$Z_7 = \frac{Z_5 \cdot Z_6}{Z_5 + Z_6} \quad (3.25)$$

$$Z_7 = \frac{(0,4 + j0,35) \cdot (0,4 + j0,35)}{(0,4 + j0,35) + (0,4 + j0,35)} = 0,2 + j0,175$$

$$r_7 = 0,2 \text{ Ом}; x_7 = 0,175 \text{ Ом}$$

$$Z_7 = \sqrt{r_7^2 + x_7^2} \quad (3.26)$$

$$Z_7 = \sqrt{0.2^2 + 0.175^2} = 0.265 \text{ Ом}$$

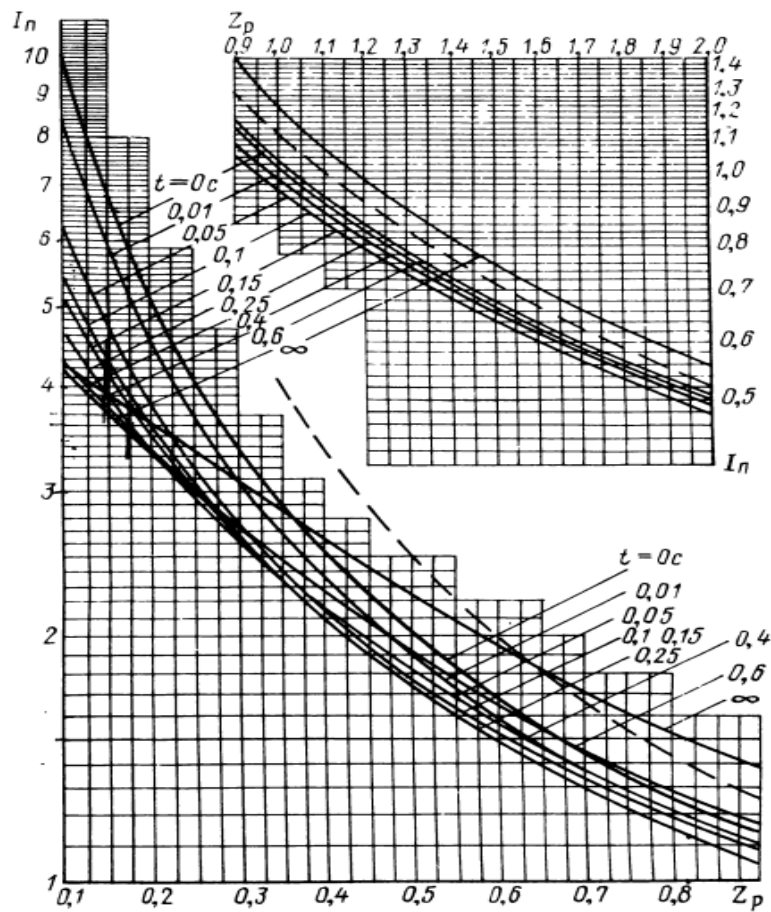


Рис 3.4-Результуючі кз

Отримані опори r_7 , x_7 , Z_7 є результуючими при короткому замиканні на шинах ГРЩ. По розрахункових кривих відповідно $Z_7 = 0,265$ визначаємо $I_0 = 4,1$; $I_{0.01} = 3.6$; $I_{0.6} = 3$; $I_{\infty} = 3$. Ударний струм короткого замикання генератора розраховується згідно з даними монограми. $K_{уд} = 1,03$

$$i_{уд.кз} = 2 \cdot I_0 (I_{0.01} + I_0 (K_{уд} - 1)) \quad (3.27)$$

$$i_{уд.кз} = 2 \cdot 1156 \cdot (3.6 + 4,1(1,03 - 1)) = 8607,6 \text{ А.}$$

Ударний струм короткого замикання на відстані точки короткого замикання на фідерах від розподільних пристроїв 10м при паралельній роботі двох генераторів складає $i_{уд.кз} = 8607,6 \text{ А}$

3.5 Вибір апаратів, приладів, приборів ГРЩ

Електрична енергія на судні розподіляється за допомогою силової мережі, яка з'єднана з ГРЩ, аварійна мережа підключена до АРЩ та мереж приймачів, які підключенні до РЩ.

До кожної мережі входять розподільні щити та лінії електропередачі. На сучасних судах застосована фідерно-групова система розподілу енергії, від ГРЩ чи АРЩ розташовані самостійні лінії живлення по всім РЩ. Групові РЩ здійснюють розподіл електроенергії серед схожих за призначенням споживачів. Ці фідери передають електроенергію між двома будь-якими РЩ чи РЩ та приймачем.

Всі групові щити кріплять на бортових конструкціях чи на перегородках. В місцях з можливим скупченням кислотного випаровування, вибухонебезпечних газів не дозволяється установка щитів.

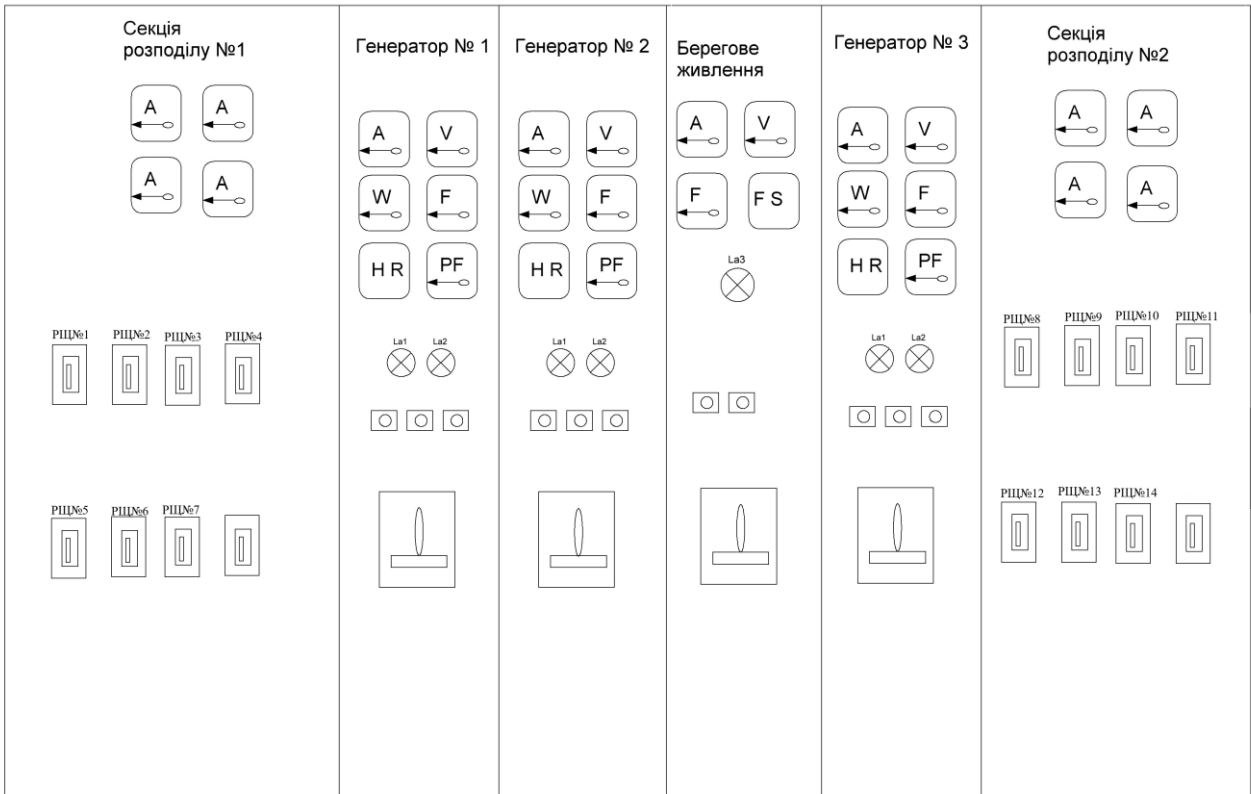


Рис 3.5-Лицьова схема

3.6 Вибір системи збудження синхронних генераторів

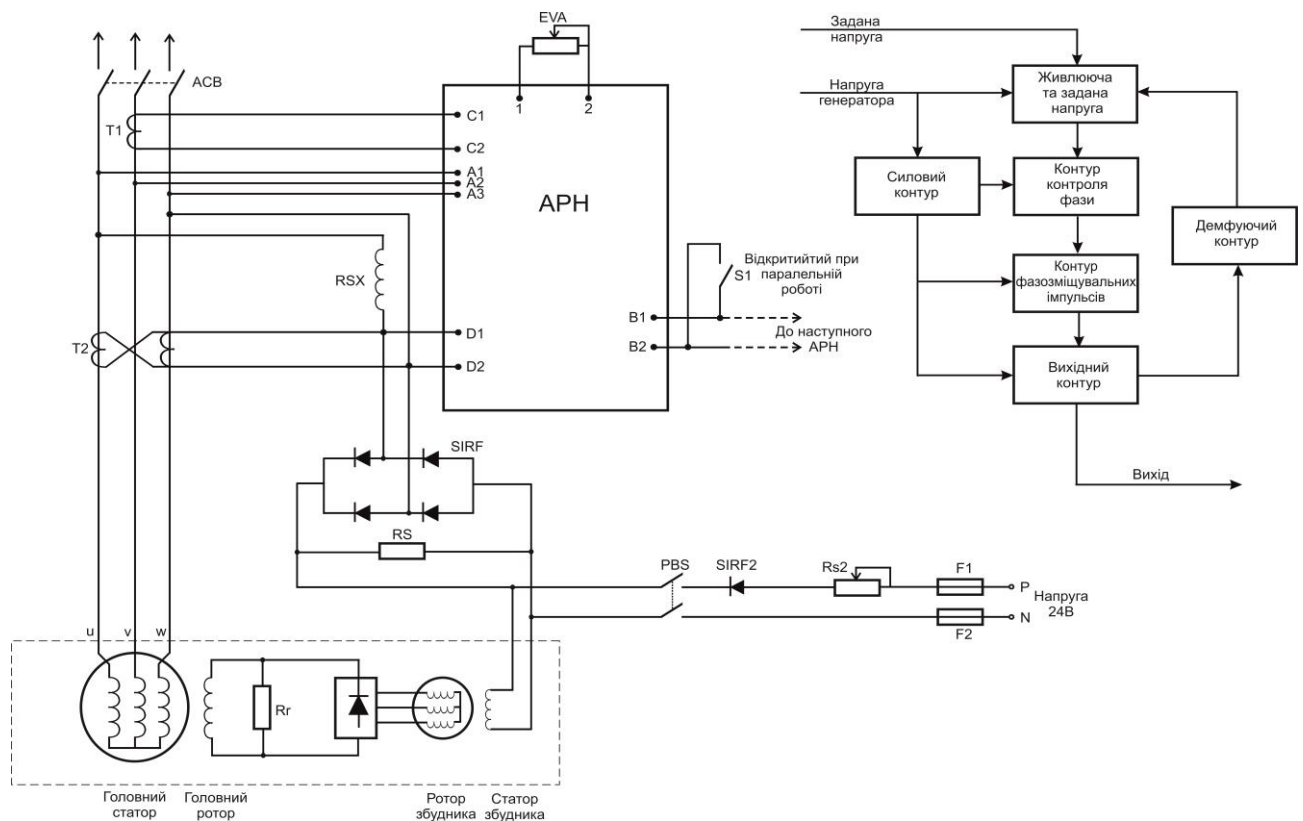


Рис 3.6-Система збудження Nishishiba з структурною АРН

Для безщіткових синхронних генераторів виберемо систему самозбудження Nishishiba. Генератори оснащені системою збудження Nishishiba з електронним регулятором напруги. Принципова електрична схема системи збудження Nishishiba є схемою з автоматичним регулятором напруги (Рис 3.6).

Склад:

- 1.Безщіткового синхронного генератора (генератор змінного струму) з збудником (АС збудника);
- 2.Силового випрямного моста SIRF з розрядним резистором RS;
- 3.Токових трансформаторів СТ 1,2,3 у кожній фазі;
- 4.Реактора RSX;
- 5.Кнопки PBS короткочасного збудження генератора при зникненні його залишкового магнетизму;
- 6.Автоматичного регулятора напруги AVR, який в свою чергу складається з наступних ланцюгів:
 - випрямлення, визначення ΔU і його посилення (PT2, D1, EVA, Z, D2, Q1);

- контролю фази (D3, D4, R9, R10, RS, C2, СЖТ);
- формування імпульсів (Q2, PUT, C3, C4, D6, D7, R11 ÷ R13);
- вихідний контур (SCR, D8, D9, S4, R14);
- демпферний контур (R3, R4, DT, C5, R15, R16);
- розподілу реактивної потужності при паралельній роботі генераторів (CCR).

