

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

ЗАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АВТОМАТИКИ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ

Кафедра електрообладнання і автоматики суден

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

на тему

**Електрообладнання, електронна апаратура і системи
управління пасажирського судна водотоннажністю
180500 тон**

Виконав: студент 5 курсу,
спеціальності

271 – Річковий та морський транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Спеціалізація: «Експлуатація судового
електрообладнання і засобів автоматики»

Курганський Ю.В.

(підпис, прізвище та ініціали)

допущений до захисту

14.06.2021

(дата малого захисту)

Завідуючий кафедрою

І.М. Гвоздево

(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник

доц. Михайленко В.С.

(підпис, прізвище та ініціали)

Нормоконтролер Михайленко В.С.

(підпис, прізвище та ініціали)

Рецензент

А.І. Шестак

(підпис, прізвище та ініціали)

Одеса - 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально – науковий інститут автоматики та електромеханіки
Спеціалізація: Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики

Кафедра електрообладнання і автоматики суден

Затверджую

Зав. кафедрою

„5” „04” 2021 р.

ЗАВДАННЯ ПО ДИПЛОМНОЇ РОБОТІ КУРСАНТА

Курганського Ю.В.

(прізвище, і'мя, по батькові)

1.Тема роботи: Електрообладнання, електронна апаратура і системи управління пасажирського судна водотоннажністю 180500 тон

затверджена наказом по академії від „03” „06” 2021 р.
№ 750

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи 5.06.21

3. Вихідні дані до роботи : Методичні вказівки до виконання дипломної роботи бакалавра для курсантів денної та заочної форми навчання; суднова технічна документація; довідкова література; реєстр судоплавства

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці): Загальні відомості про судно (корпус, рушій, вантажні приміщення); загальні відомості про головну та допоміжну енергетичні установки (двигуни, котли, допоміжні механізми, суднові системи. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна одного з основних суднових

електроприводів (за завданням). Розрахунок і вибір числа, потужності, і типу електродвигунів агрегатів основної та аварійної електростанції. 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;

5. Перелік графічного матеріалу (з точними вказівками обов'язкових креслень):

5.1 Принципова електрична схема силової частини електроприводу насоса.

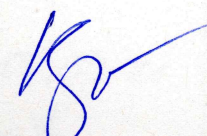
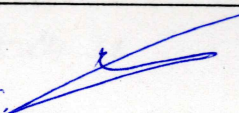
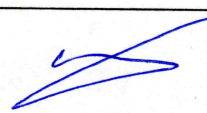
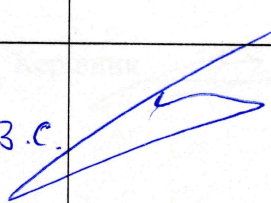
5.2 Однолінійна схема ГРЩ і АРЩ

5.3 Принципова електрична схема системи збудження

5.4 Граф-схема алгоритму функціонування СДГ

5.5 Структурна схема системи управління технічним об'єктом

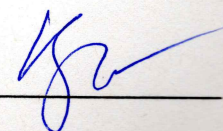
Консультанти по роботі, з вказівками розділів роботи, що до них відносяться

Розділ	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІКАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ СПЕЦИФІЧНОСТІ СИСТЕМ	доц. Михайленко В.С.		
РАХУНОК ЕНЕРГІЇ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	доц. Михайленко В.С.		
РАХУНОК ЕНЕРГІЇ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ	доц. Михайленко В.С.		
АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПЕРІОДІВ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ	доц. Михайленко В.С.		
ПІТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ та ОХОРОНА ПРАЦІ			

Дата видачі завдання 5.04.21р

Відомості

Завдання прийняв до виконання



КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	5.04.21	15.04.21 внк
2	РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	15.04.21	25.04.21 внк.
3	РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	25.04.21	28.04.21 внк
4	АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	29.04.21	20.05.21 внк.
5	ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ та ОХОРОНА ПРАЦІ	20.05.21	5.06.21

Студент-дипломник

Керівник

РЕФЕРАТ

Дипломна робота бакалавра: сторінок - 97 , схем - 25 , креслень - 5,
таблиць - 16

У дипломній роботі наведено опис круїзного пасажіського судна водотоннажністю 180500 тон, його силової установки, допоміжних механізмів і систем. Зроблено вибір електрообладнання, розрахована потужність, вибран електродвигун суднового паливного насоса який перекачує мазут і система керування двигуном, зроблено вибір генераторних автоматів, виконаний аналіз принципової схеми автоматизації суднової електроенергетичної системи.

Розроблені однолінійна схема ГРЩ і схема системи самозбудження генераторів. Зроблено опис системи розподілу електроенергії по судну.

Приведено розрахунок суднової електроенергетичної системи. Розраховано потужність і вибрано число агрегатів суднової електростанції.

Виконано опис системи комп'ютерного моніторинга параметрів об'єктів СЕЕС. Розглянуті охорони праці та охорони навколишнього середовища, а також міжнародні конвенції.

СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОПРІВОД, СУДНОВА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ,
ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ

ANNOTATION

Volume: pages - 97, Components - 25, drawings - 5, tables - 16 .

In the thesis the description of the cruise passenger ship with a tonnage of 180,500 tons, its power plant, auxiliary mechanisms and systems is given. The choice of electrical equipment is made, the calculated power, the electric motor of the ship's fuel pump which pumps fuel oil and the engine control system is chosen, the choice of generating automatic machines is made, the analysis of the basic scheme of automation of the ship's electric power system is made.

The one-line scheme of MSB and the scheme of system of self-excitation of generators are developed. The description of the system of distribution of the electric power on the vessel is made.

The calculation of the ship's electric power system is given. The capacity is calculated and the number of units of the ship's power plant is selected.

The description of the system of computer monitoring of parameters of SPS objects is made. Occupational safety and environmental protection, as well as international conventions are considered.

SHIP ELECTRIC MOTOR, SHIP POWER PLANT, INTEGRATION OF THE
CONTROL SYSTEM, CONTROL ALGORITHM

ЗМІСТ

ВСТУП

1. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ

РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА

2.1 Розрахунок та вибір електродвигуна

2.2 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури

2.3 Вибір кабелю

2.4. Інструкція з експлуатації ЕД

3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)

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

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

3.3. Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів

Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги

3.4. Розрахунок провалу напруги при пуску найбільш потужного споживача електроенергії. Вибір системи збудження синхронних генераторів

3.5. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка граф- схеми АСУ пуску ДГ .

3.6 Загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення, суднові сигнально-відмітні вогні, низьковольтне освітлення.

4. АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

4.1. Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі інформаційних і управляючих систем

4.2. Автоматизація системи ДАУ СГД

4.3. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судном

4.4. Технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіонавігаційних пристроїв

5. ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ ВИСНОВКИ

Список використаної літератури

Додатки

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АВ - Автоматичний вимикач.

АДГ - Аварійний дизель - генератор.

АКБ - Акумуляторні батареї.

ГА - Генераторні агрегати.

ГСА - Граф схема алгоритму.

ГРЩ - Головний розподільний щит.

ДАУ - Дистанційне автоматичне управління.

ДГ - Дизель - генератор.

КЗ - Коротке замикання.

ПТЕ - Правила технічної експлуатації.

ВСТУП

Великі можливості сучасної техніки автоматизації зумовлюють широкі перспективи її застосування на транспортному флоті. Морські теплоходи за рівнем автоматизації управління і контролю за роботою енергетичного обладнання можуть бути умовно розділені на наступні групи: суду, на яких управління і контроль за роботою енергетичного обладнання здійснюють цілодобово, дистанційно, вахтою з центрального поста керування (ЦПУ), що знаходиться в межах машинного відділення. Пост добре звукоізований і обладнаний системою кондиціонування повітря. До таких судам належить близько 15% загального числа автоматизованих судів, і цей відсоток весь час зменшується;

Кораблі на яких управління і контроль за роботою енергетичного обладнання здійснюється дистанційно з рульової рубки або, при необхідності, з ЦПУ, де цілодобово несеться вахта, веде спостереження за роботою механізмів. Вахтові періодично обходять і оглядають їх, включаючи і зупиняючи рідко використовувані механізми. До таких кораблів належить більше 60% всіх автоматизованих кораблів.

Наступною формою розвитку автоматизації судів є перехід на повне безвахтенне обслуговування енергетичної установки, включаючи механізми та системи. В даному випадку механік є в машинне відділення за викликом сигналізації для усунення ненормальностей у роботі механізмів. Профілактикою та ремонтом устаткування займається відповідний персонал в денний час. На сучасних кораблях автоматизація підійшла вже до наступного етапу свого розвитку—застосування ЕОМ для комплексного управління судном, включаючи управління судновим енергетичним обладнанням та контроль за його роботою при оптимізації всіх процесів. Таким чином, основним елементом сучасної автоматизації судів є централізація управління обладнанням машинного відділення і контролю за його роботою.

1. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА, ГОЛОВНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ, ДОПОМІЖНИХ МЕХАНІЗМІВ І СИСТЕМ

1.1 Призначення та основні конструктивні особливості судна



Рисунок 1. – Круизное судно «Norwegian Epic»

1.1. Загальні характеристики:

- тип: круїзне судно «Norwegian Epic» (IMO: **9410569**, MMSI номер: **311018500**) - Passenger (Cruise) Ship. Флаг: **Bahamas [BS]**
- довжина найбільша: $L_{\text{нб}} = 329$ м;
- ширина: $B = 41$ м;
- висота судна – 70 м
- швидкість у повному вантажу: $V=24$ вузла;
- район плавання: Карибський басейн ;

1.2. Головними двигунами на судні встановлено 2 потужністю : 24 МВт.
Виробник: Converteam
Тип: Індукційний

Модель: N3 НХС 330-195 / 12

Номінальна: 24 000 кВт

Напруга 6600 В

Струм: 2,467А

Швидкість: 130 - 138 об / хв

Частота: 13,13 Гц

Підключення: Зірка

Коефіцієнт потужності: 0,88

Рейтинг ІР: ІР44 / 55

Ізоляція: клас F

Охолодження: 8А6W7

1.3. Електростанція

Рід струму: змінний.

Напруга силової мережі: 11кВ, 690 В, 440 В.

Напруга мережі освітлення: 220 В.

Тип приводних двигунів, генераторних агрегатів: дизель.

Кількість генераторів Hyundai: 6, напругой 11000 В, частотой 60 Гц

Потужність основних СДГ: 15200 кВт

Тип АС, 3-х фазні

Два аварійних дизель генераторів потужністю 2080 кВт .

1.4. Паровий комбінований котел

Котли

Виробник: Mitsubishi

Модель: MB 26

Продуктивність: 26000 кг / год при 10 бар

Кількість: 2

1.5 Система автоматизації (MAS)

Виробник: Kongsberg Maritime AS

Тип: K-Chief 700

1.6 Рульова машина

Поворотний лопатевої привід керма

Виробник: Rolls-Royce

Кількість комплектів: 2

Модель: Frydenbo RV 2600-3

Тип: Електрогідравлічна поворотна лопать

Робочий крутний момент: 3316кНм

Робочий тиск масла: 82,8 бар

Час маневрування 28 секунд при одному працюючому насосному агрегаті (30 ° - 0-35 °): 14 секунд при двох працюючих насосних агрегатах

Ємності масляного бака:

Привід керма 650 літрів

Насосні агрегати 2 x 1000 літрів

Резервуар для зберігання масла 1850 л

електродвигун

Виробник: ABB

Тип: M3AA 250SMB-4

Номінальна потужність двигуна: 99 кВт; 440В; 60Гц; 1750 об / хв

1.7 Стабілізатори для зменшення крену

Виробник: Rolls-Royce Power Engineering plc

Тип: Електро-гідравлічний складаний плавник

Модель: Нептун Мк 2

Головний гідравлічний насос: шестерінчастий, подвійний спіральний

Двигун головного насоса: 44 кВт; 440В; 60Гц; 1,775 об / хв

Аварійний насос: Тип редуктора

Мотор аварійного насоса: 8,6 кВт, 440 В, 60 Гц, 1750 об / хв.

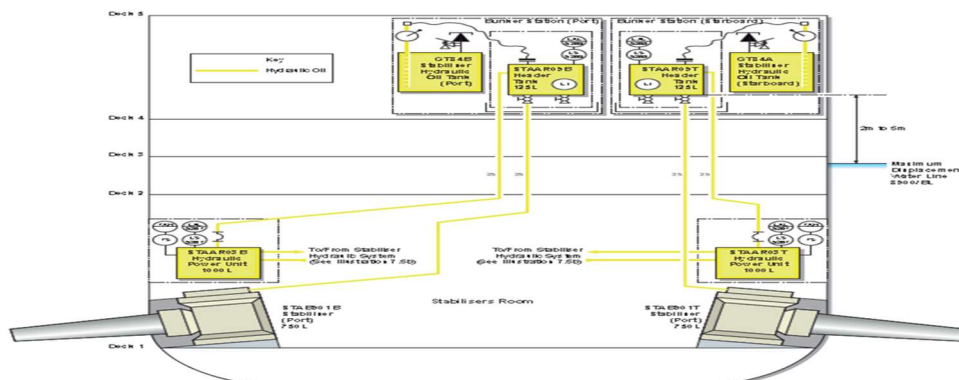


Рисунок 1.2 – Система стабілізації крену

1.8. Навігаційна система GPS

Супутникова система навігації – GPS. Дозволяє в будь-якому місці Землі (включно приполярні області), майже за будь якої погоди визначити місце розташування та швидкість судна.

1.9. Аварійне обладнання

Виробник: Hundai

Модель: НС

Тип: 690 В АС, 60 Гц, 3 фази, Бесщеточний, синхронний

Номинальна потужність: 2178 кВа

Номинальний струм:

Максимальне навантаження: 2080 кВт

Швидкість: 1800 об / хв

Аварійний пожежний насос: 90 м³/год- 6 шт.

1.10 Підрулюючий пристрій (два на носу і один на корме судна)

<i>Bow Thruster</i>	
Марка	KAWASAKI
Тип	КТ – 120B Controllable Pitch type with motor .
Діаметр винта	1800 mm
Вих потужність	2000 кВт
Кількість	чотири (2 - носових, 2 - кормових)

1.11 Клас автоматизації – AUT 1

1.12 Рятувальні шлюпки і транспортно-рятувальні шлюпки (tenderboats)

рятувальні шлюпки

Виробник: Fr. Fassmer GmbH and Co. KG

Модель: SEL 12.5

Кількість: 12

Місткість: 293 людини

Розміри (ДхШхВ): 12,50 x 5,22 x 4,10 м

Вага: 12 000 кг в повній комплектації, загальна вантажопідйомність 33 300 кг

Двигун: Nanni 4.38

Рульове управління: рульове управління з гідравлічним приводом

Транспортно-рятувальні шлюпки

Виробник: Fr. Fassmer GmbH and Co. KG

Модель: SEL-T 15,5

Кількість човнів: 8

Місткість: 267 (як тендер), 293 (як рятувальна шлюпка)

Розміри (Д х Ш х В): 15,5 х 5,22 х 2,35 м

Вага: 23 200 кг в повній комплектації, 43 225 кг в повній комплектації

Двигун: Sabb NEF 330

Рульове управління: рульове управління з гідравлічним приводом

Рятувальні катери

Виробник: Фассмер

Модель: FRR 6.5 ID-SF

Тип: Дизельний реактивний швидкохідний катер

Місткість: 6 осіб (максимальна лебідка)

Розміри (ДхШхВ): 6,46 х 2,60 х 2,72 м

Кількість: 2

Вага: 1850 кг в повній комплектації, 2290 кг в повній комплектації

Двигун: BUKH-STEYR 144

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА

2.1. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна насоса перекачування мазуту у цистерни.

Для перекачування палива на судні передбачають не менше двох паливоперекачиваючих насосів (один повинен мати ручний привід з такою продуктивністю, щоб тривалість заповнення цистерни найбільшого обсягу становила не більше 1 год). Система живлення головних суднових дизелів складається з трьох основних підсистем: підготовки дизельного палива, підготовки моторного палива і подачі палива до двох головних дизелів.

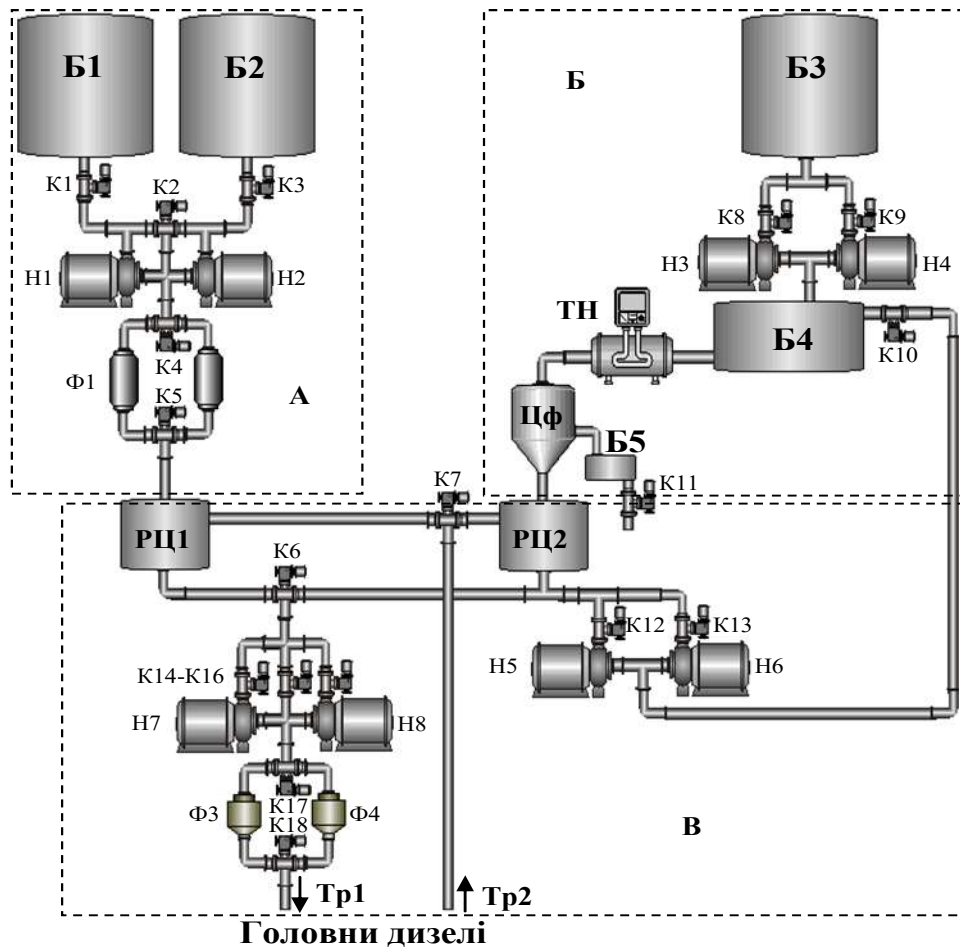


Рисунок - 2.1 Схема системи живлення головних суднових дизелів

Опіс схеми: підсистема підготовки дизельного палива А включає у свій склад баки зберігання палива лівого і правого бортів, насоси, трубопроводи і клапани, за допомогою яких здійснюється перекачування палива, як між баками зберігання, так і з баків у видаткову цистерну для підтримки необхідного рівня. При перекачування палива у видаткову цистерну здійснюється його попередня очистка фільтра грубої очистки. Підсистема має два фільтра (основний і резервний), з допомогою триходових клапанів здійснюється перемикання робочого фільтра в залежності від їх стану. Підсистема підготовки моторного палива Б складається з основного бака зберігання моторного палива, проміжного бака, проточного нагрівача, центрифуги, витратної цистерни моторного палива, а також насосів, трубопроводів і клапанів, що забезпечують перекачування палива. З основного бака зберігання моторного палива, звідки з допомогою насосів паливо подається в проміжний бак, де відстоюється, при цьому мінімальний рівень палива в баку повинен забезпечувати роботу дизеля протягом восьми годин. Далі з проміжного бака паливо проходить через проточний нагрівач, очищається в центрифугі і подається у видаткову цистерну моторного палива. Якщо робота головних дизелів здійснюється на дизельному паливі, то включається контур прокачування, який повертає паливо в проміжний бак для повторного підігріву і очищення. Підсистема подачі палива до головних дизелів забезпечує можливість роботи дизеля від двох видів палива, підключаючи з допомогою клапанів необхідну видаткову цистерну. Тут передбачена можливість подачі палива як самопливом, так і примусова підкачка з допомогою насосів. У системі також забезпечується остаточна очищення палива допомогою фільтрів тонкого очищення. На малюнку вхідний патрубок кожного насоса розташований зверху, а вихідний праворуч або ліворуч, також на вході насоса стоять безповоротні клапани, які здійснюють перекриття подачі палива при непрацюючому насосі.

Розрахунок потужності та вибір електродвигуна насоса перекачування палива

Дані для розрахунку по вибору електродвигуна насосу:

Подача: $Q=118 \text{ м}^3 / \text{ч}; (0,033 \text{ м}^3 / \text{с})$;

Напір: $H=5,5\text{м}; (0,055 \text{ мПа})$;

Удільна маса рідини: $860 \text{ кг} / \text{м}^3$;

ККД насоса: $\eta_n = 0,75$;

К передачі: $K = 1.5$;

Частота обертання: $n=1450 \text{ об/хв.}$

Потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{3600 \cdot \eta_n} K = \frac{118 \cdot 0,055 \cdot 860}{3600 \cdot 0,75} 1.5 = 3 \text{ кВт.}$$

Згідно з отримано потужністю виберемо двигун Hoyer IE2 marine electric motors та насос типу ABF з запасом по потужності

Таблиця 2.1 - Характеристики двигуна

Електродвигн	Потужність	Об/мин.*	Струм при 440 В, А*	КПД, %*	Коеф. потужж.*	Момент інерції, кгм ²	Маса, кг*
НМА5	5 кВт	2800	7,1	85,5	0,87	0,0026	21,2



Рисунок - 2.2. Вид двигуна насосу паливо перекачки

2.2. Вибір системи живлення і управління автоматизованим електроприводом насосу.

Топливний вузол (рис. 2.3) призначений для перекачування дизельного палива з бака зберігання палива лівого борту Б1 у видаткову цистерну РЦ1.

Управління здійснюється наступним чином.

Контролюється рівень палива у видатковій цистерні РЦ1. Якщо рівень палива менше нижнього допустимого значення (задається як константа), то перевіряється наявність палива в баці Б1 (рівень палива порівнюється із заданим значенням). Якщо в баку Б1 є необхідний запас палива, то з допомогою клапанів К1 (відкрити), К2 і К3 (закрити) підключається трубопровід, що забезпечує перекачування палива з бака Б1 з допомогою насоса Н1 і замикається трубопровід баку правого борту Б2. Трипозиційними клапанами К4 і К5 (відкрити вліво) підключається фільтр Ф1. Потім включається насос Н1 і відбувається перекачування палива з Б1 до РЦ1.

При заповненні цистерни РЦ1 паливом до верхнього рівня (задається як константа) проводиться відключення насоса Н1 і закриття всіх відкритих клапанів. Під час перекачування палива також контролюється рівень палива в баку Б1 і при його падінні до нижнього рівня відбувається відключення насоса Н1 і закриття клапанів. Рівень палива в Б1 контролюється датчиками рівня LE, сигнал від яких надходить на контролер АК1, що включає живильний насос Н1. Робота насоса контролюється за допомогою датчика тиску РЕ, а також датчиків контролю роботи електродвигуна насоса (трансформаторних датчиків).

