

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

Навчально-науковий інститут автоматики та електромеханіки

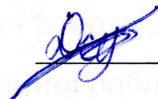
Кафедра електричної інженерії та електроніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему:

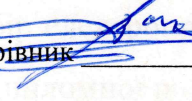
«Електрообладнання, електронна апаратура і системи
управління танкера
дедвейтом 105 660 тон»

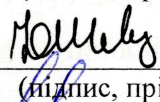
Виконав: студент 4 курсу, групи 3401
спеціальності: 271 – Річковий та морський
транспорт
Спеціалізація: “Експлуатація суднового
електрообладнання і засобів
Автоматики”

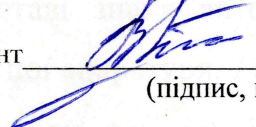
 Сирак D.O.
(підпис, прізвище та ініціали)

допущений до захисту 15.06.21
(дата)

Завідуючий кафедрою  Муха М.Й.
(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник  Закарченко В.М.
(підпис, прізвище та ініціали)

Нормо контролер  Мошків М.В.
(підпис, прізвище та ініціали)

Рецензент  В. Венгеров
(підпис, прізвище та ініціали)

Одеса-2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

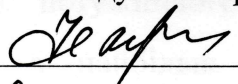
Навчально-науковий інститут автоматики та електромеханіки

Кафедра електричної інженерії та електроніки

Спеціальність: Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕІ та Е

 М.Й. Муха
« 01 » / 04 2021 р.

ЗАВДАННЯ

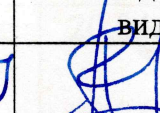
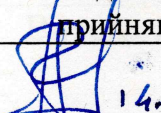
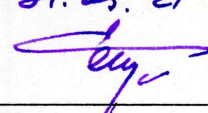
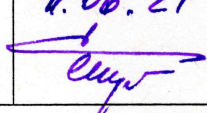
на дипломну роботу бакалавра

Сугака Данила Олександровича

за темою:

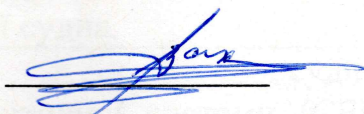
1. «Електрообладнання, електронна апаратура і системи управління танкера водотоннажністю 105 660 тон» затверджена наказом ректора університету від 03.06 2021 р. № 750.
2. Термін здачі курсантом закінченої роботи до 20.06.2021 р.
3. Змістовна частина розділів дипломної роботи за напрямом підготовки 271 «Морський та річковий транспорт» зазначено нижче:
 - 3.1. Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна, головної енергетичної установки, допоміжних механізмів і систем.
 - 3.2. Розрахунок режимів роботи та вибір електропривода одного із суднових механізмів (за вибором керівника дипломної роботи): розрахунок та вибір електродвигуна; вибір схеми живлення та управління (можливо комплектний електропривод) на підставі знаку автоматизації судна; розрахунок та вибір комутаційно-захисної апаратури. *Графічна частина:* Принципова схема силової частини електроприводу і принципова або функціональна схема системи управління

3.8. Консультанти розділів роботи:

Розділ роботи	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Цивільний захист та охорона судна	Голобородько О.І.	 31.05	 14.06.21
Безпека та виживання на морі	Генералюк І.І.	31.05.21 	1.06.21 

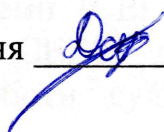
4. Дата видачі завдання на роботу: 19.04.2021 р.

Керівник роботи



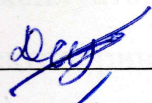
Захарченко В.М.

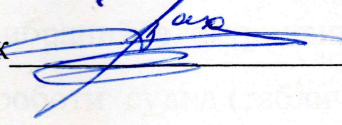
Завдання прийняв до виконання



Сугак Д.О.

4.	Технологія та інструкція по експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації.	21.05.2021 — 26.05.2021	Виконано
5.	Цивільний захист та охорона судна	27.05.2021 — 03.06.2021	Виконано
6.	Охорона праці	04.06.2021 — 10.06.2021	Виконано

Дипломник  Сугак Д.О.

Керівник  Захарченко В.М.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота бакалавра:

У дипломній роботі були розглянуті і проаналізовані основні питання автоматизації та оснащення електрообладнання і систем управління танкеру

«AMALTHEA» дедвейтом 105660 тон. Були наведені основні конструктивні особливості та техніко-експлуатаційні характеристики судна.

Зроблено розрахунок електроприводу компресору пускового повітря, згідно розрахунків був вибраний електродвигун. Розрахована потужність СЕЕС для всіх режимів роботи судна (табличним методом). Згідно з розрахунками, було вибрано три головних генератори потужністю 750 кВт кожний та один аварійний генератор потужністю 120 кВт. Вибрано систему збудження компанії ТАУО. Була вибрана найбільш вдала структура СЕЕС та спроектована однолінійна схеми ГР. Згідно розрахунків короткого замикання, вибрано генераторні автоматичні вимикачі компанії TERASAKI, типу – «AR208S». Також було виконано розрахунок провалу напруги СЕЕС під час старту найпотужніших споживачів електроенергії (у нашому випадку – пожежний насос).

Наведено функціональну схему та опис системи, компонентів та принцип роботи авральної попереджувальної сигналізації. Описано основні функції керування та захисту головним двигуном AutoChief C-20. Описано характеристики навігаційного обладнання та засобів зв'язку та вибрані акумуляторні батареї для їх живлення.

Також були розкриті питання цивільного захисту та охорони праці.

Ключові слова: судновий електропривод, енергоефективність, суднова електроенергетична система, головний розподільний щит, технічна експлуатація,

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АВ – Автоматичний вимикач

АДГ – Аварійний дизель-генератор

АБ – Акумуляторні батареї

АПС – Аварійно-попереджувальна сигналізація

АРБ – Аварійний радіобуй

АРЩ – Аварійний розподільний щит

АРН – Автоматичний регулятор напруги

ГД – Головний двигун

ГА – Генераторні агрегати

ГСА – Граф схема алгоритму

ГРЩ – Головний розподільний щит

ДАУ – Дистанційне автоматизоване управління

ДГ – Дизель-генератор

ЕУ – Енергетична установка

КВП – Контрольно-вимірювальні прилади

КЗ – Коротке замикання

ККД – Коефіцієнт корисної дії

РЩ – Розподільний щит

СЕЕС – Суднова електроенергетична система

СЕУ – Суднова енергетична установка

СУ – Система управління

УКХ – Ультра короткі хвилі

ЦВВ – Центральний вибіркового виклик

ЦПК – Центральна панель керування

ПЛК – Програмований логічний контролер.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ТЕХНІЧНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА.....	7
2. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДУ КОМПРЕСОРА ПУСКОВОГО ПОВІТРЯ... ..	9
2.1 Розрахунок та вибір потужності електродвигуна компресору пускового повітря	9
2.2 Технічні характеристики компресора пускового повітря головного двигуна Обґрунтування і вибір схеми живлення та управління	11
2.3. Вибір комутаційно-захисної апаратури.....	13
3. РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ І ВИБІР ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРІВ ЗМІННОГО СТРУМУ СЕЕС	16
3.2. Розробка структурної та однолінійної схеми ГРЩ.....	20
3.3 Вибір шин ГРЩ.....	22
3.4 Вибір перетворювачів електроенергії.....	23
3.5 Розрахунок струмів короткого замикання.....	26
3.6 Розрахунок провалу напруги синхронного генератора (СГ) при пуску найбільш потужного споживача (двигуна).....	33
3.7 Вибір комутаційної апаратури.....	35
3.8 Розробка принципової схеми ДГ секції та лицевої ГРЩ.....	37
3.9 Вибір функціональних засобів автоматизації СЕЕС.....	39
4.АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ.....	47
4.1.Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі інформаційних і управляючих систем.....	47
4.2 Аналіз роботи системи управління ДАУ ГД.....	49
4.3 Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю та внутрішнього зв'язку.....	50
4.4 ГМЗСБ і навігація.....	51
5. БЕЗПЕКА ТА ВИЖИВАННЯ НА МОРІ.....	56
5.1. Безпека людини на морі.....	56
5.1.1. Види судових тривог, розклад за тривогами та каютні картки.....	56.
5..2. Охорона праці.....	59
5.2.1. Правила техніки безпеки при вантажних операціях на наливних	

суднах.....	59
5.3. Протипожежний захист судна.....	62
5.3.1. Теорія горіння. Види горіння. Пожежний трикутник.....	62
5.4. Охорона навколишнього середовища.....	64
5.4.1. Зміст, призначення та вимоги до Суднового плану надзвичайних заходів по оротьбі із забрудненням нафтою (SOPER).....	64.
6. ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА СУДНА.....	66
ВИСНОВКИ.....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	76

ВСТУП

Сучасні судна транспортного флоту обладнуються великою кількістю різних електрифікованих механізмів, схемами енергоустаткування та автоматики, які відрізняються значною різноманітністю систем керування. Технології сьогодення дозволяють застосовувати різноманітні технічні засоби збору, аналізу, відображення інформації, передачі й реалізації керуючих впливів на технічні об'єкти.

Сучасні комп'ютерні технології відкривають перед розробниками суднових систем управління великий спектр можливостей.

Висока продуктивність мікропроцесорної техніки в поєднанні з малими габаритами і вартістю дають можливість використовувати на судні керуючі комп'ютерні мережі для обробки інформації про стан суднових об'єктів і управління складними системами. Такі керуючі комплекси забезпечують безперебійне протікання технологічних процесів в керованих об'єктах, підтримують безаварійне та безпечне їх функціонування і дають можливість управляти рухом судна і всіма необхідними для цього технічними засобами без безпосередньої участі обслуговуючого персоналу.

1. ТЕХНІЧНО - ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА

Архітектурно-конструктивний тип судна: однопалубне, з машинним відділенням і надбудовою в кормовій частині судна.

Танкер - морське або річкове вантажне судно, призначене для перевезення наливних вантажів. Корпус танкера являє собою жорсткий металевий каркас, до якого прикріплена металева обшивка. Корпус ділиться водонепроникними перегородками на ряд відсіків (танків), які заповнюються наливними вантажами. Практично всі танкери мають бульбообразний ніс, що підвищує ефективність та значно знижує хвильовий опір при русі судна. Об'єм одного танку може становити від 600 до 10 000 м³ і більше для великотоннажних танкерів. Район плавання – необмежений. Швидкість судна в повному вантажі при 90% експлуатаційної потужності ГД – 15 вузлів.

Судно «AMALTHEA» має наступні головні характеристики:

Довжина(найбільша)	248,00 м.
Довжина(між перпендикулярами)	238,00 м.
Ширина	43,00 м.
Висота борта	21,00 м.
Осаду в повному вантажу	14,50 м.
Клас реєстра судна	LR (+100 A1 DOUBLE HULL OIL TANKER),
Дедвейт	106,660 т.
Кількість танків	12 шт.
Кількість шлюпок	2 (на 26 місць)
Кількість рятувальних плотів	4 (по 18 місць)
Швидкість у повному вантажу	15 вузлів

1.1 Головний двигун

Тип: дизель.

Марка: MAN B&W 5S70MC

Потужність: 14050 кВт.

Керування двигуном: із ходової рубки і ЦПУ.

Кількість гвинтів: 1.

Тип: гребний винт фіксованого кроку.

Марка: KAMEWA

Кількість лопастей: 4.

Діаметр: 8000 мм.

1.2 Електроенергетична установка:

Рід струму: змінний, 3 фази, 60 Гц;

Напруга силової мережі: 440 В;

Напруга мережі освітлення: 220 В;

Напруга мережі : 220 В;

Тип приводних двигунів генераторних агрегатів: дизель;

Кількість генераторів: 3;

Потужність: 3х 750 кВт.;

1.3 Аварійне обладнання:

Аварійний дизель–генератор(потужність): 120 кВт.

1.4 Стерно

Тип: балансирне стерно.

Кермова машина: ROLLS-ROYCE MARINE Steering Gears – Hagavik

1.5 Допоміжні котли

Допоміжні котли: 25 т/год MISSION™ D type model 25000, ALBORG.

Економайзер: 15 т/год., ALBORG AV-6N.

Судно має 3 вантажні на 2 баластні насоси. Рятувальні пристрої судна складаються з двох моторних рятувальних шлюпок: закритого типу місткістю 26 осіб; з корпусом із пластика та чотирьох рятувальних плотів місткістю по 18 осіб, кожний і одного плоту на 6 чоловік.

На судні також встановлені системи виявлення газу в насосному відділенні та у баластних танках, кондиціонування, підігріву вантажу, контролю переповнення вантажу та протипожежна система. Судно має два брашпиль, два якорі Холла, шість автоматичних швартовних лебідок, гідравлічну кермову машину.

2. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОМПРЕСОРУ ПУСКОВОГО ПОВІТРЯ

2.1 Розрахунок та вибір потужності електродвигуна компресору пускового повітря

На судні встановлено головний двигун MAN B&W, типу 5S70MC, який має наступні технічні характеристики (табл.2.1).

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики головного двигуна

Максимальна потужність	14 048 кВт. при 91 об/хв
Робоча потужність	12 643 кВт. при 87.9 об/хв
Циліндри	5
Діаметр одного циліндра	700 мм.
Хід поршня	2674 мм.
Споживання палива	167,2 гр/кВт-год. приблизно 63,6т/день
Середній ефективний тис	1,9 МПа
Максимальний тиск системи	15.0 МПа

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

Таблиця 2.2 – Характеристики для розрахунку потужності електродвигуна

Водотоннажність судна	125252 тон
Потужність головного двигуна	14 050 кВт
Подача компресора Q	230 м ³ /год
Тиск нагнітання P нагн.	3 МПа

Для подальшого розрахунку необхідно перевести величини в одиниці системи СІ. А отже:

$$3\text{МПа} = (3 \cdot 10^6) \text{ (Па)},$$

$$230 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = \frac{230}{3600} \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \approx 63,89 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right).$$

Потужність на валу, необхідна для роботи компресора, визначається роботою, що витрачатися на стиснення повітря, її можна знайти за формулою:

$$P_{\text{дв}} = K_3 \frac{Q \cdot A \cdot 10^{-3}}{\eta_{\text{п}} \eta_{\text{к}}} \quad (2.1)$$

Де:

$P_{\text{дв}}$ – потужність на валу двигуна, кВт;

Q – Продуктивність, $\text{м}^3/\text{с}$;

A – робота на стиснення;

$\eta_{\text{п}}$ – 0,9...0,95 – механічний КПД;

$\eta_{\text{к}}$ – 0,6...0,8 – індикаторний ККД компресора;

K_3 – 1,05...1,15 – коефіцієнт запасу.

Робота A розраховується по формулі $A = \frac{(A_{\text{и}} + A_{\text{а}})}{2}$, де $A_{\text{и}}$ і $A_{\text{а}}$ представляють собою відповідно ізотермічне і адіабатне стиснення. У даному випадку це значення обирається з таблиці в залежності від тиску нагнітання. Приймаємо що $A = 372 \cdot 10^{-3} \text{ (Дж/м}^3\text{)}$.

Значення ККД двигуна наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – ККД поршневих компресорів

Подача, $10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$	ККД
До 5,55	0,6 – 0,65
5,55 – 16,7	0,65 – 0,75
Вище 16,7	0,75 – 0,8

Приймаємо $\eta_{\text{п}} = 0,9$, а $\eta_{\text{к}} = 0,75$.

Підставивши вихідні дані у рівняння, отримуємо:

$$P_{\text{дв}} = 1,15 \frac{63,89 \cdot 372 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 0,75} = 55,5 \text{ (кВт)} \quad (2.2)$$

2.2 Технічні характеристики компресора пускового повітря головного двигуна фірми TANABE PNEUMATIC MACHINERY (табл.2.4).

Таблиця 2.4 Специфікація компресора

Модель	H-264
Тип	Vertical stage water cooled
100mm	100mm
Повна подача	230 m ³ /h
Тиск в системі	3.0 MPa
Швидкість обертання	1800min ⁻¹
Необхідна потужність	54 kW
Циліндри	2
Охолодження	прісна вода(max38 °C,5 bar)

Для даного компресору пускового повітря обираємо двигун фірми TAIYO (табл.2.5).

Таблиця 2.5 Специфікація двигуна TAIYO

Модель	TID - 225S
Потужність	60kW
Швидкість обертання	1800min ⁻¹
Номінальний струм	96 A
Напруга та частота	440V/60 Hz
Вага	330 kg
Захист та ISO клас	IP22/F

Компресор пускового повітря головного двигуна має додаткове обладнання, а саме:

- Датчик рівня масла;
- Масляний фільтр;

- Фільтри на всмоктування 2шт.;
- Запобіжний водяний клапан;
- Запобіжний повітряний клапан першої ступені 2шт.;
- Запобіжний повітряний клапан другої ступені;
- Манометр тиску повітря першої ступені;
- Манометр тиску повітря другої ступені;
- Манометр тиску масла;
- Манометр тиску охолоджувальної води;
- Датчик тиску;
- Датчик температури;
- Автоматичний випускний отвір для дренажу;
- Магнітний клапан для дренажу;
- Поплавок для перевірки потоку охолоджувальної води;
- Насос охолоджувальної води;
- Клапан перевірки;

Загальний вигляд компресору TANABE H-264 зображено на рис. 2.1.

