

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему:

ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОННА АПАРАТУРА ТА СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ ТАНКЕРА ДЕДВЕЙТОМ 105000 ТОН

Виконав: студент 3 - го скор. курсу
спеціальність 271

«Річковий та морський транспорт»

Маргуца Д.Р.

Допущений до захисту 16.12.21

(дата малого захисту)

завідувач кафедри ЕОіАС

проф. І.М. Гвоздева

Керівник Лещенко В.В.

Нормоконтролер Земшук С.О.

Рецензент Власов В.В.

м. Одеса – 2021 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

ННІ А та ЕМ _____ Кафедра _____ ЕОіАС

Спеціальність _____ Річковий та морський транспорт _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою ЕОіАС

І.М.Гвоздева

« 8 » 11 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу бакалавра

Маргуца Д.Р.

Тема бакалаврської роботи

1. «Електрообладнання, електронна апаратура та системи управління танкера дедвейтом 105000 тон » затверджена наказом ректора академії від « 08 » листопада 2021 р. № 16 94

2. Термін здачі курсантом закінченої роботи до 16.12 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 насосу охолодження головного двигуна

– 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.

4.3. Суднова електроенергетична система (СЕЕС):

- 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 о мережі суднового електричного освітлення, суднових сигнально-відмітних вогнів, низьконапружного 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;
- 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 ЕОіАС		
Суднові електроенергетичні системи	кафедра ЕОіАС		
Цивільний захист/оборона	кафедра МТ		
Охорона праці	кафедра БЖ		

7. Дата видачі завдання: _____ 2021 р.

Керівник _____ Лещенко В.В.

Завдання прийняв до виконання _____ Маргуца Д.Р.

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.		
2	Розрахунок режимів роботи і вибір електроприводу та системи управління судновим механізмом.		
3	Розрахунок судової СЕЕС.		
4	Аналіз систем і пристроїв управління судном.		
5	Розробка технології та інструкції по експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації.		
6	Питання цивільної оборони і охорони праці.		
7	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини роботи.		

Курсант-дипломник _____ Маргуца Д.Р.

Керівник _____ ст. проф. Леценко В.В.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота бакалавра: 102 с., 12 Рис., 6 Табл., 5 Додатки,
19 Джерел, 5 креслення, мова українська

У дипломній роботі наведено опис судна танкеру нафти дедвейтом 105000 тон, його силової установки, допоміжних механізмів і систем. Зроблено вибір електрообладнання, розрахована потужність, вибран електродвигун і система керування двигуном, зроблено вибір генераторних автоматів, виконаний аналіз принципової схеми автоматизації суднової баластної системи та сигналізації параметрів.

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. Розроблено суднові мережі електричного освітлення.

Розглянуті питання технічної експлуатації судового електроустаткування та деяких механізмів, а також питання охорони праці та охорони навколишнього середовища.

ЕЛЕКТРОПРИВОД НАСОСУ , СУДНОВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНА
СИСТЕМА, ДИЗЕЛЬ ГЕНЕРАТОР, СИСТЕМА ЗБУДЖЕННЯ,
КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

ANNOTATION

Volume: pages - 102, Components - 5 , drawings - 12 , tables - 6 .

In the thesis the description of the vessel of the tanker oil tankers with a deadweight of 105000 tons, its power plant, auxiliary mechanisms and systems is presented. The choice of electrical equipment is made, power is calculated, the electric motor and the engine control system are selected, the choice of generator sets is made, the analysis of the principle scheme of automation of the ballast system of the ship and signaling of the parameters is made.

The one-line scheme of the MS and the scheme of the system of self-excitation of generators have been developed. A description of the power distribution system by vessel is made. The calculation of the ship's electric power system is given. The power is calculated and the number of units of the ship's power plant is selected. Tools for measuring electricity parameters are selected. Ship's electric lighting networks have been developed.

A description of the system of computer monitoring of the parameters of the CEU objects has been made, as well as the functional scheme of automation of the ballast pump control system has been made. The issues of technical operation of ship electrical equipment and some mechanisms, as well as issues of labor protection and environmental protection, as well as international conventions and protective measures on board are considered.

ENGINE PUMP, SHIP'S ELECTRIC POWER SYSTEM, DIESEL
GENERATOR, EXCITATION SYSTEM, COMPUTER
NETWORK, MAINTENANCE OF ELECTRICAL AND AUTOMATION
EQUIPMENT

ЗМІСТ

ВСТУП	11
1. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	13
2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ І ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАЛИВНО – ПЕРЕКАЧУЮЩОГО НАСОСА	18
2.1 . Принцип роботи суднової паливної системи	18
2.2 Розрахунок та вибір електродвигуна	19
2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури	23
2.4. Інструкція з експлуатації	25
3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)	28
3.1. Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції	28
3.2. Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ	32
3.3. Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів	40
3.4. Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги	47
3.5. Розрахунок провалу напруги при пуску найбільш потужного споживача електроенергії	48
3.6. Вибір системи збудження синхронних генераторів	50
3.7. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної схеми АСУ СЕЕС.	53
4. АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	60
4.1. Технічні характеристики та конструктивні особливості	

суднової комп'ютерної мережі інформаційних і управляючих систем	60
4.2. Автоматизація системи допоможного котла	63
4.3. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судном	67
4.4. Технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіонавігаційних пристроїв	70
5. ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ	73
ВИСНОВКИ	94
Список використаної літератури	95
ДОДАТКИ	97

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АВ - Автоматичний вимикач.

АДГ - Аварійний дизель - генератор.

АКБ - Акумуляторні батареї.

АКП - Автоматичний керуючий пристрій.

АПС - Аварійно - попереджувальна сигналізація.

АРЩ - Аварійний розподільний щит.

АРН - Автоматичний регулятор напруги.

АЦП - Аналогово цифровий перетворювач.

ГА - Генераторні агрегати.

ГСА - Граф схема алгоритму.

ГРЩ - Головний розподільний щит.

ДАУ - Дистанційне автоматичне управління.

ДГ - Дизель - генератор.

ЕЗА - Електричні засоби автоматизації.

КЗ - Коротке замикання.

ПТЕ - Правила технічної експлуатації.

СЕУ - Суднова енергетична установка.

СЕЕС – Суднова електро-енергетична станція

ВСТУП

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

Кораблі на яких управління і контроль за роботою енергетичного обладнання здійснюється дистанційно з рульової рубки або, при необхідності, з ЦПУ, де цілодобово несеться вахта, веде спостереження за роботою механізмів. Вахтові періодично обходять і оглядають їх, включаючи і зупиняючи рідко використовувані механізми. До таких кораблів належить більше 60% всіх автоматизованих кораблів [1].

Наступною формою розвитку автоматизації судів є перехід на повне безвахтенне обслуговування енергетичної установки, включаючи механізми та системи. В даному випадку механік є в машинне відділення за викликом сигналізації для усунення ненормальностей у роботі механізмів. Профілактикою та ремонтом устаткування займається відповідний персонал в денний час. На сучасних кораблях автоматизація підійшла вже до наступного етапу свого розвитку—застосування контролерів для комплексного управління судном, включаючи управління судновим енергетичним обладнанням та контроль за його роботою при оптимізації всіх процесів. Таким чином, основним елементом сучасної автоматизації судів є централізація управління обладнанням машинного відділення і контролю за його роботою [1]

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

У дипломній роботі розглядається електрообладнання та системи керування танкера нафти дедвейтом 105000 тон.



Рис. 1. Танкер IOANNA

ІМО номер: 9387566

Ім'я: IOANNA

Тип судна - загальний: Tanker

Тип судна - Докладніше: Crude Oil Tanker

Статус: Активно

MMSI номер: 636013373

Позивний: A8MM5

Підкреслити: Liberia [LR]

Найбільша довжина судна x Максимальна ширина: 333 x 60.04 m

Рік побудови: 2008

Порт приписки: MONROVIA

Таблиця 1.1 Загальна характеристика судна

Довжина,м	333
Ширина,м	60
Дедвейт, т	105000
Швидкість,вуз	13,3 вуз.

Таблиця 1.2.Головний двигун

Виробник	HYUNDAI- B&W
Тип	5G80ME
Потужність,кВт	15600
Число обертів, об/хв	80

Таблиця 1.3.Параметри СДГ (СЕЕС)

Генератор	
Виготівник	HYUNDAI
Тип	HSJ 9
кілкість	3
Потужність	904 кВт
Частота	60 Гц
Напруга	440 В

Таблиця 1.4. Аварійний ДГ

Виробник	HYUNDAI
Тип	HCM3
кількість	1
Потужність	140 кВт
Число обертів	1800 об/хв.
Напруга	440 В

Таблиця 1.5. Допоміжний котел

Виробник	Mitsubishi
Кількість	1
Тип	MB
Робочий тиск	2 МПа
Паровиробництво	50000 т/год

Валогенератор:

Тип: безщіточний синхронний генератор AVK

Потужність генератора =1100 кВт

Номинальний струм=1923 А

Напруга=440 В

ККД=0,85

Частота= 60 Гц

Швидкість обертання=1600 об/хв.

1.2. Утилізаційний котел

Виробник Aalborg

Продуктивність 5500 кг/год

1.3.Вантажні насоси

Тип SD 150-1MT-HH125-B315-U - 6 штук. Електрогідравлічний мотор A2FM125. В'язкість вантажу 1,0 cSt, уд. вага 1,8 г / см³. Продуктивність 200 м³ / год, напір 6,5 bar. Споживання масла - 273 л / min при тиску 222 bar.

Тип SD 100-3DU-HH032-A250-S - 14 штук. Гідравлічний мотор A2FM32. В'язкість вантажу 1,0 cSt, уд. вага 1,0 г / см³. Продуктивність 80 м³ / год при напорі 8 bar. Споживання масла - 101 л / min при тиску 182 bar.

1.4. Баластові насоси

Тип 6V-два. Гідравлічний мотор A2FM63 / 6.1 W-XBB01-GRD. Продуктивність 250 м³ / год при напорі 2,5 bar. Споживання масла при 1 450 min⁻¹ - 95 л / min при тиску 225 bar.

Тип B12 - один. Гідравлічний мотор A2FM23 / 6.1 W-XBB01-GRD. Продуктивність 35 м³ / год при напорі 4 bar. Споживання масла при 1800 min⁻¹ - 43 л / min при тиску 156 bar.

1.5. Судно має один гребний вал та гвинт фіксованого кроку.

1.6 Клас автоматизації судна – A1

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ І ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАЛИВНО – ПЕРЕКАЧУЮЩОГО НАСОСА

2.1. Принцип роботи суднової паливної системи

Система живлення головних суднових дизелів складається з трьох основних підсистем: підготовки дизельного палива, підготовки моторного палива і подачі палива до головних дизелів [4].