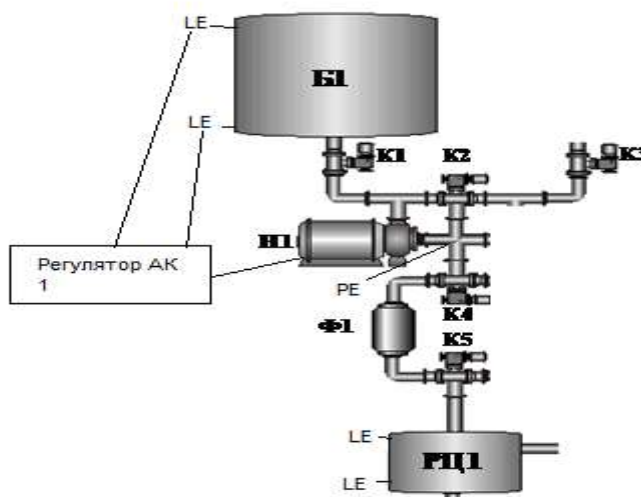


Рисунок - 2.3 Вузол перекачування палива та система управління

Управління двигуном насоса перекачки палива показано на рис. 2.4.

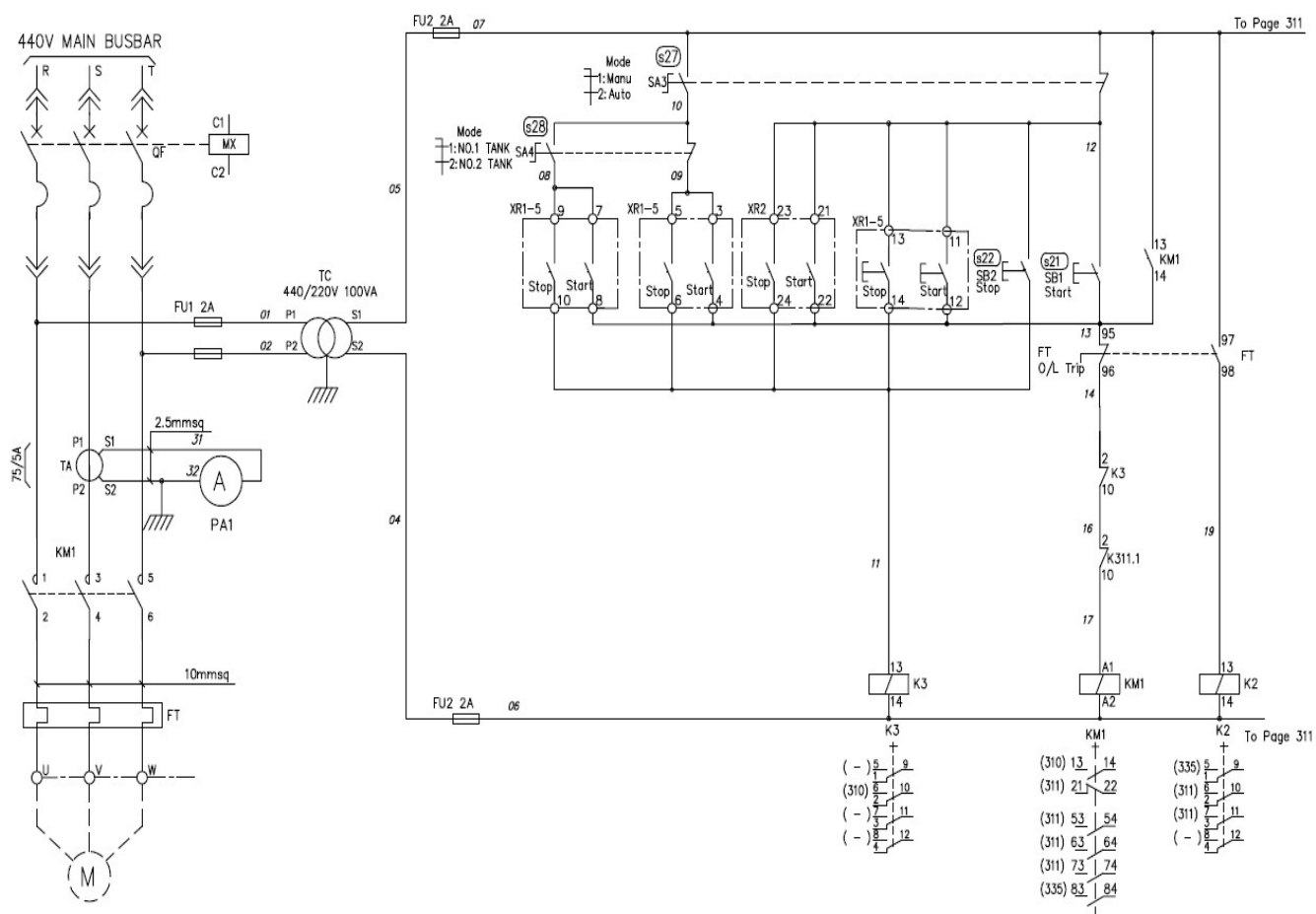


Рисунок 2.4 – Принципова схема управління електродвигуном паливно-перекачуючого насосу

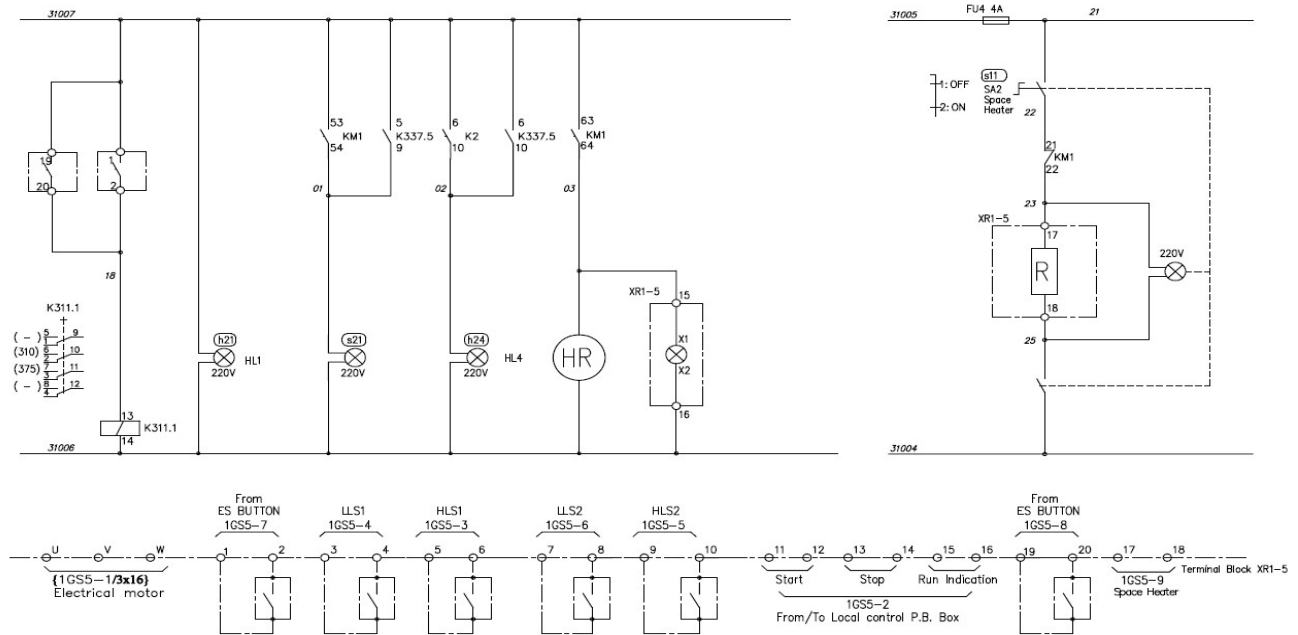


Рисунок 2.5 – Продовження схеми керування ЕП насосу

Силовий ланцюг складається з автоматичного вимикача QR, контактора КМ 1, електродвигуна, кабелів. Схема передбачає керування в автоматичному та ручному режимах. Пуск і автоматичне вимкнення насоса при порушенні нормального режиму його роботи здійснюються магнітними пускателями або спеціальними магнітними станціями. Магнітні станції (Mode) здійснюють як ручне (Manu), так і автоматичне (Auto) керування електродвигунами насосів залежно від рівня палива в цистерні. На рис. 2.5. показана принципова схема системи управління для насосів з електродвигунами потужністю 5 Квт. Підключення електродвигуна насоса до мережі здійснюється автоматичним вимикачем QR з системою дуго гасіння (шунт) MX. При цьому загоряється лампа HL, що сигналізує про подачу напруги і про те, що насос вимкнений. Поворотом рукоятки універсального перемикача Mode в положенні М (ручне управління) включається магнітного пускача КМ1, силові контакти якого включають насос в роботу, а блок-контакти виробляють перемикання ламп. Загоряється лампа — насос працює. При автоматичному управлінні насосним агрегатом рукоятка універсального перемикача ставиться в положення А (автоматичне керування) та происходит вибір танку для перекачки палива. Через розмикальний контакт реле рівня РУ спрацьовує магнітний пускач КМ, включаючи насос. Також на схемі є годинник моторесурсу HR та підогрівач R.

2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури

Потужність, яку двигун насоса використовує з мережі:

$$P_n = \frac{P_{\partial e}}{\eta} = \frac{5}{0,85} = 5,8 \text{ кВт.}$$

Струм навантаження двигуна насоса:

$$I_n = \frac{P_n K_3 10^3}{\sqrt{3} U_n \cos \phi} = \frac{5,8 \cdot 0,65 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,8} = 6,2 \text{ А,}$$

де $K_3 = 0,65$ - коефіцієнт завантаження електродвигуна.

Виберу, згідно зі струмом двигуна, кабель КНР $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$, $l = 15 \text{ м}$. Кабель з резиновою ізоляцією жил і зовнішньою оболонкою, зробленою як панцирна металева спітка. $\Delta U_{\partial on} \leq 6\%$ від U_n - допустиме падіння напруги.

Визначу падіння напруги для цього кабелю:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_n \cdot l \cdot \cos \phi}{\gamma \cdot S \cdot U_{ном}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot 4,3 \cdot 15 \cdot 0,8}{46 \cdot 2,5 \cdot 440} = 0,34\% \leq U_{\partial on} = 22,8 \text{ В.}$$

де $\gamma = 46 \text{ м / Ом} \times \text{мм}^2$ - удільна провідність міді при $t = 65^\circ \text{C}$.

2.3.1 Вибір автоматичного вимикача

Для вибору автоматичного вимикача, що підключає електропривід центробежного насосу до мережі трифазного змінного струму, знайдемо розрахунковий струм по формулі:

$$I_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi_n} \quad (2.4)$$

де, P_n - потужність електродвигуна насосу;

U_n - напруга живлення ЕД;

$\cos \phi_n$ – коефіцієнт потужності приймача.

Але згідно з технічними даними ЕД, ми вже знаємо $I_n = 6,2 \text{ А}$. Тож можна не проводити зайві розрахунки.

Згідно данного струму вибираємо автоматичний вимикач захисту двигуна марки Hager MM511N

Характеристики автоматичного вимикача MM511N Hager:

Робоча напруга: 230 В - 690 В

Частота мережі: 40 - 60 Гц

Номінальний струм: 10 - 16 А

Номінальна напруга ізоляції: 7 кВ

Магнітні пускачі призначені для дистанційного керування та захисту двигунів змінного струму. Найбільш вживаними є магнітні пускачі серії ПМ 12.

2.4 Розробка інструкцій з експлуатації суднового електроприводу, який розраховувався

Пуск електродвигуна дозволяється після підготовки до дії його й механізму, що приводить у рух. Після пуску електродвигуна необхідно переконатися у відсутності його перевантаження, стороннього шуму й неприпустимої вібрації.

При мимовільній зупинці електродвигуна необхідно відключити живлення, з'ясувати і усунути причину зупинки. Повторювати пуск електродвигуна до усунення причин його зупинки забороняється, за винятком випадків, коли тривала зупинка електродвигуна може викликати аварійну ситуацію.

Якщо для усунення несправності електродвигун необхідно вивести із дії, а цього за умовами використання зробити не можна, або усунення несправності судновими засобами неможливо, допускається тимчасове використання електродвигуна з несправним вузлом за умови вживання заходів, що забезпечують його роботу з обмеженнями (зниження навантаження, посилене охолодження й т.п.).

Виконання планово-попереджувальних ремонтів

Огляди суднових електричних машин в загальному випадку можна підрозділити на три види:

- без розбирання;
- з частковим розбиранням;
- з повним розбиранням.

При огляді без розбирання роблять очищення поверхні, огляд кріплень і зчленувань, провертання ротора від руки, включення і вимикання, перевірку сигналізації і т.п. Також виконують наступне:

- 1) Розкрити оглядові і вентиляційні отвори;
- 2) Оглянути обмотки статора і ротора;
- 3) Затягти контактні і кріпильні з'єднання;

- 4) Очистити доступні місця і фільтри від бруду;
- 5) Провіяти електричну машину сухим стиснутим повітрям із тиском не більш 0,2 МПа;
- 6) Закрити оглядові отвори, вентиляційні і контрольні отвори, перевірити електромашину в дії.

При огляді з частковим розбиранням виконують роботи з розкриттям оглядових отворів, лицьових панелей щитів, кришок і т.п. При цьому оглядають прилади й апарати, розташовані усередині захисних оболонок (корпусів), надійність контактів кабелів і проводів, кріплення шинопроводів і т.п. [12].

3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)

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

Розрахунок потужності генераторів табличним методом постійних нагрузок (приведений в ДОДАТКУ А).

Одинична потужність рахується шляхом ділення потужності двигуна на коефіцієнт потужності. Далі розраховується сумуюча установлена активна, реактивна і повна потужність електродвигуна по формулам:

$$P_{cy} = P_{\partial\epsilon} \cdot n, \quad (3.1)$$

$$Q_{cy} = P_{cy} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.2)$$

$$S_{cy} = \sqrt{P_{cy}^2 + Q_{cy}^2}. \quad (3.3)$$

де n – кількість одноіменних споживачів, а $\operatorname{tg} \varphi$ рахується по заданому значенню $\cos \varphi$;

Коефіцієнт загрузки механізму K_z визначається на основі аналізу роботи споживачів, суднових приладів і судна в цілому. При цьому враховується характер операції, виконуючої судном, інтенсивність роботи силової установки, швидкості судна, району і пори роки плавання. Значення електродвигунів вентиляторів, насосів, компресорів і багатьох інших механізмів МКВ становить в межах 0,8–0,9. Тому коефіцієнт загрузки даного двигуна вибираємо 0,8.

Визначення коефіцієнта однодії K_o залежить від кількості резервних споживачів, віднесених в кількість установлених. Так як на даному судні установлений один аварійний пожежний насос, то $K_o = 1$.

Для багатокількісних одноіменних споживачів (вентилятори, обладнання майстерень, грузові пристрої і т.д.) K_o може змінюватись в межах 0,7 – 0,8.

Для знаходження значення ККД і коефіцієнта потужності режимів використовують універсальні криві залежностей $\eta = f(K_z)$ та $\cos \varphi = f(K_z)$, по яким можна встановити слідує: якщо K_z змінюється в межах 0,6–1, то кожне зменшення K_z на 0,1 приводить до зниження ККД на 0,03, а $\cos \varphi$ – на 0,04. Ця

закономірність дозволяє відредагувати значення ККД і коефіцієнта потужності у всіх режимах роботи судна для кожного механізму.

Далі з врахуванням відредагованих значень ККД і коефіцієнта потужності рахується сумуюча споживана потужність. Для цього використовуються формули:

$$P_{cn} = P_{cy} \cdot K_o \cdot K_{zm} \cdot \eta_{режима} \cdot \cos \varphi_{режима} / (\eta_{двиг.} \cdot \cos \varphi_{двиг.}); \quad (3.4)$$

$$Q_{cn} = P_{cn} \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (3.5)$$

$$S_{cn} = \sqrt{P_{cn}^2 + Q_{cn}^2}. \quad (3.6)$$

Таким чином заповнюємо всі строки таблиці для всіх режимів.

Маємо зазначити, що в таблиці знаходяться дві категорії споживачів, котрі різняться по часу включення на: безперервно працюючі (БП) та періодично працюючі (ПП), не працюючі в данном режимі. Періодично працюючі споживачі – це споживачі, загальний час роботи яких знаходиться в межах 15-70% даного режиму. Постійно працюючими вважають споживачі, котрі працюють більше 70% часу даного режиму.

Періодично працюючі споживачі (загальний час роботи менше 15% періоду режиму), в данной таблиці не враховуються, так як їх потужність становить декілька відсотків від кількості потужності споживачів з режимами роботи БП та ПП.

Якщо споживач не працює в данном режимі, то в колонці с коефіцієнтом загрузки ставиться 0.

Внизу таблиці проводиться сумування, реактивного та повного навантаження всіх споживачів. Спочатку рахується сумуюче навантаження БП споживачів та сумуюче навантаження ПП споживачів. Потім ці стрічки сумуються. Далі необхідно порахувати все навантаження з врахуванням коефіцієнта періодичності, котрий враховує різні графіки роботи споживачів електроенергії та ймовірність спільної їх роботи в данном режимі, а також з врахуванням втрат в сеті.

Потужність генераторів вибирають залежно від середньозваженого коефіцієнта потужності, який визначається як відношення сумарної активної і повної потужностей. В тому випадку, якщо $\cos\varphi \geq 0,8$, генератори необхідно вибирати по активній потужності, інакше – по повній. У нашому випадку:

Далі наводиться розрахунок потужності електростанції для наступних режимів роботи:

- ходової режим;
- маневри;
- стоянка;
- аварійний;

Розрахунок навантажень для різних режимів роботи наведено у додатку.

Таблица 3.1. - Таблица навантажень

Вид навантаж	Режим	Ходовой			Аварийный			Маневренный			Стоянка		
		P	Q	S	P	Q	S	P	Q	S	P	Q	S
С урахуван епізодич навантаж		25247	15481	29615	1292	749	1494	32045	19228	37371	869	610	1062
Полная		29615			1494			37371			1062		
Коеф. потужн. реж.		0,84			0,85			0,85			0,82		

Сумарне навантаження з урахуванням коефіцієнту різночасності ($K_p=0,80$) та витрат у мережі ($K_n=1,05$).

Виходячи з вищевикладеного (Додаток А) вибираємо 6 дизель генераторів та 2 АДГ марки HYUNDAI (НС)

Таблица 3.2 - Паспортні данні генераторів

Генератор	Тип	шт	Потужність, кВА	Об/хв	Напруга (В)	Струм (А)	Частота Гц	Cos(φ)
Основний - дизель	HYUNDAI	6	19000 (15200 кВт)	514	11000	1000	60	0,8
Аварійний	HYUNDAI	2	2600 кВА (2080 кВт)	1800	690	2178	60	0,8

Таблица 3.3- Режимы работы СЕС

Режим работы СЕС	Кількість генераторів
------------------	-----------------------

Ходовий	2 ДГ
Маневровий	3 ДГ
Стоянка	1 ДГ
Аварійний	1 АДГ



Рисунок 3.3. - Фрагмент схеми моніторингу параметрів СЕС (СДГ і АДГ)

Як аварійних джерел електроенергії на судах застосовують дизель-генератори або акумуляторні батареї. Аварійні джерела призначені для електропостачання приймачів, що працюють в аварійних режимах. При установці на судні аварійного дизель-генератора (АДГ) (рис. 3.4) повинна бути додатково передбачена акумуляторна батарея (короткочасний аварійне джерело).

Аварійна електростанція (АЕС) складається з дизель-генераторного агрегату з автоматизованою системою пуску і прийому навантаження (при зникненні і неприпустимому зниженні напруги на ГРЩ основний СЕС) та аварійного розподільного щита (АРЩ). Крім автоматизованого пуску, АДГ повинен мати ручний дистанційний пуск. АДГ і АРЩ встановлюють в загальному приміщенні, розташованому вище палубних перегородок поза шахтою машинних відділень (і не перед таранної перебиранням) з безпосереднім виходом на відкриту палубу.

Аварійний генератор:

Виробник: HYUNDAI

Модель: НС

Тип: 690 В, 60 Гц, 3 фази, бесщеточний, синхронний

Номінальна потужність: 2600 кВа

Номінальний струм: 2178 А

Максимальне навантаження: 2080 кВт



Рисунок 3.4 - Фотографія АДГ

Вибір акумуляторів складається з двох завдань:

- Вибір типу акумулятора, відповідно заданим умовам експлуатації
- Визначення ємності акумуляторної батареї для живлення заданих споживачів електроенергії.

Вибір акумулятора:

$$1) \text{ Розрахуємо ємність АБ: } C_{AB} = \frac{I_{PA3P} \cdot t_{\psi} \cdot n_{\psi}}{3600} = \frac{340 \cdot 6 \cdot 7}{3600} = 3,96 \text{ А год}$$

$$2) C'_{AB} = C_{AB} / (K_1 K_2) = 3,96 / 0,85 \cdot 0,9 = 5,2 \text{ А год}$$

3) Для забезпечення цієї ємності і напруги 12 В вибираємо акумуляторну батарею типу 6СТК.

Дані акумуляторної батареї 6 СТК:

- Число акумуляторів в батареї: 10
- Номінальна напруга: 12 В
- Струм розряду: 340 А (для стартерного режиму)
- Ємність: 30,3 А год

Також для позаштатного харчування устаткування автоматики, діагностики та моніторингу (панелей управління) обладнання судна нами обрані:

1. Блок (Джерело безперебійного живлення) ДБЖ - Система управління комп'ютерами корабля

Виробник: MG

Тип: Galax 1,000 PW

Вихід: 40 кВА на 115 В (4 шт)

2. Управління комп'ютерною мережею.

Управління безпекою системи ДБЖ Виробник: MG

Тип: Galax 1,000 PW

Вихід: 40 кВА при 230 В (4 шт)

3. Виробник: Користувальницькі Power Inc.

Вихід: 24V, 100A

4. Блоки безперебійного живлення телефонної системи

Виробник: Galax , тип ТАСВ

Вихід: 4 кВА на 48В (10 шт). ДБЖ встановлені в якості резервних джерел

живлення для телефонної системи. Блок ТАСВ розташований в центрі вторинної зв'язку на палубі.

Умови вибору трансформаторів:

1. За кількістю фаз.
2. По напрузі.
3. За потужністю.

Для харчування мережі освітлення і інших споживачів розрахованих на напругу 220 В, приймаємо до установки три трифазних силових трансформаторів типу ТМ-1150 (трифазний, сухий, захищений, морський) потужністю 1150 кВА, напругою 450/230 В.

Для заживлення радіобладнання і електрорадіонавігаційних приладів і аварійного освітлення від АРЩ приймаємо до установки два трифазних силових трансформаторів типу ТМ-40 (трифазний, сухий, захищений, морський) потужністю 440 кВА, напругою 220/120 В.

Також обрані:

Трансформатори TR2 до TR7

Технічні характеристики: Три фази, сухий, з повітряним охолодженням,

Виробник: АВВ. триобмотковий

Потужність: 1,830 кВа

Первинна / сес1 / с 2: напруга: 11 000/440 / 208 В

привчає / сес1 / с 2: струм: 101/2305 / 694 А

Охолоджуюча захист: - IP23

Трансформатори охолоджується природною циркуляцією повітря і обмотки оснащені вбудованими датчиками температури для забезпечення віддаленого моніторингу.

Головні розподільні щити живляться через чотири трансформатора 11 000 / 690V (TR11Н, TR12Н, TR21Н і TR22Н).