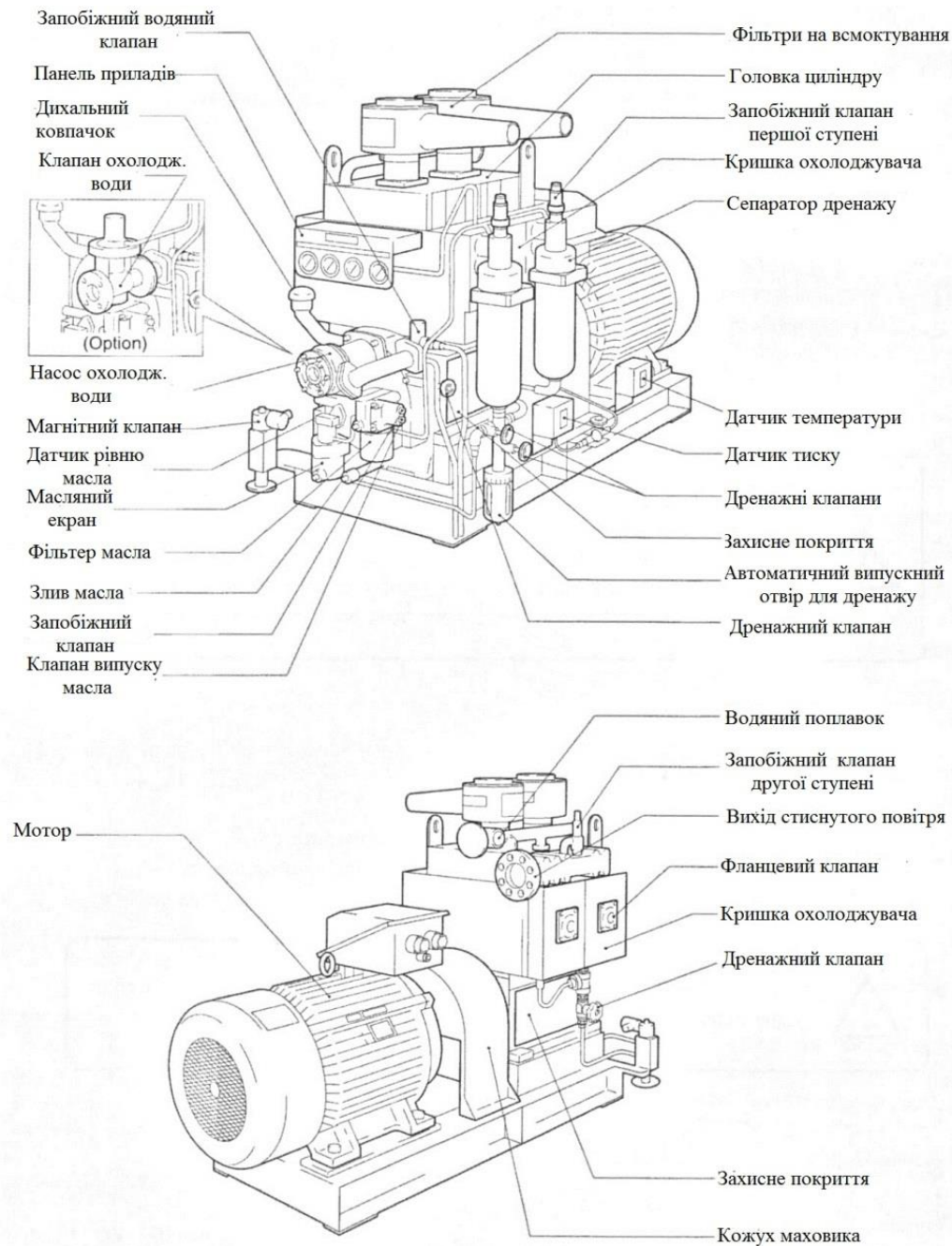


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд компресора

2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури

Вибір автоматичного вимикача. Спочатку вибирають номінальний струм роз'єднувачів, а потім номінальний струм автомату. Номінальний струм роз'єднувачів автоматів, включених в різні лінії живлення, вибирають по розрахунковим струмам цієї лінії, виходячи з умови:

$$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{роб}}, \quad (2.2)$$

де $I_{\text{ном.р}}$ - номінальний струм роз'єднувача автомата;

$I_{роб}$ - робочий струм;

Після цього необхідно вибрати струм торкання роз'єднувача в зоні КЗ заради уникнення фальшивих спрацьовувань автоматів в моменти пуску електродвигуна за умовою:

$$I_{тр.р} \geq 1,2I_{пуск.дв} \quad (2.3)$$

де $I_{тр.р}$ - струм торкання (миттєвого відключення) автомата в зоні КЗ;

$I_{пуск.дв}$ - пусковий струм двигуна.

Для вибраного двигуна:

$$I_{роб.} = 96 \text{ A};$$

$$I_{пуск.дв} = 96 \cdot 3,2 = 307,2 \text{ A};$$

$I_{тр.р}$ повинна бути більше 307,2 А.

Користуючись каталогом апаратури «Комутаційна апаратура Mitsubishi Electric», вибираємо на основі отриманих даних автомат DSN125-SGW з наступними характеристиками:

- Номінальний струм $I_{n \max}$ 125 А;
- Номінальна напруга ізоляції U_i 690 В;
- Максимальний струм розмикання 1000 А.

2.3 Розробка інструкції з експлуатації електроприводу компресора

Перш ніж почати роботу, обов'язково перевірте наступні елементи:

- Перевірте, чи масло заповнене до рівня Н манометра;
- Перевірте, чи клапани кожного дренажного клапана повністю відкриті;
- Перевірте, чи подача охолоджувальної води здійснюється, за допомогою оглядового скельця;
- Перевірте, чи немає жодної людини в робочій зоні машини;
- Перевірте, чи немає сторонніх речовин на компресорі або навколо нього;
- Після перевірки вищезазначених елементів увімкніть основний перемикач.

Для компресора з насосом охолоджуючої води та впускним клапаном охолоджувальної води, вода не протікає перед запуском компресора.

Перевірте це після запуску компресора.

Застереження під час експлуатації:

1. Переконайтеся, що рівень масла знаходиться між позначками Н та L на манометрі. Долийте масло, коли рівень масла наближається до позначки L.
2. Перевірте прилади, якщо тиск масла, тиск кожної ступені стиснення, струм, температура на виході з охолоджувача та стиснуте повітря не є аномальними. (Якщо повітряний клапан пропускає повітря, то температура голівки циліндра та стиснутого повітря стає вище звичайного стану).
3. Відкоригуйте кількість води, щоб максимальна температура на виході з охолоджувача становила 50°C або нижче, а різниця між температурою вхідного отвору та температурою виходу до 10°C або нижче.
4. Перевірте трубопровід та розвантажувальні пристрої на витоки.
5. Коли компресор обладнаний перемикачем потоку охолоджувальної води, вимикачем тиску масла та вимикачем температури скидання, він автоматично зупиняється, якщо виникає несправність по температурі води, падіння тиску масла або надмірне підвищення температури випускного повітря. Усуньте причину несправності та перезапустіть.

3. РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ І ВИБІР ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРІВ ЗМІННОГО СТРУМУ СЕЕС

Розрахунок потужності суднової електростанції виконуємо за допомогою табличного методу, як найбільш наочного.

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 завантаження 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 коефіцієнта потужності 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) та періодично працюючі (ПП). Періодично працюючі споживачі – це споживачі час роботи яких займає 15-70% від часу розглянутого режиму. Безперервно працюючі – такі, що працюють більш ніж 70% 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 $K_p = 0,85$.

На останньому етапі отримують сумарну потужність що буде споживатися у даному режимі шляхом сумування потужностей БП та ПП споживачів із урахуванням коефіцієнта $K_{\Sigma} = 1,05$, 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 $\cos\phi_{\text{сер}} = 0,8$, то генератори треба обирати по активній потужності, в іншому випадку – по повній.

У нашому випадку:

Режим роботи САЕС	Активна потужність	Кількість генераторів
Маневровий	1240 кВт	2 головних (1500 кВт)
Ходовий	663 кВт	1 головний (750 кВт)
Аварійний	94 кВт	1 аварійний (120 кВт)
Стояночний з вантажними операціями	1414 кВт	2 головних (1500 кВт)

$$\text{ - у ходовому режимі } \cos\phi_{\text{CP}} = \frac{P_{\text{CP}}}{S_{\text{CP}}} = \frac{663}{775.69} = 0,85; \quad (3.7)$$

$$\text{у режимі, стоянки } \cos\phi_{\text{CP}} = \frac{1414,92}{1615,37} = 0,88; \quad (3.8)$$

$$\text{у маневреному режимі } \cos\phi_{\text{CP}} = \frac{1240,57}{1421,37} = 0,87; \quad (3.9)$$

$$\text{у аварійному режимі } \cos\phi_{\text{CP}} = \frac{94,26}{108,32} = 0,87. \quad (3.10)$$

На судні «AMALTHEA» було прийняте рішення використовувати 3 дизель-генератора – YANMAR 6N21L-EV – 3x750kW та 1 аварійний дизель-генератор – CUMMINS 6CT8 – 120kW.

GENERATOR SPECIFICATION 發電機仕様			
	GENERATOR 發電機		EXCITER 勵磁機
TYPE 形式	FE		EBS
OUTPUT 出力	937.5 kVA		10.2 kVA
RATING 定格	CONTINUOUS 連続		
VOLTAGE 電圧	450	V	69.8 V
CURRENT 電流	1203	A	84.5 A
NO. OF PHASES 相数	3	ϕ	3 ϕ
FREQUENCY 周波数	60	Hz	72 Hz
NO. OF POLES 極数	10	P	12 P
SPEED 回転速度	720 min ⁻¹		
P F 力率	0.8		0.95

Рисунок 3.1.1 – Специфікація суднового генератора

OUTPUT	: 120 kW × 1800 rpm
Engine Model	: Cummins 6CT8.3DM
Alternator Model	: Newage UCM274F1
Application	: Ship Emergency Gen-set
Starting	: Primary – Electric Battery Secondary – Spring
Owner	: CHANDRIS
Class	: LR
Ship yard	: DSME
Hull No.	: H5259

Рисунок 3.1.2 – Специфікація суднового аварійного генератора

3.2 Розробка ГРЩ та АРЩ

3.2. Розробка структурної та однолінійної схеми ГРЩ

Згідно з правилами Регістра до ГРЩ пред'являються такі вимоги:

а) Конструктивні.

Всі суднові РЩ повинні бути у виконанні, що забезпечує захист від доторку до струмоведучих частин з лицьової 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 призначенні 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 трьохфазний 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 їхні принципи 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) ЕП стернового приводу;
- 2) ЕП якірного 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;

Генераторні панелі (ГП) призначені для керування і контролю за роботою генераторів. На цих панелях встановлені автоматичні повітряні трьохполюсні автомати для комутації головного струму. Автомати оснащені максимальними розчіплювачами струму для захисту від перевантаження, котушкою для дистанційного керування автоматом, реле зворотної потужності. Сигнальні лампи сигналізують про положення автомата генератора, вимірювальні трансформатори струму і напруги забезпечують роботу контрольно-вимірювальних приладів. На панелях установлені кнопки регулювання привода 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.

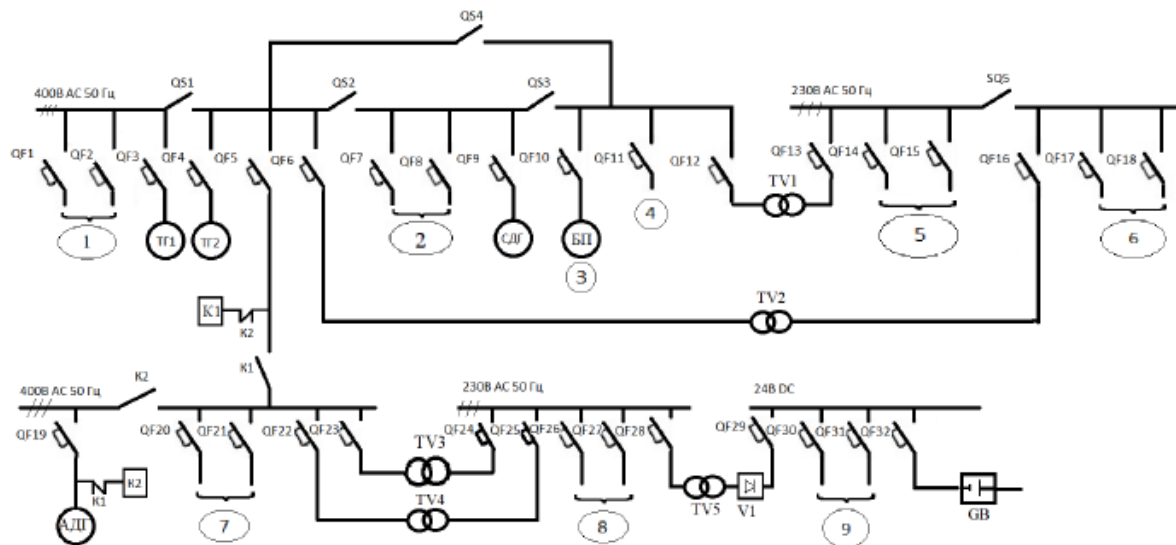


Рисунок 3.2.1 - Загальна схема ГРЩ з АРЩ

- 1 – споживачі ходового режиму/основні/ 440 В ;
- 2 – споживачі ходового режиму/резервні/ 440 В;
- 3 – живлення з берега;
- 4 – споживачі стояночного режиму;
- 5 – палубне освітлення, камбуз;
- 6 – основне освітлення, радіонавігаційні;
- 7 – аварійні споживачі 440 В;
- 8 – аварійні споживачі 220В;
- 9 – аварійні споживачі 24 В;
- GB – General batterie

3.3 Вибір шин ГРЩ

Розмір шин визначається відповідно сумарного струму генераторів. Згідно специфікації максимальна величина струму на одному генераторі – 1203А.

Сумарний струм генераторів складає:

$$I_n = 1203 * 3 = 3609 \text{ A}$$

Тож за таблицею визначаємо наступні параметри:

- Розмір великої сторони шини: 80 мм;
- Розмір маленької сторони шини: 10 мм;
- Дистанція між осями шин: 1.5 м;
- Дистанція між опорами: 1.75 м.

