

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

Навчально-науковий інститут автоматики та електромеханіки

Кафедра електрообладнання та автоматики суден

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему:

Електрообладнання, електронна апаратура і системи
управління балкера
водотоннажністю 29923 тон

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

(шифр і назва спеціальності)

Крижановський Костянтин Костянтинович

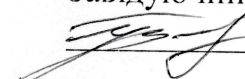
(підпис, прізвище та ініціали)

Допущений до

захисту 15.06.2021

(дата малого захисту)

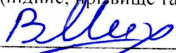
Завідуючий кафедрою

 Т. М. Гвоздева

(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник  Куделькін Р. І.

(підпис, прізвище та ініціали)

Нормоконтролер  Мельнюк В. С.

(підпис, прізвище та ініціали)

Рецензент  Мельнюк О. С.

(підпис, прізвище та ініціали)

м. Одеса – 2021 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут автоматики та електромеханіки

Кафедра електрообладнання та автоматики суден

Спеціальність: Експлуатація суднового електрообладнання і засобів
автоматики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕО і АС

 І.М.Гвоздева
« 11 » 06 2021 р

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу бакалавра

Крижановського Костянтина КостянтиновичаТема бакалаврської роботи

1. «Електрообладнання, електронна апаратура і системи управління балкера водотоннажністю 29923 тон» затверджена наказом ректора академії від
« 15 » 06 2021 р. № 119

2. Термін здачі курсантом закінченої роботи до 11. 06. 2021р.

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

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

1. Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна.

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

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

- обґрунтування і вибір схеми живлення та управління електроприводу;

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

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

4 Аналіз систем та пристроїв управління судном:

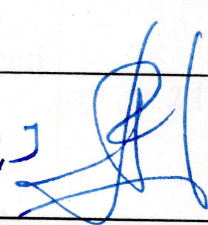
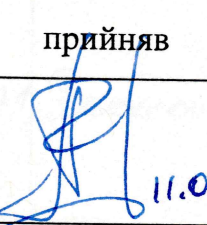
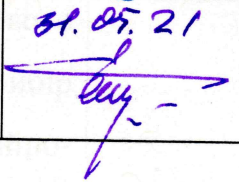
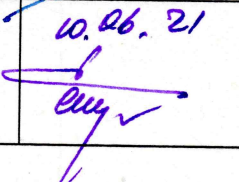
- технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі інформаційних та управляючих систем;
- аналіз роботи системи управління одного із об'єктів суднової енергетичної установки;
- технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи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

5 Питання цивільного захисту та охорони судна.

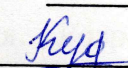
6 Перелік графічного матеріалу:

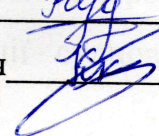
- принципова схема силовій частини електроприводу баластного насоса та схема його системи управління;
- таблиці навантажень;
- однолінійна схема ГРЩ і АРЩ;
- система збудження СГ виробництва “TAIYO”;
- структурна або функціональна схема АСУ СЕЕС, алгоритм управління;
- принципова або структурна схема системи управління ДГ, граф-схема його алгоритму функціонування.

Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Цивільний захист	Кафедра МТ Ролобородько О.І.	 18.05	 11.06.21
Безпека та виживання на морі	Кафедра БЖ Крижановський К.К.	01.05.21 	10.06.21 

Дата видачі дипломного завдання : 01.02 2021 р.

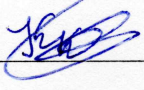
Керівник  Куделькін Р.І.

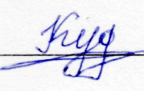
Завдання прийняв до виконання  Крижановський К.К.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітки
1	Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна.	08.02.21 - 15.02.21	Виконано
2	Розрахунок режимів роботи суднового електропривода. Вибір електродвигуна та комутаційно-захисної апаратури. Розробка принципової електричної схеми живлення та управління. Розробка інструкції з експлуатації суднового електроприводу.	19.02.21 - 08.03.21	Виконано
3	Розрахунок суднової електроенергетичної системи (СЕЕС). Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції (табличний метод); вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ; вибір генераторних автоматів. Вибір системи збудження генераторів. Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії;	10.03.21 - 20.04.21	Виконано

	перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, Розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС.		
4	Аналіз систем та пристроїв управління судном. Засоби автоматизації СЕЕС. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю та сигналізації; технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв та радіозв'язку. Аналіз структурної схеми суднової комп'ютерної мережі інформаційних та управляючих систем та засобу автоматизації.	23.04.21-14.05.21	Виконано
5	Цивільний захист та охорона праці	18.05.21-11.06.21	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини роботи	08.02.21-11.06.21	Виконано

Курсант-дипломник  Крижановський К.К.

Керівник  Куделькін Руслан Ігорович

РЕФЕРАТ

Звіт про ДРБ - 98с., 5ч., 8 табл., 13 рис., 6 дод., 22 джерел

В даному дипломному проекті наведено опис електрообладнання, електронної апаратури і систем управління сучасним балкером водотоннажністю 29923 тон. Наведені загальні дані судна, а також судових допоміжних механізмів та систем ГД, засоби автоматизації електроенергетичних установок, телеграфу, тахометрів, судової електричної сигналізації та зв'язку, а також їх опис. Приведено розрахунок судової електроенергетичної системи. Розраховано потужність і вибрано число агрегатів судової електростанції. Розроблено принципову однолінійну схему ГРЩ, а також вибрано комутаційно-захисну апаратуру ГРЩ. Розраховано падіння напруги при включенні найбільш потужного споживача. Розроблені інструкції з питань технічного обслуговування і огляду судового електроустаткування та деяких механізмів, техніки безпеки при обслуговуванні електроустаткування.

Ключові слова: СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВІД, СУДНОВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА, ГОЛОВНИЙ РОЗПОДІЛЬНИЙ ЩИТ, ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

ABSTRACT

Diploma report: 98p., 5 parts., 8 tabl., 13 drawings., 6 add., 22 links

This diploma project describes the electrical equipment, electronic equipment and control systems of a modern bulk carrier with a displacement of 29923 tons. The general data of the vessel, as well as forensic auxiliary mechanisms and systems of the ME, means of automation of electric power installations, telegraph, tachometers, ship's electric signaling and communication, as well as their description are given. 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 basic one-line scheme of MSB is developed, and also the switching and protective equipment of MSB is chosen. The voltage drop is calculated when the most powerful consumer is switched on. Developed instructions on maintenance and inspection of ship electrical equipment and some mechanisms, safety in the maintenance of electrical equipment.

Key words: SHIP ELECTRIC DRIVE, SHIP ELECTRIC POWER SYSTEM, MAIN DISTRIBUTION BOARD, INTEGRATED CONTROL SYSTEM, TRAINING

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	11
ВСТУП.....	12
1 ТЕХНІКО - ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА.....	14
2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДУ	
2.1 Визначення потужності і вибір електродвигуна.....	16
2.2 Обґрунтування і вибір схеми живлення і управління електроприводом...	17
2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури.....	18
3 РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)	
3.1 Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції.....	23
3.2 Вибір акумуляторів та перетворювачів електроенергії.....	28
3.3 Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ.....	31
3.4 Розрахунок струмів короткого замикання, вибір генераторних автоматів.....	35
3.5 Вибір апаратів, приладів, приборів ГРЩ.....	40
3.6 Вибір системи збудження синхронних генераторів.....	42
3.7 Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії.....	46
3.8 Автоматизація суднової електроенергетичної системи на базі контролера генератора.....	48
3.9 Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги.....	51
3.10 Загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення,	

суднових сигнальних вогнів, низьконапружного освітлення52

4 АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

4.1 Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі систем сигналізації.....55

4.2 Аналіз роботи системи автоматичного пуску ДГ. Визначення функції управління.....62

4.3 Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю, сигналізації та внутрішнього зв'язку...68

4.4 Технічні характеристики та конструктивні особливості електрорадіо-навігаційних пристроїв, та радіозв'язку.....74

5 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Питання охорони праці.....78

5.1.1 Причини і види стресу та його наслідки для людини.....78

5.1.3 Захист від атмосферної і статичної електрики.....80

5.1.3 Призначення, класифікація і правила використання переносних вогнегасників.....83

5.1.4 Вимоги до суднових інсинераторів.....88

5.5. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту91

Висновки.....96

Перелік джерел посилання.....97

Додаток А Принципова схема баластного насосу.....99

Додаток Б Таблиці навантажень.....100

Додаток В Схема ГРЩ та АРЩ.....104

Додаток Г Схема збудження генератора.....105

Додаток Д Структурна схема автоматичного управління ДГ.....106

Додаток Е ГСА пуску дизель-генератора.....107

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АРЩ – аварійний розподільний щит
АДГ – аварійний дизель-генератор
АРН – автоматичний регулятор напруги
АШЛ – автоматизована швартова лебідка
ГД – головний двигун
ГП – генераторна панель
ГРЩ – головний розподільний щит
ДАУ – дистанційне автоматизоване управління
ДГ – дизель-генератор
КВП – контрольно-вимірювальний прилад
ККД – коефіцієнт корисної дії
МВ – машинне відділення
МП – мікропроцесор
РЩ – розподільний щит
СЕЕС – суднова автоматизована електроенергетична система
СЕС – суднова електростанція
СЕУ – суднова енергетична установка
ЦПУ – центральний пост управління

ВСТУП

Важливою особливістю розвитку сучасного суднобудування є широке впровадження електрифікованих механізмів, що дозволяють здійснювати автоматизацію суднових технічних засобів.

Судна транспортного флоту мають велику кількість різних електрифікованих механізмів, схеми енергоустаткування та автоматики, які відрізняються значною різноманітністю.

Широке застосування отримали системи дистанційного автоматичного управління.

Уніфіковані функціональні пристрої автоматизації засобів судноводіння освоєні промисловістю і використовуються вже тривалий час, успішно себе зарекомендувавши.

Розробка пристроїв автоматизації задач судноводіння дозволила здійснити перехід до більш повного об'єму автоматизації управління судном, і до більшої міри безпеки мореплавання. Отриманий досвід експлуатації подібних систем використовується для розробки більш сучасних пристроїв і систем.

Сучасне суднобудування розвивається швидкими темпами, саме тому, впровадження сучасних технологій має велике значення. Завдяки новітнім технологіям ми можемо здійснювати автоматизацію суднових технічних засобів. Енергетичні системи сучасних судів - це складні автономні комплекси, що поєднують різноманітні статичні й напівпровідникові технічні пристрої, які пов'язані між собою. Вони призначені для забезпечення ефективного й економічного функціонування споживачів у різних режимах роботи судна. Системи управління (СУ) виконують повністю функції автоматичного регулювання, управління, контролю, захисту, діагностування стану технічних засобів за участю людини - оператора або без його особистої участі.

На сучасних судах кількість споживачів електроенергії суднової електростанції безупинно збільшується, потужності споживачів ростуть, відповідно ростуть і потужності суднових електричних станцій. Відбувається підвищення рівня розвитку й удосконалювання електроустаткування

суднових електростанцій у напрямках:

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

1 ТЕХНІКО - ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА

1.1. Загальні відомості про судно

Назва судна – CASTLEGATE

Тип судна - балкер

Водотоннажність – 61965 т

Максимальна довжина - 190 м

Максимальна ширина - 32 м

Максимальне осідання – 12,3 м

Реєстровий нетто тоннаж –18369 т

Реєстровий брутто тоннаж -29923 т

Місткість брутто тоннаж – 75654,3 куб.м

Кількість трюмів - 5

Експлуатаційна швидкість - 14 вузлів

Наявність пристрою, що підрулює, - не встановлено

Тип гвинта – ВФК

1.2 Загальні відомості про головну та допоміжну енергетичні установки

Тип головного двигуна - дизель реверсивний з наддувом двотактний

Головний двигун – DMD-MAN B&W6S50MC

Потужність - 9480 кВт при 127 об/хв.

Три генератори – DAIHATSU потужністю 480 кВт (3ф;440В;60Гц);

Аварійний генератор – DEUTZ потужністю 65 кВт (3ф;440В;60Гц);

Паливо підігрівач:

Тип Feeder Booster AMB-M-27-SS

Принцип дії - Конвективний, паротрубний

Продуктивність – 16,4 т/год

Робочий тиск – 4-10 кг/см²

Компресора й повітря зберігачі пускового повітря
Tanabe H-64 Air Compressor

Потужність компресора пускового повітря- 36 кВт
Продуктивність- 240 m³/h
Кінцевий тиск – 30 bar

Рульова машина

Виробник – MITSUBISHI

Тип – електрогідравлічна SFC-80

Потужність електродвигуна – 21 кВт

Максимальний робочий крутний момент -844 кН*м

Максимальний робочий тиск - 22 Мра (220кг/см²)

Кут максимального повороту руля – 35 гр.

Допоміжні механізми і системи

Сепаратори фірми AlfaLaval важкого палива й мастила

Важке паливо S841 (2шт.)

Мастильні S846 (2шт.)

Насоси пожежної та баластної систем

фірми: «ABB» 50 кВт/ 75 кВт

Вантажні пристрої:

Брашпиль

Швартовні лебідки(електричні) - 2 шт.

Лебідки - 2шт.

Провізійні крани – 1 шт.

Вантажні крани – 4 шт.

2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

2.1 Визначення потужності і вибір електродвигуна

Потужність на валу електродвигуна, необхідна для обертання відцентрованого насосу, визначається роботою, витраченою на підняття рідини:

$$P_{\text{дв}} = \frac{Q \cdot \gamma (H_{\text{ст}} + \sum H_{\text{м}}) \cdot 10^{-3}}{\eta_{\text{об}} \cdot \eta_{\text{нас}}} = \frac{Q \cdot P_{\text{наг}} \cdot 10^{-3}}{\eta_{\text{об}} \cdot \eta_{\text{нас}}}; \quad (2.1)$$

де $P_{\text{дв}}$ – потужність на валу електродвигуна, кВт; $H_{\text{ст}}$ – статична складова напору, м; $\sum H_{\text{м}}$ – втрати напору в трубопроводі і місцевих опорах напору, м; Q – подача, м³/с; γ – удільна вага рідини, Н/м³; $P_{\text{наг}}$ – тиск нагнітання, Н/м²; $\eta_{\text{об}} = 0,94 \div 0,98$ – коефіцієнт, враховуючий втрати через нещільності; $\eta_{\text{нас}}$ – ККД насосу.

Параметри насоса:

$$Q = 1620 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$P = 140 \text{ кН} / \text{м}^2$$

$$\eta = 0,88$$

$$n = 1000 \text{ об} / \text{хв}$$

$$d_{\text{вс}} = 300 \text{ мм}$$

$$d_{\text{наг}} = 300 \text{ мм}$$

$$\eta_{\text{об}} = 0,95$$

Підставимо обрані параметри насосу у формулу:

$$P_{\text{дв}} = \frac{0,45 \cdot 140 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{0,95 \cdot 0,88} \approx 75 [\text{кВт}];$$

Тип електродвигуна вибирають у залежності від роду струму на судні і типу насоса. Електродвигуни з коротко-замкнутим ротором перемінного струму в більшості випадків цілком задовольняють усім вимогам, пропонуваним до електроприводів відцентрованих насосів.

Таблиця 2.1 – Паспортні дані асинхронного коротко замкнутого ЕД

Тип Електродвигуна	Потужність, кВт	Дані при номінальній потужності				I_{π}/I	M_{π}/M	$M_{\text{макс.}}/M_{\text{H}}$	Маса, кг
		Частота обертання, об/м	Струм статора при напрузі 440 В, А	ККД	$\cos \varphi$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ABB M2CA 280 MB	75	1000	115	0,95	0,9	8,7	2,2	2,6	575

2.2 Розрахунок на перегрів двигуна

Двигун змінного струму під час пуску насоса, має великий маховий момент, варто зробити розрахунок умов пуску. У ряді випадків тривалість пуску настільки значна, що виникає небезпека перегріву двигуна.

Через того що перевантаження, від пуску, має короткочасний характер, можна знехтувати тепловіддачею двигуна в цей період. Тоді перегрів двигуна τ , С буде визначатися формулою:

$$\tau = \frac{j_n^2 \cdot k_i^2}{150} t_p, \quad (2.2)$$

де J – номінальна щільність струму, A/mm^2

k_i - кратність кускового струму

t_p - час розгону електродвигуна

Щільність струму для обмотки статора може бути прийнята 4-5 A/mm^2

Час розгону приймаємо рівним 25 сек.

$$\tau = \frac{4^2 \cdot 2,5^2}{150} 25 = \frac{16 \cdot 6,25}{150} 25 = 16,6с$$

2.3 Вибір схеми живлення та управління

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

Баластний насос

Принципова схема баластного насосу представлена нижче. Баластний насос приводиться від асинхронного короткозамкненого двигуна потужністю 75 кВт, напругою 440 В при частоті 60 Гц.

Пуск двигуна забезпечується засобом автотрансформаторного пуску. Схема керування одержує живлення від понижувального трансформатора 440/110 В, також вона захищена від к.з. за допомогою запобіжників. Захист електродвигуна від к.з. здійснюється АВ, а від перевантаження за допомогою теплових реле.

Опис роботи схеми

Систему управління будемо на релейно-контактній логіці. Силовий ланцюг складається з автоматичного вимикача АВ1, контактора К1, електродвигуна, кабелів. Схема передбачає керування в автоматичному та ручному режимах.

У ручному режимі при замиканні кнопки Старт одержує живлення лампочка Л1, яка сигналізує, що схема управління отримала живлення, також одночасно отримує живлення реле К2, яке своїми контактами замикає ланцюг живлення електродвигуна.

У автоматичному режимі при замиканні кнопки Старт насос буде працювати у

$\cos \varphi_H$ – коефіцієнт потужності приймача;

η_H – коефіцієнт корисної дії приймача.

$$I_K = \frac{75 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,9 \cdot 0,95} = 115 \text{ A};$$

Згідно розрахованому току обираємо кабель Exzhellent MAR – M – XZ
1 кабель (3x35).

Основні характеристики:

- струмоведуча жила - мідна, кругла, трьохжильна; відповідає класу
- площа поперечного перерізу 1x(3x35);
- напруга до 690В, частота 60 Гц;
- кабелі витримали випробування змінною напругою 2500 В;
- електричний опір ізоляції при температурі +20°C, не менше 100 МОм/км;
тривало допустима температура на токоведучій жилі, не більше +65°C;
- мінімальний термін роботи 25 років.

Вибір автоматичного вимикача

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

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H}; \quad (2.4)$$

де, P_H - потужність електродвигуна насосу;

U_H - напруга живлення ЕД;

$\cos \varphi_H$ – коефіцієнт потужності приймача.

Але згідно з технічними даними ЕД, ми вже знаємо $I_H = 115 \text{ A}$. Тож можна не проводити зайві розрахунки.

Вибираємо по розрахункових значеннях струму автоматичний вимикач

$I_{ном.}=115\text{ А}$, $I_{к.з} = I_{ном} = 800\text{ А}$. За каталогом я вибрав автоматичний вимикач NZMB1 – A160 з межею робочого струму до 1280 А.

