

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»
Навчально – науковий інститут автоматики та електромеханіки
Кафедра суднової електромеханіки та електротехніки

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему:

**ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОННА АПАРАТУРА І СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ КОНТЕЙНЕРОВОЗА МІСТКІСТЮ 10926 КОНТЕЙНЕРІВ**

Виконав: студент 3-го прискореного
курсу

спеціальність 271

«Річковий та морський транспорт»

Ковальчук Є. Ю.

Допущений до захисту 17.06.2021
(дата малого захисту)

завідувач кафедри СЕМ і ЕТ

М. Й. Муха М. Й. Муха
/ Керівник С. Ф. Самонов С. Ф. Самонов
Нормоконтролер Ю. С. Шевцов Ю. С. Шевцов
Рецензент В. С. Мельник В. С. Мельник

м. Одеса – 2021 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»
 Навчально – науковий інститут автоматики та електромеханіки
 Кафедра суднової електромеханіки і електротехніки
 Спеціальність експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою **ЕІ та Е**

М. І. Муха

«01» 04 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу бакалавра

Ковальчука Є. Ю.

Тема бакалаврської роботи

1. «Електрообладнання, електронна апаратура і системи управління контейнеровоза місткістю 10926 контейнерів» затверджена наказом ректора академії від «15» 06 2021 р. № 819

2. Термін здачі курсантом закінченої роботи до 17.06. 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: технічна документація судна .

4. Змістовна частина розділів дипломної роботи освітньо - кваліфікаційного рівня «бакалавр» за спеціальністю 271 «Річковий та морський транспорт» як зазначено нижче:

4.1. Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна.

- стислий опис корпусу судна та рушія, головної енергетичної установки, вантажного комплексу, допоміжних механізмів і систем.
- обґрунтування основних параметрів суднової електроенергетичної системи (СЕЕС) та вибір її типу;

4.2. Судновий електропривод (ЕП) та система його управління (суднова електромеханічна система, СЕМС):

- розрахунок потужності та вибір електродвигуна одного з електроприводів суднових механізмів: а саме вантажного насосу
- обґрунтування і вибір схеми живлення та управління електроприводу;
- вибір комутаційно-захисної апаратури та засобів електромагнітної сумісності електроприводу;
- розробка інструкції з експлуатації суднового електроприводу, який розраховувався.

- розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості, потужності і типу основних та аварійних генераторних агрегатів СЕЕС;
- вибір акумуляторів та перетворювачів електроенергії;
- вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми головного (ГРЩ) та аварійного (АРЩ) розподільних щитів (РЩ);
- розрахунок струмів короткого замикання, вибір генераторних автоматів;
- вибір апаратів, приладів, приборів ГРЩ, та фідерів, що відходять від ГРЩ;
- вибір системи збудження синхронних генераторів(СГ);
- розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії;
- перевірка кабелю живлення одного з найбільш віддаленого електроприводу на втрату напруги;
- вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС.
- загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення, суднових сигнально-відмітних вогнів, низьконапругного освітлення.

4.4. Аналіз систем та пристроїв управління судном:

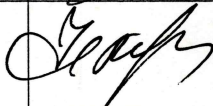
- технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі інформаційних та управляючих систем;
- аналіз роботи системи управління одного із об'єктів суднової енергетичної установки, а саме АДГ;
- технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління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

4.5. Питання цивільного захисту та охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу:

- принципова схема силової частини електроприводу та схема його системи управління;
- однолінійна схема ГРЩ і АРЩ;
- система збудження СГ;
- структурна або функціональна схема АСУ СЕЕС, алгоритм управління;

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Автоматизований електропривод	кафедра ЕІтаЕ		
Суднові електроенергетичні системи	кафедра ЕОіАС		
Цивільний захист/оборона	кафедра МТ		
Охорона праці	кафедра БЖ		

7. Дата видачі завдання: 01.04. 2021 р.

/ Керівник



Самонов С. Ф.

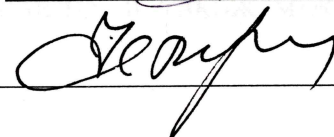
Завдання прийняв до виконання



КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання	Примітка
1	Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна, головної силової установки, допоміжних механізмів і систем.	05.04.21 - 14.04.21	
2	Розрахунок режимів роботи і вибір електроприводу та системи управління судновим механізмом.	15.04.21 - 25.04.21	
3	Розрахунок судової СЕЕС.	26.04.21 - 12.05.21	
4	Аналіз систем і пристроїв управління судном.	13.05.21 - 22.05.21	
5	Розробка технології та інструкції по експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації.	23.05.21 - 31.05.21	
6	Питання цивільної оборони і охорони праці.	01.06.21 - 06.06.21	
7	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини роботи.	07.06.21 - 12.06.21	

Курсант-дипломник  Ковальчук Є. Ю.

Керівник  Самонов С. Ф.

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі наведено опис контейнеровоза місткістю 10962 контейнера, його силової установки, допоміжних механізмів і систем. Зроблено вибір електрообладнання, розрахована потужність, вибраний електродвигун реверсивного вентилятора центрального пункту управління і система керування двигуном, зроблено вибір генераторних автоматів.

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

Приведено розрахунок суднової електроенергетичної системи. Розраховано потужність і вибрано число агрегатів суднової електростанції. Вибрано засоби вимірювання параметрів електроенергії та електричної ізоляції. Розроблено суднові мережі електричного освітлення.

Виконано опис системи комп'ютерного моніторинга параметрів об'єктів СЕУ, а також зроблено функціональну схему автоматизації системи управління підтримки ДГ в прогрітому стані. Розглянуті питання технічної експлуатації судового електроустаткування та деяких механізмів, а також питання охорони праці та охорони навколишнього середовища, а також міжнародні конвенції та охоронні заходи на судні.

СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВІД, СУДНОВА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, АЛГОРИТМ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ.

ABSTRACT

The thesis describes the container ship with a capacity of 10962 containers, its power plant, auxiliary mechanisms and systems. The choice of electrical equipment is made, the calculated power, the electric motor of the reversing fan of the central control point and the control system of the engine are chosen, the choice of generator automatic machines is made.

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

The calculation of the ship's electric power system is given. The capacity is calculated and the number of units of the ship's power plant is selected. Means of measuring electricity parameters and electrical insulation are selected. Ship networks of electric lighting have been developed.

The description of the system of computer monitoring of parameters of SEU objects is made, and also the functional scheme of automation of the control system of maintenance of DG in the warmed-up condition is made. The issues of technical operation of ship's electrical equipment and some mechanisms, as well as issues of labor protection and environmental protection, as well as international conventions and security measures on board are considered.

**SHIP ELECTRIC DRIVE, SHIP POWER PLANT, INTEGRATED CONTROL
SYSTEM, CONTROL SYSTEM ALGORITHM**

ЗМІСТ

	стр
ВСТУП	
1. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	11
2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	13
2.1 Розрахунок та вибір електродвигуна	13
2.2 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури	15
2.3 Вибір кабелю	16
2.4. Інструкція з експлуатації ЕД	17
3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)	20
3.1. Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції	20
3.2. Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ	23
3.3. Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів	24
Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги	
3.4. Розрахунок провалу напруги при пуску найбільш потужного споживача електроенергії. Вибір системи збудження синхронних генераторів	30
3.5. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка граф- схеми АСУ пуску ДГ .	37
3.6 Загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення, суднові сигнально-відмітні вогні, низьковольтне освітлення.	38
3.7 Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії	42
3.8 Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС.	46
3.9 Загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення, суднові сигнально-відмітні вогні, низьковольтне освітлення.	52
4. АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	55
4.1. Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі інформаційних і управляючих систем	55
4.2. Автоматизація системи ДАУ СГД	61
4.3. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судном	66
4.4. Технічні характеристики та конструктивні особливості електро- радіонавігаційних пристроїв	69

5. ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ	72
6. ОХОРОНА ПРАЦІ	80
ВИСНОВКИ	85
Список використаної літератури	86

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АВ - Автоматичний вимикач.
- АДГ - Аварійний дизель - генератор.
- АКБ - Акумуляторні батареї.
- АРЩ - Аварійний розподільний щит.
- АРН - Автоматичний регулятор напруги.
- ГА - Генераторні агрегати.
- ГСА - Граф схема алгоритму.
- ГРЩ - Головний розподільний щит.
- СДГ – Судновий дизель - генератор.
- КЗ - Коротке замикання.
- МВ – Машине відділення

ВСТУП

Зміни, що відбуваються в нашій країні, передбачають корінну перебудову усіх сфер суспільного життя, вихід на якісно новий рівень техніки, що відповідає умовам сьогодення. Судна транспортного флоту мають велику кількість різних електрифікованих механізмів, схеми електрообладнання і автоматики, які вирізняються значною різноманітністю.

Ця задача тісно пов'язана з подальшим удосконаленням суднових енергетичних систем і всього суднового електрообладнання у цілому. Засобами автоматизації на морських судах вирішуються такі задачі, як полегшення і підвищення продуктивності праці екіпажу, поліпшення експлуатаційних характеристик судна, подовження періоду між ремонтами і профілактичними оглядами механізмів та обладнання, зменшення можливості виникнення небезпечних аварійних випадків через поліпшення контролю за роботою обладнання й автоматизації процесу управління його роботи, а також швидке прийняття рішень в аварійних ситуаціях, створення передумов для вдосконалення форм організації праці екіпажу, скорочення численності екіпажу. Розробки сучасних пристроїв автоматизації управління судном в значній мірі забезпечують безпеку мореплавання. Одержаний досвід експлуатації подібних систем використовується для розробки більш сучасних пристроїв і систем. Але викладений вище перелік завдань щодо поліпшення та вдосконалення сучасного електрообладнання буде не повним, якщо не зазначити важливість впровадження електронних схем керування електроенергетичними системами та комплексами, що вже в значній мірі впроваджуються на судах торгового флоту.

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

1.1 Призначення та основні конструктивні особливості судна



Рисунок 1. 1.- Контейнеровоз «СМА CGM ESTELLE»

1.1. Загальні характеристики:

Номер IMO: 9729116

Ім'я: CMA CGM ESTELLE

Тип судна - загальний: Вантаж - Небезпека В

Тип судна - Подробнее: Контейнеровоз

Статус: Активно

Номер MMSI: 248649000

Позивной: 9HA4743

Флаг: Мальта [MT]

Валова вмістимість: 95256

Літній дедвейт: 110200 т

Наибольшая длина судна x Наибольшая ширина: 299,84 x 48,32 м

Год постройки: 2018

Порт приписки: VALLETTA

Кількість контейнерів 10962
 Швидкість 22 knots.

Головний двигун

MAIN ENGINE

TYPE: MAN B&W

NCR : 42750 кВт х 81.1 об\хв

MCR :: 47500 кВт х 84.0 об\хв

Основним джерелом електроенергії на судні являються 4 дизель-генератори фірми Hyundai, потужність кожного генератора дорівнює 3800 кВт. Номінальна напруга електричної станції судна становить 6600В. Така висока напруга обумовлена живленням підрулюючих пристроїв. Частота судової мережі становить 60 Гц. АДГ – 350 кВт (440 В).

Таблиця 1.1 – Основні відомості судової електростанції

Рід струму	Змінний, трифазний
Частота судової мережі	60 Гц
Напруга силової мережі	6600, 440 В
Напруга освітлювальної мережі	220 В
Напруга живлення акумуляторів	24 В

Підрулюючий пристрій

Виробник Kawasaki

Кількість 1

Потужність 3000 кВт

Клас автоматизації – А1.

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА

2.1 Розрахунок потужності та вибір електродвигуна одного з електроприводів суднових механізмів

Системи вентиляції служать для видалення надлишків теплоти, вологи, шкідливих газів суднових приміщень шляхом нагнітання в них свіжого зовнішнього повітря і видалення забрудненого. Повітря в приміщеннях псується і стає непридатним внаслідок його забруднення пилом і газами, надмірного підвищення вологості, перегріву. У деяких суднових приміщеннях (МВ, камбузі) виділяється велика кількість теплоти від встановленого в них обладнання. Для вентиляції свіже повітря, як правило, забирається з атмосфери.

Для розрахунку потужності ЕД потрібно знайти на діаграмі рис. 2.1 точки перетину лінії що відповідає експлуатаційним параметрам. Від перетин лінії t_o і t_k малюємо перпендикулярні лінії на осі діаграми до моменту перетину з лініями заданого параметра вентилятора лінією Q – ефективною електричною потужністю необхідного електричного мотора. Отримуємо, що нам необхідний електричний двигун потужністю $P_{\partial\partial} = 5.5$ кВт.

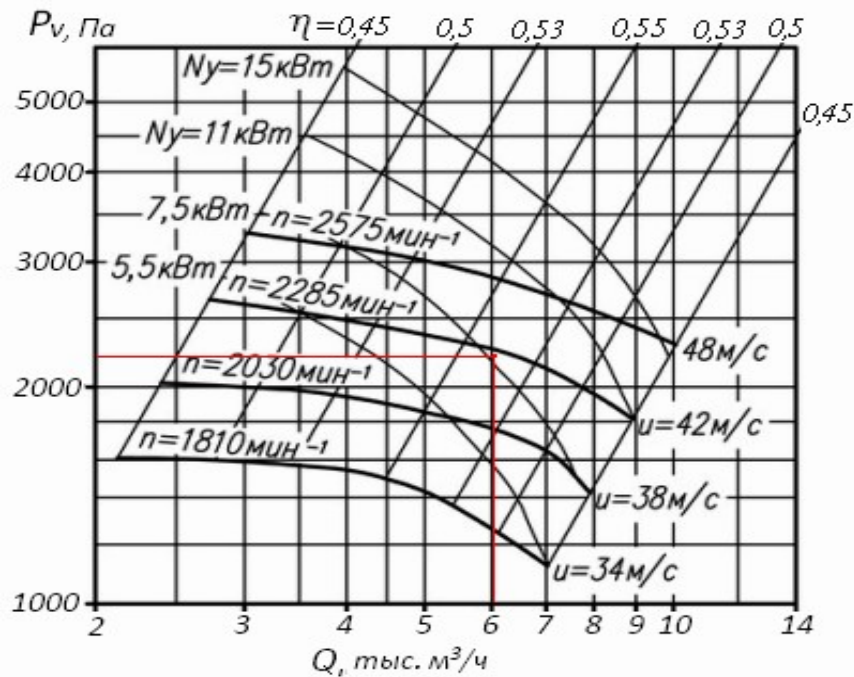


Рисунок 2.1 – Діаграма – вибір потужності двигуна

Після визначення потужності двигуна визначаю його тип:

Оскільки двигун вентилятора ЦПУ працює в тривалому режимі, ці перенавантаження можуть привести до перегріву. Тому каталожну потужність двигуна для вентилятора вибирають з 16-20 % -вим збільшенням потужності.

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{роз}} + 0.2 \cdot P_{\text{роз}}$$

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{роз}} + 20\% \cdot P_{\text{роз}} = 7 \text{ кВт}$$

Трифазний асинхронний: Електродвигун трифазний АВВ, 440В, 7.5 кВт, 2000 об/хв.. Електродвигун трифазний марки АВВ типу М2 відноситься до серії загальнопромислових асинхронних електродвигунів змінного струму з короткозамкненим ротором. Двигун АВВ М2 призначений для роботи в режимі S1 - тривалий режим роботи, при якому навантаження на електродвигун незмінний тривалий час. Ступінь захисту IP55 - підвищений захист електродвигуна від вологи і пилу. Клас ізоляції обмоток статора "F" - пікова температура нагріву 150 °С. Відповідно каталогу фірми АВВ [2].