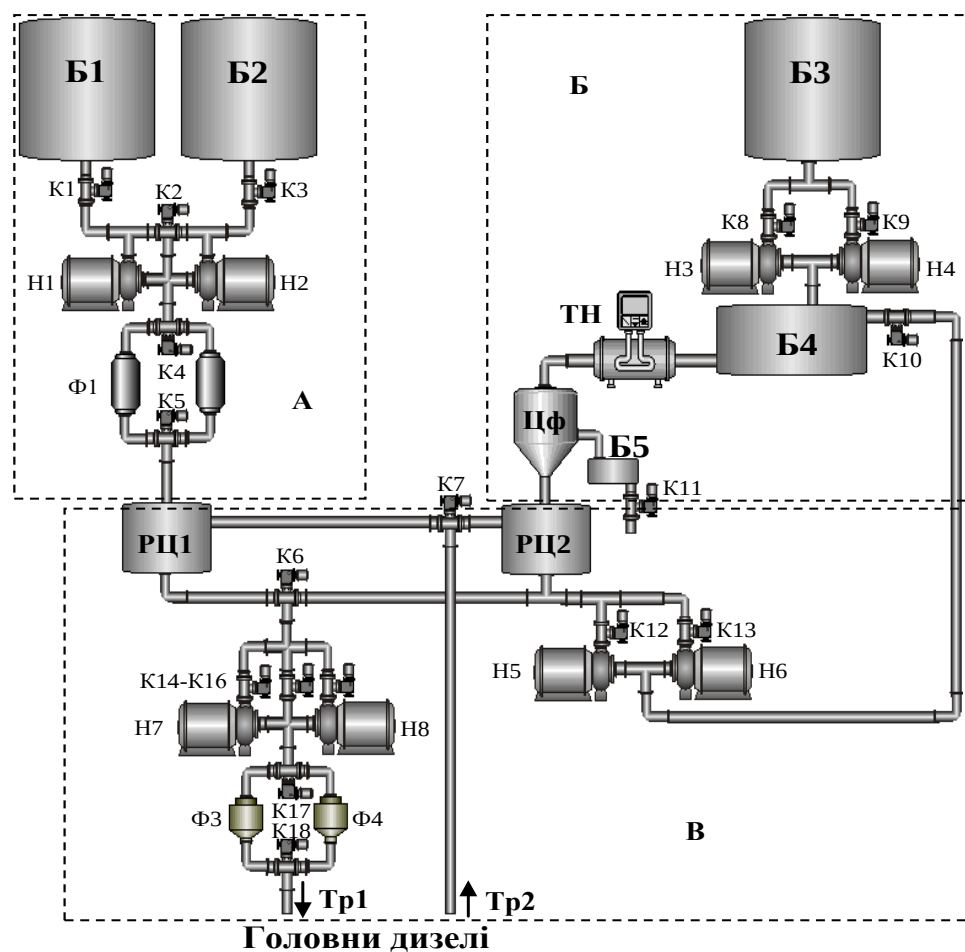


Рисунок - 2.1 Схема системи живлення головних суднових дизелів

Опис схеми: підсистема підготовки дизельного палива А включає у свій склад баки зберігання палива лівого і правого бортів, насоси, трубопроводи і клапани, за допомогою яких здійснюється перекачування палива, як між баками зберігання, так і з баків у видаткову цистерну для підтримки необхідного рівня. При перекачування палива у видаткову цистерну

здійснюється його попередня очистка фільтра грубої очистки. Підсистема має два фільтри (основний і резервний), з допомогою триходових клапанів здійснюється перемикання робочого фільтра в залежності від їх стану.

Підсистема підготовки моторного палива Б складається з основного бака зберігання моторного палива, проміжного бака, проточного нагрівача, центрифуги, витратної цистерни моторного палива, а також насосів, трубопроводів і клапанів, що забезпечують перекачування палива. З основного бака зберігання моторного палива, звідки з допомогою насосів паливо подається в проміжний бак, де відстоюється, при цьому мінімальний рівень палива в баку повинен забезпечувати роботу дизеля протягом восьми годин. Далі з проміжного бака паливо проходить через проточний нагрівач, очищається в центрифугі і подається у видаткову цистерну моторного палива. Якщо робота головних дизелів здійснюється на дизельному паливі, то включається контур прокачування, який повертає паливо в проміжний бак для повторного підігріву і очищення.

Підсистема подачі палива до головних дизелів забезпечує можливість роботи дизеля від двох видів палива, підключаючи з допомогою клапанів необхідну видаткову цистерну. Тут передбачена можливість подачі палива як самопливом, так і примусова підкачка з допомогою насосів. У системі також забезпечується остаточна очищення палива допомогою фільтрів тонкого очищення. На малюнку вхідний патрубок кожного насоса розташований зверху, а вихідний праворуч або ліворуч, також на вході насоса стоять безповоротні клапани, які здійснюють перекриття подачі палива при непрацюючому насосі.

Розрахунок потужності та вибір електродвигуна насоса перекачування палива (підсистема А)

Дані для розрахунку по вибору електродвигуна (Н1 дів рис.2.1):

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

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

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

ККД насоса: $\eta_n = 0,75$;

K передачі: $K = 1.5$;

Потужність двигуна [2]:

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

Згідно з отримано потужністю виберемо двигун Noyer IE2 marine electric motors та насос типу ABF (ІМО)

Після визначення потужності двигуна визначаю його тип:

Оскільки двигун насоса працює в тривалому режимі, ці перевантаження можуть привести до перегріву. Тому каталожну потужність двигуна для вентилятора вибирають з 15 -20% -вим збільшенням потужності.

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

Таблиця 2.1 - Характеристики двигуна

Електродвигу	Потужність	Об/мин.*	Струм при 440 В, А*	КПД, %*	Коеф. потуж.*	Момент інерції, кгм ² *	Маса, кг*
НМА6	4 кВт	1875	7,3	86,5	0,87	0,0022	18,6



Рисунок - 2.2. Вид двигуна насосу

2.2. Вибір системи живлення і управління автоматизованим електроприводом насосу

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

Управління здійснюється наступним чином.

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

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

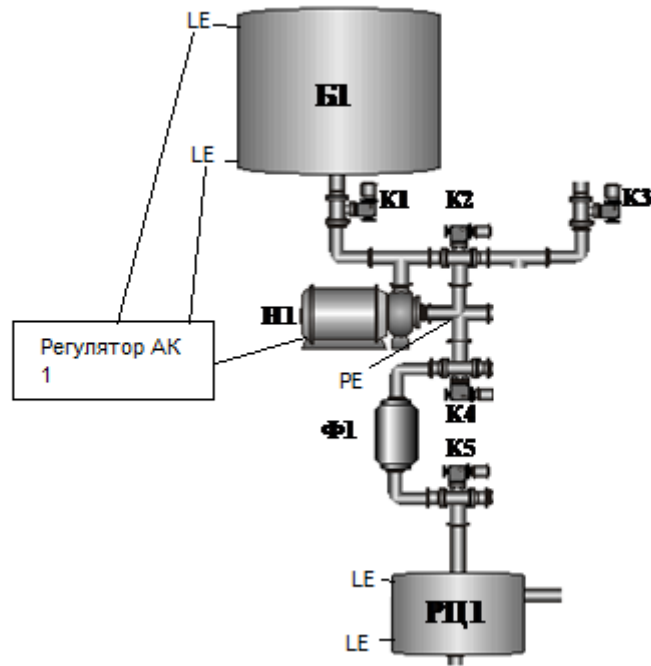


Рисунок - 2.3 Вузол перекачування палива та система управління

Для підготовки схеми до роботи:

1. встановлюють перемикач видів управління SW в положення «ручне» або «автоматичне»;
2. включають на розподільному щиті автоматичний вимикач МССВ (при цьому на лінійних проводах R, S, T з'являється напруга 440 В). Ця напруга з лінійних проводів S і T надходить на первинну обмотку трансформатора TR, внаслідок чого на вторинній обмотці з'являється знижена напруга. Живлення на ланцюзі управління 220 В.
3. При ручному керуванні для запуску нососа, оператор натискає кнопку «Пуск» на схемі ST1. Відбувається замикання контактів R1 і отримує підання магнітне реле МС, що замикає три блок контакту МС, двигун отримує живлення та включається в роботу. Захист двигуна від перевантаження (тепловий захист) здійснюється біметалевими контактами Тн.

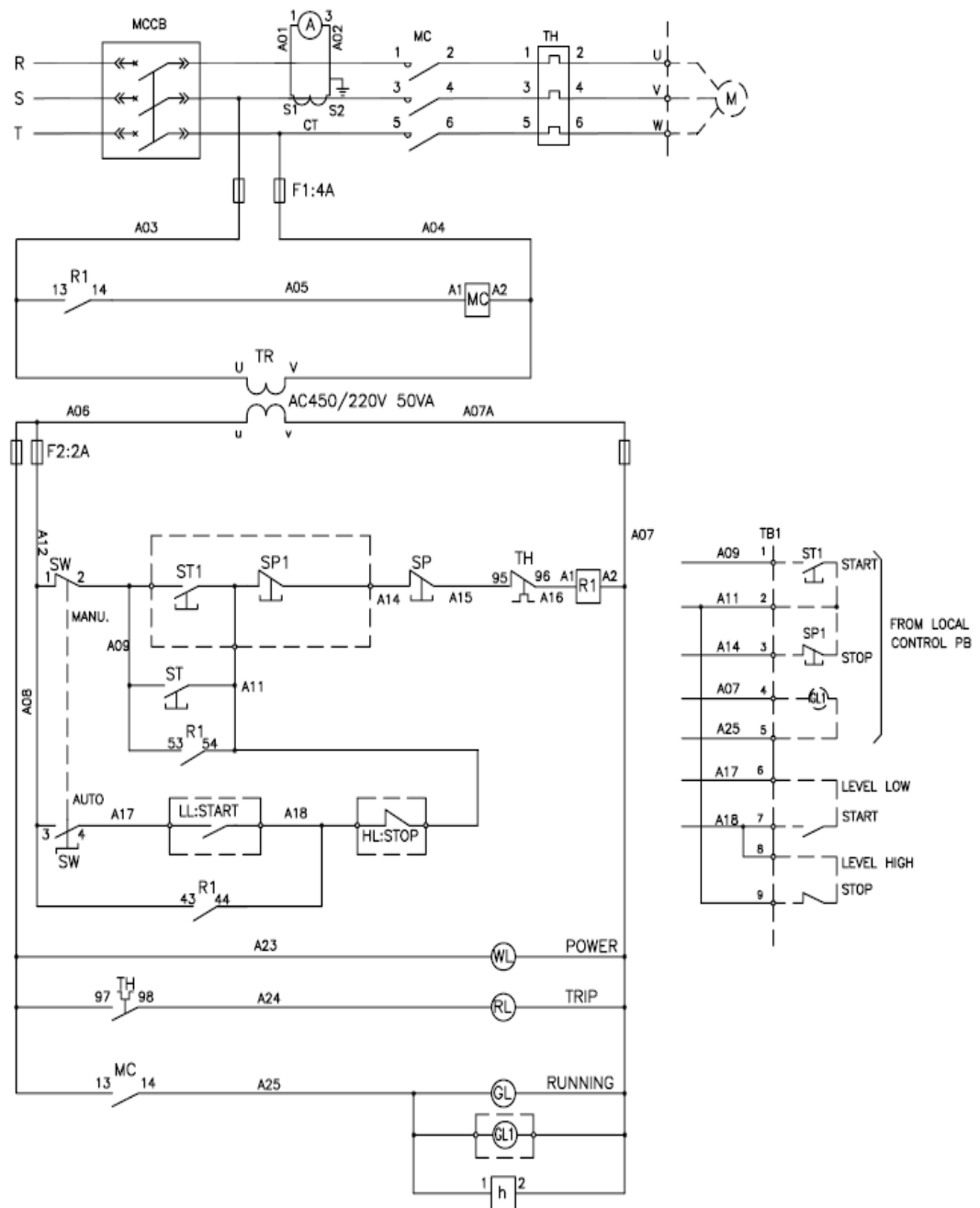


Рисунок 2.4 – Принципова схема управління ЕП насосу паливоперекачування

При автоматичному керуванні, всі функції із запуску та зупинки приводу насоса здійснюються за допомогою контактів електродів реле рівня (верхнього та нижнього) розташованого на паливній цистерні (LL, HL). Також контроль роботи насоса здійснюється за допомогою ламп, а кількість одиниць роботи насоса за допомогою лічильника h.

