

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АВТОМАТИКИ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ
Кафедра: «Електрообладнання та автоматики суден»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему:

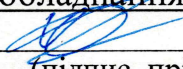
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОННА
АПАРАТУРА ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТАНКЕРА
ВОДОМІСТКІСТЮ 127 000 ТОН

Виконав: студент 5 курсу, групи 3501Б₃
спеціальності:

271 – Річковий та морський транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Спеціалізація: «Експлуатація суднового
електрообладнання і засобів автоматики»

 ШАБЛЕВ В.В.
(підпис, прізвище та ініціали)

допущений до захисту 14.12.2021

(дата)

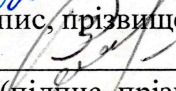
Завідуючий кафедрою

 ГВОЗДЕВА І.М.
(підпис, прізвище та ініціали)

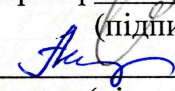
Керівник

 ЛЕЩЕНКО В.В.
(підпис, прізвище та ініціали)

Нормо контролер

 ЗЕЛЕНЮК С.О.
(підпис, прізвище та ініціали)

Рецензент

 ШУСТАК А.І.
(підпис, прізвище та ініціали)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут автоматики та електромеханіки

Спеціалізація: Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики

Кафедра електрообладнання і автоматики суден

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

 Гвоздева Ю.М.
(прізвище та ініціали)

« 8 » 11 2021р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу бакалавра

ШАБЛЕЄВ В.В.

(прізвище та ініціали)

1. Тема: Електрообладнання, електронна апаратура та системи управління танкера водотітк. 127000 тон

затверджена наказом ректора № 1694 від « 08 » 11 2021 року

2. Термін закінчення роботи: « 16 » 12 2021 року

3. Вихідні дані до роботи: Танкер водотітк. 127000 тон, перелік устаноеного на судні ел.обладнання, суднова комп'ютерна мережа, ел.привод компресора пускового повітря, котельна установка.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

1. Техніко-експл. характеристика судна. 2. Судновий електропривод. 3. Суднова електросистемна система. 4. Аналіз системи та пристроїв управл. судном. 5. Охорона праці та цивільний захист.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

1. Принципова ел.схема компресора пускового повітря
2. Сисхема з'єднання генератору типу TYRIPART
3. Однолінійна схема ТЩД і АВШ
4. Суднова комп'ютерна мережа.
5. Алгоритм запуску допоміжною силою

1. Консультанти по роботі, з назвою розділів роботи, що до них відносяться:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розрахунок режимів роботи та вибір електропривода одного із суднових механізмів	Кеценко ВВ		
Розрахунок суднової електроенергетичної системи (СЕЕС)	Кеценко ВВ		
Аналіз систем та пристроїв управління судном.	Кеценко ВВ		
Цивільний захист	Кеценко ВВ		
Охорона праці	Кеценко ВВ		

Дата видачі завдання: "15" 11 2021 року

Керівник

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Техніко-експл. харак. суд.	15.11.21 – 17.11.21	
2.	САЕП	18.11.21 – 23.11.21	
3.	САЕЕС	24.11.21 – 03.12.21	
4.	Аналіз систем та пристр. управління судном	04.12.21 – 11.12.21	
5.	Охорона праці та цивільний захист	12.12.21 – 16.12.21	

Курсант (студент)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

В дипломній роботі зроблено розрахунок та вибір електрообладнання танкеру водомісткістю 127 000 тон. Розрахована потужність, та зроблений вибір електродвигуна і системи управління електроприводу компресора, вибрана комутаційна апаратура і схеми ГРЩ, проведена перевірка ліній на втрату напруги. Розрахована потужність, та зроблено вибір кількості та потужності генераторних агрегатів суднової електростанції. Вибрана система розподілення електроенергії по судну. Також розглянуті питання технічної експлуатації суднового електрообладнання та правил техніки безпеки.

In the thesis work a calculation and selection of electrical capacity of 127 000 tanker. Calculated power and a selection is made and the motor control system of the electric compressor is selected switchgear and circuit MSB, audited lines on the tension loss. Calculated power and a selection is made and the amount of power generating units ship power. Selected power distribution system on the ship. Also consider the technical operation of the ship's electrical and safety regulations.

«СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, СУДНОВА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ,
ГОЛОВНИЙ СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОРОЗПОДІЛЬНИЙ ЦИТ,
ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ»

1. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА, ГОЛОВНОЇ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ, ДОПОМІЖНИХ МЕХАНІЗМІВ ТА СИСТЕМ

1.1 Загальні відомості про судно (корпус, рушій, вантажні приміщення)

Танкер важкого палива. Номер будови: S363. Класифікація: DNV, +1A1, FOR OIL ESP, CSR, EO, VSC-2, VIS, SPM, TMON.

- загальна довжина 274.34 м;
- загальна ширина 48 м;
- загальна висота 23.1м;
- надводний борт 5.969 м;
- дедвейт 127000 т;
- брутто реєстровий тоннаж 81384 т;
- експлуатаційна швидкість 15.8 вузлів;
- головний двигун – 1шт: HYUNDAI – B8W, потужністю 18660 кВт ,
номінальна частота обертання 91 об/хв;

Детальна інформація наведена у таблиці 1.1

						Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 1.1 – Характеристики головного двигуна

Тип		HYUNDAI-MAN B&W, двотактний, реверсивний, дизельний двигун з постійним тиском турбонаддуву	
Модель		HYUNDAI-MAN B&W S70MC-C7	
Кількість циліндрів			6
Діаметр циліндру		mm	700
Хід поршня		mm	2,800
Макс. безперервна робота	Вихідна потужність	bhp	-
		kW	18,660
	Обертання	rpm	91
	Тиск	bar	19.0
	Pmax	bar	150
	Швидкість поршня	m/s	8.5
Робочий режим	Вихідна потужність	bhp	-
		kW	16,794
	Обертання	rpm	87.9
	Тиск	bar	17.7
Маса		тон	555
Напрямок обертання		По годинниковій стрілці (глядаючи з корми)	
Охолодження	Рубашка двигуна	Прісна вода	
	Поршень	Масло	
	Охолодж. наддувного повітря	Прісна вода	
Система запуску		Стиснуте повітря (макс. Тиск 30 bar)	

Танкер має 6 пар вантажних танків, 1 пару слоп танків і 6 пар баластних танків. Місткість танків наведена нижче у таблиці 1.2.

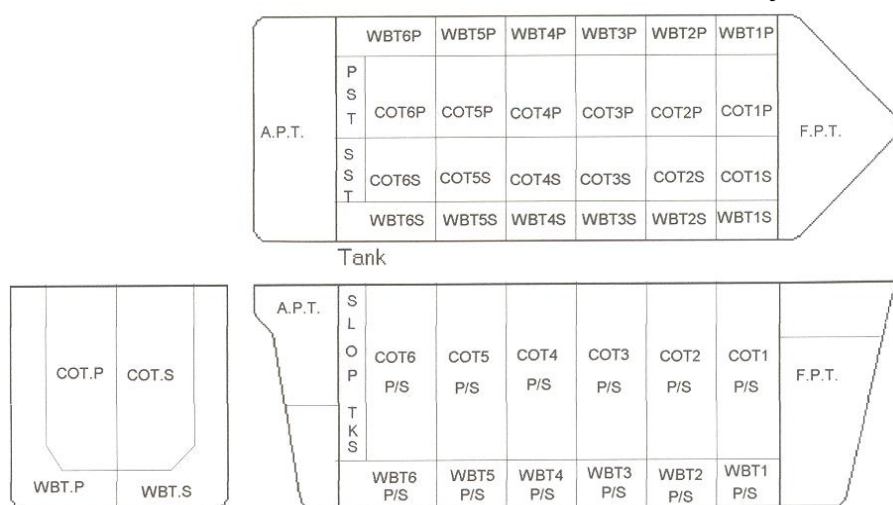


Рисунок 1.1 – Розміщення вантажних та баластних танків

Таблиця 1.2 – Ємкість вантажних та ін. танки

Назва танка	Ємкість 100%, м ³	Разом ємкість 100%, м ³
№1 (port/strb) вантажний танк	22275.0	173826
№2 (port/strb) вантажний танк	30053.6	
№3 (port/strb) вантажний танк	30144.8	
№4 (port/strb) вантажний танк	30144.8	
№5 (port/strb) вантажний танк	30144.8	
№6 (port/strb) вантажний танк	28194.2	
Слоп танки	2868.8	2868.8
Танк важкого палива	4061.4	4061.4
Танк дизельного палива	232.9	232.9
Танк змащувального мастила	309.3	309.3
Танк «Прісної води»	562.4	562.4
Інші танки	181.7	181.7
Баластні танки	54292.4	54292.4

1.2 Загальні відомості про головну і допоміжної енергетичних установках (двигунах, котлах, допоміжних механізмах, суднових системах)

Головний двигун HYUNDAI-MAN B&W S70MC-C7

Загальний вид та габаритні розміри головного двигуна наведені на
рисунок 1.2

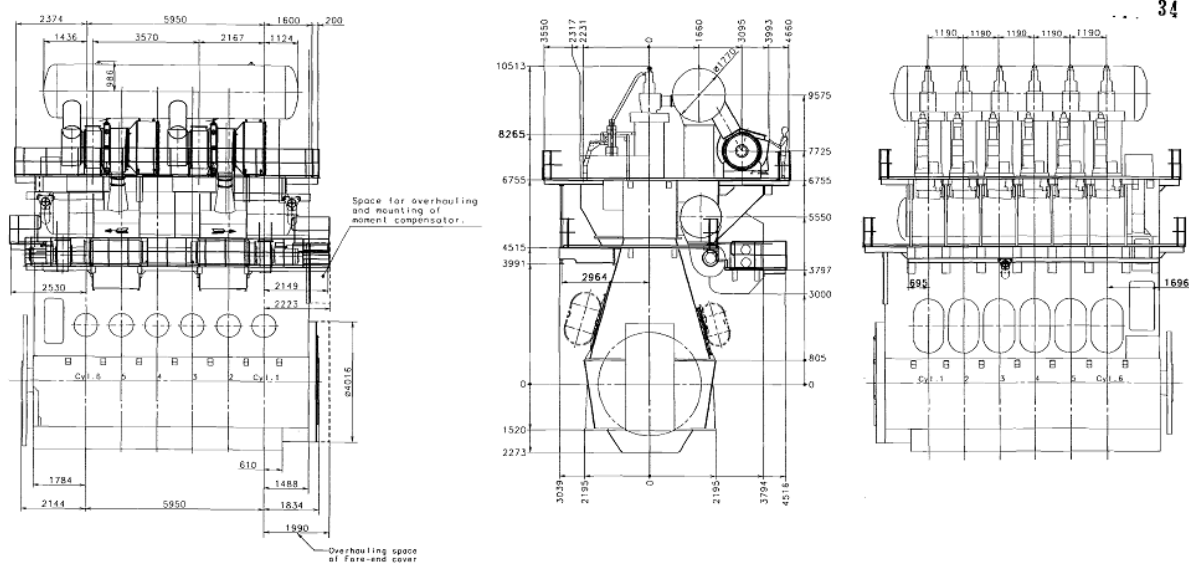


Рисунок 1.2 - HYUNDAI-MAN B&W

Таблиця 1.3 – Характеристики головного двигуна

Тип		HYUNDAI-MAN B&W, двотактний, реверсивний, дизельний двигун з постійним тиском турбонадуву, потужністю 18660 кВт , при 91 об/хв;	
Модель		HYUNDAI-MAN B&W S70MC-C7	
Кількість циліндрів			6
Діаметр циліндру		mm	700
Хід поршня		mm	2,800
Макс. безперервна робота	Вихідна потужність	bhp	-
		kW	18,660
	Обертання	rpm	91
	Тиск	bar	19.0
	Pmax	bar	150
	Швидкість поршня	m/s	8.5
Робочий режим	Вихідна потужність	bhp	-
		kW	16,794
	Обертання	rpm	87.9
	Тиск	bar	17.7
Маса		тон	555
Напрямок обертання		По годинниковій стрілці (глядаючи з корми)	
Охолодження	Рубашка двигуна	Прісна вода	
	Поршень	Масло	
	Охолодж. продувного повітря	Прісна вода	
Система запуску		Стиснуте повітря (макс. Тиск 30 bar)	

Аварійне відключення головного двигуна

При дотриманні наступних умов, головний двигун буде автоматично зупинений та буде поданий сигнал тривоги:

- А) більш швидкості (датчик швидкості пікап-сенсор)
- Б) Низький тиск змащувального масла (реле тиску)
- В) Турбокомпресор L.O. низький тиск на вході (перемикач тиску)
- Г) Висока температура колодки упорного підшипника(температурний перемикач)
- Е) Температура підшипника розподільчого валу (датчик температури)

Реверс

Реверсування двигуна здійснюється за допомогою кутового переміщувального ролика в приводний механізм паливного насоса кожного циліндра двигуна. Реверсивний механізм активується і управляється за допомогою стиснутого повітря, що подається до двигуна. Випускний клапан шестерня не є оборотним.

Регулятор

Двигун повинен бути забезпечений електронним регулятором. Установка швидкості приводу визначається за допомогою електронного сигналу від електронного регулятора на підставі положення головної регулюючої ручки.

Привід з'єднаний з регулюючим валом палива за допомогою механічного зв'язка.

Циліндр лубрикатор

Система змащення Альфа призначена для подачі циліндрового масла з перервами, наприклад, кожні чотири, п'ять, шість і т.д. обертів двигуна, при постійному тиску і з електронним управлінням часом і дозуванням в певному положенні.

Система відпрацьованих газів

З випускних клапанів, газ поступає до приймача вихлопних газів, де коливання тиску з боку окремих циліндрів вирівнюються, а загальний обсяг газу поступає далі до турбонагнетачу при постійному тиску. Після турбокомпресора, газ поступає до зовнішньої системи вихлопної труби.

Компенсатори встановлюються між приймачем і випускними клапанами, і між приймачем і турбокомпресором.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Приймач вихлопних газів і вихлопні труби забезпечені ізоляцією, покриті гальванізованою сталевною обшивкою. Існує захисна решітка між приймачем відпрацьованого газу і турбокомпресором.

Запуск системи забору повітря

Система запуску повітрям містить основний стартовий клапан, зворотний клапан, розривні мембрани для патрубків до кожної труби, повітряного розподільника вихідного і вихідного клапана на кожному циліндрі. Головний пусковий клапан з'єднаний з системою маневрування, яка контролює запуск двигуна.

Розподільник стартового повітря регулює подачу повітря управління для вихідних клапанів таким чином, що вони постачають в циліндри двигуна пускове повітря в правильному порядку випалу.

Розподільник стартового повітря має один набір кулачків для запуску «Вперед» і один набір для «назад», а також один клапан управління для кожного циліндра.

Система Маневрування

Двигун забезпечений пневматично / електричною системою маневрування і подачі палива. Система передає сигнал управління від окремої консолі до двигуна.

Система регулювання дозволяє запускати, зупиняти, вмикати зворотний рух двигуна і виконувати функцію управління швидкістю обертання двигуна. Ручка швидкості на консолі маневрування дає сигнал швидкості встановлення регулятора, що залежить від необхідного числа обертів.

При зупиненні впорскування палива припиняється шляхом активації клапанних паливних насосів, незалежно від положення рукоятки управління швидкості.

Реверс здійснюється шляхом переміщення ручки керування швидкості від «Стоп» на «Назад» позиції. Потім повітря переміщається через розподільник стартового повітря, і через повітряний циліндр, переміщуваний ролик в приводному механізмі для паливного насоса, до положення «Назад».

Двигун забезпечений пультом аварійного управління.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Дизель генератори (основні) – 3 шт: HYUNDAI-HIMSEN 6H21/32

На судні встановлені 3 генераторні станції потужністю 860 кВт кожна, частота обертання 720 об/хв;

Загальний вид дизель генератору наведений на рисунку 1.3.

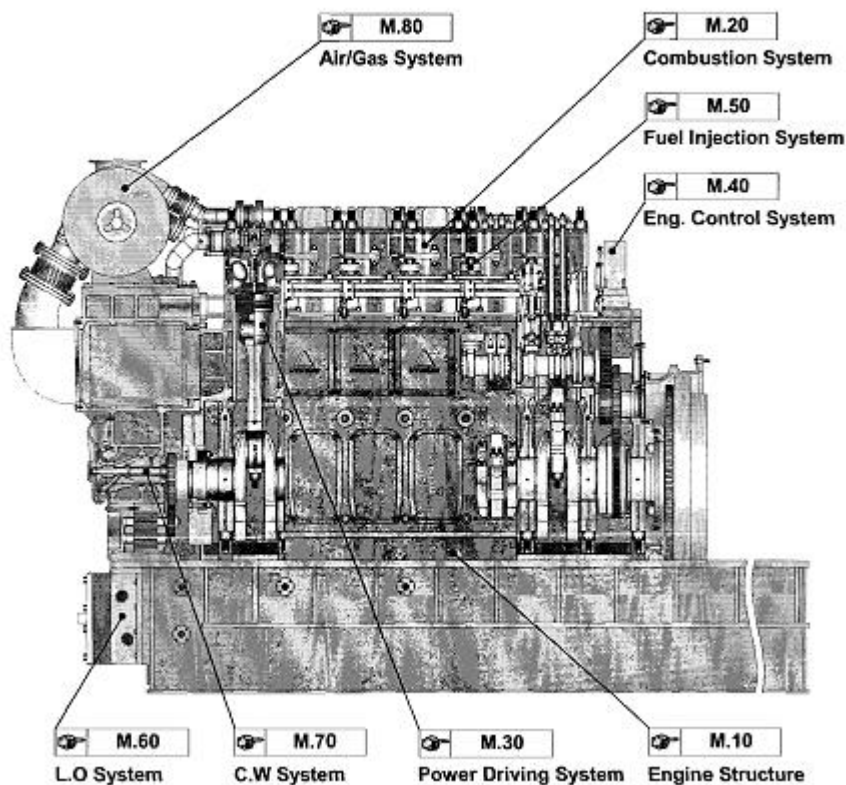


Рисунок 1.3 Дизель генератор HYUNDAI-HIMSEN 6H21/32

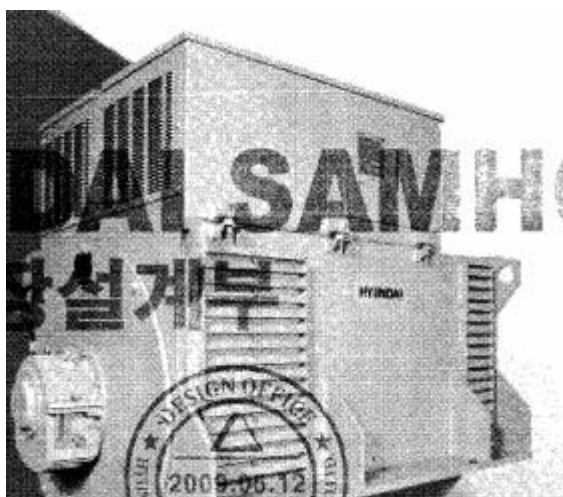


Рисунок 1.4 Генераторна станція

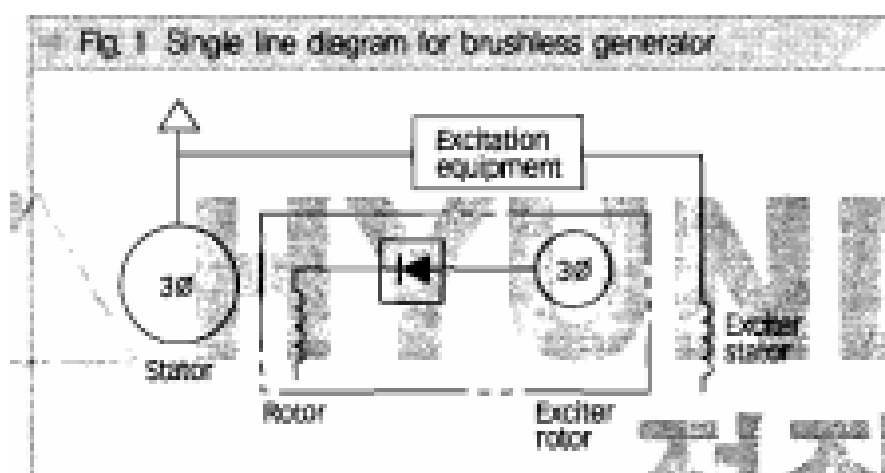


Рисунок 1.5 – Лінійна схема без щіткового генератора

Безщітковий генератор, який наведений на рисунку 1.5 має збуджувач та випрямляч, що обертається на роторі генератору.

При роботі генератора контролюють його напруги, струми, активну потужність, частоту, температури підшипників, і охолоджуючого повітря на виході, систем примусового змащення, охолодження і вентиляції, шуми і вібрації. При виявленні несправностей негайно доповідають вахтовому механіку, запускають інший генератор, переводять на нього навантаження, а несправний генератор зупиняють.

Для зупинки генератора його розвантажують, відключають від шин ГРЩ, після чого дають дозвіл на зупинку приводного двигуна, вимикають системи охолодження, незалежної вентиляції і примусового змащення (при їх наявності). Запуск генератора проводиться в зворотному порядку.

Перед запуском дизель-генератора навісний маслопрокачувальний насос повинен працювати і створювати тиск до 0,3 кг / см². Після старту, при

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Таблиця 1.4 – Загальні характеристики аварійного генератору

Model	NT855DMGE
Rated Output	300 kW (375 kVA)
Rated Voltage	AC 450V
Speed	1800 RPM
Frequency	60 Hz
Power Factor	0.8(Lagging)
Electric & Hydraulic	
Weight	3530 kg
Length	3712 mm
Width	1480 mm
Height	1588 mm
Speed Droop	0 ~ 5 %

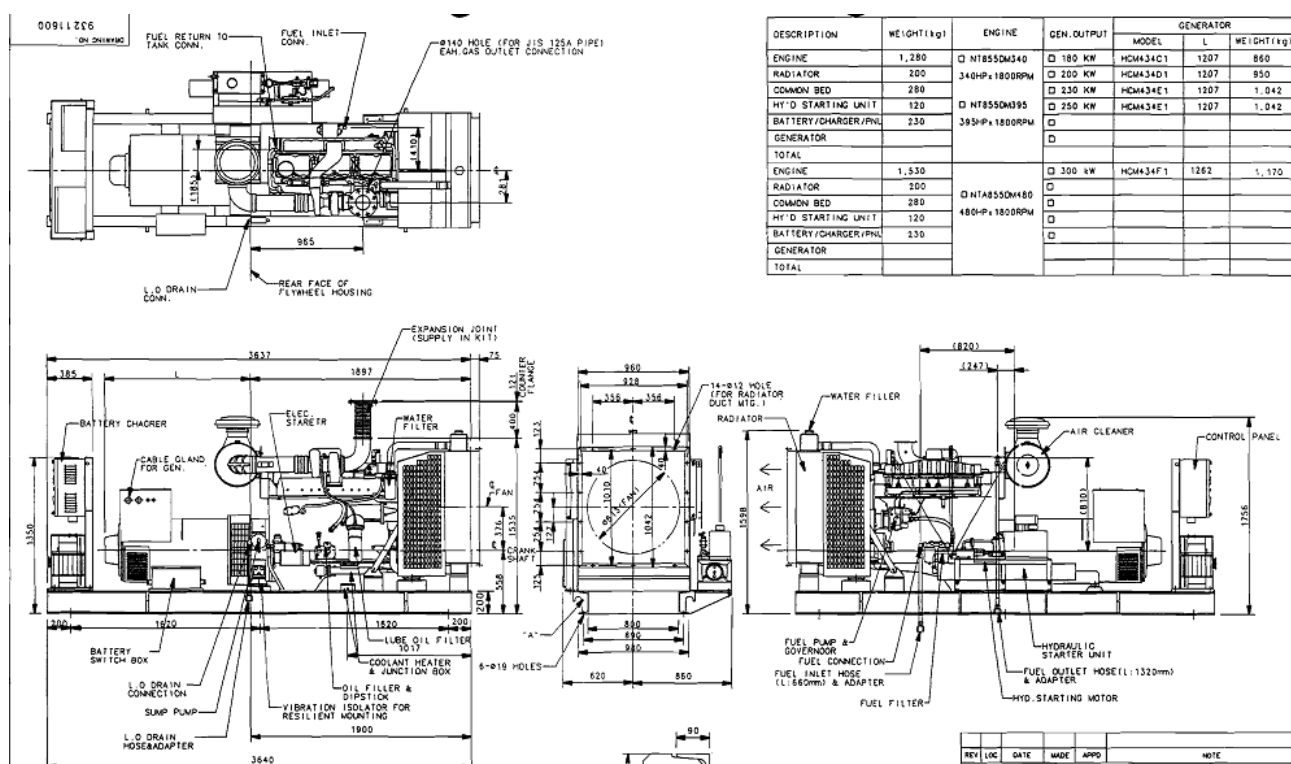


Рисунок 1.6 – Загальний вид, та габаритні розміри аварійного дизель-генератору

Аварійний дизель-генератор обладнаний системою автоматичного пуску, який відбувається через 25 секунд після знеструмлення.

Потужність АДГ (300 кВт) забезпечує одночасне живлення наступних споживачів:

- Аварійного освітлення;
- Авральну сигналізацію;
- Щит сигнально-відмінних вогнів;
- Пристрої дистанційного пуску засобів об'ємного пожежогасіння;
- Пожежного аварійного насоса;
- Осушувального насоса;
- Електроприводів сплінклерної системи;
- Рульового електроприводу;
- Радіостанцію;
- Гірокомпас.

Все обладнання аварійної електроенергетичної установки розміщується в одному приміщенні, розташованому вище палуби перегородок, з безпосереднім виходом на відкриту палубу. АРІЦ пов'язаний з ГРІЦ, але при цьому застосовується автоматичне блокування, яка допускає подачу живлення з ГРІЦ на АРІЦ, але виключає подачу живлення навпаки.

Генератори СЕЕС можуть виявитися в ненормальних режимах роботи, викликаних навантаженням, зовнішніми або внутрішніми к.з., переходом в руховий режим, великим зниженням напруги або частоти.

						Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА І СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СУДНОВОГО КОМПРЕСОРА ПУСКОВОГО ПОВІТРЯ

2.1 Розрахунок потужності та вибір електродвигуна

Вихідні дані для розрахунку електропривода

Тип компресора	WP – 240 D5929
Частота обертання	1770 об/хв;
Тиск нагнітання	30 бар;
Продуктивність	250 м ³ /годину;
Потужність	46 кВт.

Навантажувальний момент на валу компресора:

$$M_{\text{нав.компр}} = \frac{P}{\omega} = \frac{46000}{185.319} = 248.22 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.1)$$

Дані довідника містять всі необхідні дані для вибору електродвигуна. В ньому вказується типорозмір двигуна, номінальна потужність, частота обертання, струм статора, ККД, коефіцієнт потужності $\cos \varphi$, кратність пускового струму, кратність пускового моменту, кратність мінімального моменту, кратність максимального моменту, динамічний момент інерції ротору.

Обирається електричний двигун 4A225M2 У3 технічні характеристики якого наведені в таблиці 1.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики АД серії 4A225M2 У3

Тип двигуна	$P_{\text{нв}}$ кВт	При номінальному навантаженні			$M_{\text{max}}/M_{\text{н}}$	$M_{\text{п}}/M_{\text{н}}$	$M_{\text{min}}/M_{\text{н}}$	$I_{\text{п}}/I_{\text{н}}$
		$n_{\text{н}}$, об/хв	η , %	$\cos \varphi$				
Синхронна частота обертання 1770 об/хв								
4AM225M2	55	2,1/2	91	0,92	2,2/2,8	1,2/1,4	1/1,2	7,5

Визначається номінальний момент двигуна:

$$M_{ном} = \frac{P_{ном}}{\omega} = \frac{55000}{185.319} = 296.78 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (2.2)$$

$$\text{де, } \omega = n \cdot 0,1047 = 1770 \cdot 0,1047 = 185.319 \text{ с}^{-1}$$

Визначається пусковий момент двигуна:

$$M_{пуск} = 1,2 \cdot M_{ном} = 1,2 \cdot 296.78 = 356.136 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.3)$$

Визначається максимальний момент двигуна:

$$M_{макс} = 2 \cdot M_{ном} = 2 \cdot 296.78 = 593.56 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.4)$$

Визначається мінімальний (критичний) момент двигуна:

$$M_{мін} = M_{крит} = M_{ном} = 296.78 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.5)$$

Розраховується розвиваючий момент при мінімальній напрузі. За Регістром максимальний провал напруги складає 7%. Для мережі 380 В це є 26,6 В. А отже:

$$M_{мін} = \frac{P_{ном}}{\omega_{ном}} \cdot \frac{U_{мін}^2}{U_{ном}^2}, \quad (2.6)$$

де $M_{мін}$ - мінімальний момент, що розвиває електродвигун при мінімальній напрузі живлення $U_{мін}$;

$U_{н}$ - номінальна напруга живлення

$$U_{мін} = U_{ном} - \Delta U = 380 - 26,6 = 353,4 \text{ В}, \quad (2.7)$$

$$M_{мін} = \frac{55000}{185.319} \cdot \frac{353,4^2}{380^2} = 256.68 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тобто

$$M_{мін.дв} = 256.68 \text{ Н} \cdot \text{м} > M_{ном.компр.} = 248.22 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

						Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Номинальний струм АД:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos\phi} = \frac{55000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.91 \cdot 0.92} = 99.93 \text{ А.} \quad (2.8)$$

Пусковий струм АД:

$$I_{пуск} = I_{ном} \cdot 7 = 99.93 \cdot 7 = 699.52 \text{ А.} \quad (2.9)$$

2.2 Вибір схеми живлення та управління судовим ЕП

В якості електропривода використовується асинхронний двигун із короткозамкненим ротором. Захист від короткого замикання забезпечується автоматичним вимикачем Q1 що встановлений на ГРЩ; захист від короткого замикання схеми керування забезпечується автоматичним вимикачем Q1 а також плавкими вставками F2 та F3, що встановлені у панель керування компресором. Автоматичний вимикач Q2 – захищає насос охолоджувальної води. Режим перенавантаження контролюється тепловими реле F1 .

Схема керування передбачає наступні режим роботи:

- Ручний 1
- Вимкнено 0
- Авто 2

Схема управління забезпечує два види пуску: дистанційний (із ЦПУ) та місцевий (безпосередньо біля механізму). Дистанційний пуск виконується натиском кнопки із ЦПУ «S2». Для активації режиму «дистанційне» потрібно перевести перемикач з режиму «ручний» до режиму «дистанційне». Після цього контролер отримує сигнал по 23 входу. Для авто старту активується 6 вихід контролера, який дає живлення контактору К6 через контакт реле тиску.

Для аварійної зупинки компресора використовується кнопка S1, яка дає команду по 24 входу контролера.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Для підтримання компресору теплим, коли він не працює, використовують 11 вихід контролера, який дає живлення на контактор К4.

Інші параметри, як температура масла, повітря, тиск масла та повітря також підключені до контролеру до аналогових входів 0-20 мА.

Логіка контролеру слідкувати за параметрами та вчасно вмикати та вимикати компресор. Якщо тиск пускового повітря менше норми, спрацьовують виходи 7,8,9 для запуску компресора за допомогою старту «зірка-трикутник». Контактори К1, К2, К3 – отримують живлення.

Як тільки контактор К2 замкне свої контакти, отримають живлення:

- Електромагнітний клапани які забезпечить подачу в компресор охолоджуючої води;
- Через витримку часу 15 секунд електромагнітний клапан закриє вихід повітря з компресора в атмосферу. Витримка часу перевищує час пуску двигуна й необхідна для полегшення його пуску.

Окрім того, після початку роботи установки кожні 15 хвилин здійснюється дренаж конденсату із системи. Ця умова виконується завдяки електромагнітному клапану. Він включається на період приблизно 15 секунд. Часові уставки здійснюються завдяки реле часу К2

Тиск в ресивері контролює реле тиску U1, яке підключено на аналоговий вхід контролера (20-21) 4-20 мА, якщо тиск буде вище контролер зупинить компресор, якщо менше, то запустить його. Таким чином, забезпечується автоматичне отримання пускового повітря в ресивер.

Схема передбачує індикацію режиму роботи двигуна: двигун працює (лампочка зеленого кольору Н1. Лампочки помаранчевого кольору Н2 сигналізують про перенавантаження мотору. Н3 – недостатній тиск масла. Н4 - перевищення температури. Будь-який критичний сигнал супроводжується звуковою сигналізацією.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

2.3 Розрахунок та вибір комутаційно-захисної апаратури

Надійна робота СЕЕС повністю залежить від правильного вибору застосованих в ній електричних апаратів. Їх вибір зазвичай виконується по технічним умовам на поставку, каталогам або офіційним довідникам. При цьому перш за все необхідно впевнитися, що даний апарат розрахований на роботу в судових умовах, тобто задовольняє вимогам Регістру (або інших документів, котрих необхідно дотримуватись в даному випадку) по температурі оточуючого повітря, відносній вологості, вібростійкості і т.п.

Далі вибирають апарат по основним номінальним параметрам, до яких відносяться рід струму, частота, напруга й струм навантаження апарату. Кожний апарат розрахований на нормальну роботу постійного або змінного струму визначеної частоти при номінальній напрузі та струму. Деякі апарати можуть працювати як на постійному так і на змінному струмі. При виборі будь-якого апарату необхідно виконання наступних двох умов:

$$U_{ном} = U_{роб}, \quad (2.10)$$

$$I_{ном} \geq I_{роб}, \quad (2.11)$$

де $U_{ном}$, $I_{ном}$ - відповідно номінальні напруга та струм апарату;

$U_{роб}$, $I_{роб}$ - робочі напруга та струм апарату

Виконання першої умови необхідно для уникнення електричного пробоя ізоляції апаратів. Габарити кожного апарату перш за все визначаються номінальною напругою, на яку розрахована товщина ізоляційного матеріалу між його струмопровідними частинами різної полярності (або різних фаз). Якщо номінальна напруга апарату буде менше робочої напруги мережі, це неминуче призведе до пробоя ізоляції, тобто до короткого замикання й виходу його з ладу. Дугогасні пристрої апаратів також розраховуються на визначену напругу, при якому вони надійно забезпечують гасіння дуги. Якщо робоча напруга розмикаючого апарату

перевищує номінальне розраховане значення, то гасіння дуги може затягнутись, в результаті чого, контакти апарату перегріються й оплавляться.

Виконання другої умови необхідно для уникнення перегріву апаратів. Деталі кожного апарату розраховують на проходження по ним визначеного номінального струму. Проходження цього струму буде викликати нагрів апарату до визначеної максимально допустимої температури. Якщо робочий струм, що протікає по апарату, буде більше номінального, то це викличе перевищення температури нагрівання струмопровідних частин над максимально допустимою температурою, в разі чого ізоляційні матеріали, що застосовуються в апараті, сполохнуть або стануть провідними, в результаті чого виникне КЗ між його окремими струмопровідними частинами. Перевищення робочого струму над номінальним негативно вплине і на дугогасіння. При вимкненні такого струму під дією надмірно інтенсивної дуги апарат буде пошкоджений.

Спочатку вибирається номінальний струм максимальних 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:

$$I_{ном.р} \geq I_{роб}, \quad (2.12)$$

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

$I_{роб}$ - робочий струм;

Обирається струм електромагнітного розчіплювача в зоні КЗ щоб уникнути фальшивих спрацьовувань автоматів в моменти пуску електродвигуна за умовою:

$$I_{тр.р} \geq 1,25 \cdot I_{пуск.}, \quad (2.13)$$

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

$I_{пуск.}$ – пусковий струм двигуна, дорівнює $7 I_{ном}$ (за довідковими даними).

Для обраного двигуна:

$$I_{роб.} = 99,9 \text{ А};$$

$$I_{пуск.дв} = 99,9 \cdot 7 = 699 \text{ А};$$

$I_{тр.р}$ повинна бути 875 А.

Користуючись каталогом апаратури «Комутаційна апаратура Mitsubishi Electric», вибирається на основі вищевказаних умов та отриманих даних автомат типу NF125-HGW RT з наступними характеристиками:

- Номінальний струм $I_{n \max}$ 125 А;
- Номінальна напруга ізоляції U_i 690 В;
- Вимикаюча гранична комутаційна здатність 75 к А.

Режим перенавантаження регулюється тепловими реле, уставка яких вибирається за умовою $I_{тр.р} = 1,1 \dots 1,3 I_{роб} = 110 \dots 130 \text{ А}$.

Апаратура Mitsubishi Electric розраховує термореле разом в сукупності із контакторами. Для вибраного двигуна підходять наступні елементи:

- Контактор S-N150;

Реле термозахисту ТН-N120КР із діапазоном уставок 34-120 А.

2.4 Вдосконалення схеми керування асинхронним двигуном

У якості вдосконалення схеми керування будемо використовувати перетворювач частоти для зменшення пускового струму, та навантаження на вал електродвигуна.

						Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Перетворювач частоти- електронний пристрій для зміни частоти електричного струму (напруги). Він перетворює вхідну синусоїдну напругу фіксованої частоти та амплітуди у вихідну імпульсну напругу змінної частоти та амплітуди за допомогою ШІМ(широтно-імпульсної модуляції).Таким чином, плавно збільшуючи частоту і амплітуду напруги, що подається на статорні обмотки асинхронного електродвигуна, можна забезпечити плавне регулювання швидкості обертання валу електродвигуна.

У якості перетворювача частоти у цьому проекті буде використано перетворювач серії ES022-04-1100F компанії Effective System.

Специфікація

Силові Входи / Виходи

- Напруга живлення 380/220 В $\pm$ 15%
- Частота напруги живлення 47 - 63 Гц
- Вихідна напруга 0 В - Напруга живлення
- Частота на виході 0 - 400 Гц (ES022)

Входи / Виходи керуючих сигналів

Програмовані цифрові входи:

- Чотири програмованих цифрових входу сигналів ВКЛ-ВИКЛ («сухий контакт»);

Програмовані аналогові входи:

- AI1 0 - 10 В;
- AI2 0 - 10 В або 0 - 20 мА.

Вихід з відкритим колектором:

- Один програмований вихід, який може бути використаний або як програмованого виходу з відкритим колектором, або в якості високочастотного імпульсного виходу.

Релейний вихід:

- Один релейний вихід.

						Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Аналоговий вихід:

- Один аналоговий вихід сигналу 0/4 - 20 мА або 0 - 10 В.

Загальні характеристики

Режими управління:

Векторне управління без зворотного зв'язку, управління по АЧХ.

Перевантажувальна здатність: 150% номінального струму протягом 60 с, 180% номінального струму протягом 10 с.

Пусковий момент:

- 150% номінального моменту при вихідній частоті 0,5 Гц (в режимі векторного управління без зворотного зв'язку);

Глибина регулювання швидкості: 1: 100 (в режимі векторного управління без зворотного зв'язку).

Точність підтримки швидкості: $\pm 0,5\%$ максимальної швидкості (в режимі векторного управління без зворотного зв'язку).

Несуча частота: 0,5 - 15,0 кГц.

Способи завдання частоти: з клавіатури, через аналоговий вхід, через послідовний порт, за допомогою режиму багатоступінчастої швидкості, шляхом управління за допомогою ПІД-регулятора і т.д. Частота може бути задана за допомогою сигналів декількох джерел одночасно, або може бути здійснено переключення між різними джерелами завдання частоти.

Функція управління моментом з керуванням від різних джерел сигналу завдання моменту.

Функція управління від PID-регулятора.

Режим багатоступінчастої швидкості (до 8 запрограмованих частот).

Функція плаваючої частоти.

Функція КРОК (користувачем може бути налаштована клавіша швидкого виклику).

Функція автоматичного регулювання напруги дозволяє підтримувати вихідну напругу на необхідному рівні при відхиленнях вхідної напруги.

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
					27

Захист по 24 типам збоїв: перевантаження по струму, перевантаження по напрузі, знижена напруга, перегрів, обрив фази, механічна перевантаження приводу і т.п.

Таблиця 2.2 Вибір перетворювача частоти.

Модель	Номінальна потужність, кВт	Споживач струму, А	Номінальний вихідний струм, А	Розмір
ES022-04-1100F	55	105	110	6

На рисунку 2.1 наведено загальний вид з клемми підключення перетворювача частоти.

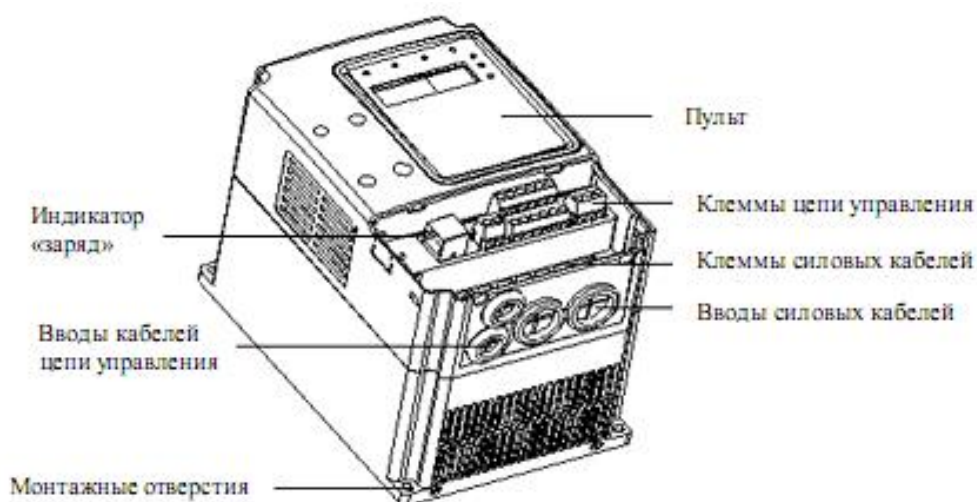


Рисунок 2.1 Загальний вид ES022-04-1100F

У таблиці 2.1 наведені габаритні розміри перетворювачів. Як видно із таблиці 2.1 – обрано типорозмір 6.

Таблиця 2.3 Габаритні розміри перетворювачів частоти

Потужність, кВт	Типорозмір	A, мм	B, мм	H, мм	W, мм	D, мм
		МОНТАЖНІ РОЗМІРИ		НАРУЖНІ РОЗМІРИ		
0.4 - 0,75 1 ф, 220 В	1	76.8	131,6	140	85	115
075 - 2,2	2	110,40	170,2	180	120	140
4- 5,5	3	147,5	237,5	250	160	175
7,5- 15	4	206	305,5	320	220	180
18,5- 30	5	176	454.5	467	290	215
37- 55	6	230	564.5	577	375	270
75 - 110	7	320	738,5	755	460	330
132- 185	8 (БЕЗ ШАСІ)	270	1233	1275	490	391
	8 (ЗШАСІ)	—	—	1490	490	391
200- 315	9 (З ШАСІ)	500	1324	1358	750	402
	9 (З ШАСІ)	—	—	1670	750	402

На рисунку .2.2 наведено розміщення клем для підключення живлення та двигуна та клем підключення керуючих ланцюгів перетворювачів потужністю 4 кВт і вище

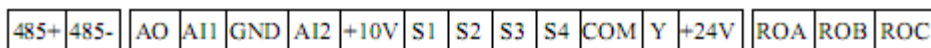
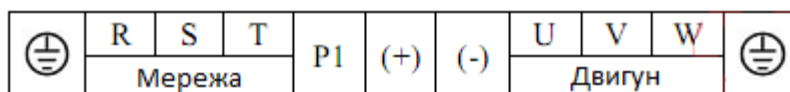


Рисунок 2.2 Клеми підключення перетворювача

Функціональне позначення клем наведено в таблиці 2.3, клем ланцюгів управління наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Функціональне позначення клем

Клема	Зміст
R, S, T	Клеми підключення трьохфазної мережі
(+), (-)	Клеми підключення зовнішнього гальмівного блоку
(+). PB	Клеми підключення зовнішнього гальмівного резистору
PI, (+)	Клеми підключення зовнішнього реактору постійного струму
(-)	Негативна клема звена постійного струму
U, V, W	Клеми підключення трифазного електродвигуна
GND	Клема заземлення

Типова схема підключення перетворювача частоти наведена на рисунку 2.3

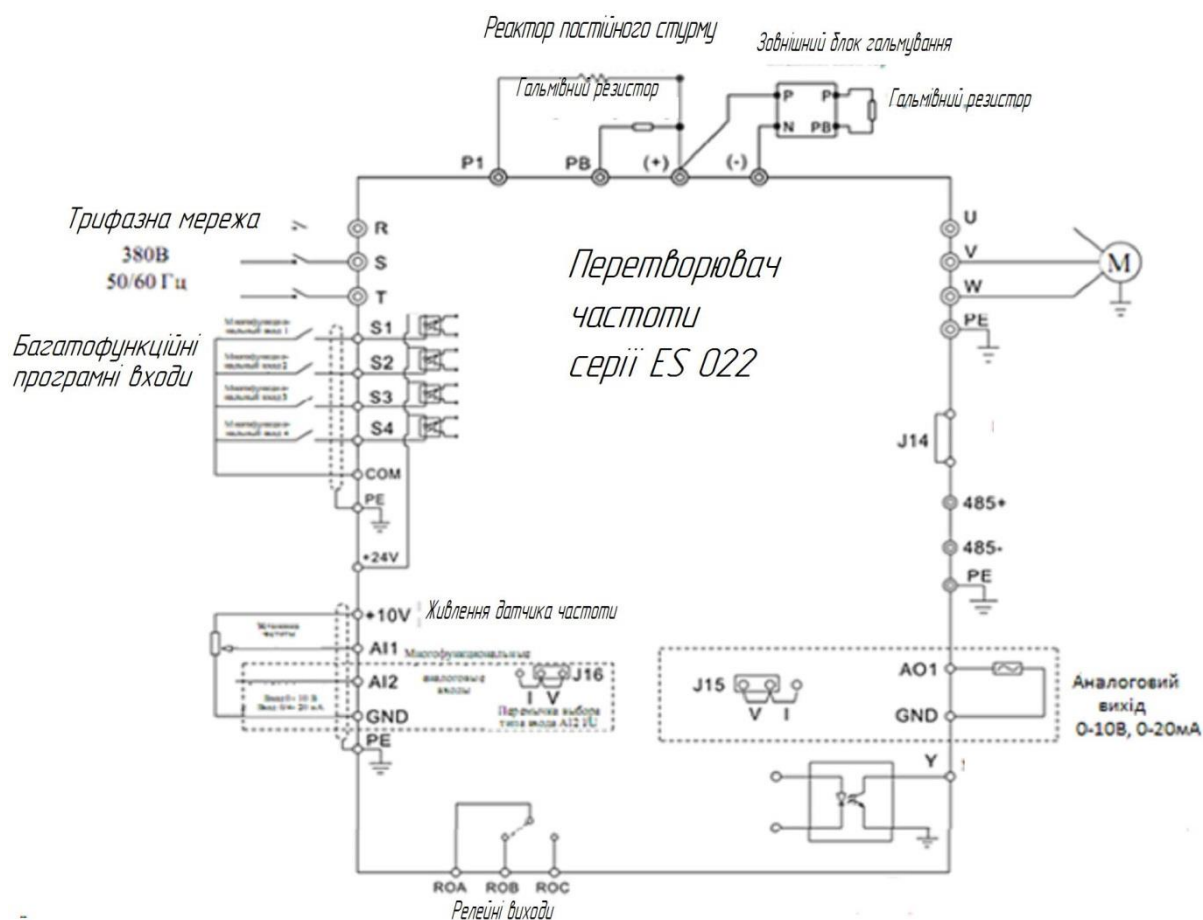


Рисунок 2.3 Типова схема підключення перетворювача частоти

Підключення до мережі живлення

Автоматичний вимикач

На вході перетворювача частоти (клеми R, S, T) необхідно встановити автоматичний вимикач відповідного номіналу.

Контактор

Для екстреного відключення перетворювача частоти від мережі живлення в разі аварії на його вході рекомендується встановити контактор.

Реактор змінного струму

Для захисту випрямляча від кидків струму на вході перетворювача частоти рекомендується встановити реактор змінного струму. Реактор так само дозволяє захистити перетворювач частоти від раптових змін вхідної напруги і струмів високих гармонік.

Вхідний фільтр електромагнітної сумісності (ЕМС)

Нормальне функціонування обладнання, що живиться від тієї ж мережі, що і перетворювач частоти, може бути порушено під час роботи перетворювача. Щоб мінімізувати вплив перетворювача частоти на навколишні пристрої рекомендується використовувати фільтр ЕМС, як показано на наступному рисунку.

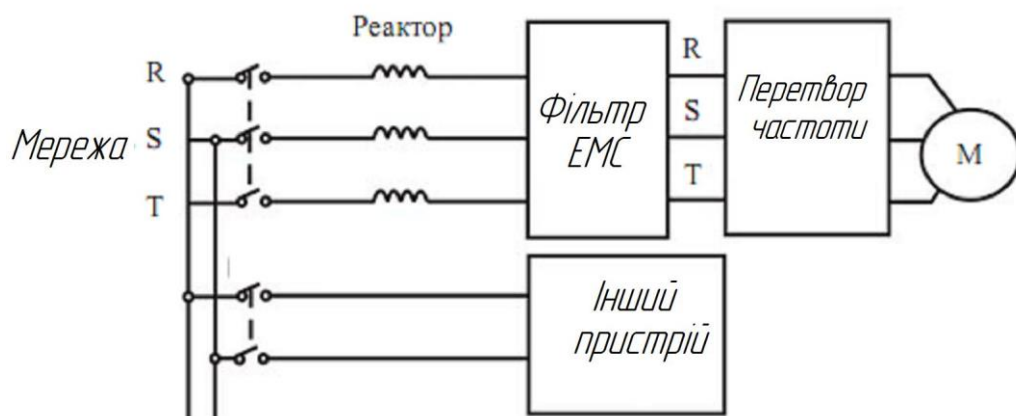


Рисунок 2.4 Підключення вхідного ланцюга

Підключення до перетворювача

Реактор постійного струму

Перетворювачі частоти номінальною потужністю від 18,5 до 90 кВт мають вбудований реактор постійного струму, призначений для збільшення коефіцієнта потужності.

Блок гальмування і гальмівні резистори

- Перетворювачі частоти номінальною потужністю 18,5 кВт і вище вимагають підключення зовнішнього блоку гальмування до клем (+) і (-). Довжина сполучних кабелів між перетворювачем частоти і блоком гальмування повинна бути не більше 5 м. Довжина сполучних кабелів між блоком гальмування і гальмівним резистором повинна бути не більше 10 м.

- На гальмівних резисторах розсіюється перетворена в тепло енергія, повернута двигуном в генераторному режимі, тому в режимі динамічного гальмування температура гальмівних резисторів підвищується. У зв'язку з цим необхідно обмежити доступ персоналу до гальмівним резисторам, а так само забезпечити достатню для відводу тепла вентиляцію в місці їх установки.

2.4.5 Підключення вихідних ланцюгів

Вихідний реактор

У випадках, коли відстань між перетворювачем частоти і двигуном понад 50 м, внаслідок великої витoku струму на землю через паразитну ємність силових кабелів, можуть частішати помилкові спрацьовування захисту перетворювача частоти від перевантаження по струму. Для усунення цього ефекту, а так само для захисту ізоляції обмотки електродвигуна від пробоя може бути використаний вихідний реактор змінного струму.

						Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вихідний фільтр ЕМС

Для мінімізації витоку струму і придушення перешкод радіочастотного діапазону, що створюються вихідними силовими кабелями перетворювача частоти, рекомендується встановлювати вихідний фільтр ЕМС.



Рисунок 2.5 Підключення вихідних ланцюгів

Підключення ланцюгів управління

Для підключення ланцюгів управління використовується екранований провід або «виту пару».

Екран кабелю необхідно з'єднати з заземляючою клемою (РЕ).