3.4 Вибір перетворювачів електроенергії

Вибір трансформаторів виконується згідно максимальної допустимої потужності споживачів електроенергії:

- До РЩ освітлення(загального використання) підключений трансформатор напруги 440/225 V, 120 KVa, фірми KOC ELECTRIC CO., LTD., модель:ТРО-312ОН

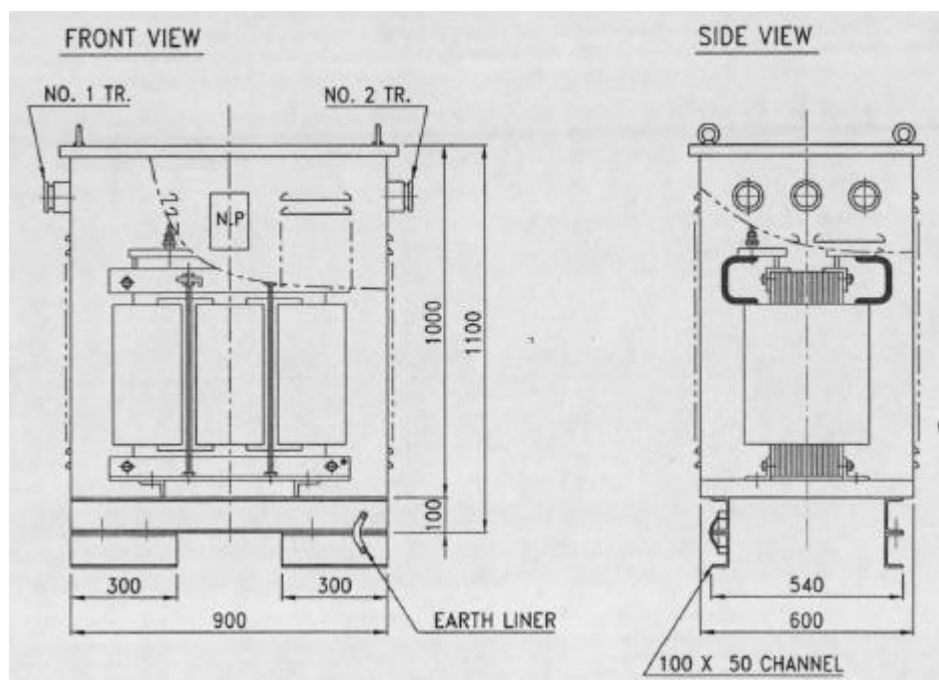


Рисунок 3.4.1 - Трансформатор напруги 440/225 V, 120KVа

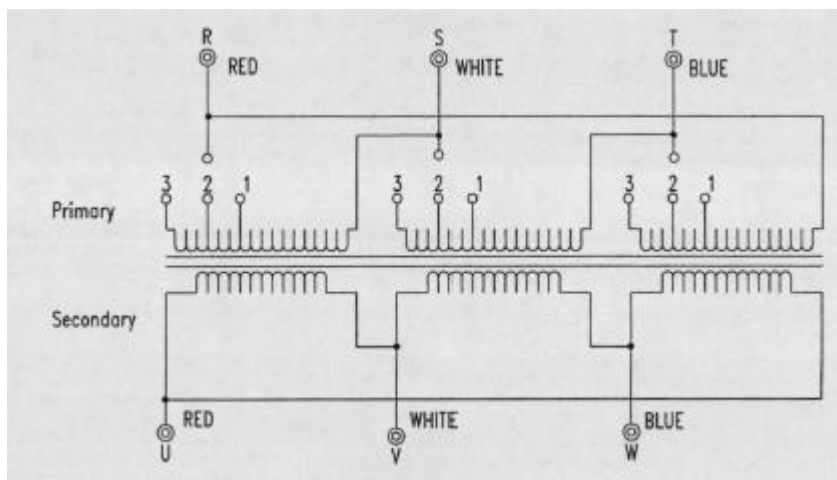


Рисунок 3.4.2 - Принципова схема підключення трансформатору

- До споживачів навігаційного обладнання (аварійний) підключений трансформатор напруги 440/225 V, 45KVa, фірми KOC ELECTRIC CO., LTD., модель: TPO-545N

Найменування груп споживачів	Кількість споживачів	Номінальна потужність ел. двигуна, кВт	ККД ел. двигуна	Коеф-т потужності	Р _{вд} (повна)	Сумарна установлена			Режим "Аварійний"						
						P, кВт	Q, кВАр	S, кВА	Коефіцієнт завантаження	Коефіцієнт однофазної роботи	ККД режима	Коефіцієнт потужності режим	Суммарна споживна		
													P, кВт	Q, кВАр	S, кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Навігаційне обладнання	1	13,4	1	0,85	15	15	9,296	17,647	0,7	1	0,991	0,838	10,26	6,68	12,24
Аварійне та навігаційне освітлення	1	22,3	1	0,88	25	25	13,494	28,409	1	1	1	0,880	25,00	13,49	28,41

Рисунок 3.4.3 – Необхідна потужність для навігаційного обладнання

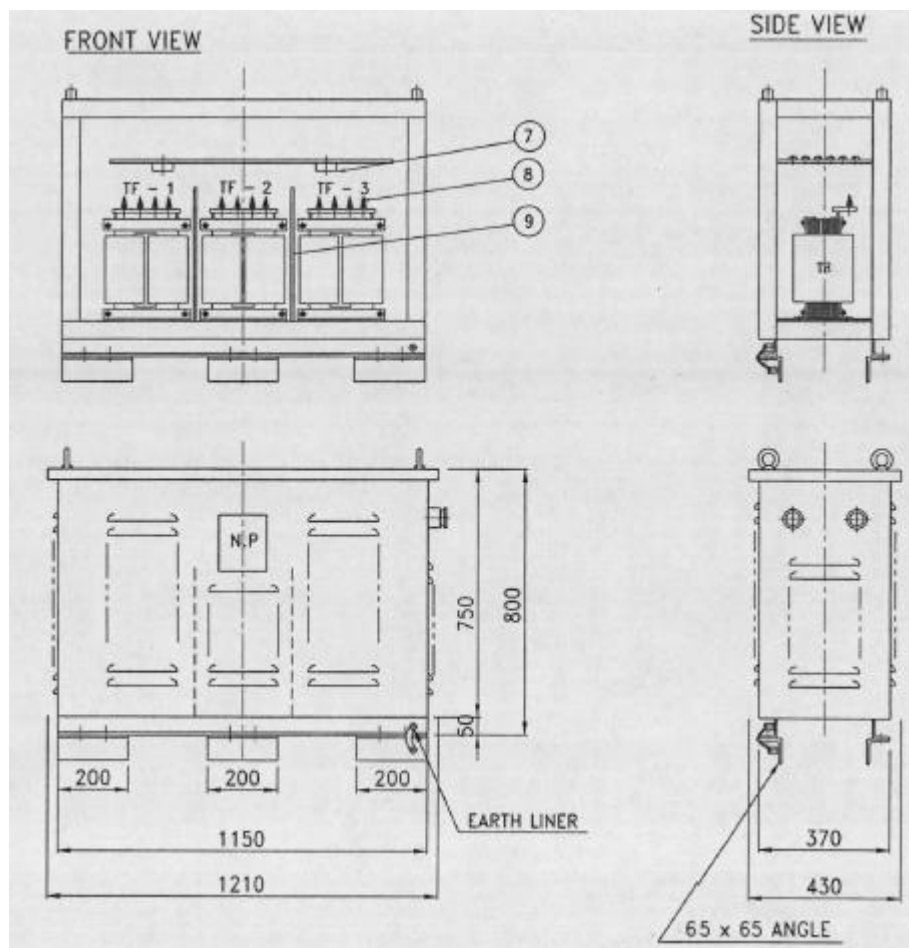


Рисунок 3.4.4 - Аварійний трансформатор напруги 440/225 V, 45K

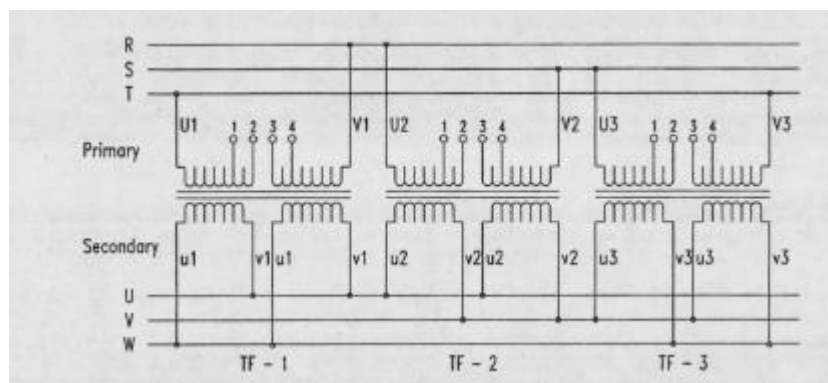


Рисунок 3.4.5 - Принципова схема підключення трансформатору

- Для споживачів у кладовій шкідера підключений трансформатор напруги 440/225 15KV_a, фірми KOC ELECTRIC CO.,LTD., модель: ТРО-315N

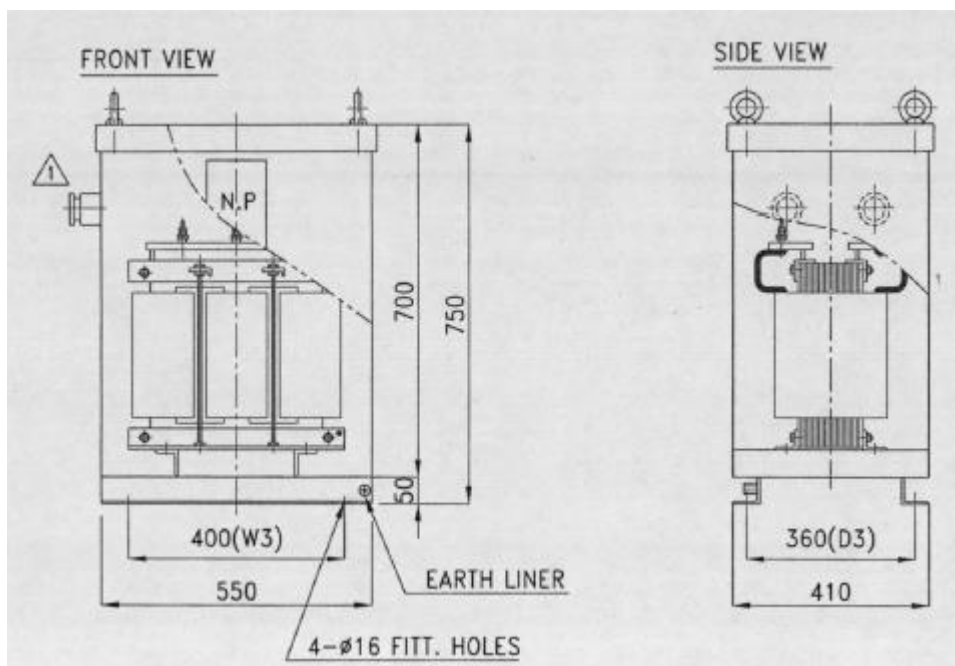


Рисунок 3.4.6 - Трансформатор напруги 440/225 15KVa

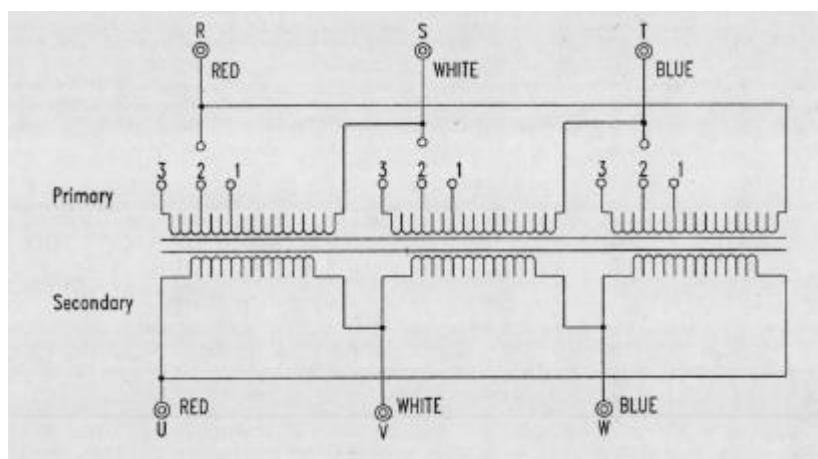


Рисунок 3.4.7 - Принципова схема підключення трансформатор

3.5 Розрахунок струмів короткого замикання

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

При виконанні розрахунків струмів короткого замикання приймають

наступні основні умови:

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

Розрахунок виконується по методиці визначення періодичної складової струму короткого замикання в залежності від усього опору цепі короткого замикання по кривим затухання періодичної складової струму короткого замикання. Криві затухання періодичної складової струму короткого замикання побудовані по середнім параметрам генераторів з самозбудженням (Рисунок 3.1.1)

CONSTANTS AND CHARACTERISTIC 発電機定数と特性			
REACTANCE リアクタンス (%)		TIME CONSTANT 時定数 (sec)	
X_d	: 135	T'_{do}	: 1.252
X'_d	: 27.4	T'_d	: 0.254
X''_d	: 15.3	T''_d	: 0.028
R_a	: 1.42	T_a	: 0.029

Рисунок 3.1.1 – Константи та характеристики генератора

Визначення базисних величин:

Базисна потужність:

$$P_6 = P \cdot n; \quad (3.5.1)$$

$$P_6 = 750 \cdot 2 = 1500 \text{ (кВт)};$$

Базисна напруга: $U_6 = 450 \text{ В}$.

Базисний струм генераторів:

$$I_6 = \frac{P_6}{\sqrt{3} \cdot U_6};$$

$$I_6 = \frac{1500000}{\sqrt{3} \cdot 450} = 1924 \text{ (А)}; \quad (3.5.2)$$

Загальний опір кабелів генераторів при паралельному підключенні:

Активний опір кабелю довжиною 10(м), та перетином $3 \times 120 \text{ мм}^2$:

$$r_k = \frac{r \cdot l}{1000} / 6; \quad (3.5.3)$$

$$r_k = \frac{0,225 \cdot 10}{1000} / 6 = 0,00037;$$

$$r_{pk} = r_k \cdot \frac{P_b}{U^2};$$

$$r_{pk} = 0,00037 \cdot \frac{1500000}{450^2} = 0,0027;$$

Реактивний опір кабелю довжиною 10(м), та перетином $3 \times 120 \text{ мм}^2$:

$$x_k = \frac{x \cdot l}{1000} / 6; \quad (3.5.3)$$

$$x_k = \frac{0,59 \cdot 10}{1000} / 6 = 0,0009;$$

$$x_{pk} = x_k \cdot \frac{P_b}{U^2};$$

$$x_{pk} = 0,0009 \cdot \frac{1500000}{450^2} = 0,00667;$$

Загальний опір обмоток статора генераторів при паралельному підключенні:

Активний опір:

$$r_{r1} = r_{r2} = r_a \cdot \frac{P_b}{P_1}; \quad (3.5.4)$$

$$r_{r1} = r_{r2} = 0,014 \cdot 2 = 0,028 \text{ (Ом)}$$

$$r_{\Gamma.\text{екв}} = \frac{r_1}{2}; \quad (3.5.5)$$

$$r_{\Gamma.\text{екв}} = \frac{0,028}{2} = 0,014 \text{ (Ом)}$$

Надперехідний реактивний опір:

$$x_{r1} = x_{r2} = x_a \cdot \frac{P_b}{P_1}; \quad (3.5.6)$$

$$x_{r1} = x_{r2} = 0,27 \cdot 2 = 0,54 \text{ (Ом)}$$

$$x_{\Gamma.\text{екв}} = \frac{r_1}{2}; \quad (3.5.7)$$

$$x_{\Gamma.\text{екв}} = \frac{0,054}{2} = 0,027 \text{ (Ом)}$$

Результуючий опір схеми:

Активний опір:

$$R_p = r_{r1} + r; \quad (3.5.8)$$

$$R_p = 0,028 + 0,0027 = 0,0307 \text{ (Ом)}.$$

Реактивний опір:

$$x_p = x_{r1} + x; \quad (3.5.9)$$

$$x_p = 0,54 + 0,00667 = 0,5467 \text{ (Ом)}.$$

Повний опір:

$$Z_p = \sqrt{R_p + x_p}; \quad (3.5.10)$$

$$Z_p = \sqrt{0,0307 + 0,5467} = 0,75 \text{ (Ом)}.$$

Із графіка (рисунок 3.1.2) по кривим затухання $I_{nt} = f(Z_{\text{розр}})$ для $Z_p = 0,57$ (Ом) знайдемо кратність величини періодичної складної струму короткого замикання для часу

- $t=0$ сек: $I''_{nt=0} = 1,39$;
- $t=0,01$ сек: $I''_{nt=0.01} = 1,34$;
- $t=0,1$ сек: $I''_{nt=0.1} = 1,23$;
- $t=0, \infty$ сек: $I''_{nt=0.1} = 1,6$.

Ударний коефіцієнт k_y визначається за графіком (рисунок 3.1.3). Можна

побудувати залежність $k_y = f \frac{x_p}{R_p}$.