Потужність двигуна: $P_{\text{ов}} = 7.5 \text{ кВт};$

Частота обертання: $n = 2000 \text{ об/хв.};$

Струм статора при $U_n = 440 \text{ В: } I_1 = 13.6 \text{ А};$

ККД: $\eta = 0.52;$

Коефіцієнт потужності: $\cos \varphi = 0.8;$

Кратність пускового струму: $I_n / I_n = 6.5.$

2.2 Вибір схеми живлення та управління.

Вибираємо прямий спосіб пуску ЕП. Схема керування (рис. 2.2) дозволяє керувати в прямому і реверсивному (на витяг повітря) режимі роботи вентилятора ЦПУ. Принципова електрична схема керування та сигналізації розробляється для роботи установки в автоматичному та ручному режимах.

Для роботи машини потрібен змінний струм напругою 440 В. Схема керування використовує напругу 220 В за допомогою понижувального трансформатора 440-220В (ТС). Для захисту схеми управління використовуються плавкі запобіжники FU. Для вимірювання струмового навантаження в силовому ланцюзі використовується амперметр (А). Для запуску вентилятора на нагнітання повітря використовується кнопка КМ1, для режиму витяжки - кнопка реверсу КМ2.

На рис. 2.2 представлена релейно-контактна схема управління електродвигуном суднового вентилятора ЦПУ судна.

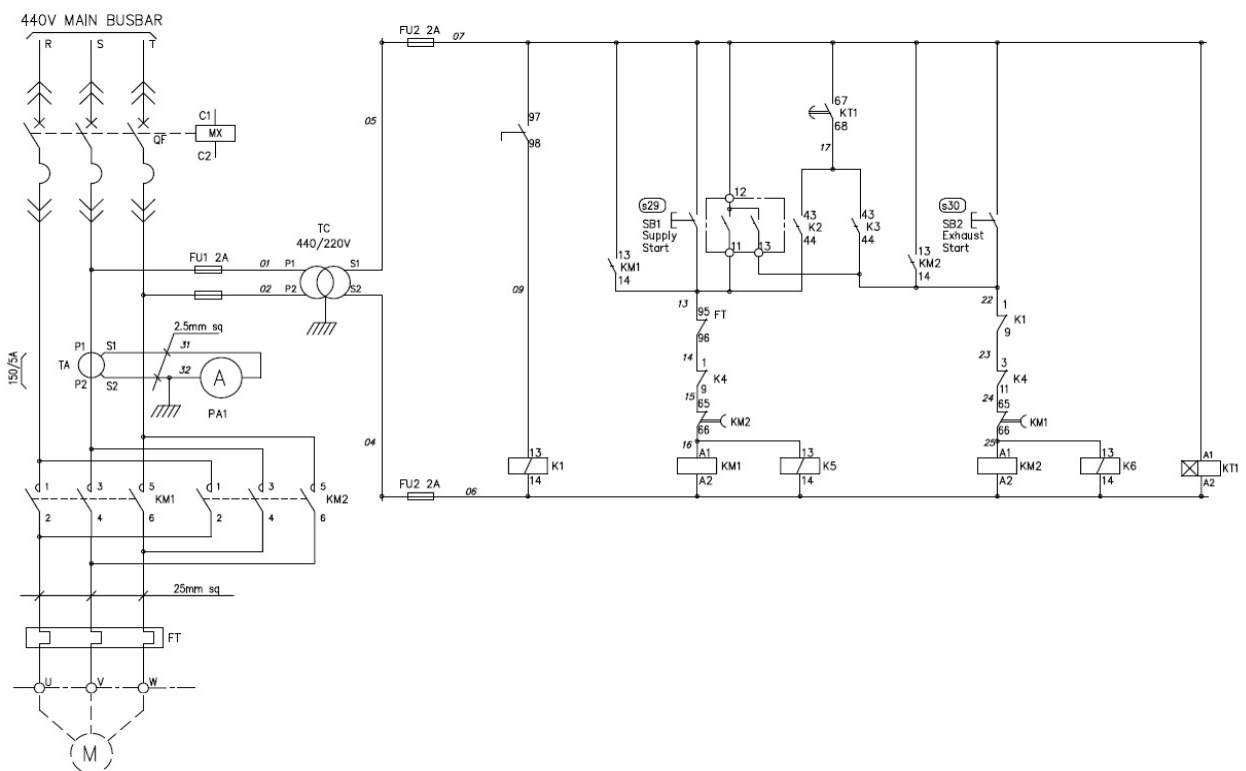


Рисунок 2.1 – Схема керування ЕП вентилятора ЦПУ

2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури

Потужність, яку двигун вентилятора використовує з мережі:

$$P_n = \frac{P_{\text{дв}}}{\eta} = \frac{7,5}{0,85} = 9,4 \text{ кВт.}$$

Струм навантаження двигуна :

$$I_n = \frac{P_n \cdot K_z \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi} = \frac{9,4 \cdot 0,65 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,8} = 11 \text{ А,}$$

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

Виберу, згідно зі струмом двигуна, кабель КНР $3 \times 1,5 \text{ мм}^2$, $l = 12 \text{ м}$.

Кабель з резиновою ізоляцією жил і зовнішньою оболонкою, зробленою як панцирна металева сплітка. $\Delta U_{\text{дон}} \leq 6\%$ від U_n - допустиме падіння напруги.

Визначу падіння напруги для цього кабелю:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_n \cdot l \cdot \cos \phi}{\gamma \cdot S \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot 11,6 \cdot 12 \cdot 0,8}{45 \cdot 1,5 \cdot 440} = 0,7\% \leq \Delta U_{\text{дон}},$$

де $\gamma = 45 \text{ м / Ом} \times \text{мм}^2$ - удільна провідність міді при $t = 65^\circ \text{C}$.

Магнітні пускачі призначені для дистанційного керування та захисту двигунів змінного струму. Найбільш вживаними є магнітні пускачі серії ПМ. Вони використовуються для мереж змінного струму з напругою 220 В та 440 В, частою 60 Гц в інтервалі номінальних струмів 22,5 – 150 А. Пускачі серії ПМ мають чотири величини по номінальному струму.

Вибір пускача виконується по значенню номінального струму двигуна і по допустимому пусковому струму. Для електродвигуна (ЕД) вентилятора виберу магнітні пускачі серії ПМ. Їх технічні характеристики:

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики магнітних пускачів серії ПМ

Призначення пускача	Максим. пусковий струм, А	Номін. струм, А	Допустимий робочий струм у режимах роботи, А			
			30 хв.	5 хв.	ПВ = 40 %	
					Еквівалент. струм	Струм навантаження
Двигун вентилятора	102	12	20	22	14	19,5

Після вибору магнітного пускача виберу теплові реле.

Для електродвигуна виберу теплове реле ТРТ 12 з номінальним струмом двигуна 12 А.

Зарубіжні виробники для захисту електродвигунів від ненормальних режимів пропонують спеціальні мотор-автомати, які можуть працювати автономно і в блоці з магнітним пускачем.

2.4 Розробка інструкції з експлуатації суднового електроприводу

Виконання планово-попереджувальних ремонтів

Огляди суднових електричних машин в загальному випадку можна класифікувати трьома видами робіт:

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

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

- 1) Розкрити оглядові і вентиляційні отвори;
- 2) Оглянути обмотки статора і ротора;
- 3) Затягти контактні з'єднання, а також з'єднання кріплень;
- 4) Очистити доступні місця і фільтри від бруду;
- 5) Продути електричну машину сухим стиснутим повітрям із тиском не більшим 0,2 МПа;

б) Закрити оглядові отвори, вентиляційні і контрольні отвори, перевірити електромашину в дії.

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

- 1) Розкрити й очистити коробки виведень і зовнішні кришки підшипникових щитів;
- 2) Протерти доступні місця ганчіркою, змоченою в рекомендованому миючому засобі;
- 3) Просушити, при необхідності, обмотки і покрити зношені місця ізоляції емаллю;
- 4) Оглянути підшипники та їх мастило, додати при необхідності мастило того ж сорту і закрити кришки підшипникових щитів;
- 5) Зібрати і перевірити електричну машину в дії.

При оглядах з повним розбиранням виконують роботи з очищення всіх деталей, заміни мастила, нанесення покривного лаку, ревізії контактних з'єднань і кріплень, відновленню пайки, регулюванню і т.п. Також слід виконати наступні дії:

- 1) Промити, при необхідності, обмотки й інші доступні місця рекомендованим миючим засобом;
- 2) Відремонтувати зношені місця ізоляції обмоток, просочити їх лаком і покрити емаллю, просушити обмотки;
- 3) Перевірити повільність ходу і чіткість фіксації АВ, пакетних вимикачів і перемикачів;
- 4) Перевірити стан наявних ущільнень.

Повний розбір електродвигуна необхідно виконувати у такому порядку:

1. Виконати перед демонтажем вимірювання необхідних параметрів, занести результати до журналу технічного обліку;
2. Промаркувати кабелі які від'єднуються, котушки збудження і положення траверси, відновити стерті або ушкоджені мітки;

3. Від'єднати всі жили кабелів, закоротити їх і заземлити;
4. Від'єднати машину від спареного з нею механізму;
5. Відкрутити болти, які утримують машину на фундаменті, усунути установочні штифти;
6. Промаркувати прокладки під лапами машини;
7. Зняти муфту за допомогою спеціального знімача;
8. Зняти торцеві кришки підшипників;
9. Зняти щити за допомогою віджимних болтів;
10. Витягнути ротор із статора;
11. Зняти підшипники та замінити на нові;
12. Прийняти міри для попередження ушкодження ізоляції обмоток.

3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)

3.1. Розрахунок потужності суднової електроенергетичної системи для характерних режимів роботи судна, вибір кількості, потужності, і типу основних та аварійних генераторних агрегатів СЕЕС.

У табличному методі випадковість споживання враховується за допомогою так званих коефіцієнтів завантаження і одночасності, в тому або іншому ступені характеризуючи особливості процесу споживання. Окрім цього табличний метод показує розрахунок наступних режимів судна:

- ходовий режим;
- маневровий режим;
- стоянковий режим (з виконанням вантажних операцій);
- аварійний режим (пожежа, надходження води в корпус або наявність інших чинників, що впливають на безпеку плавання судна, при роботі основного джерела електроенергії).

В даній дипломній роботі результати розрахунків СЕЕС під час всіх вище наведених режимів роботи судна, буде виконаний табличним методом. Розрахунок потужності генераторів табличним методом постійних нагрузок (приведений в ДОДАТКУ А).

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

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

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

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

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

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

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

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

Таким чином, заповнюємо всі рядки таблиці для всіх режимів.

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

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

Якщо споживач не працює в даному режимі, то в колонці з коефіцієнтом загрузки ставиться 0.

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

Потужність генераторів вибирають залежно від середньозваженого коефіцієнта потужності, який визначається як відношення сумарної активної і повної потужностей. У випадку, якщо $\cos\varphi \geq 0.8$, генератори необхідно вибирати по активній потужності, інакше – по повній.

Результати розрахунків з таблиці навантажень дозволяють обрати кількість і потужність електрогенераторів для кожного із режимів.

У таблиці 3.1 наведені підсумкові дані розрахунків таблиці навантажень.

Таблиця 3.1. - Підсумкова таблиця навантажень

Найменування режиму роботи	Сумарна споживана потужність*			Кількість проц. СДГ
	P, кВт	Q, кВАр	S, кВА	
Ходовий	7265	4615	8607	2
Стоянковий	2929	2230	3681	1
Маневровий	10343	5563	11744	3
Аварійний	222	145	225	1

Виходячи з вищевикладеного вибираємо 4 генератори фірми Hyundai

типу HS потужністю 3800 кВт, та один аварійний генератор потужністю 350 кВт.

Таблиця 3.1.1- Паспортні данні генераторів

Генератор	Тип	Пол юси	Потужність, кВт	Об/хв	Напруга	Струм	Частота	Cos φ
Основний (4)	HS	4	3800	820	6600	416	60	0,8
Аварійний (1)	HC	1	350	1600	450	561	60	0,8

3.2 Вибір акумуляторів та перетворювачів електроенергії

Трансформатор – електромагнітний апарат, призначений для перетворення змінного струму однієї напруги в змінний струм іншої напруги при тій же частоті. Дія трансформатора заснована на використанні явища електромагнітної індукції. На судні трансформатори розділяють на основні та аварійні. Основні трансформатори забезпечують освітлення жилих приміщень, освітлення машинного відділення, трюмів та головної палуби. Забезпечують живленням навігаційне обладнання, протипожежну систему. Щоб забезпечити живленням дане електрообладнання вибираємо наступні трансформатори:

1. Тип: КТК-510; Потужність: 1600 кВА; 450/230В;
2. Тип: КТК-410; Потужність: 900 кВА; 450/230В.

Аварійні трансформатори забезпечують аварійне освітлення жилих приміщень, машинного відділення, палуби та трюмів. Також забезпечують живленням радіообладнання, аварійне навігаційне обладнання, внутрішню судову радіотрансляцію. Таким чином, вибираємо наступний трансформатор:

Тип: КТК- 870; Потужність: 300 кВА; 450/230.

Акумулятор – це пристрій для накопичення енергії з метою її подальшого використання. Електричний акумулятор перетворює електричну енергію в хімічну і в міру потреби забезпечує зворотне перетворення. На судні акумулятори мають важливе значення, вони використовуються для запуску АДГ, рятувальних засобів, для забезпечення аварійного живлення системи ГМЗСБ та системи автоматики

BATTERIES

	MAKER	TYPE	NUMBER OF BATTERY	VOLTAGE	AMPERE-HOUR RATING	LOCATION	EXPIRY DATE
COMMON USE BATTERY	HUYNDAI ENERCELL	SLD 300-2	12	24V (2V X 12)	300AH	NAV.-DECK, BATTERY ROOM	AVERAGE 5 YEARS
RADIO USE BATTERY	JRC	SLD 200-2	12	24V (2V X 12)	200AH	NAV.-DECK, BATTERY ROOM	AVERAGE 5 YEARS
BATTYER FOR EM'CY D/G	GPC	DS-150-12	12	24V (2V X 12)	161AH	A-DECK, EM'CY D/G ROOM	3~5 YEARS
BATTYER FOR FIRE ALARM SYSTEM	AUTRONICA	FG 21202	2	24V (12V X 2)	12AH	W/H	3~5 YEARS
UPS FOR AIS	JRC	RBC2	1	230V	300W(5.8 minutes) 150W(12.4 minutes)	W/H	3~5 YEARS
AC UPS FOR AMS	KONGSBERG (GE DIGITAL ENERGY)	BP7-12	3	230V	3.3AH	ECR, CCR	AVERAGE 5 YEARS
DC UPS FOR AMS	KONGSBERG (ELTEK)	Powersafe VF 12V	2	24V	60AH	ECR	AVERAGE 5 YEARS
UPS FOR M/E ALPHA LUBRICATOR	HHI (ATLAS BX)	KB12-18	2	12V	18AH	ECR	AVERAGE 5 YEARS
UPS INSIDE OF PC SERVER RACK	NET (APC)	RBC43	1	230V	POWER : 2200VA	NAV.-DECK, ELECTRIC EQUIP. ROOM	3~5 YEARS
UPS FOR SHIP'S COMPUTER	NET (APC)	RBC48	1	230V	POWER : 750VA	EACH COMPUTER LOCATION	3~5 YEARS
UPS FOR CARGO CONTROL SYSTEM	WLGE (Hot Swap Batteries)	-	20	12V	7AH	CCR	3~5 YEARS
PORTABLE GAS DETECTION EQUIPMENT	WLGE (M.S.A)	Rechargeable NIMH	1	3V	3AH	CCR	2~5 YEARS
BATTERY FOR CARGO LEVEL SYSTEM	WLGE (KONGSBERG)	Pulse Power	2	12V	26AH	CCR	AVERAGE 5 YEARS
BATTERY FOR INCINERATOR	TEAMTEC (MITSUBISHI)	F2-40BL	1	6V		E/R	AVERAGE 5 YEARS
BATTERY FOR OMD	HHI (SAB)	SL-350	1			E/R	10 YEARS
BATTERY FOR I.G.G	AIR PRODUCTS (BEIJERS)	LITHIUM BATTERY	1		550mAH	E/R	AVERAGE 5 YEARS

Рисунок 3.1 - Типи акумуляторів

3.3 Вибір раціональної 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 чи 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 з магістралей. Однак, на практиці, мережі звичайно підрозділяють на фідерні 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 відмови 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 викликає ніякого 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 суден застосовуються СЕС з фідерним розподілом електроенергії.