Технічні характеристики: Три фази, сухий, з примусовим повітряним охолодженням, епоксидної смоли

Виробник: АВВ

Потужність: 2,180 кВА

Привчає / вторинний: Напруга: 11 000 / 690 В

Вхід / Вихід: ток: 176,9 / 2,410А

Охолоджуюча захист: AFWF

Камбуз ПС Трансформатори TRG5H і TRG6H: 4J1162 / 1 - 2

Технічні характеристики: Три фази, сухий, з повітряним охолодженням, епоксидної смоли

Виробник: ABB

Потужність: 1,853 kВа

Прим / сес1 / с 2 напруга: 11 000/440 / 400 В

Прим / сес1 / с 2 ток: 91/2110 / 2427В

Охолоджуюча захист: - IP23

Трансформатори встановлюються на пружних опор в кожній підстанція.

Система автоматики повинна забезпечувати: автоматичне включення і відключення системи охолодження одночасно з включенням в мережу і відключенням трансформатора, регулювання інтенсивності охолодження в залежності від навантаження, включення резервного охолоджувача натомість вийшов з ладу, введення резервного джерела живлення при зниженні або зникненні живлення електродвигунів вентиляторів і насосів системи охолодження і відповідну сигналізацію про припинення роботи системи охолодження. Якщо основним джерелом електричної енергії є акумуляторні батареї, їх місткість повинна бути достатньою для забезпечення виконання вимог протягом 8 годин.

3.2 .1. Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми

ГРІЩ та АРІЩ

Для установки на судні, що розглядається вибираємо СЕС трифазного змінного струму. Це рішення зумовлене тим, що застосування привідних електродвигунів змінного струму має ряд переваг (простота конструкції, менші маси, габарити, висока надійність) в порівнянні з постійним струмом.



Рисунок 3.5. - Фотографія високовольної ГРЩ

Згідно правилам Регістру розробляємо схему ГРЩ та АРЩ. Як правило ГРЩ складається з наступних секцій:

- ✓ секція управління;
- ✓ генераторна секція;
- ✓ фідерна секція ;
- ✓ стартерна секції.

Електростанція складається з шести основних дизель-генераторів, № 1, 2 і 3, підключених до переднього головного розподільного щита 11 кВ HMS1, і № 4, 5 і 6 (11 МВт кожен), підключених до кормового розподільного щиту 11 кВ HMS2. Ці два розподільних щита зазвичай з'єднані для формування загальної

щини, яка потім живить рухову систему, житлові підстанції, розподільні щити машинного відділення та інших споживачів високої напруги.

Генератори розташовані в двох відсіках, кожен з яких містить три двигуни. Двигуни № 1, № 2 та № 3 відносяться до типу 16VM43C і розташовані в передньому приміщенні дизель-генераторів (палуба 1, пожежна зона 5), а двигуни № 4, № 5 і № 6. відносяться до типу 12VM43C і розташовані в кормовій частині дизель-генератора (палуба 1, пожежна зона 6). Головні розподільні щити розташовані в виділених приміщеннях головних розподільних щитів на палубі 2 над відповідними відсіками дизель-генераторів.

Головний розподільний щит HMS1 на 11 кВ живить розподільчий щит MS1 в кормовій частині машинного відділення 440 В і розподільний щит MS3 правого борта 440 В. На розподільний щит MS1 440 В в кормовій частині двигуна подається напруга 440 В через трансформатор 11 000/440 В, 4 755 кВА (HTRMS1).

Розподільний щит MS3 440 В харчується напругою 440 В через трансформатор 11 000/440 В, 2665 кВА (HTRMS3).

MS1 і трансформатор HTRMS1 розташовані в приміщенні головного розподільного щита на палубі 2.

MS3 і трансформатор HTRMS3 розташовані в електророзподільної кімнаті на правій стороні палуби 1 в зоні 3.

Кормової головний розподільний щит 11 кВ HMS2 подає напругу 440 В на розподільний щит MS2 в кормовій частині і передній розподільний щит MS4 в машинному відділенні на 440 В

Кормової розподільний щит MS2 440 В харчується 440 В через трансформатор 11 000/440 В, 4 755 кВА (HTRMS2).

MS4 440 В харчується напругою 440 В через трансформатор 11 000/440 В, 2665 кВА (HTRMS4). MS2 і трансформатор HTRMS2 розташовані в кормовій приміщенні головного розподільного щита на палубі 2. Розподільчий щит MS4 і трансформатор HTRMS4 розташовані на палубі 1 в зоні 4.

Розподільний щит MS1 440 В живить розподільчий щит освітлення LMS1 для кормової частини машинного відділення 400 В LMS1 через трансформатор 440/400 В, 380 кВА (TRLMS1). Розподільний щит і трансформатор розташовані у передньому приміщенні головного розподільного щита на палубі 2. Розподільчий щит MS2 440 В живить розподільчий щит освітлення LMS2 кормовій частині на 400 В через трансформатор 440/400 В, 380 кВА (TRLMS2). Трансформатор і розподільний щит розташовані в кормовому приміщенні головного розподільного щита на палубі 2.

Передбачена окрема аварійна електрична мережа для постачання основних споживачів в разі втрати харчування на головних розподільних щитах. Аварійний генератор 440 В, 2020 кВт живить аварійний щит. Аварійний розподільний щит розташований в приміщенні аварійного щита в кормовій частині палуби 5. Аварійний генератор розташований в окремому приміщенні аварійного генератора, суміжному з приміщенням аварійного щита.

Аварійний розподільний щит зазвичай харчується від одного з головних розподільних щитів 11 кВ (HMS1 або HMS2) через один з двох трансформаторів 11000/440 В, 2665 кВА (HTRES1 або HTRES2). Два входних переривника на аварійному розподільному щиті заблоковані, щоб гарантувати, що тільки один може бути закритий в будь-який час. Трансформатори HTRES1 і HTRES2 розташовані в кімнаті аварійного щита.

Аварійний розподільний щит має секцію 400 В, яка живиться від двох трансформаторів 440/400 В, що працюють паралельно. Трансформатори TRLES1 і TRLES2 розташовані в кімнаті аварійного щита. Підстанція для розміщення розташована в кожній зоні (від зони 1 до зони 7). Ця система складається з переднього (носового) і заднього (кормового) контурів. Передній контур складається з підстанцій FZ1, FZ2, FZ3, FZ4 і камбузних підстанцій FZ1. Кормова петля складається з підстанцій FZ5, FZ6, FZ7 і камбузних підстанцій FZ6. Кожна петля має подвійне живлення від передніх і кормових головних розподільних щитів 11 кВ, HMS1 і HMS2. Ні в якому разі не можна відключати всі автоматичні вимикачі в контурі.

житлові підстанції живлять велику частину обладнання у відповідних зонах.

Кожен головний розподільний щит 11 кВ забезпечений перехресним автоматичним вимикачем з іншим головним розподільчим щитом 11 кВ. Це забезпечує високу ступінь гнучкості і надмірності. Головні розподільні щити, як правило, пов'язані з замкнутими поперечними вимикачами, утворюючи одну загальну шину. Поділ розподільних щитів може бути виконано однією командою через систему автоматизації машинного обладнання (MAS), яка забезпечить, щоб на кожному розподільному щиті був хоча б один генератор, що живить його до поділу розподільних щитів.

Кожен розподільний щит MS4 і MS2 в машинному отд

Для розподілу електроенергії та контролю роботи генераторів на судні установлені:

- в ЦПУ – головний розподільний щит (ГРЩ);
- в приміщеннях АДГ – аварійний розподільний щит (АРЩ).

Розподіл електроенергії на 440 В та 220В по своїм споживачам проводиться при:

- тривалій одиночній роботі кожного генератора на загальні шини секцій 11000 В та пониження напруги на секцій(DB) 440 В;
- тривалій паралельній роботі генераторів на загальні шини секцій 1100В та пониження напруги на секцій(DB) 440 В;
- тривалій роздільної роботи 4 генераторів на свої секції шин.

Від шин ГРЩ напругою 11000 В буде отримувати:

- чотири підруля
- компресори повітря

Розподіл електроенергії від АРЩ (ESB) напругенням 440 В та 220 В згідно з Правилами Регістру. З секції(DB) 220 В отримують живлення:

- 1) аварійне освітлення;
- 2) навігаційні та сигнальні вогні;
- 3) навігаційне обладнання;

- 4) радіобладнання;
- 5) телефонний зв'язок;
- 6) сигналізація;
- 7) схеми автоматики систем;

З секції 11000 В отримують живлення наступні споживачі:

- 1) головний агрегат пілруючого пристрою;
- 2) 2 трансформатори(Tr) 11000/440 В для секцій(DB) 440 В;
- 3) 10 трансформаторів(Tr) 1100/440 В для секцій(DB) рефрижераторних

контейнерів.

З секції №1 440 В ГРЩ (MSB) отримують живлення:

- 1) насоси змащувального масла №1;
- 2) насоси заборотної води охолодження №1;
- 3) насоси прісної води охолодження №1,2;
- 4) насос охолодження зарубашечного простору №1;
- 5) насос прокачки циркуляційного масла №1;
- 6) компресори пускового повітря №1,3
- 7) пожежний насос;
- 8) баластно-осушувальний насос №1;
- 9) рульова машина №2;
- 10) брашпили якірні носові №1;
- 11) швартовні лебідки №1,3,5,7,9;
- 12) Розподільний щит (РЩ) №2;
- 13) Розподільний щит (РЩ) №3;
- 14) Розподільний щит (РЩ) №4;
- 15) Розподільний щит (РЩ) №5;
- 16) Розподільний щит (РЩ) № 6;
- 17) Розподільний щит (РЩ) № 7;
- 18) Розподільний щит (РЩ) № 8.

З секції №2 440 В ГРЩ(MSB) отримують живлення:

- 1) насоси змащувального масла №2;

- 2) насоси заборотної води охолодження №2,3;
- 3) насоси прісної води охолодження №3;
- 4) насос охолодження зарубашечного простору №2;
- 5) насос прокачки циркуляційного масла №2;
- 6) компресори пускового повітря №2,4
- 7) баластно-осушувальний насос №2;
- 9) рульова машина №1;
- 10) аварійна рульова машина;
- 11) брашпили якірні носові №1;
- 12) швартовні лебідки №1,3,5,7,9;
- 13) Розподільний щит (РЩ) №1;
- 14) Розподільний щит (РЩ) №9;
- 15) Розподільний щит (РЩ) №10;
- 16) Розподільний щит (РЩ) №11;
- 17) Розподільний щит (РЩ) №12;
- 18) Розподільний щит (РЩ) №13.

3 секції 220В ГРЩ(MSB) через понижуючий трансформатор 440/220 отримують живлення:

- 1) Розподільний щит (РЩ) №14;
- 2) Розподільний щит (РЩ) №15;
- 3) Розподільний щит (РЩ) №16;
- 4) Розподільний щит (РЩ) № 17;
- 6) Підсушувачі генератора
- 7) Радіозв'язок, сигналізація.

На основі вищевказаних вимог до конструкції і схеми ГРЩ вибираємо таке число і вид панелей: 4 генераторні панелі, панель носового підрулюючого пристрою, панель синхронізації, 2 фідерних панелі на 440В.

Генераторними панелі (ГП) призначені для керування і контролю роботою генераторів. На цих панелях встановлені автоматичні повітряні трьохполюсні автомати для комутації головного струму. Автомати постачені максимальними

розчеплювачами струму для захисту від перевантаження, котушкою що відключає для дистанційного керування автоматом, реле зворотної потужності. Сигнальні лампи сигналізують про положення автомата генератора, вимірювальні трансформатори струму і напруги забезпечують роботу контрольно-вимірювальних приладів. На панелях установлені кнопки регулювання приводом серводвигуна для керування частотою і навантаженням генераторів, амперметри з перемикачами на 3 положення для контролю фазних струмів, вольтметри, частотоміри з додатковими пристроями, ватметри для контролю навантаження генераторів, амперметри і вольтметри постійного струму для контролю параметрів збудження, плата з запобіжниками для захисту контрольно-вимірювальної апаратури та апаратури керування. На цих панелях також установлені рукоятки автомата "гасіння поля".

Панель синхронізації призначена для керування і вмикання на рівнобіжну роботу генераторів або відключення якогось із них. На цій панелі встановлений секційний трьохсмуговий автоматичний вимикач із захистами аналогічними генераторним. Також установлені: синхроноскоп, кнопки керування і лампи синхронізації генераторів, вимірювальний трансформатор напруги для роботи контрольної апаратури, по два вольтметра, частотоміра і ватметра з перемикачами на 3 положення для контролю параметрів працюючих і що підключаються на рівнобіжну роботу генераторів.

Панель ПНПП призначена для живлення підрулюючого пристрою. Встановлено амперметр з перемикачами на три положення і сигнальні лампи про положення автомату.

Особливо відповідальні споживачі отримують живлення від АРЩ, при цьому зв'язок АРЩ з ГРЩ забезпечується автоматичними апаратами, відключаючими АРЩ від ГРЩ при обезточенні ГРЩ і підключаючими в даному режимі АРЩ до фідера ГРЩ. Схемою передбачене також живлення споживачів від берегових джерел електроенергії через щит живлення з берега (ЩЖБ).

Від АРЩ отримують живлення:

- 1) Аварійна рульова машина;

- 2) Аварійний пожежний насос;
- 3) Аварійний компресор пускового повітря;
- 4) Осушувальний насос;
- 5) Аварійне освітлення;
- 6) Навігаційні та сигнальні вогні;
- 7) Штурманське обладнання;
- 8) Радіозв'язок, сигналізація;
- 9) Система зв'язку «INNARSAT»

Для з'єднання секцій використовують автоматичні вимикачі, секційні роз'єднувачі. Встановлення вимикачів більш бажане, тому що в цьому випадку секція вимикається автоматично, що дозволяє зберігати без переривання живлення паралельну роботу споживачів, приєднаних до пошкодженої секції.

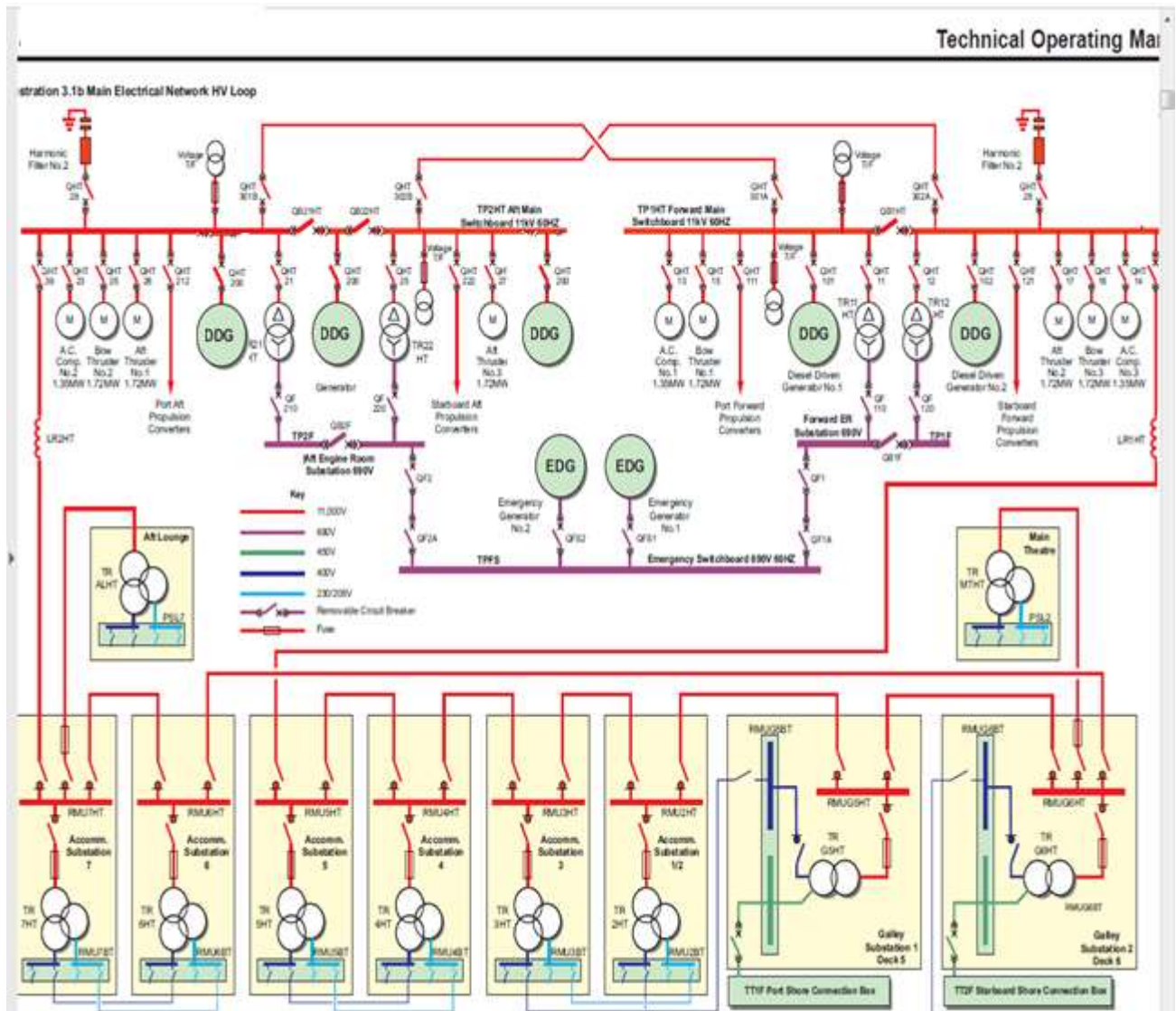


Рисунок 3.6 - Фрагмент схеми ГРЩ

3.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів, електровимірювальних приборів. Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги. Розрахунок струмів короткого замикання.

Розрахунок струму короткого замикання [4] виконаємо у режимі коли працюють два генератора (СДГ), тобто найбільш навантаженому режимі роботи станції. Запишемо вихідні дані для розрахунку КЗ генератора:

Таблиця 3.5 – Основні характеристики СДГ для розрахунку токів КЗ

Потужність	1900 кВА
Напруга	11000 В
Частота	60 Гц
Струм	1000 А
X_d	1,96
X'_d	0,193
X''_d	0,156
r_a	0,0067 Ом

Складаємо розрахункову схему (рис. 3.1) для визначення струму КЗ при короткому замиканні на шинах ГРЩ.

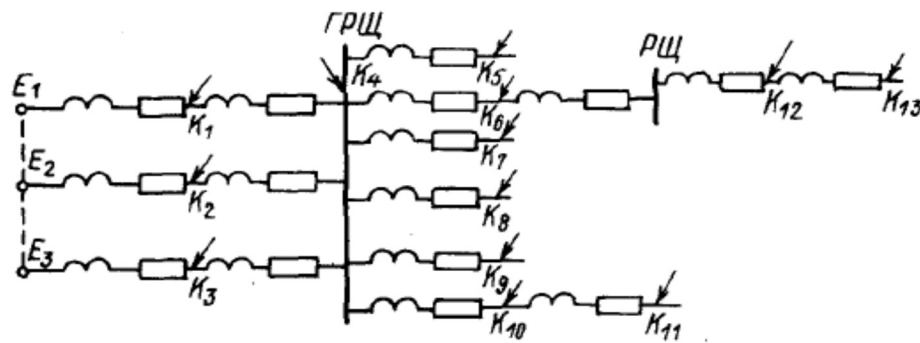


Рисунок 3.1 – Рахункова схема струмів КЗ

Базисну потужність приймаємо рівною сумі потужності генераторів. Базисну напругу - рівній номінальному значенню напруги генераторів (на шинах ГРЩ):

$$S_6 = 6 \cdot 1900 = 11400 \text{ кВа} \quad (3.1)$$

$$U_6 = 11000 \text{ В} \quad (3.2)$$

Базисний струм розрахуємо за формулою:

$$I_6 = \frac{S_6 \cdot 1000}{\sqrt{3} U_6} = 1225 \text{ А} \quad (3.3)$$

Визначимо значення опорів обмоток статора генератора:

Активний опір дорівнює:

$$R_1 = r_a \frac{S_6 \cdot 1000}{U_6^2} = 0,0068 \cdot \frac{14000 \cdot 1000}{43560000} = 0,002 \text{ Ом} \quad (3.4)$$

Реактивний опір дорівнює:

$$X_1 = X_d'' \cdot \frac{S_6}{S} = 0,157 \cdot \frac{14000}{3500} = 0,628 \text{ Ом} \quad (3.5)$$

Активний опір кабелю дорівнює – 0,166 Ом/км

Реактивний опір кабелю дорівнює – 0,095 Ом/км

Опір десяти паралельно прокладених кабелів довжиною 10 м відповідно рівняються:

Активний:

$$r_{\text{общ}}^{**} = \frac{\left(\frac{r^{**}}{100}\right)}{10} = \frac{\left(\frac{0,166}{100}\right)}{10} = \frac{0,00166}{10} = 0,000166 \text{ Ом/м} \quad (3.6)$$

Реактивний:

$$X_{\text{общ}}^* = \frac{\left(\frac{X^*}{100}\right)}{10} = \frac{\left(\frac{0,095}{100}\right)}{10} = \frac{0,00095}{10} = 0,000095 \text{ Ом/м} \quad (3.7)$$

Активний опір вимикачів ряду контактів і шин ГРЩ рівняються 0,00025 Ом, індуктивний 0,0001 Ом. Тоді:

$$r_2 = (0,000166 + 0,00025) \frac{14000000}{43560000} = 0,00013 \text{ Ом} \quad (3.8)$$

$$x_2 = (0,000095 + 0,0001) \frac{14000000}{43560000} = 0,000063 \text{ Ом} \quad (3.9)$$

Загальний опір генераторних променів:

$$r_3 = r_1 + r_2 = 0,002 + 0,00013 = 0,002 \text{ Ом} \quad (3.10)$$

$$x_3 = x_1 + x_2 = 0,628 + 0,000063 = 0,628 \text{ Ом} \quad (3.11)$$

Для визначення еквівалентного опору шости генераторних променів скористаємося комплексною формою їх вираження:

Приведемо чотирипроменеву схему до двопроменевої, і відповідно двопроменеву до однопроменевої, бо параметри всіх паралельно працюючих генераторів при розрахунку струмів короткого замикання прийняті однакові.

$$Z_{3,4} = r_{3,4} + jx_{3,4} = 0,002 + j0,628 \text{ Ом} \quad (3.12)$$

$$Z_5 = \frac{Z_3 \cdot Z_4}{Z_3 + Z_4} = \frac{(0,002 + j0,628) \cdot (0,002 + j0,628)}{(0,002 + j0,628) + (0,002 + j0,628)} =$$

$$= \frac{-0,394 + j0,0025}{0,004 + j1,256} \quad (3.13)$$

Звільнилося від комплексного числа в знаменнику, помноживши дріб на пов'язаний комплекс знаменника

$$Z_5 = \frac{(-0,394 + j0,0025) \cdot (0,004 - j1,256)}{(0,004 + j1,256) \cdot (0,004 - j1,256)} = \frac{0,0016 + j0,495}{1,577} =$$

$$= 0,001 + j0,3137 \quad (3.14)$$

$$Z_{\text{общ}} = \frac{Z_5}{2} = \frac{0,001 + j0,3137}{2} = 0,0005 + j0,157 \quad (3.15)$$

$$r_6 = 0,0005 \text{ Ом}; \quad x_6 = 0,157 \text{ Ом}$$

$$Z_7 = \sqrt{0,0005^2 + 0,157^2} = 0,157 \text{ Ом} \quad (3.16)$$

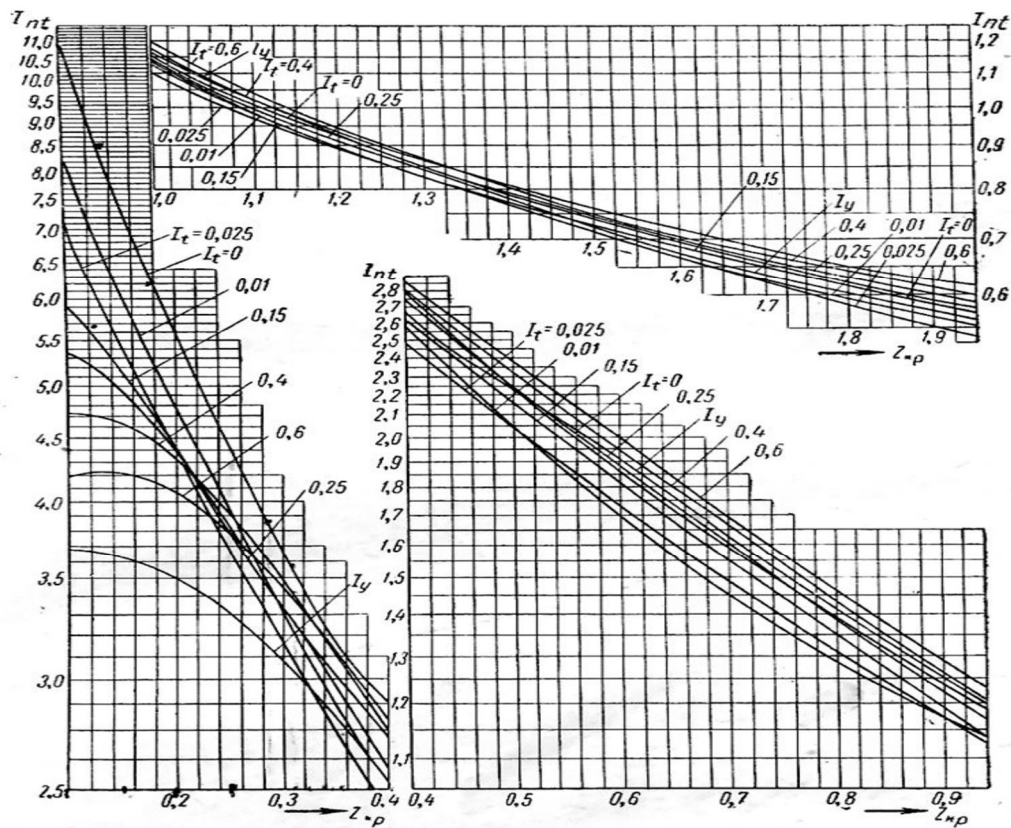


Рисунок 3.2 – Розрахункові криві струму короткого замикання

По розрахунковим кривим на рисунку 3.2, відповідно $Z_7 = 0,157$ визначимо:

$$I_0 = 7,5; I_{0.01} = 6.$$

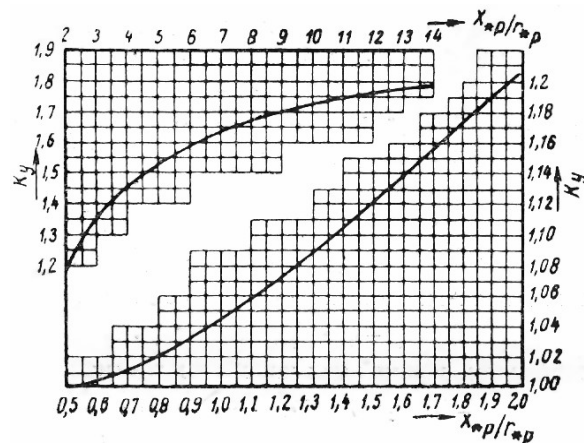


Рисунок 3.3 –Графік кривих змінення ударного коефіцієнту k_y

Відношенню $x_6/r_6 = 0,157/0,0005 = 313$ відповідає ударний коефіцієнт 1,9.