Структурна схема автоматичного регулятора напруги, складається з:

- ланцюга визначення, випрямлення і посилення напруги ΔU ;
- ланцюга контролю фази;
- ланцюга формування імпульсів;
- силового ланцюга;
- вихідного ланцюга;
- демпферного ланцюга.

Принцип дії:

Знижена, випрямлена і згладжена напруга, пропорційна напрузі генератора і задана $U_{\text{зад}}$ (EVA) надходять на вимірювальний міст, що складається з діодів Зенера і резисторів.

$$\Delta U = U_{\text{тек}} - U_{\text{зад}} \quad (3.28)$$

Посилений сигнал ΔU надходить в ланцюг контролю фази, що складається з одного перехідного транзистора UJT (Unity Junction Transistor), конденсатора затримки C2 і резисторів R8, R10. Конденсатор C2 забезпечує криву заряду, яка залежить від вихідної напруги на R7 першого кола, ємності C2 і перемінного резистора R8. Напруга заряду C2 є керуючим для ввімкнення UJT -транзистора. Тому при досягненні певної величини «U» на обкладинках конденсатора C2 транзистор включається UJT – подає одиночний імпульс, який посилюється транзистором Q2 і забезпечує формування імпульсів в імпульсному трансформаторі PUT (Pulse Transformer), а потім надходить на вихідний ланцюг для подачі імпульсу запалювання тиристора. Обнуління напруги в кожному циклі використовується для синхронізації ланцюга фазового контролю. Тому немає необхідності в якихось додаткових складних ланцюгах.

3.7 Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії:

Особливістю суднових електростанцій є наявність потужних асинхронних короткозамкнених двигунів. Відсутність колектора дає можливість запускати їх без пускових реостатів, використовуючи найпростіші схеми пуску. Однак, пусковий струм в процесі розгону таких двигунів в 5-7 разів перевищує номінальний. Якщо потужність електродвигуна становить, наприклад, 30% від потужності синхронного генератора, то в момент пуску, струм двигуна до номінального струму генератора становитиме 150-200%. При начерку подібних індуктивних струмів синхронні генератори сильно розмагнічуються і на деякий час знижують напругу, що прийнято називати провалом напруги.

Розрахунок провалу напруги генератора виконаємо для випадку підключення найбільш потужного асинхронного двигуна. Виберемо вантажний кран як потужного споживача з потужністю 143 кВт.

Таблиця – Данні генератора та двигуна для розрахунку.

Генератор		Двигун	
Тип	6EY18A	Потужність	143 кВт
Потужність	550кВА	ККД	73%
Коефіцієнт потужності (cosφ)	0,8	Коефіцієнт потужності (cosφ)	0,91
Напруга	450 В	Номінальний струм	115 А
X`d	0,14у.о	Кратність струму	5
X``d	0,11у.о	Спосіб запуску	Зірка-трикутник

Розрахуємо початкову потужність при запуску споживача:

$$S_{\text{поч}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{дв}} \cdot I_{\text{ном}} \cdot K_{\text{п}} = \sqrt{3} \cdot 440 \cdot 115 \cdot 5 = 438 \text{ кВА} \quad (3.29)$$

Реактивний опір генератора:

$$X_d = \frac{X'_d + X''_d}{2} = \frac{0,14 + 0,11}{2} = 0,125 \quad (3.30)$$

Для обчислення вихідної реактивної потужності скористаємося формулою:

$$X_L = \frac{S_r}{S_{\text{поч}}} = \frac{550}{438} = 1,25 \quad (3.31)$$

Провал напруги при пуску споживача рівняється:

$$\Delta U = \frac{X_d}{X_d + X_L} \cdot 100 = \frac{0,125}{0,125 + 1,25} \cdot 100 = 9,1\% \quad (3.32)$$

Отже провал напруги знаходиться в допустимих нормах: $\Delta U < 15\%$.

3.8 Перевірка кабелю живлення одного з найбільш віддаленого електроприводу на втрату напруги:

Для перевірки кабелю на втрату напруги, візьмемо брашпиль, як найвіддаленіший електропривод. Відповідно до вимог Регістру, втрата напруги не повинна перевищувати 7%.

Розрахунковий струм розрахуємо за формулою:

$$I_{ar} = \frac{P_{ar} \cdot 1000}{(\sqrt{3} \cdot U_r) \cdot \cos \varphi} \quad (3.33)$$

де P_{ar} – номінальна потужність електродвигуна приводу;

U_r – номінальна напруга електродвигуна

$$I_{ar} = \frac{70 \cdot 1000}{(\sqrt{3} \cdot 440) \cdot 0,9} = \frac{70000}{685} = 102 \text{ A}$$

Виберемо кабель, МРРХХ 4х(3х35) мм², який живить швартовну лебідку через розподільчий щит. Опір даних кабелів відповідно: активний $r = 0,17$ Ом/км; реактивний $x = 0,078$ Ом/км. Довжину кабелю приймемо рівною 180 метрам.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \frac{r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi}{U_n} \cdot 100\% \quad (3.34)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 102 \cdot 0,18 \cdot \frac{0,17 \cdot 0,9 + 0,072 \cdot 0,76}{440} \cdot 100 = 1,5\%$$

Отже перевірений нами кабель, який живить електропривод швартової лебідки відповідає нормам Регістру.

3.9 Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління

В якості системи автоматизації СЕЕС обрана система K-Chief 600 Power Management System.

Система управління живленням є повноцінною системою управління розподілом електроенергії між генераторами. Вона обробляє інформацію, що надходить від генераторів, що приводяться в дію двигуном дизеля.

Система управління живленням є складовою частиною морської системи автоматизації K-Chief 600. Управління системою здійснюється за допомогою розподілених технологічних установок, взаємодія з оператором здійснюється за допомогою інтерактивних кольорових графічних зображень на віддалених робочих станціях або локально з операційної станції.

Функції системи управління живленням:

- 1) Моніторинг дизель-генераторів і їх контроль
- 2) Безпечний пуск і зупинка дизель-генераторів
- 3) Безпечна синхронізація
- 4) Контроль напруги на шинах
- 5) Контроль напруги і частоти генераторів
- 6) Навантаження генератора в кВт та %
- 7) Контроль навантаження
- 8) Розділення сигналізації, контролю і безпеки
- 9) Автоматичний запуск і підключення після аварійного відключення електроенергії
- 10) Автоматичне регулювання частоти

Коли отримано запит на підключення від потужного споживача то система управління живленням буде автоматично перевіряти наявність необхідної потужності.

Якщо достатня потужність наявна і певна кількість генераторів вже працюють, система управління живленням дає команду споживачу "старт надано".

Якщо немає достатньої кількості потужності, резервний генератор автоматично запуситься і підключитися до шин ГРЩ. Коли необхідна потужність стане доступна, команда "старт надано" буде подана споживачу.

Коли більш ніж один потужний споживач посилає "запит на старт", тільки для одного надається дозвіл на старт. Система управління живленням запам'ятовує всі пускові запити і опрацьовує їх в певній послідовності.

Блок-схема послідовності виконання алгоритмів, що входять в загальний алгоритм автоматичного запуску дизель генераторів та введення їх під навантаження, що забезпечується провідним алгоритмом, приведена на рисунку, де позначені:

S_n – початок

P1 – пам'ять пуску ввімкнена;

A2 – ввімкнення реле пускового клапану для прокачування дизелю

P3 – спрацював (замкнувся) кінцевий вимикач нижнього положення паливної рейки;

A4, A5 – відповідно ввімкнення і вимикання реле зменшення частоти обертів;

P6 – спрацював датчик частоти обертів при попередньому його прокачуванні.;

A7 – ввімкнення реле насоса прокачування масла, контроль часу прокачування вимикання реле пускового клапану;

P8 – спрацював датчик тиску масла при прокачуванні перед пуском дизеля;

P9 – даний час менше часу уставки на прокачування масла;

A10 – вмикання реле пускового клапану, контроль часу пуску дизеля на повітрі;

P11, P20 – спрацювали датчики відповідно 1-ї та 2-ї уставок частоти обертів;

P12 – даний час менше уставки часу пуску на повітрі;

A13 – ввімкнення реле нездійсненого пуску, пам'яті пуску, перемикання живлення серводвигуна, пускового клапану, насосу перекачування масла;

A14 – ввімкнення реле насоса прокачування масла, пускового клапану, реле часу пуску дизеля на повітрі;

P15 – спрацював проміжковий вимикач положення топливної рейки;

A16, A17, A21 – ввімкнення реле збільшення частоти обертів;

P18, P19 – спрацювали датчики мінімально допустимої температури відповідно масла і води;

A22 – вимикання реле збільшення частоти обертів , пам'яті пуску, реле переключення живлення серводвигуна і вмикання реле підключення до електростанції сигнальної лампи;

S_к - кінець.

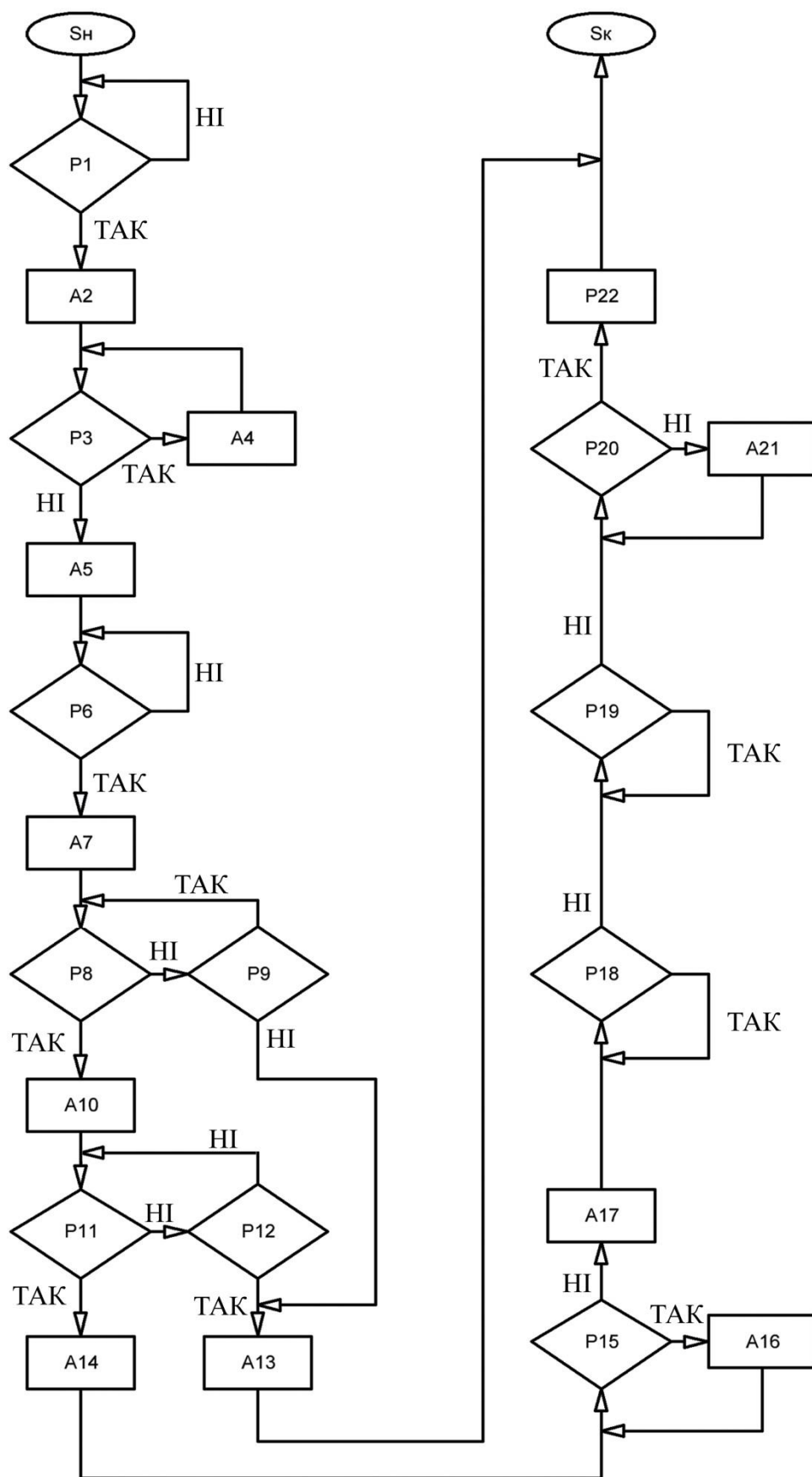


Рисунок 3.7- Алгоритм автоматичного запуску дизель генераторів та введення їх під навантаження

3.10 Загальні відомості про мережі судового електричного освітлення, суднових навігаційних вогнів, низьковольтного освітлення

Суднове електричне освітлення складається з наступних самостійних ланцюгів:

- 1) основного внутрішнього освітлення напругою 110 В змінного струму;
- 2) великого аварійного освітлення напругою 110 В змінного струму;
- 3) зовнішнього освітлення напругою 110 В змінного струму;
- 4) малого аварійного освітлення напругою 24 В постійного струму;
- 5) сигнально-розпізнавальні вогні напругою 110 В змінного струму;

1.Мережа основного внутрішнього освітлення призначена для загального та місцевого освітлення житлових, адміністративно господарських та виробничих приміщень. Мережа основного внутрішнього освітлення отримує живлення від секції 110В ГРЩ. Живлення від ГРЩ подається на розподільні щити. Світильники ламп основного освітлення отримують живлення від групових щитів, автомати яких забезпечують підключення та захист від КЗ будь-якої групи. Освітлення кают, кают-компанії, судової канцелярії, спортзалу, навігаційної рубки, ЦПК, коридорів житлової частини судна та камбузу виконано світильниками люмінесцентних ламп.