Щоб уникнути відмови перетворювача внаслідок наведень, дроти ланцюгів управління повинні бути прокладені якнайдалі від силових кабелів (живлення, двигуна, контактора і т.п.). У будь-якому випадку відстань між проводами ланцюгів управління і силовими кабелями має бути не менше 20 см. Паралельна прокладка силових кабелів і проводів ланцюгів управління забороняється. Якщо кабелі повинні перетнутися, в точці перетину вони повинні бути прокладені під прямим кутом.

Приєднаємо перетворювач частоти до мережі RS – 485.

Налаштувавши протокол МОДБАС можна реалізувати функції захисту по 24 типам збоїв: перевантаження по струму, перевантаження по напрузі, знижена напруга, перегрів, обрив фази, механічна перевантаження приводу і т.п., які будуть передаватися до контролеру, а той у свою чергу буде давати команду на відключення. Також ці сигнали можна отримати в ЦПК на комп'ютері, що дозволить контролювати роботу компресору в цілому.

Схема приєднання контролеру управління компресором пускового повітря до перетворювача частоти наведена на плакаті 1.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Таблиця 2.4 Клеми ланцюгів керування

Клема	Опис
S1-S4	Входи сигналу ВКЛ-ВИКЛ, загальна клема • СОМ Діапазон вхідної напруги 9 • 30 В Вхідний опір 3,3 кОм
+24 V	Позитивна клема джерела піванія24 В Максимальний вихідний струм 150 мА
AI 1	Аналоговий вхід сигналу 0 -10 В Вхідний опір 10 кОм
AI 2	Аналоговий вхід сигналу 0 - 10 В або 0-20 мА, тип вхідного сигналу вибирається за допомогою перемикача J16 Вхідний опір 10 ком (вхід сигналу напруги) або 250 Ом (вхід токового сигналу)
GND	Загальна клема нульового рівня аналогових сигналів і негативна клема джерела живлення 10 В Забороняється закорочувати клеми GND і СОМ
Y	Клема виходу з відкритим колектором, клема нульового рівня -СОМ Діапазон напруги зовнішнього живлення 0 -24 В Діапазон вихідного струму 0-50 мА
СОМ	Загальна клема нульового рівня цифрових сигналів і негативна клема джерела живлення 24 В або зовнішнього джерела живлення
+10V	Позитивна клема джерела живлення 10 В
АО	Вихід аналогового сигналу напруги або струму, тип вихідного сигналу вибирається за допомогою перемикача J15 Діапазон вихідних сигналів 0 - 10 В або 0-20 мА
ROA, ROB, ROC	Релейний вихід RO: ROA - загальний контакт; ROB – нормальновідкритий ROC– нормально закритий

3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Розрахунок потужності, вибір кількості і типу генераторів суднової електростанції

Судно є автономним спорудженням, тому в будь-яких можливих випадках, у яких воно може опинитися, судно повинно обходитися своїми засобами. Дуже важливим є забезпечення безперебійного постачання електроенергією деяких механізмів і систем, перерва в роботі яких неприпустима. Постачання споживачів електроенергією є основною вимогою до СЕС.

Рід струму вибираємо змінний, тому що в даний час більшість споживачів працюють на змінному струмі. Електроустаткування на змінному струмі більш надійно в роботі і просте в конструкції, а отже й в обслуговуванні. Пускова апаратура значно простіша і більш надійна апаратури постійного струму. Вага і вартість ЕО змінного струму також менші. Частота змінного струму в СЕС дорівнює 50 Гц. Споживачі, для роботи яких потрібно струм підвищеної частоти, живляться через перетворювачі частоти.

При виборі потужності генераторних агрегатів суднових електростанцій основні складнощі обумовлюються визначенням споживаних потужностей великої кількості споживачів електроенергії, що працюють з різними навантаженнями в багатьох режимах роботи судна. Навантаження суднових електростанцій мають особливості для кожного з режимів роботи в залежності від типу і призначення судна. Величини навантажень електростанцій залежать від типу судна, потужності і типу енергетичної установки, тоннажності, призначення та району плавання судна.

Досвід експлуатації показує, що характер зміни навантажень СЕС відноситься до категорії випадкових процесів, тому їх визначення повинне використовувати так звані випадкові методи.

На сьогоднішній день найбільш розповсюдженим є табличний метод, що вважається порівняно простим і універсальним.

У табличному методі випадковість споживання враховується за допомогою коефіцієнтів завантаження й одночасності, які характеризують споживання.

Однак, правильний вибір цих коефіцієнтів, є досить складною задачею.

У аналітичному способі метод розрахунку потужності СЕС ґрунтується на статистичному аналізі реальних навантажень СЕС і основних споживачів електроенергії на різних типах морських транспортних судів у нормальних експлуатаційних умовах. При цьому основними розрахунками режиму роботи СЕС для судів будь-якого типу з дизельною ЕУ вважаються розрахунки ходового режиму та стояночного режиму судна без вантажних операцій судовими засобами, що досягають у сумі по тривалості 90% часу експлуатованого періоду роботи судів. Інші розрахункові режими роботи СЕС (маневрів, стоянки судна та ін.) є похідними від основних. В даній роботі прийнятий табличний метод розрахунку.

Техніко-економічне обґрунтування варіанта комплектації електростанції і вибір генераторних агрегатів

При виборі кількості ГА і їхньої потужності потрібно виконати такі умови:

- Завантаження генераторів в тривалих експлуатаційних режимах (стоянка, хід) знаходилося в межах 70-90 % від номінальної в короткочасних режимах (швартування, аварійний режим, зйомка з якоря) бути не нижче 50% для дизель-генераторів і не нижче 30-40 % для турбогенераторів (вказані значення завантаження забезпечують економічну роботу генераторів). Завантаження дизель-генераторів нижче 50% від номінальної не рекомендується з причин прискореного зносу деталей і підвищеної витрати палива. Так, для вантажопасажирського судна, вимоги до безпеки мореплавання якого, а значить і до надійності СЕС, вище, ніж у звичайного транспортного судна, при виборі ГА будемо керуватися тим, що завантаження генераторів буде не більш 70% від номінальної, незважаючи на зниження ККД.

- З метою підвищення живучості електроенергетичної системи треба встановлювати у складі СЕС не менше двох генераторних агрегатів. Потужність цих ГА повинна бути такою, щоб при зупинці одного з них вона була достатньою для живлення пристроїв і систем, необхідних для забезпечення нормальних експлуатаційних умов руху і безпеки судна і мінімально необхідних умов перебування на ньому. Крім того, ГА що залишилися повинні забезпечити роботу пристроїв і систем, необхідних для пуску ГД при неробочому стані судна.

- Усі можливі варіанти комплектації СЭС повинні задовольняти вимогам до основних джерел електроенергії на морських судах, зазначеним у Міжнародній конвенції по охороні людського життя на морі 1974 року, Публікації Міжнародної електротехнічної комісії (електричні установки на судах) і Правилах класифікації і будівництва морських судів Регістра.

- Сумарна потужність і миттєва перевантажувальна здатність СЭС при виході з ладу кожного з наявних ГА повинні забезпечити пуск самого потужного електродвигуна з найбільш важким пуском без порушення стійкості СЭС і інших споживачів електроенергії.

- Генераторні агрегати повинні допускати можливість роботи з перевантаженням не менш 10% від номінальної потужності протягом не менш 1 г. Відповідно до вимог Регістра потужність АДГ повинна бути достатньою для забезпечення наступних споживачів електроенергії :

- аварійне освітлення в усіх коридорах, трапах і виходах із службових помешкань, а також у кабінах пасажирських ліфтів і їхніх шахтах, машинних помешканнях, помешканнях ГА, усіх постів керування, а також ГРЩ і АРЩ, помешканнях АДГ, рульової рубки, штурманської рубки і радіорубки, помешканнях рульового приводу, у пожежного та аварійного осушувальних

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

насосів, помешканнях гірокомпаса, медичних помешканнях, шлюпкових палуб і позабортних просторів;

- сигнально-відмітних ліхтарів, ліхтарів сигналу "Не можу управлятися" та ін.;

- засобів внутрішнього зв'язку та оповіщення, а також аварійної сигналізації;

- радіо і навігаційного устаткування;

- системи сигналізації виявлення пожежі;

- ламп денної сигналізації, звукових сигнальних засобів;

- одного з пожежних насосів і електроустаткування, що забезпечує роботу піногенераторів;

- живлення РУ.

Розрахунок навантажень для різних режимів роботи наведено у Таблицях 3.1- 3.2.

Таблиця 3.3. Підсумкова таблиця навантажень

Найменування режиму роботи	Сумарна споживана потужність*		
	P, кВт	Q, кВар	S, кВа
Ходовий	589	346	676
Стоянковий	359	315	399
Вивантаження в порту	1277	1091	1421
Аварійний	160	137	185

Виходячи з вищевикладеного вибираємо три генератори фірми HYUNDAI типу HIMSEN 6H21/32 потужністю 860 кВт, та один аварійний генератор NT855-DMGE потужністю 300 кВт.

Таблиця 3.4 Паспортні данні генераторів

Генератор	Тип	Потужність кВт	Об/хв	Напру га, В	Струм , А	Частот а, Hz	Cos (φ)
Основний	HYUNDAI-HIMSEN 6H21/32	860	720	450	1379	60	0,8
Аварійний	NT855-DMGE	300	1800	450	481	60	0,8

3.2 Вибір структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ

Лінії електропередачі, що входять в електричні мережі, підрозділяються на фідери і магістралі.

Фідером називають лінію електропередачі, включену між двома будь-якими розподільними щитами або між розподільним щитом і приймачем або джерелом електроенергії.

Магістраллю називають лінію електропередачі, паралельно до якої по її довжині підключається кілька розподільних щитів або окремих приймачів електроенергії.

У загальному випадку будь-яка електрична мережа може складатися як з фідерів, так і магістралей. Однак на практиці мережі звичайно підрозділяють на фідерній і магістральні в залежності від переважної кількості в них одних або інших ліній. При рівній кількості тих і інших мережу називають *фідерно-магістральною*.

При магістральному розподілі всі приймачі електроенергії одержують живлення від ГРЩ по декількох лініях — магістралям через послідовно включені в них розподільні щити РЩ. У випадку відмовлення в роботі хоча б однієї з магістралей порушується електропостачання великої кількості приймачів. Припинення живлення одного або декількох приймачів, яке можна чекати при розподілі електроенергії через фідер, майже не робить негативного впливу на експлуатацію судна. Припинення живлення значної кількості приймачів при магістральному розподілі електроенергії, як правило, зв'язано з погіршенням експлуатаційних показників судна. У зв'язку з цим на більшості сучасних судів застосовуються СЕС з фідерним розподілом електроенергії.

СЕС з фідерно-магістральним розподілом електроенергії займає у відношенні безперебійності електропостачання проміжне положення між СЕС з фідерним і СЕС з магістральним розподілом.

Однак, якщо в системі через фідери живляться найбільш відповідальні і потужні приймачі електроенергії, а через магістралі — другорядні, то вона по безперебійності електропостачання наближається до фідерної.

Відповідно до Правил Регістра безпосередньо від ГРЩ електростанцій повинні одержувати живлення електроприводи кермового і якірного пристроїв, насосів (пожежні, осушувальні і спринклерної системи), компресорів; гірокомпас; шитий холодильної установки вантажних трюмів; щити основного освітлення, радіостанції, навігаційних приладів, сигнально-відмітних вогнів: електроприводи механізмів силової (енергетичної) установки: щити швартовних і шлюпкових пристроїв, вентиляції, нагрівальних приладів, пристроїв керування гвинтом регульованого кроку й інші відповідальні приймачі, що мають на даному судні. З цього випливає, що Правила Регістра віддають перевагу СЕЕС з фідерним розподіленням електроенергії.

Однак СЕЕС з фідерним розподіленням електроенергії мають ряд недоліків, що виявляються на судах з високим рівнем електрифікації і великою кількістю приймачів електроенергії (пасажирських, промислових, науково-дослідних і ін.) До числа цих недоліків варто віднести велику довжину ГРЩ, що утрудняє його розміщення. У ряді випадків ГРЩ доводиться виконувати Г-образної або П- образної форми. Недоліком є значна трудомісткість електромонтажних робіт, викликана тим, що фідери, що відходять від ГРЩ, утворюють велику кількість різнотипних кабельних трас, багаторазово пронизуючі палуби і перебирання судна в різних напрямках. Траси часто перетинаються. Виконання таких трас вимагає заготівлі великої кількості кабелів різних діаметрів і перетинів. Для затягування, укладання і кріплення кабелів у таких криволінійних трасах залучається значна кількість людей, продуктивність праці яких досить низька.

Застосування магістралей дає можливість зменшити довжину ГРЩ і скоротити кількість трас, що відходять від них. Траси, як правило, менш криволінійні і рідше перехрещуються.

Електричні ланцюги ліній передачі мереж розподілу електроенергії СЕС виконуються цілком ізольованими від корпусу судна.

Заземлення нульових точок ланцюгів на корпус судна, а також використання корпусу судна в якості струмопровода, як правило, не допускається.

Передача електроенергії постійного струму й однофазного перемінного струму здійснюється лініями, електричні ланцюги яких є двопровідними. Вони виконуються за допомогою двох одножильних кабелів або одного двожилого. Передача електроенергії трифазного перемінного струму здійснюється лініями, електричні ланцюги яких трьохпровідні або чотирьохпровідні (три фази і нульовий провід), виконані за допомогою трьохжильних кабелів для фаз і одножильного кабелю для нульового проводу або одного чотирьохжильного кабелю.

Правила Регістра пред'являють до схеми силової мережі такі вимоги:

А) Споживачі електроенергії можуть бути підключені безпосередньо до ГРЩ або до АРЩ або до вторинного РЩ;

Б) Живлення вторинних і групових РЩ може здійснюватися по наступних системах:

- 1) кільцевій;
- 2) магістральній;
- 3) фідерній;

В) Від ГРЩ повинні живитись такі споживачі:

- 1) механізми відповідального призначення;
- 2) групові щити допоміжних механізмів;
- 3) щити освітлення;

Г) від АРЩ повинен житись комутатор сигнальних і відмітних вогнів, радіостанція, гірокомпас та ін.;

Д) кожна кабельна лінія, що відходить від ГРЩ та АРЩ, повинна мати відповідний захист;

Є) силова мережа і мережа освітлення повинні бути розділені.

На підставі вищевикладеного, зважаючи на підвищені вимоги до надійності СЕС та на багато численну кількість електроспоживачів, обираємо фідерну структуру СЕС, але з частковим магістральним розподілом. Через фідери будуть житись найбільш відповідальні і потужні приймачі електроенергії, а через магістралі — другорядні. По безперебійності електропостачання вибрана структура наближається до фідерної.

З метою підвищення безпеки і поліпшення опору ізоляції силової мережі, мережа освітлення відділена від силової трансформаторами. Схемою передбачене дистанційне відключення, сепараторів, суднової вентиляції. Деякі, найбільш відповідальні споживачі одержують живлення по двох фідерах, що можуть проходити через АРЩ.

Розробка однолінійної схеми ГРЩ

Відповідно до правил 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 розчеплювачем миттєвої дії і захистом від перевантаження з витримкою часу (не менш, ніж у 2-х фазах), частотомір, ватметр, апарат дистанційного керування приводом регулятора частоти, реле зворотного струму, реле нульового захисту. На ГРЩ, якщо передбачена паралельна робота ГА, повинні бути встановлені 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

						Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.3 Вибір кабелю суднової електричної мережі

Вибір кабелю суднової електричної мережі можна показати на прикладі вибору кабелю, що з'єднує генератор трифазного перемінного струму з головним розподільним щитом.

Розрахунковий струм визначають по формулі:

$$I_{\Sigma} = \frac{P_{\Sigma} * 10^3}{(\sqrt{3} * U_{\Sigma}) * \cos \varphi}; \quad (3.1)$$

де $P_{\Sigma} = 860$ кВт - номінальна потужність генератора;

$U_{\Sigma} = 450$ В - номінальна напруга генератора;

$$I_{\Sigma} = \frac{860 * 10^3}{(\sqrt{3} * 440) * 0.8} = 1412 \text{ А.}$$

З урахуванням прокладки кабелю в жолобі ($k=0.85$):

$$I_P = \frac{I_{\Sigma}}{k} = \frac{1412}{0.85} = 1661 \text{ А.} \quad (3.2)$$

По розрахунковому струму обираю кабель ТРҮС-120 кількістю 7шт.

Після вибору перетину кабелю роблю перевірку його на втрату напруги ΔU .

Для трифазної лінії при визначенні втрати ΔU напруги, користаються формулою:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I * L * \frac{r * \cos \varphi + x * \sin \varphi}{U_n} * 100 \% ; \quad (3.3)$$

де $L=0.044$ км - довжина кабелю;

$r=0.154$ и $x=0.086$ - заданий активний і індуктивний опір Ом/км;

$$\Delta U = \sqrt{3} * 1661 * 0.044 * \left(\frac{0.154 * 0.8 + 0.086 * 0.6}{440} \right) * 100 \% = 5.022 \%$$

Відповідно до вимог Регістра втрата напруги ΔU не повинна перевищувати для силових трас 7 %, а $5,022 \% < 7 \%$, отже перетин кабелю обраний правильно.

Перевірка інших кабелів виконана у табличній формі. Тип обраних кабелів наведено у таблицях 3.2-3.14

						Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4 Вибір комутаційно-захисної апаратури та генераторних автоматів

Вибір генераторних та інших автоматів виконується після розрахунку навантаження лінії та струмів короткого замикання (КЗ). Схема для розрахунку струмів короткого замикання наведена на рисунку 3.2

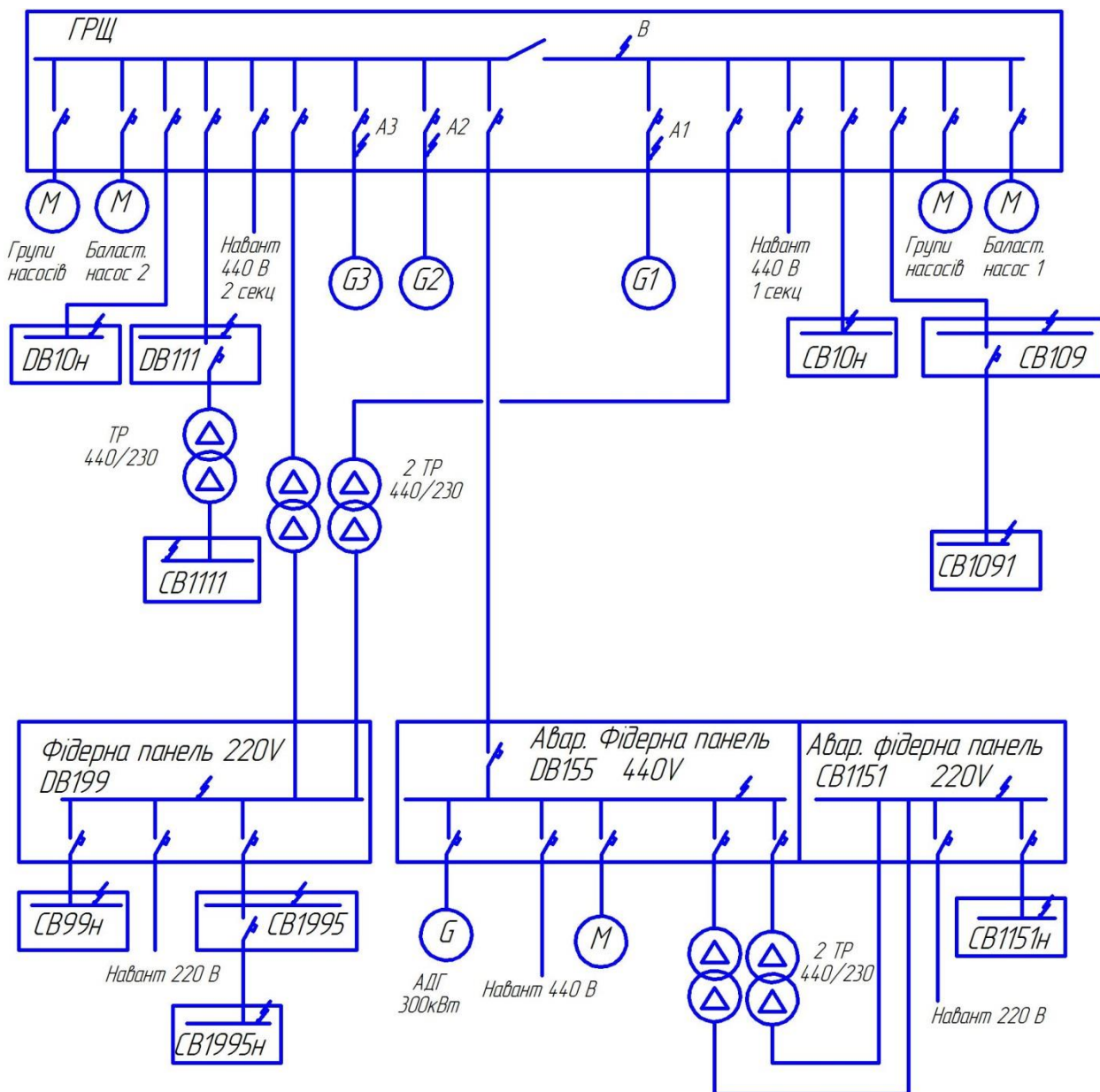


Рисунок 3.2 Однолінійна схема живлення для розрахунку струмів КЗ на всіх рівнях електропостачання

Параметри елементів схеми наведені у таблицях 3.1-3.14
Розрахункові струми КЗ наведені у таблиці 3.15

Таблиця 3.5 Параметри генераторів для розрахунку струмів КЗ

ПАРАМЕТРИ ГЕНЕРАТОРА	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	ДГ1	ДГ2	ДГ3
ПОТУЖНІСТЬ	(кВА)	1075	1075	1075
НАПРУГА	(V)	450	450	450
ЧАСТОТА	(Hz)	60	60	60
СТРУМ	(A)	1379.2	1379.2	1379.2
CosΦ		0.8	0.8	0.8
RA	(%)	1.36	1.36	1.36
X"D	(%)	10.1	10.1	10.1
X'D	(%)	19.7	19.7	19.7
XD	(%)	215	215	215
T"D	(ms)	2.5	2.5	2.5
T'D	(ms)	84.7	84.7	84.7
TDC	(ms)	19.7	19.7	19.7

Таблиця 3.6 Параметри ліній генераторів для розрахунку струмів КЗ

МАРКА КАБЕЛЮ	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	ТРУС-120	ТРУС-120	ТРУС-120
R	(Ом/км)	0.154	0.154	0.154
X	(Ом/км)	0.086	0.086	0.086
L	(м)	44	45	40
КІЛЬКІСТЬ КАБЕЛІВ		7	7	7

Таблиця 3.7 Параметри великих моторів для розрахунку струмів КЗ

НАЗВА МОТОРУ	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	№0.1 БАЛАСТНИЙ НАСОС	№0.2 БАЛАСТНИЙ НАСОС
ПОТУЖНІСТЬ	(кВт)	240	240
НАПРУГА	(V)	440	440
СТРУМ	(A)	414.4	414.4
CosΦ		0.8	0.8
RR	(%)	2.04	2.04
RS	(%)	0.77	0.77
X"м	(%)	10.17	10.17

Таблиця 3.8 Параметри кабелів підключення великих моторів для розрахунку струмів КЗ

ТИП КАБЕЛЮ	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	ТРУС-120	ТРУС-120
R1	(Ом/км)	0.154	0.154
X1	(Ом/км)	0.086	0.086
L1	(м)	29	23
КІЛЬКІСТЬ КАБЕЛІВ		2	2

Таблиця 3.9 Параметри інших моторів (загалом) підключених до ГРЩ для розрахунку струмів КЗ

Підключені до	Одиниця виміру	ГРЩ
Навантаження	(кВт)	986.5
Напруга	(В)	440

Таблиця 3.10 Результат розрахунку струмів КЗ у точках В, А1, А2, А3

Точка КЗ	I _к (А)	I _p (А)	I _{ас} (А)
В	57,235	90,620	32,149
А1	43,202	69,092	24,420
А2	43,213	69,139	24,422
А3	43,157	68,906	24,410

Таблиця 3.11 Параметри кабелів розподільних щитів 440 В

Назва точки КЗ	Одиниця виміру	DB 101	DB 102	DB 103	DB 104	DB 105	DB 106
Напруга	(В)	440	440	440	440	440	440
Тип кабелю		ТРУС-35	ТРУС-25	ТРУС-10	ТРУС-16	ТРУС-25	ТРУС-25
R	(Ом/км)	0.529	0.734	1.84	1.16	0.734	0.734
X	(Ом/км)	0.092	0.095	0.101	0.096	0.095	0.095
L	(м)	37	42	36	51	29	24
Кількість кабелів		2	1	1	1	1	1

Назва точки КЗ	Одиниця виміру	DB 107	DB 108	DB 109	DB 110	DB 111	DB 112
Напруга	(В)	440	440	440	440	440	440
Тип кабелю		ТРУС-4	ТРУС-25	ТРУС-120	ТРУС-50	ТРУС-50	ТРУС-25
R	(Ом/км)	4.7	0.734	0.154	0.391	0.391	0.734
X	(Ом/км)	0.115	0.095	0.086	0.092	0.092	0.095
L	(м)	39	44	29	31	265	34
Кількість кабелів		1	1	2	2	1	1

Назваточки КЗ	Одиниця виміру	DB 113	DB 114	DB 115
Напруга	(V)	440	440	440
Тип кабелю		ТРУС-35	ТРУС-50	ТРУС-120
R	(Ом/км)	0.529	0.391	0.154
X	(Ом/км)	0.092	0.092	0.086
L	(м)	45	44	44
Кількість кабелів		1	1	4

Таблиця 3.12 Параметри трансформатору 440/220

Потужність	(k V A)	120
Напруга ВН	(V)	440
Напруга НН	(V)	230
Rt	(%)	1.89
Xt	(%)	2.33

Таблиця 3.13 Параметри кабелю ВН підключення трансформатору

Тип кабелю	Одиниця виміру	ТРУС-95
R1	(Ом/km)	0.195
X1	(Ом/km)	0.088
L1	(m)	16
КІЛЬКІСТЬ КАБЕЛІВ		1