Розрахуємо значення ударного струму

$$i_{уд.г} = \sqrt{2} \cdot I_6 \cdot (I_{0.01} + I_0 \cdot (K_{уд} - 1)) = \sqrt{2} \cdot 1225 \cdot (6 + 7,5(1,8 - 1)) = 20788,9 \text{ A} \quad (3.14)$$

При КЗ в точці К₁, $\Delta U = 0$; $I_d = (0,9 - 0)/0,266 = 3,3$; (3.15)

$$i_{уд.д} = \sqrt{2} \cdot 1225 \cdot 3,4 = 5890,2 \text{ A} \quad (3.16)$$

$$i_{уд} = i_{уд.г} + i_{уд.д} = 20788,9 + 5890,2 = 26679,1 \text{ A} \quad (3.17)$$

Зробимо вибір генераторних автоматів. Вибираємо автоматичні вимикачі фірми Schneider Electric типу LF.

Таблиця 3.6 – Основні відомості автоматичного вимикача для СДГ

Виробник	Schneider Electric
Тип	LF
Номінальна напруга	11000 В
Номінальна сила струму	1800 А
Номінальна сила струму відключення	25 кА
Повний час відключення	70 мс
Ресурс комутаційної стійкості	10000 циклів
Електрична стійкість	Клас E2

При виборі електровимірювальних приладів необхідно враховувати їх нормальне робоче положення (горизонтальне або вертикальне), клас точності, призначення, виконання та межі вимірювань. Шкали амперметрів, ватметрів

повинні складати не менше за 130% номінальних значень величин, шкала вольтметрів - не менше за 120 % номінальних значень, шкали частотометрів повинні мати межі не менше 10 % номінального значення.

Електровимірювальні прилади витримують великі короточасні навантаження : один удар десятиразовим струмом протягом 5 с , або десять ударів по 0.5 с. Для контролю опору ізоляції передбачено сигналізуючий мегаомметр типу МІ733, робоче напруження 220- 440 В



Рисунок 3.3 – Прилади на панелі ГРЩ

Кабель вибраний вірно тому, що падіння напруги на лінії складає 1,2 %, а це менше, ніж встановлені Регістром максимальні 6%.

Перевірка кабелю одного з найбільш віддалених електроприводів на втрату напруги.

Необхідні дані:

Потужність, яку двигун лебедки рятувальних шлюбок використовує з мережі:

$$P_n = \frac{P_{\text{дв}}}{\eta} = \frac{23}{0,8} = 28,7 \text{ кВт.}$$

Струм навантаження двигуна насоса:

$$I_n = \frac{P_n \cdot K_z \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{28,7 \cdot 0,9 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,88} = 38,5 \text{ А.}$$

Згідно зі струмом навантаження виберу кабель КНР $3 \times 16 \text{ мм}^2, l = 180 \text{ м}$.
Перевірю кабель на падіння напруги ΔU :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_n \cdot l \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot 38,5 \cdot 180 \cdot 0,88}{46 \cdot 16 \cdot 440} = 3,3\% \leq \Delta U_{\text{дон}}.$$

3.6 Вибір системи збудження синхронних генераторів

Генератори фірми HYUNDAI моделей HF є синхронними безщіточними генераторами повністю закритого типу з повітряним охолодженням. Генератори обладнані системою збудження ТАІУО з вмонтованим електронним регулятором напруги.

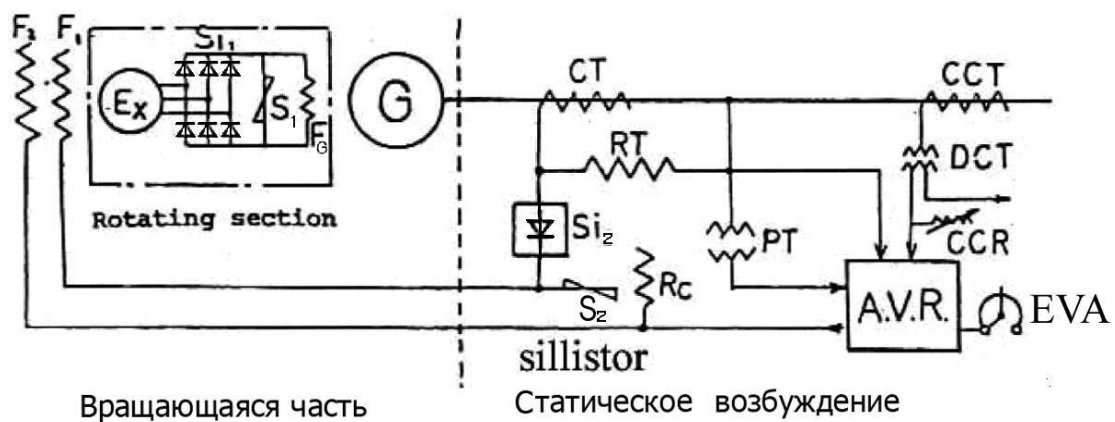


Рисунок 3.4 – Функціональна схема системи збудження:

- F1 — основна обмотка збудження збудника;
- F2 — управляюча обмотка збудження (від АРН);

- Ex — збудник змінного струму;
- Si1 — випрямляч, що обертається;
- Si2 — кремнієвий випрямляч;
- G — синхронний генератор;
- CT — трансформатор струму;
- S1, S2 — захист від перевантаження;
- RT — реактор;
- Rc — розрядний опір;
- PT — силовий трансформатор;
- CCT — трансформатор струму для компенсації зрівняльного струму;
- DCT — диференціальний трансформатор струму;
- CCR — компенсаційний опір реактивного струму;
- AVR — автоматичний регулятор напруги;
- EVA — реостат уставки напруги;
- F — роторна обмотка збудження синхронного генератора.

■

З рисунка видно, що вихідний струм якоря із збудником змінного струму, розташованого на валу ротора генератора, призначений для того, щоб порушувати обмотку збудження F системи синхронного генератора, через випрямляч, розташований на кінці валу генератора, що обертається. Збудник змінного струму має два окремі обмотки збудження: F1 і F2. Струм проходить через реактор RT і трансформатор струму CT, при цьому він підсумовується і випрямляється. Випрямлений струм тече через першу обмотку збудження F1, яка служить для основного збудження збудника, тоді як струм, що виходить з автоматичного регулятора напруги тече через обмотку управління F2 і призначений для більш точного регулювання.

Розглянемо принцип дії системи збудження:

Статичне збудження системи складається з реактора, RT, трансформатора струму, CT, силіконового випрямляча Si, силового трансформатора PT і тиристорного автоматичного регулятора напруги.

Вихідний струм якоря із збудником змінного струму, розташованого на валу ротора генератора, служить для збудження обмотки статора F генератора через випрямляч, розташований на роторі генератора, що обертається. Збудник змінного струму має два окремі обмотки збудження: F1 - основну і F2 - обмотку управління.

Перша обмотка збудження живиться постійним струмом, який створюється в результаті підсумовування струму, що протікає через реактор, і струму трансформатора так само як і в синхронних генераторах змінного струму, що самозбуджуються.

Друга обмотка збудження є управляючою і призначена для стабілізації і точного регулювання напруги генератора за допомогою АРН.

Реактор і трансформатор струму набудовані так, щоб забезпечувати струм збудження, порівнюючи їх з необхідними значеннями, а також, щоб підтримувати необхідну напругу на клеммах генератора і компенсувати падіння напруги при зміні струму навантаження. В результаті АРН живить управляючу обмотку F2, забезпечуючи диференціальне управління обмотки збудження. Тому напруга на клеммах генератора залишається стабільною.

Схема АРН (рисунок 3.4) включає наступні ланцюги: вимірювання відхилення регульованої величини, посилення цього відхилення і джерела імпульсів. Вони змонтовані на одній друкарській платні, яка знаходиться в окремій коробці разом з вимірювальним трансформатором РТ1 і головним тиристором.

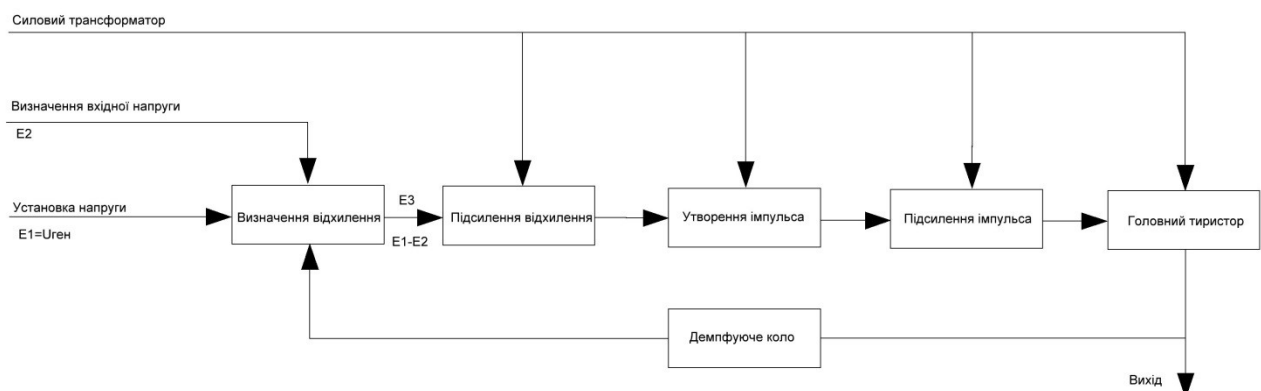


Рисунок 3.4 – Блок-схема АРН

3.5 Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії

Особливістю суднових електростанцій являється наявність потужних асинхронних коротко замкнутих двигунів. Відсутність колектору у асинхронних коротко замкнутих двигунів дає можливість запускати їх без пускових реостатів, застосовуючи найпростіші схеми пуску. Проте пусковий струм у процесі розгону таких двигунів у 5 – 7 разів більше номінального і являється в більшості індуктивним. Якщо потужність двигуна складає, наприклад, 30% потужності синхронного генератора, то в момент пуску струм двигуна по відношенню к номінальному току генератора буде складати 150-200%.

Розрахунки провалів напруги синхронних генераторів необхідно виконувати для випадків підключення найбільш потужних асинхронних двигунів.

Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного 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 у 5-7 разів перевищує номінальний. При начерку індуктивних струмів синхронні генератори сильно розмагнічуються і на деякий час знижують напругу, що прийнято називати провалом напруги.

Розрахунок провалу напруги генератора необхідно виконувати для випадку підключення найбільш потужних асинхронних двигунів (підрулуючого пристрою).

Початкові дані:

Тип генератора : Hyundai

$$S_{\text{нг}} = 1900 \text{ кВА};$$

$$U_{\text{нг}} = 11000 \text{ В};$$

$$X_d' = 27;$$

$$X_d = 182;$$

$$T_{d0}' = 2.3;$$

$$K = 25 \text{ В/с (коефіцієнт лінеаризації регулювача напруги)};$$

$$t_1 = 0.8 \text{ с (час затримки вступу регулювача в роботу)};$$

генератор працює на холостому ході ($E_d = 1$ – ЕРС генератора).

Параметри електродвигуна підруля:

$$U_{\text{нд}} = 11000 \text{ В};$$

$$I_{\text{нд}} = 131 \text{ А};$$

$$P_{\text{нд}} = 2000 \text{ кВт};$$

кратність пускового струму $K_{\text{п}} = 6$.

Реактивний опір двигуна рівний:

$$X_D = \frac{S_{\text{нг}} \cdot 10^3}{K_{\text{п}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{нд}} \cdot I_{\text{нд}}} \cdot \left(\frac{U_{\text{нд}}}{U_{\text{нг}}} \right)^2 = \frac{1900 \cdot 10^3}{6 \cdot \sqrt{3} \cdot 11000 \cdot 131} \cdot \left(\frac{11000}{11000} \right)^2 = 1.05$$

Початкова напруга генератора рівна:

$$U_{\text{нач}*} = \frac{X_d}{X_d + X_d'} = \frac{182}{182 + 27} = 0.87.$$

Встановлена напруга дорівнює:

$$U_{\text{уст}*} = \frac{X_d}{X_d + X_d} = \frac{182}{182 + 182} = 0.5.$$

Коефіцієнт K_2 дорівнює:

$$K_2 = \frac{U_{\text{уст}*}}{E_{d*}} = \frac{0.5}{1} = 0.5.$$

Постійна часу обмотки збудження генератора в замкненій обмотці статора на опір X_d дорівнює:

$$T_d' = T_{d0}' \cdot \frac{X_d + X_d'}{X_d + X_d} = 2.3 \cdot \frac{182 + 27}{182 + 182} = 1.32 \text{ (с)}.$$

Час досягнення мінімального значення напруги:

$$t_{\min} = \tau' d \cdot 2.3 \lg \left(\frac{U_{\text{поч}} - U_{\text{уст}}}{U_{\text{уст}} \cdot K \cdot \tau' d} + 2.72^{t_1/\tau' d} \right);$$

$$t_{\min} = 1.32 \cdot 2.3 \lg \left(\frac{0.87 - 0.5}{0.5 \cdot 25 \cdot 1.32} + 2.72^{0.8/1.32} \right) = 1.87 \text{ (с)}.$$

Значення мінімальної напруги:

$$U_{\min} = U_{\text{уст}} + (U_{\text{нач}} - U_{\text{уст}}) \cdot 2.72^{-t_{\min}/\tau' d} + U_{\text{уст}} \cdot K \cdot \left[(t_{\min} - t_1) - \tau' d (1 - 2.72^{-(t_{\min} - t_1)/\tau' d}) \right];$$

$$U_{\min} = 0.5 + (0.87 - 0.5) \cdot 2.72^{-1.87/1.32} + 0.5 \cdot 25 \cdot \left[(1.87 - 0.8) - 1.32 (1 - 2.72^{-(1.87 - 0.8)/1.32}) \right] = 0.86$$

Максимальний провал напруги:

$$\Delta U_{\max} = (1 - U_{\min}) \cdot 100\% = (1 - 0.86) \cdot 100\% = 14\%.$$

Як видно, падіння напруги знаходиться в допустимих нормах.

У тих випадках, коли $\Delta U_{\max} \geq 15\%$, необхідно передбачити заходи для зниження пускового струму двигуна (перемикання обмоток статора із зірки на трикутник, введення опору в ланцюг статора, вибір двигуна іншого типу), а якщо це неможливо - змінити комплектацію СЕС, замінивши генератори на більш потужні.

3.5. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми АСУ СЕЕС.

За принципом функціонально-структурної побудови АСУ судна відноситься до класу розподілених систем (розподілена АСУ). Вона являє собою людино-розосереджених по суднових мікропроцесорних систем (станцій), об'єднаних локальною мережею передачі даних і забезпечують ефективне управління як окремими судновими об'єктами і судном в цілому. Кожна станція має власну адресу в мережі передачі даних і забезпечує виконання однієї або декількох типових функцій.

У типовий склад структурних одиниць судовий АСУ входять:

- станція операторська (СО)
- станція локальна технологічна (СЛТ)
- блок зв'язку з об'єктом (БЗО)
- панель контролю та управління (ПКУ)
- блок сигналізації та індикації (БСІ)
- блок живлення (БЖ)

Аналіз оснащення автоматизованих судів показує, що системи управління виконуються на базі програмованих контролерів різних типів, що випускаються різними фірмами. Це призводить до суттєвого збільшення запасних частин і істотно ускладнює експлуатацію систем. Як правило, такі

системи працюють до першої відмови, який не може бути усунутий судновим персоналом. Тому необхідність впровадження загальносуднових АСУ, побудованих на базі типових уніфікованих програмно-апаратних засобів має особливу актуальність.

Операторські станції виконуються на базі РК-моніторів, в тому числі сенсорного виконання.

В склад системи автоматизації керування судновою електроенергетичною системою входить щит контролю та керування, на якому розміщенні сигнальні та вимірювальні прилади для контролю за роботою генераторних агрегатів ГА, а також органи дистанційного керування. Система керування судновою електроенергетичною системою входить в комплекс систем керування судновими технічними засобами.

Система автоматизації керування судновою електроенергетичною системою забезпечує наступний об'єм автоматизації:

- Подачу сигналу на автоматичний пуск і підключення резервного ДГ при досягненні навантаження 90% номінального на робочому генераторі;
- Автоматичну і точну синхронізацію генераторів з шиною ГРЩ;
- Автоматичний розподіл активної навантаження між паралельно працюючими генераторами після підключення резервного;
- Автоматичне відключення автомату фідера живлення з берегу при обриві однієї з живлячих фаз та сигналізацію про зниження напруги у берегової мережі менше 85% номінального значення;
- Відключення другорядних споживачів при перенавантаженні генераторів;
- Автоматичний контроль опору ізоляції на шині ГРЩ;
- Автоматичну світлову сигналізацію про розгрізку любого паралельно працюючого ДГ до 35% номінального значення;
- Напівавтоматичну синхронізацію з берегом;
- Дистанційний пуск і зупинку первинних двигунів ДГ через систему ДАУ СДГ та сигналізацію про їхню роботу;

- Дистанційний контроль основних параметрів електроенергії;
- Аварійно-попереджувальну сигналізацію.

Розроблена система побудована на базі наступних універсальних функціональних пристроїв:

- Автоматичної синхронізації (ПАС);
- Включення резерву (ПВР);
- Автоматичного розподілу потужності (ПРП) (активної загрузки);
- Контролю ізоляції (ПКІ);
- Світлової та звукової сигналізації (ПСС, ПЗС);
- Струмowego захисту (ПСЗ);
- Захисту електродвигунів від обриву фаз та пониження напруги (ЗОФН).

Система управління здатна сприймати і аналізувати логічні та аналогові вхідні сигнали. До логічних належать такі сигнали:

- інформація про стан автоматичних вимикачів. Вважається, що кожен АВ може перебувати в одному з двох нормальних («включено» або «вимкнений») або одному з двох аварійних («не може бути включений» або «не може бути виключений») станів;

- інформація про наявність напруги на станції живлення з берега, яку вважають «готовність до прийому живлення з берега»;

- інформація про стан кожного ДГ. Кожен ДГ може перебувати в режимі автоматичного і ручного управління. У режимі автоматичного управління обробляються наступні стану ДГ: «в резерві» (зупинений, справний і знаходиться в режимі автоматичного управління), «робота на мережу», «робота на ПУ», «в запуску», «в зупинці», «готовий до підключення», «аварія», «несправність».

У режимі ручного управління інформація про стан ДГ не аналізується. Переклад генератора з режиму автоматичного в режим ручного управління і назад здійснюється з постів місцевого або дистанційного керування.

Також слід відмітити, що кожен контролер має три (аварійний - чотири) різних режими управління і один режим ручного управління з ГРЩ:

- Напіваавтоматичний (SEMI-AUTO)

У напіваавтоматичному режимі всі програмні послідовності ініціюються оператором. Це виконується шляхом натискання кнопок управління, за допомогою команд, переданих по шині Modbus, або шляхом активації дискретних входів.

- Тест для аварійного генератора (EMERGENCY TEST)

Активація режиму тестування безпосередньо призводить до запуску тестової послідовності. Простий тест: запуск генератора без управління генераторним і секційним вимикачами. Під навантаженням: синхронізація з шинами ГРЩ і робота на задане навантаження певний час. Повний тест: переклад живлення відповідальних споживачів на аварійний генератор і назад на ГРЩ через певний час.