2.Світильники великого аварійного освітлення входять до складу світильників мережі основного освітлення і встановлені: в навігаційній рубці, радіорубці, МВ, ЦПК, приміщенні АДГ - тобто в тих приміщеннях, де у разі виходу з ладу СЕС не повинні уриватися роботи та можливі скупчення людей.

3.Мережа малого аварійного освітлення призначена для мінімального освітлення коридорів, тамбурів, аварійних виходів та деяких суспільних і службових приміщень у разі зникнення напруги в мережі великого аварійного освітлення

4 Аналіз систем та пристроїв управління судном

4.1 Технічні характеристики та конструктивні особливості судової комп'ютерної мережі інформаційних та управляючих систем

Судова комп'ютерна система складається з багатьох аспектів та складників, які відповідають за різні функції та кожна з них взаємозв'язана. В судовій комп'ютерній мережі є такі складники:

1. Server- це апаратне забезпечення для виконання на ньому судового сервісного програмного забезпечення та також є головним комп'ютером мережі.
2. Area net – Local area network (LAN) – мережа для об'єднання комп'ютерів та пристроїв в обмеженому просторі.
3. NC (network computer) - являється стандартом мережі, профілем з підтримкою HTML, Java та багатьох інших стандартів.
4. PLC (programmable logic controller) – електронна частина промислового контролера, так званого програмованого логічного контролера, що використовується для автоматизації роботи механізмів.
5. Ethernet – технологія для транспортування даних в локальній мережі.
6. Sensor/actuator bus – шина для виконавчих механізмів та датчиків, яка поділяє входи та виходи, з'єднує компоненти генераторів, клапани тиску та т.д
7. I/O (input/output) – дані отримані та відправлені системою.
8. Switch(перемикач) – пристрій, призначений для з'єднання декількох вузлів комп'ютерної мережі в межах одного або декількох сегментів мережі
9. BITBUS – особливий інтерфейс , для зв'язку програмованих контролерів.
- 10.MOS – тип датчиків
- 11.Bridge – пристрій для об'єднання сегментів комп'ютерної мережі в єдину.
- 12.FAIS-головний стандарт зберігання даних.
- 13.Sensors – датчики різних систем.

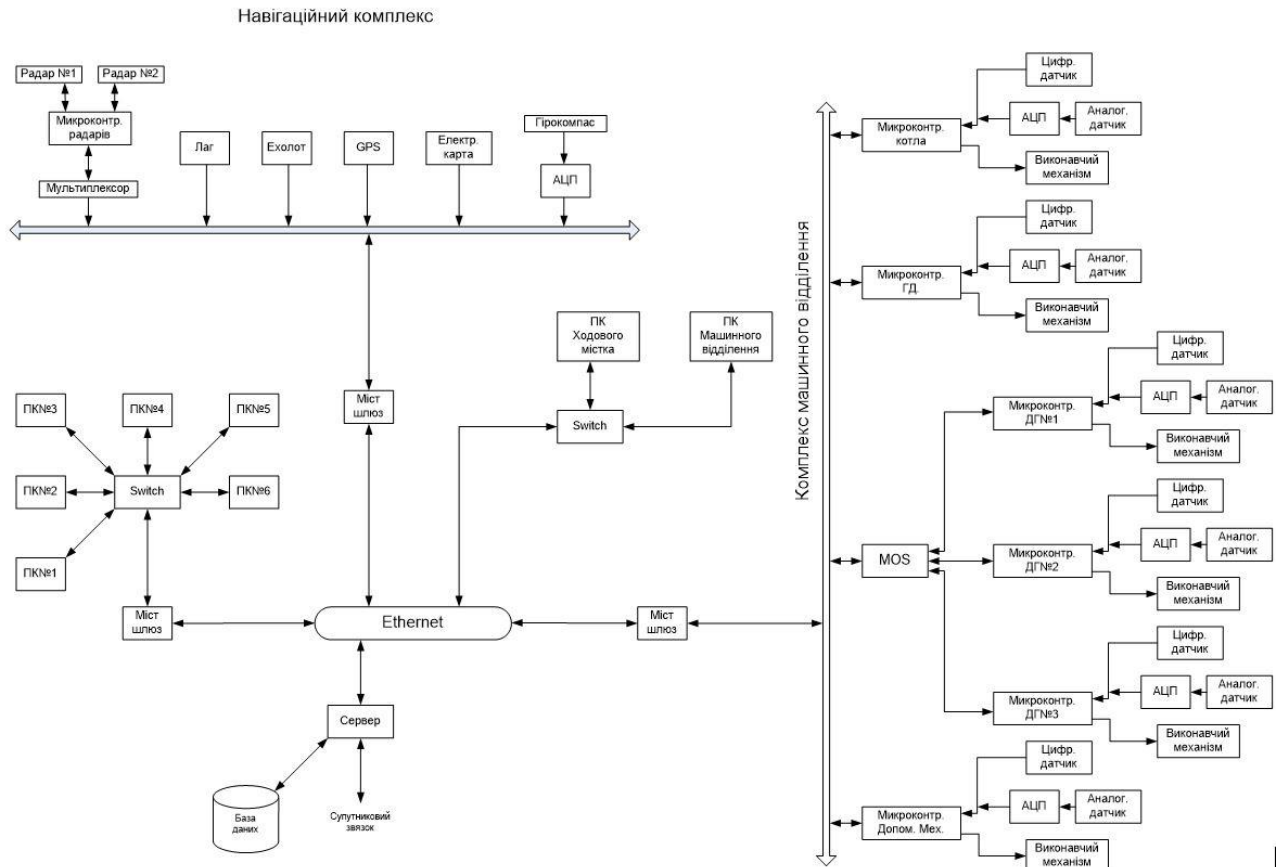


Рис 4.1 – Система комп'ютерної мережі

На Рис 4.1 зображена базова система комп'ютерної мережі з розподілом, об'єднанням різної інформації з різних частин судна:

1. Датчиків.
2. Контролерів машинного відділення.
3. Навігаційного комплексу.
4. Усіх комп'ютерів на борту судна.

Всі ці складники об'єднуються за допомогою мостів шлюзів, перемикачів та поєднуються і зберігаються за допомогою технології транспортування даних в усій локальній мережі на сервер, який своїм чином з'єднується або з базою даних або супутниковим зв'язком, який передає всі данні отримувачу на березі або в морі.

4.2 Аналіз роботи системи управління одного із об'єктів суднової енергетичної установки

Вода в тому числі і прісна, не абсолютно чиста: вона має в своєму складі різні домішки. Від кількості й характеру розчинених в воді речовин вода розділяється по пригодності її застосування на судні. Основні показники, що визначають критерії пригодності являються солоність, характеризуюча про наявність в воді розчиненого хлористого натрію, та жорсткістю, що означає наявність солен кальцію і натрію.

Солоність визначається як залишок кількості розчинених в воді мінеральних солей в хлор-іонах мг/л Cl. Прісна вода вважається якщо в ній від 200 до 500 мг/л Cl, якщо його більше то вода вважається солонуватою.

В залежності від призначення розрізняють такі види прісної води:

Питна – для пиття та приготування їжі

Миттьова – для умивальників, душових, прачечних

Підпитуючи – для підпитки парогенераторів

Дистильовану – для акумуляторних батарей

Технічну – для омолодження судових двигунів

Для кожного з перерахованих видів води розраховані свої цистерні та системи. Допускається створення однієї системи питної та миттьової води за умови, що якість і умови її зберігання будуть задовольняти умовам до питної води.

Існують різноманітні способи опріснення забортної морської води, але на судах найбільш розповсюдженим являється метод дистиляції або термічного опріснення. Як відомо морська вода представляє собою розчин, який складається з води – розчинника і солей – розчиненої в воді твердої речовини. Принцип дистиляції в тому, що забортну воду нагрівають до кипіння, а пар збирають та конденсують. По закінченні процесу одержується вода яка називається *дистилятом*.

Для пуску водоопріснювальної установки потрібно:

Подати напругу на силову та схему управління за допомогою АВ DS1. Відкрити забортній клапан всмоктування насоса забортної води, перевірити тиск на всмоктуванні. Запустити насос забортної води. Запуск насоса виконується при натисканні кнопки 2Н4 котушка контактора МС1 отримує напругу і замикає свої контакти в силовій схемі. Відкриваємо клапан нагнітання й чикаємо до встановлення вакууму в опріснювальній установці. Після встановлення вакууму відкрити клапани подачі води з ГД та перевірити її температуру. Заповнити робочий об'єм випаровувача та відкрити клапан відсмоктування розсолу. Запустити насос відкачки дисциляту. Запуск насоса виконується при натисканні кнопки 2Н8 котушка контактора МС2 отримує напругу і замикає свої контакти в силовій схемі. Перевірити на дисплеї солоність і відкрити клапани подачі дистилляту в цистерну. В разі зникнення напруги або аварійному вимкненні будь якого двигуна, реле захисту від перевантаження, установка зупиниться та подасть сигнал на активацію світлової та звукової сигналізації. В разі підвищення солоності дистилляту також спрацює сигналізація та соленоїдний клапан, який перекриє потрапляння солоного дистилляту в цистерну. Потрібно перед запуском процесу декілька раз запустити отриманий дистиллят для промивання всієї внутрішньої поверхні агрегату.

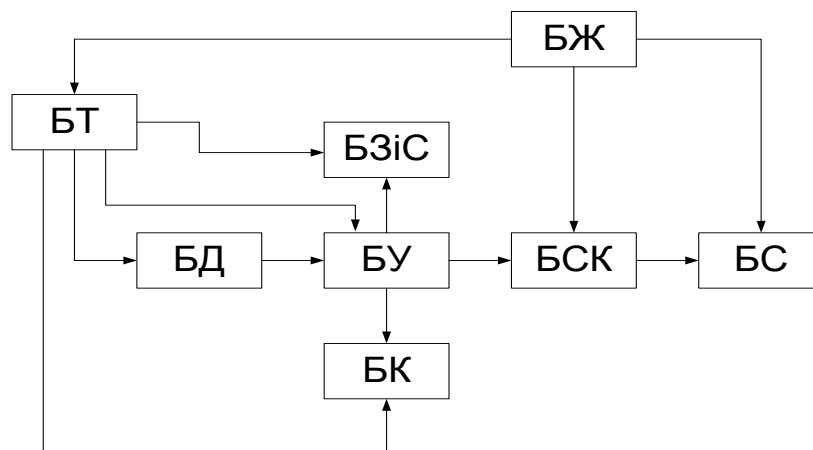


Рис 4.2 – Структурна схема ВОУ

БД – блок датчиків

БУ – блок управління

БСК – блок силових контакторів

БС – силовий блок (асинхронні двигуни)