2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури

Потужність, яку двигун насоса використовує з мережі [2]:

$$P_n = \frac{P_{\text{дв}}}{\eta} = \frac{3,0}{0,85} = 3,5 \text{ кВт.}$$

Струм навантаження двигуна насоса:

$$I_n = \frac{P_n \cdot K_z \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi} = \frac{3,5 \cdot 0,65 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,8} = 4,3 \text{ А,}$$

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

Виберу, згідно зі струмом двигуна, кабель КНР $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$, $l = 15 \text{ м}$.

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

Визначу падіння напруги для цього кабелю:

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

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

2.3.1 Вибір автоматичного вимикача

Для вибору автоматичного вимикача, що підключає електропривід центробежного насосу до мережі трифазного змінного струму, знайдемо розрахунковий струм по формулі [2]:

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

де, P_n - потужність електродвигуна насосу;

U_n - напруга живлення ЕД;

$\cos \phi_n$ – коефіцієнт потужності приймача.

Але згідно з технічними даними ЕД, ми вже знаємо $I_n = 7,3 \text{ А}$. Тож можна не проводити зайві розрахунки.

Згідно данного струму вибираємо автоматичний вимикач. Автоматический выключатель защиты двигателя Hager MM511



Рисунок - 2.8. Автоматичний вимикач

Характеристики автоматичного вимикача MM511 Hager:

Робоча напруга: 230 В - 690 В

Частота мережі: 40 - 60 Гц

Номінальний струм: 5 - 12 А

Номінальна напруга ізоляції: 6 кВ

Пускачі серії ПМ12 призначені для застосування в схемах керування електроприводами на напругу до 660 В змінного струму з частотою 50 і 60 Гц в категоріях застосування АСС1, АСС3 і АСС4. Пускачі ПМ12 застосовуються, головним чином, в стаціонарних установках для дистанційного пуску безпосереднім підключенням до мережі, зупинки і реверсування трифазних асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором потужністю: до 5,5 кВт для пускачів на 10 А; Магнітні пускачі призначені для дистанційного керування та захисту двигунів змінного струму.

2.4 Інструкція з експлуатації

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

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

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

Виконання планово-попереджувальних ремонтів:

Огляди судових електричних машин в загальному випадку можна підрозділити на три види [9]:

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

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

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

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

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

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

Повну розбору електродвигуна виконують у наступному порядку []:

1. Виконати перед демонтажем вимірювання необхідних параметрів, занести результати до журналу технічного обліку;
2. Промаркувати відмикаючі кабелі, 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 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 і вибір кількості, потужності і типу генераторних агрегатів основної і аварійної електростанції для характерних режимів роботи судна

При виборі потужності генераторних агрегатів суднових електростанцій основні складнощі обумовлюються визначенням споживаних потужностей великої кількості споживачів електроенергії, що працюють з різними навантаженнями в багатьох режимах роботи судна. Навантаження суднових електростанцій мають особливості для кожного з режимів роботи в залежності від типу і призначення судна. Величини навантажень електростанцій залежать від типу судна, потужності та типу енергетичної установки, тоннажності, призначення та району плавання судна [9].

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

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

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

В роботі прийнятий табличний метод розрахунку [6].

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

- завантаження генераторів в тривалих експлуатаційних режимах (стоянка, хід) знаходиться в межах 70-90 % від номінальної в короткочасних режимах (швартування, аварійний режим, зйомка з якоря) бути не нижче 50% для дизель-генераторів і не нижче 30-40 % для турбогенераторів (вказані значення завантаження забезпечують економічну роботу генераторів). Завантаження дизель-генераторів нижче 50% від номінальної не

рекомендується з причин моторесурсу та підвищеної витрати палива. Так, для вантажопасажирського судна, вимоги до безпеки мореплавання якого, а значить і до надійності СЕС, вище, ніж у звичайного транспортного судна, при виборі ГА будемо керуватися тим, що завантаження генераторів буде не більш 70% від номінальної, незважаючи на зниження ККД.

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

- ГА повинні допускати можливість роботи з перевантаженням не менш як 10% від номінальної потужності протягом не менш 1 г.

У таблиці 3.1 наведені підсумкові дані розрахунків таблиці навантажень.

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

Таблиця 3.1 - Підсумкова таблиця навантажень

Найменування режиму роботи	Кількість в роботи	Сумарна споживана потужність*		
		Р, кВт	Q, кВАр	S, кВА
Найменування	тип			
Ходовий	1 ВГ	845	560	1013
Стоянковий с вантаж. опер	2 ДГ	1510	788	1703
Маневровий	2 ДГ	1450	730	1622
Аварійний	1 АДГ	110	67	128

Одинична потужність рахується шляхом ділення потужності двигуна на коефіцієнт потужності. Далі розраховується сумуюча установлена активна, реактивна і повна потужність електродвигуна по формулам [5]:

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

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

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

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 цілом. 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 даном судні установлений один аварійний пожежний насос, то $K_o = 1$.

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

Для знаходження значення ККД і коефіцієнта потужності режимів використовують універсальні криві залежностей $\eta = f(K_z)$ та $\cos \varphi = f(K_z)$, по яким можна встановити слідуюче: якщо K_z змінюється в межах 0,6–1, то кожне зменшення K_z на 0,1 приводить до зниження ККД на 0,03, а $\cos \varphi$ – на 0,04. Ця закономірність дозволяє відредагувати значення ККД і коефіцієнта потужності у всіх режимах роботи судна для кожного механізму.

Далі з врахуванням відредагованих значень ККД і коефіцієнта потужності рахується сумуюча споживана потужність. Для цього використовуються формули [5]:

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

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

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

Таким чином заповнюємо всі строки таблиці для всіх режимів.

Маємо зазначити, що в таблиці знаходяться дві категорії споживачів, котрі різняться по часу включення на: безперервно працюючі (БП) та періодично працюючі (ПП), не працюючі в данному 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 данній 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 данному режимі, то в колонці с коефіцієнтом завантаження ставиться 0.

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

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

При виборі генераторів необхідно користуватися наступними вимогами Регістра. Виходячи з вищевикладеного вибираємо три генератори фірми HYUNDAI марки HSJ7 809 потужністю 904 кВт, один валогенератор (ВГ) типу AVK потужністю 1100 кВт, та один аварійний генератор АДГ марки HFC7 280-4 потужністю 140 кВт.

Таблиця 3.2. - Паспортні данні дизель генераторів

Генератор	Тип	Потужність, кВА/кВт	Об/хв	Напруга	Струм	Частота	Cos(φ)
Основний	HYUNDAI HSJ7	1130/904	800	440	1482	60	0,8
Аварійний	HFC7	175/140	1000	440	480	60	0,8

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

Згідно правилам Регістру розробляємо схему ГРЩ та АРЩ. Як правило ГРЩ складається з наступних секцій [6]:

- секція управління;
- генераторна секція;
- фідерна секція ;
- стартової секції.

Отже ми будемо будувати станцію з вище приведеними вимогами. В центрі знаходяться секції керування (панель синхронізації), де виконується розподіл електроенергії між генераторами, синхронізація, зупинка та інші операції. Далі в сторони від центру йдуть перша, друга та третя генераторні панелі. Там розташовані прилади управління і захисту генераторів.

За ними слідує 440 В фідерна і стартова панелі, від яких отримують живлення прилади МВ, палубні механізми, майстерні, частина камбузного обладнання, а також трансформатори, живлячі 220 В фідерну панель. Від цієї панелі отримують живлення навігація, сигналізація і освітлення.

Від фідерних панелей АРЩ живляться основні споживачі, котрі забезпечують живучість судна під час аварії. Далі наведений список розподілу приймачів електроенергії по секціям ГРЩ та АРЩ.

Передача електроенергії від ГРЩ до споживачів відбувається за допомогою електричних мереж. На даному судні використана фідерно-группова система розподілу електроенергії. Найбільш відповідні і потужні споживачі отримують живлення від ГРЩ, а не відповідальні від групових розподільних пристроїв, котрі живляться від ГРЩ.

До установки на даному судні приймаємо автономну СЕЕС, що має одну основну і одну аварійну електростанції. Як джерело електроенергії приймаємо до установки дизель-генераторні агрегати. Основні і резервні джерела електроенергії розміщуємо в машинному відділенні, ГРЩ на окремій палубі, аварійний генератор і АРЩ на шлюпковій палубі. Кількість і потужність генераторних агрегатів ми визначили в попередньому підрозділі (3).



Рисунок - 3.4. Общий від ГРЩ

Для розподілу електроенергії та контролю роботи генераторів на судні установлені:

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

Розподіл електроенергії від АРЩ (ESB) напругенням 440 В та 220 В згідно з Правилами Регістру 3 секції (DB) 220 В отримують живлення:

- 1) аварійне освітлення;
- 2) навігаційні та сигнальні вогні;
- 3) навігаційне обладнання;
- 4) радіоблабднання;
- 5) телефонний зв'язок;
- 6) сигналізація;
- 7) схеми автоматики систем;

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

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

17) Розподільний щит (РЩ) № 7;

18) Розподільний щит (РЩ) № 8.

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

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

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

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

На основі вищевказаних вимог до конструкції і схеми ГРЩ вибираємо таке число і вид панелей: 4 генераторні панелі (три ДГ и одна ВГ), панель синхронізації, 2 фідерних панелі на 440В.

Генераторними панелі (ГП) призначені для керування і контролю роботою генераторів. На цих панелях встановлені автоматичні повітряні трьохполюсні автомати для комутації головного струму. Автомати постачені максимальними розчеплювачами струму для захисту від перевантаження, котушкою що відключає для дистанційного керування автоматом, реле зворотної потужності. Сигнальні лампи сигналізують про положення автомата генератора, вимірювальні трансформатори струму і напруги забезпечують роботу контрольно-вимірювальних приладів.

На панелях установлені кнопки регулювання приводом серводвигуна для керування частотою і навантаженням генераторів, амперметри з перемикачами на 3 положення для контролю фазних струмів, вольтметри, частотоміри з додатковими пристроями, ватметри для контролю навантаження генераторів, амперметри і вольтметри постійного струму для контролю параметрів збудження, плата з запобіжниками для захисту контрольно-вимірювальної апаратури та апаратури керування. На цих панелях також установлені рукоятки автомата "гасіння поля".