Таблиця 3.14 Параметри кабелю НН підключення трансформатору

Тип кабелю	Одиниця виміру	ТРУС-70
R2	(Ом/km)	0.27
X2	(Ом/km)	0.091
L2	(m)	18
КІЛЬКІСТЬ КАБЕЛІВ		2

Таблиця 3.15 Параметри фідерних панелей (ФП) 220 В

НАЗВА ТОКЧКИ КЗ	Одиниця виміру	СВ1991	СВ 1992	СВ1996	СВ 1994	СВ1995
Напруга	(V)	220	220	220	220	220
Тип кабелю		ТРУС-16	ТРУС-16	ТРУС-50	ФТРУС-35	ТРУС-120
R	(Ом/km)	1.16	1.16	0.391	0.529	0.154
X	(Ом/km)	0.096	0.096	0.092	0.092	0.086
L	(m)	37	34	30	60	34
КІЛЬКІСТЬ КАБЕЛІВ		1	1	1	1	2

Таблиця 3.16 Параметри фідерних панелей житлових приміщень 220 В

НАЗВА ТОКЧКИ КЗ	Одиниця виміру	СВ19951	СВ 19952	СВ 19953	СВ19954
Напруга	(V)	220	220	220	220
Тип кабелю		ТРУС-35	ТРУС-35	ТРУС-35	ТРУСУ-50
R	(Ом/km)	0.529	0.529	0.529	0.391
X	(Ом/km)	0.092	0.092	0.092	0.092
L	(m)	13	15	18	21
КІЛЬКІСТЬ КАБЕЛІВ		1	1	1	1

Таблиця 3.17 Параметри фідерної панелі 440 В

НАЗВА ТОКЧКИ КЗ	Одиниця виміру	СВ1091
Напруга	(V)	440
Тип кабелю		ТРҮСУ-50
R	(Ом/км)	0.391
X	(Ом/км)	0.092
L	(м)	13
КІЛЬКІСТЬ КАБЕЛІВ		1

Таблиця 3.18 Параметри фідерних панелей після трансформатору 440/220 В

НАЗВА ТОКЧКИ КЗ	Одиниця виміру	СВ1151	СВ1111
НАЗВА ТРАНСФОРМ.		АВАР. ТР	ТР НА БАЦІ

КАБЕЛЬ ВН

Тип кабелю		ТРҮС-25	ТРҮС-10
R1	(Ом/км)	0.734	1.84
X1	(Ом/км)	0.095	0.101
L1	(м)	20	24
КІЛЬКІСТЬ КАБЕЛІВ		1	1

КАБЕЛЬ НН

Тип кабелю		ТРҮС-50	ТРҮС-25
R2	(Ом/км)	0.391	0.734
X2	(Ом/км)	0.092	0.095
L2	(м)	21	22
КІЛЬКІСТЬ КАБЕЛІВ		1	1

ТРАНСФОРМАТОРИ

ПОТУЖНІСТЬ	(кВА)	45	25
НАПРУГА ВН	(V)	440	440
НАПРУГА НН	(V)	230	230
R _T	(%)	2.25	2.3
X _T	(%)	1.98	1.93

Таблиця 3.19 Аварійні фідерні панелі

НАЗВА ТОКЧКИ КЗ	Одиниця виміру	DB11511	DB11512
НАПРУГА	(V)	220	220
Тип КАБЕЛЮ		ФТРУС-16	ФТРУСУ-25
R	(Ом/км)	1.16	0.734
X	(Ом/км)	0.096	0.095
L	(м)	27	47
КІЛЬКІСТЬ КАБЕЛІВ		1	1

Таблиця 3.20 Підсумкова таблиця розрахунку струму КЗ та вибір Автоматичних вимикачів РІЦ та ФП

Точка КЗ	Назва	I _k (А) (струм КЗ)	I _p (А) at t=0.5T (Ударний струм)	АСВ or MCCB	
				ТИП	Ударний/ номінальний струм КЗ (КА)
В	ШИНИ ГРЩ	57,235	90,620	HiBH403 HiBH 203NT HiBH 103NT	110/50 187/85 187/85
A1	ДГ1	43,202	69,092	HiAN16	154/70
A2	ДГ2	43,213	69,139	HiAN16	154/70
A3	ДГ3	43,157	68,906	HiAN16	154/70
M1	N0.1 Баластний насос	53,742	84,202	HiBL 603NE	187/85
M2	N0.2 Баластний насос	53,718	84,086	HiBL 603NE	187/85
DB101	ЛГСП-1 (Р-1М-1)	20,805	25,496	HiBS203 HiBS103	52.5/25 52.5/25
DB102	ЛГСП-2 (Р-1М-2)	7,763	10,623	HiBS63	17/10
DB103	ЛГСП-2 (Р-2М-1)	3,762	5,277	HiBS63	17/10
DB104	ЛГСП-3 (Р-2М-2)	4,186	5,856	HiBS63	17/10
DB105	ЛГСП-4 (Р-1М-3)	10,943	14,639	HiBS103	52.5/25
DB106	ЛГСП-4 (Р-2М-3)	12,969	17,074	HiBS103	52.5/25
DB107	ЛГСП-6 (Р-1М-6)	1,378	1,947	HiBS63	17/10
DB108	ЛГСП-6 (Р-2М-5)	7,430	10,188	HiBS63	17/10
DB109	ЛГСП-7 (Р-1 М-7)	39,798	48,663	HiBH 203 HiBH103	73.5/35 73.5/35
DB110	ЛГСП-7 (Р-2М-6)	28,272	32,678	HiBH203 HiBH103	73.5/35 73.5/35
DB111	ЛГСП-8 (Р-2М-7)	2.345	3,289	HiBS63	17/10
DB112	Р-2 ПАНЕЛЬ (Р-1М-8)	9.457	12,792	HiBE103	17/10
DB113	Р-2 ПАНЕЛЬ (Р-2М-8)	9.754	13,118	HiBE103	17/10

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						48

3.5 Вибір системи самозбудження генераторів

Як систему самозбудження генераторів розрахованої СЕЕС оберу Siemens – Thirypart.

Безщітковий синхронний генератор складається з головної машини та машини збудження. Обмотка збудження головної машини отримує живлення через трифазний міст, що обертається разом з ротором. Система збудження та тиристорний контролер напруги скомбіновані в системі збудження THIRYPART. Струм збудження потребує живлення з головної машини через систему збудження, яка регулює струм в обмотці збудження збудника у всьому діапазоні навантаження генератора коли контролер напруги вимкнено.

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

Трифазна напруга генератора, зменшена до 24 В трансформатором, прикладається до контактів 17,18 та 19. Напруга (близько 30 В) постійного струму (контакт 20 та контакт 13 чи 14) на виході моста є пропорційною напрузі генератора. Ця спрямлена напруга забезпечує живлення випрямляча контролера.

Модуль регулятора живиться з клеми 13 та 15 напругою від 1 до 10 В, яка пропорційна контрольному відхиленню.

Для настройки рівня сигналу потрібно припаяти реостат. Живлення для модуля керування тиристорами знімається з клеми 11.

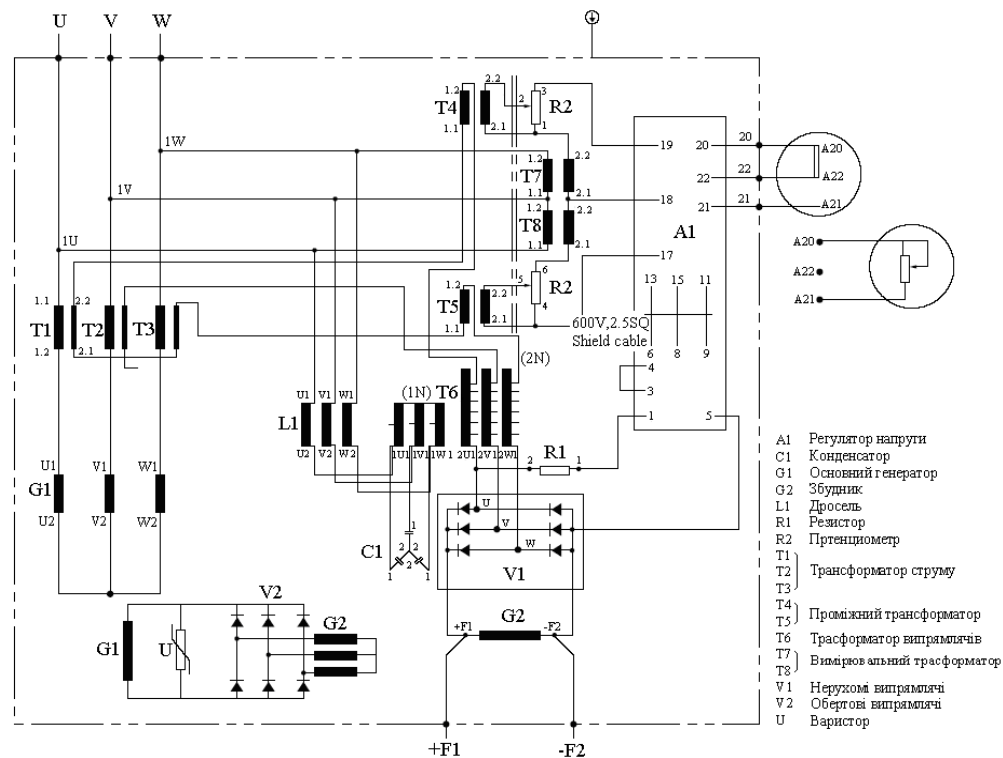


Рисунок 3.4 Принципова схема система збудження THYRIPART

					Лист
					50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Дана система збудження є системою прямого амплітудно-фазового компаундування з електричним підсумовуванням сигналу при паралельному включенні каналів струму та напруги.

Роботу системи амплітудно-фазового компаундування з виконання завдання підтримки напруги зручно пояснити за допомогою векторної діаграми:

За базисні вектора прийняті вектор напруги U_g і струму I_g . Вектор обмотки напруги I_n відстає від напруги генератора U_g на 90° через велику індуктивності дроселя (I_n - струм обмотки напруги). При подачі на генератор навантаження з'являється складова I_T - струм трансформатора струму. Геометрична сума I_T і I_n дає I_p . При збільшенні струму навантаження збільшується струм трансформатора струму, і як наслідок збільшується результуючий струм, який надходячи через випрямлячі на обмотку збудження компенсує падіння напруга на генераторі - пряме струмова компаундування. При збільшенні кута φ , тобто при зменшенні $\cos\varphi$, відбувається те саме, тобто відбувається пряме фазовий компаундування.

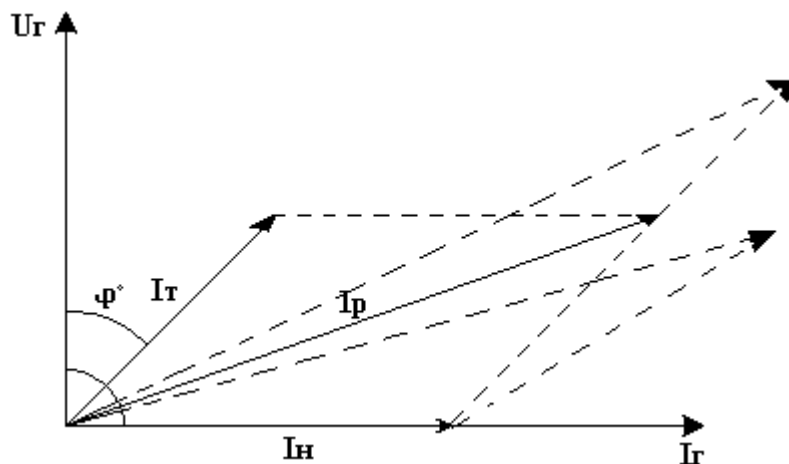


Рисунок 3.5 Векторна діаграма системи амплітудно-фазового компаундування генератора

Тиристорний регулятор напруги

Коли працює один генератор тиристорний регулятор напруги тримає напругу генератора на встановленому рівні. Частота обертання первинного двигуна не впливає на точність вихідної напруги генератора. Конструкція та настройка головної машини, машини збудження, системи збудження та тиристорного регулятора напруги дозволяє змінювати вихідну напруг генератора в діапазоні від 95 % до 105% від номінальної за допомогою потенціометра U_{sol1} при навантаженні від нуля до номінального та коефіцієнті потужності від 0,8 до 1,0. Можлива робота генератора без навантаження (відкритий генераторний автомат) та на обертах, менших за номінальні, дозволяється.

Під час роботи ланцюг збудження не повинен бути розірваний, тому що це може спричинити хвилеподібне зростання напруги. Якщо збудження

						Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

генератора має бути миттєво зменшено, потрібно замкнути накоротко обмотку збудження збудника (клеми +F1 та –F2).

Не рекомендується здійснювати регулювання, змінюючи заводські положення трансформаторів.

Напрямок обертання генератора

Генератор може використовуватись з первинними двигунами, які можуть обертатись як у напрямку руху годинникової стрілки, та і проти неї. Генератори, які обертаються в одну певну сторону повинні мати відповідні позначення у вигляді стрілок з надписом «Тільки у цьому напрямку». Якщо з електричних причин допустимий тільки один напрям, система збудження з'єднується для роботи згідно з документацією. Для зміни напрямку обертання необхідно змінити з'єднання згідно з діаграмою та перевірити, чи можлива зміна напрямку з механічної сторони.

Модуль контролю

Модуль контролю складається з трьох потенціометрів U_{oll} , V_r та T_n , за допомогою яких можна регулювати номінальну напругу генератора під час роботи. Поворот ручки V_r у напрямку зменшення та ручки T_n у напрямку збільшення стабілізує контрольне коло та зменшую уставку. Уставка напруги генератора може бути зміщена за допомогою потенціометра U_{oll} , а також за допомогою допоміжного зовнішнього резистора ($R=1500\ \Omega$, $P > 1\ \text{Вт}$), який під'єднується до клем 20 – 21. Нове положення регулюючих ручок має бути зафіксованим за допомогою гвинтів.

Паралельна робота генераторів

Генератор може працювати у паралелі з іншим генератором або з береговою мережею якщо забезпечується компенсація нахилу статичної характеристики. Розподіл активної потужності здійснюється регулятором первинного двигуна. Швидкісна характеристика первинного двигуна повинна бути лінійною (мін. 3% та макс. 5%) при навантаженні від 0 до 100%. Система компенсації нахилу статичної характеристики забезпечує розподіл реактивного навантаження та зменшення вихідної напруги генератора якщо зростає реактивний струм. Під час одиночної роботи або під час роботи у паралелі з генератором, що має такий самий статизм, точність регулювання напруги становить 1,8%. При одиночній роботі система компенсації нахилу статичної характеристики не потрібна і вона вимикається шляхом короткого замикання вторинної обмотки проміжного трансформатора.

Обслуговування

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

						Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.6 Вибір електровимірювальних приборів

Генераторні секції ГРЩ призначені для контролю та керуванню роботою синхронного генератора. На генераторній секції встановлені наступні прилади та апаратура:

- амперметр з перемикачем, призначений для вимірювання струму навантаження генератора у всіх трьох фазах;
- вольтметр з перемикачем, призначений для вимірювання лінійного напруження генератора між будь-якими фазами;
- частотомір для вимірювання частоти струму генератора;
- ватметр для вимірювання активної потужності генератора;
- фазометр для вимірювання коефіцієнта потужності генератора;
- автомат виборчої дії для захисту генератора від перевантаження та коротких замикань;
- реле зворотної потужності для захисту генератора від роботи в режимі двигуна ;
- регулювальник збудження для ручного регулювання напруження генератора;
- автоматичний регулювальник напруження генератора;
- перемикач дистанційного управління серводвигуном для регулювання подачі палива або пари в первинний двигун генератора.

3.7 Розрахунок провалу напруги при пуску найбільш потужного споживача електроенергії

Проведу розрахунок електроприводу баластно-осушувального насосу, так як він являється найбільш потужним.

Особливістю суднових електростанцій є наявність потужних асинхронних короткозамкнених двигунів. Відсутність колектора дає можливість запускати їх без пускових реостатів, використовуючи найпростіші схеми пуску. Однак, пусковий струм в процесі розгону таких двигунів у 5-7 разів перевищує номінальний. При начерку індуктивних струмів синхронні генератори сильно розмагнічуються і на деякий час знижують напругу, що прийнято називати провалом напруги.

Розрахунок провалу напруги генератора необхідно виконувати для випадку підключення найбільш потужних асинхронних двигунів.

Початкові дані:

Тип генератора: HYUNDAI-HIMSEN 6H21/32;

$S_{нг} = 860$ кВА;

$U_{нг} = 440$ В;

$X_d' = 19,7$;

$X_d = 215$;

$T_{d0}' = 2,5$;

$K = 25$ В/с (коефіцієнт лінеаризації регулювальника напруження);

$t_1 = 0,8$ с (час затримки вступу регулюючого пристрою в роботу);
генератор працює на холостому ході ($E_d = 1$ – ЕРС генератора).

Параметри електродвигуна:

$U_{нд} = 440$ В;

$I_{нд} = 414,4$ А;

$P_{нд} = 240$ кВт;

кратність пускового струму $K_n = 6$.

Реактивний опір двигуна рівний:

$$X_{д*} = \frac{S_{нг} \cdot 10^3}{K_n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{нд} \cdot I_{нд}} \cdot \left(\frac{U_{нд}}{U_{нг}} \right)^2 = \frac{860 \cdot 10^3}{6 \cdot \sqrt{3} \cdot 440 \cdot 414,4} \cdot \left(\frac{440}{440} \right)^2 = 0,45. \quad (3.4)$$

Початкова напруга генератора рівна:

$$U_{нач*} = \frac{X_d}{X_d + X_d'} = \frac{215}{215 + 19,7} = 0,91. \quad (3.5)$$

Встановлена напруга дорівнює:

						Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$U_{yCT*} = \frac{Xd}{X_d + X_d} = \frac{215}{215 + 215} = 0.5. \quad (3.6)$$

Коефіцієнт K_2 дорівнює:

$$K_2 = \frac{U_{yCT*}}{E_{d*}} = \frac{0.5}{1} = 0.5. \quad (3.7)$$

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

$$T'_d = T'_{d0} \cdot \frac{Xd + X'_d}{Xd + Xd} = 2.5 \cdot \frac{215 + 19.7}{215 + 215} = 1.36 (\text{с}). \quad (3.8)$$

Час досягнення мінімального значення напруги:

$$t_{\min} = \tau' d \cdot 2,3 \lg \left(\frac{U_{\text{ноч}} - U_{\text{уст}}}{U_{\text{уст}} \cdot K \cdot \tau' d} + 2,72^{t_1/\tau' d} \right); \quad (3.9)$$

$$t_{\min} = 1,36 \cdot 2,3 \cdot \lg \left(\frac{0,91 - 0,5}{0,5 \cdot 6 \cdot 1,36} + 2,72^{0,8/1,36} \right) = 1,87 (\text{с}).$$

Значення мінімальної напруги:

$$U_{\min} = U_{\text{уст}} + (U_{\text{нач}} - U_{\text{уст}}) \cdot 2,72^{-t_{\min}/\tau' d} + U_{\text{уст}} \cdot K \cdot \left[(t_{\min} - t_1) - \tau' d (1 - 2,72^{-(t_{\min} - t_1)/\tau' d}) \right]; \quad (3.10)$$

$$U_{\min} = 0,5 + (0,91 - 0,5) \cdot 2,72^{-1,87/1,36} + 0,5 \cdot 6 \cdot \left[(1,87 - 0,8) - 1,36 (1 - 2,72^{-(1,87 - 0,8)/1,36}) \right] = 0,71$$

Максимальний провал напруги дорівнює

$$\Delta U_{\max} = (1 - U_{\min}) \cdot 100\% = (1 - 0,71) \cdot 100\% = 29\% \quad (3.11)$$

Як видно, падіння напруги знаходиться за межами допустимих норм, отже для пуску цього двигуна потрібно використовувати не прямий пуск, а систему плавного пуску, для зменшення пускового струму.

Використаємо систему пуску софтстартером з $K=2$.

$$t_{\min} = 1,36 \cdot 2,3 \cdot \lg \left(\frac{0,91 - 0,5}{0,5 \cdot 2 \cdot 1,36} + 2,72^{0,8/1,36} \right) = 0,87 (\text{с})$$

Значення мінімальної напруги:

$$U_{\min} = 0,5 + (0,91 - 0,5) \cdot 2,72^{-0,87/1,36} + 0,5 \cdot 6 \cdot \left[(0,87 - 0,8) - 1,36 (1 - 2,72^{-(0,87 - 0,8)/1,36}) \right] = 0,91$$

Максимальний провал напруги дорівнює:

$$\Delta U_{\max} = (1 - U_{\min}) \cdot 100\% = (1 - 0,91) \cdot 100\% = 9\%$$

					Лист
					55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

3.8 Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурно-функціональної схеми АСУ СЕЕС

В даному розділі була розроблена концепція комплексної автоматизації судна на основі інтегрованої системи управління, що отримала найменування "автоматизована система управління технологічними процесами (АСУ) судна".

Застосування загальносуднових АСУ забезпечує комплексне рішення завдань автоматизації судна. Автоматизація суднових технологічних процесів дозволяє виключити людини-оператора з трудомістких, часто повторюваних і відповідальних процесів управління та контролю, особливо при виникненні аварійних ситуацій. При цьому життєзабезпечення та безпеку судна повинні бути обумовлені таким складом засобів автоматизації та електротехнічного обладнання, при якому максимально знижується вплив "людського чинника" в умовах експлуатації судна.

Основною концепцією побудови АСУ судна є реалізація всіх її підсистем на основі обмеженого за складом набору типових уніфікованих програмно-апаратних засобів.

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

У типовий склад структурних одиниць судовий АСУ входять:

- станція операторська (СО)
- станція локальна технологічна (СЛТ)

						Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- блок зв'язку з об'єктом (БЗО)
- панель контролю та управління (ПКУ)
- блок сигналізації та індикації (БСІ)
- блок живлення (БЖ)

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

В основу побудови типових систем автоматизованого керування СЕЕС покладені наступні принципи:

- Кожен ГА являється самостійною функціональною групою, яка забезпечує електропостачання споживачів в звичайних експлуатаційних та аварійних режимах;
- Всі ГА мають автоматичне та ручне керування;
- Кожен ГА функціонально незалежний (має свою будову і системи запуску, зупинки, захисту, підключення до мережі і т.д.);
- Будь-яка із систем може функціонувати самостійно;
- До складу функціональної групи входять щит контролю і керування, на якому знаходяться сигнальні та вимірювальні прилади для контролю стану всієї групи та її елементів, органи ручного (дистанційного) керування;
- Кнопки керування включені таким чином, щоб забезпечувався запуск та зупинка ГА незалежно від положення вимикачів їх систем автоматизації;
- Режим роботи функціональної групи задається оператором вручну;

						Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Заданий режим роботи, після дії на вимикачі системи автоматизації, піддержуються автоматично;

- Однією з умов нормального функціонування дизель-генераторів є підтримка їх в прогрітому стані, коли вони не працюють і знаходяться у резерві.

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

- Подачу сигналу на автоматичний пуск і підключення резервного ДГ при досягненні навантаження 90% номінального на робочому генераторі;

- Автоматичну і точну синхронізацію генераторів з шиною ГРЩ;

- Автоматичний розподіл активної загрузки між паралельно працюючими генераторами після підключення резервного;

- Автоматичне відключення автомату фідера живлення з берегу при обриві однієї з живлячих фаз та сигналізацію про зниження напруги у берегової мережі менше 85% номінального значення;

- Відключення другорядних споживачів при перенавантаженні генераторів;

- Автоматичний контроль опору ізоляції на шині ГРЩ;

- Автоматичну світлову сигналізацію про розгрузку любого паралельно працюючого ДГ до 35% номінального значення;

- Напівавтоматичну синхронізацію з берегом;

- Дистанційний пуск і зупинку первинних двигунів ДГ через систему ДАУ СДГ та сигналізацію про їхню роботу;

- Дистанційний контроль основних параметрів електроенергії;

- Аварійно-попереджувальну сигналізацію.

Розробимо структурно-функціональну схему АСУ СЕЕС, а також граф схеми алгоритму для 3 режимів роботи ДГ:

1 – Старт ДГ в ручну, та підключення його на паралельну роботу.

2 – Автоматичний старт ДГ, та підключення його на паралельну роботу.

3 – Відновлення роботи генератора після «Блекауту».

						Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

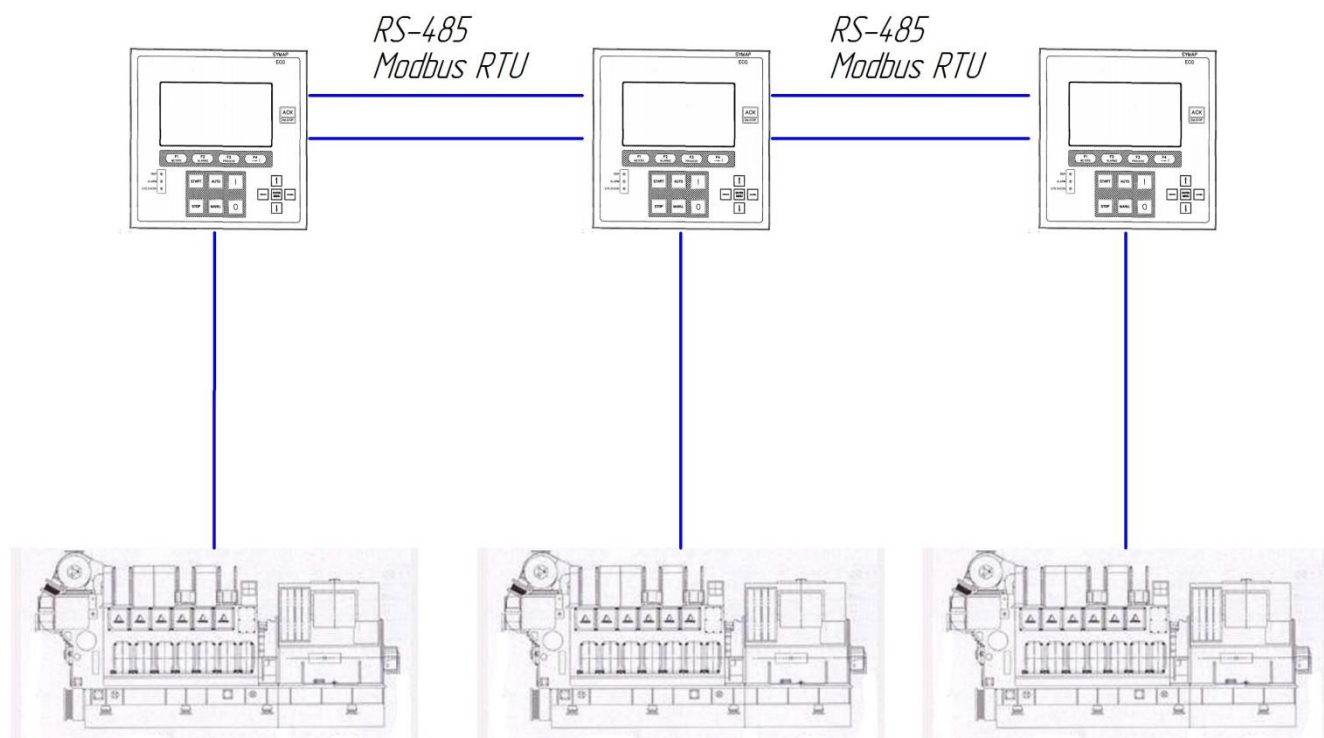


Рисунок 3.6 Структурно-функціональна схема АСУ СЕЕС

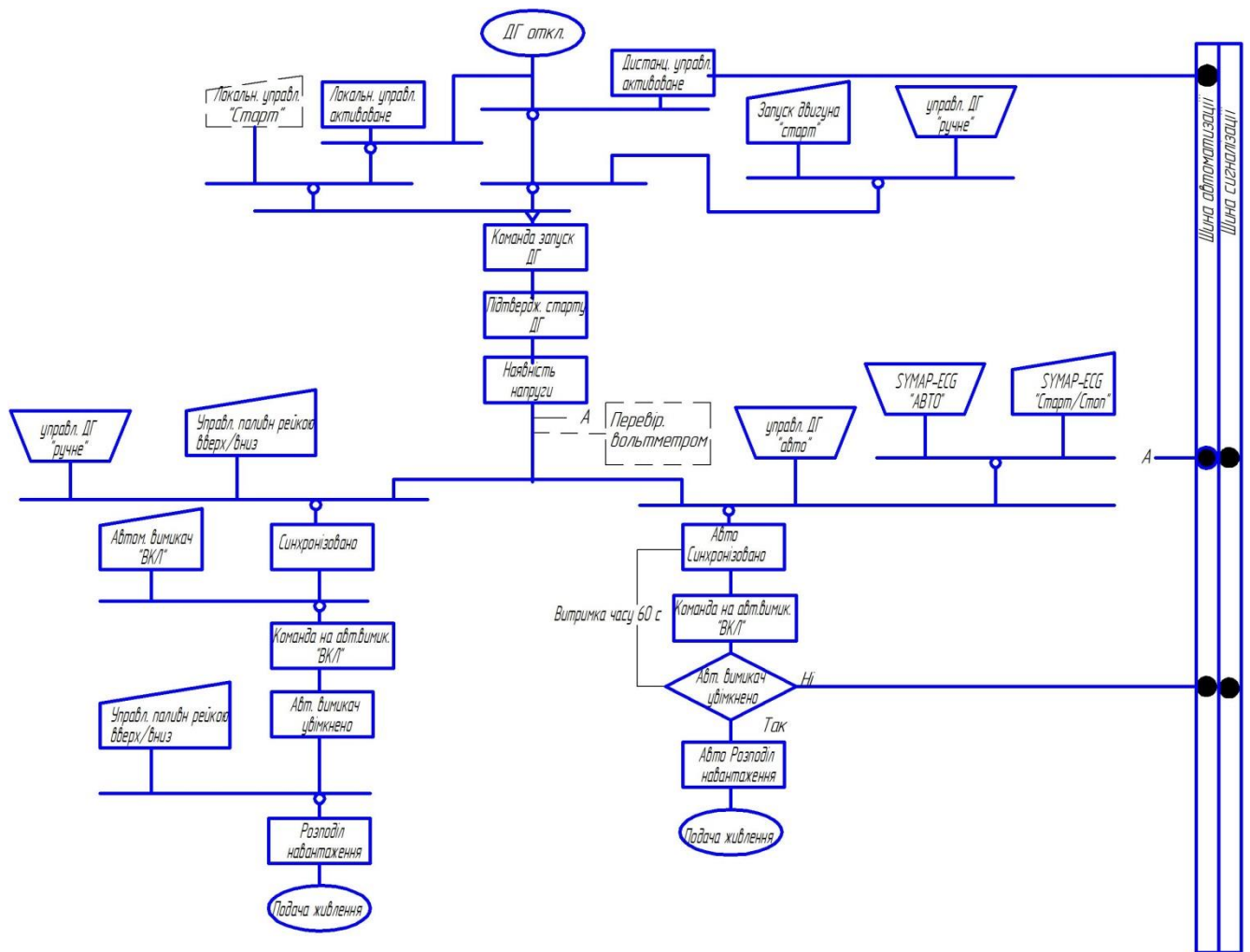


Рисунок 3.7 Пуск ДГ в ручному режимі на паралельну роботу

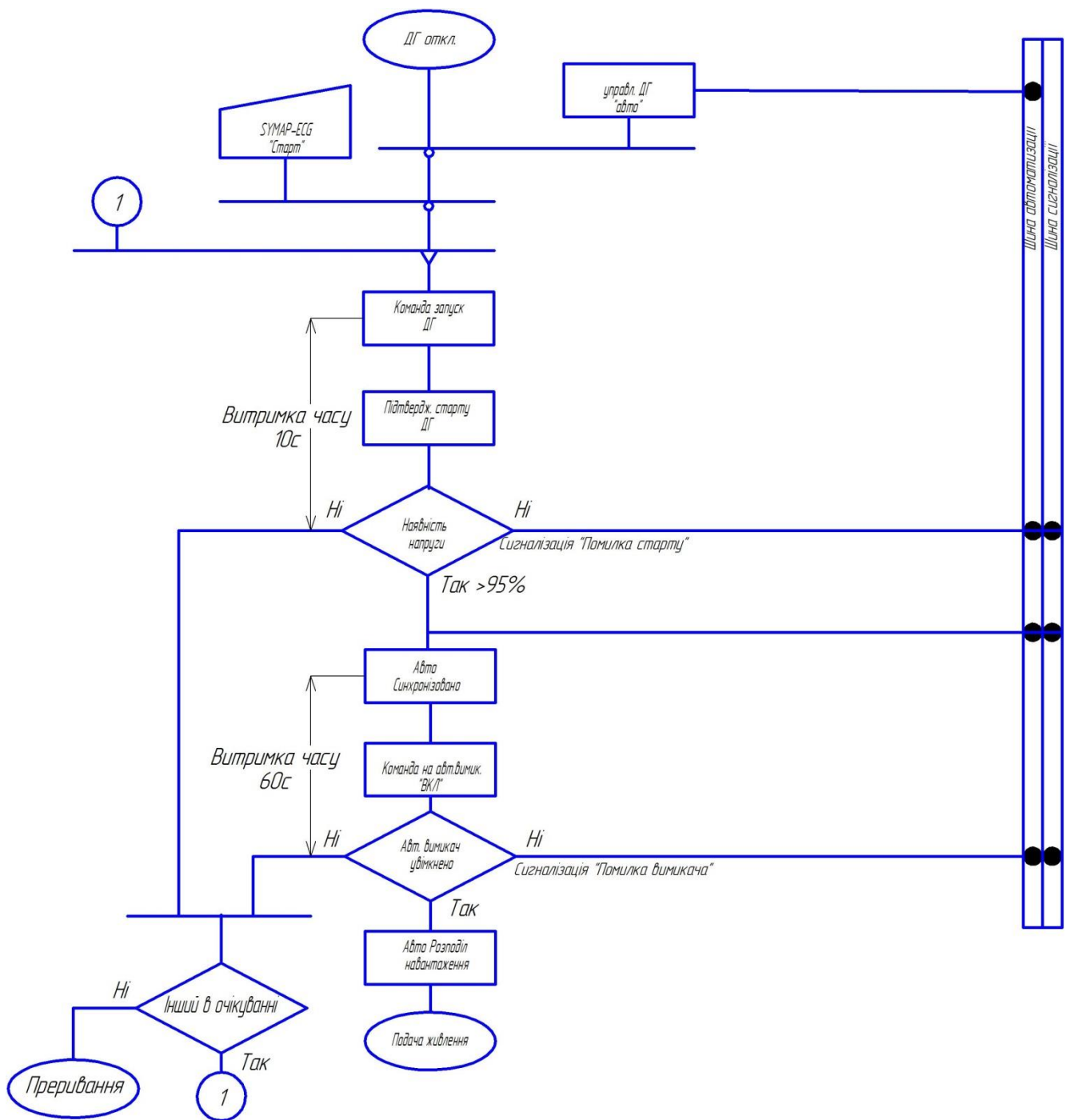


Рисунок 3.8 Пуск ДГ на паралельну роботу «авто»

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

- щитів Л1-Л7 розташованих на різних палубах;
- освітлювальної апаратури;
- з'єднувальних кабелів.

Мережа основного внутрішнього освітлення отримує живлення від секції 220 В ГРЩ.

Освітлення кают, каюти-компанії, суднової канцелярії, спортзалу, навігаційної рубки, ЦПК, коридорів житлової частини судна та камбузу виконано світильниками люмінесцентних ламп. У коридорах систем, у тамбурах сходу, у приміщеннях прийому палива, горловинах встановлені вибухобезпечні світильники "FX-220dC206H1e-F", а в акумуляторній - світильники IS40-20BNCR.

Мережа великого аварійного освітлення складається з:

- Двохщитів E1, E2;
- освітлювальної установчої апаратури та з'єднувальних кабелів.

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

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

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

Мережа зовнішнього та трюмного освітлення служить для освітлення проходів на зовнішніх палубах, вантажних палуб, трюмів та забортових просторів і входить у групу щитів загального освітлення L3.

- освітлювальної установчої апаратури та з'єднувальних кабелів.

Мережа зовнішнього та трюмного освітлення отримує живлення від секції 220В ГРЩ. Живлення від ГРЩ подається на районний щит L3, а від нього безпосередню на лампи, а для галогенових ламп високого тиску через контактори та баласты. Вимикання та вмикання зовнішнього трюмного освітлення проводиться централізовано з навігаційної рубки.

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

- двох щитів з контакторами постійного струму;
- освітлювальної установчої апаратури та з'єднувальних кабелів.

Мережа сигнально-розпізнавальних вогнів служить для живлення ходових розпізнавальних вогнів і сигнальних вогнів, які забезпечують безпеку мореплавання. Ліхтарі сигнально-розпізнавальних вогнів

						Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

отримують живлення від секції пульта судноводіння у навігаційній рубці, який в свою чергу, отримує живлення від ГРЩ через АРЩ.

На судні встановлені такі основні вогні:

- 1) топові (білий колір);
- 2) бортові відмітні (правий борт — зелений, лівий борт — червоний колір);
- 3) кормовий (гакобортовий) (білий колір);
- 4) якірні (на кормі і на носу) (білий колір);
- 5) "Не можу справлятися" (2 вогні) (червоний колір);
- 6) клотиковий (білий);
- 7) небезпечний вантаж (червоний);
- 8) лампи для проходження Каналу СУЕЦ;
- 9) лампа «Велике судно»

Як ліхтарі використовуються світлосигнальні ліхтарі, що забезпечують необхідну для кожного вогню дальність і кут видимості. Типи ліхтарів: A2-DM602CH-CG(топові), A2-DP6020H-CG (бортові). A2-DS6020H-CG (кормовий), A2-SW6020H-CG (якірні), A2-SR6020H-CG(180)("Не можу справлятися"), A2-SW6020H-CG(180) (клотикові), IS40-20BNCR (SUEZCANALLAMP – STERNRED), IS40-20BNCG (SUEZCANALLAMP – SIGNALGreen), HV-100G20BH-CG, DC-100R20AH-CG (Небезпечний вантаж Червона).

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

4. АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИБОРІВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

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

Комп'ютерна мережа побудована таким чином, що об'єднує у собі систему моніторингу та контролю, авральну сигналізацію, пожежну сигналізацію, та систему моніторингу параметрів танків.

Ця система поділена на рівні доступу так, щоб одна система не входила до діапазону IP адресів іншої. Таким чином вони працюють тільки з конкретними користувачами на конкретних станціях у різних куточках судна.

Для прикладу наведу комп'ютерну мережу системи моніторингу та сигналізації (Плакат №3).

Як видно із схеми комп'ютерної мережі – вона базується на 2х серверах, одному головному, іншому – резервному.

Обидва сервери мають свій монітор та клавіатуру з маніпулятором. Вони підключені до комутаторів за допомогою Ethernet комутаторів. Також до цієї системи підключені станції виклику та прийняття сигналізації, які розташовані у різних приміщеннях судна, що дозволяє дізнатися об несправності обладнання. Кожна з цих станцій має свій унікальний IP адрес, що дозволяє програмувати режим «БЕЗ ОБСЛУГОВУВАННЯ» у нічний час і видавати сигнал несправності тільки тим членам екіпажу, які знаходяться на вахті.

Також до цієї системи приєднано перетворювач RS485/Ethernet – який у свою чергу приєднаний до шафи збору інформації з датчиків різних систем. Це дозволяє отримувати інформацію з усього судна і відображати її на екрані монітора. Також ця система дозволяє змінювати параметри уставок спрацювання сигналізації, вмикати та вимикати деякі приводи, насоси і т.д.

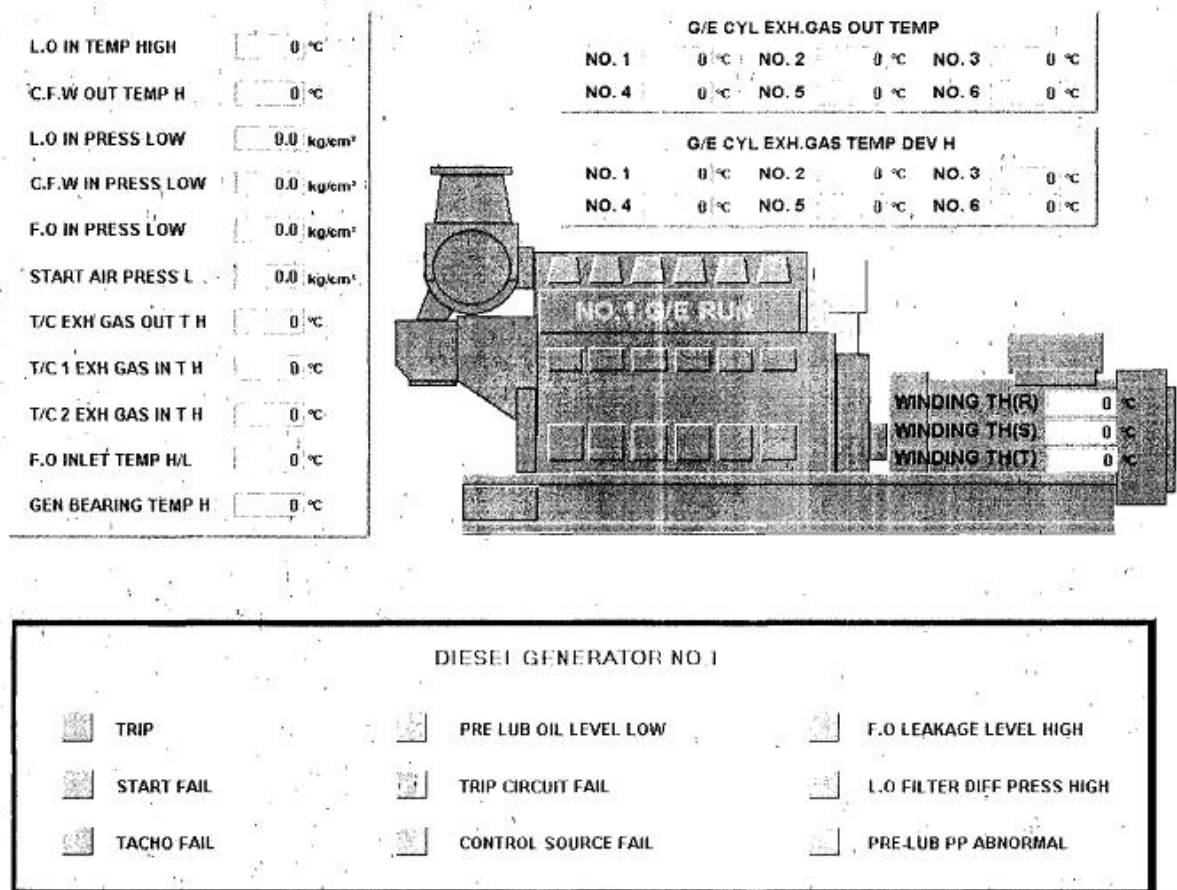


Рисунок 4.1 Вид зображення на екрані системи моніторингу ДГ №1

4.2 Аналіз роботи системи управління котлом

Система управління призначена для забезпечення безпечної та функціональної роботи котельної установки. Загальна конструкція містить секцію місцевого управління для кожного включеного котла, загальної силової частини і системи управління і моніторингу на основі ПК.

Рисунок 4.2 ілюструє типову конфігурацію системи котла. Приклад наведено для котельні MISSION ТМ «близнюків». Система управління побудована аналогічним чином для інших типів котлів.

Зв'язки між локальними панелями управління, силовими панелями і машинним відділенням ПК досягаються через мережу RS485 2-провідний. Кабель типу «вита пара» з екраном не повинна перевищувати 1000 метрів загальної довжини.

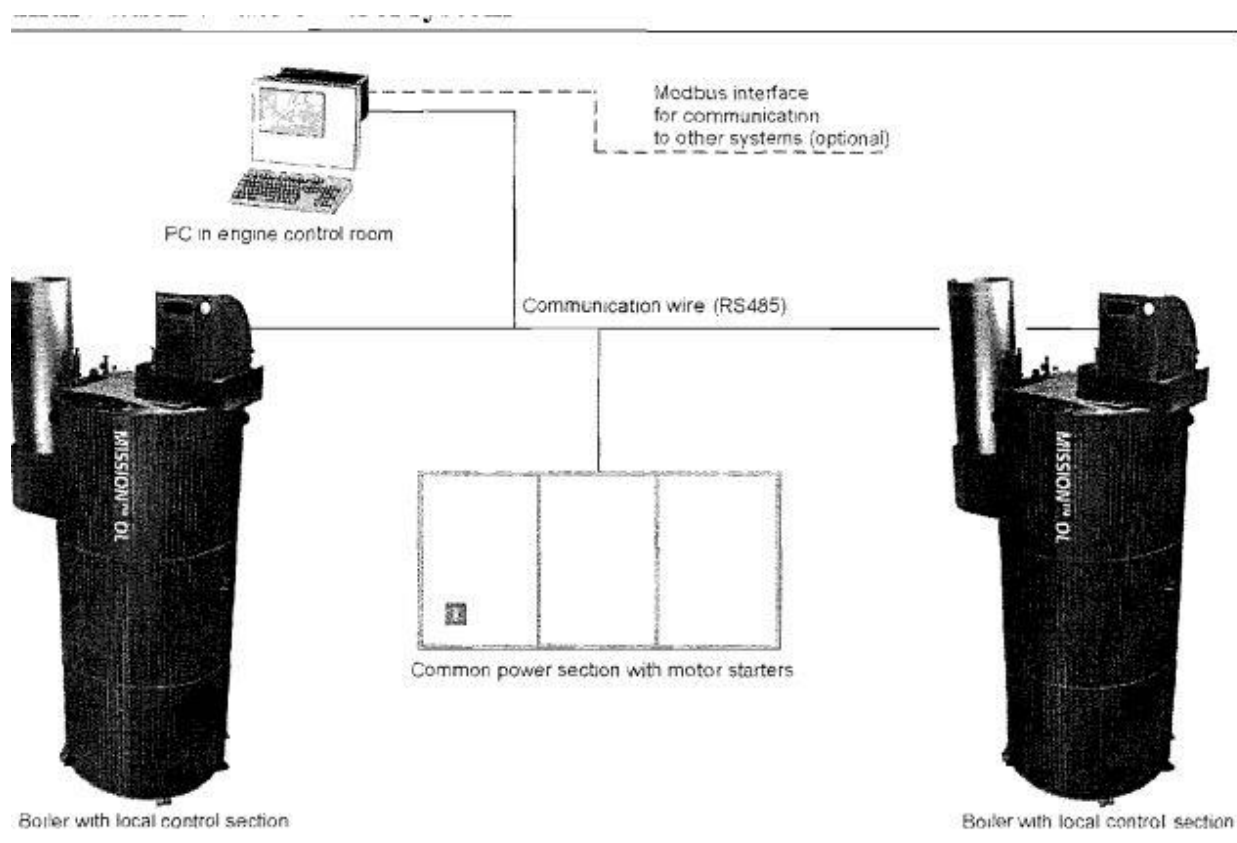
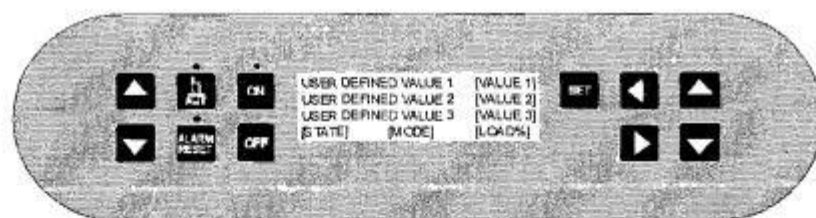
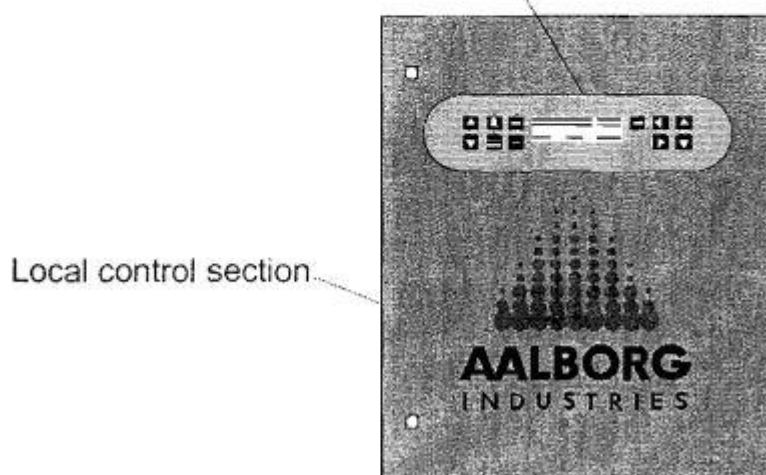


Рисунок 4.2 Вид системи контролю бойлерами

Як було сказано вище системою можна керувати з локальних станцій – рисунок 4.3, так і із ЦПК з комп'ютеру – рисунок 4.4.



Local panel



Local control section

Рисунок 4.3 Вид панелі керування розташованої біля бойлера

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

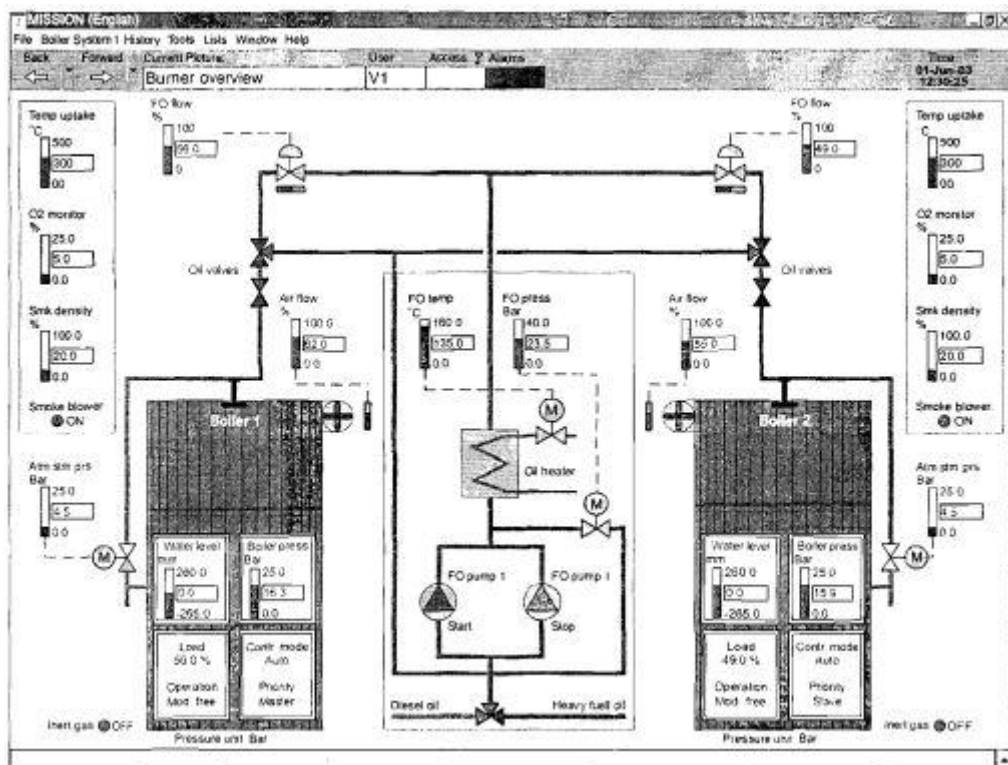


Рисунок 4.4 Вид екрану монітору – керування бойлерами за ЦПК

На плакаті №5 буде наведена блок схема алгоритму підпалу бойлера.