БК – блок клапанів

БЗіС – блок захисту і сигналізації

БЖ – блок живлення

БТ – трансформаторний блок

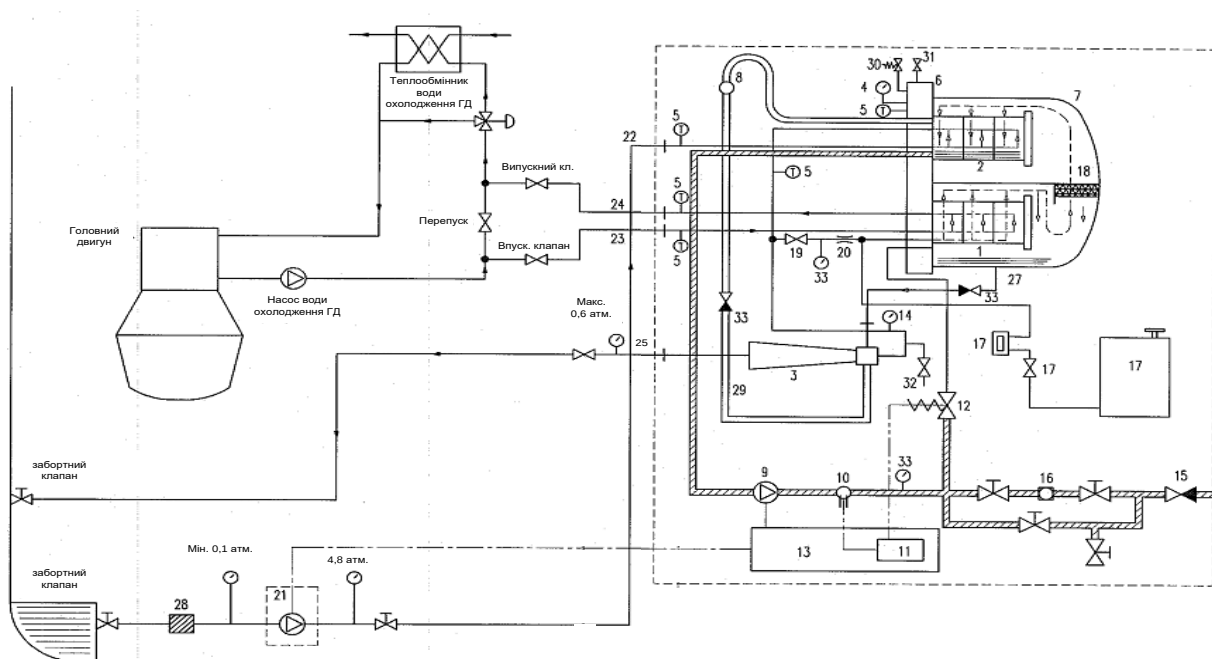


Рис 4.3 - Функціональна схема ВОУ

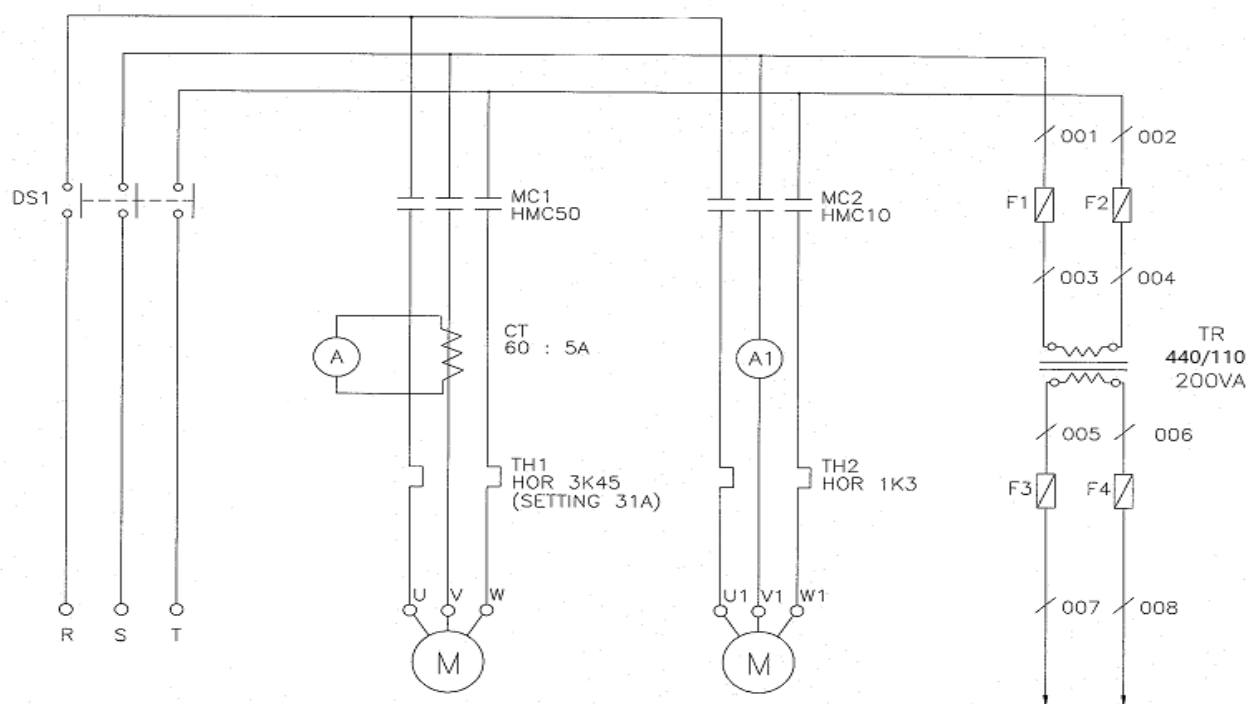


Рис 4.4 - Силова електрична схема насосів

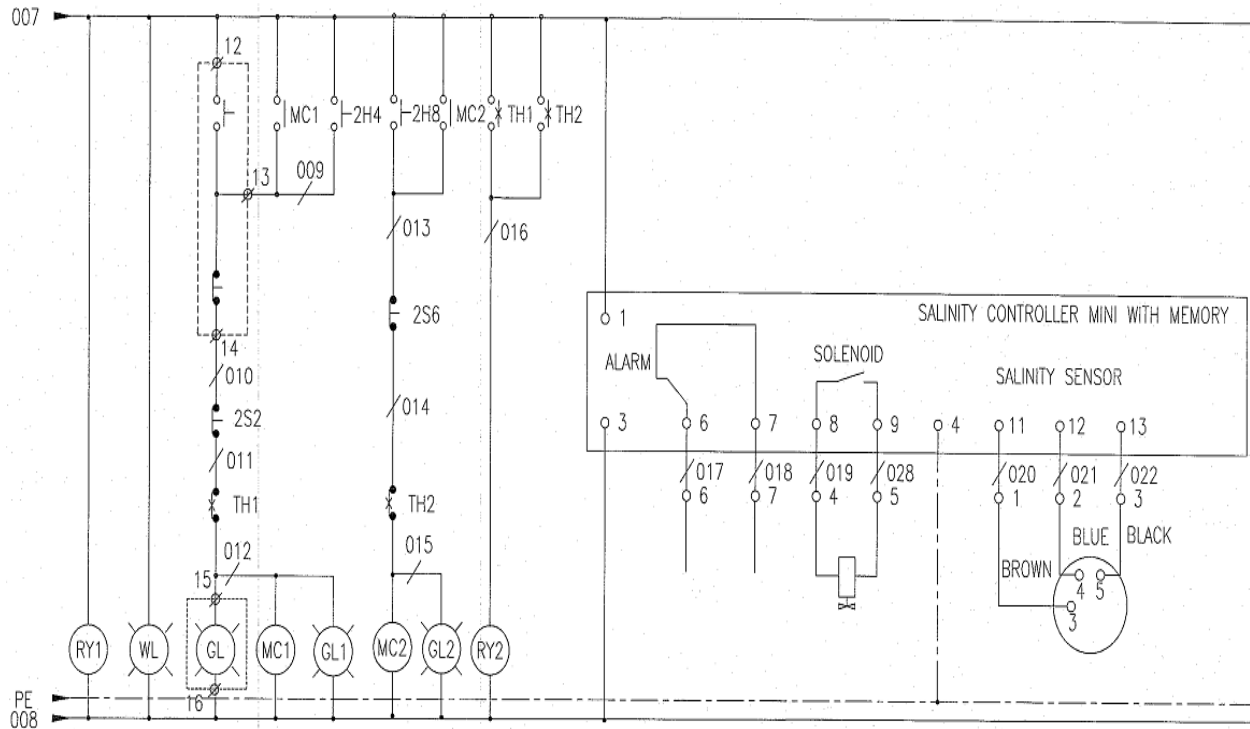


Рис. 4.5 - Схема управління насосами та індикації

Sn – початок

A1 – Ввімкнення АВ

A2 – Відкриття клапану всмоктування та нагнітання насоса заборотної води

P3 – Датчик тиску на всмоктування насоса заборотної води

P4 – Захисні реле від перенавантаження насоса заборотної води

A5 – Запуск насоса заборотної води

P6 – Датчик тиску нагнітання насоса заборотної води

A7 – Запуск ежекторного насосу

P8 – Наявність вакууму

A9 – Відкриття впускного клапана води охолодження ГД

A10 – Відкриття клапана нагнітання насоса заборотної води в установку

P11 – Датчик температури води охолодження ГД

P12 – Датчик рівня заборотної води

A13 – Регулятор клапана подачі заборотної води

A14 – Відкриття випускного клапана розсолу

A15 – Запуск розсільного насосу

P16 – Датчик тиску дисцилята

P17 – Захисні реле від перенавантаження насоса дисциляту

A18 – Запуск насоса дисциляту

P19 – Датчик солоності

A20 – Клапан дисциляту

A21 – Сигналізація

Sk – Кінець

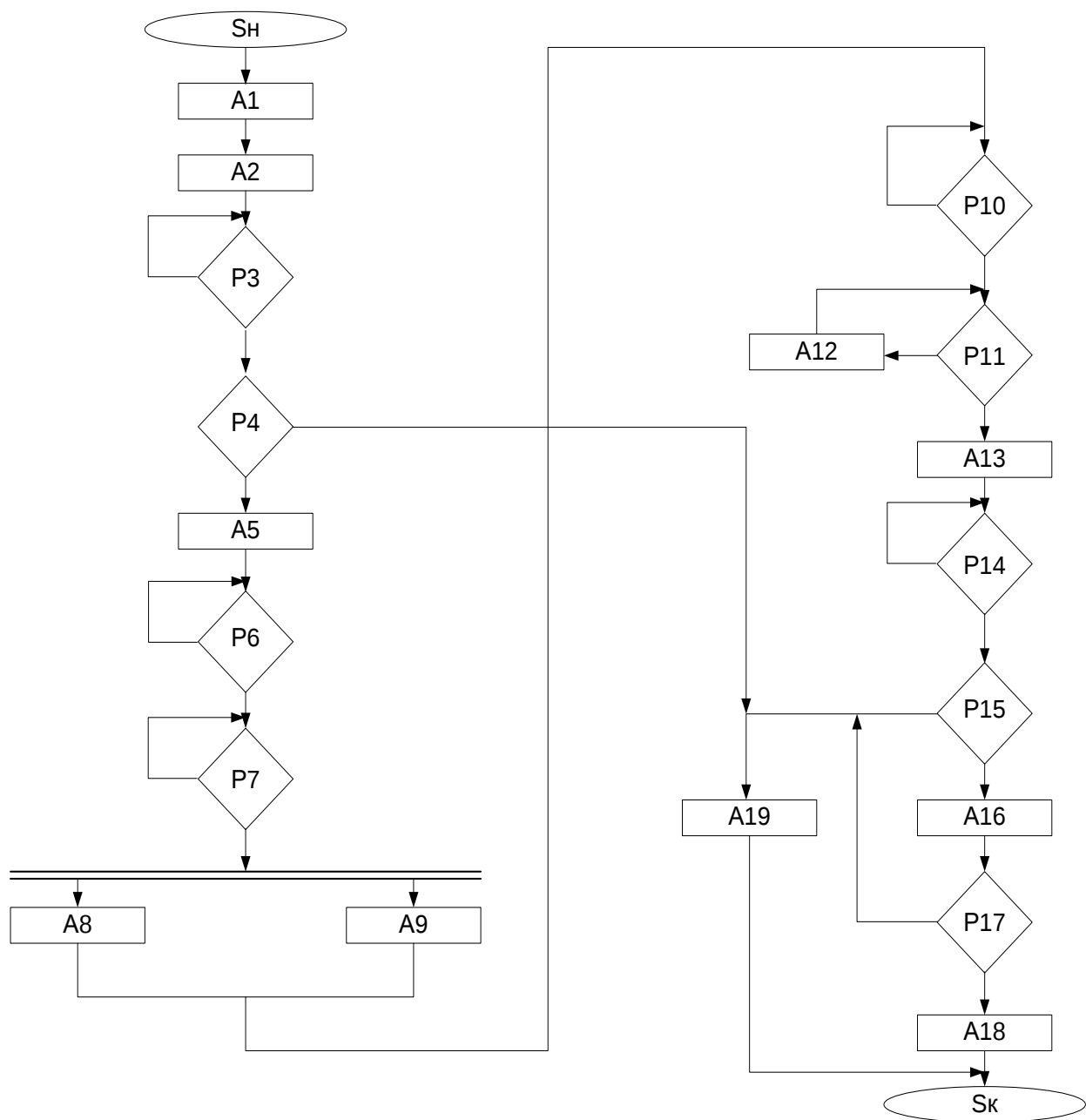


Рис.4.6 Граф-схема алгоритму БОУ

4.3 Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю, сигналізації та внутрішнього зв'язку:

Машинний телеграф

Судновий машинний телеграф (МТ) призначений для зв'язку між рульовою рубкою (РР) і машинним відділенням (МВ). При керуванні пропульсивною установкою машинний телеграф виконує наступні функції:

1. Передача команд судоводителем з рульової рубки в машинне відділення про зміну частоти обертання головного двигуна й напрямку упору гребних гвинтів пропульсивної установки.
2. Прийом команд вахтовим у машинному відділенні й передача в рульову рубку підтвердження про їхнє одержання.
3. Можливість подачі команд із центрального й бортового постів керування в рульовій рубці при синхронному переміщенні рукояток керування на зазначених постах ("електричний вал").
4. Звукова й світлова сигналізація при подачі й підтвердженні прийому команд; формування сигналу, що задає, для системи дистанційного автоматизованого керування головним двигуном з видачею стандартного сигналу 4 - 20 мА по положенню рукоятки центрального командного машинного телеграфу.