Визначимо відношення: $\frac{x_p}{R_p} = \frac{0,5467}{0,0307} = 17.8$

Згідно графіку $k_y = 1,8$

Ударний ток к.з.:

$$I_p = \sqrt{2} \cdot I_6((I_{001} + I_0(p - 1) + I_6); \quad (3.5.11)$$

$$I_p = \sqrt{2} \cdot 1924(1,34+1,39)= 7346 \text{ (A)}$$

Без врахування затухання періодичної складової отримаємо наступну величину ударного току к.з.:

$$I_0 = \frac{1}{Z_p}; \quad (3.1.12)$$

$$I_0 = \frac{1}{0,75} = 1,33$$

$$I_p = \sqrt{2} \cdot 1924 \quad (3.1.13)$$

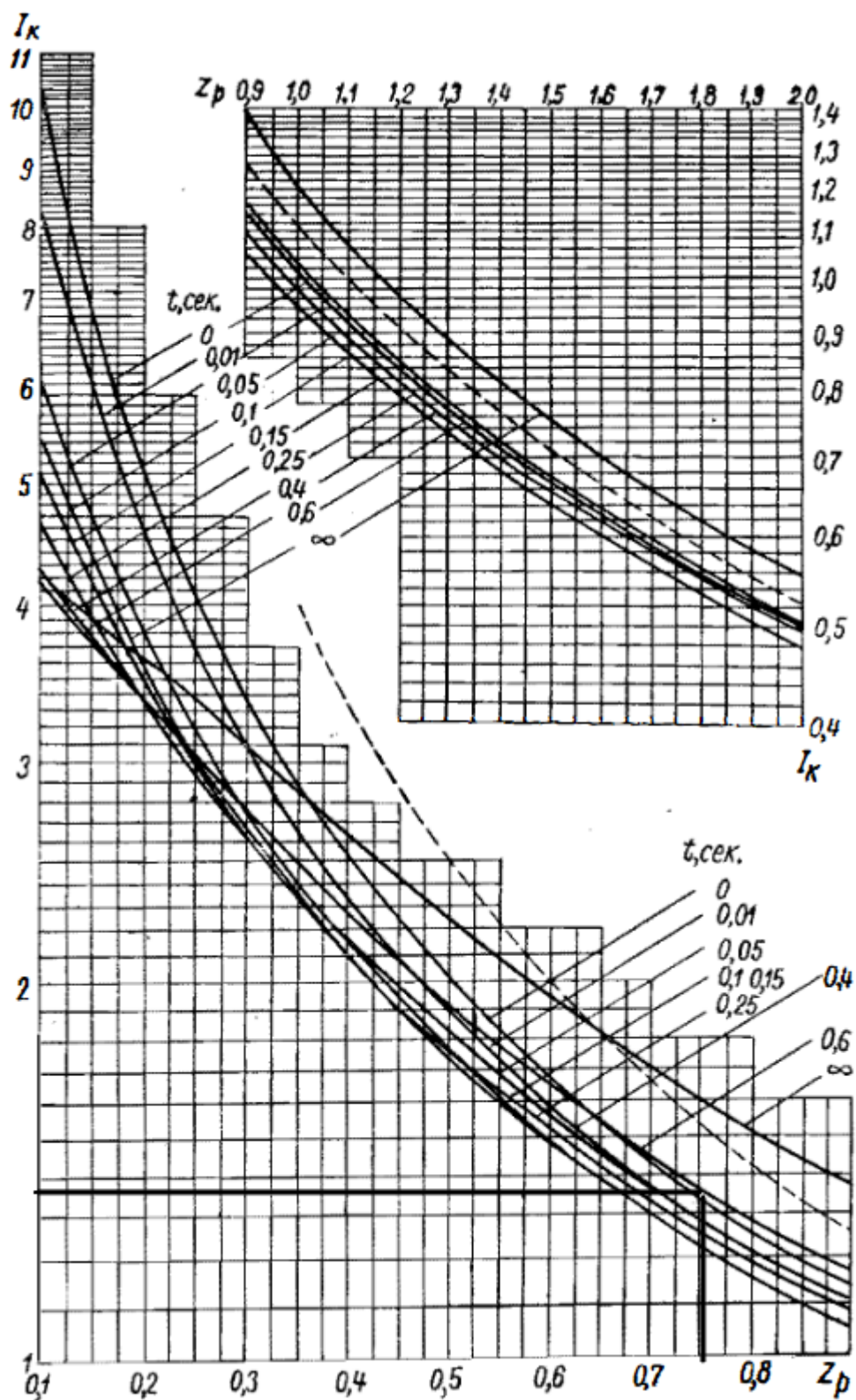


Рисунок 3.5.2 - Розрахункові криві струму короткого замикання для генератора з самозбудженням

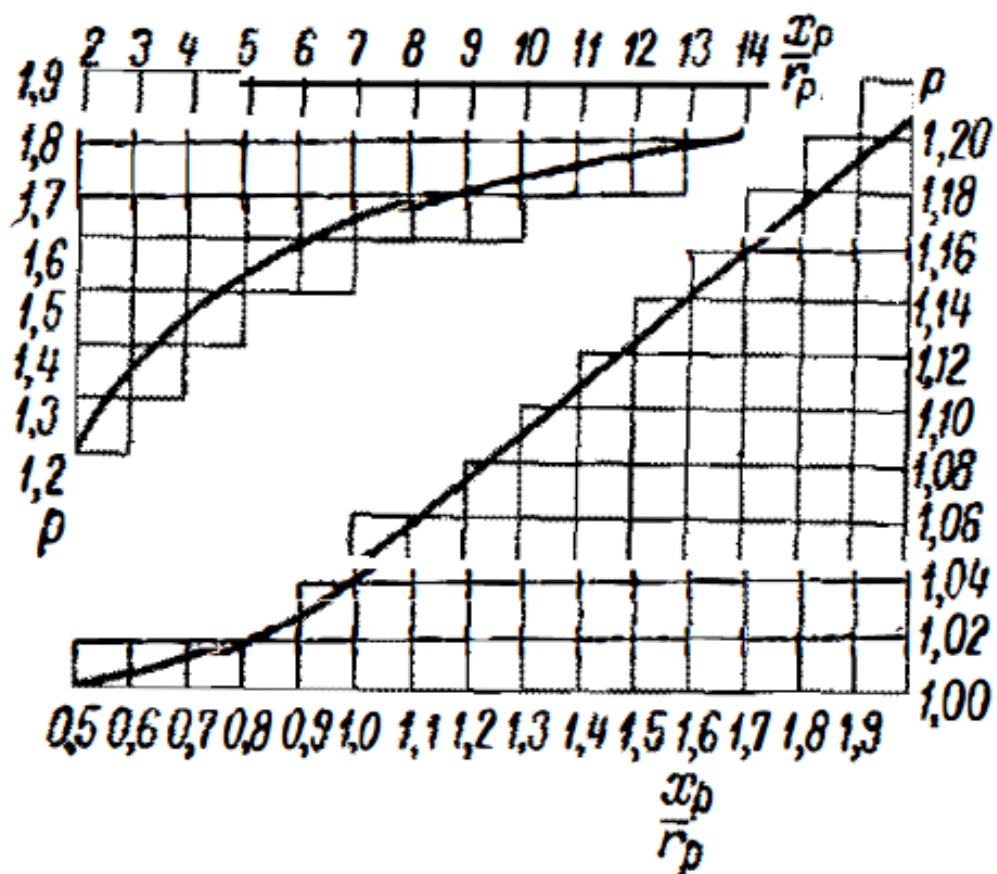


Рисунок 3.5.3 - Графік кривих змінення ударного коефіцієнту

3.6. Розрахунок провалу напруги синхронного генератора (СГ) при пуску найбільш потужного споживача (двигуна).

Пожежний насос

- потужність P_d : 110 кВт;
- напруга U : 450 В;
- коефіцієнт потужності $\cos \varphi$: 0,9;
- номінальний струм I_n : 171 А;
- кратність пускового струму K_n : 3,7 ;
- схема пуску: Y/▲;

Розрахуємо потужність, що споживається при пуску даного двигуна:

$$S_{\text{поч}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{дв}} \cdot I_n \cdot K_n; \quad (3.6.1)$$

U – напруга двигуна;

I_n - номінальний струм;

K_n – кратність пускового струму двигуна ($6,5 \div 7$);

$$P_n = \sqrt{3} \cdot 450 \cdot 171 \cdot 3,7 = 493 \text{ кВт}$$

Реактивний опір генератора:

$$x_d''' = \frac{x_d' + x_d''}{2}; \quad (3.6.2)$$

$$x_d''' = \frac{0,27 + 0,15}{2} = 0,42. \text{ (Ом)}$$

Для обчислення вихідної реактивної потужності використовуємо формулу:

$$X_L = \frac{S_T}{S_{\text{дв}}}; \quad (3.6.3)$$

$$X_L = \frac{750}{110} = 5,92$$

Падіння напруги:

$$\Delta U = \frac{x_d'''}{x_d''' + X_L} \cdot 100\%; \quad (3.6.4)$$

$$\Delta U = \frac{0,42}{0,42 + 5,92} \cdot 100\% = 6,62\%$$

$$\Delta U(B) = 2 \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi \cdot l + X \cdot \sin \varphi \cdot l), \quad \Delta U(\%) = \frac{2 \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi \cdot l + X \cdot \sin \varphi \cdot l)}{U_\phi},$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I \cdot \sin \varphi$$

P – активна потужність передана по лінії;

Q – реактивна потужність передана по лінії;

R – питомий опір кабельної лінії;

X – питомий індуктивний опір кабельної лінії,

L – довжина кабельної лінії;

$$\Delta U = 2 \cdot 110(0.01 \cdot 0.9 \cdot 10 + 0.016 \cdot 0.44 \cdot 10) = 35.28 \text{ В}$$

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 110(0.012 \cdot 0.9 \cdot 15 + 0.019 \cdot 0.44 \cdot 15)}{450} \cdot 100\% = 7.84\%$$

Отже, провал напруги при пуску електродвигуна складає 7.84%, що є допустимим і відповідає вимогам Регістру судноплавства. Система автоматизації яка встановлена на борту не допустить запуск електромоторів якщо до шин ГРЩ не буде підключено достатньо потужності

3.7 Вибір комутаційної апаратури

Для захисту електрообладнання і високовольтних ліній електропередач використовують такий тип комутаційних апаратів, як автоматичний вимикач. Його особливість роботи пов'язана з використанням повітряного проміжку між силовими контактами.

При відключенні навантаження, потужних споживачів, між розбіжними для відключення контактами виникає дуга, яка по силі не поступається номінальному струму. Під час даного явища утворюється плазма, зростання температури, в результаті чого може утворитися неконтрольована дуга, здатна розплавити контакти комутатора і навіть перекинутися на сусідню фазу, викликавши фазне коротке замикання, що може закінчитися виведенням з ладу дорогого обладнання. Щоб уникнути подібного явища, використовується камера дугогасіння. На судні «AMALTHEA» використовується автоматичний повітряний вимикач компанії TERASAKI, типу – «AR208S».

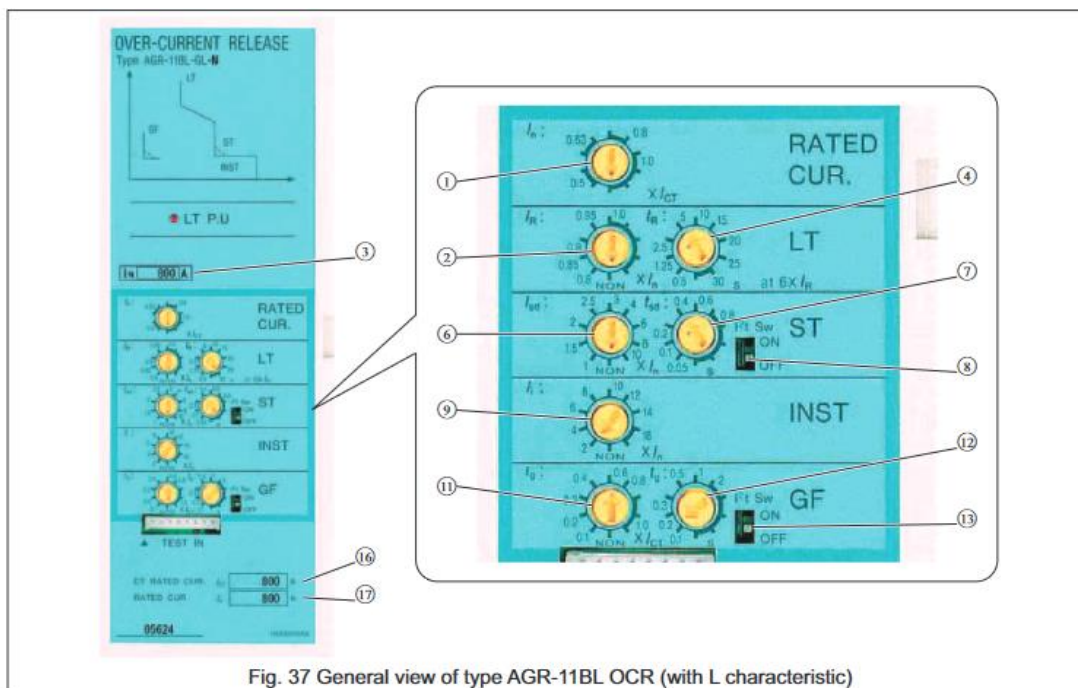


Fig. 37 General view of type AGR-11BL OCR (with L characteristic)

Table 22 Settings of type AGR-11BL OCR (with L characteristic)

No.	Setting item	Symbol	Setting range
①	Rated current*1	I_n	CT rated primary current [I_{CT}] × (0.5-0.63-0.8-1.0) (A)
			Applied [I_{CT}] (A)
			Rated current [I_n] (A)
			[I_{CT}] × 0.5
			[I_{CT}] × 0.63
②	Long time delay trip pickup current (continuous)	I_R	[I_n] × (0.8-0.85-0.9-0.95-1.0-NON) (A) • Non tripping at not more than [I_R] × 1.05, Tripping at more than [I_R] × 1.05 and not more than [I_R] × 1.2
③	N-phase protection trip pickup current (continuous)	I_R	[I_{CT}] × (0.4-0.5-0.63-0.8-1.0): Fixed to a single point • Non tripping at not more than [I_R] × 1.05, Tripping at more than [I_R] × 1.05 and not more than [I_R] × 1.2
④	Long time delay/N-phase protection trip timing	t_R	Long time delay: (0.5-1.25-2.5-5-10-15-20-25-30) (s) at 600% of [I_R], Tolerance: ±15%, +0.15s -0s N-phase protection: (0.5-1.25-2.5-5-10-15-20-25-30) (s) at 600% of [I_R], Tolerance: ±15%, +0.15s -0s
⑥	Short time delay trip pickup current	I_{sd}	[I_n] × (1-1.5-2-2.5-3-4-6-8-10-NON) (A), Tolerance: ±15%
⑦	Short time delay trip timing	t_{sd}	Relaying time (ms.)
			Resettable time (ms.)
			Max. total clearing time (ms.)
⑧	Short time delay trip I^2t mode	$I^2t I_{sd}$	ON/OFF
⑨	Instantaneous trip pickup current	I_i	[I_n] × (2-4-6-8-10-12-14-16-NON) (A), Tolerance: ±20%
⑪	Ground fault trip pickup current *2	I_g	[I_{CT}] × (0.1-0.2-0.3-0.4-0.6-0.8-1.0-NON) (A), Tolerance: ±20%
⑫	Ground fault trip timing	t_g	Relaying time (ms.)
			Resettable time (ms.)
			Max. total clearing time (ms.)
⑬	Ground fault trip I^2t mode	$I^2t I_g$	ON/OFF
⑯	CT rated primary current display-only field		
⑰	Factory-set rated current display-only field		