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

Розподільний щит (РЩ) №1

- Вентилятор №1,3,5 МВ;
- Вентилятори сепараторів №1,2;

- Вентилятори ГРЩ №1;

Розподільний щит (РЩ) №2

1. Вентилятор №2,4,6 МВ;
2. Вентилятори сепараторів №3,4;
3. Вентилятори ЦПУ №1;

Розподільний щит (РЩ) №2

1. Охолоджуючий насос заборотної води ГД №1;
2. Паливопідкачуючий насос №1;

Розподільний щит (РЩ) №3

1. Охолоджуючий насос прісної води ГД високої температури №1;
2. Охолоджуючий насос прісної води ГД низької температури №1;
3. Насос циркуляційної змазки ГД №1;
4. Насос змащування крейцкопфу ГД;

Розподільний щит (РЩ) №4

1. Насос змазки дейдвудного пристрою №1;
2. Живлячий насос важкого палива №1;
3. Допоміжний повітря нагнітач №1;
4. Насос циркуляції котла;
5. Насос підкачки палива котла №1;

Розподільний щит (РЩ) №5

1. Маслоперекачуючий насос №1 ;
2. Насос перекачки важкого палива №1;
3. Насос системи вирівнювання крену;
4. Компресор судових потреб №2;

Розподільний щит (РЩ) №6

1. Вакуумна установка №1;
2. Осушувальний насос;
3. Насос перекачки легкого палива №1;

Розподільний щит (РЩ) №7

1. Вентилятор котла;

2. Насос легкого палива котла №1;
3. Насос важкого палива котла №1;

Розподільний щит (РЩ) №8

1. Охолоджуючий насос заборотної води ГД №2;
2. Паливопідкачуючий насос №2;
3. Охолоджуючий насос прісної води ГД високої температури №2;

Розподільний щит (РЩ) №9

1. Охолоджуючий насос прісної воді ГД низької температури №2;
2. Насос циркуляційної змазки ГД №2;
3. Насос змащування крейцкопфу ГД №2;
4. Насос змазки дейдвудного пристрою №2;
5. Живлячий насос важкого палива №2;

Розподільний щит (РЩ) №10

1. Допоміжний повітряний нагнітач №2;
2. Насос циркуляції котла №2;
3. Насос підкачки палива котла №2;

Розподільний щит (РЩ) №11

1. Маслоперекачуючий насос №2;
2. Насос перекачки важкого палива;
3. Насос системи вирівнювання крену №2

Розподільний щит (РЩ) №12

1. Вакуумна установка №2;
2. Пожежний насос;
3. Насос важкого палива котла №2;

Розподільний щит (РЩ) №13

1. Аварийний пожежний насос;
2. Санитарні насоси 1,2.

Розподільний щит (РЩ) №14

1. Електрообладнання камбузу;
2. Пральні машини;

Розподільний щит (РЩ) №15

1. Освітлення надбудови;
2. Освітлення палуб;
3. Освітлення лашингу;

Розподільний щит (РЩ) №16

1. Освітлення кают;
2. Освітлення ЦПУ
3. Освітлення проходів;

Розподільний щит (РЩ) №17

1. Освітлення палуби
2. Освітлення кладових.

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

Від АРЩ отримують живлення [16]:

- Аварійна рульова машина;
- Аварійний пожежний насос;
- Аварійний компресор пускового повітря;
- Осушувальний насос;
- Елеватор;
- Аварійне освітлення;
- Навігаційні та сигнальні вогні;
- Штурманське обладнання;
- Радіозв'язок, сигналізація;
- Система зв'язку «INNARSAT-C»

3.3. Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів, електровимірювальних приборів. Розрахунок струмів короткого замикання, вибір генераторних автоматів

Розподіл електричної енергії на судні здійснюється за допомогою силової мережі, підключеної до ГРЩ(MSB), аварійної мережі, підключеної до АРЩ(ESB), і мереж приймачів електроенергії, підключених до розподільного щита. До складу кожної електромережі входять розподільні і спеціалізовані щити і лінії передачі електроенергії.

На судні, котре розглядається застосована фідерно-групова система розподілу електроенергії. У цьому випадку безпосередньо від ГРЩ(MSB) чи АРЩ(ESB) розташовані самостійні лінії живлення (фідери) по всіх відповідальним токоприймачам і груповим РЩ(DB). Групові РЩ(DB) 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(MSB). Групові щити кріплять на перегородках або бортових конструкціях. Не допускається установка щитів в місцях, де можливе скупчення кислотного випаровування, вибухонебезпечних газів і т.д. Для скорочення витрати кабелю групові РЩ(DB) розташовуються як можна ближче до приймачів електроенергії.

Основні траси кабелів прокладаються по бортах судна з переходом по перегородках і подволоку до щитів і приймачів електроенергії. На судні застосовуємо приховану провідку кабелів в спеціальних каналах, що забезпечують огляд кабельних трас. Кріплення кабелів проводиться за допомогою кабельних підвісів, що прикріплюються до набору корпусу судна. Проходи пучок кабелів через водонепроніцаемі перегородки судна здійснюється за допомогою прохідних кабельних коробок, що заливаються

уплотнительной масою. Для прокладки кабельних трас потрібно вибирати найкоротші шляхи, по можливості, прямолінійні і доступні для огляду.

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

Умови роботи, які характерні для суден, пов'язані з інтенсивним зносом і старінням електрообладнання. Можливі значні механічні дії, заливання водою, нафтопродуктам і т.п, а також заклинювання механізмів, перерви в подачі палива, поломка муфт та інші. В результаті виникають ненормальні режими роботи джерел, перетворювачів і приймачів електроенергії, а також електромереж.

Велику небезпеку для СЕЕС і всіх елементів електроустаткування представляє ненормальний режим, викликаний коротким замиканням в будь-якій точці системи. Коротке замикання може мати місце при порушенні ізоляції між струмопровідними частинами будь-якого електротехнічного пристрою внаслідок її старіння або механічного пошкодження, при обриві проводу (жили) однієї полярності і замикання його на провід іншої полярності, при скупченні струмопровідної рідини між проводами (деталлями) різної полярності і т.п.

Точка короткого замикання, яка характеризується нульовим значенням опору, утворює в системі окрему електричну мережу, по якій протікає струм короткого замикання (КЗ). Значення струму КЗ обмежується тільки внутрішнім опором джерела і опором струмопроводів (шин, кабелів, комутаційних апаратів) і може в сотні разів перевищувати номінальне значення струмів елементів, які складають електричну мережу короткого замикання.

Генераторні автомати призначені для захисту від перевантажень, струмів короткого замикання, мінімальної напруги, зворотного струму або потужності. При перевантаженні 10...50% номінального струму слід вимикати генератор з витримкою часу. При перевантаженні струмом 150% номінального

рекомендована витримка часу не повинна перевищувати 2 хвилини. Захист від мінімальної напруги повинен де допускати підключення генератора до шин, доки його напруга не встановиться і не досягне 80% номінального значення, а також відключати генератори при зниженні напруги на їх шинах. При чому на відключення захист повинен працювати з витримкою часу, а при спробах підключити генератор до шин до досягнення вказаного вище мінімального значення – миттєво [2].

Виконаємо розрахунок короткого замикання генератора №1 (HFC7-508-10)

Розрахунок струму короткого замикання виконаємо у найбільш навантаженому режимі роботи станції, тобто режимі коли працюють два дизель генератора. Вихідні дані для розрахунку

Основні характеристики генератора для розрахунку токів КЗ:

Потужність	1130 кВА (904 кВт)
Напруга	~ 440 В
Частота	60 Гц
Струм	1482 А
X_d	1,812 у.о
X'_d	0,241 у.о
X''_d	0,152 у.о
r_a	0,0015 Ом

Базисну потужність приймаємо рівною сумі потужності генераторів. Базисну напругу - рівній номінальному значенню напруги генераторів (на шинах ГРЩ) [5]:

$$S_6 = 2 \cdot 1130 = 2260 \text{ кВА} \quad (3.14)$$

$$U_6 = 440 \text{ В} \quad (3.15)$$

Базисний струм розрахуємо за формулою:

$$I_6 = \frac{S_6 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_6} = \frac{2260 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 440} = 2969 \text{ А} \quad (3.16)$$

Визначимо значення опорів обмоток статора генератора:

Активний опір дорівнює:

$$R_1 = r_a \frac{S_6 \cdot 1000}{U_6^2} = 0,0015 \cdot \frac{2260 \cdot 1000}{193600} = 0,017 \text{ Ом} \quad (3.17)$$

Реактивний опір дорівнює:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_d'' \cdot \frac{S_6}{S} = 0,152 \cdot \frac{2260}{1130} \\ &= 0,308 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (3.18)$$

Активний опір кабелю дорівнює $r = 0,092 \text{ Ом/км}$

Реактивний опір кабелю дорівнює $x = 0,073 \text{ Ом/км}$

Опір шости паралельно прокладених кабелів довжиною 10 м відповідно рівняються:

Активний:

$$\begin{aligned} r_{\text{общ}}^{**} &= \frac{\left(\frac{r^{**}}{100}\right)}{10} = \frac{\left(\frac{0,092}{100}\right)}{10} = \frac{0,00092}{10} \\ &= 0,000092 \text{ Ом/м} \end{aligned} \quad (3.19)$$

Реактивний:

$$\begin{aligned} X_{\text{общ}}^* &= \frac{\left(\frac{X^*}{100}\right)}{10} = \frac{\left(\frac{0,073}{100}\right)}{10} = \frac{0,00073}{10} \\ &= 0,000073 \text{ Ом/м} \end{aligned} \quad (3.20)$$

Активний опір вимикачів ряду контактів і шин ГРЩ рівняються 0,0003 Ом, індуктивний 0,00015 Ом. Тоді:

$$\begin{aligned} r_2 &= (0,000092 + 0,0003) \frac{2260 \cdot 1000}{440 \cdot 440} = 0,000392 \cdot 11,67 \\ &= 0,0045 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (3.21)$$

$$x_2 = (0,000073 + 0,00015) \frac{2260 * 100}{440 \cdot 440} = 0,000223 \cdot 11,67$$

$$= 0,0025 \text{ Ом} \quad (3.22)$$

Загальний опір генераторних променів:

$$r_3 = r_1 + r_2 = 0,017 + 0,0045$$

$$= 0,0215 \text{ Ом} \quad (3.23)$$

$$x_3 = x_1 + x_2 = 0,308 + 0,0025$$

$$= 0,3135 \text{ Ом} \quad (3.24)$$

Для визначення еквівалентного опор двох генераторних променів скористаємося комплексною формою їх вираження:

Приведемо відповідно двопрореневу до однопрореневої, бо параметри всіх паралельно працюючих генераторів при розрахунку струмів короткого замикання прийняті однакові.