Вибір автомата:

Струм вимкнення через коротке замкнення 800А. Спрацювання теплового реле на перенавантаження 115 А.

Для нашої задачі найбільше відповідає автомат NZMB1 – A160 номінальним током спрацювання до 1280А.

Основні вимоги до суднового електропривода:

1) від шин ГРЩ повинні одержувати живлення такі електроприводи: рульового, якірного пристроїв, пожежних і осушувальних насосів, насосів спринклерної системи, компресорів;

2) для електроприводів механізмів, робота яких за певних умов може призвести до ушкоджень електроустаткування і загрожувати безпеці людей варто передбачити ручні пристрої безпеки, що відключають і тим самим забезпечують відключення електроприводів;

3) комутаційна апаратура керування в ланцюгах електроприводів, що не є одночасно захисним пристроєм від струмів короткого замикання повинна витримувати струм КЗ, що може протікати в місці його установки протягом часу, необхідного для спрацювання захисту. Застосована пускорегулююча апаратура, повинна виключати самозапуск, якщо тільки це не передбачено системою керування;

4) опір ізоляції кабельної мережі живлення окремого електропривода під час огляду повинно бути не нижче 1 МОм.

Поряд із вимогами Правил Регістра для суднового електропривода діють такі нормативи:

1) рекомендації з таких груп механізмів і електроприводів, рульовим машинам, брашпилям, швартовним шпилям, автоматичним швартовним лебідкам, вантажним стріловим кранам, шлюпковим лебідкам, траловим лебідкам;

2) державні стандарти на такі електропровідні суднові механізми, як

брашпили, швартовні шпилі, вантажні електропровідні лебідки;

3) правила технічної експлуатації електроустановок споживачів;

4) правила безпечної експлуатації вантажопідйомних засобів.

3 РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

3.1 Розрахунок потужності і вибір електрогенераторів змінного струму СЕС

Розрахунок потужності суднової електростанції виконуємо за допомогою табличного методу.

Одинична потужність рахується шляхом ділення потужності двигуна на його ККД. Далі розраховується сумарна установлена активна, реактивна та повна потужність електродвигуна згідно із формулами:

$$P_{cy} = P_{дв} \cdot n; \quad (3.1)$$

$$Q_{cy} = P_{cy} \cdot \operatorname{tg} \phi; \quad (3.2)$$

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

де: P_{cy} – сумарна установлена активна потужність двигуна;

Q_{cy} – сумарна установлена реактивна потужність;

S_{cy} – сумарна повна потужність;

n – кількість однойменних споживачів.

Коефіцієнт загрузки механізму K_3 визначається на основі аналізу роботи споживачів, суднових пристроїв та судно в цілому. При цьому враховується характер операції, що виконує судно, інтенсивність роботи силової установки, швидкість судна, район та час плавання. Значення цього коефіцієнта для електродвигунів вентиляторів, насосів, компресорів та більшості інших механізмів МКВ змінюється від 0,8 до 0,9. Визначення коефіцієнта одночасності K_0 складається в виявленні кількості резервних споживачів, що входять до загальної кількості споживачів установки. Якщо встановлено тільки два однакових споживача, один з яких використовується як резервний, то $K_0 = 0,5$ для цієї установки.

Для багато кількісних однойменних споживачів (вентилятори, обладнання майстерень, вантажне обладнання) K_0 може змінюватися від 0,7 до 0,8. Для знаходження значень ККД та коефіцієнта потужності режимів використовують

універсальні криві залежностей $\eta = f(K_3)$ та $\cos\phi = f(K_3)$ згідно з якими можливо встановити наступне:

якщо K_3 змінюється від 0,6 до 1, то кожне зменшення K_3 на 0,1 призводить до зменшення ККД на 0,03, а $\cos\phi$ на 0,04. Ця закономірність дозволяє відкоригувати значення ККД та $\cos\phi$ у всіх режимах роботи судна для кожного механізму.

Далі, ураховуючи відкориговані значення ККД та коефіцієнта потужності рахується сумарна споживна потужність. Для цього використовуємо наступні формули:

$$P_{CC} = \frac{P_{CY} \cdot K_0 \cdot K_3 \cdot \eta_{\text{реж}} \cdot \cos\phi_{\text{реж}}}{\eta_{\text{ДВ}} \cdot \cos\phi_{\text{ДВ}}}; \quad (3.4)$$

$$Q_{CC} = P_{CC} \cdot \operatorname{tg}\phi_{\text{реж}}; \quad (3.5)$$

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

де: P_{CC} – сумарна споживна активна потужність установки;

Q_{CC} – сумарна споживна реактивна потужність установки;

S_{CC} – сумарна повна потужність установки;

$\eta_{\text{реж}}$ – ККД режиму;

$\cos\phi$ – коефіцієнт потужності режиму.

Таким чином заповнюється уся таблиця навантаження. Треба відзначити, що в таблиці є дві категорії споживачів, що розрізняються за протягом часу включення на: безперервно працюючі (БП), періодично працюючі (ПП) та епізодично працюючі (ЕП). Періодично працюючі споживачі – це споживачі час роботи яких займає 15-70% від часу розглянутого режиму. Безперервно працюючі – такі, що працюють більш ніж 70% режиму. Епізодично працюючі споживачі (сумарний час роботи яких складає менш ніж 15% часу режиму) в цих таблицях не враховуються, тому що їх кількість та потужність складають лише кілька процентів від споживачів, що працюють в режимах БП та ПП.

Якщо споживач не працює в даному режимі, то в стовпці коефіцієнта загрузки для нього ставиться нуль.

Внизу таблиці приводять сумування активної, реактивної та повної

потужностей усіх споживачів. Спочатку рахується сумарна потужність БП споживачів та ПП споживачів. Після цього необхідно порахувати сумарну потужність з урахуванням коефіцієнта одночасності, що враховує різницю графіків роботи споживачів електроенергії та можливість їх сумісної роботи в даному режимі, а також втрати у мережі. Цей коефіцієнт визначається по відношенню потужностей БП та ПП споживачів, а саме: якщо $P_{БП} > P_{ПП}$ то $K_p = 1,0 \dots 0,8$; якщо $P_{БП} = P_{ПП}$ то $K_p = 0,8 \dots 0,7$; якщо $P_{БП} < P_{ПП}$ то $K_p = 0,7 \dots 0,6$. В нашому випадку $P_{БП} > P_{ПП}$, тому вибираємо $K_p = 0,9$.

На останньому етапі отримують сумарну потужність що буде споживатися у даному режимі шляхом сумування потужностей БП та ПП споживачів із урахуванням коефіцієнта $K_{П} = 1,05$, що враховує втрати потужності в мережі.

На цьому складення таблиці завершено. Таблиці навантажень по режимам наведені в Додатку .

Потужність генераторів вибирають згідно з середнім коефіцієнтом потужності, що визначається відношенням сумарних активної та повної потужностей. У випадку, якщо $\cos\phi_{ср} > 0,8$, то генератори треба обирати по активній потужності, якщо $\cos\phi_{ср} < 0,8$ – по повній.

У нашому випадку:

$$\text{у ходовому режимі } \cos\phi_{СР} = \frac{P_{СР}}{S_{СР}} = \frac{594}{694} = 0,84; \quad (3.7)$$

$$\text{у режимі, стоянки } \cos\phi_{СР} = \frac{909}{1052} = 0,86; \quad (3.8)$$

$$\text{у маневреному режимі } \cos\phi_{СР} = \frac{686}{796} = 0,86; \quad (3.9)$$

$$\text{у аварійному режимі } \cos\phi_{СР} = \frac{49}{56} = 0,87. \quad (3.10)$$

Так, як $\cos\phi_{с.р} > 0,8$, то вибір генераторів проводиться по активній потужності $P_{акт.}$. При виборі генераторів необхідно користуватися наступними вимогами реєстра:

Розділ 3.1. Склад і потужність основного джерела електричної енергії

3.1.1. На кожному судні повинно бути передбачене основне джерело електричної енергії потужністю, що забезпечує живлення всього необхідного електричного обладнання судна в умовах, вказаних в п. 3.1.4. Таке джерело повинне складатися, принаймні, з двох генераторів з незалежним приводом.

3.1.2. Кількість і потужність генераторів з незалежним приводом і електричних перетворювачів, що входять до складу основного джерела електричної енергії, повинні бути такими, щоб при виході з ладу будь-якого з них залишилися умови забезпечення потреб та можливість:

- живлення необхідного електричного обладнання в умовах, вказаних в

3.1.3 при одночасному забезпеченні нормальних умов проживання та існування на судні;

- підтримки або негайного відновлення живлення електричного обладнання, необхідного для забезпечення руху, керованості судна і його безпеки;

- пуску наймогутнішого електродвигуна з найбільшим пусковим струмом. При цьому пуск двигуна не повинен викликати такого пониження напруги і частоти в мережі, яка може спричинити випадання з синхронізму, зупинку приводного двигуна генератора, а також відключення працюючих машин і апаратів;

- живлення споживачів, необхідних для запуску гребної установки при знеструмленому стані судна. Для цієї мети може бути використане аварійне джерело електричної енергії, якщо його власна потужність або сумарна потужність з будь-яким іншим джерелом електричної енергії забезпечує одночасно живлення споживачів, вказаних в 9.3.1 — 9.3.3 або 19.1.2.1 — 19.1.2.3 (див. також 2.1.6 частини VII «Механічні установки»), для чого може бути передбачена їх паралельна робота.

3.1.4 Визначення складу і потужності генераторів основного джерела електричної енергії повинно проводитися з урахуванням наступних режимів роботи судна:

- ходового режиму;
- маневрів;
- під час пожежі, пробієни корпусу або інших, що впливають на безпеку плавання судна умов при роботі основного джерела електричної енергії;
- інших режимів відповідно до призначення судна.

3.1.5 Якщо основним джерелом електричної енергії є акумуляторні батареї, їх місткість повинна бути достатньою для забезпечення виконання вимог 3.1.2.1 протягом 8 г без заряджання і повинна бути передбачена можливість зарядки акумуляторних батарей від джерела електричної енергії, встановленого на судні.

3.1.6 На суднах обмеженого району плавання III (окрім пасажирських) з електричною гребною установкою малої потужності як основне джерело електричної енергії допускається встановлювати тільки один генератор з незалежним приводом або акумуляторні батареї.

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

Таблиця 3.1 - Включення генераторів згідно режимів роботи судна

Режим роботи судна	Активна потужність($P_{\text{акт}}$)	Кількість генераторів
Ходовий	594кВт	2х480кВт
Стоянка	909кВт	3х480кВт
Маневрений	686кВт	2х480кВт
Аварійний	49кВт	1х65кВт

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

Таблиця 3.2 - Основні генератори фірми DAIHATSU

Тип	5DC-17
Потужність	600кВА(480кВт)
Напруга	440В
Частота	60Гц
Фази	3
Кількість оборотів	900

Таблиця 3.3 - Аварійний генератор фірми DEUTZ

Тип	F6L912
Потужність	65кВт
Напруга	440В
Частота	60Гц
Фази	3
Кількість оборотів	1500

3.2 Вибір акумуляторів та перетворювачів енергії

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

Для розрахунку ємності акумуляторної батареї АДГ скористуємося формулою:

$$C_{\text{розр1}} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n I_{ni} \times t_{ni} \times k}{k_1 \times k_2 \times 3600} + \frac{\sum_{i=1}^n I_{ni} \times t_i}{3600 \times k_2} \right) \times k_3 \times N, \quad (3.11)$$

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

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

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

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

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

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

t_i – тривалість роботи i -го споживача, с;

$k_3 = 3$ – коефіцієнт запасу;

$N = 3$ – кількість спроб пуску.

Проведемо розрахунок струмів споживачів.

Потужність стартеру АДГ розраховується за формулою:

$$P_{\text{ст}} = 0,04 \times P_{\text{АДГ}}, \quad (3.12)$$

$$P_{\text{ст}} = 0,04 \times 65 = 2,6 \text{ кВт}$$

Розрахуємо струм стартеру:

$$I_{\text{нп}} = \frac{P_{\text{ст}}}{U_{\text{ст}}}, \quad (3.13)$$

$$I_{\text{ст}} = \frac{2600}{27} = 96 \text{ А}$$

Пусковий струм стартеру розраховується за формулою:

$$I_{\text{пс}} = 2,5 \times I_{\text{ст}} \quad (3.14)$$

$$I_{\text{пс}} = 2,5 \times 96 = 240 \text{ А}$$

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

$$I_{\text{нпм}} = \frac{P_{\text{нпм}}}{U_{\text{нпм}}}, \quad (3.15)$$

де $P_{\text{нпм}} = 21,1 \text{ кВт}$ – потужність насосу;

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

$$I_{\text{нпм}} = \frac{21000}{440} = 48 \text{ А}$$

$$I_{\text{пнпм}} = 2,5 \times I_{\text{нпм}}, \quad (3.16)$$

$$I_{\text{пнпм}} = 2,5 \times 48 = 120 \text{ А}$$

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

$$I_{\text{са}} = \frac{P_{\text{са}}}{U_{\text{са}}}, \quad (3.17)$$

де $P_{\text{са}} = 280 \text{ Вт}$ – потужність СА АДГ;

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

$$I_{\text{са}} = \frac{280}{24} = 11,6 \text{ А}$$

Струм свічок розжарення дизеля розрахуємо за формулою:

$$I_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{ср}} \times n}{U_{\text{ср}}}, \quad (3.18)$$

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

$n = 5$ – кількість свічок розжарення;

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

$$I_{\text{cp}} = \frac{40 \times 50}{24} = 83,3 \text{ A}$$

Тривалість пуску дизеля приймемо рівною 5 с.

Знайдемо ємність акумуляторної батареї, підставивши отримані значення у формулу:

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

$$C_{\text{розр1}} = 73 \text{ A/г}$$

За результатами розрахунків для обслуговування обладнання ГМЗЛБ обираємо акумуляторні батареї Mastervolt MVG 85 A/год.

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

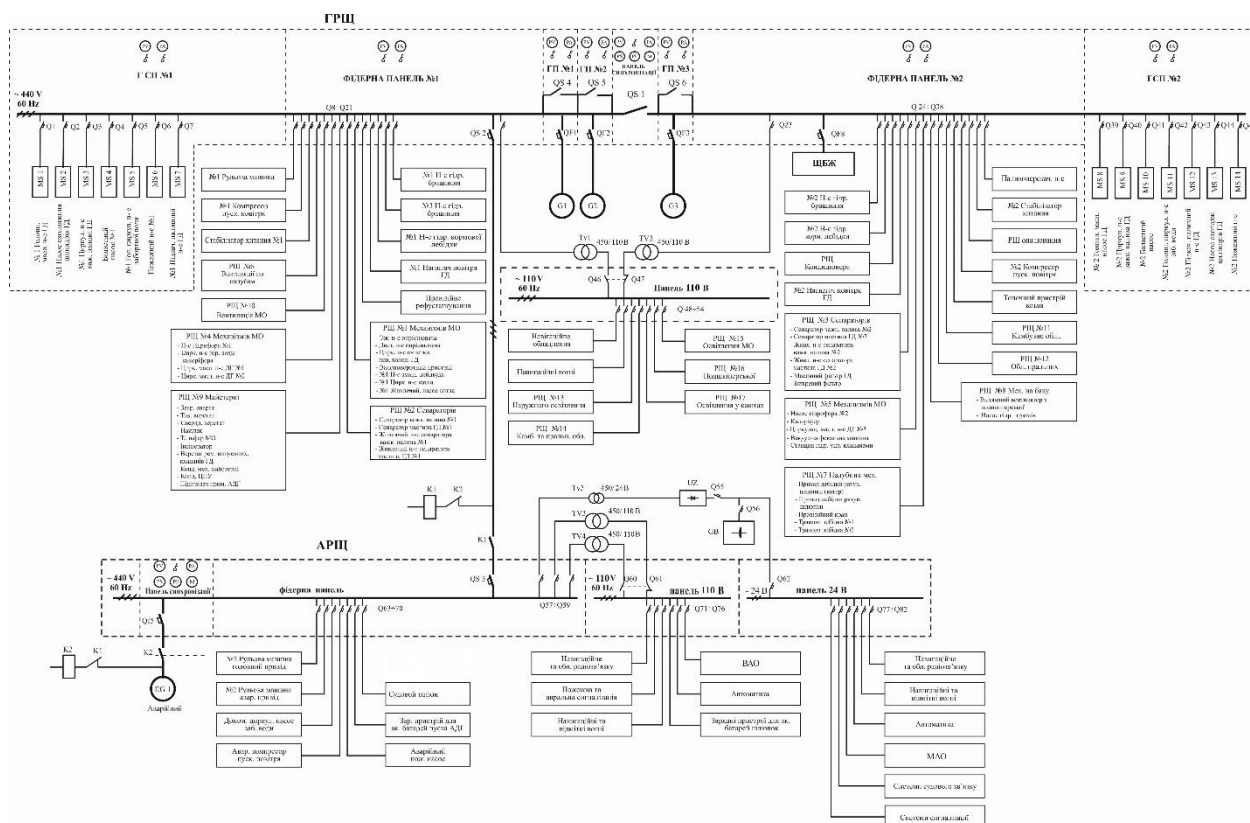


Рисунок 3.1– Загальна схема ГРЩ з АРЩ

Відповідно до правил Регістра, до ГРЩ пред'являються такі вимоги:

а) Конструктивні. Всі судові РЩ повинні бути у виконанні, що забезпечує захист від доторку до струмоведучих частин з лицевої і бічної сторін. Комутаційна апаратура відкритими струмоведучими частинами повинна бути встановлена за щитом, а проводи виведені на лицьову сторону.

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

Всі струмоведучі частини, шайби, болти, гайки повинні бути з матеріалу, що забезпечує надійний електричний контакт, що виключає виникнення корозії. На проводах комутаційних апаратів, апаратури різноманітного призначення,

повинні бути табличка з чіткими написами про положення приводу автомата або про призначення апаратури. На передній і задній стороні ГРЩ повинні бути поруччя з ізоляційного матеріалу;

б) Вимоги до схеми ГРЩ. Розташування апаратури на ГРЩ повинно забезпечувати зручність керування і контролю за приладами. На кожній панелі ГРЩ повинні встановлюватися амперметр, вольтметр із перемикачами на 3 фази, автоматичний трьохсмугий вимикач максимального струму з розчіплювачем миттєвої дії і захистом від перевантаження з витримкою часу (не менш, ніж у 2-х фазах), частотомір, ватметр, апарат дистанційного керування приводом регулятора частоти, реле зворотного струму, реле нульового захисту.

На ГРЩ, якщо передбачена рівнобіжна робота ГА, повинні бути встановлені устрої, що синхронізують. На ГРЩ і АРЩ повинна бути забезпечена можливість виміру розміру опору ізоляції.

Для контролю за роботою відповідальних споживачів повинні бути встановлені амперметри. На ГРЩ або АРЩ або поблизу від них повинні бути укріплені їх принципові однолінійні схеми і схеми генерування і розподілу електроенергії.