Рисунок 3.7.1 - Дані та налаштування автоматичного повітряного вимикача

3.8 Розробка принципової схеми ДГ секції та лицевої ГРЩ

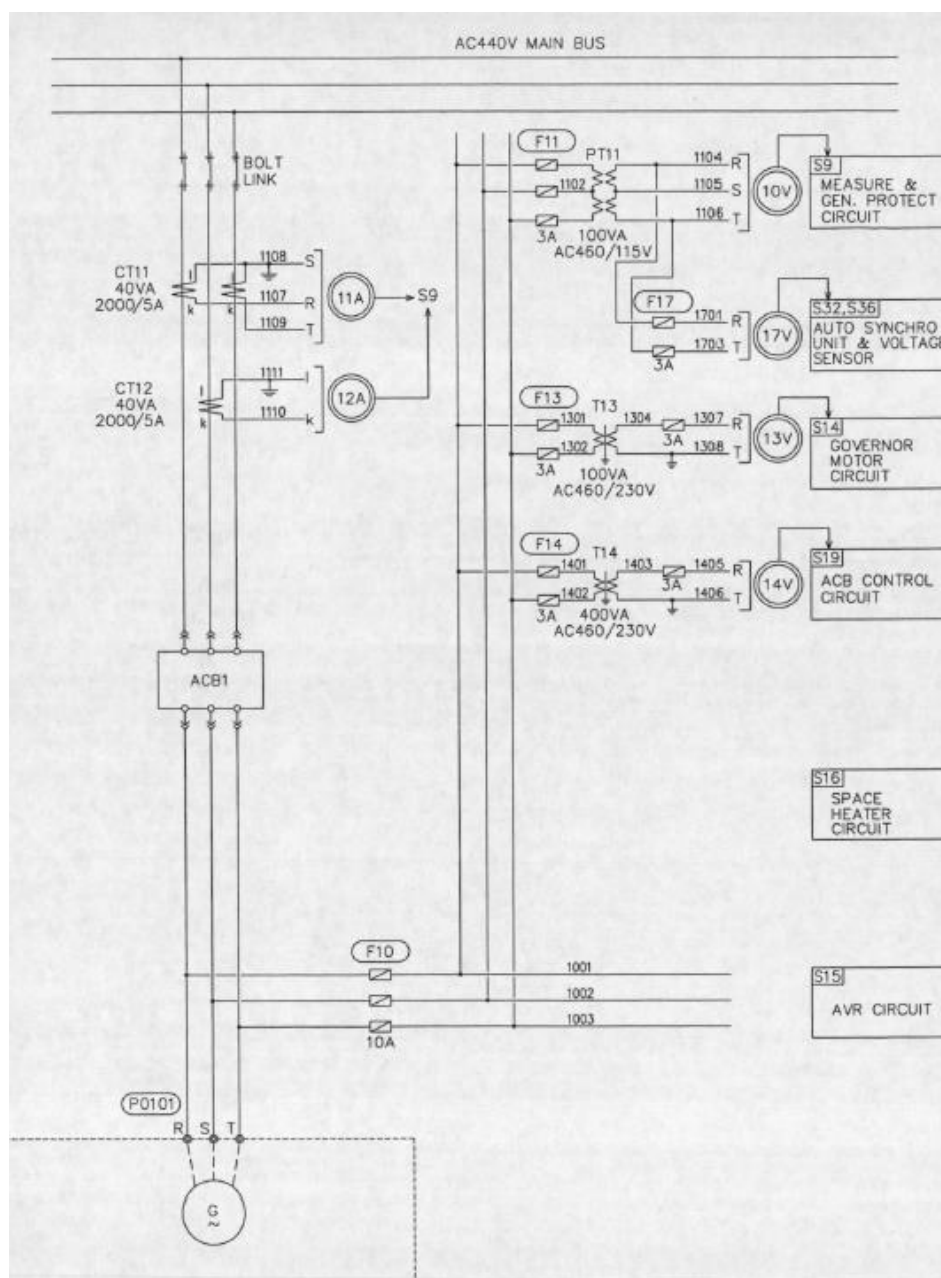
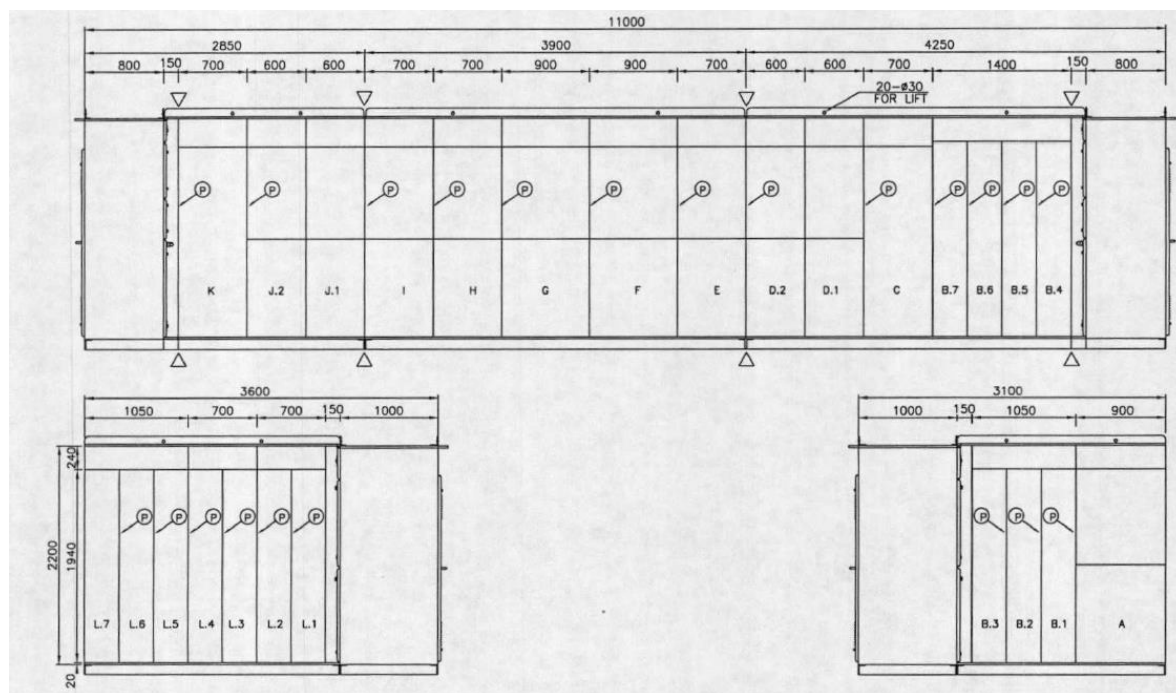


Рисунок 3.8.1 - Принципова схема секції ДГ №1



No.	SYMBOL	PANEL NAME	REMARK	No.	SYMBOL	PANEL NAME	REMARK
1	A	AC220V FEEDER PANEL		7	G	SYNCHRONIZING PANEL	
2	B.1~B.7	No.1 GROUP STARTER PANEL		8	H	No.2 GENERATOR PANEL	
3	C	No.1 BALLAST PUMP		9	I	No.3 GENERATOR PANEL	
4	D.1,D.2	No.1 AC440V FEEDER PANEL		10	J.1,J.2	No.2 AC440V FEEDER PANEL	
5	E	No.1 GENERATOR PANEL		11	K	No.2 BALLAST PUMP	
6	F	BUS-TIE & ESD FEEDER PANEL		12	L.1~L.7	No.2 GROUP STARTER PANEL	

Рисунок 3.8.3 – Лицевая схема ГРЩ

3.9 Вибір функціональних засобів автоматизації СЕЕС

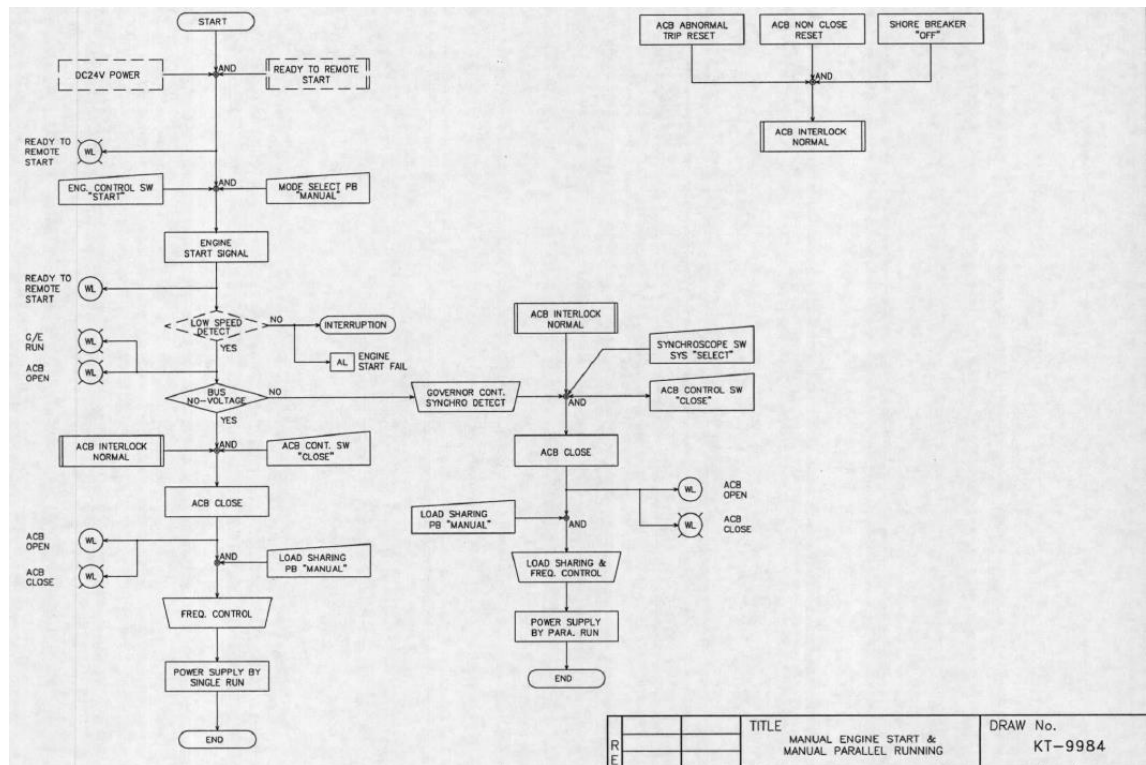


Рисунок 3.9.1 - Функціональна схема контрольного пуску ДГ з ручним управлінням і паралельна робота

Підсистема ДАУ СДГ-Т, призначена для дистанційного автоматизованого керування (ДАУ) первинними двигунами генераторних агрегатів (ГА), забезпечує наступний об'єм автоматизації: автоматична підтримка первинного двигуна ГА в стані гарячого резерву, автоматичний по сигналу ззовні або дистанційний пуск ДГ з холодного або прогрітого стану і виведення його на номінальну частоту обертання з видачею сигналу в підсистемах управління СЕС про готовність до прийому навантаження; захист ДГ шляхом його зупинки при аварійному відхиленні параметрів (тиск або температури масла і води, частоти обертання) з видачею сигналу розшифровки причини аварійного стану; автоматичну по сигналу ззовні або дистанційну зупинку ДГ за спеціальною програмою; екстрену (аварійну) і ручну зупинку ДГ. Конструктивно підсистема складається з чотирьох блоків (рисунок 3.3.2): основного пульта управління ОПУ, виносного пульта управління ВПУ, блоку живлення БЖ і блоку управління. Крім того, зміняться датчики,

встановлені на дизелі і його системах, вихідні реле і виконавчі механізми, що виконують команди й що безпосередньо впливають на органи управління дизелем.

На ОПУ розташовані органи управління підсистемою і табло світлової сигналізації. ВПУ дублює ОПУ, але містить менше число органів управління і світлових табло. Перемикання постів управління здійснюється тумблером, розташованим на ОПУ.

Блок живлення БЖ призначений для перетворення змінної напруги 127 або 380 В, 50 Гц в постійну напругу 24 В. Логічна частина підсистеми, виконана на безконтактних логічних елементах, зосереджена в блоці управління БУ. Сюди входять 9 функціональних блоків: два блоки стабілізованого живлення БСЖ; один блок контролю часу БКЧ; блоки пуску БП і зупинки БЗ, елементів з невідключаємим живленням БЕН, захисту БЗ і два блоки підсилювачів БПс.

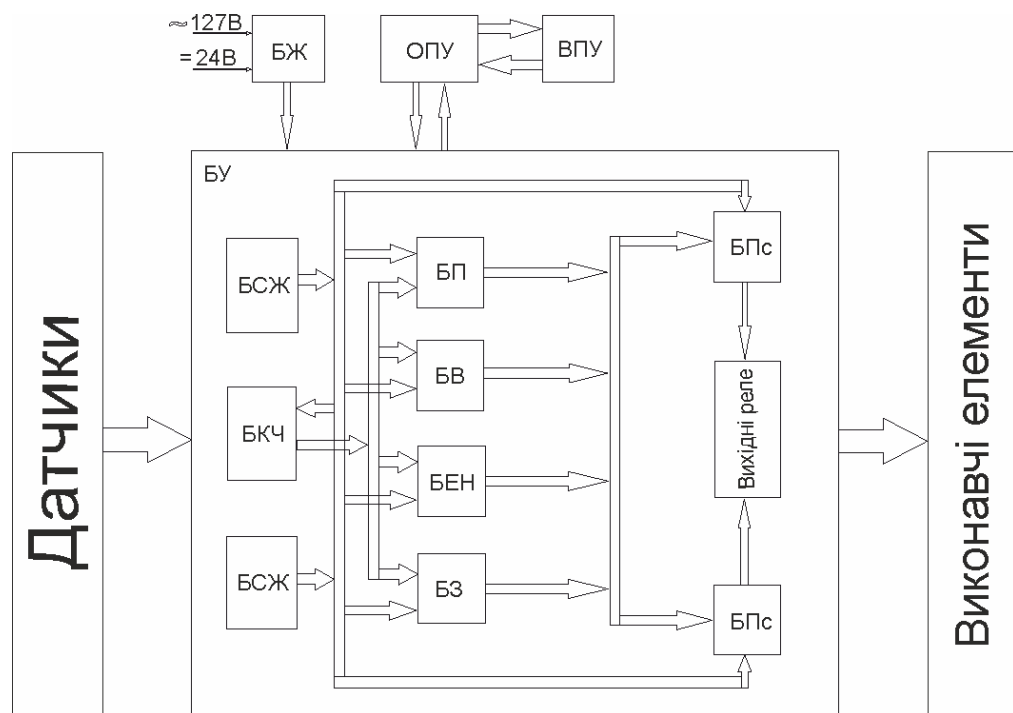


Рисунок 3.3.2 - Структурная схема системы ДАУ СДГ-Т

Блоки БСЖ призначені для живлення логічних і інших елементів БУ. Вони забезпечують отримання стабільного вихідного напруги -12 В і +3 В при коливаннях первинної напруги в межах 18-30 В. З метою підвищення надійності підсистеми схема живлення дозволяє відключати живлення більшої частини

логічних елементів і вихідних реле при нормальному режимі роботи ДГ. Постійно під живленням залишаються: датчики, частина елементів, що входять в блок БЕН, частина вихідних реле і сигналізація.

Блок БКЧ здійснює функції контролю тривалості операцій, що виконуються в різні моменти часу, а також необхідні часові затримки, використовувані в підсистемі.

Блок БП виконує функції передпускового прокачування масла, пуску, самопрогрівання на частоті обертання холостого ходу, виведення двигуна на підсинхронну частоту обертання і прийому навантаження, а також забезпечує сигналізацію про пуск, готовність до прийому навантаження і прийом її.

Блок БВ здійснює функції відключення навантаження, зниження частоти обертання для охолодження двигуна водою і включення підігріву масла, зупинки двигуна і видачі відповідної сигналізації.

Блок БЕН складається з елементів підсистеми, з яких не знімається живлення.

Блок БЗ здійснює відповідну сигналізацію і захист ДГ шляхом його зупинки при: підвищенні температури прісної води в системі охолодження і масла в системі мастила вище за допустимі межі; падінні тиску масла; падінні тиску або рівня води в системі охолодження; аварійній частоті обертання валу двигуна.

Блок БПс призначений для посилення сигналів і включення вихідних пристроїв, світлових табло.

Система ДАУ СДГ-Т виконують в декількох варіантах для управління різними типами судових ДГ.

Далі наведено алгоритм функціонування у вигляді ГСА пуску резервного ДГ (рисунок 3.3.3).

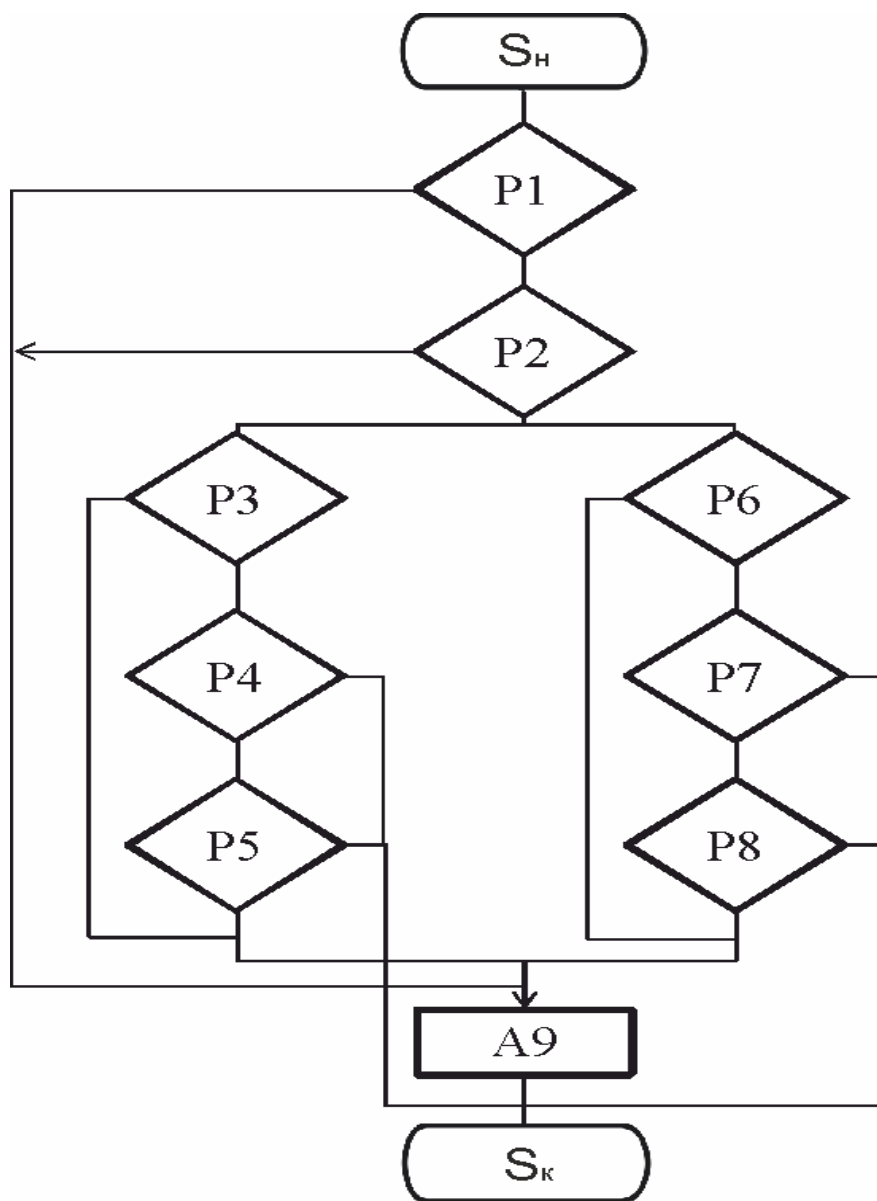


Рисунок 3.3.3 - Граф-схема алгоритму пуску резервного ДГ

Оператори ГСА мають наступні значення:

P1 – наявність напруги на шинах ГРЩ;

P2 – відсутність заявки на пуск потужного споживача електроенергії;

P3, (P6) – навантаження ДГ1, (ДГ2) менше 100% номінальної потужності;

P4, (P7) – автоматичні вимикачі ДГ1, (ДГ2) включені;

P5, (P8) – є сигнал КАПС або НКАПС на ДГ1, (ДГ2);

A9 – формування сигналу екстреного пуску резервного ДГ.