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

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

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

А) Споживачі електроенергії можуть бути залучені 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 житись 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 і АРЩ повинна мати відповідний захист;

Є) силова мережа і мережа освітлення повинні бути розділені.

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.

З секції високої напруги (6600В) отримують живлення розподільний рефконтейнерний щит (РРЩ) та через два понижуючих трансформатора ГРЩ, від якого в свою чергу отримує живлення АРЩ в нормальному режимі. В аварійному режимі АРЩ роз'єднується з ГРЩ і отримує живлення від аварійного дизель-генератора.

ГРЩ складається з двох основних секцій: секції 440В та 220В. За допомогою цих секцій розподіляється електроенергія по споживачам, згідно з їх споживною напругою та призначенням (рис.3.2)

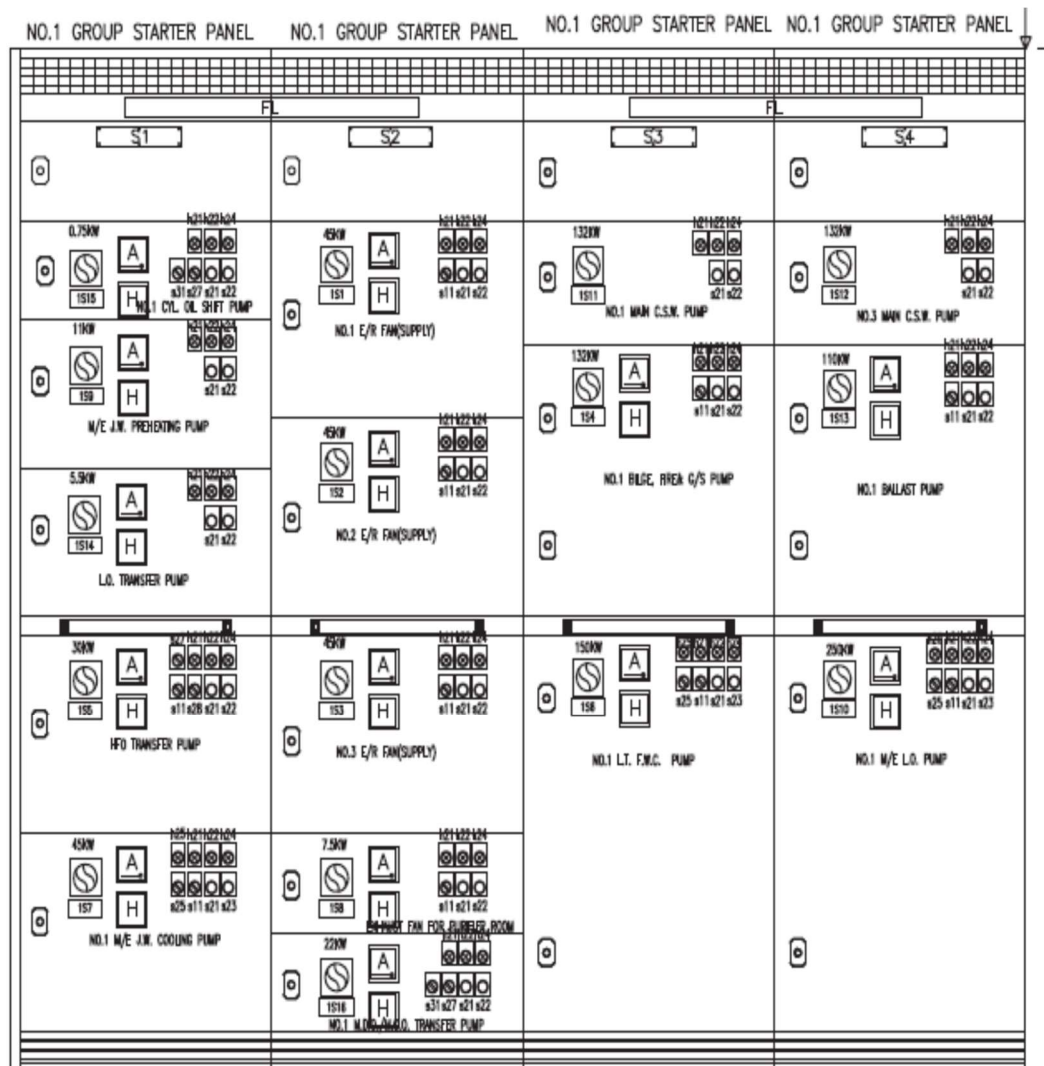


Рисунок 3.2 – ГРЩ (ГСП)

Секції 440В мають дві фідерні панелі, які з'єднуються контактором (N.C.).

Від шин ГРЩ, 440 В, повинні одержувати живлення по окремих фідерах такі споживачі:

- 1) кермовий привод;
- 2) ЕП головного масляного насоса;
- 3) ЕП охолоджувальних насосів ГД;
- 4) ЕП компресорів пускового повітря ГД;
- 5) якірний пристрій;
- 6) ЕП пожежних насосів;
- 7) ЕП осушувальних насосів;
- 8) ЕП компресорів і насосів спринклерної системи;
- 9) щит установки кондиціонування;
- 10) РЩ холодильної установки;

- 11) щит майстерні;
- 12) РЩ рятувальних шлюпок;
- 13) щити вентиляції по палубах;
- 14) РЩ гідрофорів;
- 15) щит живлення катодного захисту;
- 16) щит бойлера;
- 17) АРЩ;
- 18) трансформатори нормального освітлення;
- 19) РЩ перекачувальних насосів палива й масла;
- 20) РЩ камбуза;
- 21) РЩ пральні;

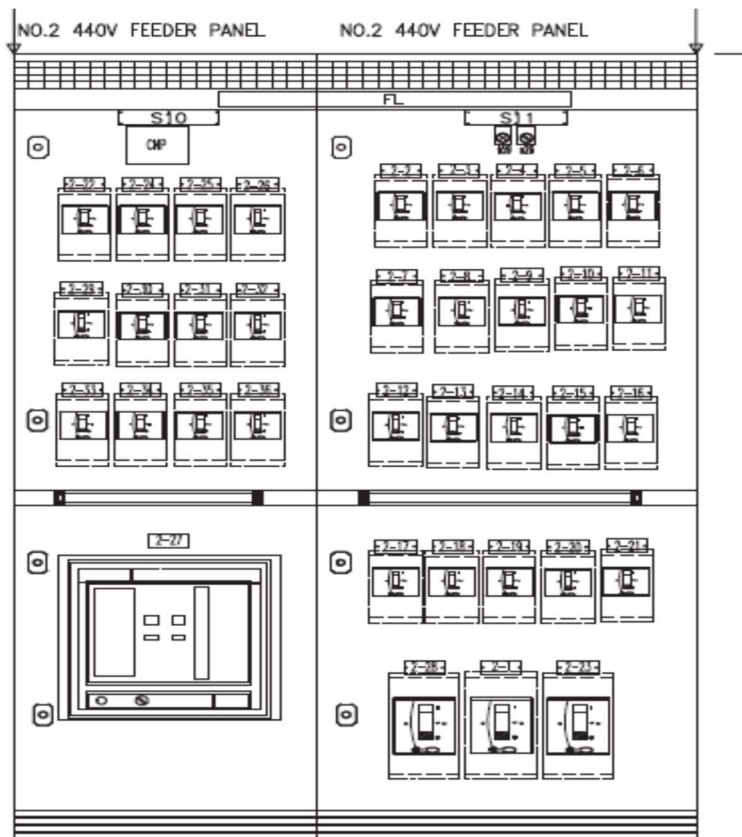


Рисунок 3.3. – Групови фідерни панелі (440 В)

Від шин ГРЩ, 220 В, повинні одержувати живлення по окремих фідерах такі споживачі:

- 1) РЩ навігаційних приладів;
- 2) РЩ нормального освітлення, по палубах;
- 3) щит розпізнавальних-сигнально-відмітних вогнів;
- 4) щит управління й автоматики;

5) живлення трансформатора 220/24 В

Секція 24В в нормальному робочому режимі отримує живлення від АРЩ, а на випадок коли не буде живлення від АРЩ, має власне живлення від акумуляторів 24В постійного струму.

Від секції 24В отримують живлення:

- 1) аварійне освітлення 24В;
- 2) системи автоматизованого управління відповідальних та потужних споживачів.

Вид мнемосхеми ГРЩ судна з системи моніторингу (див на рис. 3.4)

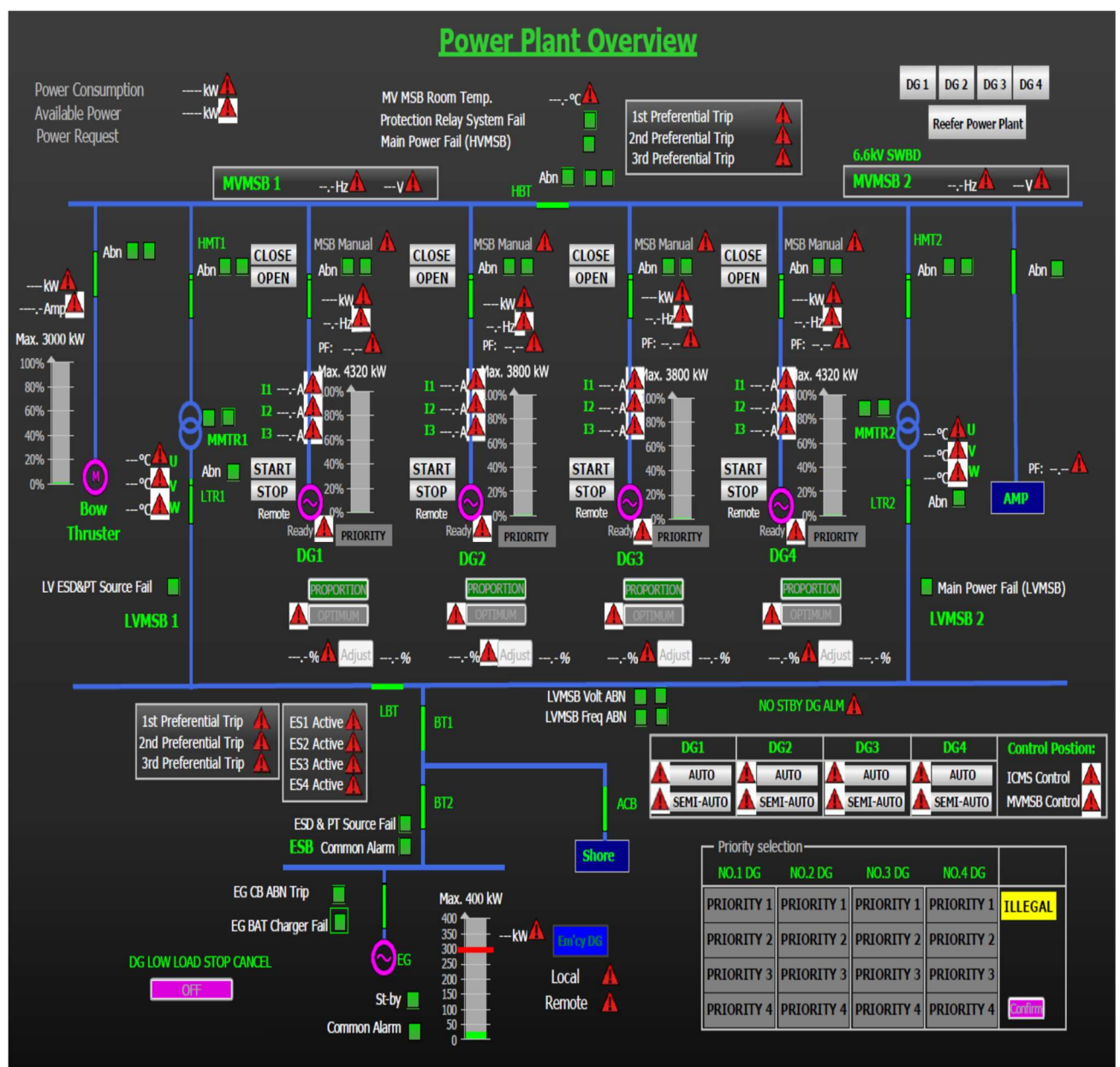


Рисунок 3.4 – Мнемосхема системи моніторингу СЕС судна

3.4 Розрахунок струмів КЗ. Вибір генераторних автоматів

КЗ можуть викликати такі небезпечні для елементів і для всієї системи результати, як:

- пожежа в місці КЗ через дію електричної дуги;
- руйнування електрообладнання дугою в місці КЗ;
- пошкодження електрообладнання (електричних машин, апаратів, кабелів, розподільних пристроїв) в результаті теплової і електродинамічної дії струмів в ланцюзі КЗ;
- руйнування електричних апаратів, які відключають струми, що перевищують граничну комутаційну здатність апаратів;
- помилкові спрацьовування захисних пристроїв;
- поява відносно малих струмів в результаті електричної дуги в місці КЗ, що стійко горить, і неспрацьовування захисту;
- сильне зниження напруги, порушення стійкості паралельної роботи генераторів, стійкості навантаження і т.д.

Для оцінки можливих небезпечних дій струмів на електричні системи, а також для розробки заходів щодо забезпечення правильної роботи електричного захисту з метою запобігання небезпечних дій струмів виявляється необхідним при проектуванні системи і її елементів визначати різні величини, що характеризують струми КЗ.

Знання можливих струмів КЗ забезпечує рішення таких задач проектування і експлуатації електроенергетичних систем і їх окремих елементів, як:

- вибір системи розподілу електроенергії;
- визначення максимально допустимої сумарної потужності генераторів, що працюють паралельно в тривалому режимі, виходячи з комутаційної здатності наявних автоматичних вимикачів;
- перевірка і вибір електричних апаратів і інших елементів системи по комутаційній здатності, динамічній і термічній стійкості;
- розрахунок електродинамічних (механічних) сил, діючих на струмоведучі

частини;

- вибір струмообмежуючих пристроїв;
- розробка системи захисту;
- налаштування захисту, вибір режимів використання системи.

Діюче значення періодичної складової струму КЗ в ланцюзі короткого замикання, живлення якого здійснюється від одного генератора або паралельно працюючих генераторів однакових (або близьких) параметрів і розташованих в межах однієї електростанції, можна визначити, користуючись наступною формулою:

$$I_n = (I_0'' - I_0') e^{-t/\tau_d''} + (I_0' - I_{\sim}) e^{-t/\tau_d'} + I_{\sim} \quad (3.1)$$

де I_0'' — початкове значення надперехідного струму КЗ;

I_0' — початкове значення перехідного струму КЗ;

$I_{\sim}$ — стале значення струму КЗ;

τ_d'' , τ_d' — постійні часу надперехідного і перехідного режимів.