Машинний телеграф призначений для застосування на споруджуваних і модернізованих судах із гвинтами фіксованого й регульованого кроку, що мають знак автоматизації А1, А2 і А3 у символі класу.

До складу МТ входять:

Командний машинний телеграф (КМТ) з однієї або двома рукоятками керування й електроприводами

Виконавчий машинний телеграф (ВМТ) з блоком керування, що включає програмувальний контролер

Пристрій звукової й світлової сигналізації для РР
 Пристрій звукової й світлової сигналізації для МВ

Живлення машинного телеграфу здійснюється від загальсуднової мережі по двох незалежних фідерах:

основний фідер - змінний струм, напруга 110В, 60 Гц;
 резервний фідер - постійний струм, напруга 24В.

При автоматичному перемиканні машинного телеграфу на резервне джерело живлення видається сигнал у суднову систему АПС.

Візуальна інформація про видані із РР командах відображається на ВМТ у вигляді світлового сигналу заданої команди. Для підтвердження прийому знову поданої із РР команди вахтовий оператор повертає рукоятку на ВМТ до сполучення її положення з відповідної світлоіндикатором завдання команди. До моменту сполучення положень рукояток у машинному відділенні й рульовій рубці працює переривчастий звуковий сигнал.

Основні технічні й експлуатаційні характеристики судового машинного телеграфу моделі СМТ-11

Габарити (мм)	192 x 96
Напруга живлення (В, постійний струм)	24
Число функціональних команд	11
Маса (кг)	0,35
Тип сигналізації	світло/звукова
Максимальна довжина інформаційних зв'язків (м)	1000
Робоча температура	від -10 до +55
Час готовності системи	5

Бездротові датчики. Загальні відомості

Бездротові датчики - автономно встановлювані первинні прилади, що здійснюють передачу сигналу по радіоканалу без використання провідного розведення. Застосовуються для контролю звуку, вібрації, температури, тиску, присутності забруднювачів, задимлення (димові ізвещателі), а також в

охоронних, медичних і інших цілях.

Останні досягнення в області бездротового зв'язку й доступність мікродатчиків із гранично низьким енергоспоживанням, вбудованими мікропроцесорами й радіопередавачами дало міцний стимул до розширення сфери застосування бездротових датчиків.

Бездротові датчики здатні працювати в складних експлуатаційних умовах і в місцях, де важко зробити розведення. Наприклад, розподілені мережі датчиків використовуються для аналізу зсувів і напруг у будівельних конструкціях. У подібних системах датчики інтегровані в локальну бездротову мережу. Терморегулятори для кондиціонування повітря прекрасно працюють у приміщеннях, де складно прокласти сигнальне проведення. Це ж ставиться до пожежно-охоронних ізвещателів - розподілена мережа з таких бездротових датчиків точно сигналізує про небезпеку й не допускає помилкових спрацьовувань.

Терморезистивні

датчики

Робота терморезистивних датчиків заснована на ефекті зміни питомого опору залежно від зміни температури. Застосовуються для точного виміру температури. Найбільше поширення одержали терморезистивні датчики з напівпровідниковими й металевими.

З металів у терморезистивних датчиках звичайно використовуються платина або нікель, оскільки ці метали в чистому виді показують лінійну характеристику залежності опору від температури. На відміну від термопар, терморезистивні датчики дають більш сильний сигнал і, з погляду промислового застосування, показують більш високу надійність і точність. Самі терморезистори звичайно виконані у вигляді намотаного дроту, поміщеної усередині твердої скляної або керамічної гільзи. Подібні терморезистори можуть мати одну, дві або три обмотки. Терморезистивний датчик – наприклад платиновий терморезистивний датчик температури 1Pt100KN 0815.

Керамічний терморезистивний датчик із платиновим елементом у вигляді навитого дроту використовується для підтримки постійної температури середовища.

Області застосування: у промислових терморезистивних термометрах на хімічних виробництвах, на електростанціях і в аналітичних приладах.

Конструкція: платинова дрова обмотка, герметизована усередині керамічного корпусу з алюмінієво-оксидної кераміки високої чистоти. Дротові виходи мають високий механічний опір на зріз і забезпечують надійне з'єднання.

Основні технічні характеристики:

Номинальний опір: 100 Ом при 0°C

Температурний коефіцієнт: $T_c = 3850 \text{ млн-1/K}$

Висновки: сплав Палладія й золота

Струм вимірювального ланцюга: 1 мА

Опір ізоляції: вище 100 Мом при 20 °C; вище 2 Мом при 500 °C

Діапазони вимірюваних температур:

Class A: від -200 °C до + 600 °C

Class 1/3 B: від -50 °C до + 300 °C

Датчики частоти обертання й тахогенератори

Датчики частоти обертання служать для визначення числа оборотів вала двигуна за одиницю часу й застосовуються в регульованих приводних системах.

Датчики частоти обертання використовуються в тахометрах - приладах, що вимірюють частоту обертання або кутову швидкість обертових деталей. Тахометри бувають магнітні, вібраційні, вартіві інтегруючі, стробоскопічні, електронні інтегруючі, магнітно-індукційні, магнітно-електричні, частотно-імпульсні, феродинамічні й інші.

У промисловості в цей час широке розповсюдження одержали магнітно-індукційні датчики частоти обертання (тахогенератори), що генерують електричні імпульси напруги приблизно синусоїдальної форми. Частота цього

сигналу пропорційна частоті обертання вала двигуна, де встановлений індуктор.

Конструкція й принцип дії безконтактного магнітно-індукційного датчика частоти обертання

Магнітно-індукційний датчик складається з катушки індуктивності, усередині якої перебуває сердечник з м'якої сталі, з'єднаний з постійним магнітом. Сталевий сердечник розташований через невеликий повітряний зазор прямо над крайкою феромагнітного зубчастого кільця (зубчатки), що перебуває в магнітному полі постійного магніту. Якщо прямо напроти датчика попадає зуб кільця, то він концентрує магнітне поле й підсилює потік магнітної індукції в котушці, а якщо напроти датчика стає виїмка зубчатки, то магнітний потік слабшає. Такі два стани датчика постійно чергуються при обертанні імпульсної зубчатки разом з валом, частота обертання якого, власне кажучи, і є вимірюваною характеристикою. У катушці наводяться імпульси напруги змінного струму, частота яких свідчить про частоту обертання вала.

Тахогенератори

Типовий тахогенератор являє собою електричну машину малої потужності, що перетворює механічне обертання в електричний сигнал. Конструкція асинхронного тахогенератора нічим не відрізняється від асинхронного двигуна з порожнім немагнітним ротором. Подібно двигуну, одна з обмоток статора підключається до мережі змінного струму (обмотка збудження), а інша - генераторна обмотка - служить для зняття вихідної напруги. Обмотки асинхронного генератора розташовані під кутом 90° до друга. Потужність вихідного сигналу тахогенератора може досягати декількох ватів. Крім асинхронних, випускаються синхронні тахогенератори й тахогенератори постійного струму.

Тахометр вала

Безконтактні датчики оборотів (тахометричні перетворювачі) забезпечують

формування імпульсів, частота проходження яких пропорційна частоті проходження тахометричної мітки, установленої на елементі (валу) обертового об'єкта, через область чутливості датчика.

Датчики по типу застосовуваної мітки:

Оптичні

Магнітні

Індуктивні

Вихреструмний

Всі датчики виконані в єдиному конструктивному виконанні в корпусі з нержавіючої сталі й різьбовим кріпленням М10х1.

Корпус датчика з'єднується захищеним металорукавом кабелем із передпосилювачем. Передпосилювач виробляє стандартний сигнал ТТЛ рівня й може передавати його з рознімання на відстань до 200 метрів.

Технічні характеристики

ДМС-04

Принцип дії	магнітний
Тип камери	пост.магн
Відстань до відмітки,см	0,3-2
Робоча температура датчика,С	-30...+100
Робоча темпер.передпосил. град.С	відсутн.
Час росту вихідного сигналу	5

Згідно Правилам Регістра:

У всіх суднових приміщеннях, місцях і просторах, освітлення яких є важливим для забезпечення безпеки плавання, управління механізмами і пристроями, населеності і евакуації пасажирів і екіпажа, мають бути встановлені стаціонарні світильники основного освітлення, які отримують живлення від основного джерела електричної енергії.

Світильники, встановлені в приміщеннях і просторах, де можливе механічне

пошкодження ковпаків, мають бути забезпечені захисними сітками. Установка світильників повинна виконуватися так, щоб виключався нагрів кабелів і довколишніх матеріалів до температури, що перевищує допустиму. У приміщеннях і місцях, які освітлюють люмінесцентними лампами і в яких знаходяться видимі частини механізмів, що обертаються, мають бути прийняті заходи для усунення стробоскопічного ефекту.

Світильники зовнішнього освітлення мають бути встановлені таким чином, щоб не створювалося світлові перешкоди судноводінню. Акумуляторні і інші вибухонебезпечні приміщення повинні освітлювати світильниками з суміжних безпечних приміщень через газонепроникні засклені отвори або світильниками вибухозахищеного виконання, встановленими усередині приміщень.

Загальні відомості про освітлення

Розрізняють наступні системи освітлення:
Загальні-для освітлення всього приміщення або простору в цілому.
Міснє- для створення необхідної освітленості безпосередньо на робочих поверхнях, вказівки місць входів і виходів або виділення вузлів архітектурного оформлення.

Переносне-для тимчасового місцевого освітлення.
Комбіноване-для одночасного освітлення всього приміщення в цілому і необхідній освітленості на робочих поверхнях.

На морських судах можуть використовуватися лише 2 системи штучного освітлення:система загального освітлення, система комбінованого.
Для загального освітлення суднових приміщень рекомендується застосовувати газорозрядні лампи, люмінесцентного типа ЛБ
Для освітлення відкритих палуб і зовнішніх просторів поряд з лампами розжарювання можуть застосовуватися газорозрядні лампи типа ДРЛ.

Існують наступні види освітлення:

внутрішнє-у приміщеннях судна,

зовнішнє-на відкритих палубах,

аварійне-для тимчасового забезпечення найменшої видимості при раптовому знеструмленні,

чергове-для можливості пересування суднового персоналу в приміщеннях, де немає потреби в постійному освітленні,

ілюмінаційне -декоративне святкове освітлення.

Мережа внутрішнього освітлення, як основна, завжди знаходиться під напругою. Мережа зовнішнього освітлення при необхідності повинна відключатися централізовано.

Мережу аварійного освітлення отримує живлення від аврійного генератора або від акумуляторів і включається автоматично при раптовому знеструмленні мережі нормального освітлення.

Сигнально-відмітні ліхтарі

Згідно Правилам Регістра:

Від щита сигнально-відмітних ліхтарів повинні отримувати живлення по окремих фідерах ліхтарі топовий, бортові і кормовий, а на судах буксирних, штовхаючих, риболовецьких, лоцманських, обмежених в можливості маневрувати і судах на повітряній подушці - також стаціонарно встановлені ліхтарі.