3.4. Система збудження генераторів

Генератори обладнані системою збудження ТАІУО з вмонтованим електронним

регулятором напруги.

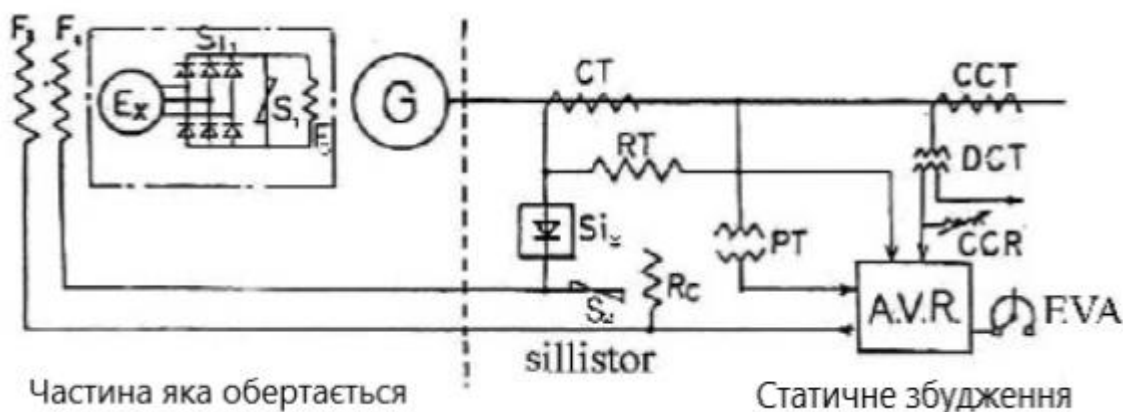


Рисунок 3.5.1 Функціональна схема системи збудження

Компоненти схеми :

- F1 — основна обмотка збудження збудника;
- F2 — управляюча обмотка збудження (від АРН);
- Ex — збудник змінного струму;
- Si1 — випрямляч, що обертається;
- Si2 — кремнієвий випрямляч;
- G — синхронний генератор ;
- CT — трансформатор струму;
- S1, S2 — захист від перевантаження;
- RT — реактор;
- Rc — розрядний опір;
- PT — силовий трансформатор;
- CCT — трансформатор струму для компенсації зрівняльного струму;
- DCT — диференціальний трансформатор струму;

- CCR — компенсаційний опір реактивного струму;
- AVR — автоматичний регулятор напруги ;
- EVA — реостат уставки напруги;
- F — роторна обмотка збудження синхронного генератора.

Вихідний струм якоря із збудником змінного струму, розташованого на валу ротора генератора, призначений для порушення обмотки збудження F, через випрямляч, який розташований на кінці валу генератора. Збудник змінного струму має два окремі обмотки збудження: F1 і F2. Струм проходить через реактор RT і трансформатор струму СТ і підсумовується та випрямляється. Випрямлений струм протікає через першу обмотку збудження F1, яка призначена для основного збудження збудника, а струм, що виходить з автоматичного регулятора напруги протікає через обмотку управління F2 і призначений для більш точного регулювання.

Принципова схема системи збудження ТАІУО приведена в додатку . Статичне збудження системи складається з реактора, RT, трансформатора струму СТ, силіконового випрямляча Si, силового трансформатора РТ і тиристорного автоматичного регулятора напруги.

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

Перша обмотка збудження харчується постійним струмом, який створюється в результаті підсумовування струму, що протікає через реактор. і струму трансформатора. Друга обмотка збудження є керуючою і призначена для стабілізації і точного регулювання напруги генератора за допомогою АРН.

Реактор і трансформатор струму побудовані так, щоб забезпечувати струм збудження, порівнюючи його з потрібними значеннями, та для того, щоб підтримувати необхідну напругу на клеммах генератора і компенсувати падіння напруги при зміні струму навантаження. В результаті АРН живить керуючу

обмотку F2, забезпечуючи диференціальне управління обмотки збудження. Тому напруга на клеммах генератора залишається стабільною.

Схема АРН включає наступні ланцюги: вимірювання відхилення регульованої величини, посилення цього відхилення і джерела імпульсів. Вони змонтовані на одній друкарській платні, яка знаходиться в окремій коробці разом з вимірювальним трансформатором РТ1 і головним тиристором. У ланцюг вимірювання відхилення поступає напруга E_1 , яка пропорційна напрузі генератора E_G і яка перетвориться в постійну напругу необхідної величини, і опорна напруга E_2 , яка незалежно від E_G , завжди постійна і створює напругу відхилення E_3 :

$$E_3 = E_1 - E_2.$$

Відношення між E_G , E_1 , E_2 і E_3 показано на рисунку 3.4.1

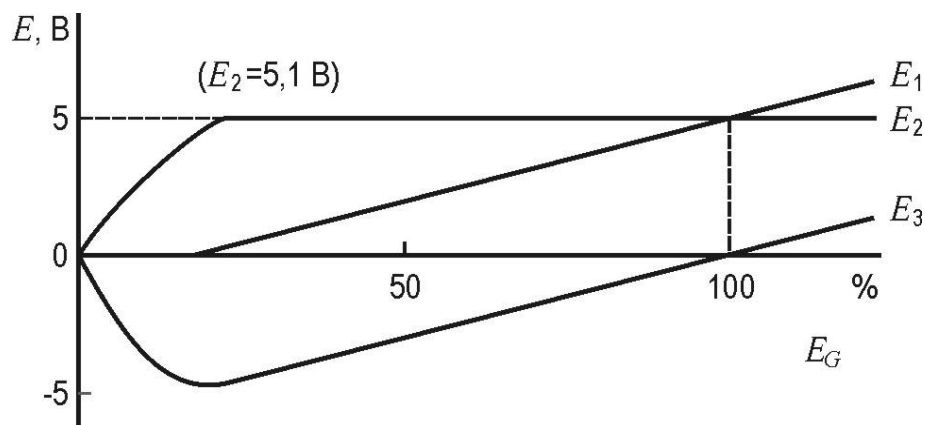


Рисунок 3.4.1 - Епюри співвідношення напруг

Основні частини (ланцюг посилення величини, що відхилилася, і коливальний контур) складені з гібрида інтегральних схем (ICs). Сигнал відхилення E_3 , посилений операційним підсилювачем, який знаходиться в ланцюзі посилення відхилення, і сигнал відхилення E_3 перетворений в коливальному контурі в одиночний відрегульований у фазовому відношенні імпульс.

У підсилювальній схемі одиночний імпульс перетворений в широкий імпульс за допомогою допоміжного тиристора і цей сигнал подається до управляючого електроду головного тиристора, щоб управляти його кутом відкриття.

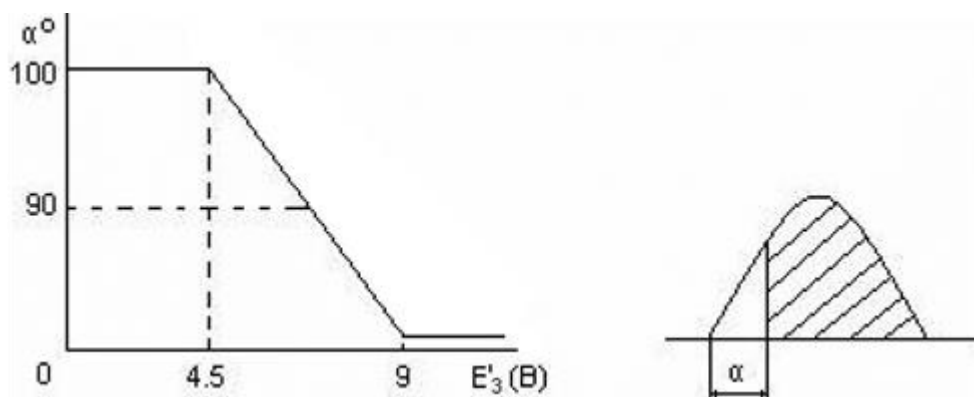


Рис 3.4.2 - Залежність сигналу відхилення E'_3 від кута відкриття тиристора

У цьому ланцюзі R — змінний резистор, регулюючий приріст АРН.

Демпфуючий ланцюг запобігає коливанням напруги. Вона реагує на зміну сигналу на виході головного тиристора і працює при різкій зміні навантаження[].

4. АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

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

Аварійні сигналізації пов'язані з роботою більшої частини обладнання на судні. Основною метою системи є надання працівникам усіх основних сигналів тривоги та інформацію про стан, які вони потребують для того, щоб підтримувати безпечну та ефективну роботу, механізмів машинного відділення та іншого відповідного обладнання. Стан у якому перебуває аварійна авральна сигналізація є показником стану судна. Саме тому розробка надійної та ефективної системи аварійної сигналізації є дуже важливим фактором, який забезпечує надійну та безпечну роботу.

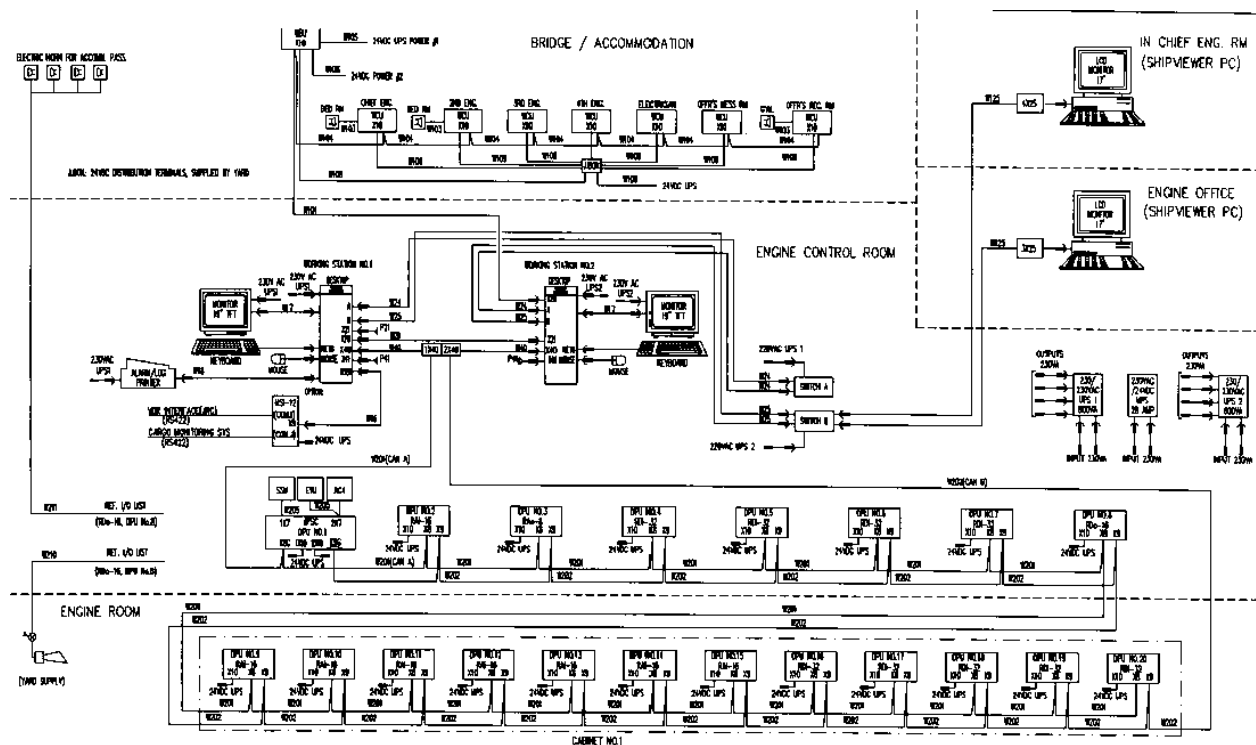


Рисунок 1 – Схема системи управління та моніторингу

Система «Kongsberg Norcontrol» - станція віддаленого оператора складається з чотирьох блоків: головний комп'ютерний пристрій, пристрій введення оператором, графічний дисплей і принтер. Станція виконує чотири різні завдання в аналітичному режимі, моніторингу та системі управління.

1. Реєстрація та надсилання / отримання даних з місцевих підрозділів.
2. Моніторинг сигналів тривоги з функцією ознайомлення.
3. Поширення тривог на міст та на інженера на вахті в той час, коли система працює без ручного керування.
4. Взаємодія з локальною мережею.

Робоча станція (ROS) складається з кольорового графічного екрана (TFT), клавіатури, миші, персонального комп'ютера та принтера. Робоча станція має надійний та зручний інтерфейс оператора для забезпечення комфортної експлуатації. Робочі станції підключені один до одного через дві лінії Ethernet, одна з яких є резервною. Дві робочі станції, які є основним та резервним сервером, обмінюються даними через лінію Ethernet з контрольними процесорами з модулями вводу-виводу (розподіленими блоками обробки) та з дистанційною системою сигналізації.

Контрольні процесори з модулями вводу-виводу (DPU) встановлюються поблизу датчиків і виконавчих пристроїв для зменшення довжини кабелів. Процесори керування, які з'єднані між собою паралельно, через 2 комутатори (Hub) підключаються до головної станції. Кожен вхід / вихід на модулі вводу-виводу має локальний світлодіодний індикатор стану роботи і текстову інформацію каналу, яку ми можемо побачити з головної станції. Процесор керування з модулем вводу-виводу виконує функції збирання та конвертування сигналів.

Система контролю та управління виконує такі функції:

- сигналізація та моніторинг;
- індикація паливних, баластних та вантажних танків;
- управління деякими насосами;
- управління та моніторинг клапанів;
- управління судновою електроенергетичною системою.

Доступні такі модулі вводу-виводу:

- 16 - каналний аналоговий модуль вводу-виводу;

- 16 - каналний цифровий модуль вводу-виводу;
- 32 – каналний цифровий модуль вводу - виводу;
- 32 – каналний аналоговий модуль вводу - виводу.

4.2. Аналіз роботи системи управління ДАУ ГД.

Система дистанційного автоматизованого керування (ДАУ) двигуном типу HYUNDAI MAN B&W, є електричною і забезпечує автоматизацію виконання алгоритмів пуску, реверса, зупинки, зміна режиму роботи двигуна відповідно до команди, отриманої з ходового містка. Установка забезпечує захист двигуна при порушенні встановлених параметрів, сигналізацію про несправності в системі й контроль за роботою та виконанням команди.

Основні елементи ДАУ розташовуються в машинному відділенні (в ЦПК) та на ходовому містку. У машинному відділенні перебувають гідравлічна система керування, повітряна система пуску, регулятор частоти обертання фірми "woodward", сервомеханізми, які керують роботою паливних насосів, два вентилятори які нагнітають додаткове повітря у двигун та система підігріву/охолодження.

На центральній панелі керування встановлені: повторювач телеграфу, сигнальна, манєврова, панель та панель виконуваних операцій, перемикач, що встановлює режим керування двигуном (дистанційний - позиція «Ввімкнено», ручний - позиція «Машинний телеграф»), кнопки зміни частоти обертання при ручному керуванні.

На ходовому містку встановлений телеграф, сигнальна та манєврова панель, та панель виконуваних операцій, самопис виконуваних команд.

Живлення системи ДАУ здійснюється змінною напругою 440 й 220 В і постійною напругою 24 В. Система ДАУ управляє гідравлічним серводвигуном реверсування й повітряною системою пуску двигуна.

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

Машинний телеграф (AUTO CHIEF C-20) - обладнання, призначене для передачі команд управління двигуном з ходової рубки в машинне відділення або ЦПУ. На судні встановлено машинний телеграф NORCONTROL. Його прилади служать для безпосереднього управління системою ДАУ, передачі показників про режими ходу судна з командних постів у виконавчі пости, та для отримання відповіді з виконавчих постів.

Енергоустаткування машинного телеграфу живиться змінним струмом 440В або 220В.

До складу приладу входять:

- центральний командний прилад;
- бортові командні прилади;
- виконавчий прилад.
- приймач-передавач.