- Автоматичний (AUTO)
- Ручний (MANUAL)

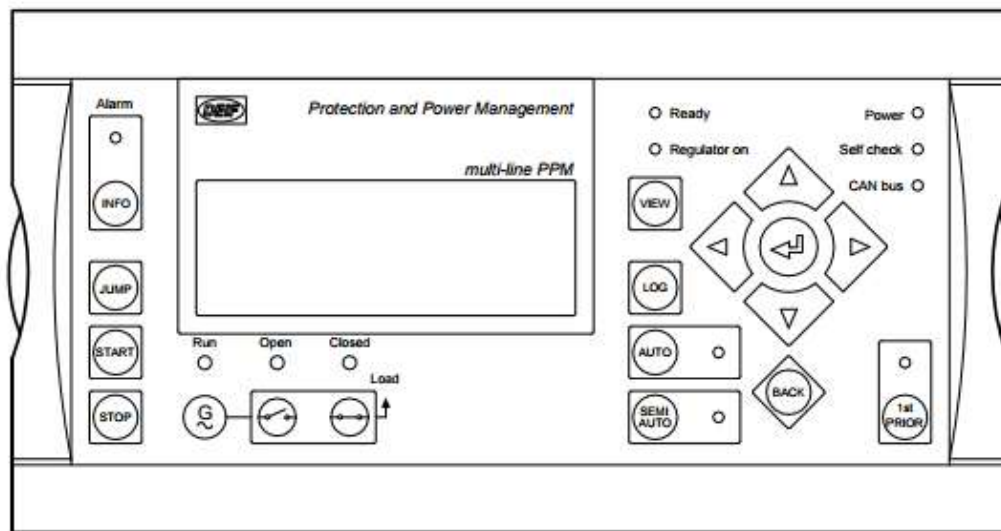


Рисунок 3.7 – Дисплей контролера дизель-генератора

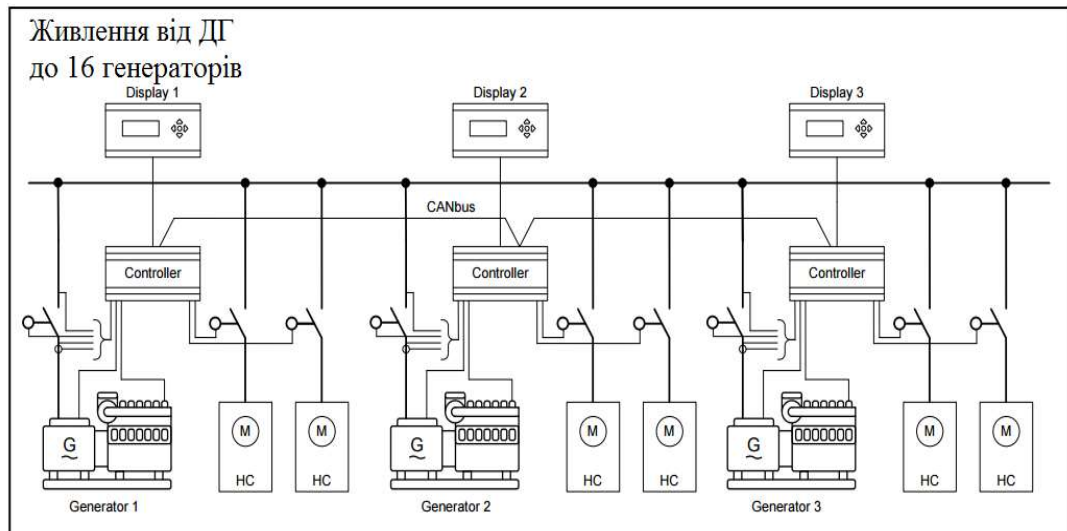


Рисунок 3.8 – Схема управління дизель-генератора

На рис. 3.9 показана схема ДАУ СДГ.

Ця система, виконана на уніфікованих електричних елементах, забезпечує виконання наступних операцій:

- автоматичне підтримання дизеля в стані гарячого резерву;
- автоматичні пуск і зупинку дизель-генератора;
- дистанційні пуск і зупинку дизель-генератора;
- автоматичну захист дизель-генератора шляхом його зупинки при виникненні аварійних станів;
- сигналізацію про стан дизель-генератора;
- вбудований функціональний контроль справності.

Система складається з чотирьох блоків (рис. 3.4, а): блоку управління БУ, основного пульта управління ОПУ, виносного пульта управління ВПУ і блоку живлення БП. На ОПУ встановлені елементи управління системою і табло світлової сигналізації; ВПУ частково дублює ОПУ; БО містить логічні функціональні блоки, вихідні пристрої, комутаційні елементи для прийому сигналів ОПУ, ВПУ, датчиків видачі сигналів на виконавчі пристрої, сигналів на електростанцію і ЦПУ. Датчики, що встановлюються на дизелі М і його системах, забезпечують контроль за тиском і температурою масла, тиском і температурою охолоджувальної води, частотою обертання дизеля.

Функціональна схема системи представлена (рис. 3.9. б) - логічна схема БО складається з наступних функціональних блоків: двох блоків стабілізованого живлення БСП, блоку пуску БП1, блоку зупинки БО, блоку відключаючих елементів БСП, блок аварійного захисту БАЗ, блок контролю часу БКВ, двох блоків підсилювачів БО. Функціональні блоки виконані на транзисторних логічних елементах з виходом на пристрої автоматики через контактні реле. До виконавчих пристроїв і механізмів системи відносяться: насоси масляної системи, системи охолодження та підігріву; електродвигун регулятора швидкості; електромагнітні клапани паливної системи, системи аварійної зупинки, повітряного пуску, попереднього підігріву. Система забезпечує кілька варіантів її використання для управління різними типами суднових дизель-генераторів. Бок –схема алгоритму пуску ДГ (рис. 3.10)

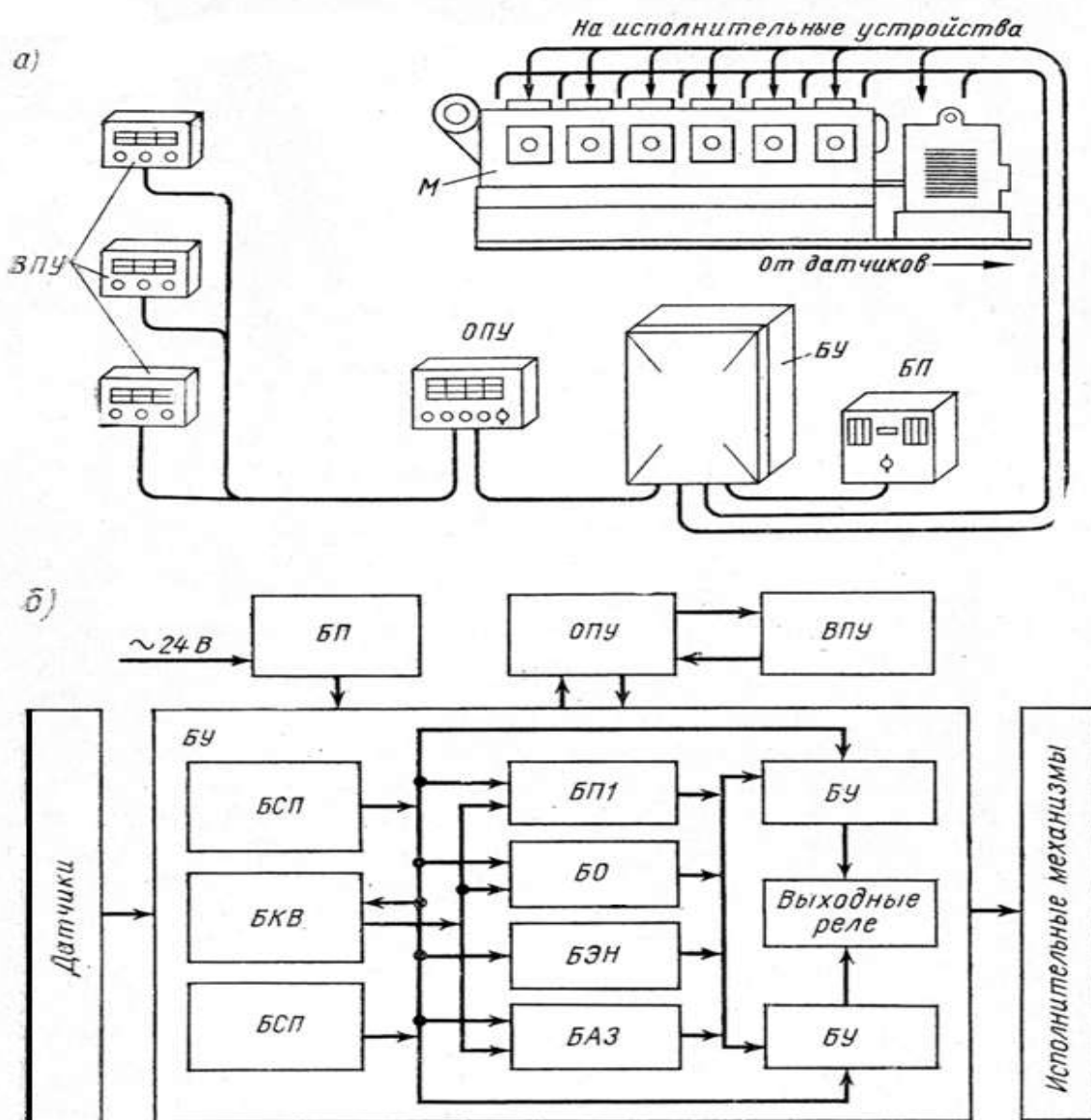


Рисунок 3.9 - Функціональна схема ДАУ ДГ

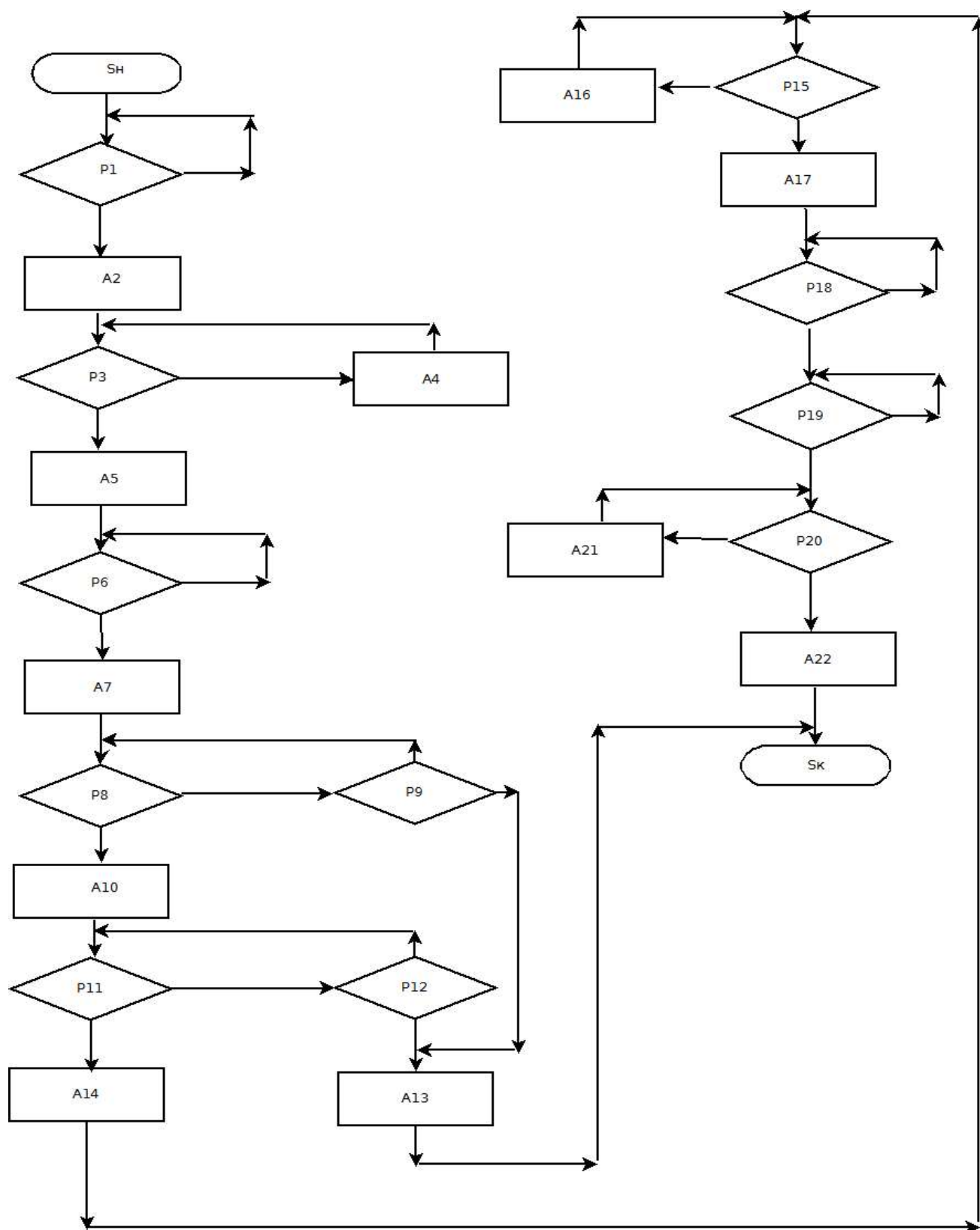


Рисунок 3.10 - Блок-схема алгоритма пуску ДГ і введення його під навантаження (блок-схема)

На рис. 3.5 позначені:

Sn – початок

P1 – пам'ять пуску вкл.

A2 – включення реле пускового клапана

P3 - спрацював вимикач нижнього положення паливної рейки

A4, A5 – вкл і викл реле зменшення частоти обертання

P6 – спрацював датчик частоти обертання дизеля

A7 – включення реле насоса перекачування масла, контролю часу прокачування, викл реле пускового клапана

P8 – спрацював датчик тиску масла при прокачуванні перед пуском дизеля

P9 – поточний час менше часу уставки на прокачування масла

A10 – включення реле пускового клапана, контролю часу пуску дизеля на повітрі, викл реле контролю часу прокачування масла

P11, P12 – спрацював датчик педаль і другий уставок частоти обертання

P12 – поточний час менше уставки часу пуску на повітрі

A13 – вкл реле невдалого пуску, пам'яті пуску, перемикач живлення серводвигателя, пускового клапана, насоси масла

A14 – викл реле насоса прокачування масла, пускового клапана, контролю часу пуску на повітрі

P15 – спрацював проміжний вимикач положення паливної рейки

A16, A21 – вкл реле збільшення частоти обертання

A17 – викл реле збільшення частоти обертання

P18, P19 – спрацював датчик мінімально допустимої температури масла і води

A22 – викл реле збільшення частоти, пам'яті пуску, реле перемикач живлення серводвигуна і включення реле підключення до електростанції, сигнальної лампи «Готовий до прийому навантаження».

Sk - кінець.

Для того, щоб контролер відповідав вирішенню конкретних завдань, функціональність РРМ-3 може доповнюватися різними можливостями. Опції, вказані при замовленні будуть інтегровані в стандартний РРМ-3, таким чином забезпечується той же користувальницький інтерфейс незалежно від того, чи потребує додаток у застосуванні складного або простого контролера [10].

3.10 Загальні відомості про мережу суднового електричного освітлення, судових сигнально-розпізнавальних вогнів, низьковольтного освітлення

Суднове електричне освітлення складається з наступних самостійних ланцюгів:

- основного внутрішнього освітлення напругою 220 В перемінного струму;
- великого аварійного освітлення напругою 220 В перемінного струму;
- зовнішнього та трюмного освітлення напругою 220 В перемінного струму;
- малого аварійного освітлення напругою 24 В постійного струму;
- сигнально-розпізнавальні вогні напругою 220 В перемінного струму.

Мережа основного внутрішнього освітлення призначена для загального та місцевого освітлення житлових, суспільних та виробничих приміщень і складається з:

- двох районних щитів з автоматами типу АК-50;
- шістнадцяти групових щитів однофазного струму з автоматами типу АС-25;
- освітлювальної апаратури;
- з'єднувальних кабелів.

Мережа основного внутрішнього освітлення отримує живлення від секції 220 В ГРЩ. Живлення від ГРЩ подається на районні секції. Світильники ламп основного освітлення отримують живлення від групових щитів, автомати котрих

забезпечують підключення та захист від КЗ будь-якої групи. Освітлення кают, каюти-компанії, суднової канцелярії, спортзалу, навігаційної рубки, ЦПК, коридорів житлової частини судна та камбузу виконано світильниками люмінесцентних ламп. У коридорах систем, у тамбурах сходу, у приміщеннях прийому палива, горловинах встановлені вибухобезпечні світильники ВЗГ-100, а в акумуляторній - світильники В4А-60.

У мережі основного освітлення застосовані розподільні коробки типу Т-9-4М, вимикачі типу ВС, 2ВС, Т-5М, Т-5-4М, штепсельні розетки - Р1е, 201е, РШ-2, РШВ2-41.

Мережа великого аварійного освітлення складається з:

- шести групових щитів однофазного струму з автоматами типу АС-25;
- освітлювальної установчої апаратури та з'єднувальних кабелів.

Групові щити великого аварійного освітлення отримують живлення від ГРЩ через щит АДГ напругою 220В перемінного струму.

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.

Від мережі великого аварійного освітлення отримують живлення штепсель - трансформатори 220/12В, що застосовуються в ланцюгах районного (переносного) освітлення.

Мережа зовнішнього та трюмного освітлення служить для освітлення проходів на зовнішніх палубах, вантажних палуб, трюмів та забортових просторів і складається з:

- одного районного щита з автоматами АК-50;
- п'яти групових щитів однофазного струму з автоматами типу АС-25, АК-25;
- освітлювальної установчої апаратури та з'єднувальних кабелів.

Мережа зовнішнього та трюмного освітлення отримує живлення від секції 220В ГРЩ. Живлення від ГРЩ подається на районний щит, а від нього на

групові щити, через контактори. Вимикання та вмикання зовнішнього трюмного освітлення проводиться централізовано з навігаційної рубки.

Мережа малого аварійного освітлення призначена для мінімального освітлення коридорів, тамбурів, аварійних виходів та деяких суспільних і службових приміщень у разі зникнення напруження в мережі великого аварійного освітлення і складається з:

- двох щитів з контакторами постійного струму;
- дев'яти розподільних коробок серії МК;
- освітлювальної установчої апаратури та з'єднувальних кабелів.

Мережа сигнально-розпізнавальних вогнів служить для живлення ходових розпізнавальних вогнів і сигнальних вогнів, які забезпечують безпеку мореплавання. Ліхтарі сигнально-розпізнавальних вогнів отримують живлення від секції пульта судноводіння у навігаційній рубці, який в свою чергу, отримує живлення від ГРЩ через АРЩ.

На судні встановлені такі основні вогні:

- 1) топові (білий колір);
- 2) бортові відмітні (правий борт — зелений, лівий борт — червоний колір);
- 3) кормовий (гакобортовий) (білий колір);
- 4) якірні (на кормі і на носу) (білий колір);
- 5) "Не можу справлятися" (2 вогні) (червоний колір);
- 6) клотиковий (білий).

Як ліхтарі використовуються світлосигнальні ліхтарі, що забезпечують необхідну для кожного вогню дальність і кут видимості. Типи ліхтарів: 559М (топові), 557М (бортові). 641 (кормовий), 568 (якірні), 566-2 ("Не можу справлятися"), 565 (клотикові).

4 АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

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

У сучасних системах автоматизації, навіть всілякі механічні виконавчі механізми (клапани, засувки і т.д) раніше абсолютно пасивні, тепер здатні сприймати команди і інформувати про свій стан. Основна мета побудови розподілених систем автоматизації – здешевлення і спрощення технології і менеджменту виробництва і експлуатації системи в цілому за рахунок, забезпечення технології різного мережевого доступу від супервізорних комп'ютерів і багатофункціональних контролерів до інтелектуальних пасивних елементів (датчики, регулювальники і так далі).

Такий зв'язок повинен задовольняти вимогам про функціональність, надійність і відвертість. Комунікаційні технології побудови єдиної інформаційної мережі, об'єднуючої інтелектуальні контролери, датчики і виконавчі механізми, визначається терміном – fieldbus (польова шина або промислова мережа). Це одночасно фізичний спосіб об'єднання устроїв і програмно-логічний протокол їх взаємодії.

4.1.1. Основні технічні характеристики інтегрованої системи управління судном.

Інтегрована система управління може бути пристосована до індивідуальних вимог конкретного судна. Модульна конструкція дозволяє гнучко налаштовувати систему від низької складності (системи сигналізації) до високої складності (системи комплексного контролю і моніторингу).

Підсистеми, які можуть бути підключені:

система сигналізації і моніторингу;
система контролю допоміжних механізмів;
електроенергетична система;
контроль пропульсивної установки;
баластних система;
система контролю вантажними операціями;
система кондиціонування повітря;
пожежна система та ін.

ІСМ заснована на технології, яка використовує стандартні модулі. Вони пов'язані між собою за допомогою двосторонніх інформаційних шин і мереж. Таким чином система може бути налаштована для використання на будь-яких типах судів. Основним завданням даної системи є надання всієї необхідної інформації офіцерському складу для підтримки безпечної та ефективної роботи МО і судна в цілому. Системний аналіз комплексу систем управління технічними засобами (КСУ ТС) суднової енергетичної установки.

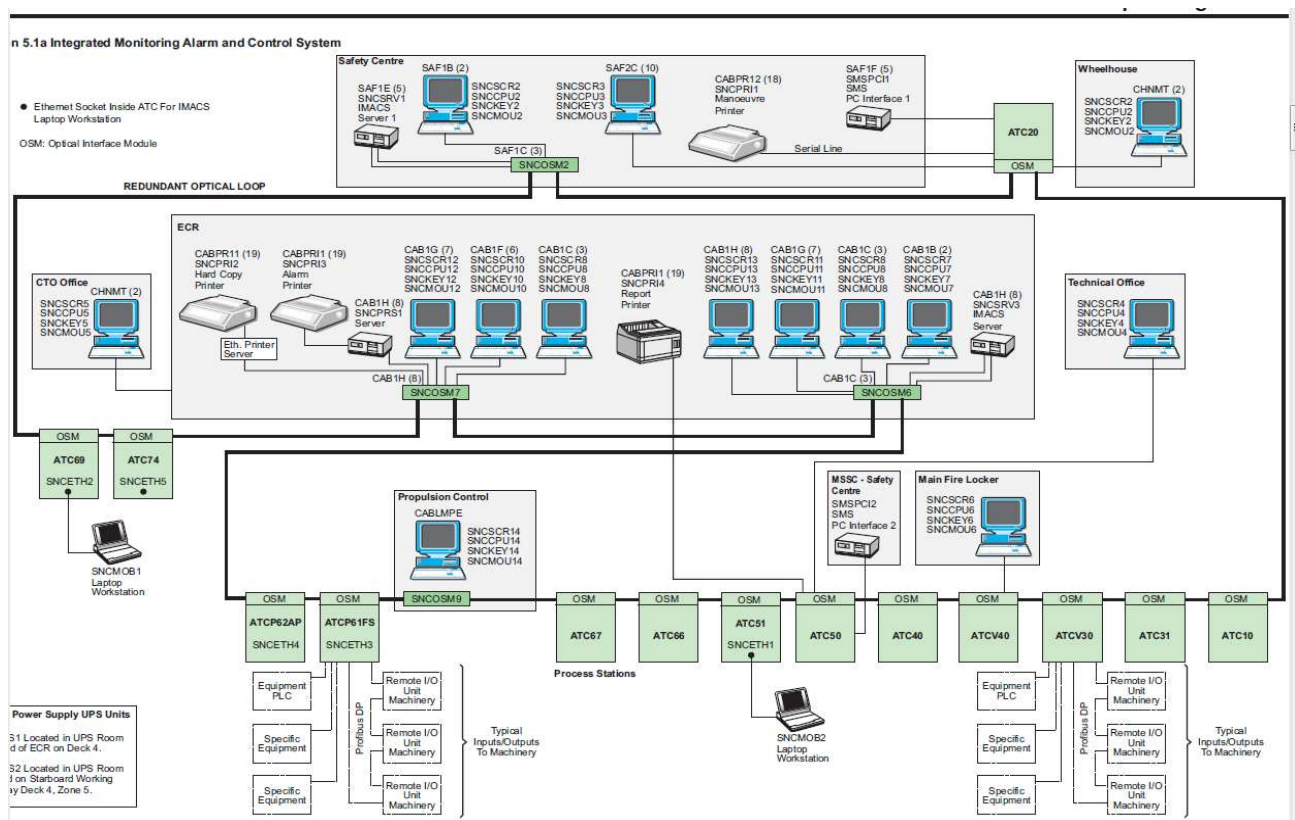


Рисунок 4.1 - Загальна схема суднової системи PMS

Система управління живленням (PMS) є невід'ємною частиною MAS. Основні функції Power Management System наступні:

- Ручний або автоматичний запуск і зупинка основних дизель-генераторів і аварійного дизель-генератора і навантажувальний випробування (ручний запуск АДГ).
- Контроль електропостачання та суднової електричної мережі, що складається з двох головних розподільних щитів 11 кВ.
- Забезпечення необхідної потужності для електричної рухової установки.
- Відключення другорядних споживачів у разі перевантаження суднової електричної мережі (відключення по преференційної схемою).
- Система розподілу навантаження для великих споживачів в окремих частинах суднової електричної мережі відповідно до фактичної обраної конфігурацією головного розподільного щита. Уражені споживачі - двигуни та компресори системи кондиціонування повітря.
- Управління споживачами 11 кВ в головних розподільних щитах.
- Автоматичне відновлення електричної мережі судна в разі відключення електроенергії.
- Моніторинг головних розподільних щитів 11 кВ і відображення всіх вимірних значень і аварійних сигналів головного розподільного щита.