Опис блок – схеми алгоритму роботи котла наведений нижче у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Параметри блоків алгоритму роботи котла

Назва блоку	Опис
КРОК вимкнення котлу	Активоване 1 ^{не} чи декілька захисних блокувань Вимкнений підпал Закрито паливний вентиль Закрито пар Закрито вентиль нагнітача Деактивований сигнал старту вентилятора котла Встановлено струм палива в режим очікування Встановлено струм повітря в режим очікування Виставлені усі таймери на 0
Якщо захисні блокування можна обнулити, то можна перейти до "Шагу 0"	
СТОП	Для того щоб перейти на цей шаг, потрібно активувати команду СТОП на локальній панелі, чи з комп'ютеру

					Виставляє усі таймери на 0 Виставляє підпалювач в режим стоп
КРОК 0 ГОТОВ					Виставляє струм палива у режим очікування Виставляє струм повітря у режим очікування Якщо таймер старту закінчується, зупиняє вентилятор
Якщо активовано автоматичний режим: - повітряні вхідні вентелі закриті; - для "Майстер" котла (дійсний тиск системи нижче встановленої уставки) - для "Підлеглого" котла (дійсний тиск системи нижче встановленої уставки + уставки допоміжного котла) чи команда від "Майстер" на старт) Якщо активовано ручний режим: - повітряні вхідні вентелі закриті; - активована кнопка на панелі керування "СТАРТ".					
КРОК 1 СТАРТ					Посилає команду страт до контролеру Стартує таймер до зворотнього зв'язку з контролером
Отримане підтвердження від контролеру на старт					
КРОК 1 СТАРТ (Продовження)					Запуск вентилятора горіння Скидання таймерів контролеру Старт таймера для макс. часу старту Старт таймера для вентилятора горіння
Отримане підтвердження від контролеру, що вентилятор запусився					
КРОК 2 ПРОДУВАННЯ					Відкрити клапан пару Виставити потік повітря на продув Запустити таймер повітряного сервоприводу на позиції
Отримане підтвердження від контролеру, що потік повітря достатній					
КРОК 2 ПРОДУВАННЯ Продовження					Запустити таймер продуву
Якщо повітряний потік ОК на протязі продуву, перейти до наступного кроку. Якщо не гаразд - повернутися до кроку 2.					
КРОК 3					Подати повітря до приводу
	Встановлення позиції				опускання підпалювача
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Підпал	Подати паливо у підпалювач Запустити таймер для повітряного приводу Запустити таймер для паливного приводу
Отримане підтвердження, що повітряний потік у нормі Отримане підтвердження, що тиск палива у нормі	
КРОК 4 Підпал	Опустити підпалювач Запустити підпал Запустити таймер (підпалювач на позиції)
Отримане підтвердження, що підпалювач на позиції	
КРОК 4 Підпал (продовження)	Запустити таймер для підпалу
Отримати підтвердження від фото сенсорів про підпал (Ні - до кроку "вимкнення котлу")	
КРОК 5 Захисна витримка часу	Відкрити паливні клапани Запустити таймер "захисного часу"
Продовжити по закінченню таймеру "Захисного часу"	
КРОК 5 Захисна витримка часу (продовження)	Активувати нагляд за полум'ям Скинути таймер макс часу запуску
КРОК 6 Полум'я стабільне	Запустити таймер для «стабільне полум'я» Зупинити підпал Відключити живлення від підпалюючого трансформ еру
Перейти на наступний крок, якщо таймер «стабільного полум'я» закінчився	
КРОК 7 Встановлення мін горіння	Встановити повітряний потік на мін. Встановити подачу палива на мін. Запустити таймер для повітряного приводу Запустити таймер для паливного приводу
Отримати підтвердження о мін горінні	
КРОК 7 Встановлення мін горіння (продовження)	Запустити таймер «мін горіння»
Крок 8 Підвищення тиску	Після таймеру «мін горіння» Якщо тиск у котлі менш за уставку

	КРОКУ 7 Якщо тиск у котлі вище «нагрів очного тиску» перейти до КРОКУ 8 Якщо тиск менш за уставку і «Мастер бойлер» дає команду на «ВКЛ» - «Підлеглий бойлер» також перейде до кроку 8.
Крок 8 Підвищення тиску (продовження)	Розраховується час для підвищення тиску Запускається таймер підвищення тиску
Після спрацювання уставки по тиску, переходить до кроку «стоп», команда «стоп» також подається до «підлеглому» котлу. Якщо активовано «РУЧНИЙ» режим, то активна кнопка «Стоп» на панелі котла	
Крок 9 Встановлення режиму продувки паром	Встановити повітряний потік у режим продувки Встановити подачу палива у режим продувки Запустити таймер для повітряного приводу Запустити таймер для паливного приводу
Отримане підтвердження, що повітряний потік у нормі Отримане підтвердження, що тиск палива у нормі	
КРОК 10 Продувка паром крок 1	Закрити паливні вентиля Відкрити вентиля продувки паром Деактивувати нагляд за полум'ям Запустити таймер продувки №1
КРОК 11 Продувка паром крок 2	Закрити вентиль нагнітання пара Запустити таймер продувки №2
КРОК 11 Продувка паром крок 2 (продовження)	Закрити вентиль продувки паром
Котел готовий до роботи. Перейти до КРОКУ 0	

Якщо на будь якому кроці виникає помилка, або після спрацювання таймеру процес не закінчився, то спрацьовує сигналізація, дається команда «СТОП», або, якщо критична помилка подається сигнал на Вимкнення котлу.

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

Система управління судном

На судні встановлена система Автопілоту, яка поєднує у собі:

- Гірокомпас TG-8000;
- Систему навігації задачі курсу;
- Рульову систему;
- Систему визначення швидкості.

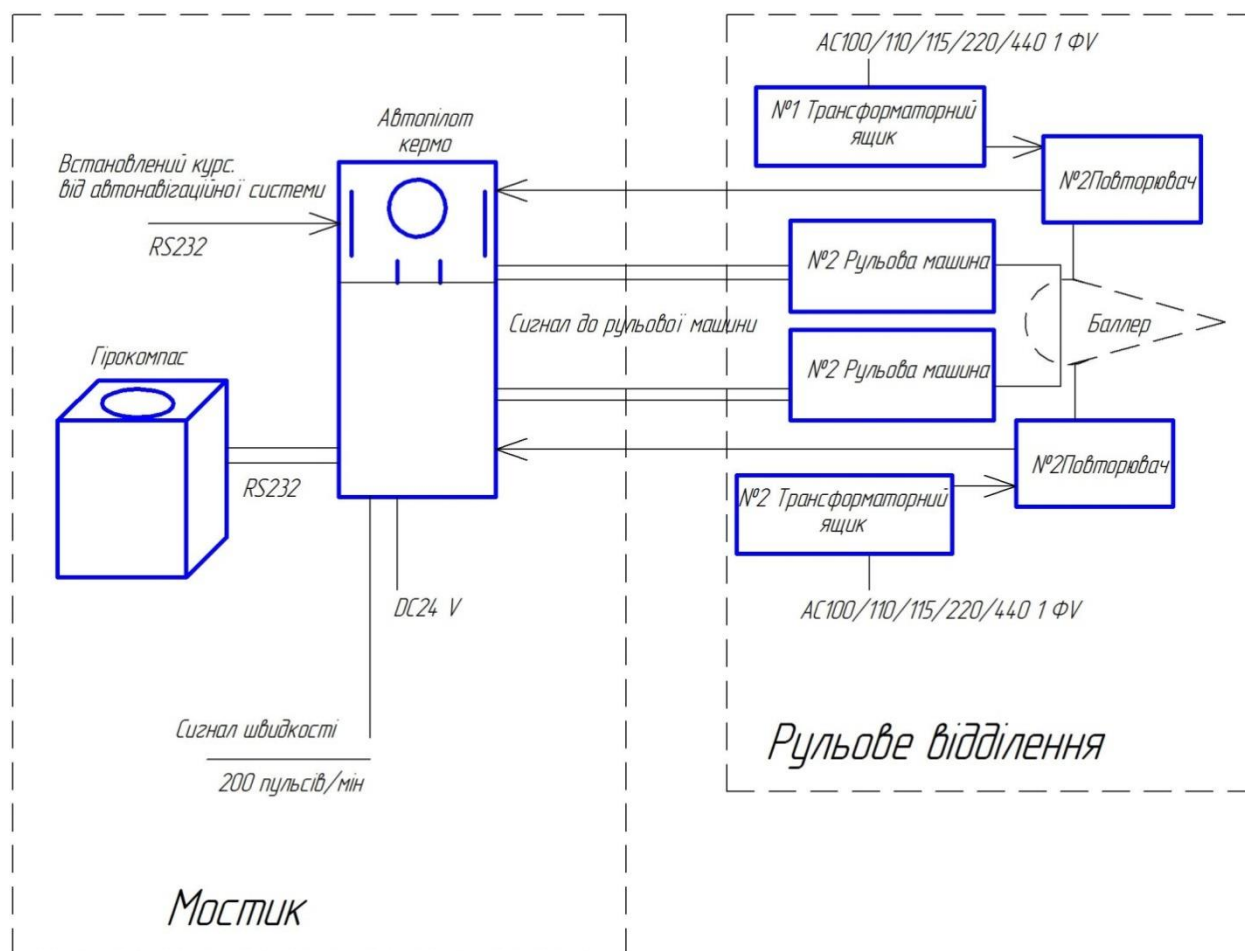


Рисунок 4.6 – Схема роботи автопілоту

Якщо встановлено перемикач у АВТО – система отримує координати місця знаходження по RS232 інтерфейсу від гірокомпаса. Також від авто навігаційної системи отримує координати курсу. Авторульова подає сигнал на управляючі рульової машини, і по зворотному зв'язку отримує сигнал о положенні балеру руля. Швидкість задається на мостіку, і контролюється датчиком швидкості.

Якщо встановлено перемикач у РУЧНЕ – система отримує сигнал від керма, яке знаходиться на мостіку.

Система контролю та сигналізації

Система контролю та сигналізації ACONIS 2000 зображена на плакаті №4 в неї входить:

- Система серверів збору і моніторингу інформації;
- Система друкування аварій та подій;
- Мережа Ethernet ;
- Мережа 232/485;
- Мережа аналогових датчиків і цифрових перетворювачів;
- Мережа дискретних датчиків і цифрових перетворювачів;
- Система виклику персоналу.

Ця система контролює роботу усіх систем судна і дозволяє оперативно отримати комплексну інформацію о стані будь-якої системи, як у теперішній час, так і побачити запис параметрів роботи системи до 2 неділь.

Також дозволяю будувати графіки параметрів об'єкту, що полегшує роботу оператора по аналізу системи.

Для наглядності наведу декілька фото з екрану сервера ACONIS 2000.

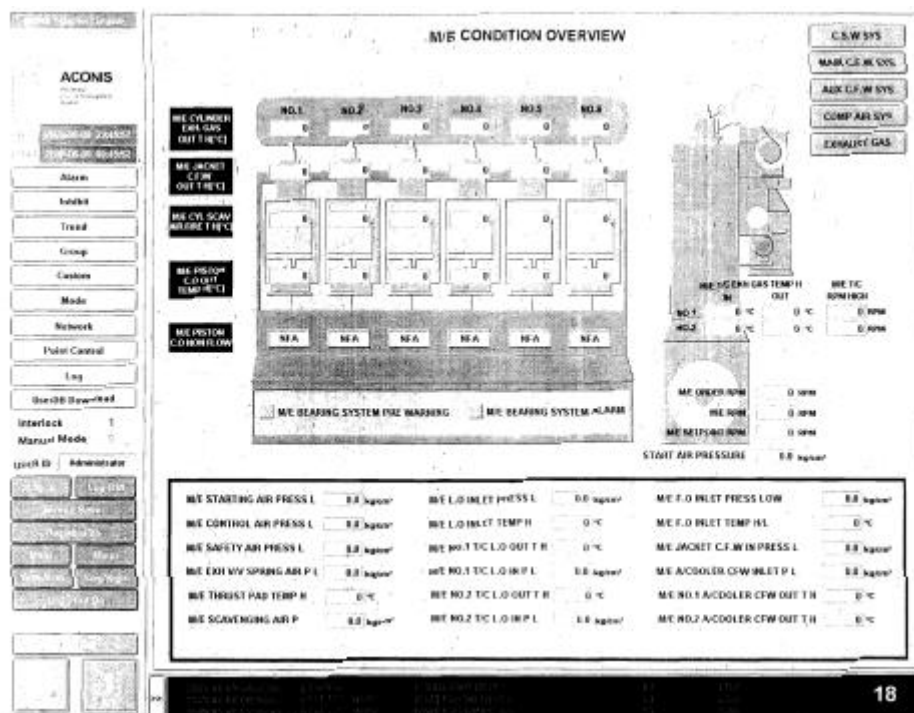


Рисунок 4.7 – Параметри роботи ГД

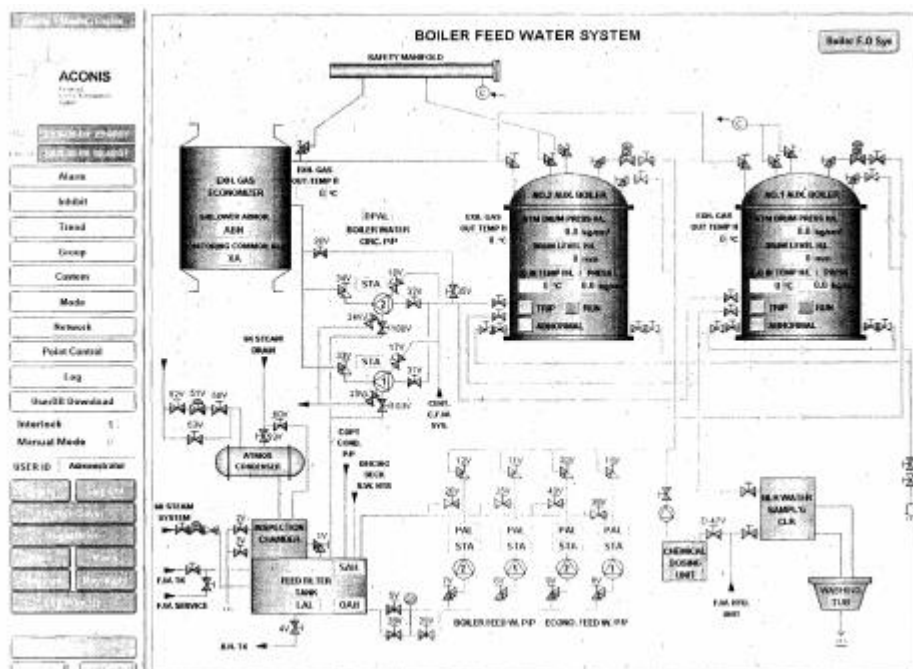


Рисунок 4.8 – Параметри роботи котлів

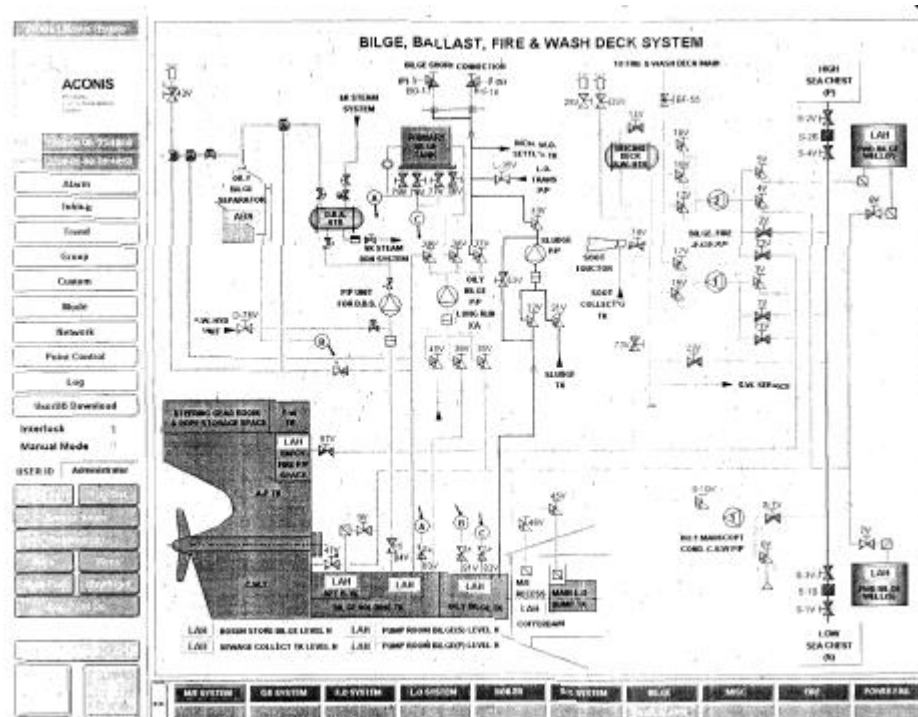


Рисунок 4.9 – Система баластних вод

Система внутрішнього зв'язку

Система внутрішнього зв'язку поєднує у собі:

- Систему гучного зв'язку (МРА-7400ЕАF);
- АТС обмінник (МСХ-2064);
- Безбатарейний зв'язок (LC-800).

Система гучного зв'язку розроблена для здійснення важливих повідомлень з мостикау чи з машинного відділення. Також зі стаціонарних телефонів, якщо натиснути 0.

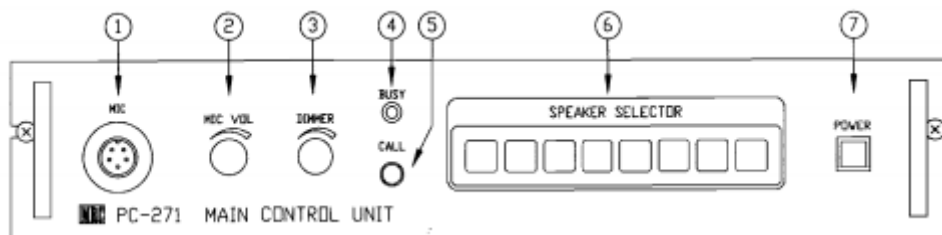


Рисунок 4.9 – Центральна консоль гучного зв'язку

- 1 – вхід мікрофону;
- 2 – гучність мікрофону;
- 3 – дімер освітлення панелі;
- 4 – індикатор «зайнято»;
- 5 – кнопка виклику;
- 6 – вибір зони гучного зв'язку;
- 7 – живлення вкл./откл.

АТС обмінник (МСХ-2064)

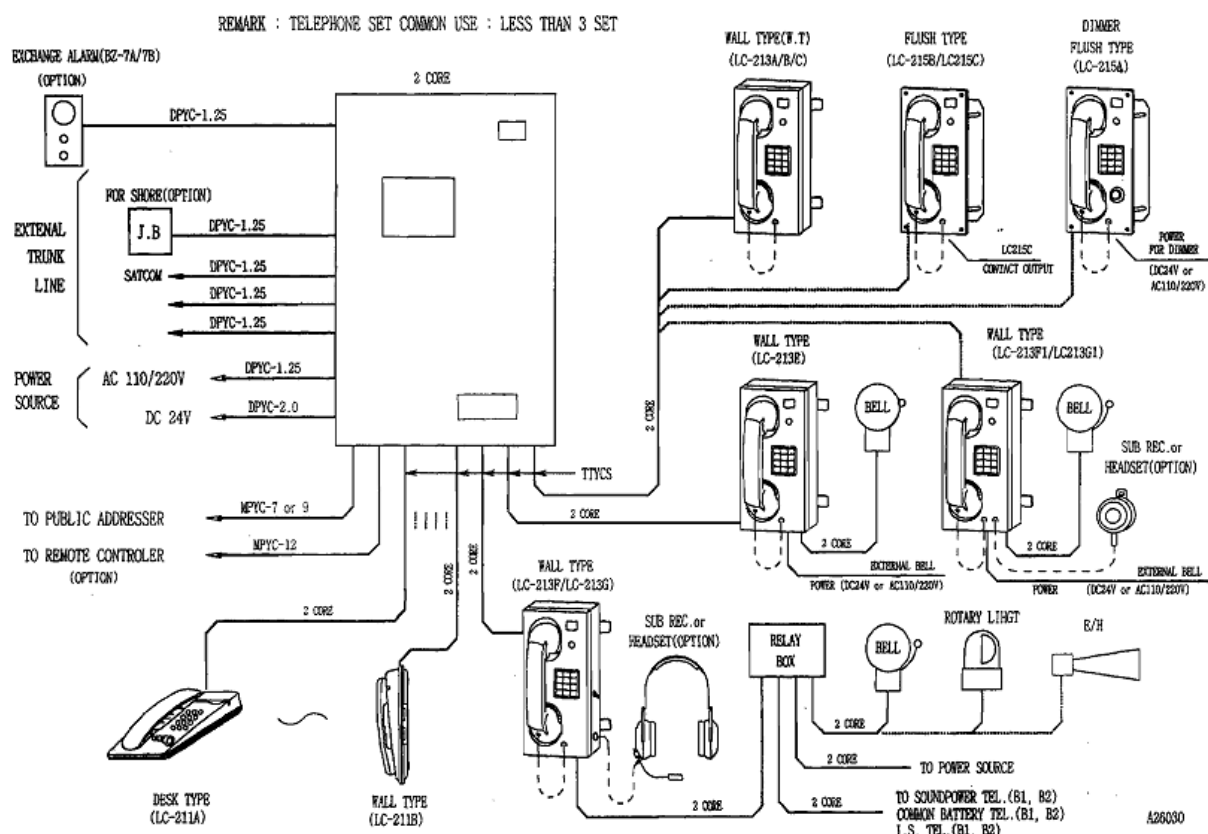


Рисунок 4.10 – Система АТС на судні

Ця система дозволяє організувати адресний доступ на судні. Таким чином дозволяє поєднати усі телефони у системі і дозволити виконувати виклик любого телефону. Також дозволяє під'єднатися до системи гучного зв'язку.

Безбатарейний зв'язок

Ця система розроблена з метою безпеки. Коли не має живлення від загальної мережі, та в надзвичайних ситуаціях. Вона об'єднана системою, яка за допомогою обертаючогося механізму дозволяє зарядити конденсатор достатньо для виконання виклику.

Такими телефонами об'єднані приміщення мосту, рульового відділення, машинного відділення, станції управління котлом, та вантажними операціями, та на кормі у якірному сховищі.

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	76

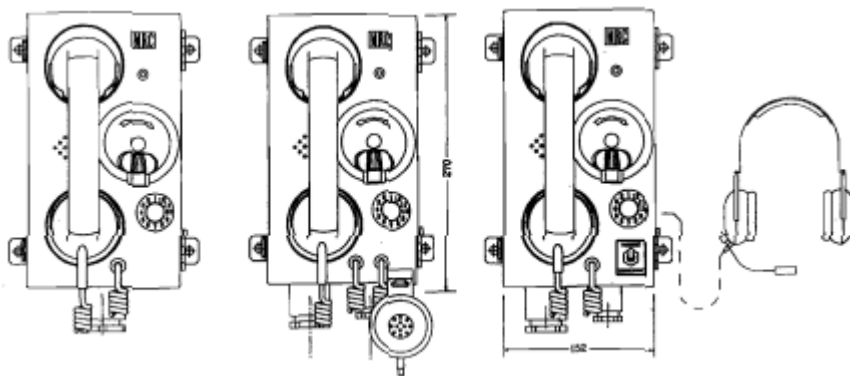


Рисунок 4.11 – Різні типи телефонних апаратів безбатарейного зв'язку

4.4 Технічні характеристики та конструктивні особливості електро-, радіо- навігаційних пристроїв, та радіозв'язку.

Радіолокатор JSS-596

Функції:

- 1) передача сповіщень про лихо в напрямку судно-берег принаймні двома окремими-ними і незалежними засобами (Ship-to-shore distressalerting);
- 2) прийом сповіщень про лихо в напрямку берег-судно (Shore-to-ship distressalerting);
- 3) передача і прийом повідомлень про лихо в напрямку судно-судно (Ship-to-ship distressalerting);
- 4) передача і прийом повідомлень для координації пошуку і рятування (Searchandrescue co-ordination);
- 5) передача і прийом повідомлень на місці лиха (On-scenecommunication);
- 6) передача і прийом сигналів для визначення місця розташування (Transmissionandreceiptoflocatingsignal);
- 7) передача і прийом інформації з безпеки на морі (Transmission and receipt of maritime safety information);
- 8) передача і прийом радіоповідомлень загального призначення через берегові системи або мережі зв'язку (General radiocommunication);
- 9) передача і прийом повідомлень «місток-місток» (Bridge-to-bridge communication).

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Супутниковий зв'язок INMARSAT –С(JUE-85) , INMARSAT –F (JUE-410-F).

Технічна організація і принцип дії ИНМАРСАТ

До складу системи ИНМАРСАТ входять наступні частини:

- космічний сегмент, що включає діючі і запасні геостационарні супутники з ретрансляторами;
- береговий сегмент - берегові земні станції (БЗС);

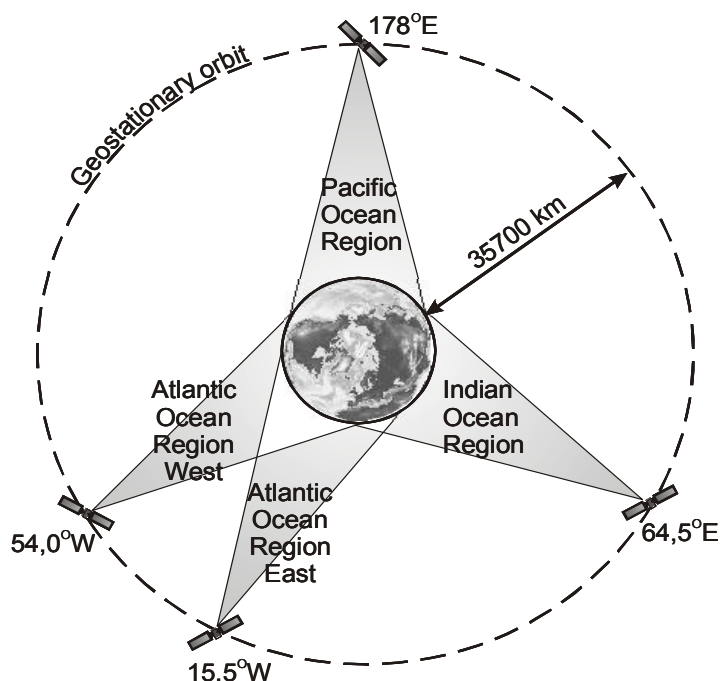


Рисунок 4.13- Розміщення супутників
ИНМАРСАТ

- парк терміналів на рухомих об'єктах;
 - суднові земні станції (СЗС);
 - космічний сегмент.
- ☐ Атлантичний океан / захід,
 - ☐ Атлантичний океан / схід,
 - ☐ Індійський океан,
 - ☐ Тихий океан.