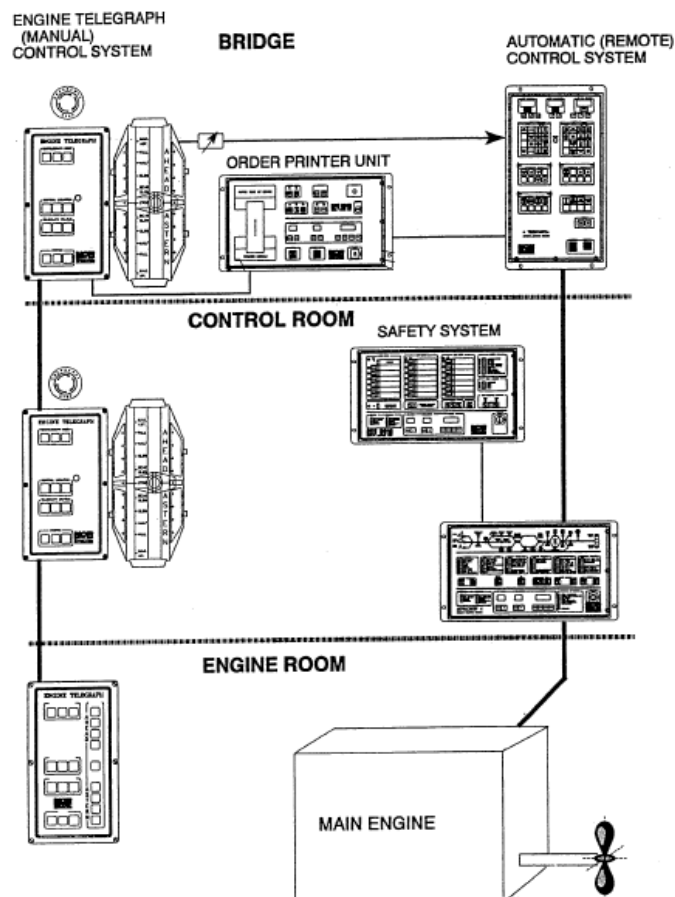


Рисунок 4.3 – Приклад реалізації машинного телеграфу

Авральна сигналізація (С-20)

Всі судна повинні мати авральну сигналізацію, яка передбачує надійну чутність в усі місцях судна. Система авральної сигналізації повинна живитися від судової мережі, а також від шин аварійного розподільного щита. Звукові пристрої авральної сигналізації повинні мати яскраві, добре видимі відмітні позначення.

Службовий внутрішній зв'язок

Внутрішній зв'язок і сигналізація через розгалужені на судні системи забезпечує швидку і точну передачу наказів. Крім того, внутрішній зв'язок дозволяє передавати дані про роботу судових механізмів і підтримувати двосторонній зв'язок між службами, побутовими та житловими приміщеннями судна. До засобів внутрішньо судового зв'язку та сигналізації насамперед відноситься дротяний зв'язок, що підрозділяється на:

- 1) електричну сигналізацію різних призначень з приладами контролю/ Електрична сигналізація широко застосовується на судах в якості дублюючої зв'язку телеграфу і телефону;
- 2) електричні телеграф і показчики;
- 3) телефонний зв'язок.. Судова сигналізація- основний засіб оповіщення (всі види тривоги, авральна, вахтова і інші групи дзвінків).

4.4. ГМЗСБ і навігація

На судні встановлені наступні навігаційні прилади:

- лаг типу JLN - 550, призначений для вимірювання швидкості судна та пройденої відстані. Показчики швидкості встановлено під пайолами у машинному відділенні. Схема лагу отримує живлення від щита навігаційних приладів напруженням 220В змінного струму.
- ехолот типу JFE – 582, призначений для вимірювання глибини. Самописець та індикатор глибини встановлено на ходовому містку. Схема отримує живлення від щита навігаційних приладів напруженням 220В змінного струму.

- гірокомпас типу TG - 8000, призначений для отримання координат судна. На крилах містка встановлено по одному репітеру. Репітери встановлено також і в навігаційній рубці, та гірокомпасній. Живлення гірокомпаса здійснюється трифазним струмом через понижувальний трансформатор.
- 2 антени AIS, на спеціальних майданчиках сигнальної палуби.

ГМЗСБ – глобальна морська система зв'язку яка необхідна для забезпечення безпеки мореплавства, що використовує сучасні системи цифрового і супутникового радіозв'язку. Була розроблена морськими країнами в Міжнародній морській організації (ІМО) і є результатом їх прийняття змін, внесених у 1988 році до Міжнародної конвенції про безпеку життєдіяльності на морі 1974 року (SOLAS).

«AMALTHEA» - танкер дедвейтом 105660тон. Райони плавання А1+А2+А3. Тому мінімальне радіоустаткування має бути наступним:

1. УКХ радіоустановка з ЦВВ – забезпечує радіотелефонний зв'язок та цифровий вибіркового виклик на дистанції 20-30 морських миль. Вона складається з:
 - прийомопередавача з антеною, блока управління, мікрофона та вбудованого гучномовця;
 - пристрою ЦВВ для несення безперервної вахти на 70 каналі та формування викликів з різним пріоритетом – JHS-32B.

Пристрій ЦВВ сканує частоту 156,525 МГц (70 канал) для визначення наявності сигналу [12].

2. ПХ/КХ радіоустановка з ЦВВ і ВБД – забезпечує радіотелефонний зв'язок та ЦВВ на середніх (до 150 морських миль) і великих (більше 150 морських миль) відстанях. Вона складається з:
 - пристрою для несення безперервної вахти ЦВВ на частотах аварії 2187,5кГц, 4207,5 кГц, 6312 кГц, 8414,5 кГц та 16804,5 кГц, а також для забезпечення вузькосмужного букводрукування, клавіатури,

монітора та принтера ;

- контролеру ЦБВ/Телекс з трубкою та вбудованим гучномовцем[12].

3. Суднова станція INMARSAT-C - забезпечує передачу та отримання текстових повідомлень. Вона складається з:

- Прийомопередавача , який під'єднаний до антени ;
- Монітора з клавіатурою ;
- Кнопки тривоги та принтеру;
- Приймача GPS [12].

4. Приймач NAVTEX – слугує для прийому навігаційної інформації в районах обслуговування цією системою, працює на частоті 518 кГц. Він складається з радіоприймача, пристрою обробки сигналу та друкувального пристрою. [12].

5. Аварійний радіобуй (АРБ) супутникової системи SARSAT – виконує передачу повідомлень про аварію в діапазоні частот 406 МГц через низькоорбітальні супутники на біляполярних орбітах та супутники на геостационарній високій орбіті [12].

6. Радіолокаційний маяк-відповідач – забезпечує визначення місця знаходження судна при аварії за допомогою передачі сигналів. РЛМВ працює в діапазоні 9,2-9,5 ГГц [12].

7. Портативна аварійна радіостанція (ПАР) – працює на частоті УКХ (156,800МГц, 16 канал). ПАР є обладнанням рятувальних засобів, на місці аварії забезпечує зв'язок між ними [12].

Апаратура ГМЗСБ може живитися від головного суднового генератора, аварійного дизель-генератора (АДГ), або від резервного джерела живлення у вигляді акумуляторів. У випадку зникнення основного живлення, за допомогою акумуляторів повинні жити наступні прилади:

- УКХ радіоустановка з ЦБВ;
- Головний засіб зв'язку для свого району плавання (ПХ радіоустановка з ЦБВ,ПХ/КХ радіоустановка з ЦБВ або станція INMARSAT);

- Приймач для отримання інформації з безпеки мореплавства (NAVTEX);
- Лампа аварійного освітлення [12].

Виберемо акумуляторну батарею, яка буде підтримувати у роботі навігаційне обладнання та засоби зв'язку протягом 1 години при температури до -15 градусів.

Таблиця 4..4.1 – Параметри суднового навігаційного обладнання та засобів зв'язку

№	Найменування	Призначення	Тип	Спож. струм (А)		Середній струм ICP, (А)
				ІТ Х	ІR Х	
1.	ПВ/КВ – радіоустановка з ЦВВ	Прийом/передача у режимах телефонії та ЦВВ	JSS-596	28	6	22
2.	Радіостанція УКХ	Прийом/передача у режимі телефонії та ЦВВ	JHS-7	5	1,2	3,7
3.	Суднова супутникова станція ІНМАРСАТ	Супутниковий зв'язок ІНМАРСАТ	JUE-75C DTE Printer EXT PSU	4,6	1 0,9 0,3 5	3,3 0,9 0,3 5
4.	GPS	Визначення	JLR-		0,4	0,4

		координат	7700MKI I			
5.	Приймач НАВТЕК С	Прийом навігаційни х повідомлен ь	NRC-330		0,2	0,2
6.	Аварійне освітлення	Аварійне освітлення				1
Всього:						34,8

Визначаємо споживчий струм за формулою:

$$I_{CP} = 0,5I_{TX} + I_{RX} \quad (4.4.1)$$

Визначаємо потрібну ємність батареї за формулою:

$$t = C_{aK} I_H \quad (4.4.2)$$

C_a – ємність батареї;

I_H – споживчий струм;

t – час роботи.

Час роботи повинен бути не менше ніж 1 година, тоді ємність батареї повинна буди приблизно 40 Агод. Враховуючи, що судно може працювати при низьких температурах, беремо батарею хоча б вдвічі більшою ємністю. Тому ємність акумуляторної батареї слід брати 80 Агод. У більшості випадків акумулятор виконується у вигляді з'єднання елементів 2В. Тож у нашому випадку, ми будемо використовувати 12 послідовно з'єднаних батарей, напругою 2В та загальною ємністю 80 Агод.

5. БЕЗПЕКА ТА ВИЖИВАННЯ НА МОРІ

5.1. Безпека людини на морі

5.1.1. Види судових тривог, розклад за тривогами та каютні картки.

Якщо в результаті стихійного лиха або по інших непередбачених причин судну, екіпажу й пасажирам, а також перевезеному вантажу загрожує небезпека або передбачається, що може виникнути небезпечна ситуація, яка може призвести до небажаних наслідків, оголошується тривога по судну. Тривоги оголошуються вахтовим помічником капітана у випадках:

- необхідності завчасно підготувати судно до запобігання будь-якої передбачуваної небезпеки;
- надходження всередину судна заборотної води;
- виникнення на судні вибуху, пожежі, витоку газу або виявлення перших ознак пожежі - диму і запаху гару, газів;
- інших аварійних ситуацій.

Якщо екіпаж і пасажир повинні покинути судно, наказ «залишити судно» видає капітан судна. За його вказівкою оголошуються сигнали тренувань. У цьому випадку пасажир, за умови, що вони перебувають на борту, заздалегідь інформуються про навчальні тривоги. Встановлено наступні види тривог, що оголошуються по судну в необхідних випадках.

- Загальносуднова тривога - якщо виникає необхідність заздалегідь підготувати судно до запобігання якої-небудь передбачуваної небезпеки, при раптовому проникненні всередину або поширенні по відсіках судна заборотної води, при виникненні на судні пожежі або вибуху, або виявленні перших ознак пожежі (заходу диму або гару); в інших аварійних ситуаціях; при необхідності забезпечити атомно-хімічний захист судна.

Сигналом оголошення загальсуднової тривоги є безперервний у плинні 25-30 с із сигнальним дзвінком голосного бою. Якщо загальсуднова тривога оголошується

через пожежу під час стоянки в порту, то сигнал тривоги супроводжується частими ударами в судновий дзвін.

- Шлюпкова тривога - при загрозі загибелі судна, коли виникає необхідність екіпажу й пасажирам залишити судно, що гине. Сигналом є сім коротких і один тривалий (5-6 с) сигнал дзвінком голосного бою. За цим сигналом всі члени екіпажу судна в рятувальних жилетах повинні зібратися в встановлених місцях збору. Члени екіпажу судна виконують спуск на воду колективних рятувальних засобів, забезпечуючи організовану і по можливості безпечну посадку в них людей, перевірку відсутності людей, що залишилися на борту судна, відхід рятувальних засобів від судна і управління ними[1].

- Людина за бортом - оголошується вахтовим помічником капітана при падінні людини за борт на ходу судна або при виявленні його в морі подачею трьох тривалих судових гудків з оголошенням по гучномовному зв'язку: «людина за бортом». Члени екіпажу судна забезпечують організацію спостереження і необхідних маневрів судна, підготовку і спуск чергової рятувальної шлюпки, пошук людини за бортом і його порятунок. Загальне керівництво рятувальною операцією повинен очолювати капітан. Він зобов'язаний вжити всіх заходів для порятунку людини, що впала за борт, і може покинути район пошуку тільки після того, як стане зрозуміло безрезультативність подальших пошуків.

Можливі три ситуації:

- 1) Негайні дії. Людина за бортом виявлена з ходового містка, і відповідні дії робляться негайно;
- 2) Дії, що вживаються з деякою затримкою. Інформація про людину за бортом надійшла на місток, і відповідні дії робляться з затримкою;
- 3) Дії, що вживаються у разі зникнення людини. На місток передано повідомлення про те, що людина зникла безвісти.

При оголошенні навчальних загальносуднових, шлюпкових тривог, а також тривоги "Людина за бортом" по судновій трансляції попередньо повідомляють, що вони навчальні [6].

Всі сигнали тривоги, крім подачі сигналів дзвінком голосного бою, дублюються голосом по судновій трансляційній мережі із вказівкою виду тривоги: "Загальсуднова тривога", "Хімічна тривога", "Людина за бортом", "Шлюпкова тривога". У випадку пробоїни, вибуху або пожежі по можливості вказується їхнє місце. Як дублюючі засоби подачі сигналів тривоги можуть використовуватися паровий свисток, тифон, сирена й інші засоби. При відсутності радіотрансляції екіпаж оповіщається голосом про вигляді тривоги, місці пожежі, пробоїни, зараження і прорив аміаку [1].

5.2. Охорона праці

5.2.1. Правила техніки безпеки при вантажних операціях на наливних судах.

Всі фахівці, що направляються на наливні судна (танкери, газовози і хімовози), повинні проходити спеціальне навчання і тренування з використання засобів індивідуального захисту (дихальних апаратів), про що робиться запис в їх посвідченнях по спеціальності [3].

До початку вантажних операцій капітан зобов'язаний отримати від вантажовідправника всі відомості про шкідливі для здоров'я людини властивості вантажу і призначити керівника вантажних операцій.

Перед початком завантаження старший або другий помічник капітана зобов'язаний проінструктувати членів екіпажу, які беруть участь в вантажних операціях:

- про властивості вантажу;
- про правила безпеки при вантажно-розвантажувальних роботах, перевезення, мийці і очищення танків;
- про безпеку при ремонтних роботах в районі вантажних танків і приміщень вантажних механізмів;
- про заходи в разі витоку або розливанню вантажу;

- про заходи надання першої допомоги при контакті з вантажем;
- про заходи щодо боротьби з пожежею і використання коштів пожежогасіння;
- про вид і позначенні ярликів небезпеки, встановлених на кришках розширювальних горловин.

Після проведення інструктажу адміністрація судна, що перевозить небезпечні вантажі наливом, повинна провести перевірку знань про особливості і небезпеки перевезеного вантажу і, по можливості, забезпечити навчальне тренування по методам боротьби на випадок витoku, переливу, загоряння вантажу, навчити членів екіпажу користуватися засобами індивідуального захисту, про що робиться запис в журналі інструктажу з техніки безпеки.

До початку вантажних операцій всі двері, ілюмінатори, отвори, через які пари шкідливих газів вантажу можуть проникнути в суднові приміщення, повинні бути закриті. Ці вимоги діють також при прийомі баласту в дегазовані танки, звільнення від газу вантажних танків і дегазації вантажних приміщень. Входити і перебувати в приміщеннях вантажних механізмів та постів управління вантажними операціями дозволяється особам, безпосередньо які беруть участь в проведенні вантажних операцій. На дверях цих приміщень повинна бути напис: «ПЕРЕД ВХОДОМ Попередити вахтового помічника І включити вентилятор!». Штучна вентиляція повинна включатися не менше ніж за 10 хв. до входу в приміщення.

При знаходженні людей в небезпечних для здоров'я приміщеннях вахтовий помічник капітана зобов'язаний встановити з ними переговорний зв'язок. Зв'язок припиняється після виходу людей з приміщення. Керівник робіт зобов'язаний доповісти вахтовому помічнику капітана про вихід людей з приміщення.

На видному місці всередині житлової надбудови судна повинна вивішуватися Карта небезпек, відповідна вантажу, що перевозиться, в якій повинні бути відображені: основні фізико-хімічні властивості вантажу, ярлик небезпек; заходи з надання першої допомоги потерпілому від контакту з вантажем; прийоми гасіння в разі пожежі та інші дії екіпажу в аварійних ситуаціях, а також ГДК для даного вантажу.

Перед початком вантажних операцій або прийому баласту в дегазовані танки необхідно упевнитися, що:

- системи аварійної зупинки, аварійної сигналізації і інші пристрої безпеки, а

також основні вузли випробувані і готові до дії;

- суднова система газового аналізу працює справно;
- несумісні вантажі подаються через окремі трубопроводи;
- перевірені, готові до дії і розміщені в необхідних місцях засоби індивідуального захисту, в тому числі два комплекти ізолюючих повітряних дихальних апаратів знаходяться біля приміщення вантажних механізмів (вантажне насосне, компресорне відділення);
- судновий екіпаж і берегові фахівці сповіщені про початок операції;
- встановлені попереджувальні знаки на судні і на березі;
- двері, ілюмінатори і інші отвори приміщень житлових надбудов щільно закриті;
- закриті і закріплені штатними пристроями кришки люків, мийних горловин, оглядових люків і пробки вимірювальних приладів вантажних танків;
- піддони розташовані під фланцями, де можливі протікання через зміщення шлангових з'єднань, патрубків, заглушок і т.п.