Щит сигнально-відмітних ліхтарів повинен отримувати живлення по двох фідерах:

1. по одному фідеру від головного розподільного щита через аварійний розподільний щит;
2. по другому фідеру від найближчого групового щита, який не отримує живлення від аварійного розподільного щита.

Допускається встановлювати прилади управління сигнально-відмітними ліхтарями в пульті, розташованому в рульові рубці.

Для судів, на яких основним джерелом електричної енергії виявляється акумуляторна батарея і на яких головний розподільний щит встановлений в рульові рубці, управління сигнально-відмітними ліхтарями допускається виробляти безпосередньо з головного розподільного щита.

Сигнально-відмітні ліхтарі мають бути приєднані до мережі живлення гнучким кабелем з штепсельним роз'ємом.

Кожен ланцюг живлення сигнально- відмітних ліхтарів повинен мати захист в обох дротах і візуальну сигналізацію про дію сигнально-відмітного ліхтаря.

Падіння напруги на розподільному щиті, що живить сигнально-відмітні ліхтарі, включаючи і систему сигналізації дії ліхтарів, не повинне перевищувати 5% при номінальній напрузі до 30 В і 3% - при напрузі понад 30 В.

Незалежно від сигналізації має бути передбачена акустична сигналізація, що діє автоматично в разі поломки будь-якого сигнально-відмітного ліхтаря при включеному вимикачі.

Живлення акустичної сигналізації повинне здійснюватися:

1. від іншого джерела або фідера, чим джерело або фідер живлення щита сигнально-відмітних ліхтарів;
2. або від акумуляторної батареї.

Низьковольтне освітлення

Низьковольтне освітлення використовує електричний струм напругою в 12 Вольт.

Типова система низьковольтного освітлення складається з трьох компонентів: трансформатора, електричного кабелю для низьковольтної напруги і освітлювальних пристроїв (світильників, ліхтарів, прожекторів).

Знижувальний трансформатор, здатний перетворити 110 вольт в 12 вольт має бути досить сильним, щоб освітити кількість ламп, яку ви збираєтеся використовувати.

Якщо недооцінити трансформатор, світло буде дуже тусклим.

Економічність систем низьковольтного освітлення порівняно з

високовольтними системами зв'язана з використанням менш потужних ламп, так лампа потужністю 35 Вт низьковольтного світильника освітлює також, як і лампа потужністю 100 Вт у високовольтній лінії. Це пояснюється використанням струму високої сили при низькій напрузі в лінії.

4.4 Загальні відомості про встановлене електро-, радіонавігаційне устаткування й зв'язок (гірокомпас, ехолот, лаг, радіолокатор, супутниковий зв'язок і т.п.)

Гірокомпас JRC NRC-333

Останні технології застосовані в розробці продукту роблять роботу більше безпечною й забезпечують високу точність визначення азимута разом з високою надійністю й низькими витратами. Гірокомпас оснащений виводом сигналу кута повороту RoT, і відповідає вимогам ІМО по даним RoT (дані відображаються на АІС).

Умови навколишнього середовища:

Робота: $-10^{\circ}\text{C} \dots +55^{\circ}\text{C}$

Зберігання: $-25^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$

Припустима бортова й кильова хитавиця: $\pm 45^{\circ}$

Сигналізації

Вбудовані сигналізації: збій живлення, збій роботи гірокомпаса, системна помилка.

Лаг Osaka

Являє собою пристрій виміру швидкості й дистанції (SDME), в основі роботи якого лежить ефект Доплера. Відповідає останнім вимогам ІМО, ІЕС і ISO, а також правилам класифікаційних суспільств. На відміну від індукційного або іншого типу лага дане встаткування не вимагає винесення датчика за корпус судна, що значно спрощує його поточне технічне обслуговування. Друга особливість полягає в тому, що він здатний з високою точністю вимірювати власну швидкість судна на найменшому ході. Парні промені звуковою частотою 1 МГц забезпечують точність вимірів у штормову погоду.

Основні характеристики:

Система вимірів, заснована на ефекті Доплера;

Відображення даних про швидкість судна й пройдені відстані;

4.5" монохромний LCD з підсвічуванням; довжина знака: 12 або 23 мм, на вибір;

Просте керування;

Діапазон виміру швидкості щодо води в поздовжньому напрямку: від -10.0 до +40 вузлів

Діапазон виміру швидкості щодо води в поперечному напрямку: від -9,9 до 9,9

Діапазон виміру пройденої відстані: від 0 до 999,999.99 морських миль

Точність виміру швидкості: 1.0% або 0.1 вузла

Точність виміру відстані: 1.0% або 0.1 морської милі

Парні промені підвищують точність і вимірів і знижують вплив кільової хитавиці

Просте коректування швидкості під час тестових пробігів

Демонстраційний режим

Тестовий режим

В автоматичному режимі передбачене перемикання на швидкість по GPS у випадку збою SDME

Електроживлення: 100/110/115/220/230 В змінного струму, 50/60 Гц, однофазний режим, 250 Вт

Радар JRC-JMA-9132SA

Модель JMA являє собою нову суднову навігаційну радіолокаційну станцію діапазону 6,5 см, із кольоровим 26,5 см LCD- дисплеєм і дальністю виявлення цілей до 36 миль.

У передавачі передбачена функція зниження потужності для економії електроенергії при стоянці судна. Вбудований високопродуктивний процесор дозволяє швидко й точно відображати цілі на екрані.

Модель має ряд стандартних функцій застосовуваних у РЛС призначені для

більших судів:

два рухливих кільця дальності,

два рухливих візирі напрямків,

режим паралельних ліній,

режим охоронної зони.

У режимі охоронної зони користувач може міняти дальності виявлення цілей у межах 14 значень, причому дистанція до цілей контролюється автоматично.

Коли ціль входить у певну судоводителем зону або залишає її, автоматично генеруються звукові й відеосигнали.

Радар складається із трансівера, змонтованого в закритому кожусі антени, і кольорового монітора, з'єднаних композитним кабелем (довжина 25 м). Малі габарити як антени, так і дисплея дозволяють без проблем установлювати РЛС на будь-якому судні.

Наявність вбудованого інтерфейсу, що підтримує формати обміну даними NMEA 0183, дозволяє підключати до даної моделі зовнішні пристрої (гірокомпас, навігаційний приймач і т.д.) і одержувати наступну інформацію: координати, швидкість судна, його курс, дальність і напрямок до цілі.

РЛС має широкий діапазон напруги живлення (від 10 до 36 В), що спрощує використання на будь-якому судні. Для роботи від змінної мережі 110 В поставляється мережний блок живлення.

Технічні характеристики

Тип антени	Закритий
Діагональ екрана	10.4
Максимальна дальність дії	до 36 морських миль
Живлення	10-36 Вольт
Діапазон робочих температур	0°C +40° °C
Діапазон робочих температур антени	-20°C +60 °C
Швидкість обертання антени	24 об/хвил
Робоча частота	9410±30 МГц

Приймач GPS GP-150-DUAL

супутникова система навігації, яка забезпечує вимірювання відстані, часу і визначальна місце положення. Дозволяє в будь-якому місці Землі (не включаючи приполярні області) визначити місце розташування судна.

При визначенні координат приймач GP-150-DUAL витрачає 90 секунд, в інших випадках це займає близько 12 секунд.

Приймач GP-150-DUAL забезпечує швидку й точну інформацію про розташування судна.

Технічні характеристики:

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1) Робоча частота | 1575,42 МГц |
| 2) Кількість каналів GPS: | 12 каналів паралельні, 12 супутників |
| 3) Метод позиціонування | All-in-view 8-каскадний фільтр Кальмана |
| 4) Точність | |
| | GPS: 10 м |
| | DGPS: 5 м |
| | WAAS: 3 м |
| 5) Точність визначення швидкості | |
| | 0,2 вуз. (до 10 вуз.) |
| | 2% (більше 10 вуз.) |
| 6) Точність визначення курсу | |
| | $\pm 3^\circ$ (від 1 до 17 вуз.) |
| | $\pm 1^\circ$ (більше 17 вуз.) |
| 7) Відстеження швидкості | 999 вуз. |
| 8) Інтервал оновлення позиції | 1 с. |
| 9) Діапазон частот | від 283,5 до 325,0 кГц |

Радіо станція GMDSS RC-1800F/1800T

Радіо RC-1800F/1800T відповідає правилам ІМО для обладнання GMDSS. Вона містить SSB радіотелефон, DSC приймач, та NBDP термінал, Інмарсат-С.

Технічні характеристики:

SSB радіотелефон	FS-1570 (150 Вт)
Приймач DSC	DSC-60
NBDP термінал	DP-6
Інмарсат-С	FELCOM 15
Принтер	PP-510
Батареї RC-1800F	BC-6158
Батареї RC-1800T	BC-6158/6200
Живлення RC-1800F	PR-850AR
Живлення RC-1800T	PR-850A

5 ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.5 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

Початкові данні:

Вантажне судно «Seadevil» стоїть у порту Гамбург (Німеччина) біля причалу № 2 спеціалізованого перевантажувального комплексу для хімічних рідких наливних вантажів. Отримано повідомлення про інцидент зі зрідженим газом на території причалу: внаслідок порушення правил вантаження сталося падіння бочки-контейнера і розлив хлору, що є сильно-діючої отруйною речовиною (СДОР). Кількість СДОР що розлилась - 0,4 т, характер розливу - «ВІЛЬНО».

Метеорологічні умови на момент аварії: час суток - день, 9.00, температура повітря 00, швидкість вітру 6 м / с, вітер - зустрічний, суцільна хмарність.

Відстань від судна до місця аварії - 0,3 км. Характер місцевості - територія порту.

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

Оцінка масштабу хімічного зараження території.

Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

По заданим метеорологічним умовам (час суток - день, швидкість вітру 6 м/с, суцільна хмарність) за допомогою таблиці 5.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

Таблиця 5.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	День			Ніч		
	Наявність хмарності					
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня	суцільна
0,5	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
0,6-2,0	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
2,1 – 4,0	конвекція	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
> 4,0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі.

Кількісні характеристики викиду СДОР для розрахунку масштабів зараження визначаються за його еквівалентними значеннями.

При розливі скраплених рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість $Q_{\text{з1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{з1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 0,4 = 0,0099 \text{ т} \quad (5.1)$$

де: $K_1 = 0,18$ - коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 5.2)

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (таблиця 5.2);

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

$K_7^1 = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (таблиця 5.2);

$Q_0 = 0,4$ – кількість розлитого при аварії хлору, т.

Таблиця 5.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °C	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
					K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°C)				
	- 40	- 20						0	20	40		
Хлор	0,0062	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	<u>0</u> 0,9	<u>0,3</u> 1	<u>0,6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,4</u> 1

Розрахунок площі розливу, тривалості вражаючої дії та еквівалентної кількості СДОР у вторинній хмарі:

Площа розливу S_p (м²) СДОР дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_o/\rho}{h}, \quad (5.2)$$

$$S_p = \frac{0,4/1,558}{0,05} = 5,1 \text{ м}^2$$

де: V_p – об'єм фосгену, що розлився, м³;

$\rho = 1,558$ - щільність хлору, т/м³ (таблиця 5.2);

$h = 0,05$ – товщина шару хлору (для характеру розливу – «вільно»), м.

Тривалість вражаючої дії СДОР визначається часом, що потрібний на його випаровування з площі розливу, і часом, протягом якого триває спад його концентрації до безпечного рівня після відходу хмари зараженого повітря від заданої точки.

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.):

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 K_4 K_7^{\text{II}}} + \frac{1}{K_M V_{\text{п}}}, \quad (5.3)$$

$$T = \frac{0,05 \cdot 1,558}{0,052 \cdot 2,67 \cdot 0,6} + \frac{1}{0,2 \cdot 35} = 1,077 \text{ год} = 64,62 \text{ хв.}$$

де: $K_2 = 0,052$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей

фосгену (таблиця 5.2);

$K_4 = 2,67$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 5.3);

$K_7^{\text{II}} = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 5.2);

$K_m = 0,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлору (таблиця 5.4);

$v_{\text{п}} = 35$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год (таблиця 5.5).