Наземний сегмент включає в себе глобальну мережу берегових земних станцій (БЗС) (Coast (Land) EarthStation, CES, LES), які координують станцій мережі (КСС) (Network CoordinationStation, NCS) і центру експлуатації мережі в Лондоні.

Суднові земні станції (ShipEarthStation - SES). Для роботи в ГМССБ схвалені такі нормативні документи супутникових станцій: ИНМАРСАТ-А, В, С. Аварійний радіобуй ИНМАРСАТ-Е може використовуватися замість АРБ коспас-сарсат в районі АЗ. Станції інших стандартів можуть встановлюватися додатково для розширення можливостей комерційного зв'язку.

Система зв'язку ИНМАРСАТ-С

Система зв'язку ИНМАРСАТ-С не забезпечує режиму телефонії, але підтримує обмін текстовими повідомленнями і даними між СЗС і БЗС за принципом накопичення, зберігання інформації на березі із послідуячого її передачею в порядку черги відповідно до зазначеного пріоритетом (такий спосіб обміну називається Storeand Forward).

						Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

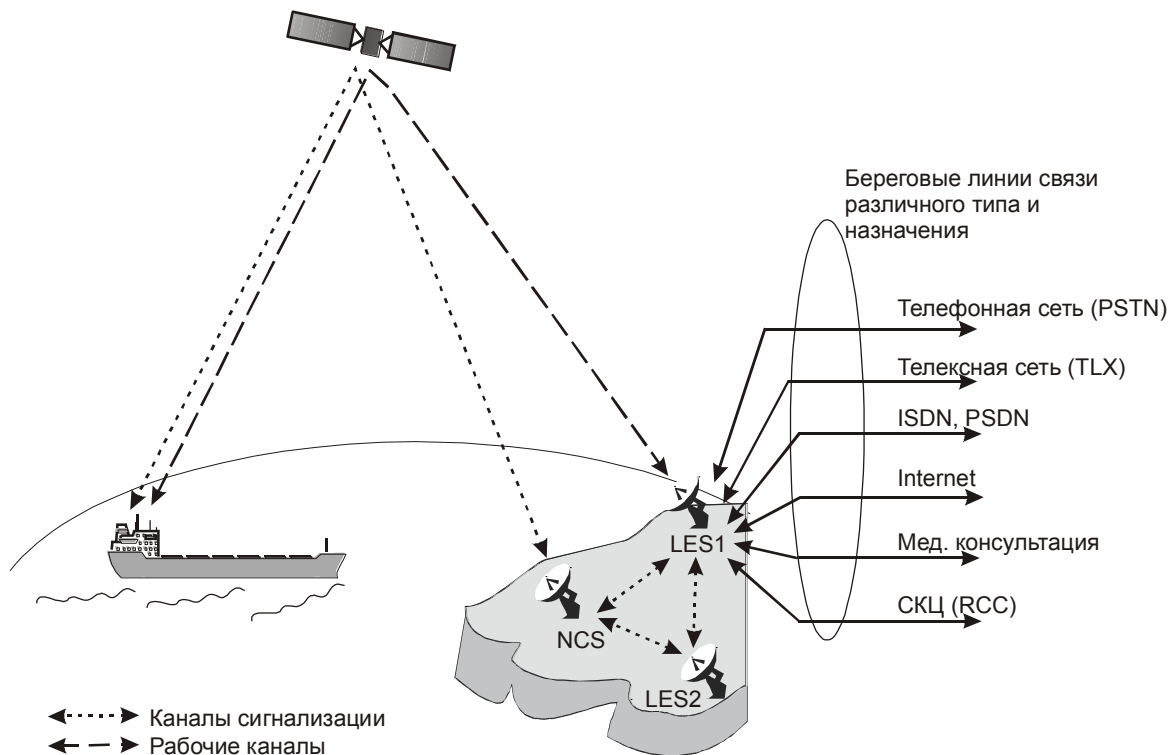


Рисунок 4.14 Организация системы

Приемач служби НАВТЕКС



Рисунок 4.15 Приемач НАВТЕКС

Приемач НАВТЕКС служить для приему навигационной информации в районах, что обслуживаются этой системой

Приемач должен работать на частоте 518 кГц. Могут быть предусмотрены дополнительного-тильни частоты для приему повідомлень национальной службой НАВТЕКС.

Повинна бути передбачена перевірка працездатності приймача, пристрої обробки сигналу і друкувального пристрою.

В обладнанні повинні зберігатися тільки правильно прийняті повідомлення. Повідомлення вважається правильно прийнятим, якщо коефіцієнт помилки на знак нижче 4%.

УКХ радіоустановка з радіотелефоном і ЦІВ

УКХ-радіоустановка забезпечує радіотелефонний зв'язок і цифровий виборчий виклик (цїв) на відстані 20-30 морських миль.

Пристрій цїв дозволяє складати передані виклики і переглядати прийняті виклики. У новій апаратурі Sailor4000 для кращого сприйняття інформації дисплей значно збільшений. Тому оператор може відразу ж бачити всю отриману у виклику інформацію. У знову встановлюваних пристроях дисплей повинен мати достатні розміри для виведення не менше 300 символів.

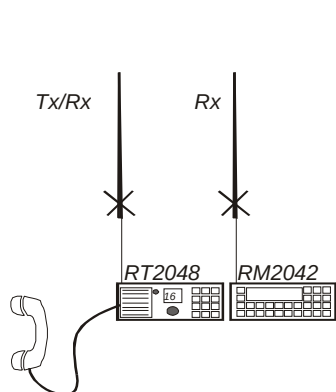


Рис.4.16 УКХ-радіоустановка з ЦІВ (Sailor2000)

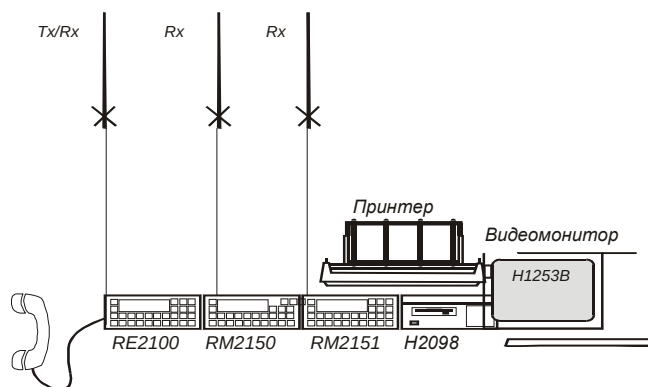


Рис. 4.17 ПХ/КХ-радіоустановка с ЦІВ (Sailor2000)

5. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1. Конструктивні засоби для забезпечення непотоплювальності судна.

Непотоплюваністю називається здатність судна зберігати плавучість і стійкість при затопленні одного або кількох відсіків, утворених усередині корпусу судна водонепроникними перебірками, палубами та платформами.

Надходження заборотної води в корпус судна, внаслідок його пошкодження або навмисного затоплення відсіків, призводить до зміни характеристик плавучості та стійкості, керованості та ходовості.

Конструктивні засоби для забезпечення непотоплювальності судна проводяться проектними та суднобудівними організаціями на стадії проектування і будівництва судна з метою забезпечення **його живучості**.

До цих заходів належать забезпечення необхідної загальної та місцевої міцності корпусу судна, розділення судна на водонепроникні відсіки, обладнання приміщень судна ефективними засобами боротьби за живучість (протипожежні системи, трюмові системи, баластні системи, аварійно-рятувальні засоби тощо). У процесі проектування транспортних суден питання їх непотоплюваності, зрештою зводиться до перевірки правильності вибору кількості та місць розташування водонепроникних перебірок. Така перевірка має на меті встановити відповідність їх розміщення тим вимогам, які пред'являються реєстром. Для морських транспортних суден нормування посадки після затоплення одного або групи відсіків проводиться по граничну лінію занурення, яка проходить бортом нижче бортової лінії палуби перебірок на відстані 76 мм (3 дюйми) по всій довжині судна. Встановити граничну лінію занурення потрібно, т.к. не можна допустити, щоб запас плавучості судна було зовсім втрачено.

5.2 Живучість судна— здатність морського (річкового) об'єкта у разі пошкодження зберігати свої експлуатаційні та мореплавні якості.

Основні види аварійних пошкоджень, зазвичай, є пов'язаними з надходженнями води в корпус, з пожежами та пошкодженнями технічних засобів судна.

Живучість судна забезпечується конструктивними елементами, організаційно-технічними заходами, що здійснюються при експлуатації, і боротьбою за живучість судна, що проводиться екіпажем при аварії.

Правила техніки безпеки при вантажних операціях на наливних судах (танкерах).

При роботах на наливних судах (танкерах):

- 1) весь персонал, що направляється на наливні судна, що працюють на зовнішніх водних дорогах, повинен проходити спеціальну підготовку для роботи на даного типа судах;
- 2) до початку вантажних операцій капітан судна зобов'язаний отримати від вантажовідправника всі відомості про вантаж, його основних фізико-хімічних властивостях і повинен уміти керувати екіпажем судна як в звичайних умовах експлуатації, так і в разі аварійних ситуацій, а також повинен уміти надати першу допомогу потерпілому від контакту з вантажем, для чого щокварталу повинні проводитися навчання за методами боротьби у разі витоку, розливу та займання вантажу. Капітан судна повинен провести навчання членів екіпажу судна правильному використанню дихальних та реанімаційних апаратів;
- 3) двері, ілюмінатори та отвори, через які пари вантажу та інертного газу можуть проникнути в судові приміщення, повинні бути зачинені у таких випадках:

при ПРР та баластових операціях;

при митті та зачистці танків (у тому числі дегазації танків та систем);
- 4) вхід до приміщень вантажних механізмів дозволяється лише особам, у завідуванні яких знаходиться дане приміщення. Відвідування цих приміщень іншими особами допускається з дозволу старшого механіка під контролем вахтового помічника капітана. Вхід у приміщення вантажних механізмів без попереднього попередження вахтового помічника забороняється. На дверях цих приміщень має бути вивішена табличка з написом "Перед входом попередь вахтового помічника та включи вентиляцію". Вентиляція має працювати протягом усього періоду перебування людей у приміщенні вантажних механізмів.
- 5) входити в закриті приміщення, в яких передбачається або встановлено наявність загазованості вище за гранично допустиму концентрацію, дозволяється тільки з письмового розпорядження капітана судна;
- 6) перед початком вантажних та баластових операцій необхідно переконатися в тому, що:

вантажна система та механізми перевірені та готові до дії;

системи аварійної зупинки, аварійної сигналізації та інші пристрої, а також основні пристрої випробувані та готові до дії;

датчики приладів, встановлених у танках, працюють справно;

судова система газового аналізу працює справно;

закриті та закріплені штатними пристроями кришки розширювачів, мийних горловин, оглядових лючків та пробки вимірювальних пристроїв вантажних танків;

несумісні вантажі подаються окремими трубопроводами;

екіпаж судна одягнений за сезоном та у безпечне взуття, перевірені та готові до дії СІЗОД, у тому числі два комплекти ізолюючих дихальних апаратів розміщені у приміщенні управління вантажними операціями (далі – ПУВО);

судновий та береговий персонал повідомлено про початок операції;

встановлено надійний та безпечний зв'язок між судном та берегом;

встановлено попереджувальні знаки та написи на судні та березі;

двері, ілюмінатори та інші отвори приміщень та бака, житлових надбудов щільно зачинені;

7) на танкері повинна бути розроблена технологічна карта, а екіпаж навчений застосування, зберігання та прання ЗІЗ, у тому числі при перевезенні етилованих нафтопродуктів. Забруднені етилованими нафтопродуктами поверхні (палуба, тара, машини або їх частини, захисні пристрої) підлягають обов'язковому знешкодженню або дегазації;

8) очисні роботи на танкері повинні проводитись відповідно до технологічних карт в залежності від виду вантажу, категорії шкідливості;

9) освітлення під час ремонтних робіт у вантажних танках повинно здійснюватися лише перевіреними та випробуваними вибухобезпечними ліхтарями. Застосування переносних світильників із електричним кабелем забороняється;

10) миття танків сировою нафтою здійснюється за технологічними картами заводу-будівельника та виробника стаціонарних моніторів;

11) роботи з ручного домивання в одному танку необхідно проводити відповідно до технологічної карти на цю роботу. Мийна вода повинна подаватися при тиску не більше 6 кгс/см² та температурі не вище 45 градусів Цельсія. Виробляти ручне домивання із застосуванням як мийної рідини розчинників (гас, дизельне паливо, сира нафта) забороняється. При ручній вибірці твердих залишків танка відра слід заповнювати на 3/4 обсягу;

12) роботи з розвантаження вимагають підігріву вантажів необхідно проводити відповідно до технологічних карт перевезення цих вантажів, застосовуючи ЗІЗ, при цьому час перебування персоналу у вантажних танках повинен бути обмежений;

13) на кожному танкері має бути створено "пост ліквідації розливу нафтопродуктів", який має бути укомплектований ЗІЗ.

3.Заходи боротьби з пожежею на танкері.

Під боротьбою з пожежами на увазі комплекс технічних і організаційних заходів, що проводяться з метою попередження пожежі, обмеження поширення вогню та створення умов для безпечної евакуації людей.

Боротьба екіпажу з пожежами на танкері очолюється капітаном судна з головного командного пункту (ГКП) і повинна бути спрямована на: виявлення місця, розмірів, характеру пожежі; встановлення наявності та можливості евакуації людей з приміщень, охоплених пожежею; евакуації людей; обмеження поширення пожежі по судну; попередження можливих вибухів; боротьбу з пожежею і ліквідацію його наслідків.

Спостереження

Спостереження за судном з точки зору пожежної безпеки, головним чином, здійснюється вахтової службою.

При стоянці в порту крім осіб, задіяних в несенні вахти, створюється розклад пожежної вахти, на яку покладається:

- періодичні обходи судна за визначеними маршрутами (вдень - не рідше ніж через 2 години, вночі - не рідше ніж через 1 годину) для своєчасного виявлення пожежі або надходження в корпус води;
- перевірка дотримання екіпажем і іншими особами, які перебувають на судні, пожежно-профілактичного режиму;
- перевірка протипожежних закриттів згідно їх маркування або наказом по судну.

Члени пожежної вахти зобов'язані невідлучно перебувати на судні. Вони мають право відпочивати, не роздягаючись, і тільки в установленому вахтовим помічником капітана приміщенні.

Перший, який виявив пожежу (загоряння) або його ознаки, зобов'язаний через найближчий сповіщувач або будь-яким іншим способом повідомити про це вахтової служби і провести ліквідацію або локалізацію пожежі підручними засобами до підходу аварійної партії.

Звернення з пожежонебезпечними матеріалами

Для попередження виникнення пожежі забороняється зберігати:

- у відкритому вигляді паливно-мастильні матеріали;
- матеріали навалом, в тюках, зв'язках в сирому вигляді і змочені або просочені маслом, гасом, лаками і розчинниками, здатні самозайматися;
- свіжопофарбовані парусину в складеному вигляді і в погано вентильованому приміщенні;
- забруднені і сирі вугільні мішки;
- фарби, лаки та розчинники в приміщеннях, де зберігаються клоччя, ганчір'я, обстріжка та інші волокнисті матеріали;
- легкозаймисті рідини і горючі матеріали не в спеціально призначених коморах або місцях;
- не годні для використання піротехнічні засоби (термін зберігання яких закінчився або вони відмовили в дії при їх застосуванні).

Куріння

Куріння на судні дозволяється тільки у спеціально встановлених наказом по судну місцях. Зазвичай паління дозволене в житлових приміщеннях, кімнатах відпочинку та на відкритих палубах в кормовій частини судна.

У місцях для куріння екіпажу повинні бути встановлені металеві урни з водою або попільнички з вогнетривкого матеріалу і нанесено маркування «Місце для куріння».

Куріння в каютах без наявності попільнички, а також лежачи в ліжку або на дивані забороняється.

На танкерах куріння і використання відкритого вогню на відкритих палубах заборонено, що має бути позначено нанесенням відповідних написів і символів.

Викидання недопалків і палаючих предметів за борт, в тому числі і в ілюмінатори, забороняється.

Дії екіпажу

Після отримання сигналу або доповіді про пожежу вахтовий помічників капітана зобов'язаний негайно оголосити загальносуднову тривогу щодо боротьби з пожежею, за сигналом якої екіпаж судна повинен діяти відповідно до розкладу по тривогах.

За сигналом загальносуднової тривоги по боротьбі з пожежею начальники аварійних партій (груп) зобов'язані:

- прибути в район пожежі, встановити місце і розміри пожежі і негайно приступити до її гасіння, для чого виділити необхідну кількість людей в дихальних ізолюючих апаратах для роботи в задимлених відсіках і засобів для гасіння пожежі;
- забезпечити винос з охоплених вогнем або задимлених приміщень постраждалих і надати їм першу медичну допомогу;
- організувати огляд відсіків і приміщень, суміжних з аварійним, і при необхідності забезпечити охолодження перегородок водою;
- доповісти на головний командний пункт про результати розвідки і діях аварійної партії.

Особи суднового екіпажу, що направляються в задимлені і палаючі приміщення, повинні бути забезпечені спорядженням пожежника.

Використання фільтруючих дихальних апаратів в задимлених і палаючих приміщеннях забороняється.

Для охолодження приміщень, в які проникають випаровування горючих матеріалів, і забезпечення безпеки проходу людей через них на пожежних стволах установлюються застосовуватися розпилювальні насадки. Гасіння пожежі рекомендується здійснювати в наступному порядку:

1. припинити доступ горючих речовин в осередок пожежі;
2. ізолювати осередок пожежі від доступу повітря;
3. охолодити горючі речовини до температури нижче температури займання їх газів.

Слід звернути увагу на те, що при гасінні пожежі водою відсутність домішки пара в диму говорить про те, що вода не досягає вогнища пожежі.

При гасінні пожежі слід враховувати виникнення загрози отруєння людей утворюються газами, в тому числі в суміжних приміщеннях.

При пожежі в житлових і службових приміщеннях для запобігання посилення горіння і розповсюдження вогню рекомендується не відкривати двері, а пожежні стволи подавати через ілюмінатори або спеціально пробиті для цієї мети отвори (через фільонки).

В особливо важких випадках пожежі у вантажному трюмі, коли не представляється можливим ліквідувати пожежу за допомогою наявних на судні вогнегасних засобів, слід затопити трюм. При цьому необхідно враховувати:

- вплив прийнятої води в трюм (відсік) на остійність і запас плавучості судна;
- можливість спливання палаючого вантажу під палубу;
- збільшення обсягу (розбухання) деяких вантажів.

При пожежі в рефрижераторному відділенні, коли в результаті підвищення температури зростає тиск в судинах і апаратах, а запобіжні клапани не спрацьовують, щоб уникнути вибуху слід зробити аварійний випуск аміаку (холодоагенту) з усієї системи рефрижераторною установкою.

Для гасіння зовнішнього вогню необхідно:

- по можливості розгорнути судно так, щоб вогонь відносило в бік від інших конструкцій, вантажів і матеріалів, що знаходяться поблизу району пожежі;
- подавати на вогнище пожежі найбільшу кількість струменів води, по можливості з навітряного борту;
- охолоджувати водою знаходяться поблизу від вогню горючі конструкції, вантажі та матеріали;
- вести спостереження за суміжними з районом пожежі приміщеннями;
- збивати за борт струменями води розлилися палаючі нафтопродукти, якщо їх не вдається погасити.

Пригорінні палива біля борту судна необхідно:

- вивести судно з небезпечного району, по можливості проти вітру і течії;
- відганяти паливо, що горить від борта суцільними водяними струменями з пожежних стволів під кутом 30 - 40 ° до поверхні води по межах рідин, стискаючи осередок пожежі;
- застосовувати пенотушення для покриття поверхні заборотної води в загрозливих судну місцях;
- охолоджувати корпус в загрозливих місцях водяними струменями.

Вентиляція. При об'ємному способі гасіння пожежі виробляти вентиляцію приміщення забороняється.

Для запобігання повторного загоряння після застосування засобів об'ємного пожежогасіння вентиляцію горів відсіку слід проводити не раніше ніж через 8 годин після закінчення гасіння пожежі. Вентиляція проводиться до повного видалення газів і запаху, але не менше 30 хв.

До закінчення виробництва вентиляції входять в приміщення, де здійснювалося гасіння пожежі засобами об'ємного пожежогасіння, дозволяється тільки в дихальних ізолюючих апаратах, дотримуючись усіх правил обережності, користуючись запобіжним тросом, переносним акумуляторним ліхтарем вибухобезпечної конструкції і попередньо переконавшись, що температура в приміщенні не вище 60 ° С .

Суховантажні трюми, де гасіння пожежі проводилося стаціонарними вуглекислотними установками, розкриваються для виробництва вентиляції тільки після прибуття судна до найближчого порту.

Призначення та зміст Додатку I Міжнародної конвенції по запобіганню забруднення з суден 1973 року, зміненої протоколом 1978 року. Наслідки забруднення моря нафтою.

Додаток I до Конвенції МАРПОЛ-73/78 «Правила запобігання забруднення нафтою» складається з чотирьох розділів, що складаються з 26 правил і трьох доповнень »:

ГЛАВА I Загальні положення

ГЛАВА II Вимоги щодо обмеження забруднення при експлуатації

ГЛАВА III Вимоги щодо доведення до мінімуму забруднення нафтою з нафтових танкерів в результаті пошкодження борта і днища.

ГЛАВА IV Запобігання забрудненню в результаті інциденту, що викликає забруднення нафтою

Доповнення до Додатка I до Конвенції МАРПОЛ-73/78

Доповнення I: Перелік нафт

Доповнення II: Форма свідоцтва ІОРР (Міжнародне свідоцтво про запобігання забруднення нафтою)

Доповнення III: Форма журналу нафтових операцій

Визначення, що містяться в Главі I, уточнюють такі поняття, як «нафта», «містить нафтову суміш», «нафтовий танкер», «нове судно», «особливий район» і т.д. Положення застосовуються до всіх суден, якщо спеціально не передбачене інше. Правило 4 встановлює, що кожен нафтовий танкер валовою місткістю 150 і більше і кожне інше судно валовою місткістю 400 і більше підлягають первинному, періодичному та проміжного огляду.

Первісне огляд (перед введенням судна в експлуатацію або перед первинною видачею свідоцтва) виконують для того, щоб упевнитися, що конструкція, устаткування, системи, пристрої, пристосування і матеріали повністю задовольняють вимогам Доповнення. Періодичне огляд через проміжки часу, встановлені Адміністрацією, але не перевищують п'яти років, проводиться, щоб упевнитися у відповідності судна цим же вимогам. Проміжне огляд (як мінімум, одне протягом терміну дії свідоцтва) здійснюються з тим, щоб переконатися, що обладнання і пов'язані з ним насоси і всі системи повністю задовольняють застосуванням вимогам і знаходяться в хорошому робочому стані.

Міжнародне Свідоцтво про запобігання забруднення нафтою видається кожному нафтовому танкера валовою місткістю 150 і більше і будь-якого іншого судна валовою місткістю 400 і більше, яка вчиняє рейси в порти або до віддалених від берега терміналів, після огляду відповідно до положень Додатка I (Правило 5). Воно видається Адміністрацією або особою чи належним чином уповноваженої нею організацією. У будь-якому випадку Адміністрація несе повну відповідальність за Свідоцтво.

Свідоцтво складається офіційною мовою видає його країни. Якщо використовуваний мова не є англійською або французькою, то текст Свідоцтва повинен містити переклад на одну з цих мов.

Термін, на який видається Свідоцтво, не може перевищувати п'яти років (Правило 8).

Міжнародна Конференція, що відбулася в 1994 році, доповнила Додаток I новим Правилем 8А - Контроль держави порту за виконанням експлуатаційних вимог, згідно з яким судно підлягає інспекції в тому випадку, якщо є явні підстави вважати, що капітан або екіпаж не знають найважливіших судових процедур, що відносяться до запобігання забрудненню нафтою.

Правило 9 Глави II встановлює обмеження скидання нафти. Резолюцією Мепс 51 (32) від 6 березня 1992 року в нього були внесені істотні поправки:

З урахуванням положень, передбачених Правилами 10 і 11 цього Додатка і пунктом 2 цього Правила, забороняється будь-яке скидання в море нафти або нафтовмісних сумішей з судів, до яких застосовується цей Додаток, за винятком випадків, коли дотримуються одночасно всі наступні умови:

а) з нафтового танкера, за винятком випадків, передбачених в підпункті (b) цього пункту:

(I) танкер знаходиться поза межами особливого району;

(II) танкер знаходиться на відстані більше 50 морських миль від найближчого берега;

(III) танкер знаходиться в дорозі;

(IV) миттєва інтенсивність скидання нафти не перевищує 30 літрів на морську милю;

(V) загальна кількість скинутої з існуючих танкерів в море нафти не перевищує 1/15000 загальної кількості даного виду вантажу, частиною якого є залишок, а з нових танкерів - 1/30000 загальної кількості даного виду вантажу, частиною якого є залишок;

(VI) на танкері знаходяться в дії система автоматичного виміру, реєстрації і управління скиданням нафти і відстійний танк, необхідний Правилем 15 цього Додатка;

б) з судна валовою місткістю 400 і більше, яка не є нафтовим танкером, а також з льял машинних приміщень нафтового танкера, за винятком льял відділення вантажних насосів, якщо тільки стоки машинних льял не змішаний з залишками нафтового вантажу;

(I) судно знаходиться поза межами особливого району;

(II) судно знаходиться в дорозі;

(III) вміст нафти в стоці без його розведення не перевищує 15 частин на мільйон;

(IV) на судні знаходиться в дії устаткування необхідне Правилем 16 цього Додатка.