Запуск і зупинка дизель-генераторів

Стартова послідовність (генератор встановлений в автоматичний режим)

Якщо генератор встановлений в автоматичний режим і отримує команду запуску, MAS запустить двигун генератора. Коли двигун генератора набере обертів і буде встановлено правильне напруга, автоматичний вимикач генератора замкнеться, і генератор подасть харчування на головний розподільний щит. Процедура виглядає наступним чином:

- а) команда запуску ініціюється PMS, оператором або як результат стану Black out. Команда запуску видається двигуну генератора.

б) Якщо генератор не починається і сигнал пуску не надходить протягом 30 секунд, активується аварійний сигнал автоматичного збою запуску, і необхідно буде запустити, синхронізувати і підключити генератор вручну.

с) Коли двигун генератора набирає обертів і встановлюється правильне напруга, генератор синхронізується з головною шиною.

При синхронізації автоматичний вимикач генератора отримає команду включення і включиться. Двигун генератора тепер буде жити головний розподільний щит.

д) Якщо генератор не може синхронізуватися протягом 2-х хвилин після команди синхронізації, активується сигнал тривоги про збій автоматичного запуску, і необхідно буде запустити, синхронізувати і підключити двигун генератора вручну. Якщо автоматичний вимикач генератора не включається протягом 3 хвилин після подачі команди на включення, активується сигнал тривоги відмови автоматичного запуску, і необхідно буде запустити, синхронізувати і підключити генератор вручну.

Примітка. Якщо головний розподільний щит знаходиться в стані відключення, генератор підключиться до головного розподільного щита без необхідності синхронізації.

Послідовність зупинки (генератор встановлений в автоматичний режим)

Якщо генератор налаштований на автоматичний режим, підключений до головного розподільного щита і отримує команду зупинки, MAS розвантажить генератор. Коли навантаження генератора буде знижена до достатнього рівня, автоматичний вимикач генератора буде відключений. Процедура виглядає наступним чином:

а) Команда зупинки ініціюється PMS або оператором.

б) Навантаження на генератор, що підлягає зняттю з експлуатації, зменшується.

с) Коли навантаження становить менше 5%, автоматичний вимикач генератора отримає команду розмикання. Якщо навантаження не знижується до рівня менше 5% протягом 5 хвилин після видачі команди розвантаження, активується

аварійний сигнал збою автоматичної зупинки, і буде потрібно розвантажити, відключити і зупинити генератор вручну.

г) Автоматичний вимикач генератора відключиться. Двигун генератора буде працювати протягом заданого періоду часу відновлення до отримання команди зупинки. Якщо автоматичний вимикач генератора НЕ розмикається, активується аварійний сигнал збою автоматичної зупинки, і необхідно буде вручну розвантажити, відключити і зупинити генератор.

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

Система автоматизації (MAS)

MAS Огляд

Виробник: Kongsberg Maritime AS

Тип: K-Chief 700

K-Chief 700 Machinery Automation System (MAS) - це автономна розподілена система моніторингу та управління, яка дозволяє авторизованому персоналу контролювати та експлуатувати суднові системи, які можуть відображатися на станції оператора.

Операторська станція складається з дисплея з плоским екраном і введення з клавіатури.

Різні операторські станції з'єднані через волоконно-оптичні мережі А і В з резервної мережею С.

MAS - це система контролю і управління обладнанням, яка охоплює всі важливі установки на борту судна, такі як:

- Управління енергоспоживанням
- Управління допоміжною технікою
- Баласт / паливо моніторинг і контроль
- Енергетична силова установка
- Обробка газу
- Системи контролю

Основні функції включають в себе:

- Управління та моніторинг системи
- Реєстрація подій і моніторинг
- Функції управління (управління двигуном, управління клапанами і PID)

Система побудована з модульних апаратних компонентів і модульного прикладного програмного забезпечення.

Система управління енергією (PMS)

Система управління живленням (PMS) контролює вироблення і розподіл електроенергії, включаючи кілька розподільних щитів і кільцевих шин. Розподільні щити оснащені захисними реле Merlin Gerin Sepam 80, які інтегровані в систему управління для віддаленого управління через протокол Modbus.

PMS є невід'ємною частиною MAS, і її метою є забезпечення відповідності потужності в будь-який час. Це гарантує, що навантаження основних споживачів не перевищить потужність електростанції, навіть якщо генератор несподівано відключиться. PMS також контролюватиме відновлення харчування і допоміжних систем в малоімовірному випадку відключення електроенергії.

Система управління живленням (PMS) автоматично контролює дизельні генератори для ефективної роботи. Для суднових генераторних установок передбачений автоматичний запуск, синхронізація і розподіл навантаження. Автоматичний розподіл навантаження забезпечує рівномірне навантаження кожного генератора.

Розглянемо систему управління дизель-генератором (ДАУ ДГ).

Система ДАУ ДГ відноситься до основних систем автоматизації. В склад дизельної установки входить сам дизель і системи, які забезпечують його функціонування – системи пуску, реверсу, змазки, охолодження, паливоподачі, управління.

Безаварійна і економічна робота дизельної установки можлива за умови автоматичного контролю і управління основними робочими параметрами дизеля.

До робочих параметрів, за яких здійснюється автоматичне регулювання, захист та сигналізація відносяться:

- температура прісної води на вході $T_{в1}$ і на виході $T_{в2}$;
- температура мастильного масла на вході $T_{м1}$ і на виході $T_{м2}$;
- тиск атмосферного повітря P_0 ;
- тиск у запусковому колекторі $P_к$;
- тиск мастильного масла $P_м$;
- тиск газів у випусковому колекторі $P_г$;
- тиск охолоджуючої води $P_в$;
- крутний момент M і частота обертання колінчатого валу n .

Контроль за температурою та тиском виконується завдяки спеціальним датчикам.

Системи автоматизованого управління дизельними установками забезпечують автоматичне виконання, як мінімум наступних параметрів: пуск, вихід на заданий швидкісний режим, зупинку, реверс.

Розглянемо призначення системи ДАУ СДГ:

За призначення і об'єму автоматизації суднові ДГ можуть бути розділені на дві групи:

До першої групи відносять ДГ, які забезпечують електропостачання споживачам судна в нормальних експлуатаційних режимах.

До другої групи відносять автономні АДГ, які забезпечують електропостачання особливо відповідальних споживачів судна у випадку виходу з ладу основної електростанції.

Система ДАУ ДГ призначена для дистанційного автоматизованого керування ДГ перемінного і постійного струму потужністю від 100 до 1000 кВт. Вона виконує наступні функції:

- підтримання ДГ в прогрітому стані;
- дистанційний або по сигналу від системи управління пуск ДГ з холодного або прогрітого стану і вивід його на номінальну частоту

обертів з видачою сигналу в систему управління про готовність до прийняття навантаження;

- захист ДГ при аварійному відключенні параметрів (тиск масла і води, температури масла і води, частота обертів) з видачою сигналу розшифрування причини аварії;
- видачу попереджувальних сигналів про стан параметрів ДГ;
- дистанційну або по сигналу ззовні зупинку ДГ по спеціальній програмі;
- екстрену (аварійну), а також ручну зупинку двигуна.

Процес управління дизельним приводом генератора полягає в своєчасному вводі в дію і відключенні другорядних електрифікованих механізмів двигуна і його систем відповідно з заданими алгоритмами (програмами), а також контроль за їх станом.

Розглянемо структурну схему запуску ДГ:

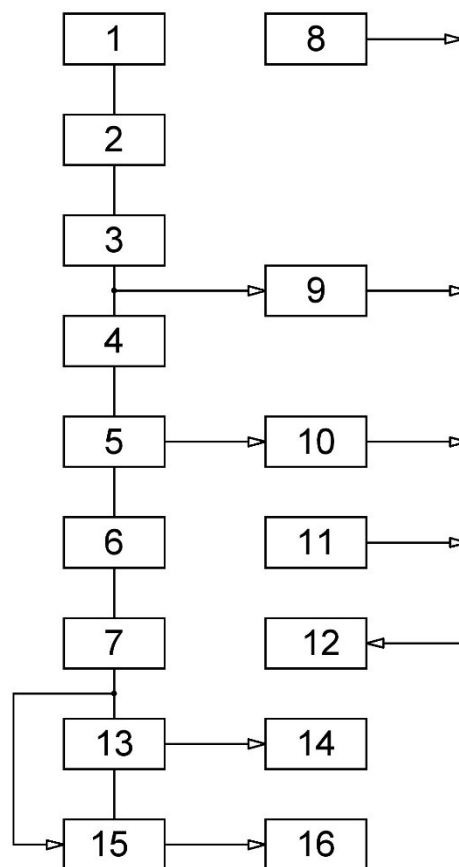


Рисунок 4.2 – Структурна схема запуску ДГ і прийняття ним навантаження
На схемі пуску ДГ і прийняття ним навантаження (рис 4.2) позначені:

- 1 – сигнал на запуск двигуна;
- 2 – передпускове прокачування масляної системи;
- 3 – дозвіл пуску по сигналу реле тиску масла;
- 4 – розкручування двигуна;
- 5 – прогрів двигуна при попередній затяжці пружини регулятора частоти обертів;
- 6 – дозвіл збільшення частоти обертів;
- 7 – вихід двигуна на номінальну частоту обертів;
- 8 – контроль тривалості передпускового прокачування масла;
- 9 – контроль тривалості подачі пускового повітря;
- 10 – відключення пускової схеми по сигналу реле частоти обертів;
- 11 – підготовка ланок захисту по контролюючим параметрам;
- 12 – блокування схем і зупинка двигуна;
- 13 – дозвіл на включення АВГ по сигналу датчика частоти обертів двигуна;
- 14 – прийом навантаження;
- 15 – дозвіл на включення пристрою синхронізації по сигналу датчика частоти обертів двигуна;
- 16 – введення в паралельну роботу.

Основним критерієм алгоритму пуску ДГ є час на його готовність до прийому навантаження: (час прокачки масла, час запуску, час прогріву, час виходу на номінальні оберти, час видачі сигналу на прийом навантаження). [10].

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

Узагальнені функції систем ДАУ

Система ДАУ пропульсивними установками повинні забезпечувати :

автоматичне керування повільним провертанням, пуском, реверсом, зміною частоти обертання й зупинкою дизеля по команді, що задає із РР переміщенням сполученої з МТ рукоятки, що задає, без витримок часу в проміжному положенні;

перехід з ДУ на ДАУ /і назад/ а плин не більше 10 із при будь-якому режимі роботи дизеля /без порушень цього режиму/, погодженому положенні МТ і пускорегулюючею рукоятки системи ДУ;

захист від неправильних дій суднового персоналу, що приводять до аварійного стану об'єкта й СУ, а також від випадкових змін, втрати інформації й порушення програми а випадку несанкціонованого втручання;

скасування попередньої й виконання останньої команди при надходженні нової до завершення попередньої команди;

функціонування по двох програмах /нормальної й екстреної/: при нормальній програмі долини реалізовуватися всі завдання по керуванню, контролю й захисту, а також програмній зміні швидкісних і навантажувальних режимів при збільшенні й зменшенні частоти обертання дизеля в нормальних експлуатаційних умовах; при екстреній програмі повинні відключатися захисту дизеля /крім захисту по розносі/, відмінятися обмеження РЧВ, установлюватися підвищене значення пускової паливоподачі, а також задаватися підвищене значення уставки частоти обертання реверса;

автоматичний функціональний контроль джерел живлення, датчиків, сигналізаторів і ЇМ системи, а також перевірку функціонування автоматизованого комплексу при зупиненому або працюючому при ДУ дизелі;

формування стану "Несправність пуску", що блокує пускові ланцюги системи ДАУ при надходженні команди на заборону пуску від пульта ЦПУ або при наявності одного із сигналів: блокування ЦПК, низьке тиск пускового повітря, уведене ВПУ, ВР блокований, низьке тиск повітря керування системою реверса, допоміжні механізми й системи не готові до роботи, невдалий пуск дизеля на повітрі або паливі;

формування стану "Несправність автоматики", що блокує пускові ланцюги системи ДАУ в режимах "Пуск" і "Реверс", а також блокує зміна паливоподачі при роботі дизеля на паливі у випадку появи одного із сигналів: низький тиск повітря керування, несправність ланцюгів контролю частоти обертання, електропневмоперетворювача телеграфу, ЕПК, несправність живлення системи ДАУ;

розблокування системи після усунення причини формування стану "Несправність пуску" або "Несправність автоматики" при установці рукоятки, що задає, на пульті РР у положення "Стоп";

реверс дизеля на малому ході без обліку інерції судна протягом не більше 15 сек. з моменту переходу з рукоятки, що задає, через положення "Стоп" до початку усталеної роботи на паливі.

Машинні телеграфи — це синхронні прилади передачі кута, що служать для двостороннього зв'язку між командними пунктами й машинними відділеннями судна. Особливостями машинного телеграфу є розвинена система сигналізації й сполучення елементів синхронного зв'язку, що працюють на одну шкалу, у єдиному приладі. На судах, як правило, установлюють основні й резервний машинні телеграфи. Основний машинний телеграф являє собою автономну установку синхронних приладів передачі кута, що забезпечує передачу наказів з постів керування судном (рубання, місток) у машинні відділення й передачу з машинних відділень у командні пункти відповідей про прийом наказів, а також одержання в спеціальних постах як переданих наказів, так і прийнятих відповідей. На командних пунктах установлюють датчики-приймачі, у машинні відділення-приймачі датчики машинного телеграфу, а в спеціальних постах - контрольні приймачі машинного телеграфу. У датчику-приймачі й приймачі - датчику об'єднані сельсин-датчик і сельсин-приймач, контрольні ж прилади являють собою сукупність двох сельсинів-приймачів.

Види електричної сигналізації

Електрична сигналізація на судах є невід'ємною частиною багатьох судових систем: енергетичної установки, допоміжних механізмів,

загальносуднових систем, систем судноводіння н ін. Сигналізація служить для попередження обслуговуючого персоналу про досягнення граничних значень деяких параметрів. Важко уявити собі на судні пристрій або механізм, що не має світлову або звукову сигналізацію, будь то сепаратор або компресор, масляний насос або насос охолодження, основний або аварійний дизель-генератор, авторульовий або гірокомпас. Крім того, є самостійні незалежні схеми сигналізації, наприклад авральна, пожежна й ін. У якості викличний, додаткової і дублюючого зв'язку електрична сигналізація входить у телефонні, телеграфні й інші установки.

Різновиду суднової електричної сигналізації, компонування й розташування залежно від типу судна визначаються Правилами класифікації й будівлі морських суден Регістра.

Питання використання й технічного обслуговування систем суднової електричної сигналізації регламентуються Правилами технічної експлуатації суднових технічних засобів. При великій розмаїтості видів суднової електричної сигналізації можна виділити наступні системи сигналізації.

Пожежна сигналізація. Установлюється на пасажирських судах валовою місткістю 100 рег. т і більше; на судах спеціального призначення й промислових; на судах, знаком F, до яких пред'являються підвищені вимоги пожежостійкості палуб, перебирань, шахт, машинно-котельного відділення й ін.

У кермовій рубці встановлюється станція пожежної сигналізації з мнемосхемою, за допомогою якої швидко визначається місце пожежі. Система пожежної сигналізації для виявлення пожежі постачена датчиками-оповіщувачами ручної й автоматичної дії.

Система пожежної сигналізації повинна постійно перебувати в дії. Вивід з дії системи (частково або повністю) для усунення несправностей або виконання технічного обслуговування (ТЕ) допускається з дозволу капітана й з попереднім повідомленням вахтового помічника. Один раз на місяць повинні бути піддані перевірці по одному оповіщувачу в кожному промені.

Прилади сигналізації по роду електроживлення діляться на прилади постійного й змінного однофазного струму. Конструкція й виконання приладів суднової електричної сигналізації відповідають специфічним судновим умовам. Всі прилади виготовляють із металевих (звичайно силумінові) корпусах і офарблюють фарбою, стійкою до впливу морської води.

4.4 ГМЗСБ і навігація, технічні характеристики та конструкційні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв, та радіозв'язку

Інтегрована навігаційна система

Радар

Виробник: Kongsberg

Тип: K-Bridge System X-Band і S-Band

Радар є допоміжним засобом навігації і не повинен розглядатися як єдиний засіб виявлення потенційної небезпеки зіткнення. При використанні радар не звільняє оператора від візуального спостереження за потенційними небезпеками.

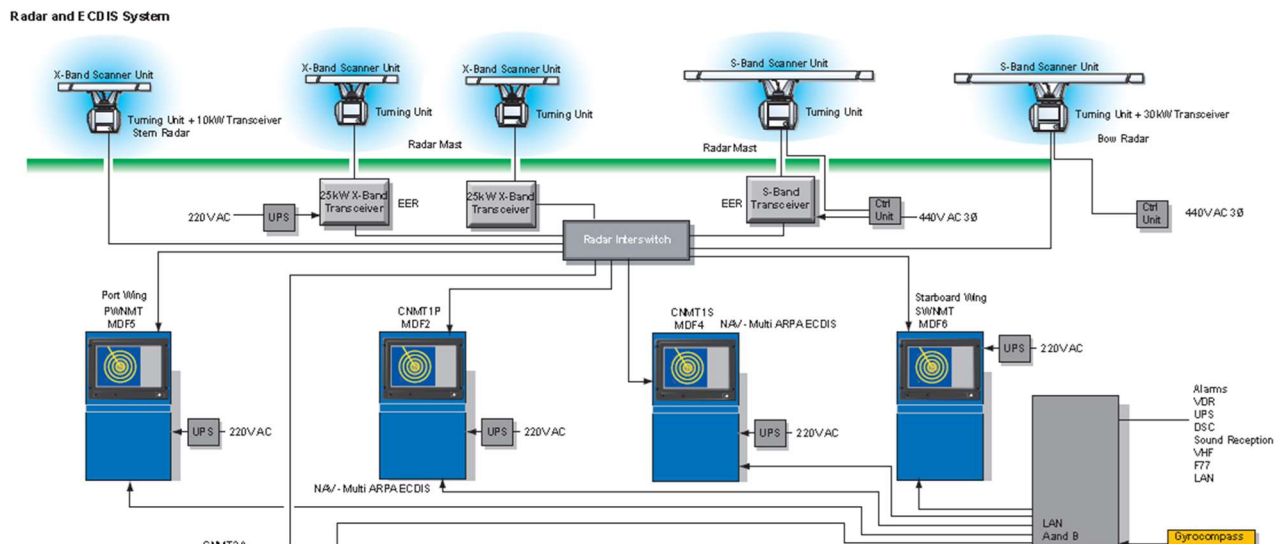


Рисунок 4.3 – Схема радарів

Автоматична система радіолокаційного розпізнавання і позиціонування (ARPA)

Цілі на дисплеї можна відстежувати за допомогою радара. Відслідковують мети можуть бути обрані вручну або автоматично. Потім відстежуємо мета може ініціювати сигнали тривоги, коли мета стає загрозою безпеки власного судна. Це відбувається, коли мета перетинає задану кордон навколо позиції свого корабля.

Може бути нанесено до 100 цілей зі швидкістю до 100 вузлів.

Стандартні цільові символи використовуються для позначення цільового статусу. Це охоплює курс і швидкість розпізнаних цілей, втрачені цілі, нові цілі а також вказує, які цілі становлять небезпеку для власного корабля

AIS/ARPA Targets

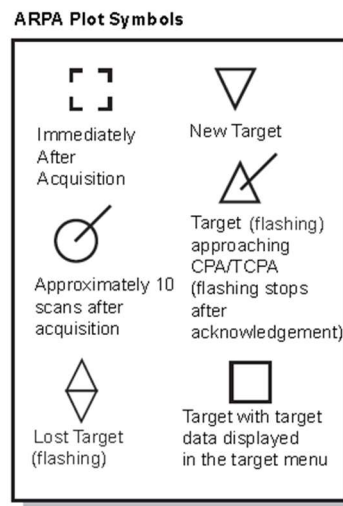


Рисунок 4.4 - Автоматична система радіолокаційного розпізнавання і позиціонування

Гідроакустичний доплерівський лаг

Виробник: Шкіпер

Тип: DL 850

Доплеровський лаг DL850 встановлений на борту для надання інформації про швидкість судна. Датчик розташований в передній частині корпусу.

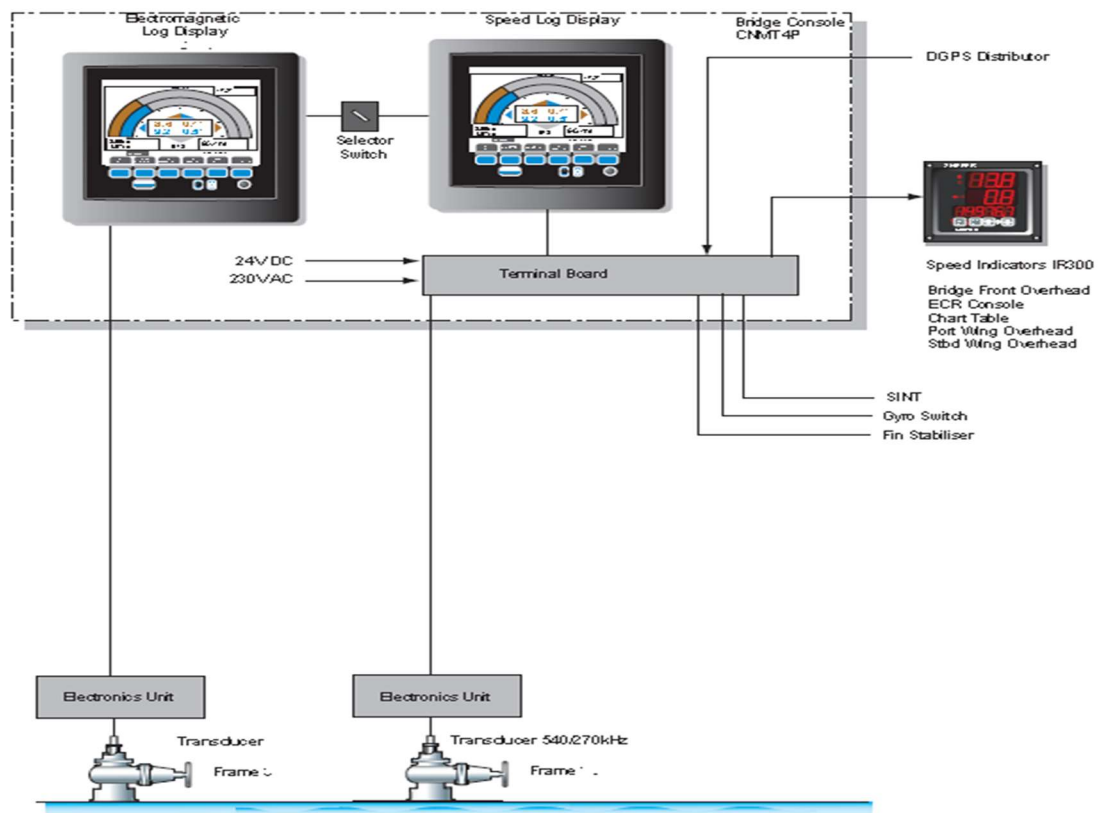


Рисунок 4.5 - Гідроакустичний доплеровський лаг

Панель оператора розташована на консолі на містку, а панель цифрового індикатора IR300 розташована в консолі ЕР.