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

Від шин ГРЩ повинні одержувати живлення по окремих фідерах такі споживачі [1]:

- 1) ЕП стернового приводу;
- 2) ЕП якорного пристрою;
- 3) ЕП пожежних насосів;
- 4) ЕП осушувальних насосів;
- 5) ЕП компресорів і насосів спринклерної системи;
- 6) Гірокомпас;
- 7) Секційний щит основного освітлення;
- 8) РЩ радіостанції;

- 9) РЩ навігаційних приладів;
- 10) РЩ живлення інших споживачів відповідального призначення, об'єднаних за принципом однорідності виконання функцій;
- 11) РЩ об'єднаних ПУ;
- 12) РЩ станції автоматичної сигналізації виявлення пожежі;
- 13) ЕП механізмів, що забезпечують ГД;
- 14) Зарядний пристрій акумуляторних батарей;
- 15) РЩ живлення ЕП закриття водонепроникних дверей;
- 16) РЩ холодильної установки вугілля кислотного гасіння.
- 17) РЩ підрулюючого пристрою

На основі вищевказаних вимог до конструкції і схеми ГРЩ вибираємо таке число і вид панелей: 3 генераторні панелі, 2 панелі синхронізації, 2 фідерні панелі споживачів 440В, 2 групові стартерні панелі (ГСП), 1 панель для споживачів 110В, 2 аварійні фідерні панелі споживачів на 110В, 24В.

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

Автомати обладнані максимальними розчіплювачами струму для захисту від перевантаження, котушкою, що його може відключати дистанційним керуванням, реле зворотної потужності.

Сигнальні лампи сигналізують про положення автомата генератора, вимірювальні трансформатори струму і напруги забезпечують роботу контрольно-вимірювальних приладів. На панелях встановлені 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, плата з запобіжниками для захисту контрольно-вимірювальної апаратури та апаратури керування.

На цих панелях також встановлені рукоятки автомата "гасіння поля". На кожній генераторній панелі встановлені пристрої системи контролю та синхронізації генераторів, що здійснюють слідкування за навантаженням

генераторів, родом цього навантаження (активним та реактивним) та управління збудженням генераторів.

Також до функцій пристроїв цієї системи входить автоматичний запуск, зупинка ДГ, вмикання (автоматична синхронізація) і вмикання генераторів на шини ГРШ, а також розподіл навантаження між паралельно працюючими генераторами в залежності від збільшення або зменшення навантаження в судновій мережі.

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 встановлені: синхроскоп, 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. Також на цій панелі встановлений пристрій контролю рівня опору ізоляції для силової (440 В) електричної мережі судна.

Дві фідерні панелі споживачів 440 В мають окремі автоматичні вимикачі для знижувальних трансформаторів та споживачів, що живляться від ГРЩ по окремим фідерам, а також споживачів, що живляться від ГРЩ через місцеві РЩ.

Фідерна панель споживачів 110 В має автоматичні вимикачі через які живляться окремі щити мережі освітлення та радіонавігаційних приладів, що встановлені на місцях. На одній з цих панелей встановлений пристрій контролю рівня опору ізоляції для суднової мережі 110 В.

Отже споживачі ГРЩ розподілені функціонально за своїм призначенням та розташовані в ЦПУ, приведена однолінійна схема в Додатку Г.

3.4 Розрахунок струмів короткого замикання, вибір генераторних автоматів

3.4.1 Розрахунок струмів короткого замикання

Для кожного елементу СЕЕС обирається режим роботи системи, при якому даний елемент знаходиться в найбільш тяжких умовах при к.з. Враховуються усі генератори, що можуть працювати одночасно в паралель, усі асинхронні електродвигуни, що працюють у відповідних режимах. При цьому режим живлення з берегу не розглядається, так як він не є визначальним для перевірки суднового електрообладнання.

За розрахункові точки для перевірки апаратів та струмоводів по граничним струмам короткого замикання необхідно приймати такі, в яких при к.з. в ланцюзі апаратів або проводників буде найбільший струм. Опір переходу уточні к.з. не враховується. Розрахунковим видом к.з. при перевірці електрообладнання СЕЕС є трьохфазне к.з.

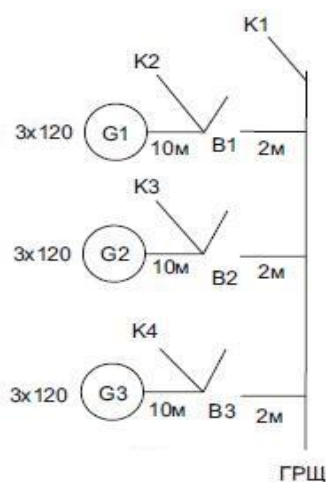


Рисунок 3.2 – Розрахункові точки для струмів к.з.

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

Для нашого генератора приймаємо:

Сверхперехідний опір по подовжній осі - $X''_d = 0.15 \text{ Ом}$

Активний опір фази статора - $r_a = 0.047 \text{ Ом}$

Виходячи з номінального струму генератора рівного 850 А в якості кабелю з'єднуючого ГРЩ із генератором вибираємо сім паралельно прокладених кабелів

марки EXZHELLENT NW12NI перетином 7х3х95 мм².

Активний перетин кабелю $r = 0,227$ Ом/км, реактивне $x = 0,075$ Ом/км. Розрахункову довжину кабелю приймаємо рівну 10 м. У такий спосіб розрахункове значення опору кабелю:

$$r_{\text{каб}} = \frac{0.227}{3 * 200} = 0.00037 \text{ Ом} \quad (3.19)$$

$$x_{\text{каб}} = \frac{0.075}{3 * 200} = 0.000125 \text{ Ом} \quad (3.20)$$

Приймаємо опір автомата рівним

$$r_{\text{ав}} = 0,045 \text{ Ом},$$

$$x_{\text{ав}} = 0,1 \text{ Ом}.$$

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

$$r_{\text{кон}} = 0.087 \text{ Ом}.$$

Складаємо розрахункову схему для визначення струму КЗ при короткому замиканні на шинах ГРЩ. Базисну потужність приймаємо рівній сумі потужностей усіх генераторів, базисна напруга – рівним номінальній лінійній напрузі генераторів (на шинах ГРЩ), тобто $P_6 = 480 + 480 + 480 = 1440$ кВт;
 $U_6 = 440$ В; $I_6 = 1900$ А.

Визначаємо значення опорів обмоток статора генераторів:

Активні

$$r_1 = r_2 = r_a \cdot \frac{P_6 \cdot 1000}{U_6 \cdot U_6} \quad (3.21)$$

$$r_1 = r_2 = 0,047 \cdot \frac{1440 \cdot 1000}{440 \cdot 440} = 0,34 \text{ Ом}$$

Реактивні

$$x_1 = x_2 = x''_d \cdot \frac{P_6}{P_{1,2}} \quad (3.22)$$

$$x_1 = x_2 = 0,15 \cdot \frac{1440}{480} = 0.45 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір автоматичних вимикачів, контактів і кабелів:

Активне:

$$r_3 = r_4 = (r_{ав} + r_{каб} + r_{кон}) \cdot \frac{P_6 \cdot 1000}{U_6 \cdot U_6} \quad (3.23)$$

$$r_3 = r_4 = (0,045 + 0,00037 + 0,087) \cdot \frac{1440 \cdot 1000}{440 \cdot 440} = 0,9 \text{ Ом}$$

Реактивне:

$$x_3 = x_4 = (x_{ав} + x_{каб}) \cdot \frac{P_6 \cdot 1000}{U_6 \cdot U_6} \quad (3.24)$$

$$x_3 = x_4 = (0,1 + 0,000125) \cdot \frac{1440 \cdot 1000}{440 \cdot 440} = 0,74 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір генераторних віток:

Активні

$$r_5 = r_6 = r_1 + r_3 = r_2 + r_4 \quad (3.25)$$

$$r_5 = r_6 = 0,34 + 0,74 = 1,08 \text{ Ом}$$

Реактивні

$$x_5 = x_6 = x_1 + x_3 = x_2 + x_4 \quad (3.26)$$

$$x_5 = x_6 = 0,45 + 0,74 = 1,19 \text{ Ом}$$

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

$$Z_5 = Z_6 = r_5 + jx_5 = r_6 + jx_6 \quad (3.27)$$

$$Z_5 = Z_6 = 1,08 + j1,19$$

$$Z_7 = \frac{Z_5 \cdot Z_6}{Z_5 + Z_6} \quad (3.28)$$

$$Z_7 = \frac{(1,08 + j1,19) \cdot (1,08 + j1,19)}{(1,08 + j1,19) + (1,08 + j1,19)} = 0,54 + j0,59$$

$$r_7 = 0,54 \text{ Ом}; x_7 = 0,59 \text{ Ом}$$

$$Z_7 = \sqrt{r_7^2 + x_7^2} \quad (3.29)$$

$$Z_7 = \sqrt{0.54^2 + 0.59^2} = 0.79 \text{ Ом}$$

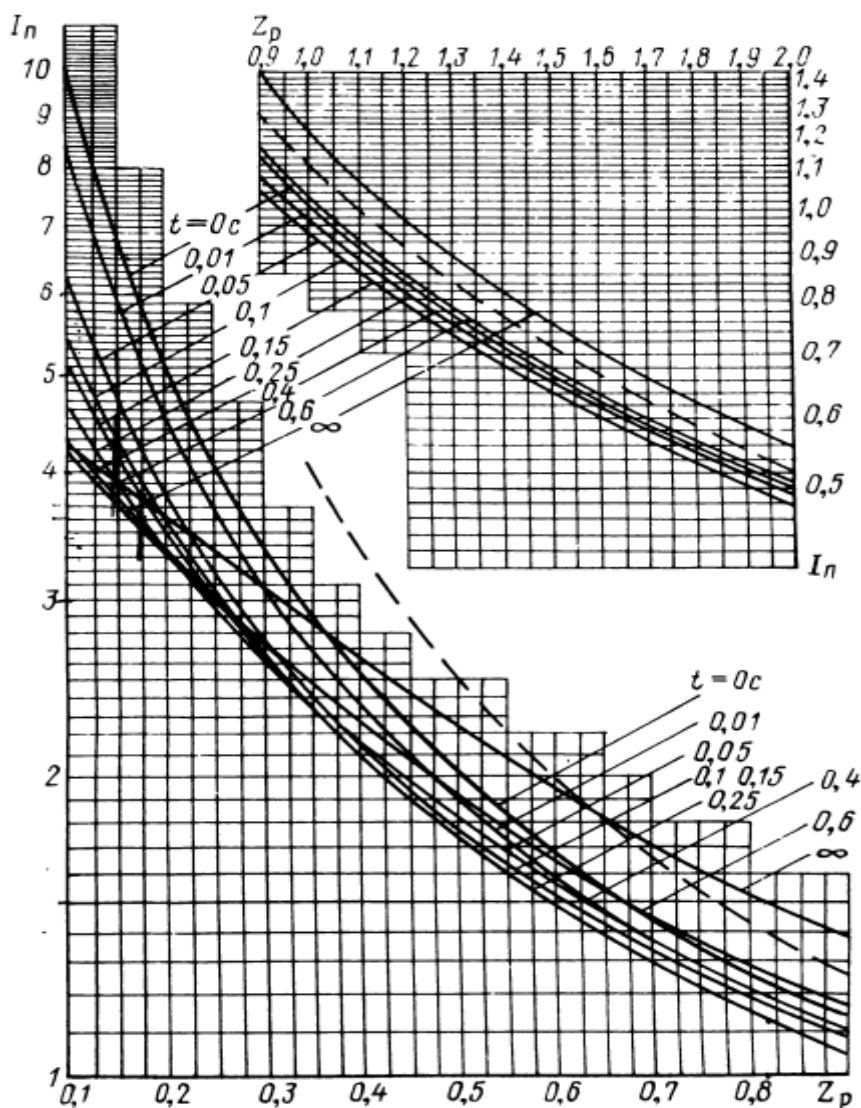


Рисунок 3.3 – Розрахункові криві

Отримані опори r_7 , x_7 , Z_7 є результуючими при короткому замиканні на шинах ГРЩ. По розрахункових кривих відповідно $Z_7 = 0,79$ визначаємо $I_0 = 1,3$; $I_{0.01} = 1,27$; $I_{0.6} = 1,25$; $I_{\infty} = 1,51$. Ударний струм короткого замикання генератора розраховується згідно відношенню $x_7 / r_7 = 0,59 / 0,54 = 1,09$. $K_{уд} = 1,06$

$$i_{уд.кз} = \sqrt{2} \cdot I_0 (I_{0.01} + I_0 (K_{уд} - 1)) \quad (3.30)$$

$$i_{уд.кз} = \sqrt{2} \cdot 1900 \cdot (1,27 + 1,3(1,06 - 1)) = 3622,1 \text{ А.}$$

На підставі отриманого значення ударного струму к.з. можна зробити попередні виводи про те, наскільки усі фідерні автоматичні вимикачі, встановлені на ГРЩ, задовільняють вимогам на динамічну стійкість. Таким чином ударний струм короткого замикання на відстані точки короткого замикання на фідерах від розподільних пристроїв 10м при паралельній роботі трьох генераторів складає $i_{уд.кз} = 3622,1 \text{ А}$

3.4.2 Вибір генераторних автоматів

В СЕЕС присутні 3 генератори по 600 кВА фірми DAIHATSU.

Для вибору кабелів, які з'єднують генератори 480 кВт трифазного змінного струму із ГРЩ, розрахунковий струм визначають за формулою:

$$I_{Г.Н.} = \frac{P_{Г.Н.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{Г.Н.} \cdot \cos(\phi)_{Н.}} \quad (3.31)$$

$P_{ГН}$ – номінальна потужність генератора

$U_{ГН}$ – номінальна робоча напруга генератора

$$I_{Г.Н.} = \frac{480 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,82} = 768,1 \text{ А}$$

Вибираємо для даних генераторів автоматичний вимикач фірми Schneider Electric NW12H1 номінальним робочим струмом 1250 А.

Марка кабелю генератора EXZHELLENT NW12NI+ 5А.

Перевірка кабелю на втрату напруги:

$$\Delta U = (\sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos \phi + x \cdot \sin \phi)) / 100\% \quad (3.32)$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S} \quad (3.33)$$

l - довжина ділянки ланцюга, що перевіряється, вибирається з діапазону від 30 до 60 м;

γ - властива провідність міді, $\gamma = 48 \text{ (Ом} \cdot \text{мм}^2\text{)}$;

S - обраний перетин кабелю 665 мм^2

$x=0,075 \text{ Ом/км}$

$$R = \frac{50}{48 \cdot 665} = 0.00156 \text{ Ом}$$

$$\Delta U = (\sqrt{3} \cdot 768 \cdot (0.00156 \cdot \cos \phi 0.609 + 0.075 \cdot \sin 0.609)) / 100\% = 1.1\%$$

Тобто на цій ділянці втрата складає 5 В.

Втрата напруги лежить у допустимих межах.

При виборі перетину кабелю користуємося:

$$I_{\text{розр}} \leq I_{\text{доп}}$$

тобто вибирають перетин, що відповідає розрахунковому значенню струму або першому (найближчому) більшому.

7 кабелів (3×95) EXZHELLENT N2XH 3X95. ($I_{\text{доп}}=1064\text{A}$)

При виборі генераторного автомата використовуємо таблицю додатка, а настановних автоматів - таблицями довідкового посібника. При цьому повинна бути виконана умова:

$$I_{\text{розр}} \leq I_{\text{роб}}$$

де:

$I_{\text{роб}}$ - номінальний струм автомата.

NW12N1 $I_{\text{роб}} = 1250\text{ A}$

Для вибору кабелів, які з'єднують аварійний генератор 65 кВт трифазного змінного струму із ГРЩ, розрахунковий струм визначають по формулі

$$I_{\text{Г.Н.}} = \frac{65 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0.85} = 100\text{A}$$

Вибираємо для даного генератора автоматичний вимикач фірми Schneider Electric EZCV250N4250 номінальним робочим струмом 250 А.

3.5 Вибір апаратів, приладів, приборів ГРЩ

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.

На кожній генераторній секції встановлені амперметри з перемикачем для вимірювання струму в кожній фазі та вольтметри з перемикачем для вимірювання лінійних напружень. Ватметри та частотоміри встановлені на

панелі синхронізації.

Всі 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 мегомметр типу МІ733, робоча напруга 110 - 440 В.

Таблиця 3.4 – Паспортні дані електровимірювальних пристроїв

Найменування приладу	Система приладу	Тип	Клас	Включення приладу	Позначення
Амперметр	Електромагнітний	Д- 1600	1.5	ТА 200/5	РА 1-4
Амперметр	Електромагнітний	Д- 1600	1.5	ТА 200/5	РА 5
Амперметр	Електромагнітний	Д- 1600	1.5	ТА 200/5	РА 6-8
Вольтметр	Електромагнітний	Д- 1500	1.5	Безпосереднє	PV 1-6
Вольтметр	Електромагнітний	Д- 1500	1.5	Безпосереднє	PV 7
Ватметр	Електромагнітний	Д-365	1.5	2ТА1000/5	PW 2-4
Частотомір	Електромагнітний	Э- 361	1.5	Безпосереднє	PF 1-2
Ватметр	Електромагнітний	Д-365	1.5	ТА 1500/5	PW 1
Мегомметр	Електромагнітний	М 1733	2.5	Безпосереднє	PR 1
Синхроноскоп	Електромагнітний	Э- 327	1.5	Безпосереднє	PS

3.6 Вибір системи збудження синхронних генераторів

Генератори фірми DAIHATSU моделі 5DC-17, є синхронними безщітковими генераторами повністю закритого типу з повітряним охолодженням.

Виберемо для безщіткових синхронних генераторів систему самозбудження «TAIYO».

AVR - автоматичний регулятор напруги;

EVA - реостат уставки напруги;

F - роторна обмотка збудження синхронного генератора.

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

Головною функцією контролера напруги є забезпечення відбору частини струму, що живить обмотку збудження збудника, для контролю напруги генератора.