Значення струмів I_0'' і I_0' в ланцюзі короткого замикання визначаються по формулах

$$I_0'' = E_0'' / Z_{p1}; \quad I_0' = E_0' / Z_{p2} \quad (3.2)$$

де E_0'' , E_0' - ЕДС генераторів в надперехідному і перехідному режимах;

Z_{p1} , Z_{p2} — результуючі опори ланцюга короткого замикання, одержані з урахуванням опору x_d'' у складі Z_{p1} і опору x_d' у складі Z_{p2} .

Вважаючи, що генератори до КЗ працювали з номінальним навантаженням при $I_n = 1$, $\cos\varphi = 0,8$ ($\sin\varphi = 0,6$), значення ЕРС генераторів знаходять по формулах:

$$E_0'' = 1 + I_n x_d'' \sin\varphi = 1 + 0,6 x_d''; \quad (3.3)$$

$$E_0' = 1 + I_n x_d' \sin\varphi = 1 + 0,6 x_d'. \quad (3.4.4)$$

Сталий струм КЗ в ланцюзі короткого замикання знаходиться по формулі

$$I_{\sim} = I_{\sim r} \frac{x_d}{Z_{p3}}, \quad (3.4)$$

де $I_{\sim r}$ — сталий струм КЗ генераторів (у відносних одиницях можна приймати рівним 4-6) ;

Z_{p3} — результуючий опір ланцюга короткого замикання з урахуванням опору x_d в його складі.

Значення струму I_n по формулі (3.4.) звичайно визначається для $t = 0,01$ з і t , рівного часу відключення короткого замикання.

Якщо живлення ланцюга короткого замикання проводиться від генераторів з різними параметрами, то розрахунок струмів КЗ здійснюють з використанням еквівалентних їм параметрів або за принципом накладення струмів, відправлених в місце КЗ кожним генератором окремо.

Розрахунок значно спрощується, якщо за час $t = 0,01$ з періодичну складову струму КЗ вважати незатухаючою, тобто прийняти, що

$$I_n = I_0'' = E_0'' / Z_{p1} = I_0 . \quad (3.5)$$

Тоді

$$i_{y\partial.z} = K_{y\partial} \sqrt{2} I_0 ; \quad (3.6)$$

$$i_{y\partial} = i_{y\partial.z} + i_{y\partial.\partial} = \sqrt{2} I_0 (K_{y\partial} + 1) . \quad (3.7)$$

За наявності в ланцюзі короткого замикання трансформаторів напруги в розрахункову схему включаються активний r_{mp} і реактивний x_{mp} опори трансформатора, які визначаються на підставі напруги короткого замикання u_{K3} , %, і втрати в міді P_m , %, трансформатора. Відомо, що повний опір трансформатора (у відносних номінальних одиницях) визначається формулою

$$Z_{mp} = u_{K3} / 100 ; \quad (3.8)$$

активний опір

$$r_{mp} = P_m / 100 ; \quad (3.9)$$

реактивний опір

$$x_{mp} = \sqrt{Z_{mp}^2 - r_{mp}^2} . \quad (3.10)$$

Опори, приведені до базисних умов

$$r_{\delta.mp} = r_{mp} \frac{S_{\delta}}{S_{mp}} \quad ; \quad x_{\delta.mp} = x_{mp} \frac{S_{\delta}}{S_{mp}}, \quad (3.11)$$

де S_{mp} - номінальна потужність трансформатора.

Особливістю розрахунку струмів КЗ в ланцюгах з трансформаторами є те, що за базисну напругу на первинній стороні трансформатора беруть номінальну напругу на шинах ГРІЩ. На вторинній стороні трансформатора базисною напругою є номінальна напруга вторинної його обмотки. Відповідно до цього до і після трансформатора будуть різні базисні струми.

Згідно з цим методом за допомогою робочої програми для розрахунку струмів КЗ фірми HYUNDAI зробимо необхідний нам розрахунок.

У нижче приведених таблицях зустрічаються наступні символи:

Ra	- опір статора синхронної машини;
X''d, X'd	- сверхперехідна і перехідна реактивність генератора;
T''d, T'd	- постійні часу сверхперехідного і перехідного режимів;
Tdc	- постійна часу постійного струму;
R	- опір;
X	- реактивність;
L	- довжина кабелю;
N	- кількість кабелів;
E''qo, E'qo	- ЕДС генераторів в сверхперехідном і перехідном режимах;
I''kd, I'kd	- початкове значення сверхперехідного і перехідного струму КЗ;
Iac	- зміннострумова складова струму КЗ генератора;
idc	- постійнострумова складова струму КЗ генератора;
Ikd	- сталий струм КЗ;
ip,	- максимальний струм КЗ;
T''e, T'e	- постійні часу сверхперехідного і перехідного режимів включаючи неактивні складові;
Z''e, Z'e	- опір ланцюга в понадперехідному і перехідному режимах генератора;

Таблиця 3.4.1 Вихідні данні генераторів:

№ генератора	ДГ-1	ДГ-2	ДГ-3	ДГ-4
Реактивна потужність (kVA)	4750	4750	4750	4750
Напруга (V)	6600	6600	6600	6600
Частота (Hz)	60	60	60	60
Струм (A)	416	416	416	416
Cosφ	0.75	0.75	0.75	0.75
Ra (%)	0.78	0.78	0.78	0.78
X"d (%)	16	16	16	16
X'd (%)	20.1	20.1	20.1	20.1
Xd (%)	192	192	192	192
T "d (ms)	20	20	20	20
T 'd (ms)	130	130	130	130
Tdc (ms)	52	52	52	52

Кабель:

Тип кабелю	НТРУС	НТРУС	НТРУС	НТРУС
R (ohm/km)	0.194	0,194	0,194	0,194
X (ohm/km)	0.116	0,116	0,116	0,116
L (m)	71	75	73	81
N	2	2	2	2

Розрахункові данні:

E"qo (V)	4261,6	4261,6	4261,6	4261,6
E'qo (V)	4374,9	4374,9	4374,9	4374,9
Ra (ohm)	0,0860	0,0860	0,0860	0,0860
X"d (ohm)	1,7528	1,7528	1,7528	1,7528
X'd (ohm)	2,2883	2,2883	2,2883	2,2883
Xd (ohm)	20,794	20,794	20,794	20,794
R (ohm)	0,00682	0,00760	0,00731	0,007

X	(ohm)	0,00409	0,00456	0,00438	0,0046
Z''e	(ohm)	1,75938	1,7599	1,75969	1,7600
Z'e	(ohm)	2,1843	2,1848	2,1846	2,1850
T''e	(sec)	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110
T'e	(sec)	0,1314	0,1314	0,1314	0,1314
Tdce	(sec)	0,05014	0,0497	0,0498	0,0496
I''kd	(A)	2422,2	2421,5	2421,8	2421,3
I'kd kd	(A)	1993,72	1993,26	1993,43	1993,15
Ikd kd	(A)	1050	1050	1050	1050
Iac(t) t=0.5T kd	(A)	2224,0	2223,4	2223,6	2223,3
idc(t) t=0.5T kd	(A)	2623,85	2,619,4	2621,11	2618,3
ip(t) t=0.5T kd	(A)	5769,09	5763,9	5765,85	5762,6
Iac(t) t=5T kd	(A)	1558,7	1558,5	1558,61	1558,5
idc(t) t=5T kd	(A)	588,0	579,9	582,98	577,9
ip(t) t=5T kd	(A)	2792,4	2784,0	2787,1	2782,0

Вибір генераторних автоматів

На судні, котре розглядається, застосована фідерно-групова система розподілу електроенергії. У цьому випадку безпосередньо від ГРЩ чи АРЩ розташовані самостійні лінії живлення (фідери) по всім відповідальним струмоприймачам і груповим РЩ. Групові РЩ здійснюють розподіл електроенергії серед групи однакових або близьких за призначенням споживачів. Фідери призначенні для передачі електроенергії між двома будь-якими розподільними щитами чи між розподільним щитом і приймачем або джерелом електроенергії.

Підрулюючий пристрій отримує живлення по фідеру від ГРЩ. Групові щити кріплять на перегородках або бортових конструкціях. Не допускається установка щитів у місцях, де можливе скупчення кислотного випаровування, вибухонебезпечних газів і т.д. Для скорочення витрати кабелю групові РЩ розташовуються як можна ближче до приймачів електроенергії.

Передача електроенергії споживачам здійснюється за допомогою трьохпровідної системи з ізольованою нейтраллю, оскільки вони мають велику електробезпеку. З'єднання фази на корпус судна не є коротким замиканням.

Вибираємо автоматичні вимикачі фірми Hyundai типу HVF, зі слідуючими даними

- номінальний струм автомата - 350 А;
- номінальна напруга - 6600 В;
- допустимий струм короткого замикання:
 - а) ударний струм - 120000 А;
 - б) діюче значення - 45000 А;
- межі уставок на струм спрацювання $-(2:8) I_n$ розчіплювача;
- уставка на час спрацювання - 0.63 с;
- термічна стійкість - $3000 \cdot 10^6 \text{ х } A^2 \text{ с}$.

До вибору генераторного автомату, що підключає генератор трифазного змінного струму до шин ЩВН, розрахунковий струм визначають по формулі:

$$I_{Г.Н.} = \frac{P_{Г.Н.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{Г.Н.} \cdot \cos \varphi_H} \quad (3.4.1)$$

Для дизель генераторів отримуємо: $I_{ДГ} = \frac{3200 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6600 \cdot 0,8} = 340 \text{ А}$.

Приймаємо для даних генераторів ГА фірми HYUNDAI типу НІМАР- з номінальним струмом **350 А**.

НІМАР – цифрове реле захисту для використання з низьким, середнім та з високим живленням систем розподілу потужності. Завдяки його об'єднаних захисних функцій і здатністю інтерфейсу з людською машиною, являється ефективним та рентабельним рішенням до всі типів ГА. З трьома потужними мікропроцесорами НІМАР пропонує повний пакет функцій захисту для генераторів, двигунів(синхронних, асинхронних), трансформаторів та силових ліній. Для гнучкості та подальшим застосуванням обом цифровий та аналоговий виходи можуть застосовуватись для з'єднання блоку управління НІМАР з системою управління ГРЩ.

3.5 Перевірка на втрату напруги електровимірювальних приладів і вибір кабелів від генераторів до ГРЩ.

Для вибору кабелю необхідно розрахувати його струм. Після такого розрахунку треба скористатися спеціальною таблицею для того, щоб обрати кабель з необхідною площею поперечного перерізу.

При обиранні кабелю необхідно урахувувати деякі аспекти судової електростанції, тому що в залежності від того, які блоки цей кабель буде з'єднувати, залежить його струм I , відповідно, площа поперечного перерізу.

У судових умовах ми можемо розглядати наступні блоки, які з'єднані між собою за допомогою кабелю:

1. Кабель з'єднуючий ЩВН з генераторами;
2. Кабель з'єднуючий ГРЩ та РЩ;
3. Кабель з'єднуючий РЩ та приймач (електродвигун).

Для першого випадку ми вже визначили значення струму при виборі генераторного автомата.

У другому випадку необхідно використати наступну формулу для розрахунку струму кабелю:

$$I_{\kappa} = K_p * K * I_n, \quad (3.5.1)$$

де I_n – струм кабелю між РЩ і приймачем,

K – кількість приймачів підключених до РЩ,

K_p – коефіцієнт різночасової роботи приймачів. наступні дії описані у попередньому пункті.

У третьому випадку необхідна формула є наступною:

$$I_{\kappa} = \frac{P_n \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n * \eta_n}, \quad (3.5.2)$$

де P_n – потужність приймача,

U_n – номінальна напруга приймача,

$\cos \varphi_n$ – коефіцієнт потужності приймача,

η_n – коефіцієнт корисної дії приймача.

Після визначення значення струму користуємося стандартною таблицею у підручнику Яковлев Г.С. (додаток №10).

Отже розрахунковий струм для ЩВН і генератора дорівнює:

$$I_{дг} = 340 \text{ А.}$$

Ми отримали номінальний струм генератора згідно якого обираємо кабель НТРУС-95 з трьома жилами .

3.6 Вибір системи збудження

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

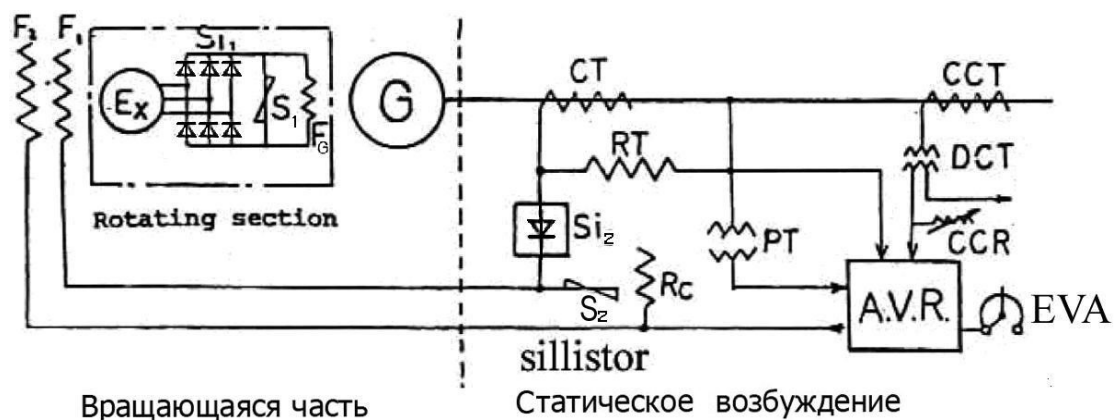


Рис 3.6.1 Функціональна схема системи збудження

Компоненти схеми наступні:

- F1 — основна обмотка збудження збудника;
- F2 — управляюча обмотка збудження (від АРН);
- Ex — збудник змінного струму;
- Si1 — випрямляч, що обертається;
- Si2 — кремнієвий випрямляч;
- G — синхронний генератор ;
- CT — трансформатор струму;
- S1, S2 — захист від перевантаження;

- RT — реактор;
- R_c — розрядний опір;
- PT — силовий трансформатор;
- CCT — трансформатор струму для компенсації зрівняльного струму;
- DCT — диференціальний трансформатор струму;
- CCR — компенсаційний опір реактивного струму;
- AVR — автоматичний регулятор напруги ;
- EVA — реостат уставки напруги;
- F — роторна обмотка збудження синхронного генератора.

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

Принцип дії системи збудження ТАІУО

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

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

Перша обмотка збудження живиться постійним струмом, який створюється в результаті підсумовування струму, що протікає через реактор, і

струму трансформатора так само як і в синхронних генераторах змінного струму, що самозбуджуються.