Головки перетворювача містять 5 акустичних елементів та розташовані на корпусі судна.

Чотири елементи 540 кГц для 2-осьової логарифмічною функції і один елемент 270 кГц для допоміжної функції ехолота.

У корпус також вмонтований електромагнітний каротажний перетворювач з дисплеєм, розташованим на містку.

Вбудована функція ехолота може бути використана для глибини до 100 м, з можливістю вимірювання потоку в трьох шарах глибини до 50 м, а також вимірювання температури моря.

Ехолот

Виробник: Шкіпер, Тип: GDS102

Ехолот - це звукова навігаційна система (Sound Navigation and Ranging), яка використовується для вимірювання глибини води під судном шляхом передачі ультразвукового імпульсу на морське дно і виявлення відбитого сигналу.

Швидкість звуку в воді 1540 м / с.

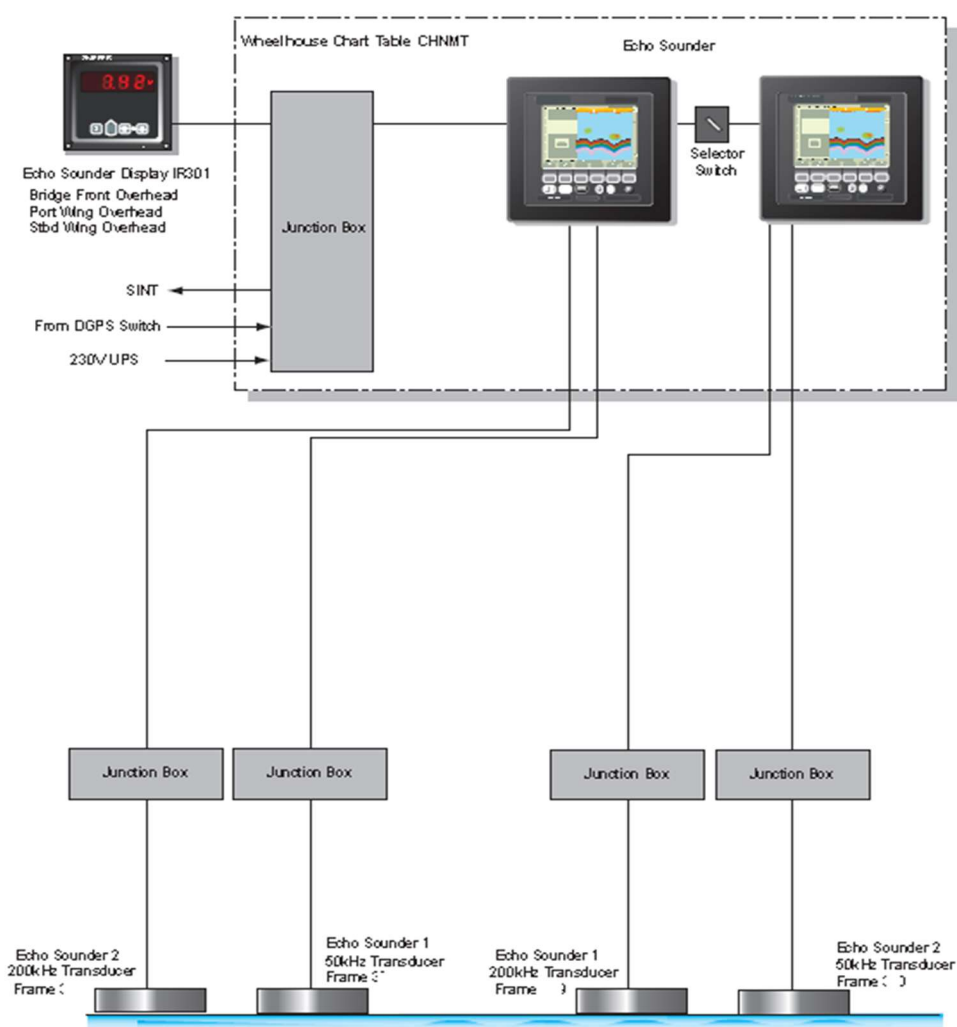


Рисунок 4.6 – Ехолот

Гірокомпас Виробник: C Plath / Sperry. Тип: NAVIGAT X Mk1 / NAVIGAT SR2100

Корабель оснащений гірокомпасом NAVIGAT X Mk1 і установки Sperry SR2100, що складається з 6 універсальних компасних повторителів, 2 репитерів для крил містка (крило порту і правого борта), повторювача рульової машини, системи компаса NAVITWIN IV і відповідного інтерфейсу, блоку живлення і блоку перемикачів / розподілу. Гірокомпас забезпечує напрям даних NMEA через інтерфейс до іншого навігаційного обладнання, рульового управління і системам управління становищем судна.

Глобальні системи позиціонування.

Виробник: MX Marine Тип: MX420 / 8GPS Що складається з сузір'я з 24 діючих супутників (по чотири в кожній з шести операційних площин) на висотах приблизно 20 000 км, система надає двовимірні прив'язки (широта і довгота) для морських користувачів. За допомогою GPS-приймача можна домогтися визначення місця розташування з точністю близько десяти метрів. В основному, інформацію про розташування GPS досягається шляхом вимірювання дальності від декількох обраних супутників до приймача. Діапазон визначається шляхом вимірювання часу поширення прийнятих сигналів та фіксованої помилки годин. Завдяки використанню мікропроцесорної технології ця помилка синхронізації може бути усунена за умови, що принаймні три супутника видно для двовимірного фіксування. Альтернативні незалежні засоби визначення місця розташування завжди повинні використовуватися разом з GPS. Чотири блоки дисплея системи диференціального глобального позиціонування (DGPS 1 і 2) встановлені на мостиковій консолі CNMT2P, (DGPS 3) в кормовій частині корабля і на віддаленому дисплеї на столі навігації. Кожен має 8 двонаправлених портів NMEA. Пристрій DGPS має ряд світлових індикаторів (червоний, жовтий і зелений) з лівого боку панелі. Ці індикатори відображають стан сигналу системи.

Глобальна морська система зв'язку при лиху і для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ) - це міжнародна система, яка стосується всіх судів понад 300 брутто-

тонн і всіх пасажирських суден, що виконують міжнародні рейси, незалежно від тоннажу. Onf забезпечує комплексну зв'язок для операцій в разі лиха, терміновості і безпеки в наземних і супутникових службах. Вона визначає методи, які повинні використовуватися, щоб суду, які потребують допомоги, могли передавати конкретні сигнали оповіщення, щоб вказати, що їм потрібна допомога. Існує дев'ять життєво важливих функцій зв'язку, які повинні виконувати всі судна, що відповідають правилам SOLAS, а саме:

- Передача сповіщень про лихо з берега на берег принаймні двома окремими і незалежними засобами, кожне з яких використовує свою службу радіозв'язку.
- Передача та прийом сигналів лиха з судна на судно.
- Отримання сповіщень про лихо з берега на судно.
- Передача та прийом і забезпечення координації при пошуково-рятувальних операціях.
- Передача та прийом повідомлень на місці.
- Передача та прийом сигналів розташування.
- Отримання інформації про безпеку на морі.
- Передача та прийом звичайної радіозв'язку на і від берегових радіосистем або мереж.
- Передача та прийом міжмережевий зв'язку.

Одна з особливостей ГМССБ дозволяє виконувати обов'язки зі спостереження автоматичними засобами як на березі, так і на судах. Існує чотири рівні пріоритету для повідомлень про лихо:

- Лихо: коли судно або люди на борту знаходяться мертві або переживають катастрофу неминуча загибель і потрібна негайна допомога.
- Термінова допомога: коли безпека судна або особи (осіб) знаходиться під загрозою і вони потребують допомоги. Приклади включають в себе; судно не керовано і вимагає буксирування; пошкоджене судно; особа (а) потребує медичної допомоги.

5. ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ

6.1. Цивільний захист/оборона

Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

6.1.1. Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту).

Вантажне судно «Yarrow» стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту Гонконг (Китай). Отримано повідомлення про інцидент зі скрапленням газом: при проведенні швартовних операцій у порту стався навал на причальну споруду танкера-хімовоза. В результаті пошкодження вантажної ємності танкера-хімовоза розлився сірчистий ангідрид, який є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість розливої СДОР – 10 т, характер розливу «вільно».

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 16.00, температура повітря 30⁰С, швидкість вітру 5 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань до аварійного танкера-хімовоза 3 км. Місцевість відкрита, характер – водна поверхня.

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

6.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території.

Виконання розрахунків ведеться за допомогою формул і таблиць, наведених у Методиці прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту (Додаток 1 до «Методичних вказівок по виконанню розділу «Цивільний захист/оборона» дипломних проектів (робіт)»).

6.1.2.1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 5 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по таблиці 1 ступень вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

Таблиця 6.1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	день					
	Наявність хмарності					
	відсутня		відсутня		відсутня	
0,5	конвекція	0,5	конвекція	0,5	конвекція	0,5
0,6-2,0	конвекція	0,6-2,0	конвекція	0,6-2,0	конвекція	0,6-2,0
2,1 – 4,0	конвекція	2,1 – 4,0	конвекція	2,1 – 4,0	конвекція	2,1 – 4,0
> 4,0	ізотермія	> 4,0	ізотермія	> 4,0	ізотермія	> 4,0

6.1.2.2. Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі.

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

Розраховуємо еквівалентну кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,11 \cdot 0,333 \cdot 0,23 \cdot 1,3 \cdot 10 = 0,11 \text{ т,}$$

де: $K_1 = 0,11$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 2);

$K_3 = 0,333$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірчистого ангідриду (таблиця 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);

$K_7^1 = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 2);

$Q_0 = 10$ – кількість розлитого сірчистого ангідриду, т.

Таблиця 6.2. Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/ м ³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів									
	Ізометричне зберігання				K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°С)						
								- 40	- 20	- 10	0	20	30	40
Сірчистий ангідрид	0,0029	1,462	- 10,0	1,8	0,11	0,049	0,333	0,2	0,5	<u>1</u> 0,7	<u>3</u> 1	1	<u>3</u> 1	<u>7</u> 1

Примітка:

1. У таблиці наведені значення K_7 в чисельнику - K_7^I (для первинної хмари), в знаменнику - K_7^{II} (для вторинної хмари).

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

Площа розливу S_p (м²) сірчистого ангідриду дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0 / \rho}{h} = \frac{10 / 1,462}{0,05} = 136,8 \text{ м}^2,$$

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

$Q_0 = 10$ – кількість сірчистого ангідриду, що розлився при аварії, т.

$\rho = 1,462$ – щільність сірчистого ангідриду, т/м³ (таблиця 2);

$h = 0,05$ – товщина шару сірковуглецю (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 Т (год.) сірчистого ангідриду:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}} + \frac{1}{K_M \cdot v_{II}} = \frac{0,05 \cdot 1,462}{0,049 \cdot 2,34 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 29} = 0,672 \text{ год.} = 40 \text{ хв.},$$

де: $K_2 = 0,049$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірчистого ангідриду (таблиця 2);

$K_4 = 2,34$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 3);

$K_7^{II} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 2);

$K_M = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірчистого ангідриду (таблиця 4);

$v_{II} = 29$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год (таблиця 5).

Таблиця 6.3.Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (u), м/с	$\leq$									0
K_4		,33	,67	,0	,34	,67	,0	,34	,67	,0

Таблиця 6.4.Значення коефіцієнту K_M залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1
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 6.5.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≤	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 сірчистого ангідриду Q_{s2} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{s2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} \quad (\text{т}),$$

$$Q_{s2} = (1-0,11) \cdot 0,049 \cdot 0,333 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{10}{0,05 \cdot 1,462} = 1,069 \text{ т},$$

де: $K_1 = 0,11$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 2);

$K_3 = 0,333$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірчистого ангідриду (таблиця 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.

$K_7^{\Pi} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 2);

6.1.2.4. Визначення глибини і площі зони зараження.

Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР при аваріях на технологічних ємностях, сховищах і транспорті визначаємо за допомогою таблиці 6.

Таблиця 6.6. Глибина (км) зони зараження

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
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 $Q_{s1} = 0,11$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинної хмари сірчистого ангідриду: $\Gamma_1 = 0,53$ км.

Для $Q_{s2} = 1,069$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірчистого ангідриду: $\Gamma_2 = 1,68$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 1,68 + 0,5 \cdot 0,53 = 1,945 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км}.$$

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{array}{l} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{array} \right\} = 1,945 \text{ км}.$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_B (км²) хмарою сірчистого ангідриду:

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 1,945^2 \cdot 45^\circ / 360^\circ = 1,485 \text{ км}^2 ,$$

де: $\Gamma = 1,945$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 45^\circ$ – кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 6.7).

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_Φ (км²):

$$S_\Phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 1,945^2 \cdot 1^{0,2} = 0,5 \text{ км}^2 ,$$

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).

6.1.2.5. 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 $\varphi = 45^\circ$ (таблиця 7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,945$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу сірковуглецю. 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):

$$\Gamma_l = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_l} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,179}{6} \right)^{0,542} = 0,554 \text{ км} ,$$

де: $\lambda = 1,34$; $\Psi = 0,542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (таблиця 8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,11 + 1,069 = 1,179$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т,
 $D_1 = 6$ – летальна токсодоза для хлору, мг.хв/л.

Таблиця 6.8. Коефіцієнти λ і ψ , що залежать від швидкості вітру

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 і 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	0,525

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

$$\Gamma_{0,4t} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4t}} \right)^\psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,179}{2,4} \right)^{0,542} = 0,911 \text{ км},$$

де: $D_{0,4t} = 0,4 \cdot D_1 = 0,4 \cdot 6 = 2,4$ - значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

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

$$\Gamma_{0,2t} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2t}} \right)^\psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,179}{1,2} \right)^{0,542} = 0,99 \text{ км},$$

де: $D_{0,2t} = 0,2 \cdot D_1 = 0,2 \cdot 6 = 1,2$ - значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,945$ км.

6.1.2.6. 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:

$$t = \frac{x}{K_M \cdot v_{\Pi}} = \frac{3}{1 \cdot 29} = 0,1 \text{ год.} = 6 \text{ хв.},$$

де: $x = 3$ – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту, км.

6.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу сірчистого ангідриду на танкері-хімовозі показала, що збереження вражаючих концентрацій хмари буде на глибині - до 1,945 км. Судно на якому сталася аварія знаходиться на відстані 3 км. Тому, ніяких термінових заходів вживати не потрібно, але необхідно тримати постійний зв'язок з портовою владою для підтримки ситуації під контролем (рис.1).

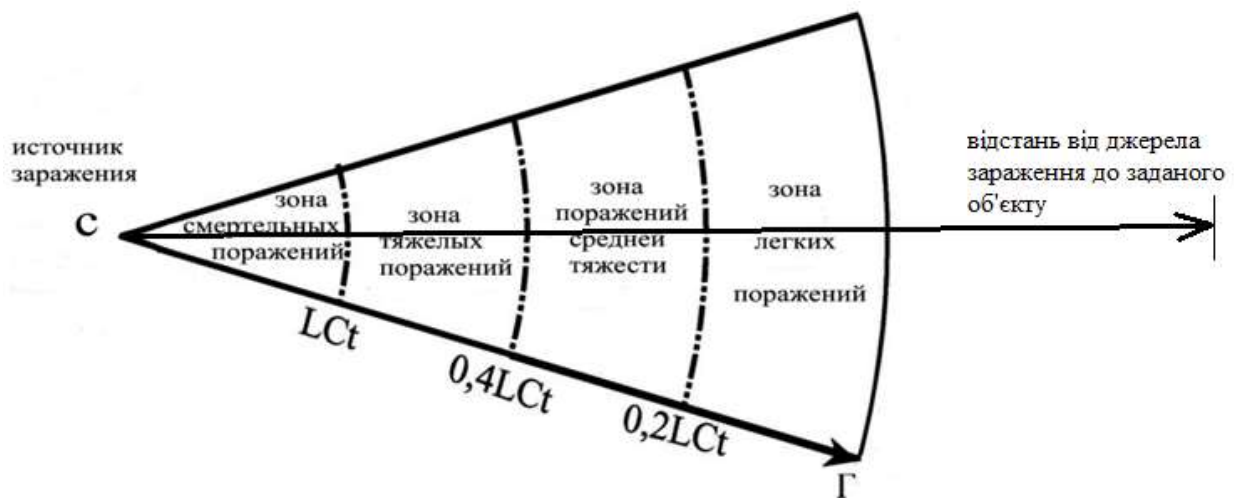


Рис. 6.1. Зони хімічного зараження

6. Охорона праці

6.1. Вживання при екстремальних температурах. Переохолодження та обмороження перша допомога

Гіпотермія, або зниження температури тіла є результатом досить тривалого перебування людини в середовищі з пониженою температурою. Встановлено, що теплообмін не призводить до зниження температури тіла при зануренні у воду з температурою 33 - 34 °С. Відповідає цій умові, температура повітря становить, приблизно 30 °С. Звідси можна зробити висновок, що небезпека переохолодження існує практично у всіх районах Світового океану протягом усього року.

У численних літературних джерелах показано, що температура води і тривалість перебування в ній людини є найважливішими зовнішніми параметрами, що визначають реакцію людського організму. Безпосередньо після занурення у воду внутрішня температура тіла дещо підвищується. Слідом за цим дуже короткочасним явищем починається зниження температури. Якщо віддача

теплоти компенсується за рахунок її виділення при обміні речовин, рухах, то зниження температури припиняється. В іншому випадку воно продовжиться, а нижче рівня 35 °С стане більш стрімким і завершиться досягненням смертельного рівня при 24 °С. Температура поверхні тіла падає більш різко, але істотно варіюється в залежності від частини тіла. Так, як відомо кінцівки тіла охолоджуються значно швидше.

При зниженні температури тіла спочатку спостерігається почастищення пульсу до 120 ударів в хвилину. В подальшому при температурі тіла близько 33 °С частота ударів серця скорочується до 50. При температурі тіла 30 °С починається аритмія, за якою слід вентрикулярна фібриляція (28 °С). При подальшому зниженні температури тіла в серцевому м'язі відбуваються незворотні зміни. Дихання припиняється приблизно за 20 хв до зупинки серця.

Інтенсивний озноб у першій стадії охолодження супроводжується значним виділенням внутрішнього тепла. При 34 – 35 °С з'являється м'язова скутість, яка зазвичай сильно ускладнює дихання. Дуже небезпечна м'язова розслабленість, так як вона свідчить про розвиток незворотніх процесів і про наближення смерті.

Порушення діяльності головного мозку починається при 34 °С. При температурі тіла 30 °С пропадає свідомість.

При ознобі, який є мимовільною реакцією організму, протягом півгодини виділяється в чотири-п'ять разів більше теплоти, ніж у звичайних умовах. Після закінчення цього проміжку часу кількість тепла, що виділяється скорочується. При температурі води нижче 15 °С зберегти температуру тіла на безпечному рівні за рахунок ознобу не вдається.

Обмін речовин інтенсифікується і при русі людини у воді. Теплоутворення в протягом декількох годин може збільшуватися в 10 і більше разів. Але вдаватися до цього заходу доцільно при температурі води не нижче 15 °С і протягом нетривалого проміжку часу.

Теплопровідність регулюється насамперед у результаті природної реакції організму. Нормальна температура тіла зазвичай зберігається на рівні 36,8 °С. Велике значення у регулюванні внутрішньої температури, має кровоносна система людини. При високій температурі навколишнього середовища кровоносні судини в підшкірному шарі розширюються і віддають значну кількість внутрішньої теплоти, запобігаючи цим підвищення температури тіла. Якщо температура зовнішнього середовища низька, то за рахунок скорочення судин віддача теплоти тілом різко зменшується. Таким чином, кровоносна система автоматично підтримує внутрішню температуру на постійному рівні при помірних коливаннях температури зовнішнього середовища. Проте при різких змінах зовнішньої температури стають необхідними додаткові заходи. Найбільш дієвим з них є використання одягу.

У всіх довідниках по боротьбі з переохолодженням вказується на необхідність мати як можна більше шарів одягу, яка повинна бути щільно притиснута до тіла. Хоча ізолююче вплив одягу при намоканні зменшується, тим не менш, одяг може забезпечити належний захист, особливо тепла вовняна одяг з

водонепроникним зовнішнім покриттям. Необхідно вжити заходів по запобіганню від переохолодження голови і рук.

В табл. 1. наведено дані про допустимий час перебування людини у воді при відсутності спеціального одягу.

Для надання ефективної допомоги постраждалим корисно знати симптоми кожній стадії переохолодження.

По мірі наростання небезпеки гіпотермія проявляється наступним чином:

- відхилення від нормальної поведінки, агресивність, а пізніше апатія;
- втома і небажання рухатися;
- втрата почуття небезпеки, помилкове відчуття благополуччя;
- незручність в рухах, порушення мови;
- втрата свідомості;
- смерть.

Таблиця 6.9. Стадії переохолодження

Температура води °C	Час до настання, год.		Допустимий час (хв)
	втрати свідомості	вірогідної смерті	
10	0,25 - 0,5	0,25 - 1,5	3 - 5
10 - 12	0,5 - 1	1 - 2	10
13 - 15	2 - 4	6 - 8	20
16 - 18	2 - 4	6 - 8	30
19 - 21	3 - 7	8 - 10	40
26	12	Безпечно для життя	

При наданні допомоги необхідно вживати термінові заходи, так як для знаходяться в шлюпці або рятувальному плоту при низькій температурі всі перераховані стадії гіпотермії можуть завершитися смертельними наслідками всього через 20-30 хв.

Передусім потерпілого слід помістити в найтепліше місце. Мокрий одяг необхідно замінити на суху або ковдри. Для зігрівання рекомендується використовувати теплоту людського тіла. Тепле пиття і калорійна їжа в значній мірі сприяють відновленню сил. Спиртні напої і різні наркотичні речовини протипоказані, оскільки вони істотно гальмують роботу терморегулюючого механізму людини.

В суднових умовах заходи з надання допомоги диференціюються в залежності від стану потерпілого. При сильному переохолодженні, щоб запобігти подальше зниження внутрішньої температури тіла, потерпілого слід помістити в гарячу ванну (40-50 °C) і одночасно робити штучне дихання і масаж в області серця. Після відновлення нормальної роботи серця потрібно переходити до подальшого поступового зігрівання.

З-за небезпеки гіпотермії, особливо в поєднанні з низкою інших несприятливих факторів, тривалість перебування людини у воді не повинна

перевищувати 10 хв. Передбачається, що при температурі води, близькою до нульової, знаходження в ній більш тривалий проміжок часу призводить до незворотних змін в організмі людини.

Переохолодження і обморожування є реальною загрозою і для осіб, які перебувають у рятувальних засобах, особливо у відкритих шлюпках. Вона посилюється в зв'язку з комбінованим впливом на людину негативної температури та вітру.