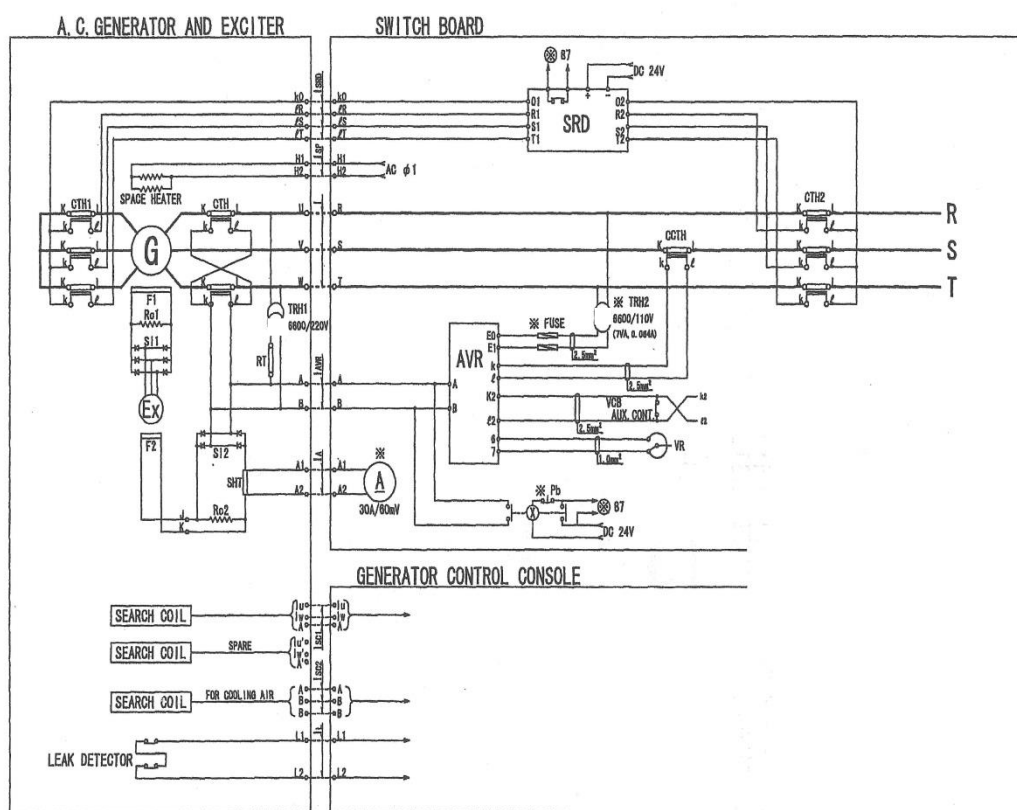


Рисунок 3.5 – Схема системи збудження генератора

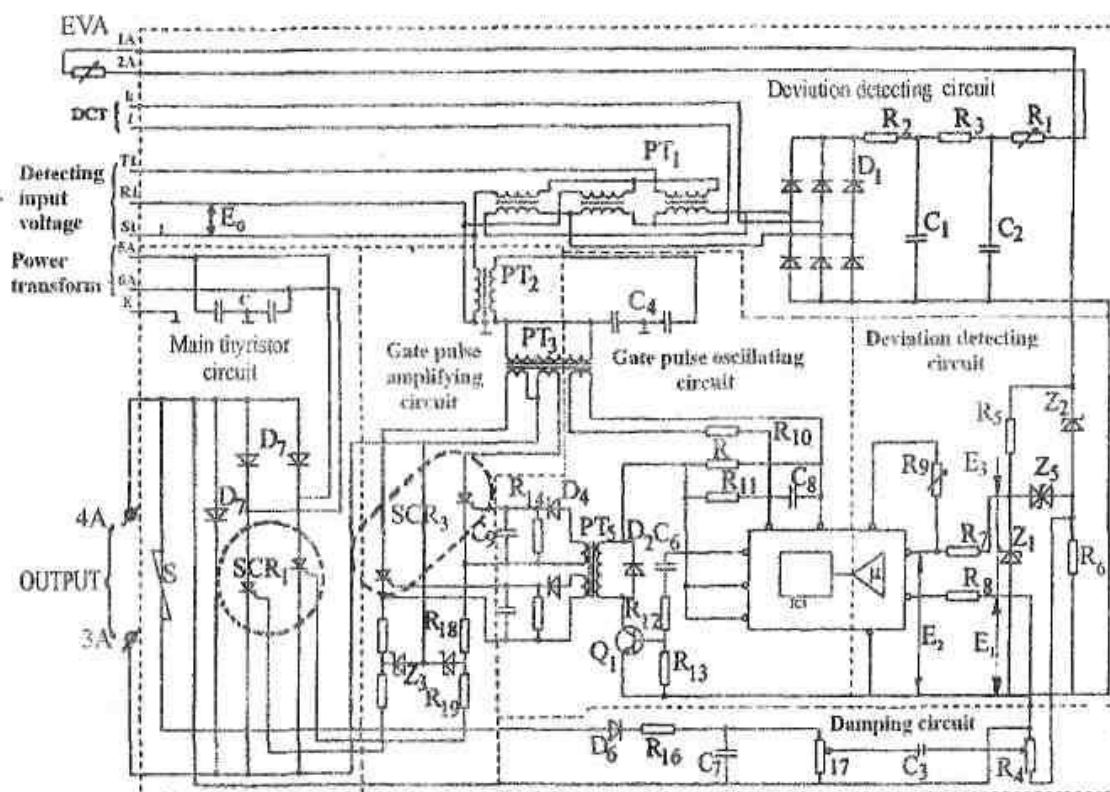


Рисунок 3.6 – Принципіальна схема АРН

Схема АРН (рис.3.6) включає в себе наступні кола: вимірювання відхилення регулюючої величини, підсилення цього відхилення та джерела імпульсів. В коло вимірювання відхилення поступає напруга E_1 , яка пропорційна напрузі генератора E_G і яка перетворюється в постійну напругу необхідної величини та опорна напруга E_2 , яка незалежно від E_G , завжди постійна і створює напругу відхилення E_3 .

Основні складові (коло підсилення відхиленої величини та коливальний контур) складені з гібриду інтегральних схем (ICs). Сигнал відхилення E_3 , підсилений операційним підсилювачем, який знаходиться в колі підсилення відхилення.

В підсилювальній схемі одиночний імпульс перетворений в широкий імпульс за допомогою допоміжного тиристора і цей сигнал подається до управляючого електроду головного тиристора, для того щоб керувати кутом відкриття. В цьому колі R – змінний резистор, керуючий пристроєм АРН.

Демпферне коло запобігає коливанням напруги. Воно реагує на зміну

сигналу на вході головного тиристорну і працює при різкій зміні напруги. В цьому колі R4 та R17 демпферні регулюючі резистори.

Паралельна робота генераторів

Генератор може працювати у паралелі з іншим генератором або з береговою мережею якщо забезпечується компенсація нахилу статичної характеристики. Розподіл активної потужності здійснюється регулятором первинного двигуна. Швидкісна характеристика первинного двигуна повинна бути лінійною (мін. 3% та макс. 5%) при набросі навантаження від 0 до 100%.

Система компенсації нахилу статичної характеристики забезпечує розподіл реактивного навантаження та зменшення вихідної напруги генератора якщо зростає реактивний струм. Система компенсації регулює нахил статичної характеристики генератора від 6% при коефіцієнті потужності 0 та 100% якщо коефіцієнт потужності дорівнює номінальному у всьому діапазоні навантаження генератора.

Під час одиночної роботи або під час роботи у паралелі з генератором, що має такий самий статизм точність регулювання напруги становить 1,8%. При одиночній роботі система компенсації нахилу статичної характеристики не потрібна і вона вимикається шляхом короткого замикання вторинної обмотки проміжного трансформатора.

Обслуговування

Система самозбудження синхронного безщіткового генератора «TAIYO» потребує періодичного обслуговування. Надмірні відкладення пилу повинні бути видалені сухим повітрям. У разі якоїсь несправності бажано перевірити контролер напруги, ланцюги збудження головної машини та машини збудника. Для пошуку несправностей в тиристорному регуляторі напруги усі його виводи мають бути від'єднанні а вторинна обмотка проміжного трансформатора закорочена накоротко.

3.7 Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії

Як найбільш потужний споживач вибираємо з таблиці навантажень даного судна електродвигун вантажного крану, потужністю 112 кВт.

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 у процесі розгону таких двигунів в 4-7 разів перевищує номінальний. При на черку подібних індуктивних струмів синхронні генератори сильно розмагнічуються й на якийсь час знижують напругу, що прийнято називати провалом напруги.

Таблиця 3.5 - Дані генератора та двигуна

Генератор		Двигун	
Тип	5DC-17	Потужність	112 кВт
Потужність	600кВА	ККД	86%
Коефіцієнт потужності (cosφ)	0,8	Коефіцієнт потужності (cosφ)	0,88
Напруга	440 В	Номінальний струм	125 А
X`d	0,23у.о	Кратність струму	5
X``d	0,15у.о	Спосіб запуску	Зірка-трикутник

Розрахуємо початкову потужність при запуску споживача:

$$S_{\text{поч}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{дв}} \cdot I_{\text{ном}} \cdot K_{\text{п}} = \sqrt{3} \cdot 0,44 \cdot 125 \cdot 5 = 476 \text{ кВА} \quad (3.34)$$

Реактивний опір генератора:

$$X_d = \frac{X'_d + X''_d}{2} = \frac{0,23 + 0,15}{2} = 0,19 \quad (3.35)$$

Для обчислення вихідної реактивної потужності скористаємося формулою:

$$X_L = \frac{S_r}{S_{\text{поч}}} = \frac{600}{476} = 1,2 \quad (3.36)$$

Провал напруги при пуску споживача рівняється:

$$\Delta U = \frac{X_d}{X_d + X_L} \cdot 100 = \frac{0,19}{0,19 + 1,2} \cdot 100 = 13\% \quad (3.37)$$

На основі розрахунків можна зробити висновок що найбільший провал напруги не перевищує 15%. Відповідно правилам Регістра, падіння напруги повинне бути не більш ніж 10-20 %. Спадання напруги невелике й перебуває в припустимих границях.

3.8 Автоматизація суднової електроенергетичної системи

Сучасний етап розвитку судноплавства характеризується максимальним збільшенням автоматизації для зменшення кількості членів екіпажу. Хоча з іншого боку це тягне за собою необхідність підтримання цих систем персоналом з високим рівнем кваліфікації. Автоматизація в СЕЕС дає можливість уникнути помилок, які можуть бути вчинені персоналом. Відомо що в екстрених ситуаціях автоматичні системи швидше й краще відновлюють нормальне функціонування системи. Як приклад розглянемо систему автоматичного Запуску ДГ.

При відсутності сигналів КАПС і НКАПС та при непрацюючому ДГ насос попереднього прокачування масла переводиться з періодичного режиму роботи на безперервний.

Якщо тиск масла нижче максимально припустимого, то вмикається пристрій контролю часу попереднього прокачування масла. У тому випадку, якщо за встановлений час тиск не досягає мінімально значення, включається й

запам'ятовується сигнал КАПС «Відмова попереднього прокачування масла».

Якщо протягом контрольованого часу тиск масла досягне встановленого значення, то формується сигнал на *включення* пам'яті пуску, відкриття клапана пускового повітря й контролю часу подачі пускового повітря. Одночасно включається контроль загального часу пуску дизель-генератора до досягнення ним частоти обертання, що перевищує 0,9 номінального значення.

Сигнал датчика тиску масла попереднього прокачування блокується сигналом екстреного пуску, що формується сигналами КАПС, НКАПС, «Ручний пуск» або сигналом від перемикача завдання числа одночасно працюючих ГА. В цьому випадку клапан пускового повітря відкривається без очікування підвищення тиску масла до заданого значення.

При досягненні дизелем частоти обертання n , при якій він починає працювати на паливі, клапан пускового повітря закривається, а контроль часу його відкриття блокується.

Якщо дизель після закінчення контрольного часу відкриття клапана пускового повітря не досягне частоти обертання роботи на паливі, то цей клапан закривається й включається формувач паузи (5 с) між спробами пуску. Після закінчення часу паузи знову відкривається клапан пускового повітря й формується друга спроба пуску дизеля. Якщо вона не вдалася, формується третя, а якщо й вона не вдалася, то спрацьовує КАПС «Відмова пуску».

Коли частота обертання дизеля досягає рівня, при якому він починає працювати на паливі, включається початкове збудження генератора, що відключається при напрузі генератора більше 0,8 номінального значення.

Одночасно вимикається попереднє прокачування масла, блокується контроль загального часу пуску, запускається тимчасова затримка підключення ланцюгів контролю й АПС працюючого ДГ.

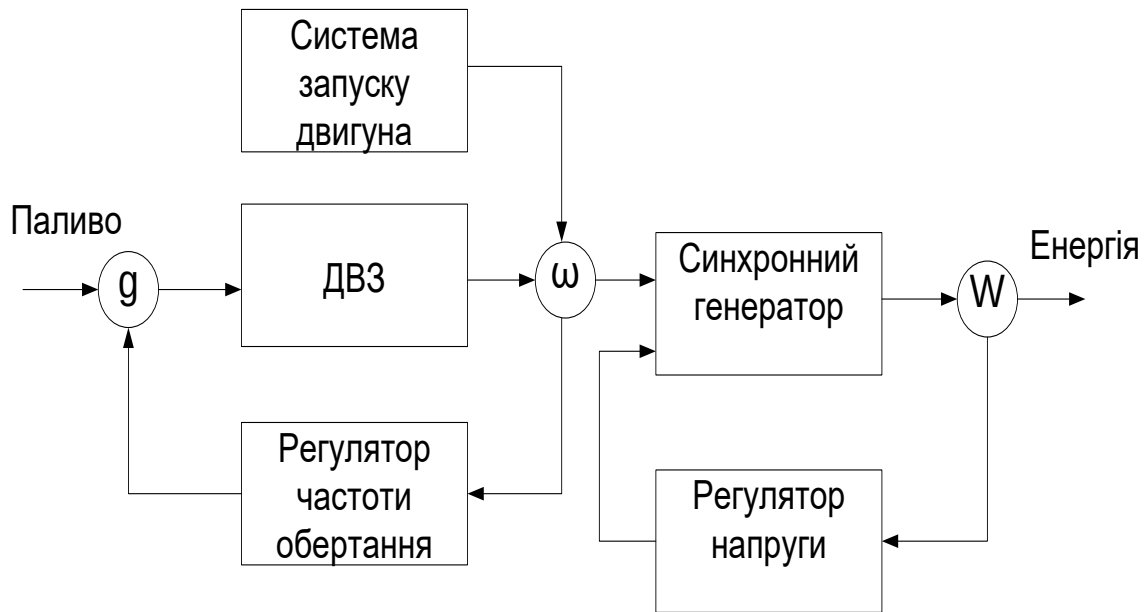


Рисунок 3.7 – Блок-схема суднового ДГ

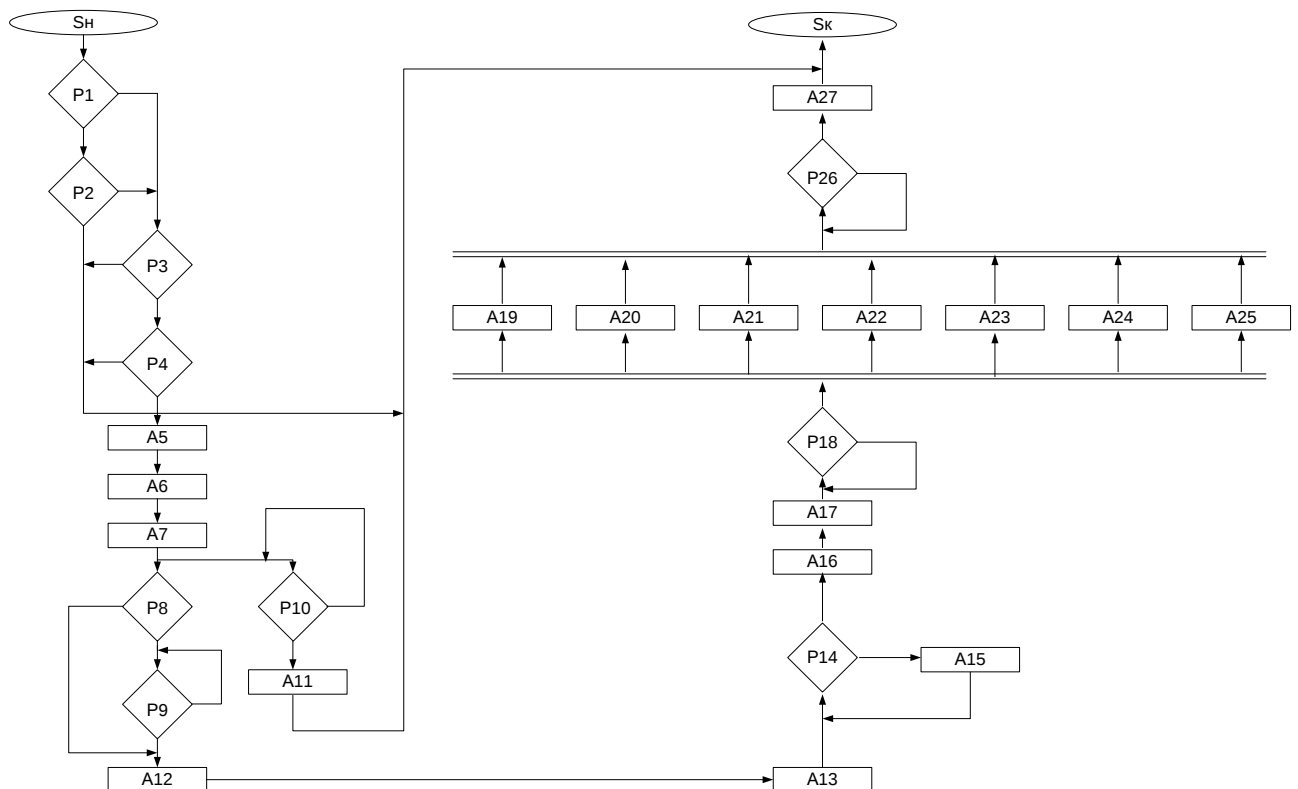


Рисунок 3.8 – Граф-схема управління Запуском ДГ

Sn – старт програми

P1 – Відсутність сигналу від кнопки «Пуск»

- P2 – Відсутність сигналу з контролера
- P3 – Відсутність аварійно попереджувальних сигналів на ДГ
- P4 – Частота обертання нижче допустимої
- A5 – Вмикання пам'яті пуску
- A6 – перехід в постійний режим роботи насоса змазки ДГ
- A7 – Вмикання контролю часу роботи насоса попередньої прокачки масла.
- P8 – Відсутність сигналу «Екстрений пуск»
- P9 – Спрацьовування датчика тиску змазочного масла при досягненні мінімального значення
- P10 – Під час попередньої прокачки масла тиск не підвищився до необхідного значення
- A11 – Вмикання сигналу «відмова попередньої прокачки масла»
- A12 – Вмикання контролю часу роботи насоса попередньої прокачки масла
- A13 – Програма формування повторного пуску
- P14 – Напруга генератора більше $0,8U_n$
- A15 – Вмикання початкового збудження
- A16 – Вимикання початкового збудження
- A17 – Сигнал про положення генераторного АВ
- P18 – Частота обертання ДГ перевищує мін. допустиму
- A19 – Квітування АПС
- A20 – Підключення до системи центрального контролю
- A21 – Вмикання сигналу «Готовий до прийняття навантаження»
- A22 – Вимикання насоса попередньої прокачки масла
- A23 – Вимикання контролю за часом пуску
- A24 – Вмикання часової затримки на підключення систем захисту та АПС ДГ
- A25 – Вимикання насосу прокачки теплої води в контурі ДГ
- P26 – Час на витримку часу на підключення систем захисту та АПС ДГ закінчилось
- A27 – Підключення систем Захисту та АПС ДГ
- Sp – кінець програми

3.9 Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги

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

Розрахунковий струм розрахуємо за формулою:

$$I_{ar} = \frac{P_{ar} \cdot 1000}{(\sqrt{3} \cdot U_r) \cdot \cos \varphi} = \frac{72 \cdot 1000}{(\sqrt{3} \cdot 440) \cdot 0,87} = \frac{90000}{678} = 108,6 \text{ A} \quad (3.38)$$

де P_{ar} – номінальна потужність електродвигуна приводу;

U_r – номінальна напруга електродвигуна

Виберемо кабель, MPRXCX 4x(3x70) мм², який живить гідравлічний брашпиль через розподільний щит. Опір даних кабелів відповідно: активний r – 0,17 Ом/км; реактивний x – 0,078 Ом/км. Довжину кабелю приймемо рівною 100 метрам.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \frac{r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi}{U_n} \cdot 100\% = \sqrt{3} \cdot 108,6 \cdot 0,1 \cdot \frac{0,17 \cdot 0,87 + 0,078 \cdot 0,76}{440} \cdot 100 = 0,9\% \quad (3.39)$$

Отже, перевірений нами кабель, який живить електропривод насосу заборотної води відповідає нормам Регістру, який відповідає <7%

3.10 Загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення, суднових сигнально-відмінних вогнях, низьковольтного освітлення.