$$Z_{3,4} = r_{3,4} + jx_{3,4}$$

$$= 0,0215 + j0,3135 \text{ Ом} \quad (3.25)$$

$$Z_5 = \frac{Z_3 \cdot Z_4}{Z_3 + Z_4} = \frac{(0,0215 + j0,3135) \cdot (0,0215 + j0,3135)}{(0,0215 + j0,3135) + (0,0215 + j0,3135)} =$$

$$= \frac{-0,274 + j0,0373}{0,0834 + j0,227} \quad (3.26)$$

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

$$Z_5 = \frac{(-0,274 + j0,0373) \cdot (0,0834 - j0,227)}{(0,0834 + j1,227) \cdot (0,0834 - j0,227)} = \frac{0,0354 + j0,464}{1,4143} =$$

$$= 0,0134$$

$$+ j0,2064 \quad (3.27)$$

$$Z_{\text{общ}} = \frac{Z_5}{2} = \frac{0,0134 + j0,2064}{2}$$

$$= 0,0067 + j0,1032 \quad (3.28)$$

$$r_6 = 0,0067 \text{ Ом}; \quad x_6 = 0,1032 \text{ Ом}$$

$$Z_7 = \sqrt{0,067^2 + 0,1032^2} = \sqrt{0,02361} = 0,155 \text{ Ом} \quad (3.29)$$

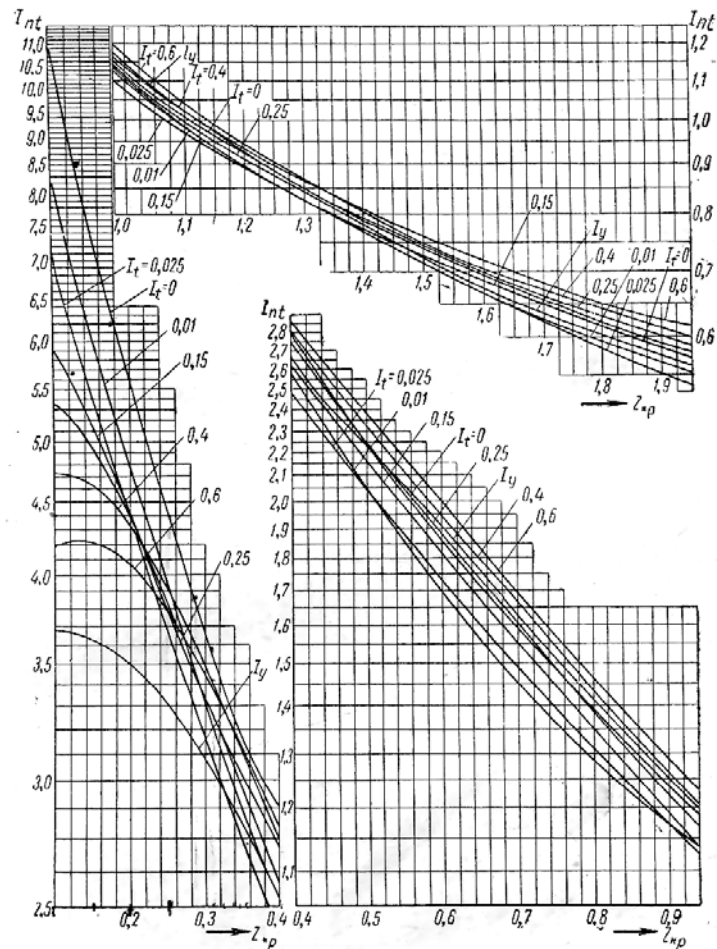


Рисунок 3.7 – Розрахункові криві струму короткого замикання

По розрахунковим кривим (рис. 3.7) відповідно $Z_7 = 0,155$ визначимо:

$$I_0 = 5,7;$$

$$I_{0.01} = 4,8;$$

Відношенню $x_6/r_6 = 0,1032/0,067 = 1,54$ відповідає ударний коефіцієнт 1,4.

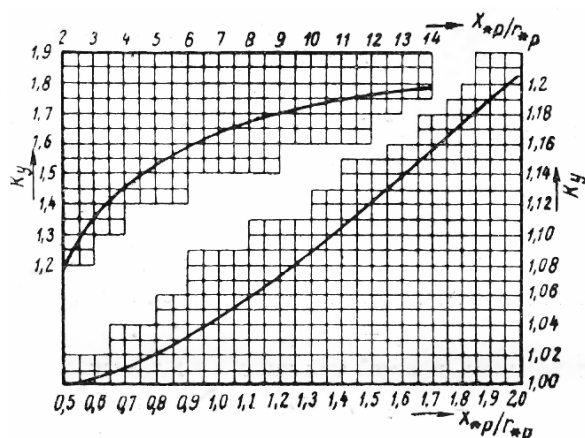


Рисунок 3.8 – Графік кривих змінення ударного коефіцієнту k_y

$$i_{уд.г} = \sqrt{2} \cdot I_6 \cdot (I_{0.01} + I_0 \cdot (K_{уд} - 1)) = \sqrt{2} \cdot 2969 \cdot (4,8 + 5,7(1,4 - 1)) =$$

$$= 44737 \text{ A} \quad (3.30)$$

При короткому замиканню в точці K_1 , $\Delta U = 0$; $I_d = (0,9 - 0)/0,266 = 3,4$;
(3.31)

$$\begin{aligned} i_{уд.д} &= \sqrt{2} \cdot 2969 \cdot 3,4 \\ &= 17463 \text{ A} \end{aligned} \quad (3.32)$$

$$i_{уд} = i_{уд.г} + i_{уд.д} = 44737 + 17463 = 62200 \text{ A} \quad (3.33)$$

Вибір генераторних автоматів

На основі отриманого значення ударного струму КЗ можна вибрати генераторні автоматичні вимикачі TERASAKI типу AR.

Для захисту СЕЕС і його елементів від коротких замикань і перевантажень використовуються автоматичні вимикачі (автомати) та запобіжники. У автомат вбудовуються так називані розчіплювачі, тобто електромагнітні, електротеплові або напівпровідникові реле, які при певному значенні струму дають імпульс на розмикання контактів автомата. Запобіжники мають плавку вставку, яка плавиться (перегорає) в результаті нагрівання її струмом перевантаження або короткого замикання. Цим автомати і запобіжники забезпечують так звану максимальний струмовий захист [5].

Автоматичні вимикачі в більшості випадків мають два розчіплювача. Один з них забезпечує захист від струмів перевантаження, інший від струмів КЗ. Автоматичні вимикачі, що мають пристрій, який забезпечує витримку часу відключення струмів КЗ, прийнято називати селективними або вибірковыми. До них відносяться автомати серії AR325, які забезпечують витримку часу, рівну 0,18; 0,38; 0,63 або 1,0 с.

У автомата серії AR325Н вбудовують також розчіплювача мінімальної напруги і незалежний (відключає). Перший призначений для відключення автомата при зниженні напруги генераторів до значення 0,25-0,3 $U_{ном}$ на час більше 2 с. Другий відключає автомат миттєво (за 0,05 с) при подачі на його обмотку відповідної напруги.

3.4 Вибір кабелю суднової електричної мережі. Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги

Січення генераторного кабелю (фідера) визначається за величиною максимального (номінального) струму. Для розрахунку візьмемо кабель, що з'єднує генератор трифазного перемінного струму з головним розподільним щитом.

Розрахунковий струм визначають за формулою [5]:

$$I_r = \frac{P_r \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_r \cdot \cos\varphi} = \frac{904 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,8} = 1486 \quad (3.34)$$

По розрахунковому струмі виберемо перетин кабелю, він дорівнює $10 \times (3 \times 120) \text{ мм}^2$. Марка кабелю генератора – MPRX.

Після вибору перетину кабелю необхідно перевірити його на втрату напруги ΔU :

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \frac{r \cdot \cos\varphi + x \cdot \sin\varphi}{U_n} \cdot 100\% \quad (3.35)$$

де L – довжина кабелю від генератора до шин ГРЩ. Прийmemo рівною 35 метрам (0,035 км).

r і x – значення активного і реактивного опору кабелю:

$$r = 0,092; x = 0,073 \text{ Ом/км.}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 1486 \cdot 0,035 \cdot \frac{0,092 \cdot 0,8 + 0,073 \cdot 0,72}{440} \cdot 100 = 3 \% \quad (3.36)$$

Втрата напруги ΔU не повинна перевищувати для силових трас 7 %, отже перетин кабелю обраний правильно відповідно до вимог Регістра.

Для перевірки кабелю на втрату напруги, візьмемо аварійний пожежний насос, як найвіддаленіший електропривод. Відповідно до вимог Регістру, втрата напруги не повинна перевищувати 7% [16].

Розрахунковий струм розрахуємо за формулою:

$$I_{ar} = \frac{P_{ar} \cdot 1000}{(\sqrt{3} \cdot U_r) \cdot \cos\varphi} \quad (3.42)$$

де P_{ar} – номінальна потужність електродвигуна приводу;

U_r – номінальна напруга електродвигуна

$$I_{ar} = \frac{25 \cdot 1000}{(\sqrt{3} \cdot 440) \cdot 0,87} = \frac{25000}{663} = 38,2 \text{ A}$$

Виберемо кабель, MPRXCX 4x(3x50) мм², який живить швартовну лебідку через розподільчий щит. Опір даних кабелів відповідно: активний r – 0,17 Ом/км; реактивний x – 0,078 Ом/км. Довжину кабелю приймемо рівною 100 метрам.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \frac{r \cdot \cos\varphi + x \cdot \sin\varphi}{U_n} \cdot 100\% \quad (3.43)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 38,2 \cdot 0,1 \cdot \frac{0,17 \cdot 0,87 + 0,078 \cdot 0,76}{440} \cdot 100 = 0,46\%$$

Отже перевірений нами кабель, який живить електропривод відповідає нормам Регістру [15] .

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

Особливістю суднових електростанцій є наявність потужних асинхронних короткозамкнених двигунів. Відсутність колектора дає можливість запускати їх без пускових реостатів, використовуючи найпростіші схеми пуску. Однак, пусковий струм в процесі розгону таких двигунів в 5-7 разів перевищує номінальний. Якщо потужність електродвигуна становить, наприклад, 30% від потужності синхронного генератора, то в момент пуску, струм двигуна до номінального струму генератора становитиме 150-200%. При начерку подібних індуктивних струмів синхронні генератори сильно

розмагнічуються і на деякий час знижують напругу, що прийнято називати провалом напруги.

Розрахунок провалу напруги генератора виконаємо для випадку підключення найбільш потужного асинхронного двигуна. Виберемо вантажний насос як потужного споживача з потужністю 290 кВт.

Основні технічні дані дизель-генератора та двигуна:

Генератор		Двигун	
Тип	HFC7-508-10	Потужність	290 кВт
Потужність	1250 кВА	ККД	93,7%
Коефіцієнт	0,8	Коефіцієнт	0,9
потужності ($\cos \varphi$)		потужності ($\cos \varphi$)	
Напруга	450 В	Номінальний струм	400 А
X_d	0,241 у.о	Кратність струму	6,4 (640%)
X''_d	0,152 у.о	Спосіб запуску	Авто-ТР 70%

Розрахунок провалу напруги виконаємо за рекомендацій фірми HYUNDAI, які описані у каталозі [7].