Таблиця 5.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру(u), м/с	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0

Таблиця 5.4 – 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
Рівнинний, поодинокі дерева	0,5	0,6	0,6
Рівнинний, густий ліс	0,3	0,4	0,4
Пагорби, поодинокі дерева	0,2	0,3	0,4
Пагорби, густий ліс	0,1	0,2	0,3
Передгір'я, поодинокі дерева	0,1	0,2	0,3
Передгір'я, густий ліс	0,1	0,1	0,1
Поодинокі будівлі	0,2	0,3	0,4
Міська (промислова) забудова	0,2	0,2	0,3
Територія порту	0,2	0,2	0,3

Таблиця 5.5 – Швидкість (км/год) перенесення v_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

Ступень вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру (u), м/с									
	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Конвекція	7	14	21	28						

Розраховуємо еквівалентну кількість хлору $Q_{\Sigma 2}$ (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{\Sigma 2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho}, \quad (5.4)$$

$$Q_{\Sigma 2} = (1 - 0,18) \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 2,67 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot \frac{0,4}{0,05 \cdot 1,558} = 0,13 \text{ т.}$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 5.2);

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (таблиця 5.2);

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

$K_6 = N^{0,8} = 1^{0,8} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від часу N , що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання $N = 1$ год.

Визначення глибини і площі зони зараження

Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмари СДОР при аваріях на технологічних ємностях, сховищах і транспорті визначаємо за допомогою Таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – 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 і 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
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31

Для $Q_{\Sigma 1} = 0,0099$ т та швидкості вітру $u = 6$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою: $\Gamma_1 = 0,15$ км

Для $Q_{\Sigma 2} = 0,13$ т та швидкості вітру $u = 6$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою: $\Gamma_2 = 0,9$ км.

Визначаємо повну глибину зони зараження Γ_{Σ} (км), що обумовлена дією первинної і вторинної хмари СДОР:

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'', \quad (5.5)$$

$$\Gamma_{\Sigma} = 0,15 + 0,5 \cdot 0,9 = 0,6 \text{ км},$$

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

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас Γ_{Π} (км):

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi}, \quad (5.6)$$

$$\Gamma_{\Pi} = 1 \cdot 35 = 35 \text{ км}$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 0,6 \text{ км.}$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_b (км²) хмарию СДОР:

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0, \quad (5.7)$$

$$S_b = 3,14 \cdot 0,6^2 \cdot 45^0 / 360^0 = 0, \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 0,6$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 45^0$ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 5.7).

Таблиця 5.7 – Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру(u), м/с	$\leq 0,5$	0,6 - 1	1,1 - 2	> 2
φ , град	360	180	90	45

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \quad (5.8)$$

$$S_f = 0,133 \cdot 0,6^2 \cdot 1^{0,2} = 0,047 \text{ км}^2,$$

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

Розрахунок глибин поширення хмари СДОР у вражаючих концентраціях при смертельному, важкому, середньому і легкому ураженні.

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^0$ (таблиця 5.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,6$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу хлору. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

У районі хімічного зараження виділяють зони смертельної концентрації, важкого, середнього і легкого ураження.

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_l (км):

$$\Gamma_l = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_l} \right)^{\Psi}, \quad (5.9)$$

$$\Gamma_l = 1,20 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,14}{6} \right)^{0,537} = 0,028 \text{ км}$$

де: $\lambda = 1,20$; $\Psi = 0,537$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (таблиця 5.8);

$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = 0,0099 + 0,13 = 0,14$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

$D_l = 6$ – летальна токсодоза для хлору, мг.хв/л.

Таблиця 5.8 – Коефіцієнти λ і ψ , що залежать від швидкості вітру

Коефіцієнти	Швидкість вітру(u), м/с							
	1 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

Розраховуємо глибину зони важких уражень $\Gamma_{0,4l}$ (км):

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,4l}} \right)^{\Psi}, \quad (5.10)$$

$$\Gamma_{0,4l} = 1,20 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,14}{2,4} \right)^{0,537} = 0,052 \text{ км}$$

де: $D_{0,4l} = 0,4 \cdot D_l = 0,4 \cdot 6 = 2,4$ - значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0,2l}$ (км):

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_{0,2l}} \right)^{\Psi}, \quad (5.11)$$

$$\Gamma_{0,2l} = 1,20 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,14}{1,2} \right)^{0,537} = 0,07 \text{ км}$$

де: $D_{0,2l} = 0,2 \cdot D_l = 0,2 \cdot 6 = 1,2$ - значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,32$ км.

Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту (до надбудови судна).

Час підходу хмари СДОР до заданого об'єкту t (год.) залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t = \frac{x}{K_M \cdot V_{\Pi}}, \quad (5.12)$$

$$t = \frac{0,3}{0,2 \cdot 35} = 0,043 \text{ год} \approx 3 \text{ хв}$$

де: x – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту, км.

Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат:

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті зісковзування і падіння зруйнувався бочка-контейнер з хлором на території контейнерного терміналу показала, що хмара зараженого повітря досягне межі житлової надбудови судна, через 64,5 хв. В результаті утворення хмари зараженого повітря при розливі хлору приміщення надбудови судна, де може укритися екіпаж судна, не потрапляють в зону легких уражень, що у свою чергу не є загрозою для життя моряків.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови час дії вражаючих концентрацій хмари буде не значним - 3 хв. Сила вітру (6 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині - до 0,32 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;

- 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.);
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- судно повинно скоріше покинути зону зараження.

5 БЕЗПЕКА ТА ВИЖИВАННЯ НА МОРІ

5.1 Особливості боротьби за живучість судна типу балкер.

Балкер - спеціалізоване судно, призначене для перевезення масових вантажів (руди, добрив, зерна та ін.) навалом. Для балкерів характерні: надмірне остювання, підвищена загальна довжина та місцева міцність, велика кількість відсіків при їх невеликому, відносно всього судна, об'ємі.[19]

Від проникнення води всередину, корпуси балкерів захищені подвійними бортами, а від поширення води по судну значно більшою кількістю водонепрохідних перегородок, чим універсальне судно. Однак у разі серйозного зіткнення обидва контури (зовнішній та внутрішній) обшивки можуть виявитися пошкодженими і тоді вода проникне у трюми. Якщо трюми пусті, то використання потужних систем осушення може істотно полегшити або навіть врятувати положення. Якщо ж трюм завантажений навалювальним вантажем, то використання осушувальної системи може стати проблематичним, оскільки вона може забитися суспензією з дрібних фракцій вантажу з водою та вивести з ладу насоси. Однак на сучасних балкерах технологія передбачає завантаження трюму повністю. Тому коефіцієнт проникливості дуже малий і проникнення води у масу вантажу серйозної небезпеки не становить (але тільки у цьому випадку). На балкерах старої споруди, коли план завантаження передбачає рівномірний розподіл вантажу по

довжині судна, проникнення води у трюми з вантажем спричиняє його розрідження, утворення вільної поверхні і, як наслідок, появу великих моментів, що кренять, значення яких можуть перевищувати ті, що перекидають. Треба прийняти до уваги, що у цьому випадку переміщується не тільки вода, але й вантаж, що і вирішує долю судна. І якщо вплив вільної поверхні рідини піддається обліку, то визначити кількість і поведінку розрідженого змішаного вантажу можна тільки приблизно.

У тому випадку, коли внутрішній контур борту не пошкоджений та не має водотічності, закладення пробоїни у зовнішньому контурі малоефективне і недоцільне. Необхідно добратися до порту приписки та закласти пробоїну заводськими засобами.

Враховуючи велику довжину балкера та величезну кількість розміщених на ньому вантажів, при порушенні встановленої технології вантажних операцій можуть виникнути позамежні напруження у корпусі і, як наслідок цього, тріщина. Якщо на судні немає системи автоматичного контролю, потрібно мати розрахунки на самі несприятливі варіанти з тим, щоб не допускати їх у практиці експлуатації.

Джерелом небезпеки на балкері може бути загазованість вантажних приміщень. У танках це пари нафтопродуктів, у трюмах -гази, що виділяються з вантажів, які спричиняють утворення вибухонебезпечних сумішей. Це треба враховувати при проведенні робіт з відкритим вогнем і при відрядженні людей у трюм. Навіть зерно, зібране в одному місці у великій масі, небезпечне тим, що внаслідок його " дихання " у трюмі утвориться атмосфера вуглекислого газу, який можна вивести тільки інтенсивною примусовою вентиляцією

5.2 Правила техніки безпеки при роботах на висоті і за бортом.

Всі суднові роботи, що виконуються на відстані 1,3 м і більше від палуби, настилу, поверхні води і т.п., відносяться до робіт на висоті. Виробництво цих робіт організовують старший механік і старший помічник капітана кожен по своєму завідуванню.

Ці роботи можуть виконати тільки члени екіпажу, які мають кваліфікацію не нижче першого класу. Інші члени екіпажу допускаються до таких робіт після перебування на судах протягом одного року і тільки в супроводі і під наглядом особи, яка має досвід самостійної роботи на висоті. Члени екіпажу служб побуту, пасажирської, медико-санітарної до робіт на висоті не допускаються. Заборотні роботи допустимі тільки на стоянці судна (за винятком аварійних випадків) із застосуванням запобіжних заходів. Під час ходу судна роботи на висоті дозволяються при умови прийняття запобіжних заходів залежно від конкретних умов плавання.

Перед початком робіт необхідно перевірити міцність і надійність застосовуваних технічних засобів. Для проведення робіт на висоті і за бортом призначається спостерігач за працюючими для надання негайної допомоги у разі необхідності. Про початок робіт на щоглах і в місцях, що знаходяться в безпосередній близькості від радіоантен та тифону необхідно поставити до відома начальника суднової радіостанції та вахтового помічника. Вони повинні припинити роботу рації, тифону і радіолокатора і вивісити на пусках заборонні плакати з написом «НЕ ВКЛЮЧАТИ! ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ».

Роботи за бортом дозволяється виконувати тільки на альтанці або в люльці. Заборонено спускати, піднімати або переміщати заборотну підвіску або люльку, якщо в них знаходяться люди.

Спуск і підйом людей повинні проводитися під наглядом керівника робіт. При необхідності перешвартовки плоту або робочої шлюпки спостерігач повинен оповістити про це керівника робіт, який організовує перешвартовку, а також буде стежити за кріпленням швартовів на борт судна. Перешвартування плоту або робочої шлюпки за відсутності на них людей може проводитися із застосуванням підйомних коштів, з людьми тільки вручну, при цьому люди, що знаходяться на плоту або в робочій шлюпці, повинні сидіти на настилі плоту або на банках робочої шлюпки.

Працюючим на плоту або на робочій шлюпці забороняється самостійно

виконувати перешвартовку, а також знімати леєрну огорожу плоту.

Під час виконання робіт на висоті застосовуються наступні засоби індивідуального захисту: при верхолазних роботах - захисні каски; запобіжний пояс зі страхувальним канатом; робочий рятувальний жилет (якщо не виключена можливість падіння за борт); за бортом на альтанках і в колисках - захисні каски; запобіжний пояс зі страхувальним канатом; робочий рятувальний жилет; за бортом на робочих шлюпках і плотях: захисні каски, робочий рятувальний жилет.

Після підйому на висоту працюючий повинен закріпитися страхувальним канатом за міцні суднові конструкції. Запобіжні пояси, робочі рятувальні жилети, каски та ін. повинні вдягатися до початку роботи і зніматися після її закінчення (спуску з висоти на палубу, підйому з плоту або шлюпки на палубу і т.п.).

Забороняється проводити одночасну роботу на висоті двох і більше осіб, що знаходяться один над одним, якщо між ними немає суцільного настилу.

Інструменти для працюючих повинні подаватися і спускатися в сумках. Окремі інструменти (пневматичний ручний інструмент і тощо) слід подавати (спускати) за допомогою ліня. Дрібні інструменти повинні бути закріплені штертами за запобіжний пояс працюючого. Розкладати незакріплені інструменти на робочому місці або залишати інструмент не дозволяється.

На судні біля місця проведення забортних робіт повинен бути рятувальний круг з кидальний кінцем довжиною не менше 28 м.

При провадженні забортних робіт забороняється повертання гвинта. На пульті управління головним двигуном і валоповоротного пристрою повинна бути вивішена табличка з написом: "НЕ ВКЛЮЧАТИ! ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ".

5.3 Протипожежний захист судна

Теорія горіння. Види горіння. Пожежний трикутник, тетраedr.

Горінням називається фізико-хімічний процес, що супроводжується виділенням теплоти і випромінюванням світла. Сутність горіння полягає в

швидко протікаючому процесі окислення хімічних елементів горючої речовини з киснем повітря.[20]

Під час реакції горіння відбувається з'єднання атомів різних елементів з утворенням нових речовин. Основними продуктами горіння є:

Окис вуглецю CO - безбарвний газ без запаху, що володіє високою токсичністю, зміст якого в повітрі більше 1 % небезпечний для життя людини;

Вуглекислий газ CO_2 - відноситься до інертних газів, але при вмісті в повітрі 8-10% людина втрачає свідомість і може загинути від задухи;

Пари води H_2O -додають димовим газам біле забарвлення;

Сажа і попіл, що додають димовим газам чорне забарвлення.