Для створення нормальних умов роботи особового складу, майже у всіх внутрішніх приміщеннях потрібне безперервне штучне освітлення у будь-який час доби. У темний час доби, на верхніх палубах для світлової сигналізації і освітлення потрібні сигнально-відмінні вогні і прожектори. Норми освітленості, вимоги до джерел світла, світильниками і арматурі суднового електроосвітлення визначаються Правилами Регістра.

Для суднового електричного освітлення застосовується змінний струм напругою 220/110 В. Суднове освітлення по своєму призначенню розділяється

на внутрішнє і зовнішнє, основне, аварійне, мале аварійне і переносне.

Основна мережа нормального освітлення виконується на напругу 220 В і включена постійно. Мережа аварійного освітлення є частиною основної мережі і отримує живлення як від основного, так і від аварійного генераторів. Вона створює мінімальну освітленість у відповідальних приміщеннях. Мережа малого аварійного освітлення є самостійною і отримує живлення від акумуляторів.

Мережа переносного освітлення є також самостійною, і отримує живлення від основної мережі через знижувальні трансформатори. Виконується вона на напругу 12 і 24В. В даний час вважається більш за доцільне створення єдиної мережі суднового освітлення, тобто об'єднання з основною мережею мереж малого аварійного і переносного освітлення.

Мережа переносного освітлення об'єднується з мережею нормального освітлення за допомогою штепселя-трансформаторів, що включаються безпосередньо в мережу нормального освітлення. Це є економічно вигіднішим і в той же час задовольняє вимогам суднового освітлення.

Суднове освітлення по системах освітлення підрозділяється на: системи загального рівномірного освітлення, що забезпечують мінімальну освітленість в усіх точках освітлюваного приміщення; системи загального нерівномірного освітлення, що забезпечують нормальну освітленість робочої поверхні в приміщеннях, захищених устаткуванням; системи комбінованого освітлення, що забезпечують підвищену освітленість на робочій поверхні.

На судах в темний час доби повинні запалюватися сигнально-відмітні вогні для забезпечення безпеки плавання і стоянки судів, а також подачі сигналів. Згідно з міжнародними правилами безпеки мореплавання МППСС-72 на всіх судах встановлюються ліхтарі світлосигнальних вогнів, колір, кути і дальність видимості яких визначаються їх призначенням.

Ліхтарі світлосигнальних вогнів для забезпечення необхідної дальності видимості забезпечуються спеціальними пристосуваннями у вигляді відбивачів і лінз. Для кожного світлосигнального вогню слід застосовувати лампу, вказану в його паспорті. Як правило, в цих приладах застосовуються лампи з вертикально розташованою ниткою напруження із двоштирковим свановським цоколем.

Нитки накаливання інших ламп можуть виявитися не у фокусі або можуть бути недостатньо потужними, внаслідок чого порушується дальність видимості ліхтаря. По конструктивного виконання сигнально-освітлювальні ліхтарі мають бути водозахищеними, герметичними, за способом установки стаціонарними або підвісними.

Робота світлосигнальних вогнів контролюється спеціальним пристроєм-комутатором сигнальних вогнів, що сповіщає про вихід з ладу того або іншого вогню. У комутаторі здійснюється включення і виключення вогнів, а також забезпечується можливість перемикання основного сигнально-відмітного ліхтаря на запасний. Вогні зазвичай живляться через котушки струмових реле, які стежать за цілісністю навігаційного вогню.

Сигнально-відмітні вогні підключаються до комутатора, який живиться від двох незалежних ліній ГРЩ та АРЩ. Перемикання ліній відбувається автоматично в разі зникнення на одній з ліній живлячої напруги. Крім цього, на судах встановлюються аварійні сигнально-відмітні вогні, які отримують живлення постійним струмом напругою 24 В від розподільного щита зарядки батарей через власний комутатор.

4 АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

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

В сучасних системах автоматизації, навіть всілякі механічні виконавчі механізми (клапани, засувки і т.і) 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 наскрізного мережевого доступу від супервізорних комп'ютерів і багатофункціональних контролерів до інтелектуальних пасивних елементів (датчики, регулювальники і таке інше).

Такий зв'язок повинен задовольняти вимоги 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 є фізичним способом об'єднання пристроїв і програмно-логічним протоколом їх взаємодії.

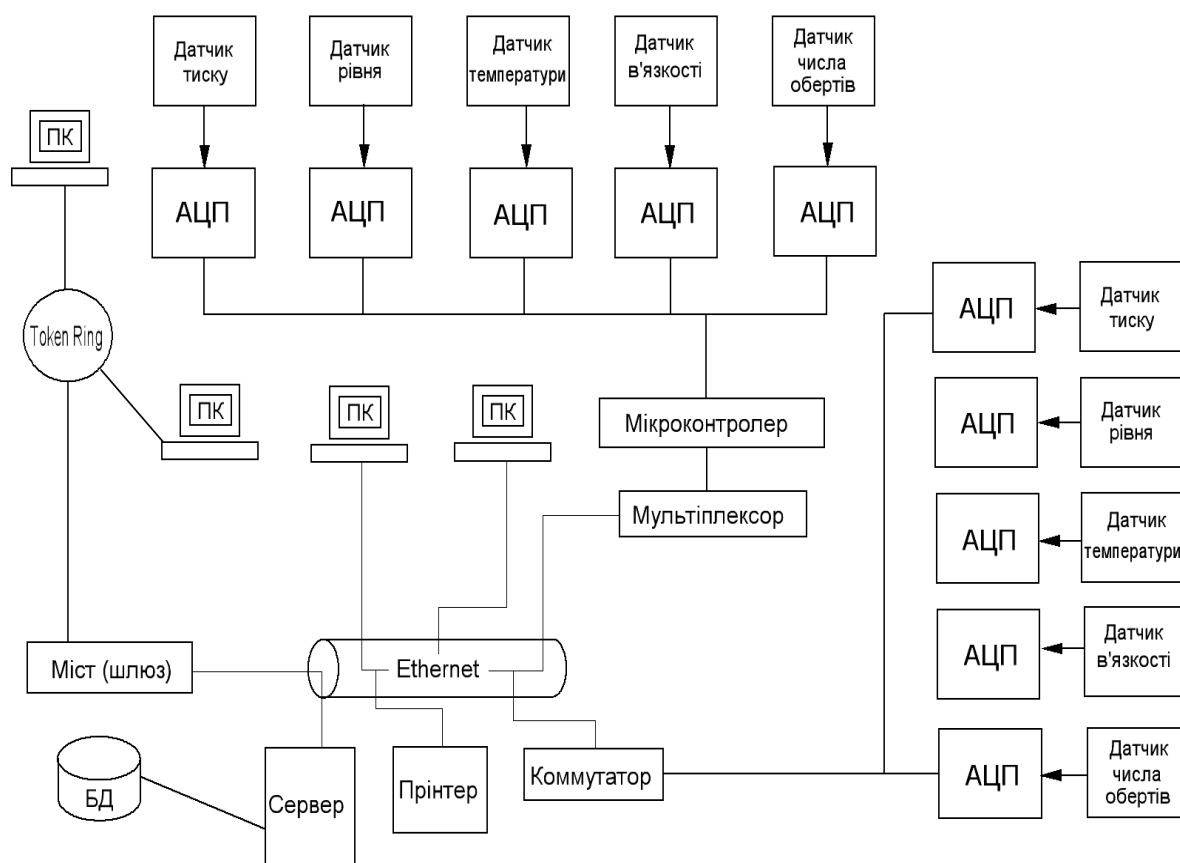


Рисунок 4.1 – Структурна схема суднової комп'ютерної мережі

Службовий внутрішній зв'язок.

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, встановлюють основні й резервний машинні телеграфи.

Основний машинний телеграф являє собою автономну установку синхронних приладів передачі кута, що забезпечує передачу наказів з постів керування судном (рубка, місток) в 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 встановлюють датчики-приймачі, у машинних відділеннях приймачі- датчики машинного телеграфу, а на 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 суднах є невід'ємною частиною багатьох суднових систем: енергетичної установки, допоміжних механізмів, загальсуднових систем, систем судноводіння та інших. Сигналізація служить для попередження обслуговуючого персоналу про досягнення граничних значень деяких параметрів.

Наразі, 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 та інші.

У якості виключно, додаткового і дублюючого зв'язку електрична сигналізація входить у телефонні, телеграфні та інші установки.

Різновиди суднової електричної сигналізації, її компонування та розташування залежно від типу судна визначаються Правилами класифікаційних організацій (Регістрів) при будівлі морських суден .

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:

Авральна сигналізація. Обладнується на суднах, на яких оголошення

авралу голосом або гучномовцем не може бути чути одночасно в усіх місцях, де можуть перебувати люди. За допомогою авральної сигналізації повинна бути забезпечена гарна чутність сигналів в усіх місцях, де можуть перебувати люди.

Звукові прилади повинні встановлюватися в наступних місцях:

- в машинних приміщеннях;
- в суспільних приміщеннях, якщо їхня площа перевищує 150 м^2 ;
- в коридорах житлових, службових і суспільних приміщень;
- на відкритих палубах;
- у виробничих приміщеннях.

На пасажирських суднах система авральної сигналізації повинна складатися із двох самостійних груп:

- для пасажирів окремо;
- для екіпажу окремо.

Звукові прилади, встановлені в приміщеннях з великою інтенсивністю шумів, повинні забезпечуватися світловою сигналізацією. Тональність звукових приладів авральної сигналізації повинна відрізнятися від тональності звукових приладів інших видів сигналізації.

Система авральної сигналізації повинна живитися від акумуляторної батареї, розміщеної вище палуби перетинів і поза межами шахт машинних відділень.

Дія авральної сигналізації перевіряється не рідше одного разу в 10 днів, а також перед виходом судна в рейс із попереднім повідомленням про це вахтового помічника капітана.

Пожежна сигналізація. Встановлюється:

- на пасажирських суднах валовою місткістю 100 рег. т і більше;
- на суднах спеціального призначення та промислових;
- на суднах рс знаком F, до яких пред'являються підвищені вимоги жаростійкості палуб, перетинків, шахт, машинно-котельного відділення та ін.

У кермовій рубці встановлюється станція пожежної сигналізації із мнемосхемою, за допомогою якої швидко визначається місце пожежі. Система

пожежної сигналізації для виявлення пожежі постачена датчиками-сповіщателями ручної та автоматичної дії.

Автоматичні сповіщателі встановлюються:

- у всіх житлових і службових приміщеннях;
- у коморах вибухових, легкозаймистих і горючих матеріалів;
- на постах керування;
- приміщеннях для сухих вантажів;
- у машинному та котельному відділеннях з автоматизованим керуванням при відсутності в них постійної вахти.

Ручні сповіщателі встановлюються:

- в коридорах житлових, службових і суспільних приміщень;
- у вестибюлях;
- у машинно-котельних відділеннях;
- у суспільних приміщеннях площею більше 150 кв.м;
- у виробничих приміщеннях;
- на відкритих палубах, районі розташування вантажних люків.

У системі пожежної сигналізації повинне бути передбачено два види живлення:

- від суднової мережі та резервне - від акумуляторних батарей.

На пасажирських та прирівнянних до них суднах у приміщенні вахтового (або пожежного) помічника капітана встановлюється дублююче світлове табло, призначенням якого є оповіщення вахтової служби судна про виникнення пожежі в період, коли приміщення, де встановлені датчики пожежної сигналізації, закриті або не має постійної вахти.

Система пожежної сигналізації повинна постійно перебувати в дії. Вивід з дії системи (частково або повністю) для усунення несправностей або виконання технічного обслуговування (ТО) допускається з дозволу капітана із попереднім повідомленням вахтового помічника. Один раз на місяць повинні бути представленні до перевірки по одному сповіщателю в кожному промені.

Попереджувальна сигналізація об'ємного пожежогасіння.

Обладнюється в машинно-котельних відділеннях, трюмах із сухими вантажами,

у яких в умовах нормальної експлуатації перебувають або можуть перебувати люди.

За допомогою звукового та світлового сигналів виробничий персонал попереджається про пуск в дію системи об'ємного пожежогасіння, ці сигнали подаються автоматично при ручному та дистанційному пуску системи.

Попереджувальна сигналізація об'ємного пожежогасіння живиться від тієї ж акумуляторної батареї, що й пожежна сигналізація. Система повинна постійно перебувати в дії й перевірятися з відома вахтового помічника капітана.

Аварійно-попереджувальна сигналізація (АПС).

Обладнується практично на всіх самохідних суднах і призначена для сигналізації стану енергетичної установки, роботи допоміжних механізмів і компонується залежно від типу судна, енергетичної установки, рівня автоматизації і т.і.

На автоматизованих суднах застосовують узагальнену аварійно-попереджувальну сигналізацію (ОАПС), що подає сигнали не тільки в машинному відділенні та ЦПУ, але і на зовнішніх об'єктах - у кермовій рубці, каюті механіків і ін.

Аварійно-попереджувальна сигналізація перевіряється перед кожним виходом судна в рейс, перед заступанням на вахту та періодично протягом вахти.

Сигналізація про наявність води в льялах і стічних колодязях трюмів. Обладнується на різних суднах і в обов'язковому порядку, а на електроходах для сигналізації рівня води в колодязях під гребними електродвигунами.

Сигналізація повинна постійно перебувати в дії, і перевірка її справності здійснюється персоналом вахтової служби не рідше одного разу за вахту, а старшим електромеханіком - щодня.

Сигналізація закриття водонепроникних дверей.

Встановлюється на тих суднах, на яких Регістром передбачений розподіл приміщень судна на водонепроникні відсіки і є водонепроникні двері.

Сигналізація повинна перевірятися одночасно з перевіркою дверей під керівництвом старшого механіка не рідше одного разу в тиждень, а також перед

кожним виходом у рейс.

Побутова сигналізація (каютна, медична).

Встановлюється на тих суднах, де вона необхідна, частіше на пасажирських.

Дія побутової сигналізації перевіряється не рідше одного разу на місяць.

Прилади суднової електричної сигналізації по виду можна розділити на три групи:

- акустичні;
- оптичні (світлові й візуальні);
- комбіновані.

Група акустичних приладів складається із дзвінків, ревунів, тріскачок, сирен і їхніх комбінацій. Застосування різних по характеру, тембру та силі звуку приладів забезпечує розпізнавання акустичних сигналів і визначення їхнього призначення.

Акустичні прилади, що встановлюються в суднових приміщеннях з більшим рівнем шумів, мають дублюючі оптичні сигнали (електролампи), основне призначення яких виражається в залученні уваги виробничого персоналу до акустичних сигналів.

Група приладів оптичної сигналізації складається з номерників і сигнальних ламп, а також переривників світлової сигналізації, призначених для подачі миготливих сигналів. З мініатюрних сигнальних ламп, наприклад СГ24, компонуються світлові табло мнемосхем аварійно-попереджувальної сигналізації та ін.

Включення та відключення ланцюга живлення приладів електричної сигналізації виконуються замикачами. Всі замикачі, що застосовуються на суднах, механічної дії і відрізняються один від одного тільки кількістю та розмірами контактів.

Кожна пара контактів замикача має зовнішню педаль. Застосовуються два типи замикачів - ЗМ і ЗМР. Замикачі типу ЗМР мають більші контакти та конструкцію, виконану у вигляді рубильника. Крім того, функції замикачів ланцюгів живлення електричної сигналізації виконують вихідні реле різних сигналізаторів, датчики, кінцеві вимикачі та ін.

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

4.2 Аналіз роботи системи автоматичного пуску ДГ. Визначення функції управління.

Дана система є автоматичною системою забезпечення роботи, моніторингу параметрів і сигналізації суднового дизель-генератора DAIHATSU 5DC-17.

Система повинна виконувати наступні операції:

- Пуск та зупинку агрегату по імпульсу від автоматичного пристрою або дистанційно з пульта управління;
- Дистанційне або автоматичне регулювання швидкості двигуна в межах +/- 10% від номінального значення;
- Аварійно-попереджувальну або аварійну сигналізацію:
- по високій температурі масла;
- по високій температурі охолоджуючої води;
- по низькому тиску масла;
- Не включати генераторний автомат, поки двигун не прогрітий;
- Аварійну зупинку двигуна приладами захисту з дією на світлову і звукову сигналізацію;

Крім того передбачена автоматизація операцій по обслуговуванню агрегату:

- прокачування повітря в пускові балони;
- поповнення цистерни витратного палива;
- сигналізація про зменшення рівня води в розширювальній цистерні системи охолодження.

Управління руховим агрегатом може бути здійснено вручну безпосередньо з поста управління на двигуні або з дистанційного щитка, встановленого в районі ГРЩ, або з пульта дистанційного керування.

Схема містить :

ПМ – пусковий механізм;

МР – механізм зміни оборотів дизеля;

ДП – дистанційний пульт, на якому розташовані кнопка запуску генератора, його зупинки, кнопка квітування, кнопки збільшення і зменшення оборотів дизеля, 8 сигнальних ламп.

На місцевому посту управління схема має 4 сигнальні лампи і звукову сигналізацію: 2ЛС – сигналізує на те, що двигун прогрітий; 3ЛС – сигналізує про те, що температура масла вище за її нормальне значення; 4ЛС – сигналізує про те, що тиск масла упав; 5ЛС – сигналізує про те, що висока температура охолоджуючої води.

Оскільки система управління має кнопки управління дизелем, які дублюються і на дистанційному пульті управління, то далі при розробці програми нехтуватимемо кнопками на дистанційному пульті управління.

Вибір органів управління (датчиків, виконавчих реле, сигнальних ламп)

Система управління ДГ повинна включати датчики для аналізу стану генератора і дизеля, мати органи управління: виконавчі реле, пусковий механізм, механізм збільшення/зменшення оборотів дизеля і ін.

Також для індикації стану дизеля і генератора необхідно встановити сигнальні лампи, які вказуватимуть на стан системи.

Вибрана система управління включатиме наступні датчики:

- датчик температури масла;
- датчик тиску масла;
- датчик температури охолоджуючої води;
- реле напруги, яка включає ГА при нормальній напрузі.