Розрахуємо початкову потужність при запуску споживача [5]:

$$S_{\text{поч}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{дв}} \cdot I_{\text{ном}} \cdot K_{\text{п}} = \sqrt{3} \cdot 0,44 \cdot 400 \cdot 6,4 \cdot 0,7^2 \\ = 955 \text{ кВА} \quad (3.37)$$

Реактивний опір генератора:

$$X''_d = \frac{X_d + X''_d}{2} = \frac{0,241 + 0,152}{2} \\ = 0,1965 \quad (3.38)$$

Для обчислення вихідної реактивної потужності скористаємося формулою:

$$X_L = \frac{S_{\text{Г}}}{S_{\text{поч}}} = \frac{1130}{955} = 1,2 \quad (3.39)$$

Провал напруги при пуску споживача рівняється:

$$\Delta U = \frac{X''_d}{X''_d + X_L} \cdot 100 = \frac{0,1965}{0,1965 + 1,2} = 14 \% \quad (3.40)$$

Отже провал напруги знаходиться в допустимих нормах: $\Delta U < 15\%$.

З пророблених розрахунків видно, що падіння напруги при пуску асинхронного двигуна буде складати 14 %, що є згідно Регістра допустимою нормою миттєвого падіння напруги. У тих випадках, коли $U_{\max} \Rightarrow 15\%$, необхідно передбачити заходи для зниження пускового струму двигуна (перемикання обмоток статора із зірки на трикутник, введення опору в ланцюг статора, вибір двигуна іншого типу), а якщо це неможливо - змінити комплектацію СЕС, замінивши генератори на більш потужні.

3.6 Вибір системи збудження синхронних генераторів

Безщітковий синхронний генератор складається з власне генератора і збудника. Роторна обмотка збудження живиться від генератора роторної трифазної обмотки збудника через обертовий трифазний випрямний міст. Стационарна статорна обмотка збудження збудника в свою чергу живиться від статичної системи збудження (рис. 3.9). Генератори фірми HYUNDAI моделей HS є синхронними безщіточними генераторами повністю закритого типу з повітряним охолодженням. Генератори обладнані системою збудження ТАІУО з вмонтованим електронним регулятором напруги [12].

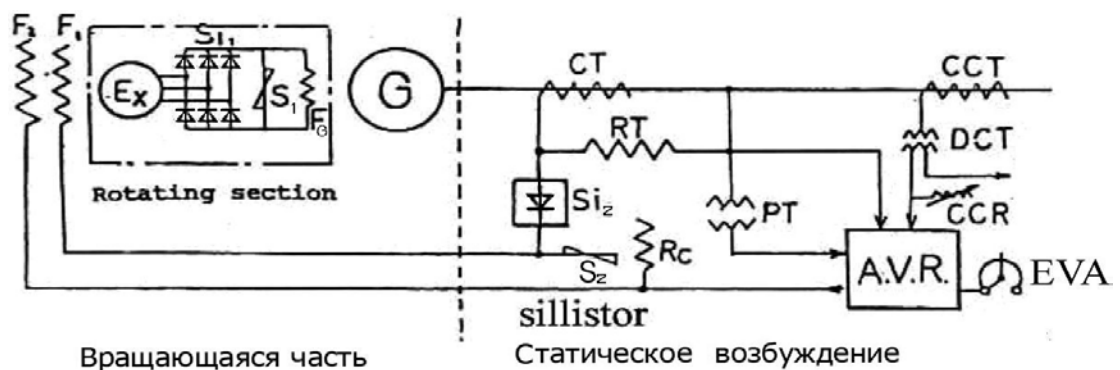


Рис 3.9 - Функціональна схема системи збудження

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

З 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 CT, при цьому він підсумовується і випрямляється. Випрямлений струм тече через першу обмотку збудження F1, яка служить для основного збудження збудника, тоді як струм, що виходить з автоматичного регулятора напруги тече через обмотку управління F2 і призначений для більш точного регулювання. Статичне збудження системи складається з реактора, RT, трансформатора струму, CT, силіконового

випрямляча Si, силового трансформатора РТ 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. 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 клеммах генератора і компенсувати падіння напруги при зміні струму навантаження.

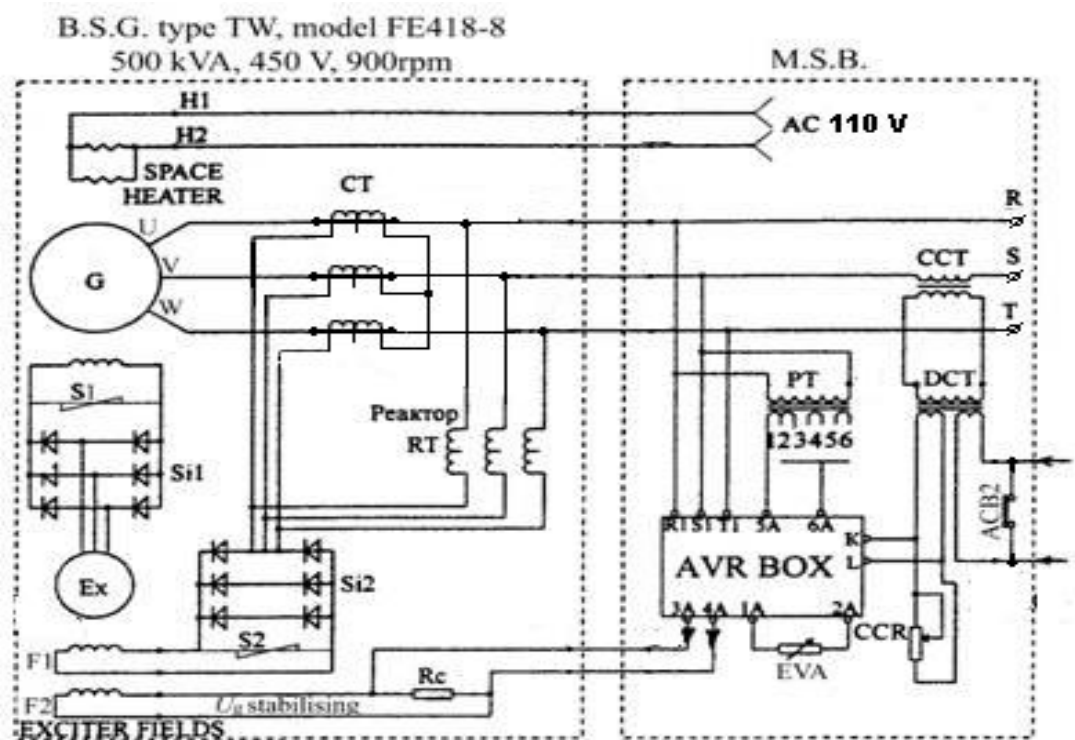


Рис 3.10 - Принципова схема системи збудження ТАІУО

В результаті АРН живить управляючу обмотку F2, забезпечуючи диференціальне управління обмотки збудження. Тому напруга на клеммах генератора залишається стабільною.

3.7 Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної схеми АСУ СЕЕС.

Підсистема ДАУ СДГ забезпечує автоматичний пуск резервного ДГ та вивід його на номінальну частоту оборотів. Генератор збуджується до номінальної напруги. Після цього автоматично вступає в роботу прибор синхронізації ПС. Після закінчення процесу синхронізації починають діяти засоби розподілу активної загрузки між паралельно працюючими генераторами. У разі перенавантаження ГА автоматично спрацьовують засоби струмового захисту ЗСЗ, які відключають (з відержкою часу) другорядні споживачі.

Зі зменшенням навантаження до 35% від номінального прибор ЗВР формує сигнал в систему сигналізації про розгрузку генераторів [6].

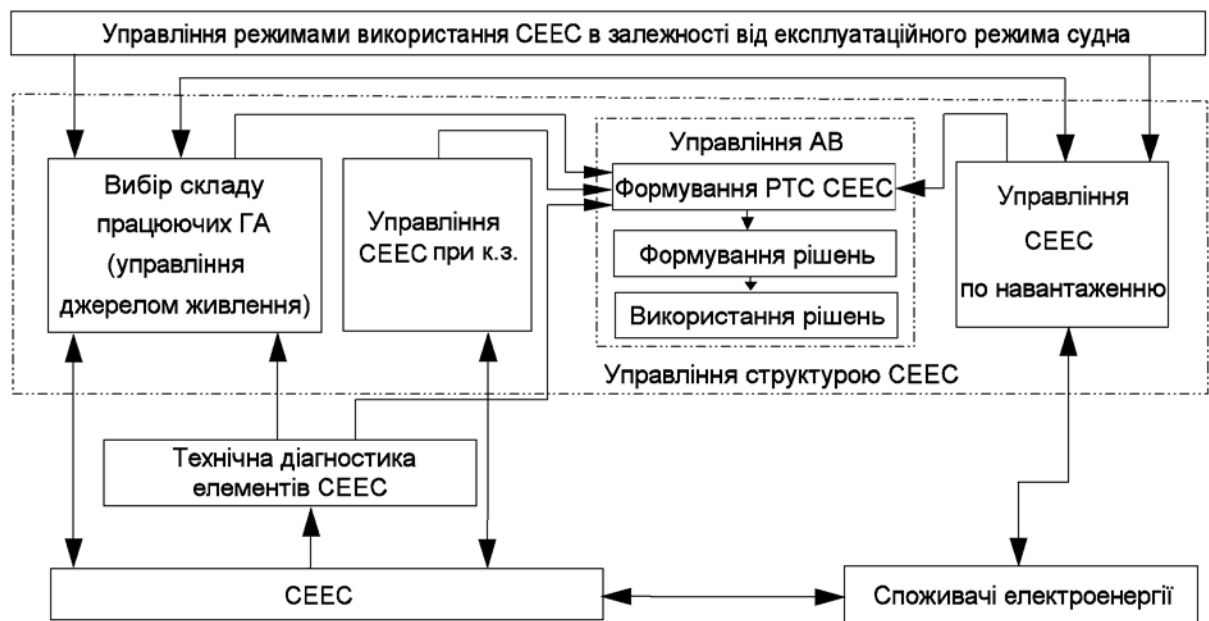


Рисунок 3.11 - Структурна схема автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС

Блок-схема послідовності виконання алгоритмів, що входять в загальний алгоритм автоматичного управління структурою СЕЕС, що забезпечується провідним алгоритмом, приведена на рис. 3.12. де позначені:

Sn – початок

A1 - вихідні дані по СЕЕС;

A2 - дані по включенню і відключенню елементів СЕЕС при технічному обслуговуванні і ремонті;

A3 - введення даних по зміні режиму використання СЕЕС залежно від режиму експлуатації судна;

A4 - введення додаткової інформації;

A5 - виклик алгоритму управління СЕЕС при к. з.;

P6 - алгоритм управління СЕЕС при к.з.;

P7 - контроль зміни технічного стану ГА;

A8 - виклик алгоритму вибору складу працюючих ГА;

A9 - алгоритм вибору складу працюючих ГА;

P10 - контроль зміни технічного стану АВ;

A11 - виклик алгоритму ухвалення рішення про зміну структурі СЕЕС;

A12 - алгоритм ухвалення рішення по зміні структурі СЕЕС;

A13 - виклик алгоритму виконання рішення по зміні структурі СЕЕС;

A14 - алгоритм виконання рішення по зміні структурі СЕЕС;

A15 - виклик алгоритму управління СЕЕС по навантаженню;

P16 - алгоритм управління СЕЕС по навантаженню;

Sk - кінець.