Залежно від швидкості реакції окислення розрізняють:

Тління - повільне горіння, викликане нестачею кисню в повітрі (менше 10%) або особливими властивостями горючої речовини; при тлінні світлове і теплове випромінювання незначні;

Горіння - супроводжується яскраво вираженим полум'ям і значним тепловим і світловим випромінюванням; за кольором полум'я можна визначити температуру в зоні горіння; при полум'яному горінні речовини вміст кисню в повітрі має бути не нижче 16-18 %;[20]

Типи займистих речовин визначаються як візуально, так і за кольором і запахом диму. В'язкі солодкуваті і гіркуваті запахи, синій, білий, жовтий та інші кольори диму свідчать про присутність в зоні горіння отруйних речовин.

У процесі горіння як окислювач може бути не тільки кисень, але й інші елементи. Наприклад, мідь горить в парах сірки, залізна тирса - в хлорі, карбід лужних металів - в двоокису вуглецю і т.д.

Вибух - миттєва реакція окислення з виділенням величезної кількості теплоти і світла; утворюються при цьому гази, які утворились при цьому, швидко розширюючись, створюють сферичну ударну хвилю, що рухається з великою швидкістю.

Для процесу горіння необхідні відповідні умови: горюча речовина, що здатна

самостійно горіти після видалення джерела займання. Повітря (кисень), а також джерело займання, що повинно мати певну температуру і достатній запас теплоти. Якщо одна з цих умов відсутня, процесу горіння не буде. Так званий пожежний трикутник (кисень повітря, теплота, горюча речовина) можуть дати найпростіше уявлення про три фактори пожежі, необхідних для існування пожежі. Символічний пожежний трикутник, наочно ілюструє це положення і дає уявлення про важливі фактори, необхідні для запобігання і гасіння пожеж:

якщо одна із сторін трикутника відсутня, пожежа не може початися;

якщо одну зі сторін трикутника виключити, пожежа згасне.

Однак пожежний трикутник - найпростіше уявлення про три фактори, необхідних для існування пожежі, - цей спосіб не достатньо пояснює природу пожежі. Зокрема, вона не включає ланцюгову реакцію, що виникає між горючою речовиною, киснем і виділеним теплом.[20]

Якщо ланцюгова реакція буде перервана, тоді в результаті поступового зменшення утворення парів і виділення теплоти пожежа також буде погашена. Разом з тим, при тлінні або можливному вторинному займанні необхідно забезпечувати подальше охолодження.

Пожежний тетраedr - більш наочна ілюстрація процесу згоряння (тетраedr - це багатогранник з чотирма трикутними гранями). Він дуже корисний для розуміння процесу згоряння, так як на ньому є місце для ланцюгової реакції і кожна грань стосується трьох інших.[20]

5.4 Охорона навколишнього середовища

Вимоги до судових інсинераторів

На кожному судні повинні бути передбачені пристрої для збирання і зберігання сміття. Залежно від таких факторів, як тип судна, район плавання, чисельність екіпажу тощо, судна можуть обладнуватися інсинераторами і пристроями для обробки сміття.

Інсинератор - означає суднове засіб для спалювання твердих відходів, приблизно відповідних за складом побутовим і рідких відходів, що утворюються в результаті експлуатації судна, наприклад побутових відходів, пов'язаних з вантажем відходів, відходів технічного обслуговування, експлуатаційних відходів, залишків вантажу, рибальських снастей і т.д.[21]

Експлуатаційні вимоги до судових інсинераторів:

[21]

- 1.Максимальна температура отвори для випуску топкових газів з камери згоряння-1200 ° С
- 2.Мінімальна температура отвори для випуску топкових газів з камери згоряння-850 ° С
- 3.Температура попереднього нагрівання камери згоряння-650 ° С
- 4.Вимоги попереднього нагрівання до інсинератор з дозованим завантаженням не пред'являються. Однак інсинератор повинен бути спроектований таким чином, щоб температура в фактичному просторі згоряння досягала 600 ° С протягом 5 хвилин після пуску.
- 5.Попередня продування до запалювання: щонайменше 4 заміни повітря в камері (ах) та димарі, але не менше 15 секунд.
- 6.Час між повторними пусками: щонайменше 4 заміни повітря в камері (ах) та димарі, але не менше 15 секунд.
- 7.Подальша продування після відключення подачі рідкого палива: не менше 15 секунд після закриття паливного клапана.
- 8.Вихлопні гази з інсинератора: мінімум 6% O₂ (в потоці сухого газу).
9. Зовнішня поверхня камери (камер) згоряння повинна бути екранована від контакту таким чином, щоб люди в нормальних робочих умов не піддавалися екстремального впливу тепла (на 20 ° С вище температури навколишнього середовища) або безпосереднього впливу температури поверхні, що перевищує 60 ° С. Прикладами альтернативних варіантів забезпечення цієї вимоги є подвійний кожух з повітряним потоком між стінками або розширений металевий кожух.

10. Системи інсинератор повинні експлуатуватися зі зниженим (негативним) тиском в камері згоряння так, щоб в навколишній простір не просочувалися газ або дим.

11. На блоці інсинератора в помітному місці повинні бути прикріплені таблиці, що містять попередження проти несанкціонованого відкриття дверей камери (камер) згоряння під час експлуатації і проти перевантаження інсинератора сміттям.

12. На блоці інсинератора в помітному місці повинна бути прикріплена (пластинками) з інструкціями, в яких чітко зазначено наступне:

13. Очищення камери (камер) згоряння від золи та шлаку, а також очищення отворів для повітря, що надходить в зону горіння, до пуску інсинератора (у відповідних випадках).

14. Порядок дій та інструкції по експлуатації. У них повинні бути вказані належний порядок пуску, нормального відключення, аварійного відключення, а також завантаження сміття (у відповідних випадках).

15. Щоб уникнути скупчення діоксинів топкові газу повинні піддаватися швидкого охолодження до максимальної температури 350 ° С не далі, ніж в 2,5 метрах від виходу топкових газів з камери згоряння.

Основні вимоги стосовно приладів керування інсинератором:

[21]

1. Повинна бути можливість відключення всього блоку від всіх джерел електроенергії за допомогою одного роз'єднувача, розташованого поблизу інсинератора.

2. Із зовнішнього боку камери повинен розташовуватися аварійний вимикач, повністю відключає подачу електроенергії на обладнання. Аварійний вимикач повинен також повністю припиняти подачу електроенергії на паливні насоси. Якщо інсинератор обладнаний вентилятором топкових газів, повинна бути передбачена можливість повторного пуску цього вентилятора незалежно від іншого обладнання інсинератора.

3. Прилади управління повинні бути спроектовані таким чином, щоб в

результаті будь-якої несправності нижчезазначених обладнання припинялася подальша експлуатація і відключалася подача палива.

4.Подача палива:на топливопроводі до кожної форсунки повинні бути передбачені два соленоїдних вентиля з послідовним з'єднанням для регулювання подачі палива. На установках з декількома форсунками цю вимогу задовольняти вентиль на головному топливопроводі і вентиль на кожній форсунці. Вентилі повинні мати паралельне електричне з'єднання, з тим щоб обидва з них працювали одночасно.

5.Сигналізатори: повинно бути передбачено отвір для звукового сигналізатора, що підключається до системи місцевої або центральної сигналізації. У разі несправності візуальний індикатор повинен вказувати на її причину. Візуальні індикатори повинні бути спроектовані таким чином, щоб був потрібний повернення в початкове положення вручну, якщо проблема пов'язана з запобіжним відключенням.

6.Після відключення паливної форсунки необхідно дати можливість вогневій коробці досить охолотитися. (Наприклад, для досягнення цієї мети витяжний вентилятор або ежектор можуть бути запроектовані на постійний режим роботи. Це не застосовується в разі аварійного ручного вимикає пристрої.)

Висновки

В результаті виконання дипломної роботи на основі детальної інформації та діючих схем з судна були внесені раціональні зміни які підвищили використання енергії та збільшили надійність електричних систем в цілому.

Як приклад підвищення надійності ГРЩ виконано за допомогою додавання роз'єднувальних автоматів. В судовій схемі ГРЩ розділені ліва частина з двома дизель-генераторами та праву частину з одним дизель-генератором, що не давало змогу подати напругу на протилежну частину ГРЩ в випадку виникнення на ній неполадки. Після внесення раціональних змін ГРЩ дає змогу виконувати будь які комбінації підключення споживачів та генераторів за допомогою автоматичних вимикачів.

Отримав навички:

- 1.Розрахунку судових механізмів з електроприводом;
- 2.Розрахунку судової електростанції та розміщення електроспоживачів, вибір комутаційно-захисної апаратури;
- 3.В виборі систем збудження та основні принципи їх роботи;
- 4.Розробки систем управління механізмів та складення алгоритмів;

Які будуть необхідні в подальшому розв'язанні практичних задач які можуть виникнути в ході робочої діяльності.

Розрахунок електростанції виконувався табличним методом який являється більш точним на відміну від аналітичного. Невід'ємною частиною розрахунку електростанції є вибір системи збудження, яка була взята з судової документації Nishishiba та детально розглянута. Т електричних системах все автоматизоване то об'єктом автоматизації в цій роботі став дизель генератора.Також у відповідності з судовою документацією було розглянемо систему освітлення.

Розроблено комп'ютерну мережу судна та систему управління водо опріснювальної установки, крім розробки створено алгоритм для її автоматизації, що забезпечить оптимальне використання її на судні.

У відповідності з судовою документацією в дипломній роботі приведено перелік основних систем навігаційного комплексу, що забезпечує безпечне мореплавання та зв'язок.

Перелік джерел

- 1.Довідник суднового електротехніка. Під редакцією Китаєнко.-
Л: Суднобудування, 1980. 520 стор.
- 2.Богословський. Суднові електроприводи. У двох томах.- Л.:
Суднобудування, 1983. 730 стор.
- 3.Міхайлов В.А. Автоматизовані електротехнічні системи суден.- Л.:
Суднобудування, 1977. 508 стор.
- 4.Піпченко А.Н. Розрахунок суднових електроенергетичних систем.- М.:
Мортехінформреклама, 1988. 39 стор.
- 5.Самонов Ф.А. Автоматизовані електроприводи і системи управління курсом
судна. Одеса: Моряк, 1989. 39 стор.
- 6.Власенко А.А. Суднова електроавтоматика. М.: Транспорт, 1983. 368 стор.
- 7.Мезін Е.К. Суднові електричні машини.Л.: Суднобудування, 1985. 320 стор.
- 8.Васильєв В.Н., Горін А.А. Довідник суднового механіка по стернових
приводах. Одеса: Моряк, 1982. 200 стор.
- 9.Мордовченко Д.Н. Технічна експлуатація автостернових.
М.: Транспорт, 1989. 128 стор.
- 10.Правила технічної експлуатації суднових технічних засобів.
Розд.: 31.21.30.83. М.: Мортехінформреклама, 1984. 388 стор.
- 11.Правила класифікації та будівництво морських суден. /Регистр СРСР. Т.2.
М.:Транспорт, 1985. 520 стор.
- 12.Міжнародна конвенція про підготовку та дипломуванню моряків і несінню
вахти ПДНВ 78/95.
- 13.Правила техніки безпеки на суднах морського флоту.
М.: Транспорт, 1985.
- 14.Конопелько Г.И. Охорона життя на морі. М.: Транспорт, 1990.
- 15.Іванов Б.Н. «Охорона праці на морському транспорті» М.: Транспорт 1989
- 16.Іванов Б.Н. Колегаєв М.А. Касилов Ю.І. Іванов А.І. «Основи охорони праці на
морському транспорті» вид. Компас Одеса 2003

17. Колегаев М.А. Иванов Б.Н. Басанец Н.Г. «Безопасность жизнедеятельности и выживание на море» вид. КП ОМД 2007
18. Яковлев М.С. Судовые электроэнергетические системы. – Л.: Судостроение, 1987. – 269 с
19. Топалов В. П., Торский В. Г., Березовский П. Е-Обеспечение безопасной эксплуатации балкеров.
20. ТАРАХНО О.В., ЖЕРНОКЛЮВ К.В., ТРЕГУБОВ Д.Г.-ТЕОРІЯ РОЗВИТКУ ТА ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ
21. Резолюція МЕРС.76(40)- СТАНДАРТНІ ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СУДОВИХ СМІТТЄСПАЛЮВАЧІВ