Також вона матиме наступні сигнальні лампи:

- сигнальна лампа включення ГА;
- сигнальна лампа температури масла;
- сигнальна лампа живлення схеми ;
- сигнальна лампа стану дизеля (працює, не працює);
- сигнальна лампа тиску масла ;
- сигнальна лампа температури охолоджуючої води ;

В якості пускового механізму дизеля виступає клапан пускового повітря.

Для регулювання оборотів дизеля встановлюється механізм зміни оборотів, який буде збільшувати/зменшувати обороти для підстроювання під номінальні параметри.

Вибір елементної бази системи управління. Визначення кількості і розрядності портів введення і виведення.

Для функціонування системи управління потребується орган, таким органом може виступити мікропроцесор, який прийматиме сигнали датчиків і видаватиме команди на елементи управління залежно від положення цих датчиків. Посилаючись на кількість датчиків, виконавчих реле і сигнальних ламп нам потребується такий мікропроцесор, який має чотири порти. Два з яких ми запрограмуємо на введення, а інших два на виведення.

При виборі мікропроцесора необхідно також вибрати його модель.

Вибираємо мікропроцесор фірми ATMEL серії AT90. З цієї серії вибираємо мікропроцесор, який має 4 порти введення-виведення. Таким процесором є процесор AT90S4434.

Розробка структурної схеми управління ДГ

Структурна схема показує структуру системи управління і зв'язок між закінченими вузлами. Структурна схема системи автоматичного регулювання і моніторингу суднового дизель генератора матиме вигляд, який показаний на Рисунку 4.2.

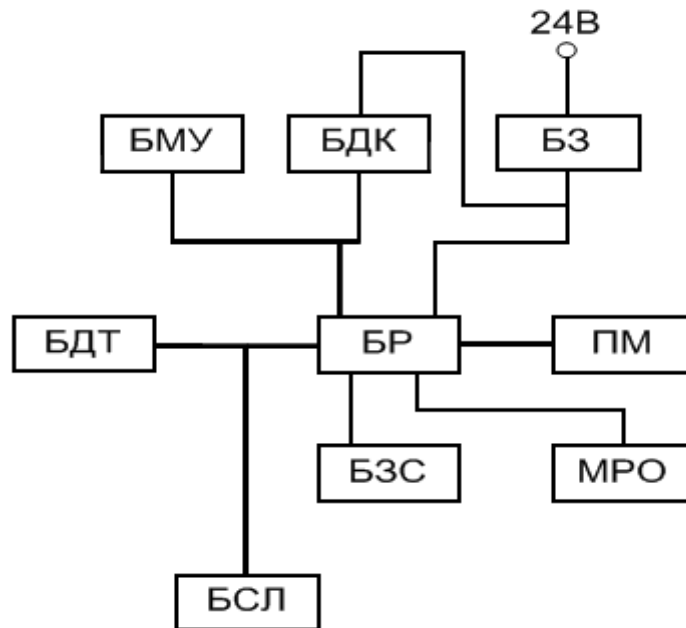


Рисунок 4.2 – Структурна схема автоматичного управління ДГ

Скорочення, прийняті в структурній схемі:

БЗ – блок запобіжників;

БДК – блок дистанційного керування;

БМУ – блок місцевого управління;

БДТ – блок датчиків тиску;

БР – блок реле;

ПМ – пусковий механізм дизеля;

БЗС – блок звукової сигналізації;

МРО – механізм регулювання обертів;

БСЛ – блок сигнальних ламп.

Короткий опис структурної схеми

Оскільки дистанційний пульт управління є дублюючим для кнопок місцевого поста управління, то в структурній схемі він показаний паралельно місцевому посту управління і їх сигнали впливають безпосередньо на блок реле (БР).

На блоці дистанційного керування є сигнальні лампи. Для їх живлення через блок запобіжників (БП) підводиться напруга 24[V]. Після натиснення кнопки пуск або на місцевому щиті управління, або на дистанційному пульті управління з допомогою блок реле, живлення одержує пусковий механізм генератора (ПМ).

Для того, щоб встановити необхідні обороти генератора встановлено механізм регулювання оборотів (МРО), який збільшує/зменшує обороти до номінального значення. При спрацьовуванні одного з датчиків безпосередньо спалахує відповідна сигнальна лампа і через блок реле (БР) , живлення приходить на блок звукової сигналізації (БЗС).

Розробка граф-схеми алгоритму (ГСА) пуску ДГ

На Рисунку 4.3 зображена ГСА пуску ДГ.

Короткий опис логічних і функціональних операторів ГСА:

S н – початок роботи програми;

P 1 – перевірка тиску масла;

P 2 – перевірка клапана зупинки;

P 3 – перевірка оборотів двигуна > 160 [об/хв];

P 4 – перевірка оборотів двигуна > 210 [об/хв];

P 5 – перевірка загальної сигналізації;

P 6 – перевірка оборотів двигуна < 50 [об/хв];

P 7 – перевірка витримки часу зовнішнього таймера;

P 8 – перевірка пускового клапана;

P 9 – перевірка рівня масла;

P 10 – перевірка кнопки аварійної зупинки;

P 11 – перевірка кнопки «Стоп »;

P 12 – перевірка валоповоротного пристрою;

P 13 – перевірка блокування;

P 14 – перевірка управління «LOCAL»;

P 15 – перевірка управління «REMOTE»;

P 16 – перевірка кнопки «Пуск»(LOCAL);

P 17 – перевірка кнопки «Пуск»(REMOTE);

- Р 18 – перевірка пуску ДГ;
- Р 19 – перевірка кнопки квітування;
- А 1 – установка клапана пуску в початкове положення;
- А 2 – включення лампи «готовий до пуску»;
- А 3 – відключення таймера пуску;
- А 4 – включення лампи «пуск не вдавсь»;
- А5 – перезапуск пускового часу;
- А 6 – перезапуск «готовий до пуску»;
- А 7 – включення лампи «готовий до пуску»
- А 8 – включення пускового клапана;
- А 9 – перезапуск «пуск не вдавсь»;
- S к –кінець програми.

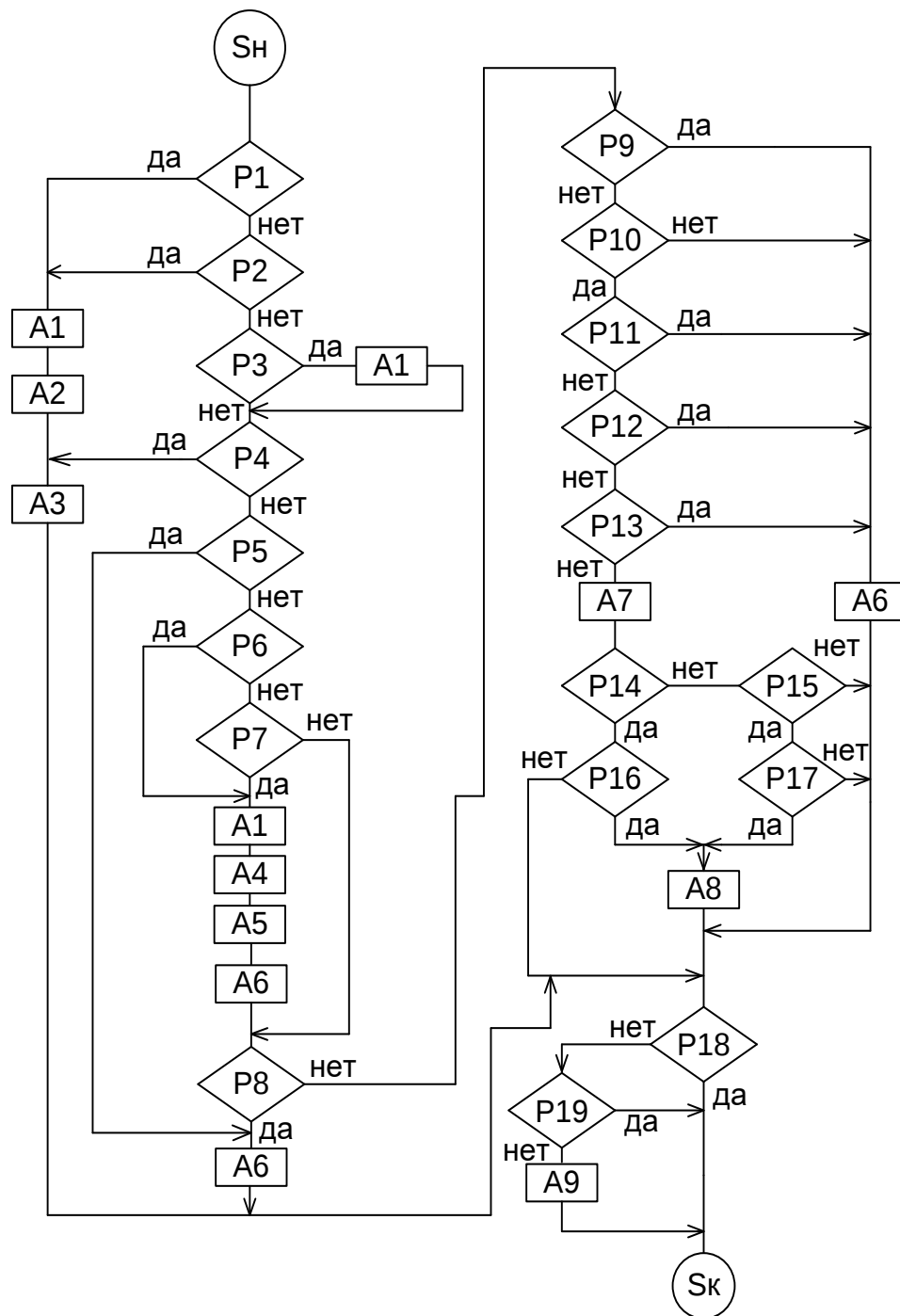


Рисунок 4.3 – ГСА пуску дизель-генератора

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

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. Суднові електричні тахометри.

Електричні тахометри, призначені для виміру частоти обертання гребних валів судна, являють собою автономну систему приладів. На судах звичайно встановлюють індукційні системи тахометрів постійний і змінний токи. Основними елементами тахометрів постійного струму є

датчики - невеликі магнітоелектричні генератори постійного струму й приймачі-показчики - вольтметри магнітоелектричної системи. Шкали вольтметрів відградувані на число обертів гребного вала у хвилину. Стрілки приймачів, називаних тахометрами вольтметрового типу, відхиляються по шкалі від нуля в обидва боки - «Назад» і «Уперед».

Датчик приводиться в обертання від гребного вала за допомогою ланцюгової передачі або через зубчасту передачу. При обертанні датчика в ньому індуктується ЕДС ($E = C_{\text{еп}}\Phi$), пропорційна частоті обертання якоря генератора. Тому що якір генератора пов'язаний із гребним валом, частота обертання якого вимірюється, те ЕДС і, отже, напруга на затискачах якоря пропорційні частоті обертання гребного вала ($C_{\text{е}} = \text{const}$; $\Phi = \text{const}$). Останню фіксують тахометри. Показання їх будуть правильними тільки в тому випадку, коли число включених тахометрів незмінно. При тимчасовому відключенні тахометра замість нього підключають резистор, опір якого дорівнює опору тахометра. Для кожного гребного вала, як правило, установлюють один датчик і кілька приймачів-показчиків. Датчики звичайно розміщують у коридорах

гребних валів, а приймачі з командних постах (ходове рубання *ХР*, запасний командний пункт *ЗКП*), у виконавчих постах (машинні відділення *МО*) і в спеціальних постах (штурманське рубання *ШР*).

Види електричної сигналізації

Електрична сигналізація на судах є невід'ємною частиною багатьох суднових 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, авторулевий 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.

Авральна сигналізація. Обладнається на судах, на яких оголошення авралу голосом або гучномовцем не може бути чути одночасно у всіх місцях, де можуть перебувати люди. За допомогою авральної сигналізації повинна бути забезпечена гарна чутність сигналів у всіх місцях, де можуть перебувати люди; звукові прилади повинні встановлюватися в наступних місцях: у машинних приміщеннях; у суспільних приміщеннях, якщо їхня площа перевищує 150 м^2 ; у коридорах житлових, службових і суспільних приміщень; на відкритих палубах, у виробничих приміщеннях.

На пасажирських судах система авральної сигналізації повинна

складатися із двох самостійних груп: для пасажирів і екіпажа. Звукові прилади, встановлені в приміщеннях з великою інтенсивністю шумів, повинні забезпечуватися світловою сигналізацією. Тональність звукових приладів авральної сигналізації повинна відрізнятися від тональності звукових приладів інших видів сигналізації. Система авральної сигналізації повинна питатися від акумуляторної батареї, розміщеної вище палуби перебирань і поза межами шахт машинних відділень. Дія авральної сигналізації перевіряється не рідше одного разу за днів і перед виходом судна в рейс із попереднім повідомленням об цьому вахтового помічника капітана.

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 пожаростійкості палуб, перебирань, шахт, машинно-котельного відділення й ін.

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

Автоматичні сповіщателі встановлюються у всіх житлових і службових приміщеннях; у коморах вибухових, легкозаймистих і горючих матеріалів; на постах керування; приміщеннях для сухих вантажів; у машинному й котельному відділеннях з автоматизованим керуванням при відсутності в них постійної вахти.

Ручні сповіщателі встановлюються в коридорах житлових, службових і суспільних приміщень; у вестибюлях; у машинно-котельних відділеннях; у суспільних приміщеннях площею більше 150 м²; у виробничих приміщеннях; на відкритих палубах, районі розташування вантажних люків.

У системі пожежної сигналізації повинне бути передбачене два види живлення: від суднової мережі й резервне - від акумуляторних батарей.

На пасажирські й прирівняні до них судах у приміщенні вахтового (або пожежного) помічника капітана встановлюється дублююче світлове табло, призначенням якого є оповіщення вахтової служби судна про виникнення

пожежі в період, коли приміщення, де встановлене, закрите або не має постійної вахти.

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 за одному сповіщателю в кожному промені.

Попереджувальна сигналізація об'ємного пожежогасіння. Обладнається в машинно-котельних відділеннях, трюмах із сухими вантажами, у яких в умовах нормальної експлуатації перебувають або можуть перебувати люди. За допомогою звукового й світлового сигналів виробничий персонал попереджається про пуск у дію системи об'ємного пожежогасіння, ці сигнали подаються автоматично при ручному й дистанційному пуску системи.

Попереджувальна сигналізація об'ємного пожежогасіння харчується від тієї ж акумуляторної батареї, що й пожежна сигналізація. Система повинна постійно перебувати в дії й перевірятися з ведена вахтового помічника капітана.

Аварійно-попереджувальна сигналізація (АПС). Обладнається практично на всіх самохідних судах і призначена для сигналізації стану енергетичної установки, роботи допоміжних механізмів і компонується залежно від типу судна, енергетичної установки, рівня автоматизації й т.д. На автоматизованих судах застосовують узагальнену аварійно-попереджувальну сигналізацію (ОАПС), що подає сигнали не тільки в машинному відділенні й у ЦПУ, але й на зовнішніх об'єктах - у кермовому рубанні, каюті механіків і ін.

Аварійно-попереджувальна сигналізація перевіряється перед кожним виходом судна в рейс, перед заступленням на вахту й періодично протягом вахти.

Сигналізація про наявність води в льяхах і стічних колодязях трюмів. Обладнається на різних судах і в обов'язковому порядку на електродах для сигналізації рівня води в колодязях під гребними електродвигунами. Сигналізація повинна постійно перебувати в дії, і перевірка її справності виробляється персоналом вахтової служби не рідше одного разу за вахту, а старшим електромеханіком - щодня.

Сигналізація закриття водонепроникних дверей. Установлюється на тих судах, на яких Регістром передбачений розподіл приміщень судна на водонепроникні відсіки і є водонепроникні двері. Сигналізація повинна перевірятися одночасно з перевіркою дверей під керівництвом старшого механіка не рідше одного разу в тиждень, а також перед кожним виходом у рейс.

Побутова сигналізація (каютна, медична). Установлюється на тих судах, де вона необхідна, частіше на пасажирські.

Дія побутової сигналізації перевіряється не рідше одного разу на місяць.

Прилади суднової електричної сигналізації по виду можна розділити на три групи: акустичні, оптичні (світлові й візуальні), комбіновані.

Група акустичних приладів складається із дзвінків, ревунів, тріскачок, сирен і їхніх комбінацій. Застосування різних по характері, тембру й силі звуку приладів забезпечує розпізнавання акустичних сигналів і визначення їхнього призначення.

Акустичні прилади, установлені в суднових приміщеннях з більшим рівнем шумів, мають дублюючі оптичні сигнали (електролампи), основне призначення яких складається про залучення уваги виробничого персоналу до акустичних сигналів.

Група приладів оптичної сигналізації складається з номерників і сигнальних ламп, а також переривників світлової сигналізації, призначених для подачі миготливих сигналів. З мініатюрних сигнальних лама, наприклад СГ24, компонуються світлові табло мнемосхем аварійно-попереджувальної сигналізації й ін.

Включення й відключення ланцюга живлення приладів електричної сигналізації виконуються замкачами. Всі замкачі, застосовувані на судах, механічної дії й відрізняються один від іншого тільки кількістю й розмірами контактів. Кожна пара контактів замкача має зовнішню педаль. Застосовуються два типи замкачів - З.М і З.МР. Замкачі типу З.МР мають більші контакти й конструкцію, виконану у вигляді рубильника. Крім того, функції замкачів ланцюгів живлення електричної сигналізації виконують вихідні реле різних сигналізаторів, датчики, кінцеві вимикачі й ін.

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 сілумінових) корпусів і офарблюють фарбою, стійкою до впливу морської води.

4.4 Технічні характеристики та конструктивні особливості електрорадіо-навігаційних пристроїв, та радіозв'язку

Радіонавігаційна система – радіотехнічний комплекс, який включає в себе систему берегових або космічних синхронізованих випромінювачів і бортових прийомоіндикаторів та необхідні для визначення місцезнаходження об'єкту – споживачів навігаційної інформації.

Окрім основної задачі місцеположення РНС можуть забезпечувати об'єкти навігаційною інформацією о параметрах їх руху, елементах їх сумарного сносів під дією сукупності різних факторів, реалізувати функції контролю за фактичним переміщенням судна відносно до обраної траєкторії руху.

В основу будівництва всіх сучасних РНС покладено відому властивість радіохвиль – розповсюджується по найкоротшому шляху з кінцевою швидкістю, значення якої вважається відомим відносно даних умов. Тому, використовуючи випромінювачі як навігаційні орієнтири з відомими координатами, можна вирішити задачу місце визначення об'єкту за рахунок вимірювання у його бортовому ПП тією чи іншою сукупністю параметрів спеціальним чином сформованим випромінювачами високо стабільного електромагнітного поля.

Гірокомпас

Однією з характерних особливостей розвитку сучасного морського флоту є підвищення швидкості судна. Це створило перед навігаційним обладнанням складну задачу – забезпечити безпеку мореплавання суден. У рішенні цієї задачі важливе місце займає створення гірокомпасів, які могли б при високій швидкості і відповідно кращій маневреності суден, видавати справжній курс з високою точністю.