До автоматизації судової електростанції відносяться: система РРМЗ , блоки Uni-line , дифереційний захист генераторов. Система управління електростанцією РРМ-3 (компания DEIF) являє собою мікропроцесорні контролери, що містять широкий набір функцій, необхідний для управління судовими електростанціями. Система забезпечує функції управління, контролю та захисту основних і аварійних дизель-генераторів,

валогенераторов, берегових та секційних вимикачів. Система проводить вимірювання всіх необхідних параметрів електростанції з відображенням на ЖК дисплеї.

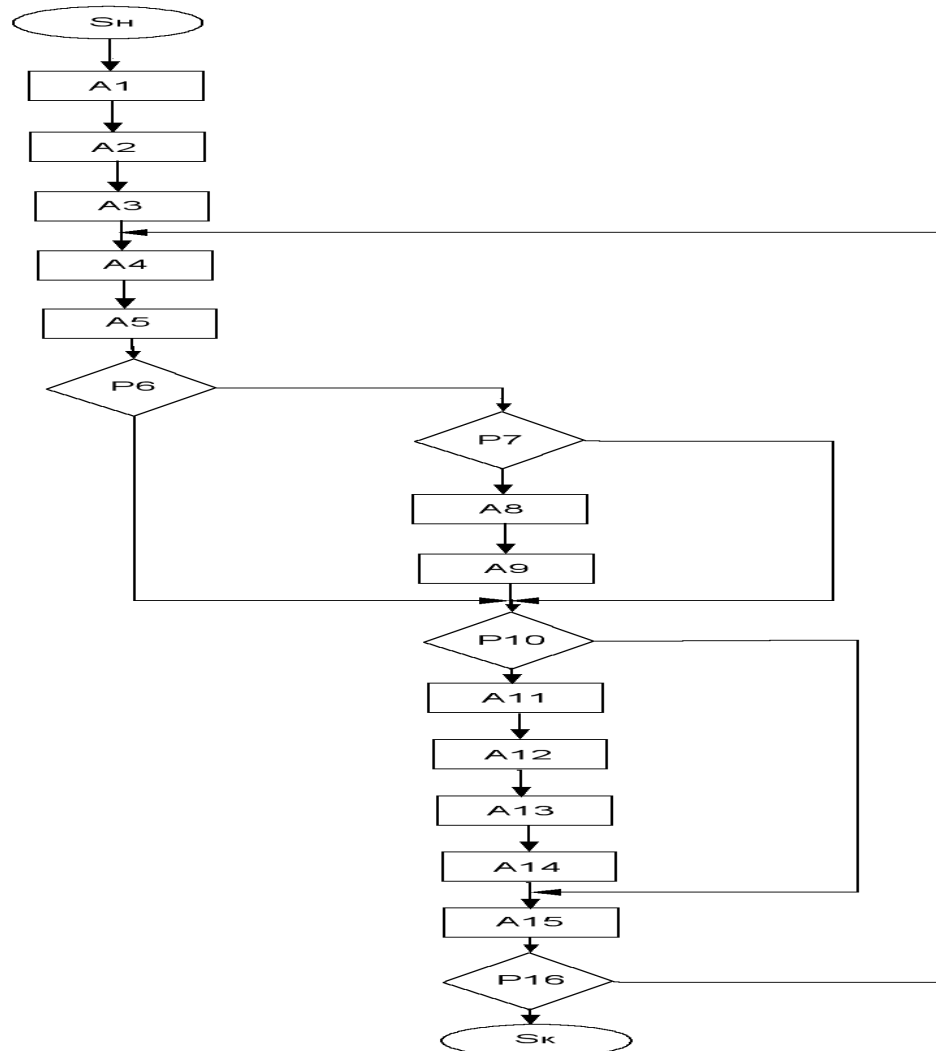


Рисунок 3.12 - Алгоритм управління АСУ СЕЕС

Контролери РРМ-3 можуть застосовуватися для наступних типів електростанцій:

Паралельна робота декількох ДГ на загальні шини ГРЩ;

Робота ДГ на секціоновані шини ГРЩ;

Робота ДГ на кільцеві шини ГРЩ;

Робота ДГ з валогенератором і береговим вимикачем;

Управління секційними вимикачами;

Керування аварійним / стоянковим ДГ;

Контролер забезпечує:

- Управління, з асита, моніторинг
- Захист генераторів
- Автоматична синхронізація
- 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 пріоритетів
- Управління підключенням/відключенням споживачів
- Режим базової потужності генератора (ГА)
- Оптимізація рас ходу палива
- Захист по відхиленню розподілу навантаження

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

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

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

Мережа основного внутрішнього освітлення отримує живлення від секції 220 В ГРЩ. Живлення від ГРЩ подається на районні секції. Світильники ламп основного освітлення отримують живлення від групових щитів, автомати котрих забезпечують підключення та захист від КЗ будь-якої групи. Освітлення кают, каюти-компанії, суднової канцелярії, спортзалу, навігаційної рубки, ЦПК, коридорів житлової частини судна та камбузу виконано світильниками люмінесцентних ламп. У коридорах систем, у тамбурах сходу, у приміщеннях прийому палива, горловинах встановлені вибухобезпечні світильники ВЗГ-100, а в акумуляторній - світильники В4А-60.

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

Мережа великого аварійного освітлення складається з:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

На судні встановлені такі основні вогні:

- 1) топові (білий колір);
- 2) бортові відмітні (правий борт — зелений, лівий борт — червоний колір);

- 3) кормовий (гакобортний) (білий колір);
- 4) якірні (на кормі і на носу) (білий колір);
- 5) "Не можу справлятися" (2 вогні) (червоний колір);
- 6) клотиковий (білий).

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

4 АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

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

При проектуванні і виборі комп'ютерної системи управління (КСУ) процесами СЕУ на перший план повинні бути поставлені, на нашу думку, завдання оптимізації складу і структури КСУ ТЗ за показниками живучості та безпеки корабля (ПЛ, судна) при забезпеченні заданих функцій, надійності і вартості КСУ ТС. Пропонований підхід ґрунтується на наступних принципах:

1. Формування переліку подій з технікою (ПТ) і аварійних ситуацій (АС), які при їх розвитку призводять до втрати остійності, затоплення відсіків, пожежі, порушення умов ядерної, радіаційної або екологічної безпеки, тобто до аварії, загибелі корабля (судна) або екологічної катастрофи.
2. Встановлення груп ТЗ і СУ ТЗ, що забезпечують локалізацію можливих аварійних ситуацій або обмеження наслідків аварій. На відміну від попередніх робіт в даному доповіді розглядається спільне функціонування апаратури КСУ ТЗ, джерел інформації, суміжних і забезпечують систем, тобто всіх ТЗ.
3. Формування на базі КСУ ТС і автоматизованого комплексу технічних засобів (АКТС) автоматизованих систем безпеки (АСБ), які виконують функції вибору ТЗ для локалізації можливих АС або аварій і забезпечують управління вибраними групами ТЗ.
4. Створення комплексу діагностування і прогнозування стану корабля (ПЛ, судна) і його ТЗ для раннього виявлення АС, прогнозування розвитку аварії, формування переліку необхідних ТС і АСБ.
5. Координоване управління вибраними АСБ з метою локалізації АС, усунення наслідків аварії, забезпечення безпеки, виживання корабля, порятунку екіпажу і запобігання екологічній катастрофі.

6. Покрокова структурно-параметрична оптимізація структури КСУ ТС і АСБ на вкладених багаторівневих структурах за критеріями "безпеку, живучість" при обмеженнях по вартості (потребном водотоннажності) і заданих функціях КСУ ТС. 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, общекорабельних 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.4.2) 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 міліампер, датчики положення, датчики обертів і т.д. На цьому ж рівні знаходяться АЦП і ЦАП і

передають блоки (Sender Box) перетворюють сигнали в потрібний рівень і одиницю виміру.

2. структурний рівень - сукупність об'єктів управління суднової електроенергетичної станцією і пристрої плавного пуску і регулювання всіх електродвигунів судна.

3. структурний рівень - далі вся інформація зібрана і відсортована, 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).

Основні технічні характеристики входять до нього систем

На структурній схемі (рис.4.1) показані:

У машинному відділенні:

Main Engine - основна пропульсивна установка

Contact Signals - сигнали різного характеру

Resistance bulbs - температурні датчики (Pt-100)

Pressure transmitter - пресостати (4-20мА)

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

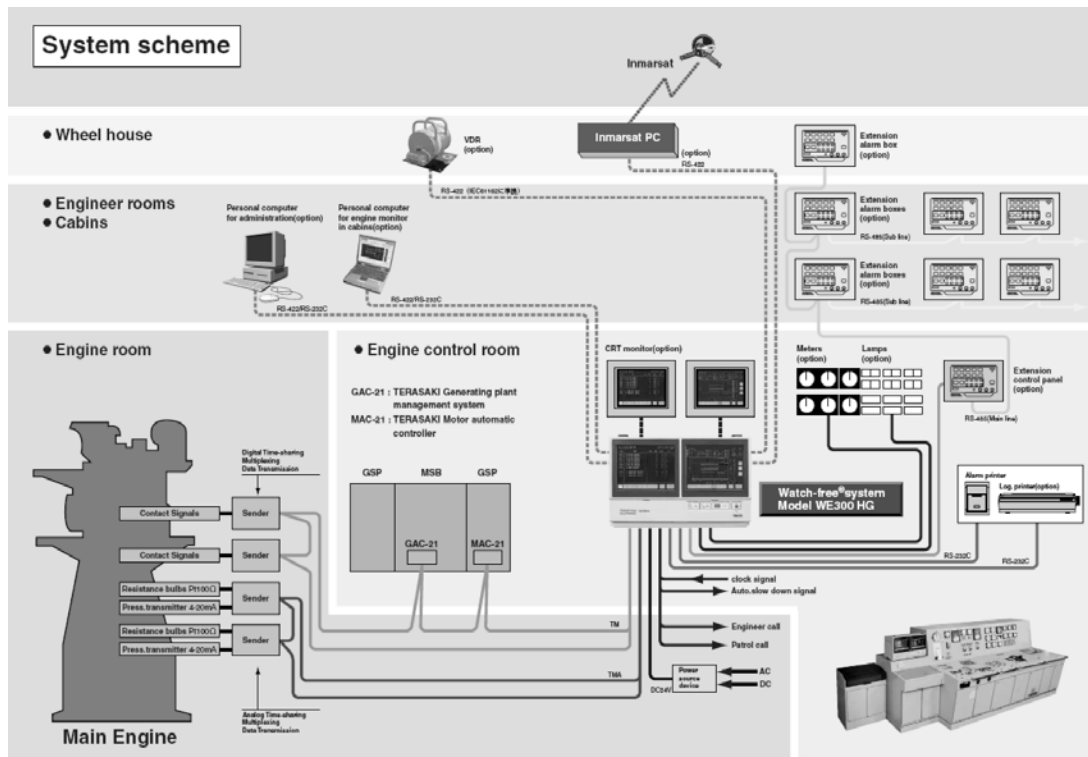


Рисунок - 4.1 Схема КСУ агрегатів СЕУ

4.2 Автоматизація системи управління СДГ. Розробка алгоритма автоматичної зупинки СДГ

Конструктивно система складається з чотирьох блоків (рис. 4.2): основного пульта управління ОПУ, виносного пульта управління ВПУ, блоку живлення БЖ і блоку управління БУ. Крім того, є датчики, встановлені на дизелі і його системах, вихідні реле і виконавчі механізми, що виконують команди і безпосередньо впливають на органи управління дизелем [6].