Щодо судна валовою місткістю менше 400 не є нафтовим танкером і плаваючого за межами особливого району, Адміністрація забезпечує, щоб воно було обладнано, наскільки це доцільно і практично можливо,

пристроями для зберігання нафтових залишків на борту і їх скидання на приймальні споруди або в море в відповідно до вимог пункту 1 (b) цього Правила.

У всіх випадках, коли в безпосередній близькості від судна або його кільватерной струменя на поверхні води або під нею виявлені видимі сліди нафти, уряду Сторін Конвенції в межах своїх можливостей невідкладно розслідують відносяться до даного випадку факти для встановлення, чи мало місце порушення положень цього Правила або Правила 10 цього Додатка. Розслідування, зокрема, має включати відомості провітер і стан моря, про шляхи і швидкості судна, про інших можливих джерелах появи поблизу судна видимих слідів нафти, а також про будь-яких записах, які стосуються скидання нафти.

Положення пункту 1 цього Правила не застосовуються до скидання чистого і ізольованого баласту, а також до скидання необроблених нафтовмісних сумішей, нафтовмісту яких без розведення не перевищує 15 мільйонних часток, і які не скидаються з льял відділення вантажних насосів і не змішані з залишками нафтового вантажу.

Скидається в море стік не повинен містити хімічних або інших речовин, кількість або концентрація яких є небезпечними для морського середовища, а також хімічних або інших речовин, введених в стік з метою обійти умови скидання, встановлені в цьому правилі.

Нафтові залишки, які не можуть бути скинуті в море відповідно до пунктів 1, 2 і 4 цього Правила, зберігаються на борту і скидаються на приймальні споруди.

Правило 10 присвячено методам запобігання забруднення нафтою з суден при плаванні в особливих районах. На додаток до районів Середземного, Балтійського, Чорного та Червоного морів, Аденської затоки і Району заток Резолюцією Мепс 42 (30) від 16 листопада 1990 року до особливого району віднесений і район Антарктики, а Резолюцією Мепс 75 (40) - Північно-західні Європейські води. В особливих районах забороняється будь-яке скидання в море нафти або нафтовмісних сумішей з судна валовою місткістю 400 (за винятком вмісту нафти в стоці, що не перевищує 15 мільйонних часток за умови, що судно знаходиться в дорозі і скидання проводиться якнайдалі від берега, але не ближче 12 миль).

Правило 11 містить виключення, при яких заборона на скидання не застосовується (до скидання з метою забезпечення безпеки судна або рятування людського життя на морі, в результаті пошкодження судна і його устаткування; до скидання речовин, що містять нафту і схвалених Адміністрацією, які використовуються для боротьби з особливими випадками забруднення).

Згідно з Правилom 12 уряду кожної сторони зобов'язуються передбачати на нафтоналивних терміналах, в ремонтних портах та інших портах, в яких суду повинні здавати нафтові залишки, споруди для прийому таких залишків і нафтовмісних сумішей, достатні для задоволення потреб користуються ними судів.

Істотні зміни були внесені в Правило 13. Так, згідно з поправками, прийнятими Мепс 6 березня 1992 роки (Резолюція Мепс 52/32) були прийняті два нових Правила: Правіло 13F - Запобігання забрудненню нафтою в разі зіткнення або посадки на міліну, і Правило 13G - то ж, але за існуючими танкерів.

Правило 13 F застосовується до нафтових танкерів дедвейтом 600 і більше:

- а) контракт на будівництво яких укладений 6 липня 1993 року або після цієї дати; або
- б) у разі відсутності контракту на будівництво, кили яких закладені або які знаходяться в подібній стадії будівництва 6 січня 1994 року або після цієї дати; або
- в) поставка яких здійснюється 6 липня 1996 року або після цієї дати; або
- д) які були піддані значному переобладнанню:
 - I) стосовно якої контракт укладено після 6 липня 1993 року; або
 - II) у разі відсутності контракту - будівельні роботи щодо якого розпочато після 6 січня 1994 роки; або
 - III) яке завершено після 6 липня 1996 року.

Танки ізолюваного баласту повинні бути розташовані таким чином, щоб створити захисний екран навколо вантажних танків.

Вантажні танки по всій довжині повинні бути захищені баластними танками, або відсіками, які не є вантажними або паливними танками, в такий спосіб:

- бортові танки або відсіки повинні сягати або на всю висоту борту судна або від настилу другого дна до самої верхньої палуби, не беручи до уваги округлене з'єднання палуби з бортом, де воно є. Вони повинні бути влаштовані так, щоб вантажні танки розташовувалися всередину від теоретичної лінії зовнішньої обшивки борту на відстані не менше ніж 2 метра.

Мінімальна висота кожного танка подвійного дна для ізолюваного баласту повинна складати 1/15 ширини танкера або 2 метри в залежності від того, що менше.

Танки ізолюваного баласту повинні мати окрему систему, що не проходить через вантажні танки і призначену виключно для баластних операцій.

Танки ізолюваного баласту не повинні використовуватися для перевезення будь-якого вантажу або зберігання судових запасів.

Згідно з Правилем 13G існуючі танкери дедвейтом 20 тис. Т і більше для перевезення сирої нафти і танкери дедвейтом 30 тис. Т і більше для перевезення нафтопродуктів підлягають посиленою програмою перевірок відповідно до керівництвом, розробленим ММО. Встановлено граничний вік судна, при досягненні якого воно повинно відповідати вимогам, встановленим для нових танкерів.

Згідно з Правилем 20 кожен нафтовий танкер валовою місткістю 150 і більше і кожне судно валовою місткістю 400 і більше забезпечуються Журналом нафтових операцій, який ведеться за формою, встановленою в Додатку III.

На 40-й сесії Мепс доповнив Додаток новим Правилем 25А - Остійність нових нафтових танкерів в непошкодженому стані.

Відповідно до Правила 26 кожен нафтовий танкер валовою місткістю 150 і більше і кожне судно, що не є нафтовим танкером, валовою місткістю 400 і більше повинні мати на борту судової план надзвичайних заходів по боротьбі із забрудненням нафтою, схвалений Адміністрацією. Для суден, побудованих до 4 квітня 1993 року, даний вимога застосовується через 24 місяці після цієї дати.

Такий план повинен складатися відповідно до керівництвом, розробленим Організацією, в письмовому вигляді на робочому мовою капітана і осіб командного складу. План повинен включати, принаймні:

а) процедуру, якої повинні дотримуватися капітан або інші особи, які несуть службу на судах, при повідомленні в разі інциденту, що викликає забруднення нафтою, як це потрібно в статті 8 цієї Конвенції та Протоколі I до неї, на основі керівництва, розробленого Організацією;

б) перелік організацій або осіб, з якими повинен бути встановлений зв'язок в разі інциденту, що викликає забруднення нафтою;

з) докладний опис дій, які повинні бути негайно вжиті особами, які перебувають на борту судна, для обмеження або регулювання скидання нафти в результаті інциденту; і

д) процедури і пункти зв'язку на судні для координації дій на борту судна з національними та місцевими властями по боротьбі із забрудненням.

6. ГРОМАДЯНСЬКА ОБОРОНА

Танкер-хімовоз «Irene Wonsild» стоїть у порту Веракрус (Мексика) біля причалу № 3 у районі спеціалізованого перевантажувального комплексу для хімічних та наливних вантажів. Отримано повідомлення про інцидент зі зрідженим газом: внаслідок пошкодження запірної арматури залізничної цистерни стався витік фосгену, який є сильнотоксичною отруйною речовиною (СДОР). Кількість розливу СДОР - 0,9 т, характер розливу - «вільно».

Метеорологічні умови на момент аварії: доба – день, 10.00, температура повітря 20°C, швидкість вітру 2 м/с, вітер – зустрічний, невелика хмарність.

Відстань до місця аварії – 0,5 км. Характер території – територія порту. Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки через 1 годину після аварії. Запропонувати заходи щодо зменшення можливих втрат серед екіпажу судна.

1 Визначення ступеню вертикальної стійкості повітря.

Ступінь вертикальної стійкості повітря визначається за заданими метеорологічними умовами за допомогою таблиці 1.

Таблиця 1 Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру м/с	день			ніч		
	Наявність хмар					
	Відсутня	Середня	Загальна	Відсутня	Середня	Загальна
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	Інверсія	ізотермія	ізотермія
> 4,0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	Ізотермія	ізотермія	ізотермія

Розрахунок еквівалентної кількості речовини в первинній хмарі

Кількісні характеристики викиду СДОР для розрахунку масштабів зараження визначаються за їх еквівалентним значенням.

Еквівалентну кількість Q_{e1} (т) речовини в первинній хмарі визначається за формулою:

$$Q_{\partial 1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_{71} \cdot Q_0, \quad (1)$$

де: K_1 – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 2);
 K_3 – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсичної дози фосгену до порогової токсичної дози СДОР (таблиця 2);
 K_5 – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря; для інверсії приймається 1, для ізотермії 0,23, для конвекції 0,08;
 K_{71} – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря на швидкість утворення первинної хмари (таблиця 2; для стиснених газів $K_7 I = 1$);
 Q_0 – кількість викинутого (розлитого) речовини, т.

При аваріях (руйнуваннях, вибухах) на технологічних ємностях і сховищах скрапленого газу або рідин кількість викинутого (розлитого) речовини розраховується за формулою:

$$Q_0 = f \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot V_{\text{х}}, \quad (2)$$

$$Q_0 = 0,8 \cdot 1,432 \cdot 0,9 = 1,03$$

де: f – коефіцієнт заповнення ємності, приймається рівним 0.8;
 $\rho_{ж}$ – щільність скрапленого газу або рідини, т/м³ (таблиця 2);
 V_x – об'єм ємності, м³.

$$Q_{\text{Э1}} = 0,05 \cdot 1,0 \cdot 0,08 \cdot 1 \cdot 1,03 = 0,00412 \text{ т},$$

Таблиця 2. Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Гази в зрідженому або стиснутому стані						Токсичні рідини		
	Аміак		Хлор	Водень хлористий	Сірчистий ангідрид	Сірководень	Фосген	Формальдегід	Сірковуглець
	Зберігання під тиском	Ізометричне зберігання							

Щільність, т/м ³	Газ	0,0008	-	0,0062	0,0016	0,0029	0,0015	0,0035	-	-
	Рідина	0,681	0,681	1,558	1,191	1,462	0,964	1,432	0,815	1,263
Температура кипіння, °С		-33,4	-33,4	-34,1	-85,1	-10,0	-60,35	8,2	-19,0	46,2
Порогова токс-доза, мг · мин/л		15	15	0,6	2	1,8	16,1	0,6	0,6	45
Значення допоміжних коефіцієнтів	K ₁	0,18	0,01	0,18	0,28	0,11	0,27	0,05	0,19	0
	K ₂	0,025	0,025	0,052	0,037	0,049	0,042	0,061	0,034	0,021
	K ₃	0,04	0,04	1,0	0,30	0,333	0,036	1,0	1,0	0,013
	K ₇	Для -40°С	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,4}{1}$	$\frac{0}{0,2}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0}{0,1}$	0,1
		Для -20°С	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{0}{0,5}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{0}{0,3}$	0,2
		Для -10°С	$\frac{0,4}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{0,7}{1}$	$\frac{0,1}{0,7}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{0}{0,5}$	0,3
		Для 0°С	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{0}{0,7}$	0,4
		Для 10°С	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{0,9}{1}$	$\frac{0,7}{1}$	$\frac{0,9}{1}$	$\frac{0,5}{1}$	0,7
		Для 20°С	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	1
		Для 30°С	$\frac{1,2}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,2}{1}$	$\frac{1,1}{1}$	$\frac{1,3}{1}$	$\frac{1,1}{1}$	$\frac{1,9}{1}$	1,6
		Для 40°С	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,2}{1}$	$\frac{1,7}{1}$	$\frac{1,2}{1}$	$\frac{2,7}{1}$	2,1

3. Розрахунок площі розливу, тривалості вражаючої дії і еквівалентної кількості СДОР у вторинному хмарі

Площа розливу S_p (м²) СДОР:

$$[S]_p = V_p / h = ((Q_o) / (\rho)) / h, \quad (3)$$

де: V_p – обсяг розливу СДОР, м³;

ρ – щільність СДОР, т/м³ (таблиця 2);

h – товщина шару СДОР, м.

$$[S]_{p=0.9/(0.05 \cdot 1.432)} = 12.57 \text{ м}^2$$

Тривалість вражаючої дії СДОР визначається часом його випаровування з площі розливу і часом спаду концентрації СДОР до безпечного рівня після відходу хмари зараженого повітря від даної точки.

Тривалість вражаючої дії T (ч) СДОР розраховується за формулою:

$$T = (h \cdot \rho) / (K_2 \cdot K_4 \cdot [K_7]^{\Pi} + 1 / (K_m \cdot v_p)), \quad (4)$$

$$T = (0,05 \cdot 1.432) / (0,061 \cdot 1,33 \cdot 1) + 1 / (0,2 \cdot 14) = 1,24 \text{ ч}$$

де: K_2 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР (таблиця 2);

K_4 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 3);

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

K_m – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари СДОР (таблиця 4);

v_p – швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км / ч (таблиця 5).

Таблиця 3. Значення коефіцієнта K_4 в залежності від швидкості вітру

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

Таблиця 4. Значення коефіцієнта K_m в залежності від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 5.Швидкість (км / ч) перенесення Vп переднього фронту хмари зараженого повітря в залежності від швидкості вітру

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

Еквівалентна кількість СДОР Q_{е2} (т) у вторинній хмарі розраховується за формулою:

$$Q_{\text{э2}}=(1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot [K_7]^{\Pi} \cdot Q_o / (h \cdot \rho) \quad , \quad (5)$$

де: K₁, K₂, K₃, K₄, K₅, K_{7Π} - коефіцієнти в формулах (1), (3);

K₆ – коефіцієнт, що залежить від N - часу, що пройшов з моменту початку аварії;

значення коефіцієнта K₆ приймається: при N < T K₆ = N^{0.8}; при N ≥ T K₆ = T^{0.8}; при T < 1 ч K₆ приймається для 1 ч.

$$Q_{\text{э2}}=(1-0,05) \cdot 0,061 \cdot 1 \cdot 1,33 \cdot 0,08 \cdot 1^{0,8} \cdot 0,9 / (0,05 \cdot 0,0035) = 0.0317 \text{ т}$$

Щільність фосгену ρ=0,0035 беремо з таблиці 2 для газоподібного стану, так як його температура кипіння при атмосферному тиску становить 8,2°C.

4.Визначення глибини і площі зони зараження

Визначення глибини зони зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР при аваріях на технологічних ємностях, сховищах і транспорті ведеться з використанням таблиці 6.

Таблиця 6. Глибина зони зараження(км)

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

У таблиці 6 наведені максимальні значення глибини зони зараження первинною (Г1) або вторинною (Г2) хмарою СДОР, що визначаються залежно від еквівалентної кількості речовини і швидкості вітру. Повна глибина зони зараження Γ_{Σ} (км), обумовленої впливом первинної та вторинної хмари СДОР, визначається: $\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \Gamma''$, де Γ' - найбільший, Γ'' - найменший з розмірів Г1 і Г2.

З таблиці 6: Г1=0,22км (для $Q_{\Sigma 1}=0,00412$), беремо менше значення з рядка; Г2= 0,332км (для $Q_{\Sigma 1}=0,0317$ т), визначаємо інтерполяцією.

$$\Gamma_{\Sigma}=0,332+0,5 \cdot 0,22=0,442 \text{ км}$$

Отримане значення порівнюється з гранично можливим значенням глибини переносу повітряних мас Γ_{Π} , що визначається за формулою

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi} , \quad (6)$$

де: N - час від початку аварії, ч;

v_{Π} - швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря при даній швидкості вітру і ступеня вертикальної стійкості повітря, км / ч (таблиця 5).

$$\Gamma_{\Pi} = 1 \cdot 14=14$$

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

$$\Gamma = \min \{ \Gamma_{\Sigma}, \Gamma_{\Pi} \} . \quad (7)$$

Приймаємо $\Gamma=0,442$ км

Площа зони можливого зараження S_B ([км] ²) хмари СДОР визначається за формулою:

$$S_B = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 3600, \quad (8)$$

де: Γ – розрахункова глибина зони зараження, км;
 φ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 7).

$$S_B = 3,14 \cdot 0,4422 \cdot 90 / 360 = 0,153 \text{ км}^2$$

Таблиця 7 Кутові розміри зони можливого зараження СДОР в залежності від швидкості вітру

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

Площа зони фактичного зараження S_ϕ розраховується за формулою:

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \quad (9)$$

де: K_8 – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря, який дорівнює: 0,081 - при інверсії; 0,133 - при ізотермії; 0,235 - при конвекції;

N - час, що минув після початку аварії, ч.

$$S_\phi = 0,235 \cdot 0,4422 \cdot 10,2 = 0,0459 \text{ км}^2$$

5. Розрахунок глибин розповсюдження хмари СДОР в вражаючих концентраціях

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, який має кутовий розмір φ (таблиця 7) і радіус, що дорівнює значенню розрахункової глибини зони зараження Γ (Формула (7)). Центр сектора збігається з джерелом зараження - місцем розливу СДОР. Бісектриса сектора збігається з віссю сліду хмари і орієнтована в напрямку вітру. При виконанні розрахунків приймається, що значенням поглиненої токсичної дози даного СДОР, при якому настає смерть людини, відповідає значення летальної токсичної дози для фосгену LCtCl₂.

В межах зони смертельних уражень поглинена токсична доза даного СДОР умовно відповідає значенням, яке дорівнює або перевищує значення $LCtCl_2$.

В межах зони важких уражень поглинена токсична доза даного СДОР умовно відповідає значенням меншим, ніж $LCtCl_2$, але не нижче, ніж 40% від $LCtCl_2$ або $0,4 \cdot LCtCl_2$.

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

В межах зони легких уражень поглинена токсична доза даного СДОР умовно відповідає значенням меншим, ніж 20% від $LCtCl_2$, але не нижче мінімального значення вражаючих концентрацій.

Звідси слідує що:

- територія смертельних концентрацій СДОР умовно може бути обмежена радіусом, рівним значенню глибини зони уражень з летальною токсичною дозою $LCtCl_2$;
- територія важких уражень умовно може бути обмежена радіусом, рівним значенню глибини зони уражень з токсичною дозою $0,4 \cdot LCtCl_2$;
- територія середніх уражень умовно може бути обмежена радіусом, рівним значенню глибини зони уражень з токсичною дозою $0,2 \cdot LCtCl_2$;
- територія легких уражень умовно може бути обмежена радіусом, рівним значенню розрахунковій глибині зони зараження Γ .

Глибина зони смертельних уражень Γ_1 (км) розраховується за формулою:

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_m \cdot \left(\frac{Q_{\Sigma}}{D_1} \right)^{\psi}, \quad (9)$$

де: K_m – коефіцієнт впливу місцевості (таблиця 4);

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

$D_1 = 6$ мг.мин/л – летальна токсична доза для хлору (таблиця 2);

λ, ψ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (таблиця 8).

$$Q_{\Sigma} = 0,00412 + 0,0317 = 0,03582 \text{ т.}$$

Таблиця 8 Коефіцієнти λ і ψ , що залежать від швидкості вітру

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

Розрахуємо глибину зони смертельних уражень Γ (км):

$$\Gamma_{0,4} = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left((0,0358 / 0,6) \right)^{0,580} = 0,09 \text{ км}$$

Глибина зони важких уражень $\Gamma_{0,4}$ (км) розраховується за формулою:

$$\Gamma_{0,4} = \lambda \cdot K_m \cdot \left((Q_{\text{э}} / D_{0,4}) \right)^{\psi}, \quad (10)$$

де: $D_{0,4} = 0,24$ мг.мин/л - значення токсичної дози, відповідне 40% летальної токсичної дози для фосгену.

$$\Gamma_{0,4} = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left((0,0358) / 0,24 \right)^{0,580} = 0,153 \text{ км},$$

Глибина зони середніх уражень $\Gamma_{0,2}$ (км) розраховується за формулою:

$$\Gamma_{0,2} = \lambda \cdot K_m \cdot \left((Q_{\text{э}} / D_{0,2}) \right)^{\psi}, \quad (11)$$

де: $D_{0,2} = 0,12$ мг.мин/л - значення токсичної дози, відповідне 20% летальної токсичної дози для хлору.

$$\Gamma_{0,2} = 2,31 \cdot 0,2 \cdot \left((0,0358) / 0,12 \right)^{0,580} = 0,229 \text{ км}$$

Глибина зони легких уражень близько до значення розрахункової глибини зони зараження Γ (км), визначеної з таблиці (6).

6 Розрахунок часу підходу зараженого повітря до об'єкту

Час підходу хмари СДОР до заданого об'єкта t (ч) залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком, характеру місцевості і визначається за формулою:

$$t = x / (K_m \cdot v_{\text{п}}), \quad (12)$$

де: x – відстань від джерела зараження до заданого об'єкта, км;

K_m – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари СДОР (таблиця 4);

$v_{\text{п}}$ - швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря, км / ч (таблиця 5).

$$t = 0,5 / (0,2 \cdot 14) = 0,178 \text{ ч}$$

7. Рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

У критичних і екстремальних ситуаціях на морі подальший розвиток подій і успіх в ліквідації наслідків багато в чому залежить від правильності первинних дій особи, яка має повноваження приймати рішення.

Найчастіше в подібних ситуаціях тягар прийняття рішень падає не на саму досвідчену людину на судні, яким є капітан, а на вахтового

помічника капітана. І часом через неправильні первинні дії і рішення, ще до прибуття

капітана і прийняття ним командування, вихід з екстремальної ситуації приречений на невдачу. До того ж, безліч ситуацій і для капітана можуть виявитися незвичними, а приймати рішення і командувати в таких ситуаціях капітану доведеться вперше.

Для зменшення людських втрат пропонуються наступні заходи:

- оголосити тривогу та повідомити екіпаж про небезпеку;
- терміново припинити усі роботи на судні;
- враховуючи відстань до місця інциденту та глибину поширення хмари зараженого повітря доцільно провести евакуацію людей на відстань не менш 0,7 км в сторону від напрямку руху хмари (за межі небезпечної зони);
- членам екіпажу, які не встигнуть завчасно покинути судно, необхідно укритись у надбудові судна, по можливості максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, де може укритися екіпаж;
- повернення екіпажу на судно можливо після спливу терміну вражаючої дії фосгену.

ВИСНОВОК

У даній роботі був проведений розрахунок потужності, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції (табличний метод); вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ; вибір генераторних автоматів; вибір системи самозбудження синхронних генераторів; розробка алгоритму автоматизації СЕЕС; розробка електроприводу компресора пускового повітря; розрахунок та вибір електродвигуна ЕП; розрахунок схеми управління; приведені питання технічної експлуатації судових електричних систем і комплексів; Також було вибрано комутаційно-захисну апаратуру для електроприводу компресору пускового повітря головного двигуна. Були наведені правила техніки безпеки при експлуатації судового електрообладнання.

При дослідженні системи управління допоміжним ДГ, я переконався, що будь-яка система має свої недоліки і переваги. Дана система виконана на підставі системи GPM500, що дозволяє здійснювати автоматичне управління агрегатом практично без участі людини. Дана система є сучасною і ефективною.

Список використаної літератури

1. Піпченко А.Н. розрахунок суднових електроенергетичних систем. Навчальний посібник з курсового і дипломного проектування.—М.: У/ПРО “Мортехінформ-реклама”, 1998
2. Довідник суднового електротехніка, 1,2 том /під ред. Китаєнко Г.І. /—Л.: Суднобудування, 1980
3. Довідник “Суднові електроприводи”, 1,2 том /під ред. Богословського А.П./—Л.: Суднобудування, 1983
4. Лейкін В.С. “Суднові електростанції і мережі” — М.: Транспорт, 1973
5. Правила техніки безпеки на судах морського флоту. РД 31.81.10—85. М.: У/ПРО “Мортехінформреклама”, 1985
6. Іванов Б.И. Техніка безпеки на судах морського флоту. Навчальний посібник. М.: У/ПРО “Мортехінформреклама”, 1985
7. Коноваленко Л.К. Техніка безпеки при експлуатації електроустановок на морському транспорті.-М.: Транспорт, 2002
8. Морський Регістр Правила будування і класифікації морських судів- Л : Транспорт. Лен-і отд.. 1985- 928 з
9. Силов електроніка і перетворювальна техніка: Методичні вказівки і завдання для розрахунково-графічний, контрольних і лабораторних робіт / Будашко В.В. - Одеса: ОНМА, 2005. - 32 с.
10. Яковлев Г.С. Суднові електроенергетичні системи. Підручник. — Видання 4-е, Редакція — Л.: Суднобудування, 1980 — 288с.
11. Суднова документація .
12. Асинхронні двигуни серії 4А : Довідник / А90 А.Е.Кравчак , М.М. Шлаф , В.І. Афонін , Е.А. Соболенская . - М. : Енергоіздат , 1982 . - 504 с. , Мул.
13. Суднові електроприводи : Довідник / А.П. Богословський , Е.М. Певзнер , І.Р. Фрейдзон , А.Г. Яуре . - 2 -е вид. , Перераб . І доп. У двох томах. Т. 2 . - Л. : Суднобудування , 1983 . - 384 с. , Мул.
14. Теплов Ю.І. Міжнародні позначення елементів у принципових електричних схемах /Довідкова допомога. Одеса : ГПАРПУ - 2001 . - 54 с.
15. Толстов А.А. Системи самозбудження суднових синхронних генераторів: Навч. посібник. - Одеса: ОНМА , 2006 - 150 с.
16. Technical Documentation for piston compressor J.P.Sauer&Sohn W271 L
17. Конспект лекцій з предмету « Судовий автоматизований електропривод »
18. Методичні вказівки по виконанню розділу дипломних проектів (робіт) «Цивільний захист/оборона» / В. Б. Терновський, С. Н. Стреминовський - Одеса: ОНМА, 2011.- 49 с.
19. Іванов Б.Н., Колегаєв М.А., Касилов Ю.И., Іванов А.И., Основи охорони праці на морському транспорті. Вид. Компас. Одеса 2003г.
20. Колегаєв М.А., Іванов Б.Н., Басанець Н.Г., «Безпека життєдіяльності та виживання на морі». Вид. КП ОМД 2007 г.