Ехолот.

У комплект ехолота входять наступні прилади:

Прилад 1 є гідроакустичною антеною й служить для перетворення електричної енергії у звукову й навпаки.

Прилад 4 призначений для реєстрації вимірюваної глибини на електротермічного паперу. У ньому також є пристрій для формування синхронізуючого імпульсу запуску й керування роботою ехолота.

Прилад 4Б служить для керування роботою ехолота при відключеному самописі, тобто при індикації глибини за допомогою цифрового вказівника.

Прилад 4Г забезпечує світлову й звукову сигналізацію про вихід судна на задану глибину.

Прилад 11 являє собою цифрове табло й служить для індикації обмірюваної глибини. Він може повертатися на шарнірі на кут 120° у горизонтальній площині й на 15° у вертикальній площині.

Прилад 16 містить електронні блоки, які утворюють передавальну й приймальну схеми ехолота. Тут же розміщена схема контролю справності основних вузлів ехолота. Прилад 16 також служить для кабельного зв'язку приладів комплексу ехолота між собою.

Прилад 16А містить електронні блоки, що забезпечують роботу цифрового показчика глибин. До функціонального вузла ЦУГ ставляться прилади 4Б, 11 і 16А.

Прилад Я — це кабельна коробка, призначена для з'єднання гідроакустичної антени із приладом 16.

Прилад Р — ревун, призначений для подачі звукового сигналу про вихід судна на задану глибину.

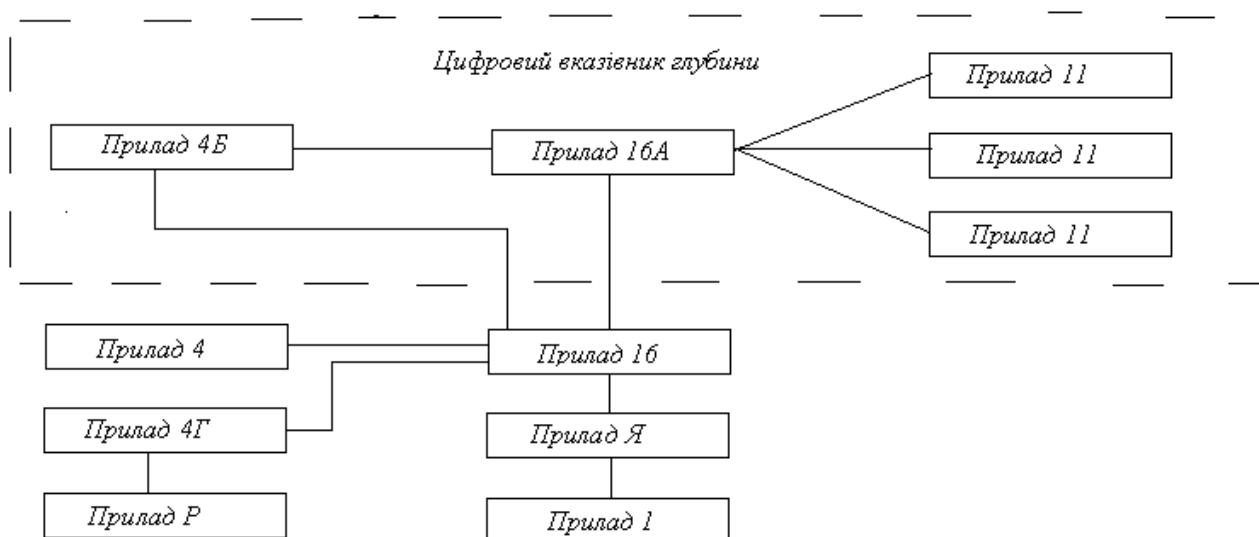


Рисунок 4.4 - Склад комплексу ехолоту

Ехолот М-3Б характеризується наступними технічними даними. Самопис має три діапазони: 0-50, 40-90 і 0-500 м. Крім того, є піддіапазон «Малі глибини» (МГ) - менш 10 м. У самописі можна встановлювати повільну або швидку (у два рази більшу) протягання паперу при вимірі глибин у тому самому діапазоні: 20 і 40 мм/хв у діапазонах 0-50 і 40-90 м; 2 або 4 мм/хв у діапазоні 0-500 м. Довжина паперової стрічки в рулоні дорівнює 20 м.

Для визначення діапазону, у якому вироблявся запис глибини самописом, служать наступні ознаки:

діапазон 0-50 м - наявність нульової (суцільної) лінії й лінії умовної оцінки (штрихової), розташованої над нульовою;

діапазон 40-90 м - відсутність і нульової лінії, і лінії умовної оцінки;

діапазон 0-500 м - наявність тільки нульової лінії.

В ехолоті М-3Б можлива одночасна робота самописа (прилад 4), цифрового показчика глибин (прилади 4Б, 11, 16А) і прилади сигналізації глибини (прилад 4М). При цьому керування роботою здійснюється із приладу 4. Якщо самопис буде виключений, керування автоматично переводиться на прилад 4Б (у приладі 4 показується напис «Включений показчик»). При відключених самописі й цифровому показчику роботою ехолота управляє прилад 4М.

Лаг

Це прилад необхідний для вимірювання швидкості ходу судна. Принцип роботи сучасних приладів побудований на вимірюванні напору води або гідролокації морського дна. Найбільш розповсюджений лаг представляє собою вертушку, яка крутиться під напором води. Число оборотів вертушки за одиницю часу визначається за допомогою електронного або механічного приладу. Зазвичай вертушка кріпиться на корпусі судна, але на малих суднах використовують портативний варіант лагу, в якому вертушка викидається за корму на тросі, а замірю вальний механізм знаходиться в руках у матроса.

Радіолокатор

Радіолокатор необхідний для визначення гідрометеоутворень, небезпечних для проходження, а також для спостереження на екрані електроннолучового індикатора радіолокаційного зображення місцевості. Крім того локатор дає можливість визначати координати радіолокаційних орієнтирів і по них судити о місці знаходження .

Радіопеленгатори є радіоприймальними приладами, необхідними для визначення напрямку на передавальну радіостанцію.

5 ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Питання охорони праці

5.1.1 Причини і види стресу та його наслідки для людини

Стрес – психологічний стан людини, при якому відчувається сильна психічна та фізична активність. Подібний стан – реакція організму на зовнішні і внутрішні подразники, як негативні, так і позитивні.[13] Зовнішніми подразниками можуть бути і перенапруження, і негативні емоції, і монотонна метушня, і велика радість.

Стан стресу в малих дозах потрібно відчувати кожній людині, тому що це змушує шукати вихід з проблеми, думати, без стресу життя було б нудним. Завдяки стресу організм людини набуває нових корисних якостей, які необхідні для боротьби за існування. Наприклад, завдяки реакції на стрес виробляються антитіла в ході боротьби з інфекцією.

Основні ознаки стресу

Існує кілька ознак стресу, які характерні для більшості людей:

- Почуття роздратованості, пригніченості без особливих причин.
- Нездатність зосередитися на роботі.
- Проблеми з пам'яттю, зниження швидкості розумового процесу, часті помилки.
- Часті головні болі, різі в шлунку, які не мають органічних причин.
- Депресія, фізична слабкість, небажання що-небудь робити, постійна втома.
- Зниження апетиту або постійне відчуття голоду.
- Втрата почуття гумору.
- Зловживання шкідливими звичками.
- Підвищена збудливість і образливість.
- Постійно виникають бажання поплакати, сльозливість, що переходить в ридання, тугу, песимізм, жалість до себе.
- Відсутність інтересу до оточуючих, до рідних і близьких.
- Нemoжливiсть розслабитися відкинути вбік свої справи і проблеми.

- Іноді з'являються нервові тики, нав'язливі звички: людина покусує губи, гризе нігті. З'являється метушливість, недовіра до всіх і кожного.

Дані симптоми можуть проявлятися по одному після того, як організм зреагував на зовнішній подразник, їх поява може призвести до нервового зриву.

Види стресу

Всього виділяють два види стресів:

- евстресс: позитивний стрес, при якому активізуються пізнавальні процеси та процеси самопізнання, осмислення дійсності, активізується пам'ять.
- дистрес: негативний стрес.

Причини стресу

Стресів схильні і чоловіки і жінки, але у кожного організму свої особливості.

Якщо людина помічає в себе ознаки стресу, то необхідно виявити його причини, що б було простіше боротися зі стресом. Бувають зовнішні причини стресу, наприклад:

- зміна місця роботи
- смерть родича
- мікроби і віруси
- температура навколишнього середовища

Розрізняють так само внутрішні причини стресу, такі як:

- життєві цінності і переконання
- особиста самооцінка людини

Наслідки стресу

Коли людина довго піддається стресу, то це може призвести до:

- Інсульту.
- захворювання шлунково-кишкового тракту (виразка, порушення апетиту, запори, діарея)
- Порушенням сну (безсоння, сонливість).
- Імпотенції і інших розладів.
- Прискоренню старіння, різкого погіршення стану волосся, шкіри, нігтів.

- Появі серцево-судинних захворювань (гіпертонія, тахікардія, стенокардія)
- Виникненню деяких шкірних захворювань, наприклад екземи.
- Стрес може стати причиною ракових захворювань в організмі людини.

Як боротися зі стресом

Багато людей справляються зі стресовими станами за допомогою антидепресантів, наркотиків і алкоголю, але ці способи можуть призвести до ще більш сильної залежності. Які ж існують способи боротьби зі стресом:

- Нормальний і повноцінний сон.
- Фізичні вправи на свіжому повітрі, заняття спортом.
- Правильне і здорове харчування.
- Хорошим народним засобом боротьби з напругою і збудженням вважається відвар з аптечної ромашки, чай з меліси.
- Дихальні вправи (глибокий вдих через ніс, повільний видих через рот).

5.1.2 Захист від атмосферної і статичної електрики

Атмосферна електрика – особливий вид електричних зарядів, що нагромаджуються і розподіляються на хмарах внаслідок аеродинамічних і термічних процесів в атмосфері.[14]

Блискавка – електричний розряд в атмосфері між зарядженими хмарию і землею, між хмарами, що мають різнойменний заряд.[14] Довжина каналу блискавки може досягти кількох кілометрів з потенціалом від 106 до 109 В. Внаслідок розряду на землю по каналу блискавки протікає струм силою до 230-250 кА, створюючи температуру більш як 30 000°C. Такі розряди мають високу пожежну небезпеку. Щосекунди земну кулю уражують в середньому більше 100 блискавок. Питома вага пожеж, що виникають від ураження блискавками, складає біля 1%.

Блискавкозахист – це система захисних заходів від блискавок, які гарантують безпеку людей, збереження будівель і споруд, обладнання та матеріалів від вибухів, загорання й руйнування.[14] Найпростішими і надійними способами захисту від блискавки є створення блискавковідводів (гromовідводів).

Вони бувають стержневі, тросові (антени), сітчасті і комбіновані.

Будь-який блискавковідвід складається з блискавкоприймача, який безпосередньо сприймає удар блискавки; несучої опори, на якій розташовують блискавкоприймач; струмопроводу, яким струм блискавки стікає на землю; заземлювача, який забезпечує розтікання струму блискавки в землі.

Блискавкоприймачі виготовляють зі сталі довжиною 1-1,5 м і площею поперечного розрізу не менше 100 мм².

Струмопроводи виготовляють зі сталюого дроту діаметром не менше 6 мм.

Заземлювачі роблять з металевих труб, кутників або стержнів аналогічно до заземлювачів електроустановок.

Зона захисту громовідводу – це частина простору, всередині якого будівлі, споруди та інші об'єкти захищені від ударів блискавки з певним рівнем надійності 95% (тип Б) і понад 99% (тип А).[14] Розкид зони захисту блискавковідводу визначають за спеціальними формулами.

Захист від електростатичної індукції (вторинний прояв блискавки) здійснюється приєднанням устаткування до заземлювача для відведення електростатичних зарядів в землю. Захист від занесення високих потенціалів у будівлю здійснюється приєднанням до заземлювача металоконструкцій. Перемички між металоконструкціями в місцях їхнього зближення менше ніж на 10 см зварюють, щоб уникнути проявів електромагнітної індукції та іскри.

Заходи безпеки при проявах атмосферної електрики здійснюються таким чином:

–у приміщенні: зачинити кватирки і вікна; відімкнути непотрібне освітлення і радіотрансляційну мережу; не перебувати поруч із трубами центрального опалення, заземлення, телефоном (ближче 1 м);

–поза приміщенням: не шукати укриття поруч з лінією електропередач, місцями розміщення блискавковідводів і високих поодиноких дерев, спорудами, щитовими і трансформаторними підстанціями;

–не перебувати у водоймах під час грози;

–не їздити верхи і т. п.

Статична електрика – особливий вид зарядів, що виникають при терті двох діелектриків або діелектрика і провідника.[14] При терті двох діелектриків на одному з них, що має вищі діелектричні характеристики, виникає позитивний, а на іншому, з іншими діелектричними властивостями, – негативний заряд. Такі заряди виникають при терті твердих діелектриків (пластмаси, синтетичні і вовняні тканини, гумові матеріали, суха деревина, сухе зерно, папір тощо), рідких (нафтопродукти, спирти, етиловий ефір тощо) і газоподібних (сухе повітря та газоподібні суміші тощо). Ці заряди можуть виникати при заправці незаземлених резервуарів і цистерн рідкими діелектриками, транспортуванні нафтопродуктів по гумових шлангах, перевезенні бензину в незаземлених автоцистернах і зливанні з них, випусканні повітря чи газів з ресиверів або пневмосистем, пневмотранспортуванні сухого зерна, борошна, механічній обробці пластмаси, терті гумових шин об асфальт та в інших випадках.

Заряди статичної електрики мають властивості накопичуватися на окремих об'єктах. Так, при заповненні бензином резервуара методом падаючого струменя заряд може досягти 18000-20000 В, а на тілі людини, ізольованої від підлоги, 7000 В і більше. Нагромадження заряду призводить до іскрових розрядів.

Іскрові розряди статичної електрики пожежо- і вибухонебезпечні. Іскра від потенціалу на тілі людини може досягти 2,5-7,9 мДж, що достатньо для спалаху багатьох речовин (парів ацетону, метану, оксиду вуглецю і інших).

Згідно з Правилами захисту від статичної електрики електростатична безпека вважається задовільною, якщо максимальна енергія зарядів не перевищує 40% мінімальної енергії спалаху речовини.

Іскрові розряди статичної електрики викликають відчуття уколу чи незначного поштовху, які самі по собі не становлять небезпеки для людини, оскільки сила струму дуже мала. Однак, враховуючи несподіваність такого розряду, у людини може виникнути переляк, що може призвести за небезпечних обставин до нещасного випадку.

Систематичний вплив статичної електрики на тіло людини викликає порушення фізіологічних процесів, функціональні розлади центральної нервової системи, органів кровообігу. Відповідно до ГОСТ 12.10.4584 гранична

допустима напруженість електричного поля на робочих місцях не повинна перевищувати 60 кВ/м, якщо час впливу не перевищує 1 години.

Основні засоби захисту від статичної електрики полягають у відведенні зарядів у землю (заземлення цистерни з паливом, компресорних та котельних установок, трубопроводів), запобіганні виникненню та накопиченню статичної електрики, її нейтралізації.

Зменшенню заряду статичної електрики сприяє: підвищення вологості повітря до 70%, напилення на діелектричній поверхні електропровідних плівок, добавка до нафтопродуктів спеціальних присадок (АСП-1, СИГБОЛ та ін.), що знижують електричний опір у 1000 разів і більше.

Графіт, сажа, металевий порошок, що додаються до виготовлення гуми, знижують заряди статичної електрики. В окремих випадках статичну електрику нейтралізують за допомогою спеціальних приладів – іонізаторів.

Працюючим у вибухонебезпечних приміщеннях рекомендується користуватись антистатичним взуттям, їм забороняється носити синтетичний одяг; підлогу таких приміщень вкривають антистатиками.

5.1.3 Призначення, класифікація і правила використання переносних вогнегасників

Вогнегасник - переносний пристрій для гасіння пожежі за рахунок випуску запасеної вогнегасної речовини.[15] Ручний вогнегасник звичайно являє собою циліндричний балон червоних кольорів із соплом або трубкою. При введенні вогнегасника в дію з його сопла під більшим тиском починає виходити речовина, здатна згасити вогонь. Такою речовиною може бути піна, вода, яка-небудь хімічна сполука у вигляді порошку, а також двооксиду вуглецю, азот і інші хімічно інертні гази.

За видом застосовуваної вогнегасної речовини вогнегасники підрозділяють на:

- 1.повітряно-пінні ;
- 2.порошкові ;
- 3.вуглекислотний

За призначенням, вогнегасники підрозділяють:

для гасіння загоряння твердих горючих речовин (клас пожежі А);
 для гасіння загоряння рідких горючих речовин (клас пожежі В);
 для гасіння загоряння газоподібних горючих речовин (клас пожежі З);
 для гасіння загоряння металів і речовин в складі яких є метал (клас пожежі Д);
 для гасіння загоряння електроустановок, що перебувають під напругою (клас пожежі Е).

Вогнегасники можуть бути призначені для гасіння декількох класів пожежі.

За об'ємом корпусу:

- 1) переносні малолітражні з масою вогнегасної речовини до 4 кг;
- 2) промислові переносні з масою вогнегасної речовини від 4 кг;
- 3) стаціонарні й пересувні з масою вогнегасної речовини від 8 кг

За способом подачі вогнегасної сполуки:

- під тиском газів, що утворюються в результаті хімічної реакції компонентів заряду;
- під тиском газів, що подаються зі спеціального балончика, розміщеного в (на) корпусі вогнегасника;
- під тиском газів, попередньо закачаних у корпус вогнегасника;
- під власним тиском вогнегасної речовини.

Приведення в дію повітряно-пінного вогнегасника

Вогнегасник повітряно-пінний призначений для гасіння пожеж вогнегасними пінами: хімічної або повітряно-механічної. Хімічну піну одержують із водяних розчинів кислот і лугів, повітряно-механічну утворюють із водяних розчинів і піностворювальними потоками робочого газу: повітря, азоту або вуглекислого газу. Хімічна піна складається з 80 % вуглекислого газу, 19,7 % води й 0,3 % піноутворюючої речовини, повітряно-механічна приблизно з 90 % повітря, 9,8 % води й 0,2 % піноутворюючої.

Пінні вогнегасники застосовують для гасіння піною загорянь, що починаються, майже всіх твердих речовин, а також горючих і деяких легкозаймистих рідин на площі не більше 1 м². Гасити піною електричні

установки, що зайнялися, і електромережі, що перебувають під напругою, не можна, тому що вона є провідником електричного струму. Крім того, пінні вогнегасники не можна застосовувати при гасінні лужних металів натрію й калію, тому що вони, взаємодіючи з водою, що перебуває в піні, виділяють водень, що підсилює горіння, а також при гасінні спиртів, тому що вони поглинають воду, розчиняючись у ній, і при влученні на них піна швидко руйнується. Сучасні пінні вогнегасники використовують у якості газоутворюючого реагенту азид натрію, що легко розкладається з виділенням великої кількості азоту.