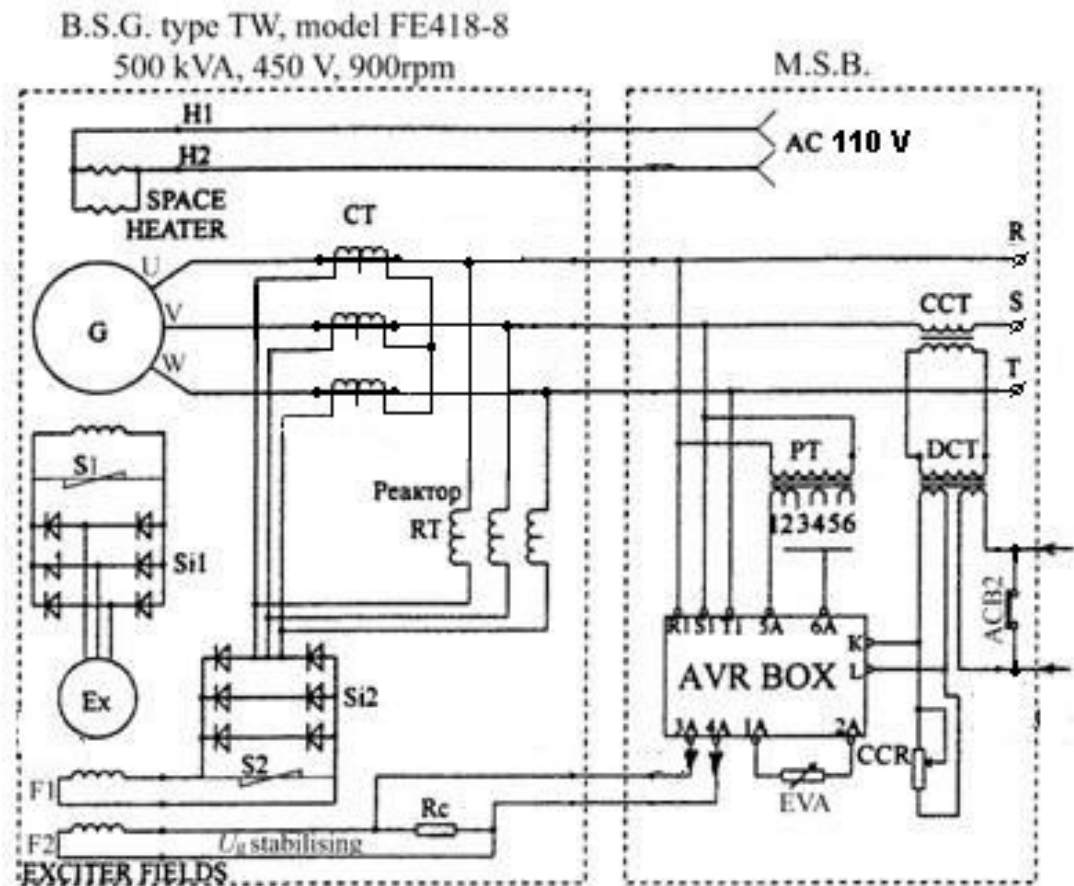


Рис 3.6.2 Принципова схема системи збудження ТАГЮО

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

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

Схема АРН (рис. 3.6.3) включає наступні ланцюги: вимірювання відхилення регульованої величини, посилення цього відхилення і джерела імпульсів. Вони змонтовані на одній друкарській платні, яка знаходиться в окремій коробці разом з вимірювальним трансформатором РТ1 і головним тиристором.

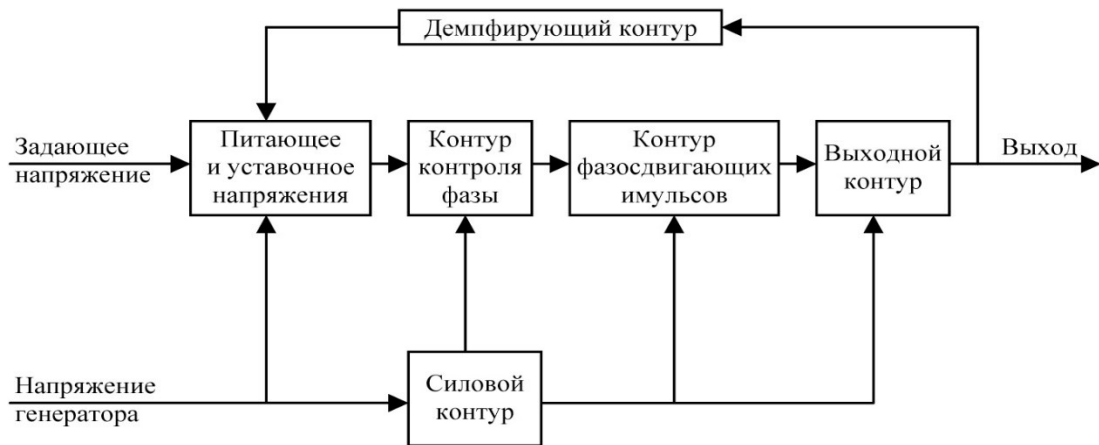


Рис 3.6.3 Блок-схема АРН

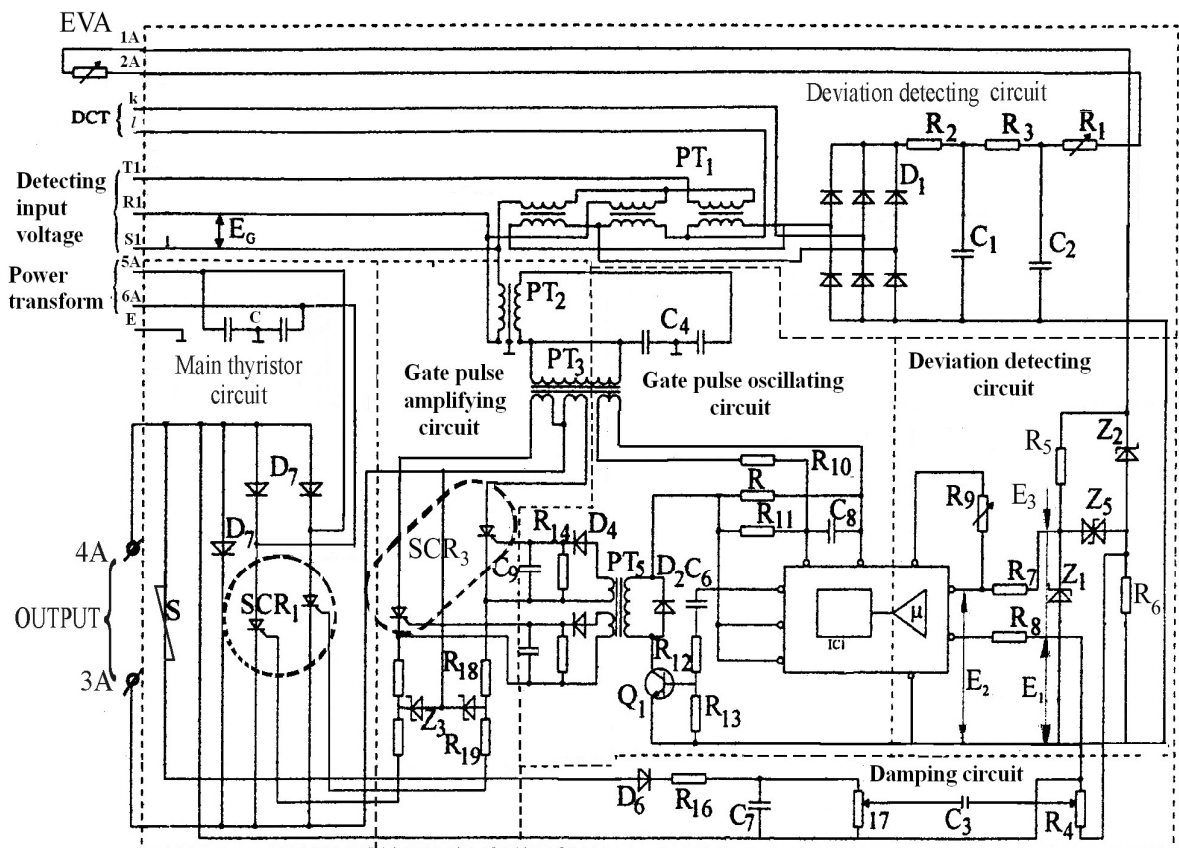


Рис 3.6.4 Принципова схема АРН

У ланцюгу вимірювання відхилення (рис. 3.6.4) поступає напруга E_1 , яка пропорційна напрузі генератора E_G і яка перетвориться в постійну напругу необхідної величини, і опорна напруга E_2 , яка незалежно від E_G , завжди постійна і створює напругу відхилення E_3 :

$$E_3 = E_1 - E_2.$$

Відношення між E_G , E_1 , E_2 і E_3 показано на рис 3.4.5.

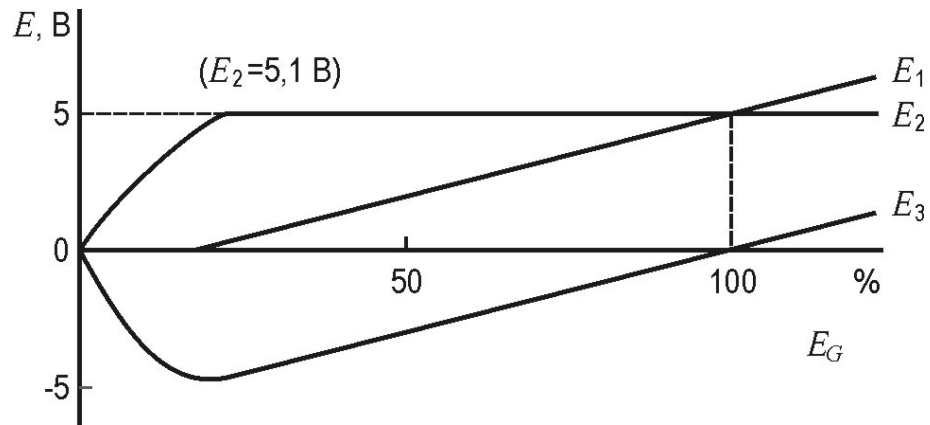


Рис 3.6.5 Епюри співвідношення напруг

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

Особливістю суднових електростанцій являється наявність потужних асинхронних коротко замкнутих двигунів. Відсутність колектору у асинхронних коротко замкнутих двигунів дає можливість запускати їх без пускових реостатів, застосовуючи найпростіші схеми пуску. Проте пусковий струм у процесі розгону таких двигунів у 5 – 7 разів більше номінального і являється в більшості індуктивним. Якщо потужність двигуна складає, наприклад, 30% потужності синхронного генератора, то в момент пуску струм двигуна по відношенню к номінальному току генератора буде складати 150-200%. При набросі подібних індуктивних струмів синхронні генератори сильно розмагнічуються і на деякий час знижують напругу, що прийнято називати провалом напруги.

Характер зміни напруги генератора при набросі індуктивної завантажки (пуску асинхронного двигуна) можна представити як накладення процесів зниження напруги генератора без регулятора і підвищення напруги генератора під дією регулятора.

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

Розрахунок будемо виконувати для генератору типа Hyundai, потужністю 3800 кВт (4750 кВА), номінальною напругою 6600В;

Параметри асинхронного двигуна підруля: $U_n = 6600 \text{ В}$; $I_n = 176 \text{ А}$, кратність пускового струму $K_n = 3$. У якості двигуна виступає двигун підрулюючого пристрою потужністю 3000 кВт. Цей двигун потребує напругу 6600 В.

Визначимо реактивний опір двигуна:

$$x_D = \frac{S_{n, \varepsilon}}{K_n \cdot S_{n, \delta}} \left(\frac{U_{n, \delta}}{U_{n, \varepsilon}} \right)^2, \quad (3.7.1)$$

де $S_{n, \varepsilon}$, $S_{n, \delta}$ - номінальна потужність генератора і двигуна відповідно;

$$x_D = \frac{4750 \cdot 1000}{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 6600 \cdot 176} \left(\frac{6600}{6600} \right)^2 = 0,66$$

Початкова напруга:

$$U_{\text{поч}} = \frac{x_D}{(x_D + x'd)}; \quad (3.7.2)$$

$$U_{\text{поч}} = \frac{0,66}{(0,66 + 0,107)} = 0,9.$$

Встановлена напруга:

$$U_{\text{уст}} = \frac{x_D}{(x_D + x_d)}; \quad (3.7.3)$$

$$U_{\text{уст}} = \frac{0,66}{(0,66 + 1,06)} = 0,4$$

Постійна часу обмотки збудження генератору при замкнутій обмотці статора на опір x_D :

$$\tau'd = \tau'd_0 \frac{x_D + x'd}{x_D + x_d}; \quad (3.7.4)$$

$$\tau'd = 1,03 \cdot \frac{0,66 + 0,107}{0,66 + 1,03} = 0,45.$$

Час досягнення мінімального значення напруги:

$$t_{\min} = \tau'd \cdot 2,3 \lg \left(\frac{U_{\text{поч}} - U_{\text{уст}}}{U_{\text{уст}} \cdot K \cdot \tau'd} + 2,72^{t_1/\tau'd} \right); \quad (3.7.5)$$

$$t_{\min} = 0,45 \cdot \ln \left(\frac{0,9 - 0,4}{0,4 \cdot 5 \cdot 0,45} + 2,72^{-0,05/0,45} \right) = 0,175 [\text{с}]$$

Значення мінімальної напруги:

$$U_{\min} = U_{\text{уст}} + (U_{\text{нач}} - U_{\text{уст}}) \cdot 2,72^{-t_{\min}/\tau'd} + U_{\text{уст}} \cdot K \cdot [(t_{\min} - t_1) - \tau'd(1 - 2,72^{-(t_{\min} - t_1)/\tau'd})]; \quad (3.7.6)$$

$$U_{\min} = 0,4 + (0,9 - 0,4) \cdot 2,72^{-0,175/0,45} + 0,4 \cdot 5[(0,175 - 0,05) - 0,45(1 - 2,72^{-0,175/0,45})] = 0,86$$

Максимальний провал напруги:

$$\Delta U_{\max} = (1 - U_{\min}) \cdot 100; \quad (3.7.7)$$

$$\Delta U_{\max} = (1 - 0,86) \cdot 100 = 14\%.$$

З проведених розрахунків видно, що падіння напруги при пуску асинхронного двигуна підрулюючого пристрою буде складати 14 %, що є згідно Регістра допустимою нормою миттєвого падіння напруги.

Перевірка кабелю живлення одного з найбільш віддаленого електроприводу на втрату напруги

Поняття «втрата напруги» є дуже важливим в сучасній електроенергетиці, тому що в залежності від відстані, потужності приймача необхідно обрати такий кабель, який би задовольняв не тільки струсовій умові приймача, але і мінімізував втрату напруги на лінії ГРЩ – приймач або РЩ – приймач.

Розрахунок на втрату напруги проводиться наступним чином:

Втрата напруги між РЩ та приймачем. В якості приймача оберемо швартову лебідку з наступними технічними даними: $P_{\text{п}} = 15 \text{ кВт}$, $U_{\text{п}} = 440 \text{ В}$, $\cos \varphi_{\text{п}} = 0,72$, $\eta_{\text{п}} = 0.765$, $l = 150 \text{ м}$

$$I_{\kappa} = \frac{P_{\text{п}} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{п}} \cdot \cos \varphi_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,72 \cdot 0,765} = 3,57 \text{ А}. \quad (3.8.1)$$

Ми визначили струм кабелю. Тепер можемо обрати площу поперечного перетину за стандартною таблицею, вона складає $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$.

Знаючи необхідні величини можна записати формулу для розрахунку втрати напруги.

$$\Delta U_{\text{л}} = \frac{\sqrt{3} * I_a * 1 * 100}{\gamma * S * U} = \frac{\sqrt{3} * 15 * 2,57 * 100}{48 * 2,5 * 440} = 0,13\% \quad (3.8.2)$$

де I_a – активна складова струму,

γ - провідність струмопровідних частин і дорівнює 48 м/Ом*мм² при $t = 65^\circ\text{C}$.

$$I_a = I_k * \cos \varphi_n \quad (3.8.3)$$

Розрахуємо втрату напруги між ГРЩ та РЩ. Для цього знаходимо струм кабелю за формулою

$$I_k = K_p * K * I_n \quad (3.8.4)$$

Де $K = 3$,

$$K_p = 2/3 \text{ і}$$

$$I_n = 37,7$$

$$I_k = 2/3 * 3 * 37,7 = 78.2 \text{ А.}$$

Площа поперечного січення становить $3 \times 25 \text{ мм}^2$

Відстань від ГРЩ та РЩ становить 100 м

$$I_a = 79,2 * 0,82 = 64 \text{ А.}$$

Знаходимо втрату напруги:

$$\Delta U_{\text{л}} = \frac{\sqrt{3} * I_a * 1 * 100}{\gamma * S * U} = \frac{\sqrt{3} * 100 * 65 * 100}{48 * 25 * 440} = 3,13\%$$

Загальна втрата напруги становить:

$$\Delta U = 0,38 + 3,13 = 3,5 \%$$

За нормами реєстру втрата напруги для силових мереж не повинна перевищувати 6 %. Отримана величина цілком задовольняє вимогам реєстра.