Під час перевезення вантажу має вестися постійне спостереження за його станом у всіх вантажних приміщеннях (тиск, температура і рівень)

При виконанні суднових робіт, пов'язаних з можливою витоків газів або пари, коли можливі отруєння, обмороження, опіки людей, займання або вибух суміші газів і парів, необхідно застосовувати технологічні карти, затверджені в установленому порядку. У випадках, коли такі карти відсутні на судні, зазначені види робіт дозволяється проводити при наявності розробленого старшим помічником капітана і затвердженого капітаном плану організації цих робіт, який повинен передбачати необхідні заходи щодо техніки безпеки, а також тип і порядок застосування засобів індивідуального захисту[7].

5.3. Протипожежний захист судна

5.3.1. Теорія горіння. Види горіння. Пожежний трикутник.

Горінням називається фізико-хімічний процес, що супроводжується виділенням теплоти і випромінюванням світла. Сутність горіння полягає в швидко протікаючому процесі окислення хімічних елементів горючої речовини з киснем повітря. Під час реакції горіння відбувається з'єднання атомів різних елементів з утворенням нових речовин. Основними продуктами горіння є:

- Окис вуглецю CO - безбарвний газ без запаху, що володіє високою токсичністю, зміст якого в повітрі більше 1 % небезпечний для життя людини;
- Вуглекислий газ CO_2 - відноситься до інертних газів, але при вмісті в повітрі 8-10% людина втрачає свідомість і може загинути від задухи;
- Пари води H_2O -додають димовим газам біле забарвлення;
- Сажа і попіл, що додають димовим газам чорне забарвлення [2].

Залежно від швидкості реакції окислення розрізняють:

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

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

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

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

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

Для процесу горіння необхідні відповідні умови: горюча речовина, що здатна самостійно горіти після видалення джерела займання. Повітря (кисень), а також джерело займання, що повинно мати певну температуру і достатній запас теплоти. Якщо одна з цих умов відсутня, процесу горіння не буде. Так званий пожежний трикутник (кисень повітря, теплота, горюча речовина) можуть дати найпростіше уявлення про три фактори пожежі, необхідних для існування пожежі. Символічний пожежний трикутник (Рисунок 5.3.1), наочно ілюструє це положення і дає уявлення про важливі фактори, необхідні для запобігання і гасіння пожеж:

- якщо одна із сторін трикутника відсутня, пожежа не може початися;
- якщо одну зі сторін трикутника виключити, пожежа згасне.

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

Якщо ланцюгова реакція буде перервана, тоді в результаті поступового зменшення утворення парів і виділення теплоти пожежа буде погашена. Разом з тим, при тлінні або можливого вторинному займанні необхідно забезпечувати подальше охолодження [5].



Рисунок 5.3.1 – трикутник горіння

Для уникнення займання вантажу у вантажних танках, на танкерах використовують систему інертних газів. Система інертних газів призначена для активного захисту

вантажних відсіків танкера від пожежі і вибуху шляхом створення і постійного підтримання в них інертної мікроатмосфери з вмістом кисню об'ємом не більше 8%. У такому збідненому киснем середовищі неможливо займання вуглеводневих парів, що виділяються вантажем, що перевозиться або його залишками на внутрішніх поверхнях вантажних танків.

5.4. Охорона навколишнього середовища

5.4.1. Зміст, призначення та вимоги до Суднового плану надзвичайних заходів по боротьбі із забрудненням нафтою (SOPEP).

SOPEP - це Судновий Аварійний План по Боротьбі з розливом Палива. SOPEP повинен бути схвалений Урядом Прапора судна або Класифікаційним Товариством, призначеним Урядом Прапора. Це означає, що План перевірений на відповідність вимогам конвенції МАРПОЛ 73/78, Додаток 1, Правило 2S. Мета Плану - забезпечити капітана і комсклад судна керівництвом для дій в разі забруднення або при очікуванні такого випадку[7].

"Судновий план надзвичайних заходів по боротьбі із забрудненням нафтою" - встановлює для екіпажу конкретного судна організацію і порядок дій при ліквідації експлуатаційних розливів нафти, заходи реагування на фактичні і ймовірні розливи нафти при аваріях судна, надання допомоги персоналу в діях при несподіваному скиданні нафти, заходи прийнятих для припинення чи зменшення скидання і пом'якшення його впливу. Дії екіпажу при розливах нафти в рамках справжньої Плану є складовою частиною комплексу заходів щодо забезпечення безпеки і живучості судна відповідно до СОЛАС 74/95. Відповідальність за введення в дію на судні цього Плану, за внесення в нього змін за результатами проведених екіпажем операцій по ліквідації розливів нафти, тренувань і навчань, за коригування за інформацією судновласника адрес і контактних телефонів для зв'язку з компетентними органами та агентськими фірмами при розливах нафти, покладається на капітана судна. при виявленні розливу палива будь член екіпажу зобов'язаний негайно доповісти про це капітану або вахтовому помічнику, який має оголосити тривогу по боротьбі з розливу палива. необхідно пам'ятати, що розлив палива може викликати пожежу або вибух[1]. Первісне оповіщення з судна необхідно у випадках:

- розливу палива через пошкодження судна або його обладнання;
- передбачуваного розливу палива з метою збереження судна або порятунку екіпажу;
- під час експлуатації судна відбулося скидання баласту, забруднення якого перевищує кількість або миттєву норму, дозволена відповідними правилами з охорони навколишнього середовища.

Найбільш часті розливи палива, відбуваються з наступних причин:

- Пошкоджень трубопроводів і шлангів;
- Переповнення паливних танків;
- Протікання (негерметичність) корпусу.

У разі пошкодження трубопроводу під час бункерування: негайно:

- Зупинити бункерування і закрити клапани колектора;
- Оголосити тривогу і почати проведення аварійних операцій;
Проінформувати персонал бункерувальника про інцидент;

Наступні дії:

- Розглянути необхідність припинення вентиляції надбудови і машинного відділення;
- Визначити місце протікання і почати процедури з очищення;
- Осушити відповідну ділянку трубопроводу відкаткою в порожній або неповний танк (тобто в переливної або інший паливний танк); Приготувати переносні насоси і, де можливо, перекотити розлите паливо в неповне або порожній танк. Якщо розлив палива стався на борту судна і може бути зібраний Командою по Боротьбі з розливу палива, то необхідно:
- Використовувати адсорбуючі і дозволені хімічні речовини для видалення розливу;
- Переконалися, що залишки палива, зібрані в процесі зачистки зберігаються належним чином до їх утилізації [5].

6. ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА СУДНА

6.1. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

Варіант №18

Круїзне судно «Oceanic» стоїть біля пасажирського причалу порту Гонконг (Китай). Отримано повідомлення про інцидент зі зрідженим газом: на відстані 2 км від судна на території операційної зони вантажних причалів при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт в результаті зісковзування і падіння контейнера-цистерни з хлором сталося його руйнування з подальшим розливом вмісту. Кількість розлитого хлору, який є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР), 5 т. Характер розливу НХР - «вільно». Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 10.00, температура повітря 20, швидкість вітру 2 м / с, вітер - зустрічний, суцільна хмарність. Від судна до місця аварії - міська (промислова) забудова. Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії. Запропонувати заходи щодо зменшення можливих втрат серед екіпажу і пасажирів судна.

6.2 Оцінка масштабу хімічного зараження території.

- Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

За заданими метеорологічним умовам (час доби - день, швидкість вітру 2 м/с, суцільна хмарність) за допомогою таблиці 6.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

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

Таблиця 6.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

- Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі.

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

При розливі скраплених рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість $Q_{\text{э1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 5 = 0,207 \text{ т} \quad (6.1)$$

де: $K_1 = 0,18$ - коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 6.2);

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (таблиця 6.2);

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

$K_7^1 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (таблиця 6.2);

$Q_0 = 5$ – кількість розлитого при аварії хлору, т.

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

Таблиця 6.2 – Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

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

Площа розливу S_p (м²) СДОР дорівнює:

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

$$S_p = \frac{5/1,558}{0,05} = 64,2 \text{ м}^2$$

де:

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

$\rho = 1,558$ - щільність хлору, т/м^3 (таблиця 6.2);

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

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.):

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

$$T = \frac{0,05 \cdot 1,558}{0,052 \cdot 1,33 \cdot 1} + \frac{1}{0,2 \cdot 12} = 0,935 + 0,14 = 1,54 \text{ год} = 92 \text{ хв.}$$

де: $K_2 = 0,052$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей фосгену (таблиця 6.2);

$K_4 = 1,33$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 6.3);

$K_7^{\text{II}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 6.2);

$K_M = 0,2$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари хлору (таблиця 6.4);

$V_{\text{п}} = 12$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год (таблиця 6.5).

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

		3	6	0	,	6	0	3	,	0
		3	7		3	7		4	6	
					4				7	

Таблиця 6.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1
Рівнинний, поодинокі дерева	0,5	0,6	0,6
Рівнинний, густий ліс	0,3	0,4	0,4
Пагорби, поодинокі дерева	0,2	0,3	0,4
Пагорби, густий ліс	0,1	0,2	0,3
Передгір'я, поодинокі дерева	0,1	0,2	0,3
Передгір'я, густий ліс	0,1	0,1	0,1
Поодинокі будівлі	0,2	0,3	0,4
Міська (промислова) забудова	0,2	0,2	0,3
Територія порту	0,2	0,2	0,3

Таблиця 6.4 – Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 6.5 – Швидкість (км/год) перенесення v_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

$$Q_{\Sigma 2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\text{II}} \cdot \frac{Q_o}{h \cdot \rho}, \quad (6.4)$$

$$Q_{\Sigma 2} = (1 - 0,18) \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{5}{0,05 \cdot 1,558} = 0,84 \text{ т.}$$

де: $K_1 = 0,18$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 6.2);

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (таблиця 6.2);

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

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

- Визначення глибини і площі зони зараження

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

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 і менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31

Таблиця 6.6 – Глибина (км) зони зараження

Для $Q_{\Sigma 1} = 0,207$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою: $\Gamma_1 = 0,84$ км.

Для $Q_{\Sigma 2} = 0,84$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою: $\Gamma_2 = 2,68$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' \quad (6.5)$$

$$\Gamma_{\Sigma} = 2,68 + 0,5 \cdot 0,84 = 3,1 \text{ км,}$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi}, \quad (6.6)$$

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 3,1 \text{ км.}$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_B (км²) хмарою СДОР:

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ \quad (6.7)$$

$$S_B = 3,14 \cdot 3,1^2 \cdot 90^\circ / 360^\circ = 7,5 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 3,1$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

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

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

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

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

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \quad (6.8)$$

$$S\phi = 0,133 \cdot 3,26^2 \cdot 1^{0,2} = 1,41 \text{ км}^2,$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\phi = 90^\circ$ (таблиця 6.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 3,1$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу хлору. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

6.3 Розрахунок глибин зон смертельного ураження

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_l (км):

$$\Gamma_l = \lambda \cdot K_M \left(\frac{Q_3}{D_l} \right)^\Psi, \quad (6.9)$$

$$\Gamma_l = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{3,52}{6} \right)^{0,580} = 0,33 \text{ км}$$

де: $\lambda = 2,31$; $\Psi = 0,580$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (таблиця 5.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,84 + 2,68 = 3,52$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

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

Таблиця 6.8 – Коефіцієнти λ і Ψ , що залежать від швидкості вітру

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

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_{0,4l}} \right)^{\Psi} \quad (6.10)$$

$$\Gamma_{0,4l} = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{3,52}{2,4} \right)^{0,580} = 0,58 \text{ км}$$

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

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

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_{\text{э}}}{D_{0,2l}} \right)^{\Psi}, \quad (6.11)$$

$$\Gamma_{0,2l} = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left(\frac{3,52}{1,2} \right)^{0,580} = 0,86 \text{ км}$$

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

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 3,1$ км.

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

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

$$t = \frac{x}{K_M \cdot V_{\pi}}, \quad (6.12)$$

$$t = \frac{2}{0,2 \cdot 12} = 0,83 \text{ год} \approx 50 \text{ хв}$$

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

Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат:

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті зісковзування і падіння контейнера – цистерни з хлором на території пасажирського причалу яка показала, що хмара зараженого повітря досягне межі житлової надбудови судна, через 50 хв. В результаті утворення хмари зараженого повітря при розливі хлору приміщення надбудови судна, де може укритися екіпаж судна, не потрапляють в зону легких уражень, що у свою чергу не є загрозою для життя

моряків.

При досить швидкому підході зараженого повітря до житлової надбудови час дії вражаючих концентрацій хмари буде досить тривалим – 92 хв. Сила вітру (2 м/с) забезпечує збереження вражаючих концентрацій на глибині - до 3,1 км.

Для зменшення можливих людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

- якнайскоріше прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна;
- максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж;
- використати наявні на судні дихальні апарати, при цьому забезпечити контроль часу знаходження людей в апаратах (захисна дія дихальних апаратів обмежена часом у 30 хв.);
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- судно повинно як можна скоріше покинути зону зараження .

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі були розглянуті і проаналізовані основні питання автоматизації та устаткування електрообладнання і систем управління танкеру «AMALTHEA» дедвейтом 105 660т.

Також в ході дипломної роботи було здійснено:

- аналіз вимог, та правила технічної експлуатації механізму та електроприводу компресору пускового повітря
- розрахунок та вибір електродвигуна
- вибрана комутаційна апаратура;

Було розраховано суднову електроенергетичну систему: розрахунок потужності СЕЕС у різних характерних режимах експлуатації судна; аналіз найбільш раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійних схем ГРЩ, розраховано струм короткого замикання на шинах ГРЩ та вибрано відповідні автоматичні вимикачі, було обрано систему збудження виробника ТАУО; розрахований провал напруги СЕЕС під час пуску пожежного насосу, вибір і опис системи дистанційного автоматизованого керування дизель генератору та опис алгоритмів його роботи.

Також було розглянуто принцип роботи суднової системи моніторингу та системи управління головним двигуном. Описано технічні характеристики навігаційного обладнання та засобів зв'язку. Розраховано батареї для живлення апаратури ГМЗСБ.

Розглянуті та розкриті питання охорони праці та цивільного захисту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басанец Н.Г. Спасание и выживание на море: учебное пособие. Одесса: ОНМА, 2013. 158 с.
2. Басанец Н. Г., Коллегаев М. А., Ляшенко А. Б. Технические средства и организация противопожарной защиты судов: учебное пособие. Одесса: ОНМУ, ОНМА, 2011. 368 с.
3. Баскаков С.П. Безопасность на танкерах: учебное пособие, 2003. 90 с.
4. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Запарний В. В. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник / За ред, Є. П. Желібо. 6-е вид. К.: Каравела, 2008. 344 с.
5. Парменова Д.Г., Крайнова В.І. Безпека людини та охорона навколишнього середовища. Електробезпека на борту судна: методичні вказівки до виконання практичних робіт / Укл. Д. Г. Парменова, В. І. Крайнова. Одеса: НУ«ОМА», 2017. 41 с.
6. Міжнародна конвенція про пошук і рятування на морі 1979 року: Конвенція, Міжнародний документ від 27.04.1979 з поправками.
7. Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден 1973 року змінена Протоколом 1978, International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL) з поправками.
8. Авдеев Б.А.» Элементы и функциональные устройства судовой автоматики» СПб.: Наукоемкие технологии, 2018. 260 с.
9. Яковлев М. С. «Судові електроенергетичні системи». Л.: Суднобудування, 1987.
10. Судовые электроприводы. Справочник в двух томах. Под ред. И.Р. Фрейдзона. Т. 1. Л., «Судостроение», 1975. Авт.: А. П. Богословский, Е. М. Певзнер, И. Р. Фрейдзон, А. Г. Яуре. 392 с.
11. Судовые электроприводы. Справочник в двух томах. Под ред. И.Р.

Фрейдзона. Т. 2. Л., «Судостроение», 1975. Авт.: А. П. Богословский, Е. М. Певзнер, И. Р. Фрейдзон, А. Г. Яуре. 424 с.

12. Шишкін А.В. Глобальная морская система связи для безопасности мореплавания. – 7-е изд., перераб. и доп. – Одесса: Одесская Национальная Морская Академия, 2010. 332 с.
13. Афанщенко В. Н. «Правила технической эксплуатации морских и речных судов», 1997.
14. «Правила технічної експлуатації суднових технічних засобів». РД31.21.30-83. - М.: В/О «Мортехинформреклама», 1984 р.
15. Власенко А. А. «Суднова електроавтоматика». М.: Транспорт, 1983.
16. Пипченко А. Н., Пономаренко В. В., Теплов Ю. И., Романенко А. В. «Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления», Одесса, 2006.
17. Афанщенко В. Н. «Правила технической эксплуатации морских и речных судов», 1997.