До недоліків пінних вогнегасників відноситься вузький температурний діапазон застосування (5—45 °С), висока корозійна активність заряду, можливість ушкодження об'єкта гасіння, необхідність щорічного перезарядження.

Вогнегасник із зарядом водяного розчину піноутворюючих добавок і спеціальних насадок, у якому за рахунок ежекції повітря утвориться й формується струмінь повітряно-механічної піни. Взяти за ручку й піднести до вогнища пожежі. Висмикнути чеку. Натиснути на пусковий важіль запірнопускового пристрою (для проколювання голчастим штоком мембрани балона з газом, що витісняє). Взяти іншою рукою шланг із соплом і направити на вогнище.

Вогнегасник порошковий

Порошкові вогнегасники діляться на:

- вогнегасники з порошком класів А,В,С,Е - загального призначення, якими можна гасити більшість пожеж;
- вогнегасники з порошком класів В,С,Е - загального призначення, обмеженого застосування.

Є найбільш універсальними вогнегасниками по області застосування й по робочому діапазоні температур (особливо із зарядом класів АВСЕ), з їхньою допомогою можна успішно гасити майже всі класи пожеж, у тому числі й електроустаткування, що перебуває під напругою до 1000 В. Вогнегасники не призначені для гасіння загорянь лужних і лужноземельних металів і інших

матеріалів, горіння яких може відбуватися без доступу повітря.

Робочий газ закачаний безпосередньо в корпус вогнегасника. При спрацьовуванні запорно - пускового пристрою порошок витісняється газом по сифонній трубці в шланг і до сопла. Порошок можна подавати порціями. Він попадає на палаючу речовину й ізолює його від кисню повітря.

Не слід використати порошкові вогнегасники для захисту встаткування, що може вийти з ладу при влученні порошку (електронно-обчислювальні машини, електронне встаткування, електричні машини колекторного типу).

Необхідно дотримувати рекомендованого режиму зберігання й періодично перевіряти експлуатаційні параметри порошкового заряду (вологість, плинність, дисперсність).

1. Приведення в дію
2. Направити сопло на вогнище.
3. Зірвати пломбу, висмикнути чеку.
4. Натиснути на важіль.
5. Приступитися до гасіння пожежі.

Вогнегасник вуглекислотний

Вогнегасник вуглекислотний - призначений для гасіння загорянь різних речовин і матеріалів, електроустановок під напругою до 10.000 В, двигунів внутрішнього згоряння, горючих рідин.[15]

Вуглекислотні вогнегасники, у яких у якості вогнегасної речовини застосовують зріджений двооксид вуглецю (вуглекислоту). Вуглекислотні вогнегасники випускаються як ручні, так і пересувні. Ручні вогнегасники однакові складаються зі сталевого високоміцного балона, у горловину якого вкручене запірно-пусковий пристрій вентильного або пістолетного типу, сифонної трубки, що служить для подачі вуглекислоти з балона до запірно-пускового пристрою, і розтруба. Для приведення в дію вуглекислотного вогнегасника необхідно направити розтруб на вогнище й відвернути до відмови маховичок або натиснути на важіль запірно-пускового пристрою. При переході вуглекислоти з рідкого стану в газоподібне відбувається збільшення її обсягу в 400—500 разів, супроводжуване різким охолодженням до температури -72°C і

частковою кристалізацією; щоб уникнути обмороження рук не можна доторкатися до металевого розтруба. Ефект гасіння досягається подвійно: зниженням температури вогнища загоряння нижче крапки запалення й витисненням кисню із зони горіння негорючим вуглекислим газом.

Також аерозольні й вуглекислотно-брометиленові, як заряд у які застосовують галоїдировані вуглеводні, при подачі яких у зону горіння гасіння настає при відносно високій концентрації кисню (12-18 %).

Приведення в дію.

1. Зняти вогнегасник і піднести до вогнища пожежі.
2. Зірвати пломбу, висмикнути чеку.
3. Перевести розтруб у горизонтальне положення й натиснути на важіль.
4. Направити струмінь заряду на вогонь.

Вогнегасники потрібно розташовувати на захищасьмий об'єкт, таким чином, щоб вони були захищені від впливу прямих сонячних променів, теплових потоків, механічних впливів і інших несприятливих факторів (вібрації, агресивного середовища, підвищеної вологості і т.д.). вони повинні бути добре видні й легкодоступні у випадку пожежі.

Вогнегасники не повинні перешкоджати евакуації людей під час пожежі. Вогнегасники повинні розташовуватися так, щоб основні написи й піктограми, що показують порядок приведення їх у дію, були добре видні. Вогнегасники не можна встановлювати в таких місцях, де значення температури повітря виходить за температурний діапазон, зазначений на вогнегасниках. Вогнегасники, уведені в експлуатацію, повинні піддаватися технічному обслуговуванню, воно містить у собі періодичні перевірки, огляди, ремонт, випробування й перезарядження вогнегасників.

Вогнегасники, що вводять в експлуатацію, повинні бути повністю заряджені й у працездатному стані, з опечатаним вузлом керування запірнопускового пристрою. Вони повинні перебувати на відведені їм місцях протягом усього часу їхньої експлуатації.

На кожний вогнегасник, установлений на об'єкті, заводять паспорт. Вогнегаснику привласнюють порядковий номер, що наносять фарбою на

вогнегасник, записують у паспорт вогнегасника й у журнал обліку перевірки наявності й стану вогнегасників.

5.1.4 Вимоги до суднових інсинераторів

Спалювання на судні допускається тільки в бортовому інсинераторі.

Кожний інсинератор, установлений на судні 1 січня 2000 року або після цієї дати, повинний відповідати вимогам, що містяться у таблиці 1. Кожний інсинератор схвалюється Адміністрацією з урахуванням стандартних технічних вимог до суднових інсинераторів, розроблених Організацією.

Адміністрація може дозволяти винятки для будь-якого інсинератора, який встановлений на борту судна до дати набрання чинності Протоколом 1997 року за умови, що судно зайняте виключно в рейсах у межах вод, що знаходяться під суверенітетом або юрисдикцією держави, під прапором якої воно має право плавати.

Забороняється спалювати на борту судна такі речовини:

- а) залишки вантажів, зазначених у Додатках I, II та III до цієї Конвенції, і пов'язаних з ними забруднених пакувальних матеріалів;[16]
- б) поліхлоровані біфеніли (ПХБ);
- с) сміття, як воно визначене в Додатку V до цієї Конвенції, що містить важкі метали в обсязі, більшому, ніж мікро домішки[16] ;
- д) очищені нафтопродукти, що містять галогенні сполуки.

Спалювання на борту судна осадів стічних вод і нафтових залишків, що утворюються під час звичайної експлуатації судна, може також проводитися в головній або допоміжній силовій установці або в котлах, але в цьому випадку воно не повинно проводитися в межах портів, гаваней та естуаріїв.

Спалювання на борту судна полівінілхлоридів (ПВХ) забороняється, за винятком спалювання в суднових інсинераторах, на які видані свідоцтва Міжнародної морської організації про схвалення типу.

Персонал, відповідальний за експлуатацію будь-якого інсинератора, повинен бути підготовлений і здатний виконувати інструкції, передбачені в посібнику заводу-виробника з експлуатації.

Постійний моніторинг температури топкового газу на виході з камери згоряння потрібно здійснювати завжди, а відходи не повинні подаватися в судновий інсинератор, оснащений безперервною подачею, коли температура нижче мінімальної припустимої температури в 850°C . Для нормального режиму роботи інсинератора повинна бути встановлена така потужність, щоб температура в камері згоряння досягала 600°C протягом 5 хвилин після пуску.

Суднові інсинератори повинні мати свідоцтво Міжнародної морської організації про схвалення типу для кожного інсинератора. Щоб отримати таке свідоцтво, інсинератор повинен бути спроектованим та виготовленим за схваленим стандартом, Кожна модель повинна пройти робоче випробування для схвалення конкретного типу на заводі або на схваленому випробувальному стенді, та під відповідальність Адміністрації з використанням таких стандартних специфікацій палива (відходів) під час випробовування для схвалення типу з тим, щоб визначити, чи працює інсинератор у межах, установлених правилами.

Таблиця 5.1 – Схвалення типу та експлуатаційні обмеження для судових інсинераторів

Нафтові залишки, що складаються з:	75 % залишків важкого рідкого палива; 5 % відпрацьованого мастила; та 20 % емульгованої води.
Тверді відходи, що складаються з:	50 % харчових відходів 50 % сміття, що містить приблиз. 30 % паперу, приблиз. 40 % картону, приблиз. 10 % ганчір'я, приблиз. 20 % пластмаси
	Суміш матиме до 50 % вологи та 7 % неспалимих твердих часток.
Інсинератори,, повинні	

експлуатуватися в таких межах:	
О ₂ в камері згоряння:	6 - 12 %
Максимальний середній вміст СО в топочному газі:	200 мг/МДж
Максимальне середнє число сажі:	БАКАРАК-3 (BACHARACH-3) або РІНГЕЛЬМАН-1 (RINGELMAN-1) (20 % непрозорості) (Більш високе число сажі припустиме тільки протягом дуже коротких проміжків часу, наприклад під час пуску)
Компоненти в залишках золи, що не згоріли:	Максимум 10 % загальної ваги;
Діапазон температур топочного газу на виході з камери згоряння:	850 - 1200 градусів за Цельсієм

5.2 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Грузове судно «Kohzan Maru V» стоїть в порту Саутхемптон (Об'єднане Королівство) біля причалу № 7 перевантажувального комплексу для хімічних рідких наливних вантажів. Отримано повідомлення про інцидент зі зрідженим газом на території причалу: внаслідок порушення правил завантаження сталося падіння бочки-контейнера, що призвело до розливу хлористого водню, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість розливої речовини СДОР – 0,5 т, характер розливу - «вільне». Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 9.00, температура повітря 20⁰, швидкість вітру 2 м/с, - вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії – 0,3 км. Характер місцевості - територія порту.

Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії. Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат

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)»).

2.1 Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 2 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по таблиці 1 ступень вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Таблиця 5.2 – Ступені вертикальної стійкості

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

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) аміаку у первинній хмарі:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 \quad (5.1)$$

де $K_1 = 0,28$ – коефіцієнт;

$K_3 = 0,30$ – коефіцієнт, рівний відношенню граничної токсодози хлористого водню до граничної токсодози хлористого водню;

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, враховуючий ступінь вертикальної стійкості повітря для ізотермії;

$K_7^1 = 1$ – коефіцієнт, враховуючий вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари;

$Q_0 = 0,5$ – кількість хлористого водню, що розлився при аварії, т.

$$Q_{\text{э1}} = 0,28 \cdot 0,30 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,0096 \text{ т.}$$

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

Площа розливу S_p (м²) хлористого водню дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} \quad (5.2)$$

$$S_p = \frac{Q_0 / \rho}{h} \quad (5.3)$$

де V_p – об'єм аміаку, що розлився, м^3 ;

$Q_0 = 0,5$ – кількість хлористого водню, що розлився при аварії, т.

$\rho = 1,191$ - густина хлористого водню, т/м^3 ;

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

$$S_p = \frac{0,5/1,191}{0,05} = 8,39 \text{ м}^2$$

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) аміаку:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}} + \frac{1}{K_M \cdot V_n} = \frac{0,05 \cdot 1,191}{0,037 \cdot 1,33 \cdot 1} + \frac{1}{0,2 \cdot 14} = 1,56 \text{ год}$$

$$= 1 \text{ год. } 56 \text{ хв. (5.4)}$$

де: $K_2 = 0,037$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей аміаку;

$K_4 = 1,33$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру;

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

$K_M = 0,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари;

$V_n = 14$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год.

Розраховуємо еквівалентну кількість аміаку Q_{32} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_2 = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{II} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho} =$$

$$= (1 - 0,28) \cdot 0,037 \cdot 0,3 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 8,39 = 0,02 \text{ т (5.5)}$$

де: $K_1 = 0,28$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР;

$K_3 = 0,30$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози хлористого водню;

$K_5 = 0,23$ – коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії

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

2.4 Визначення глибини і площі зони зараження.

Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР при аваріях на технологічних ємностях, сховищах і транспорті.

Для $Q_{\Sigma 1} = 0,0096$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,42$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 0,02$ т та швидкості вітру $u = 2$, м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою хлористого водню: $\Gamma_2 = 0,26$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 0,26 + 0,5 \cdot 0,42 = 0,47 \text{ км} \quad (5.6)$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} = 1 \cdot 12 = 12 \text{ км} \quad (5.7)$$

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

$\Gamma_{\min} = 0,47$ км .

Визначаємо площу зони можливого зараження S_b (км²) хмарою хлористого водню:

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 0,47^2 \cdot 90^0 / 360^0 = 0,17 \text{ км}^2, \quad (5.8)$$

де: $\Gamma = 0,47$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 90^0$ - кутовий розмір зони зараження, град.

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,47^2 \cdot 1^{0,2} = 0,029 \text{ км}^2 \quad (5.9)$$

де: $K_8 = 0,133$ – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості

повітря – ізотермія.

2.5 Розрахунок глибин поширення хмари СДОР у вражаючих концентраціях.

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 90^\circ$ і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,47$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу аміаку. 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_1 (км):

$$\Gamma = \lambda \cdot K_M \left(\frac{Q_3}{D} \right)^\psi = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,0296}{6} \right)^{0,580} = 0,02 \quad (5.10)$$

де: $\lambda = 2,31$; $\Psi = 0,58$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру;

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,0096 + 0,02 = 0,0296$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

$D_1 = 6$ – летальна токсодоза для хлористого водню, мг.хв/л.

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

$$\Gamma_{0,4} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,4}} \right)^\psi = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,0296}{2,4} \right)^{0,58} = 0,034 \quad (5.11)$$

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

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

$$\Gamma_{0,2} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_{0,2}} \right)^\psi = \left(\frac{Q_3}{D_{0,2}} \right)^\psi = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{0,0296}{1,2} \right)^{0,58} = 0,051 \quad (5.12)$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,39$ км.

2.6 Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту

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

$$t = \frac{x}{K_M \cdot v_{\Pi}} = \frac{0,3}{0,2 \cdot 14} = 0,02 \text{ год.} \approx 1,2 \text{ хв.} \quad (5.13)$$

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

3 Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу хлористого водню на контейнеровозі показала, що хмара зараженого повітря досягне межі житлової надбудови судна, де сховався екіпаж, через 11 хв. В результаті утворення хмари зараженого повітря при розливі аміаку приміщення надбудови судна, де може укритися екіпаж судна, потрапляють в зону серйозних уражень, що у свою чергу є серйозною загрозою для життя моряків. Це значною мірою ускладнює можливість проведення ефективних заходів по забезпеченню безпеки членів екіпажу судна.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови час дії вражаючих концентрацій хмари буде значним - 1 год. 56 хв. Сила вітру (2 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині - до 0,47 км.

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- 1) якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- 2) по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- 3) використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- 4) встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- 5) підготувати екіпаж до можливої евакуації.

ВИСНОВОК

При виконанні даного проекту, було обрано енергоустаткування балкера дедвейтом 29923 тон.

В даній роботі було виконано:

- 1) аналіз вимог до механізму та електроприводу баластного насосу;
- 2) розрахунки для визначення необхідної потужності електропривода, обрано електродвигун 75кВт;
- 3) розроблена система керування у Додатку А;
- 4) обрано комутаційно-захисну апаратуру, що забезпечує працездатність системи.

Під час розрахунку суднової електроенергетичної системи виконано:

- 1) розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна Обрані генератори DAIHATSU 480кВт.
- 2) аналіз раціональної структури СЕЕС та створена однолінійна схема ГРЩ та АРЩ у Додатку В;
- 3) обрана комутаційно-захисна апаратура ГРЩ;
- 4) обрана система збудження генераторів - ТАІУО;
- 5) розрахований провал напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії, який дорівнює 13% та входить до норми правил Регістру;
- 6) кабель віддаленого електропривода перевірено на втрату напруги, де розрахунки вказали, що кабель, який живить насос забортної води відповідає нормам Регістру – 0,9%.

Здійснено аналіз автоматичного пуску ДГ.

Наведені технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судном.

Розглянуті питання охорони праці та цивільного захисту судна.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Яковлев Г.С. Суднові електроенергетичні системи.- Л.: Суднобудування, 1987.- 272 с.
2. Піпченко О.М. Розрахунок суднових електроенергетичних систем.- М.: Мортехінформреклама, 1988.- 39 с.
3. Баранов О.П. Автоматичне управління судновими електроенергетичними установками.- М.: Транспорт, 1981.- 255с.
4. Михайлов В.А. Автоматизовані електротехнічні системи суден.- Л.: Суднобудування, 1977.- 508 с.
5. Власенко А.А. Суднова електроавтоматика.- М: Транспорт, 1983.- 368 с.
6. Довідник суднового електротехніка / Під редакцією Китаєнка Л.: Суднобудування, 1980.- 520 с.
7. Богословський. Суднові електроприводи. У двох томах.- Л.: Суднобудування, 1983.- 730 с.
8. Мезін Є.К. Суднові електричні машини.- Л.: Суднобудування, 1985.- 320 с.
9. Самсонов В.И. та інші. Суднові двигуни внутрішнього згорання.- М.: Транспорт, 1990.- 368 с.
10. Фомін Ю.Я. та інші. Суднові двигуни внутрішнього згорання.- Л.: Суднобудування, 1989.- 344 с.
11. Правила технічної експлуатації суднових технічних засобів.- М.: Мортехінформреклама, 1984.- 388 с.
12. Правила класифікації та будівництво морських суден. / Регістр СРСР. Т.2.- М.: Транспорт, 1985.- 520 с.
13. Мурза В. П. Фізична реабілітація. Навчальний посібник. — Київ: «Олан», 2004
14. Грибан В. Г., Негодченко О. В. Охорона праці: *навч. посібник. [для студ. вищ. навч. закл.]* / В. Г. Грибан, О. В. Негодченко — К.: Центр учбової літератури, 2009.
15. Наказ №136 Про затвердження Правил пожежної безпеки для суден, які будуються та ремонтуються 23.03.2004

16. Міжнародна конвенція по запобіганню забруднення з суден 1973 року
URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MU73027.html
17. Безопасность жизнедеятельности: методические указания к выполнению раздела дипломной работы бакалавра / Сост. Н. Г. Басанец, Д.Г. Парменова. Одесса: ОНМА, 2012. 20 с.
18. Басанец Н. Г., Колегаев М. А., Ляшенко А. Б. Технические средства и организация противопожарной защиты судов: учебное пособие. Одесса:ОНМУ, ОНМА, 2011. 368 с.
19. Глобальна мережа Інтернет
20. Бодашко В.В. Силові напівпровідникові прилади і перетворююча техніка: Навчальний посібник. - Одеса: ОНМА, 2004. - 152 с.
21. Бодашко В.В. Суднові автоматизовані електроприводи: Конспект лекцій. - Одеса: ОНМА, 2007. - 220 с.
22. ГОСТ 3008:2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура, правила оформлення, 2016