3.8 Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС.

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 виступає людино-розосередженою судновою мікропроцесорною системою (станцією), об'єднаною локальною мережею передачі даних і забезпечує ефективне управління як окремими судновими об'єктами, так і судном в цілому. Кожна станція має власну адресу в мережі передачі даних і забезпечує виконання однієї або декількох типових функцій.

У типовий склад структурних одиниць судовий АСУ входять:

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

Аналіз оснащеності автоматизованих суден показує, що системи управління виконуються на базі програмованих контролерів різних типів, що випускаються різноманітними фірмами. Це призводить до суттєвого збільшення запасних частин і, як наслідок, істотно ускладнює експлуатацію систем. Як правило, такі системи працюють до першої відмови, яка не може бути усунута судовим персоналом. Тому необхідність впровадження загально судових АСУ, побудованих на базі типових уніфікованих програмно-апаратних засобів, має особливу актуальність.

В якості комплектуючих виробів для побудови судових АСУ застосовується, в основному, продукція одного з світових лідерів Schneider

Electric (Франція). На вимогу замовника можуть використовуватися програмно-апаратні засоби виробництва Siemens, Omron, Wago та інші.

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

В склад системи автоматизації керування судновою електроенергетичною системою входить щит контролю та керування, на якому розміщені сигнальні та вимірювальні прилади для контролю за роботою генераторних агрегатів ГА, а також органи дистанційного керування (рис.3.9)



Рисунок. 3.5 – Панель керування СДГ

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;
- 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 шинами 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 берегової мережі менше 85% номінального значення;
- Відключення другорядних споживачів при перенавантаженні генераторів;
- Автоматичний контроль опору ізоляції на шинах ГРЩ;
- Автоматичну світлову сигналізацію про розгрузку любого паралельно працюючого ДГ до 35% номінального значення;
- Напіваавтоматичну синхронізацію з берегом;

- Дистанційний пуск і зупинку первинних двигунів ДГ через систему ДАУ СДГ та сигналізацію про їхню роботу;
- Дистанційний контроль основних параметрів електроенергії;
- Аварійно-попереджувальну сигналізацію.

Розроблена система побудована на базі наступних універсальних функціональних пристроїв:

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

Завдання режиму СУЕС активує автоматичне або напіваавтоматичне керування електростанцією. Завдання ручного управління відключає СУЕС (систему управління ЕС) і передає керування ГА оператору. Управління частотою при ручній синхронізації здійснюється з допомогою перемикачів (більше/менше). Синхроскоп перевіряє виконання умов синхронізації і дає команду на вмикання генераторного вимикача. Також проектне рішення компанії DEIF дозволяє організувати ДУ СЕС з містка за допомогою додаткових панелей АОР. Панель має кнопки і світлодіоди для індикації різних режимів управління. Наприклад, при виборі режиму «живлення від валогенератора» проводиться синхронізація вимикача і переклад навантаження з ДГ на валогенератор судна. Після синхронізації вимикача валогенератора (ВГ) ДГ розвантажуються і зупиняються. Зворотний перехід також проводиться за допомогою кнопки на панелі станції. В залежності від навантаження необхідна кількість ДГ буде автоматично підключена до шин. Також при автоматизації обладнання СЕУ, використовуються контролери DM – 4

Контролер забезпечує:

- Управління, захист, моніторинг
- Захист генераторів
- Автоматичну синхронізацію
- Розподіл навантаження
- Додаткові панелі оператора і резервний канал зв'язку
- Порти: USB, RS-485, CANbus – для зв'язку з двигуном ГА, Modbus (TCP/IP)
- Вимірювання напруги (до 690 В)
- Журнали подій і несправностей
- Алгоритм запуску/зупинки ГА по навантаженню
- Призначення пріоритети
- Управління підключенням/відключенням споживачів
- Режим базової потужності генератора (ГА)
- Оптимізація рас ходу палива
- Захист по відхиленню розподілу навантаження
- Обмеження потужності подруливающих пристроїв
- Оптимізація розподілу навантаження
- Програмне забезпечення для підключення по Ethernet.

Для захисту СГД розроблена граф-схема алгоритма роботи регулятора (рис.3. 10)

температури води / масла; Р20 - спрацював датчик аварійного рівня води; А21 - включення пам'яті аварійного рівня води, лампи сигналізації по воді; Р23, Р24 - спрацював датчик попереджувальної температури масла і води; А25 - включення реле звукової сигналізації; А26 - включення лампи «Аварія», реле звукової сигналізації; Р27 - реле захисту не відключені тумблером.

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

Суднове електричне освітлення складається з наступних самостійних ланцюгів:

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

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

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

Мережа основного внутрішнього освітлення отримує живлення від секції 220 В ГРЩ. Живлення від ГРЩ подається на районні секції. Світильники ламп основного освітлення отримують живлення від групових щитів, автомати котрих забезпечують підключення та захист від КЗ будь-якої групи. Освітлення кают, каюти-компанії, суднової канцелярії, спортзалу, навігаційної рубки, ЦПК, коридорів житлової частини судна та камбузу виконано світильниками

люмінесцентних ламп. У коридорах систем, у тамбурах сходу, у приміщеннях прийому палива, горловинах встановлені вибухобезпечні світильники ВЗГ-100, а в акумуляторній - світильники В4А-60.

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

Мережа великого аварійного освітлення складається з:

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

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

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

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

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

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

Мережа зовнішнього та трюмного освітлення отримує живлення від секції 220В ГРЩ. Живлення від ГРЩ подається на районний щит, а від нього на групові щити, через контактори. Вимикання та вмикання зовнішнього трюмного освітлення проводиться централізовано з навігаційної рубки.

Мережа малого аварійного освітлення призначена для мінімального освітлення коридорів, тамбурів, аварійних виходів та деяких суспільних і

службових приміщень у разі зникнення напруження в мережі великого аварійного освітлення і складається з:

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

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

На судні встановлені такі основні вогні:

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

4 АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

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

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

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

Комплексна система управління технічними засобами відноситься до процесорних систем електрогідравлічного типу.

Система дозволяє в автоматизованому і дистанційному режимах:

- Управляти положенням лопатей гвинтів змінного кроку і положенням закрилків нагнітальних апаратів;
- Управляти подачею палива в двигун;
- Керувати з одного пульта головною енергетичною установкою, електроенергетичною установкою, загальнокорабельними системами;

- Керувати рухом.

Система складається з:

- Центрального пульта управління;
- Пульта управління рухом;
- Щита управління;
- Пульта управління сходнею;
- Гідропанелей;
- Виконавчих механізмів гідравлічного типу;
- Датчиків зворотного зв'язку.

До основних з цих вимог відносяться забезпечення високого технічного рівня продукції, що поставляється, її надійність і уніфікація по застосовуваних програмно-апаратних засобів. Таким вимогам відповідає нижче представлена система фірми Terasaki WE300HG.

Структурна схема КСУ (рис.4.1) побудована за наступним принципом:

1. структурний рівень - датчики і сенсори знаходяться в машинному відділенні. На кожному механізмі і пристрої є різні типи датчиків - датчики температури (Pt-100), що дають сигнал у вигляді провідникові, датчики тиску (пресостати), що дають сигнал у вигляді струму в міліамперах, датчики положення, датчики обертів і т.д. На цьому ж рівні знаходяться АЦП і ЦАП і блоки передачі (Sender Box) перетворюють сигнали в потрібний рівень і одиницю виміру.
2. структурний рівень - сукупність об'єктів управління судновою електроенергетичною станцією і пристрої плавного пуску і регулювання всіх електродвигунів судна.
3. структурний рівень - далі вся зібрана і відсортована інформація передається по загальній шині через мережу модемів на головний комп'ютер, де обробляється та аналізується (тобто порівнюється з уставками).
4. структурний рівень - всі керуючі сигнали надходять на мікроконтролери знаходяться в щиті управління кожного об'єкта. Вони вже, в свою чергу, формують силові керуючі сигнали впливу на конкретний механізм.

5. рівень - це інформаційні панелі, тобто амперметри, вольтметри і т.д., лампочки на панелях, принтер сигналізації а також блоки автоматичної сигналізації - розташовані по всьому судну (в каютах офіцерів і в місцях відпочинку суднового екіпажу).

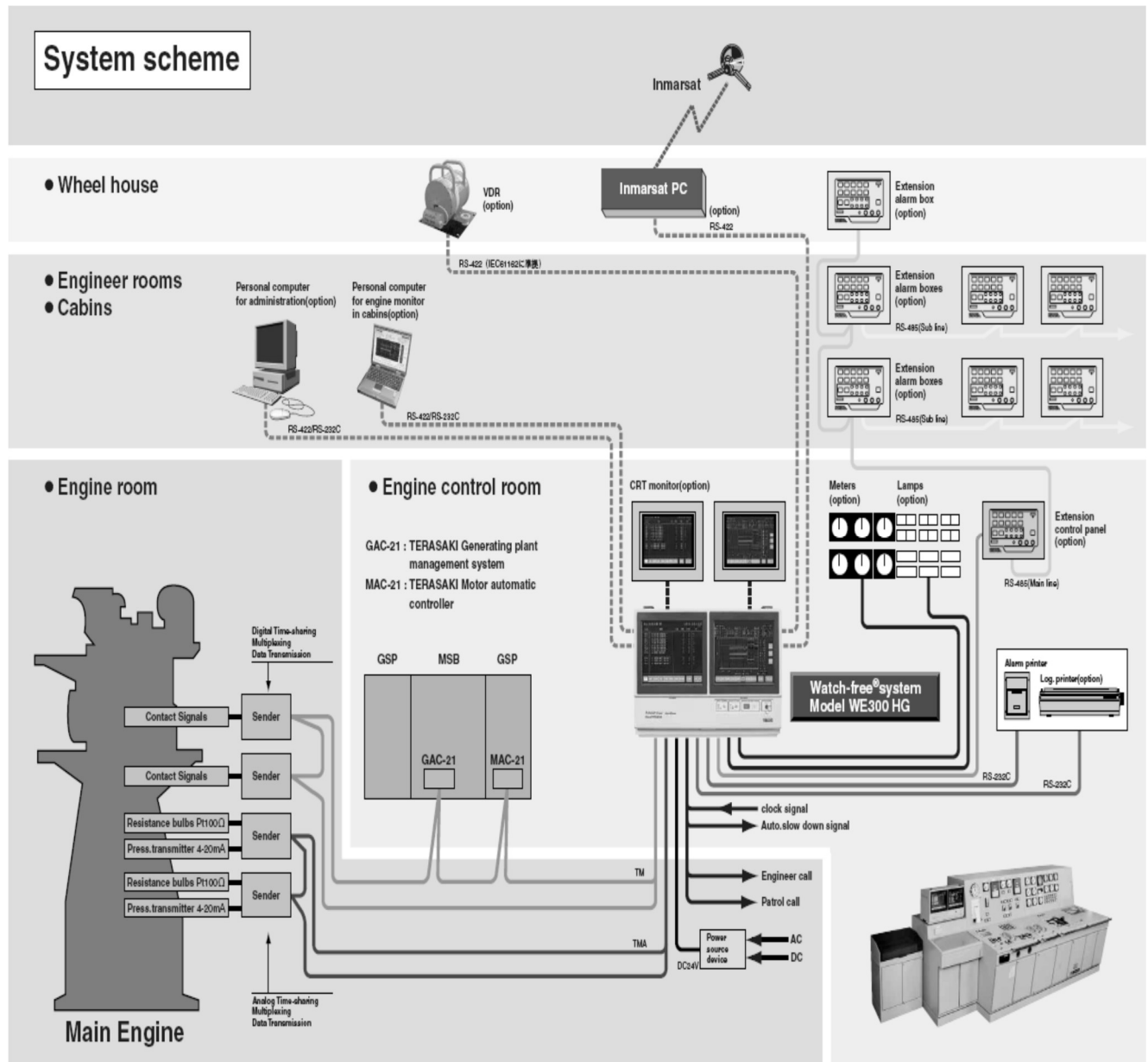


Рисунок - 4.1 Схема КСУ СЕУ

Основні технічні характеристики систем, що входять до схеми

На даній структурній схемі показані:

У машинному відділенні:

Main Engine - основна пропульсивна установка

Contact Signals - сигнали різного характеру

Resistance bulbs - температурні датчики (Pt-100)

Pressure transmitter - пресостати (4-20mA)

Sender - блоки, що передають сигнали з вищевказаних датчиків

TM - модеми та шини для передачі даних

Power Source device - джерело живлення (AC / DC)

Engineer & Petrol Call - гучномовці для виклику вахтового

В ЦПУ:

SMU (System Management Unit) / **RCP** (Remote Control Panel) - блок системи управління і панель дистанційного керування.

Alarm printer - принтер історії алармів.

XAS (Extension Alarm System) - система оповіщення вахтового механіка в разі сигналізації, включаючи пожежну тривогу і виклик механіка.

Process Control System - система контролю технологічними процесами.

Побутові приміщення:

Ходовий місток:

Process Control System - система контролю технологічними процесами.

Всі перераховані вище системи є високоавтоматизованими і входять в клас автоматизації - **A1**

Система управління електростанцією РРМ-3 містить широкий набір функцій, необхідний для управління енергоустановки морського базування. Система забезпечує функції управління, контролю і захисту як генераторного агрегату так і електростанції в цілому. Система проводить вимірювання всіх необхідних параметрів електростанції з відображенням на LCD дисплеї.

Система РРМ-3 розроблена для автоматизації наступних типів електростанцій:

- Паралельна робота ДГУ на загальні шини
- Робота ДГУ на секціоновані шини ГРЩ
- Кільцеві шини ГРЩ
- Робота з валогенератором і берегом
- Управління секційними вимикачами

- Управління аварійним / стоянковим ДГУ

Режими управління електростанцією:

- Паралельна робота ДГУ з автоматичним розподілом навантаження
- Режим фіксованої потужності
- Переклад навантаження ДГУ / Валогенератор / Берег
- Робота на роздільні секції ГРЩ з управління секційним вимикачем

Кожен контролер системи має окремий основний дисплей (підключення Com кабелем) і додатковий виносний дисплей (підключається до основного дисплею інтерфейсом Canbus).

Контролер РРМ-3 має плату з інтерфейсами для підключення до двигуна з окремим живленням і своїм мікропроцесором. На платі розташовані такі входи / виходи:

управління електростанцією

Режими управління електростанцією залежать від складу електростанції (наявність валогенераторів, керованих вимикачів живлення з берега, секційних вимикачів). Вибір необхідного режиму управління проводиться кнопкою дисплея.

Режими управління

АВТО: Система виробляє автоматичний пуск / зупинку ДГУ системи в залежності від навантаження електростанції відповідно до заданих пріоритетів на запуск.

П-АВТО: Напіваавтоматичний режим вимагає мінімального втручання оператора в роботу електростанції - подача команд пуску / зупинки ДГУ, команд управління вимикачами. Автоматичний пуск ДГУ в даному режимі неможливий.