Особливо велику небезпеку становить обмороження кінцівок. При досить високій температурі тіла температура кінцівок може знизитися до рівня замерзання води, після чого розвивається обмороження. Положення зазвичай посилюється тим, що рятуючийся потрапляє в шлюпку в мокрій (або вологому) одязі.

При початковій фазі обмороження шкіра раптово блідне. У ній відчувається деякий поколювання. Пізніше відбуваються втрата чутливості кінцівок і погіршення кровообігу. Оніміння обличчя і рук означає, що обмороження почалося. Воно являє собою кристалізацію тканинної води в шкірі і підшкірних шарах. При обмороженні слід робити надзвичайно обережні, але своєчасні заходи. Не рекомендується розтирати уражені ділянки, відігрівати їх безпосередньо біля вогню, так як це призводить до пошкодження уражених тканин. Доцільно проводити відігрівання дотиком до інших частинам тіла, а при більш сильних ураженнях - теплою водою (в межах 40-45 °C).

Вплив вологості при температурі, кілька перевищує точку замерзання, призводить до патологічних змін нервів, м'язів і судин кінцівок. Нерухомість кінцівок призводить до виникнення поразок і підсилює їх тяжкість.

У всіх медичних дослідженнях підкреслюється роль одягу в запобіганні переохолодженню. Суха багатошаровий одяг має хороші теплоізоляційні властивості.

Необхідно уникати зволоження одягу як за рахунок зовнішніх джерел, так і в результаті потовиділення. Останнє пов'язане з регулюванням енерговитрат. У стані спокою вони малі, проте при роботі теплоізоляційні властивості одягу можуть виявитися занадто високими, що призводить до активного потовиділення. У зв'язку з цим під час роботи частини одягу рекомендується знімати.

6.2.2. Дезінфекція суднових систем водопостачання

Метою дезінфекції систем водопостачання є профілактика або усунення вже наявного забруднення самої системи і, відповідно, знаходиться в ній води.

Обов'язковими підставами для проведення дезінфекції систем водопостачання є:

- підготовка судна до експлуатації після побудови, ремонту або міжрейсової стоянки;

- проведення робіт з ремонту систем водопостачання, при яких в них можуть бути внесені бактеріальні забруднення (заміна або ремонт насосів і секцій трубопроводів, роботи у цистернах для зберігання води тощо);
- погіршення якості суднового запасу води за бактеріологічними показниками нижче вимог ГОСТ 2874-73, не усуваються після дворазового знезараження води.

Рішення про проведення дезінфекції всієї системи або окремих її частин приймається представниками організацій та установ санітарно-епідеміологічної служби за місцем будівництва, ремонту або стоянки судна.

Всі роботи по підготовці до дезінфекції систем водопостачання і її проведення повинні виконуватися тільки в заводських умовах або під час портової стоянки судна під безпосереднім керівництвом представників організацій і установ санітарно-епідеміологічної служби.

До початку дезінфекційних робіт відповідальний за них представник організацій і установ санітарно-епідеміологічної служби спільно з судовим медичним працівником і компетентним представником адміністрації судна повинні скласти план їх проведення. Для цього з допомогою проектної документації уточнюється схема систем водопостачання судна, враховуються всі водорозбірні точки в дезінфікуємій системі і всі наявні відгалуження, визначаються обсяги дезінфікуємих цистерн і трубопроводів з метою розрахунку потрібної кількості дезінфікуючих засобів і розчинів (Для визначення обсягу трубопроводів придатний наближений розрахунок: приймається, що об'єм кожних 100 м труб при діаметрі 50 мм становить 0,2 м³, 75 мм - 0,5 м³, 100 мм - 0,8 м³, 150 мм - 1,8 м³, 200 мм - 3,2 м³, 250 мм - 5 м³. До отриманого загального обсягу трубопроводів слід додати 3-5 %-ву поправку на ймовірний непродуктивний вилів з мережі при її заповненні водою, що містить дезінфікуючі засоби).

Перед проведенням дезінфекції члени екіпажу та інші особи, які перебувають на судні, повинні бути попереджені за суднової радіотрансляційної мережі про початок дезінфекційних робіт, необхідності закрити усі крани і заборону відкривати їх і користуватися водою до спеціального дозволу. Рекомендується повторити це повідомлення кілька разів під час проведення робіт.

Підготовчі роботи повинні виконуватися суднобудівними, судноремонтними заводами або базовими організаціями флоту і тільки силами спеціальних бригад, створюваних на цих підприємствах для роботи в системах водопостачання.

Для підготовки мережі до дезінфекції з неї спускається вода, закриваються всі водорозбірні крани та інші пристрої. Для очищення ємностей з них після зливу води необхідно ретельно видалити щіткою накопичилися опади через грязьовий випуск; якщо випуск відсутня, бруд потрібно видалити промиванням водою за допомогою гнучкого шланга, що вводиться в нижню точку ємності, і насоса, не пов'язаного з системою водопостачання. Якщо покриття ємності частково або повністю зруйновано, його необхідно відновити

до початку дезінфекційних робіт. Безпосередньо перед початком дезінфекції всі ємності ретельно промивають водопровідною водою; ємності, доступ в які і огляд утруднені із-за особливостей конструкції, ретельно промивають водопровідною водою під напором через приймальний патрубок і при відкритому грязьовому випуску.

Для дезінфекції використовуються хлорні препарати наявні у продажу: хлорне вапно, хлорамін, ДТСГК (двухтрети - основна сіль гіпохлориту кальцію).

Всі операції по дезінфекції суднових систем водопостачання можна розділити на дезінфекцію ємностей і дезінфекцію водорозподільної мережі.

Дезінфекція ємностей проводиться методом зрошення дезінфікуючим розчином всіх внутрішніх поверхонь або методом наповнення ємностей відповідним розчином. Перший метод більш прийнятний для обробки великих ємностей, - другий - для малих і важкодоступних для роботи в них ємностей. Вибір методу у кожному випадку залежить від особливостей судової системи і конкретних умов і визначається відповідальним за дезінфекцію представником організації або установи санітарно-епідеміологічної служби.

При застосуванні методу зрошування до початку робіт готується прояснений розчин хлорного вапна, або розчини хлораміну або ДТСГК з концентрацією активного хлору в 200-250 мг/л в кількості, що визначається з розрахунку витрати розчину 0,3-0,5 л на 1 м² оброблюваної поверхні ємності (обробці підлягають всі без винятку внутрішні поверхні ємностей).

- Дезінфікуючий розчин повинен наноситися на оброблювані поверхні під напором, з допомогою дезінфекційної апаратури (гідропульти).

- Через 1,5 години після завершення обробки усі оброблені поверхні слід 3-4 рази ретельно промити проточною водопровідною водою (зі шланга). Оброблена вода випускається через грязьовий випуск або відкачується через шланг (Всі операції з нанесення і видалення дезінфікуючих розчинів повинні виконуватися працівниками тільки в продезінфікованій спецодязі, який надівається безпосередньо перед спуском в оброблювану ємність і у протигазі з коробкою марки "У" жовтого кольору. Перед горловиною цистерни встановлюється бачок з розчином хлорного вапна для обмивання чобіт).

- По закінченні промивання цистерни вона може бути заповнена водою з берегового водопроводу. Введення її в експлуатацію, може бути дозволено тільки після отримання результатів лабораторного дослідження води.

При використанні методу наповнення готуються концентровані розчини хлорних препаратів з таким розрахунком, щоб при додаванні до води у повному обсязі оброблюваної цистерни концентрація активного хлору складала 75-100 мг/л.

- Дезінфікуючі розчини бажано вводити в ємність одночасно з заповненням її водою (для забезпечення гарного перемішування). Якщо це неможливо з технічних причин, то розчин водиться після заповнення ємності водою на 50-60 % її обсягу, а решту кількість води заливається після введення розчину.

- Після контакту протягом не менше 8 годин хлорована вода видаляється через грязьовий випуск або відкачується, після чого ємність промивається водою з міського водопроводу, до тих пір, поки вміст активного хлору в промивній воді не знизиться до 0,5-0,3 мг/л. Ємність вводиться в експлуатацію після отримання позитивних результатів бактеріологічного аналізу води.

Дезінфекцію водорозподільної мережі проводять шляхом заповнення її розчином хлору (після зливу води з усіх кранів, особливою кінцевих).

Для дезінфекції використовується розчин з концентрацією активного хлору 75-100 мг/л, який готують в попередньо продезінфікованій судновій цистерні у кількості, відповідному (з деяким запасом) попередньо розрахованому обсягом трубопроводів.

Після приготування розчину хлору всі крани в мережі відкривають і насосом закачують розчин в мережу. Закачування виробляють до тих пір, поки в найбільш віддалених від місця подачі розчину точках концентрація активного хлору у витікає воді складе не менше 50 % від заданої концентрації (при неможливості організувати визначення залишкового хлору розчин закачують до появи у вищевказаних точках води з відчутним запахом хлору).

Після заповнення мережі по вимогам, зазначеним в, всі крани закриваються та розчин залишають в мережі на термін не менше 8 годин. Для виключення витоків води через випадково відкриваються крани в цей період слід встановити біля кранів застережні написи і давати повторні оголошення про проведення дезінфекції по судновій радімережі.

По закінченні контрактного періоду вся вода з мережі спускається через крани, а цистерни - через грязьовий випуск або, при його відсутності, відкачується шлангом. Після цього цистерна заповнюється водопровідною водою, потім відкриваються всі водорозбірні крани і чиста вода з цистерни закачується в мережу для промивання останньої. Промивка системи проводиться під тиском, при відкритих кранах, протягом не менше 15-20 хвилин, після чого з найбільш віддалених від цистерн точок відбирають проби води для визначення вмісту в ній залишкового хлору.

ВИСНОВОК

У дипломній роботі бакалавра було розглянуто електроенергетичну систему пасажирського судна водотоннажністю 180500 тон. Розрахунок суднової електроенергетичної станції робився табличним методом. Цей метод був обран нами тому, що на наш погляд він є найбільш наочним – при розрахунках точно видно як кожний споживач електроенергії поводить себе в тому чи іншому режимі роботи судна.

Для суднової електростанції було обрано шість дизель-генераторів та два АДГ. Такі генератори із системою самозбудження системою самозбудження Тайо були обрані бо за останні роки вони зарекомендували себе на сучасних судах морського флоту як надійні та легкі в обслуговуванні агрегати суднових електричних станцій.

Як електричний привод для розгляду було обрано електропривод насосу перекачування палива. Після розрахунків необхідної потужності цього електроприводу був вибраний електродвигун та розроблено схему управління цим приводом.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Власенко А.А. Суднова електроавтоматика. М.: Транспорт, 1983.
2. Самонов Ф.А. Автоматизовані електроприводи і системи управління курсом судна. Одеса: Моряк, 1989. 39 с.
3. Богословський. Суднові електроприводи. У двох томах.- Л.: Суднобудування, 1983. 730 с.
4. Піпченко А.Н. Розрахунок суднових електроенергетичних систем.- М.: Мортехінформреклама, 1988. 39 с.
5. Яковлев М.С. Судові електроенергетичні системи. Л.: Суднобудування, 1987. 269 с.
6. Баранов А.П. Суднові автоматизовані електроенергетичні системи. М.: Транспорт, 1988. 328с.
7. Коноваленко Л.К., Коноваленко А.В. Електротехнічна безпека на морському транспорті. Одеса: „Друк”, 2002. 172 с.
8. Захарченко В.М., Електрообладнання суден: електричні станції. Одеса, ОНМА, 2003. – 119 с.
9. Пипченко А.Н., Пономаренко В.В., Теплов Ю.И., Романенко А.В. «Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления», Одесса 1998р.
10. Торский В.Г., Топалов В.П. Міжнародні угоди і документи що регламентують морське судноплавство. Частина 1,2,3.
11. Торский В.Г., Позолотій Л.А. МКУБ у питаннях і відповідях.-Л.: Одеса, 1998.-134 с.
12. Міжнародні нормативні документи (кодекси, конвенції): ОСПС, МКУБ, МАРПОЛ, STCW78/95.

13. Петров І.В. Програмовані контролери, стандартні мови і прийоми прикладного проектування / Під ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256.: ил. – (Серія «Бібліотека інженера»)
14. Правила технічної експлуатації суднових технічних засобів і конструкцій. РД 31.21.30-. 2006. -336 с
15. Морський Регістр Судноходства . Правила класифікацій і будовання морських суден. Том 1,2,3 - М.: Транспорт,2003. - 1500 с.
17. Лейкин В.С. «Судовые электрические станции и сети». Москва, 1996 . – 345 с.
18. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Укрморинформ, 2012 – 170 с.
19. Правила технической безопасности на судах морского флота, РД 31.81.10-12,2012 - 196 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК Б

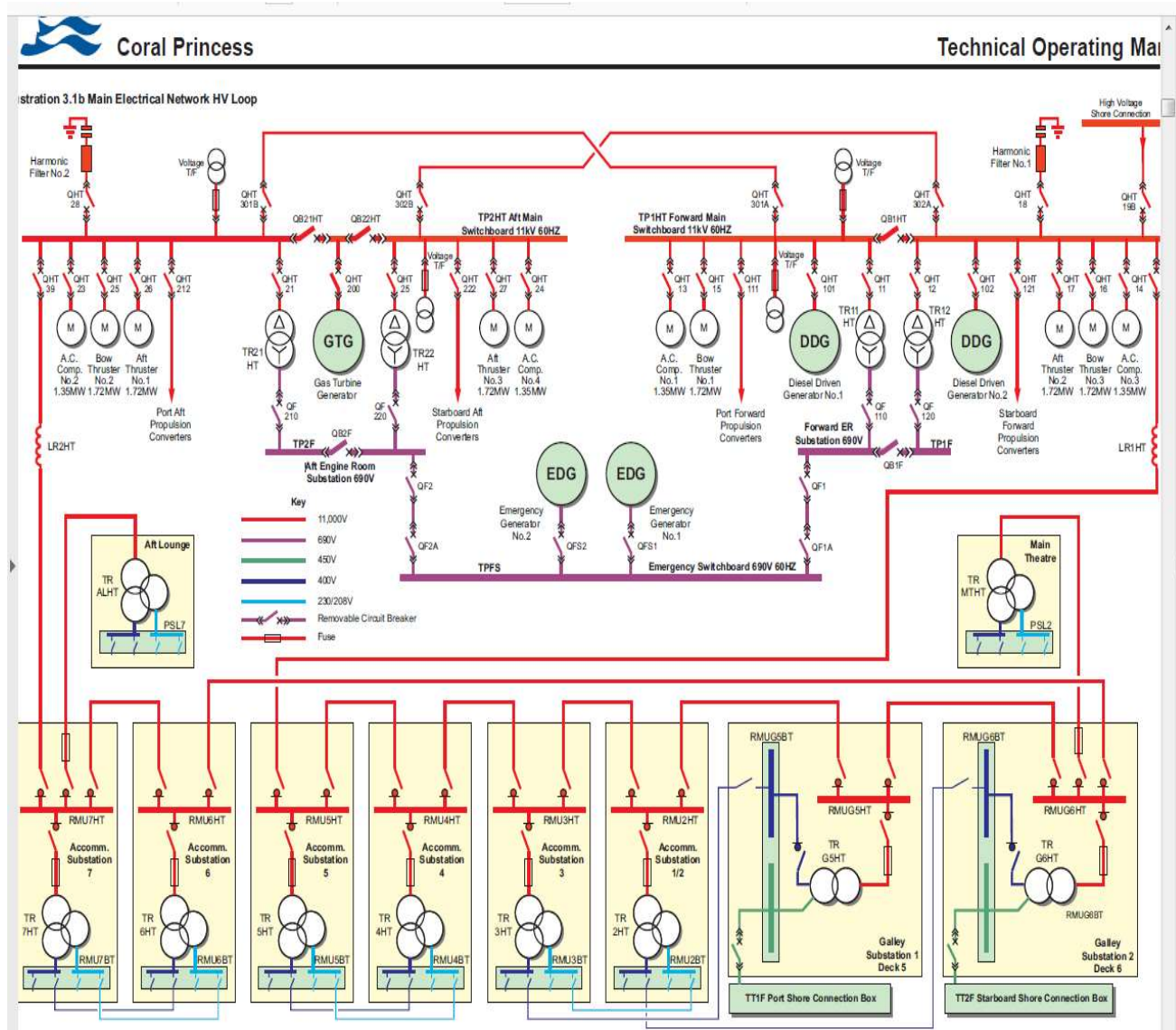
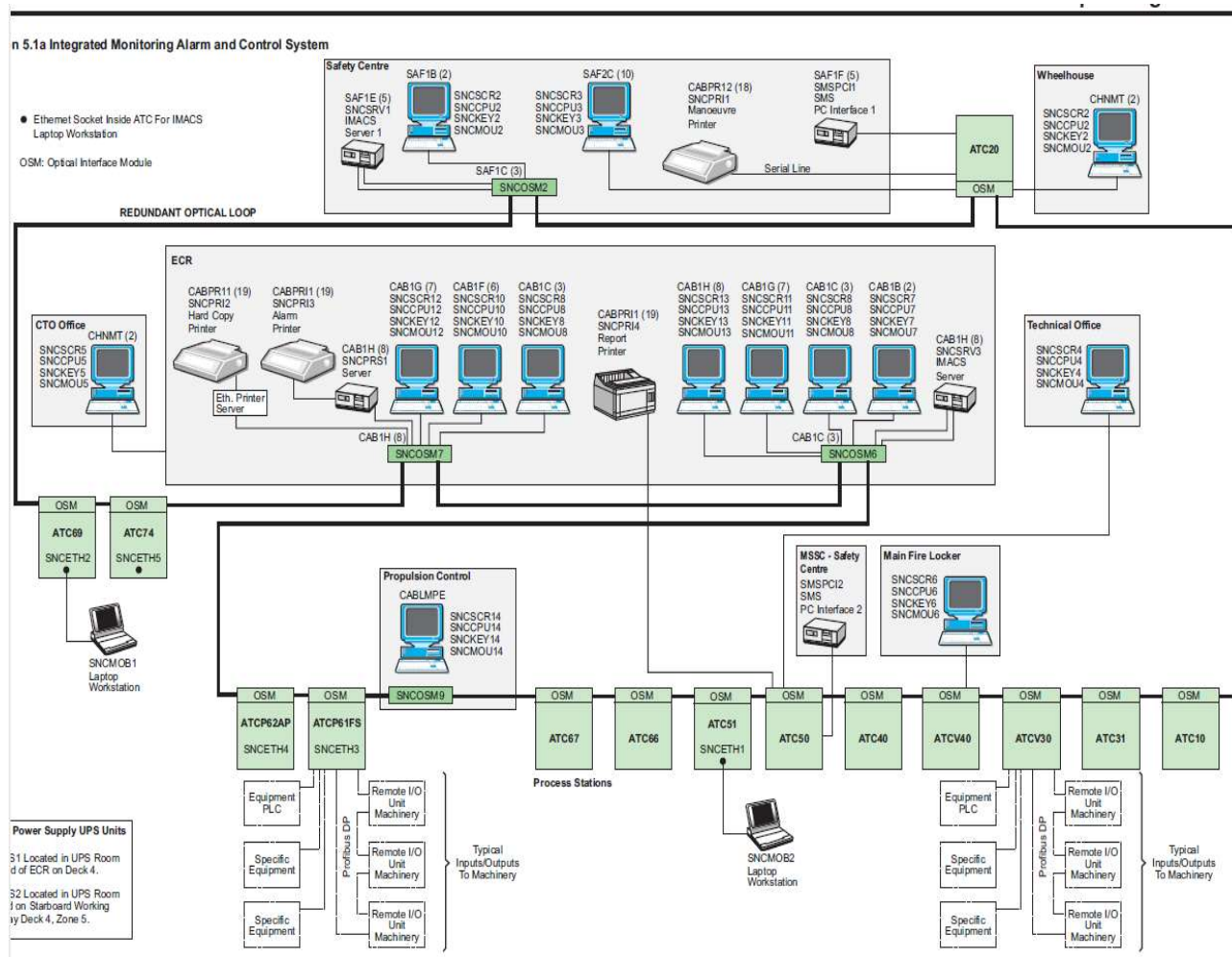


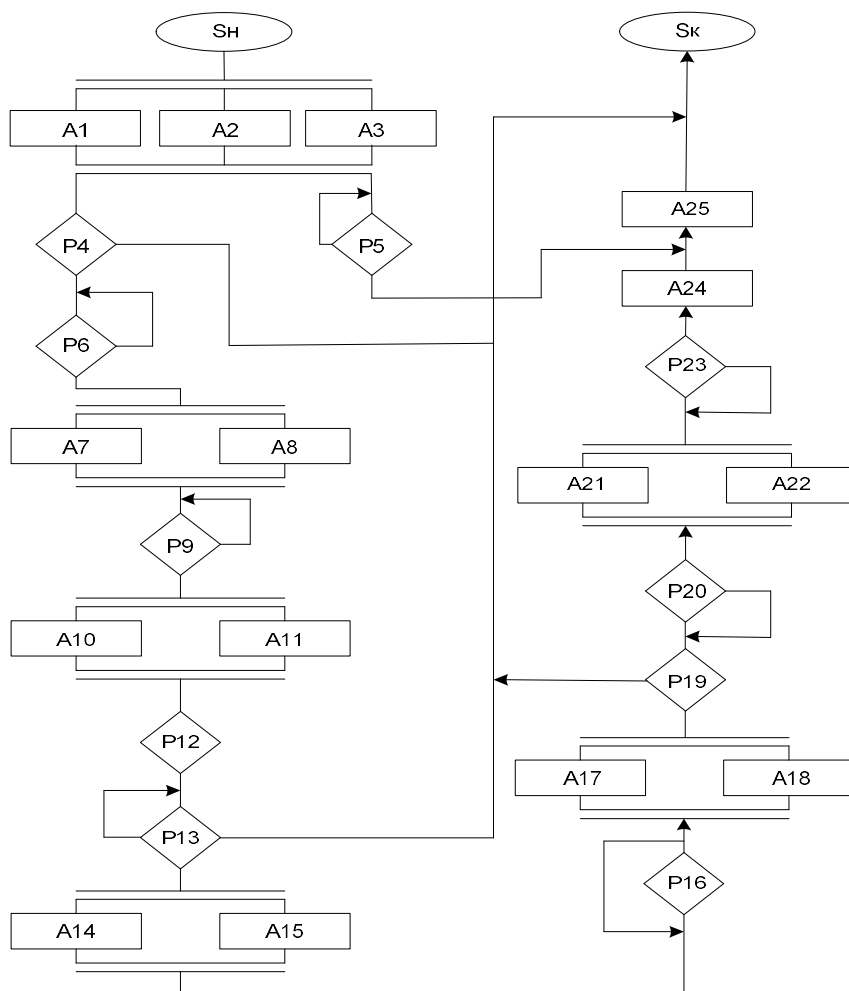
Схема суднової ГРЩ і АРЩ

ДОДАТОК В



Система моніторингу параметрів судових систем

ДОДАТОК Г



Граф-схема алгоритма трьох спроб автоматичного пуску ДГ.

A1 – включення контролю загального часу пуску ДГ;

A2, A8, A10, A15, A17, A22 – включення клапана пускового повітря;

A3, A11, A18 – включення контролю за часом подачі пускового повітря;

P4, P12, P19 – частота обертання дизеля менше значення $n_{п}$, при якому він починає працювати на паливі;

P5, P13, P20 – контрольний час подачі пускового повітря перевищено;

P6 – контрольний час трьох спроб пуску дизеля перевищено;

A7, A14, A21 – включення контролю часу паузи;

P9, P16, P23 – контрольний час паузи перевищено;

A24 – виключення контролю загального часу трьох спроб пуску дизеля;

A25 – включення КАПС «Відмова пуску».