Ручний: Ручне управління (управління з ГРЩ) відключає всі функції управління системи. Функції захисту і контролю параметрів залишаються активними.

Налаштування

Програмування здійснюється за допомогою меню дисплея контролера, або з використанням сервісного програмного забезпечення DEIF USW (доступно по посиланню www.deif.com/Download_centre). Крім стандартних функцій сервісна

програма DEIF USW забезпечує додаткові можливості, наприклад, висновок на екран всієї необхідної інформації для пусконаладжувальних робіт, повне управління контролером, збереження і завантаження файлів налаштувань, а також оновлення програмного забезпечення контролера.

Опції

Для максимально точної відповідності системи PPM-3 завданням автоматизації різних типів електростанцій функціональність системи розділена на опції, які включаються в стандартну систему PPM-3 при замовленні.

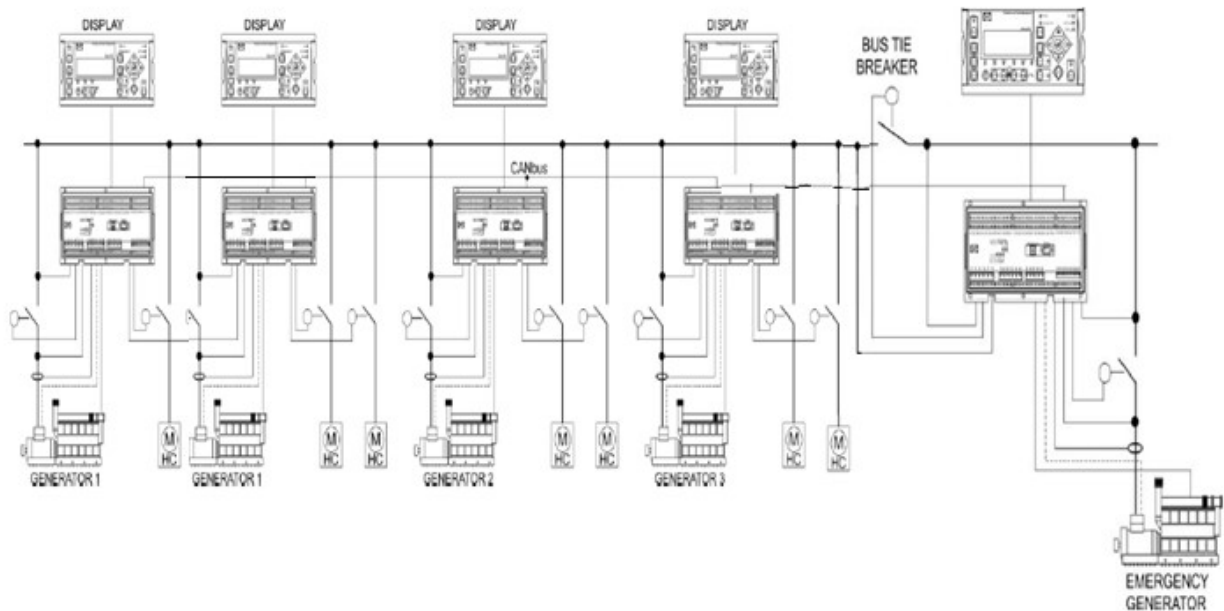


Рисунок 4.2 – Структурна схема СЕЕС

Система PPM-3 має 4 типи дисплейних блоків в залежності від складу електростанції: Дизель генератора (DG), / берегового живлення (SC), аварійного / стоянкового дизель генератора (EDG) і секційного вимикача (BTB). Суднову мережу та контролери управління з терміналами див на рис. 4.3.



Рисунок 4.3 – Мнемосхема суднової мережі

4.2. Розробка системи автоматизації суднового дизель-генератора

За призначенням та обсягом автоматизації суднові дизель-генератори розділяються на дві групи.

До першої групи відносять СДГ, що забезпечують електропостачання споживачів судна в нормальних експлуатаційних режимах. Системи ДАУ цих ДГ передбачають автоматизацію наступних операцій:

- Підтримання ДГ в прогрітому стані;
- Введення в дію;
- Управління в процесі роботи;
- Виведення з дії;
- Контроль та захист

Введення в дію, синхронізація, переключення під навантаження і зупинка ДГ виконується за допомогою регулятора або оператором (ДУ). Ця система,

виконана на уніфікованих електричних елементах, забезпечує виконання наступних операцій:

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

Система складається з чотирьох блоків (рис. 4.3, а): блоку управління БУ, основного пульта управління ОПУ, виносного пульта управління ВПУ і блоку живлення БП. На ОПУ встановлені елементи управління системою і табло світлової сигналізації; ВПУ частково дублює ОПУ; БО містить логічні функціональні блоки, вихідні пристрої, комутаційні елементи для прийому сигналів ОПУ, ВПУ, датчиків видачі сигналів на виконавчі пристрої, сигналів на електростанцію і ЦПУ. Датчики, що встановлюються на дизелі М і його системах, забезпечують контроль за тиском і температурою масла, тиском і температурою охолоджувальної води, частотою обертання дизеля.

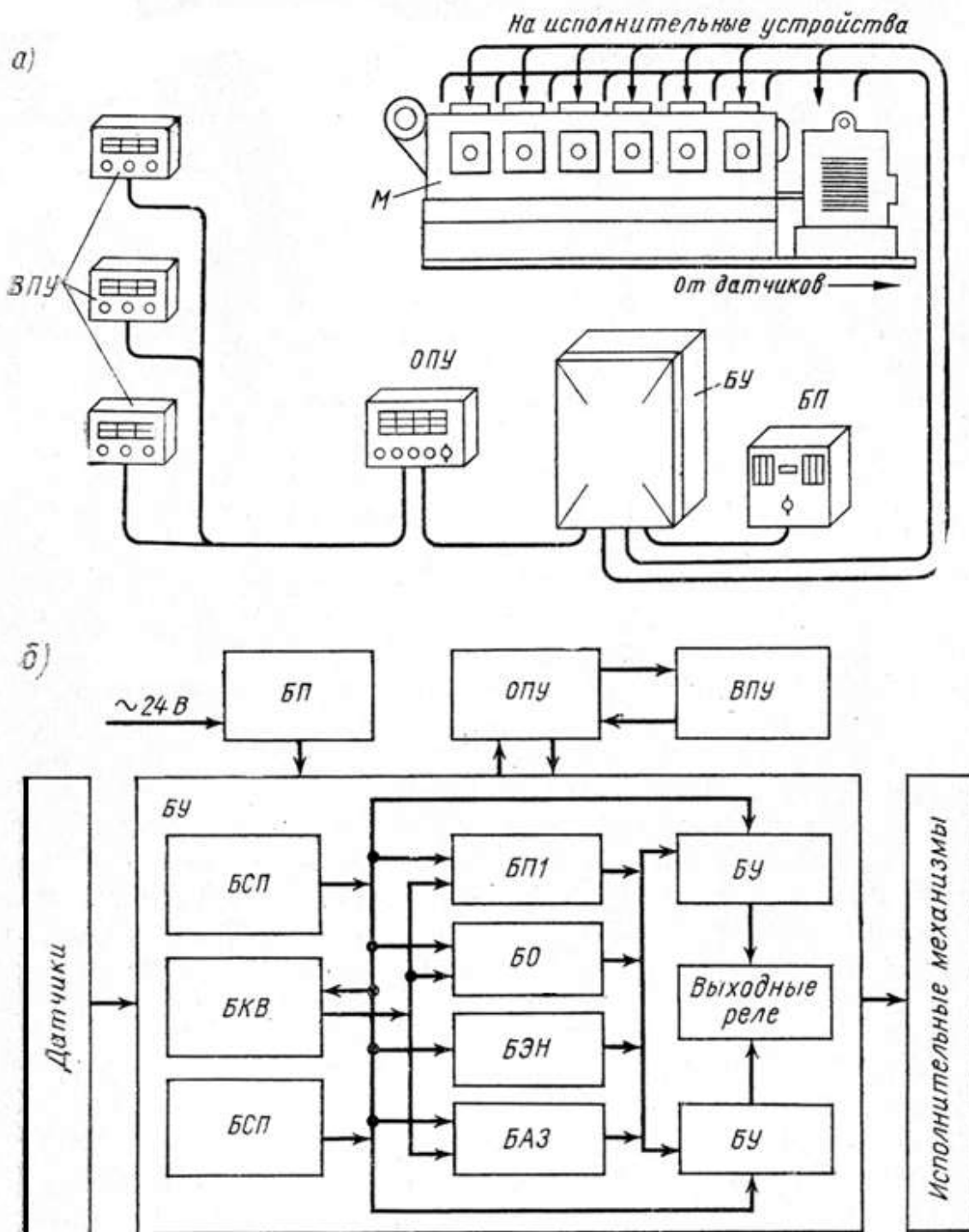


Рисунок 4.3 - Функціональна схема ДАУ ДГ

Функціональна схема системи представлена (рис. 4.3. б) - логічна схема БО складається з наступних функціональних блоків: двох блоків стабілізованого живлення БСП, блоку пуску БП1, блоку зупинки БО, блоку відключаючих елементів БСП, блок аварійного захисту БАЗ, блок контролю часу БКВ, двох

блоків підсилювачів БО. Функціональні блоки виконані на транзисторних логічних елементах з виходом на пристрої автоматики через контактні реле. До виконавчих пристроїв і механізмів системи відносяться: насоси масляної системи, системи охолодження та підігріву; електродвигун регулятора швидкості; електромагнітні клапани паливної системи, системи аварійної зупинки, повітряного пуску, попереднього підігріву. Система забезпечує кілька варіантів її використання для управління різними типами суднових дизель-генераторів. Блок –схема алгоритму пуску ДГ (рис. 4.4)

На рис. 4.4 позначені:

Sn – початок

P1 – пам'ять пуску вкл.

A2 – включення реле пускового клапана

P3 - спрацював вимикач нижнього положення паливної рейки

A4, A5 – вкл і викл реле зменшення частоти обертання

P6 – спрацював датчик частоти обертання дизеля

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

P8 – спрацював датчик тиску масла при прокачуванні перед пуском дизеля

P9 – поточний час менше часу уставки на прокачування масла

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

P11, P12 – спрацював датчик першої і другої уставок частоти обертання

P12 – поточний час менше уставки часу пуску на повітрі

A13 – вкл реле невдалого пуску, пам'яті пуску, перемикання живлення серводвигуна, пускового клапана, насоси масла

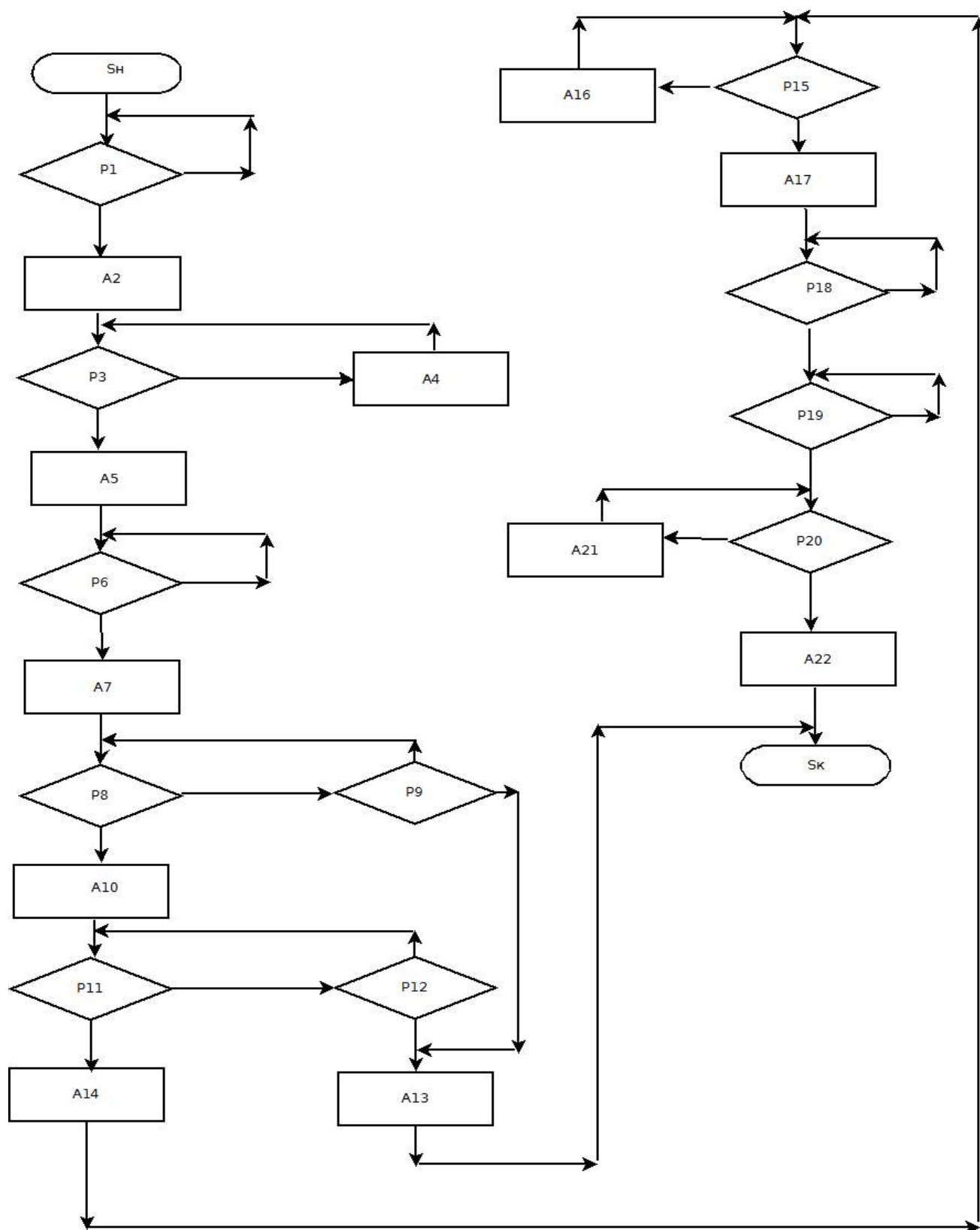


Рисунок 4.4 - Граф-схема алгоритму пуску ДГ і введення його під навантаження

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

P15 – спрацював проміжний вимикач положення паливної рейки

A16,A21 – вкл реле збільшення частоти обертання

A17 – викл реле збільшення частоти обертання

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

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

Sk - кінець.

4.3 Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судном

На судні встановлено машинний телеграф. Його прилади служать для безпосереднього управління системою ДАУ, передачі показників про режими ходу судна з командних постів у виконавчі пости, та для отримання відповіді з виконавчих постів.

Енергообладнання машинного телеграфу живиться змінним струмом 440В або 220В через трансформатор. Час заспокоєння стрілок приладу не більше ніж за 3 сек.

До складу приладу входять:

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

Система може працювати в режимі ДАУ та машинного телеграфу.

Узагальнені функції систем ДАУ

Система ДАУ пропульсивними установками повинна забезпечувати:

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

перехід з ДУ на ДАУ (і назад) при будь-якому режимі роботи дизеля (без порушень цього режиму), погодженому положенні МТ і пускорегулюючею рукояткою системи ДУ;

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

скасування попередньої, а також виконання останньої команди при надходженні нової до завершення попередньої команди;

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

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

формування стану "Несправність пуску", що блокує пускові ланцюги системи ДАУ при надходженні команди на заборону пуску від пульта ЦПУ або при наявності одного із сигналів: блокування ЦПК, низький тиск пускового повітря, уведене ВПУ, ВР блокований, низький тиск повітря керування

системою реверса, допоміжні механізми й системи не готові до роботи, невдалий пуск дизеля на повітрі або паливі;

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

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

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

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

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

Радіолокатор.

Імпульсні суднові навігаційні РЛС (ИСНРЛС) використовуються в судноводінні для виявлення, визначення координат і параметрів руху різних надводних і берегових об'єктів, берегової лінії й інших перешкод, здатних відбивати енергію зондувальних сигналів убік РЛС. Імпульсні суднові навігаційні РЛС (ИСНРЛС) використовуються в судноводінні для виявлення, визначення координат і параметрів руху різних надводних і берегових об'єктів, берегової лінії й інших перешкод, здатних відбивати енергію зондувальних сигналів убік РЛС. Рішення цих завдань дозволяє забезпечити безпека мореплавання при знаходженні судів в вузкостях і інших обмежених умовах; безпечне розведення суден при зниженій або обмеженій видимості; визначення місця судна по відомим береговим або плавучим орієнтирах і за допомогою спеціально встановлюваних РМО.

ИСН РЛС повинні мати достатню розв'язну здатність, точність виміру відстаней і напрямків на виявлені об'єкти, мінімальні габаритні розміри й масу всієї установки, забезпечуючи при цьому:

- круговий огляд по азимуті, що дає можливість контролювати навколишню надводну обстановку в заданому радіусі дії;
- орієнтацію зображення відбитих сигналів від об'єктів на екрані індикатора як щодо курсу судна (діаметральної площини), так і щодо меридіана;
- надійне виявлення як більших, так і малих низько розташованих надводних об'єктів (буї, шлюпки, різні перешкоди) при наявності перешкод від схвильованої морської поверхні, гідрометеорів (дощ, туман, сніг та ін.);
- дальність виявлення об'єктів незалежно від амплітуди хитами судна;

- відтворення на екрані індикатора як відносного, так і реального руху об'єктів;

Лаг.

Індукційний лаг призначений для виміру швидкості судна та пройденої відстані. Він є відносним вимірником швидкості для індикації швидкості судна та пройденої відстані. Обидва індикатори оснащені дистанційною передачею.

Ехолот.

У комплект ехолота входять наступні прилади:

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

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

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

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

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

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

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

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

Прилад Р — реву́н, призначений для подачі звукового сигналу про вихід судна на задану глибину. Ехолот М-ЗБ характеризується наступними технічними даними. Самопис має три діапазони: 0-50, 40-90 і 0-500 м. Крім того, є піддіапазон «Малі глибини» (МГ) - менш 10 м. У самописі можна встановлювати повільну або швидку (у два рази більшу) протягання паперу при вимірі глибин у тому самому діапазоні: 20 і 40 мм/хв у діапазонах 0-50 і 40-90 м; 2 або 4 мм/хв у діапазоні 0-500 м. Довжина паперової стрічки в рулоні дорівнює 20 м.

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

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

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

діапазон 0-500 м - наявність тільки нульової лінії.

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

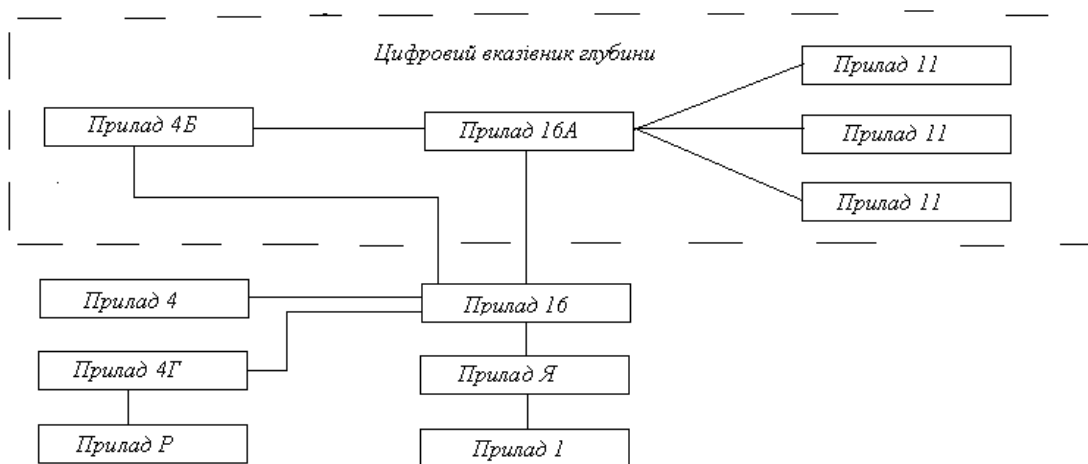


Рисунок 4.5. - Склад комплекту ехолота

5. ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1. Цивільний захист/оборона

Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

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

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

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

5.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території.

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

5.1.2.1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

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

Таблиця 5.1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

5.1.2.2. Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі.

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

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

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

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

$K_3 = 0,333$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірчистого ангідриду (таблиця 2);

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

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

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

Таблиця 5.2. Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування	Щільність СДОР, т/м ³	температура кипіння, °С	токсодоза, мг/м ³	Значення допоміжних коефіцієнтів
--------------	----------------------------------	-------------------------	------------------------------	----------------------------------

СДОР	Ізометричне зберігання				K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°C)						
								-40	-20	-10	0	20	30	40
	Газ	Рідина												
Сірчистий ангідрид	0,0029	1,462	-10,0	1,8	0,11	0,049	0,333	0,2	0,5	<u>.1</u> 0,7	<u>.3</u> 1	1	<u>.3</u> 1	<u>.7</u> 1

Примітка:

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

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

Площа розливу S_p (м²) сірчистого ангідриду дорівнює:

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

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

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

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

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

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) сірчистого ангідриду:

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

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

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

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

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

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

Таблиця 6.3.Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 6.4.Значення коефіцієнту K_M залежно від впливу характеру місцевості

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

Таблиця 6.5.Швидкість (км/год) перенесення $v_{\text{п}}$ переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

Розраховуємо еквівалентну кількість сірчистого ангідриду Q_{s2} (т) у вторинній хмарі:

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

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

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

$K_3 = 0,333$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірчистого ангідриду (таблиця 2);

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

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

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

6.1.2.4. Визначення глибини і площі зони зараження.

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

Таблиця 6.6. Глибина (км) зони зараження

Швидкість	Еквівалентна кількість СДОР, т
-----------	--------------------------------

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

Для $Q_{\text{с1}} = 0,11$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинної хмари сірчистого ангідриду: $\Gamma_1 = 0,53$ км.

Для $Q_{\text{с2}} = 1,069$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірчистого ангідриду: $\Gamma_2 = 1,68$ км.

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

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

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

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

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

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

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

Визначаємо площу зони можливого зараження $S_{\text{в}}$ (км²) хмарою сірчистого ангідриду:

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

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

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

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження S_f (км²):

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

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^\circ$ (таблиця 7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 1,945$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу сірковуглецю. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,179}{6} \right)^{0,542} = 0,554 \text{ км},$$

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

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0,11 + 1,069 = 1,179$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т,

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

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

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 і менше	2	3	4	5	6	7	10
λ	3,73	2,31	1,80	1,52	1,34	1,20	1,11	0,92
ψ	0,606	0,580	0,563	0,551	0,542	0,537	0,531	0,525

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.

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

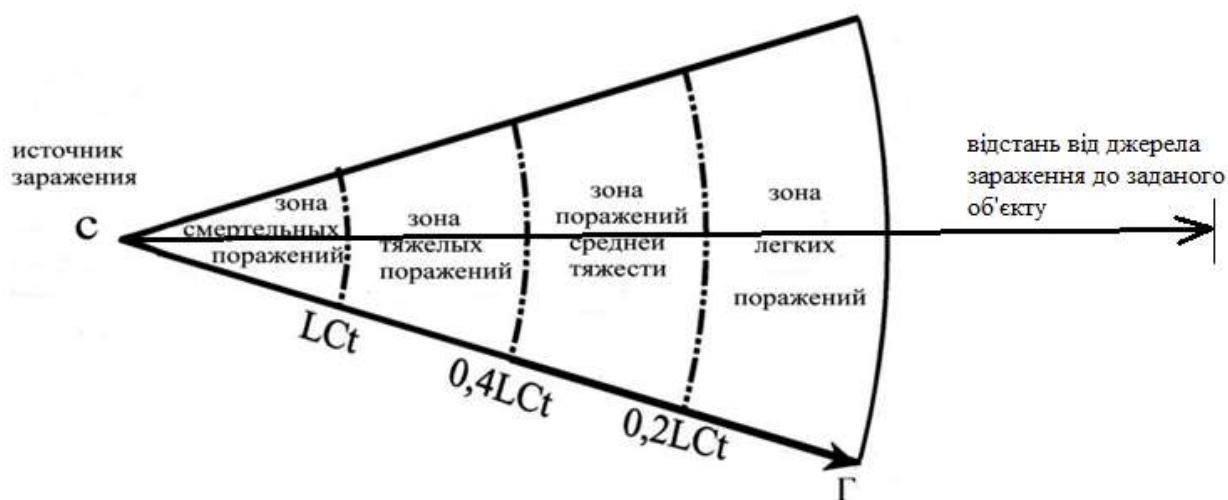


Рис. 5.1. Зони хімічного зараження

6. Охорона праці

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

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

небезпека переохолодження існує практично у всіх районах Світового океану протягом усього року.

У численних літературних джерелах показано, що температура води і тривалість перебування в ній людини є найважливішими зовнішніми параметрами, що визначають реакцію людського організму. Безпосередньо після занурення у воду внутрішня температура тіла дещо підвищується. Слідом за цим дуже короткочасним явищем починається зниження температури. Якщо віддача теплоти компенсується за рахунок її виділення при обміні речовин, рухах, то зниження температури припиняється. В іншому випадку воно продовжиться, а нижче рівня 35 °C стане більш стрімким і завершиться досягненням смертельного рівня при 24 °C. Температура поверхні тіла падає більш різко, але істотно варіюється в залежності від частини тіла. Так, як відомо кінцівки тіла охолоджуються значно швидше.

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

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

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

При ознобі, який є мимовільною реакцією організму, протягом півгодини виділяється в чотири-п'ять разів більше теплоти, ніж у звичайних умовах. Після закінчення цього проміжку часу кількість тепла, що виділяється скорочується.

При температурі води нижче 15 °C зберегти температуру тіла на безпечному рівні за рахунок ознобу не вдається.

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

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

У всіх довідниках по боротьбі з переохолодженням вказується на необхідність мати як можна більше шарів одягу, яка повинна бути щільно притиснута до тіла. Хоча ізолююче вплив одягу при намоканні зменшується, тим не менш, одяг може забезпечити належний захист, особливо тепла вовняна одяг з водонепроникним зовнішнім покриттям. Необхідно вжити заходів по запобіганню від переохолодження голови і рук.

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

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

По мірі наростання небезпеки гіпотермія проявляється наступним чином:

- відхилення від нормальної поведінки, агресивність, а пізніше апатія;

- втома і небажання рухатися;
- втрата почуття небезпеки, помилкове відчуття благополуччя;
- незручність в рухах, порушення мови;
- втрата свідомості;
- смерть.

Таблиця 6.9. Стадії переохолодження

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

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

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

В суднових умовах заходи з надання допомоги диференціюються в залежності від стану потерпілого. При сильному переохолодженні, щоб запобігти подальше зниження внутрішньої температури тіла, потерпілого слід помістити в гарячу ванну (40-50 °C) і одночасно робити штучне дихання і масаж

в області серця. Після відновлення нормальної роботи серця потрібно переходити до подальшого поступового зігрівання.

З-за небезпеки гіпотермії, особливо в поєднанні з низкою інших несприятливих факторів, тривалість перебування людини у воді не повинна перевищувати 10 хв. Передбачається, що при температурі води, близькою до нульової, знаходження в ній більш тривалий проміжок часу призводить до незворотних змін в організмі людини.

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

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

При початковій фазі обмороження шкіра раптово блідне. У ній відчувається деякий поколювання. Пізніше відбуваються втрата чутливості кінцівок і погіршення кровообігу. Оніміння обличчя і рук означає, що обмороження почалося. Воно являє собою кристалізацію тканинної води в шкірі і підшкірних шарах.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі бакалавра було розглянуто електроенергетичну систему та систему управління контейнеровоза місткістю 10962 контейнерів. Розрахунок суднової електроенергетичної станції робився табличним методом. Цей метод був обран нами тому, що на наш погляд він є найбільш наочним – при розрахунках точно видно як кожний споживач електроенергії поводить себе в тому чи іншому режимі роботи судна за допомогі програми.

Для суднової електростанції було обрано чотири генератори фірм Hyundai 3800 кВт, та один аварійний генератор потужністю 350 кВт. Такі генератори із системою системою самозбудження та цифровим АРН були обрані бо за останні роки вони зарекомендували себе на сучасних судах морського флоту як надійні агрегати судових електричних станцій. Розрахунок падіння напруги при пуску двигуна підрулюючого пристою потужністю 3000 Квт – 14 %, що є згідно реєстра допустимою нормою миттєвого падіння напруги.

Як електричний привод для розгляду було обрано електропривод вентилятора ЦПУ. Після розрахунків необхідної потужності цього електроприводу був вибраний електродвигун та розроблено схему управління цим приводом. Також у роботі розроблени схема управління автоматики СЕС, та граф -схема алгоритму роботи СДГ .

Виконано розрахунки з охорони праці та цивільної оборони.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Воскобович В.Ю., Королева Т.Н., Павлова В.А. Электроэнергетические установки и силовая электроника транспортных средств. / Под ред. Ю.А. Лукомского. // Учебное издание. – СПб.: «Элмор», 2001. - 384с.
2. Тимофеев Ю.К. Системы управления судовыми энергетическими процессами. Учеб. для вузов, - СПб.: Судостроение, 1994. –
3. Токарев Л.Н. Математическое описание, расчет и моделирование физических процессов в судовых электростанциях. – Л.: Судостроение, 1980. –
4. Бурков А.Т. Электронная техника и преобразователи: Учебное пособие. – М.: Транспорт, 2001. – 464с.
5. Петров И.В. Программируемые контроллеры, Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256.: ил. – (Серия «Библиотека инженера»)
6. Фрейдзон И.Р. Судовые автоматизированные электроприводы и системы: Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1988. – 472 с.: ил.
7. Яуре А.Г., Певзнер Е.М. Крановый электропривод: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 344 с., ил.
8. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.; За ред.. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
9. Морской регистр судоходства. Правила по оборудованию морских судов. Правила по грузоподъемным устройствам морских судов. Правила о грузовой марке морских судов. НД N 2-020101-057. – СПб.: 2010. – 437 с.
10. РД5.6168–92. Методы расчетов электрических нагрузок. – 18 с.
11. Методичні вказівки по виконанню розділу дипломних проектів (робіт) «Цивільний захист/оборона» / В. Б. Терновський, С. Н. Стреминовський - Одеса: ОНМА, 2011.- 49 с.
12. Клевцов А.В. Преобразователи частоты для электропривода переменного тока. Практическое пособие для инженеров. – Тула: Гриф и К, 2008. – 224 с.

13. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: учеб. пособие для вузов / М.П. Белов, О.И. Зементов, А.Е. Козярук и др.; под ред. В.А. Новикова, Л.М. Чернигова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368 с.
14. Системы управления электроприводов: Учебник для вузов/ В.М. Терехов, О.И. Осипов; Под ред. В.М. Терехова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 304 с.
15. Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 704 с.
16. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Укрморинформ, 2012.
17. Правила технической безопасности на судах морского флота, РД 31.81.10-12, 2012 - 196 С