На ОПУ розташовані органи управління підсистемою і табло світлової сигналізації. ВПУ дублює ОПУ, але містить менше число органів управління та світлових табло. Перемикання постів управління здійснюється тумблером, розташованим на ОПУ. Блок живлення БЖ призначений для перетворення змінного напруги 440 В, 60 Гц в постійну напругу 24 В. Логічна частина підсистеми, виконана на безконтактних логічних елементах, зосереджена в блоці управління БУ.

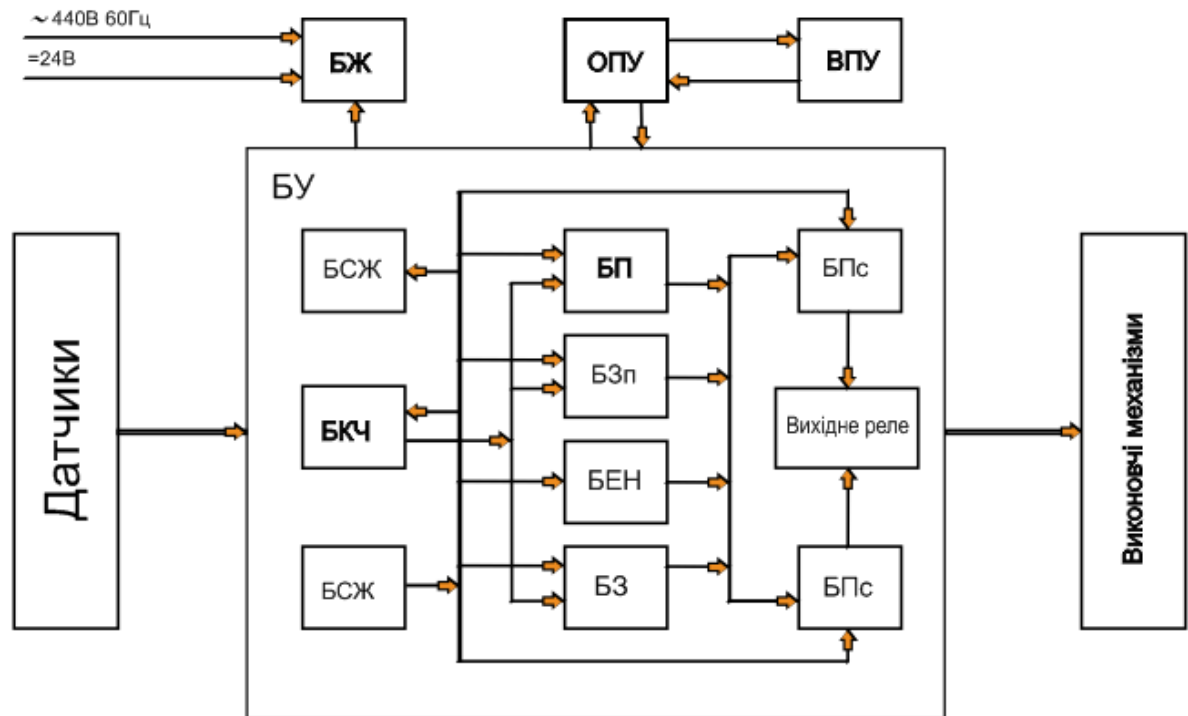


Рисунок. 4.2 - Структурна схема автоматичного управління ДГ.

Сюди входять 9 функціональних блоків: два блоки стабілізованого живлення БСЖ; один блок контролю часу БКЧ; блоки пуску БП і зупинки БЗ, елементів з відключається живленням БЕН, захисту БЗ і два блоку підсилювачів БПС. Блоки БСЖ призначені для живлення логічних і інших елементів БЗп. Вони забезпечують отримання стабільного вихідної напруги - 12В і + 3В при коливаннях первинної напруги в межах 18-30 В. З метою підвищення надійності підсистеми схема живлення дозволяє відключати живлення більшої частини логічних елементів і вихідних реле при нормальному режимі роботи ДГ. Постійно під живленням залишаються: датчики, частина елементів, що входять в блок БЕН, частина вихідних реле і сигналізація. Блок БКЧ здійснює функції контролю тривалості операцій, що виконуються в різні моменти часу, а також необхідні тимчасові затримки, використовувані в підсистемі. Блок БЖ виконує функції передпускового прокачування масла, пуску, самопрогрева на частоті обертання холостого ходу, виведення двигуна на підсинхронних частоту обертання і прийому навантаження, а також забезпечує сигналізацію про пуск, готовності до

прийому навантаження і прийомі її. Блок БЗп здійснює функції відключення навантаження, зниження частоти обертання для охолодження двигуна, відключення охолодження двигуна водою і включення підігріву масла, зупинки двигуна і видачі відповідної сигналізації. Блок БЕН складається з елементів підсистеми, з яких не знімається живлення. Блок БЗ здійснює відповідну сигналізацію і захист ДГ шляхом його зупинки при: підвищенні температури прісної води в системі охолодження і масла в системі змащення вище допустимих меж; падінні тиску масла; падінні тиску або рівня води в системі охолодження; аварійної частоті обертання валу двигуна. Блок БПс призначений для посилення сигналів і включення вихідних пристроїв, світлових табло.

На рис.4.3. представлена граф-схема АСУ зупинки СДГ, де позначені:

Sn – початок

P1 - вихідні дані по ДГ (сигнал зупинки ДГ);

A2 - дані по включенню і відключенню елементів ДГ при технічному обслуговуванні і ремонті (вкл. пам'яті зупинки ДГ);

A3 - введення даних по зміні режиму використання ДГ залежно від режиму експлуатації судна (викл. пам'яті зупинки ДГ);

A4 - введення додаткової інформації;

P5 - виклик алгоритму управління блок контакти автоматичного вимикача;

A6 - алгоритм управління ДГ (вимикання реле насоса) .;

P7 - контроль зміни технічного стану ДГ (положення паливної рейки);

A8 - виклик алгоритму включення зменшення частоти обертання;

A9 - виклик алгоритмом виключення зменшення частоти обертання ;

P10 - контроль зміни технічного стану ДГ (датчика температури води);

A11 - виклик алгоритму ухвалення рішення (контроля зупинки ДГ) ;

P12 - алгоритм ухвалення рішення по датчику уставки частоти обертання

P13 - виклик алгоритмом виконання рішення по часу уставки на зупинку;

A14 - алгоритм виконання рішення по виключенню реле насоса води;
A15 - виклик алгоритму включення сигналу «Аварія»;
A16 - алгоритм управління реле частоти обертання (вкл);
P17 – алгоритм роботи вимикача положення паливної рейки;
A18 - алгоритм управління реле по частоті (викл);
P19 - розімкнений датчик тиску масла;
A20 - вимикання пам'яті ост ановки і реле живлення серводвигуна;
Sk - кінець.

Рисунок 4.3 – Блок-схема алгоритму автоматичної зупинки СДГ

4.3 Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судном

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

Узагальнені функції систем ДАУ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Машинні телеграфи — це синхронні прилади передачі кута, що служать для двостороннього зв'язку між командними пунктами й машинними відділеннями судна. Особливостями машинного телеграфу є розвинена система сигналізації й сполучення елементів синхронного зв'язку, що працюють на одну шкалу, у єдиному приладі. На судах, як правило, установлюють основні й резервний машинні телеграфи. Основний машинний телеграф являє собою автономну установку синхронних приладів передачі кута, що забезпечує передачу наказів з постів керування судном (рубання, місток) у машинні відділення й передачу з машинних відділень у командні

пункти відповідей про прийом наказів, а також одержання в спеціальних постах як переданих наказів, так і прийнятих відповідей. На командних пунктах установлюють датчики-приймачі, у машинні відділення-приймачі датчики машинного телеграфу, а в спеціальних постах - контрольні приймачі машинного телеграфу. У датчику-приймачі й приймачі - датчику об'єднані сельсин-датчик і сельсин-приймач, контрольні ж прилади являють собою сукупність двох сельсинів-приймачів.

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

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

Ручні оповіщувачі встановлюються в коридорах житлових, службових і суспільних приміщень; у вестибюлях; у машинно-котельних відділеннях; у суспільних приміщеннях площею більше 150 м^2 ; у виробничих приміщеннях; на відкритих палубах, районі розташування вантажних люків.

У системі пожежної сигналізації повинне бути передбачене два види живлення: від суднової мережі й резервне - від акумуляторних батарей [16].

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

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 постачені дистанційною передачею.

Ехолот.

У комплект ехолота входять наступні прилади [15]:

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

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

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

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

Прилад 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 показчика глибин. До функціонального вузла ЦУГ ставляться прилади 4Б, 11 і 16А.

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

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

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 прилади сигналізації глибини (прилад 4М). При цьому керування роботою здійснюється із приладу 4. Якщо самопис буде виключений, керування автоматично переводиться на прилад 4Б (у приладі 4 показується напис «Включений показчик»). При відключених самописі й цифровому показчику роботою ехолота управляє прилад 4М.

Судновий електричний зв'язок

Система командних комутаторів в судових умовах звичайно виконує зв'язок групи управління судном. Згідно Правилам Регістру телефони групи повинні забезпечити зв'язок рульової рубки з основними службовими приміщеннями і постами: ютом, румпельним відділенням, баком, постом спостереження на щоглі, приміщеннями аварійного джерела електроенергії і гірокомпасу, станцією об'ємного пожежогасіння, постом управління головними механізмами і котлами, радіорубкою та іншими приміщеннями, в яких розташовані пристрої, які забезпечують безпеку плавання судна. Система командних комутаторів забезпечує централізоване управління з

командного поста, де встановлюється комутатор-передатчик з виконавчими постами - приймачами, оснащеними телефонними апаратами. Достоїнства системи: швидкість і простота з'єднання з будь-яким приймачем; секретність переговорів; надійність роботи; можливість циркулярного зв'язку; постійна готовність приймачів до розмови з командним постом. Для здійснення зв'язку між двома любими апаратами, з'єднують між собою лінії зв'язку за допомогою селективного перемикача, розміщеного в вихідному комутаторі. Після цього посиляється сигнал виклик - індуктор, який здійснюється обертанням рукоятки індуктора, незалежно від положення трубки вихідного комутатора. Якщо мікротелефон вхідного комутатора знаходиться на апараті, змінний викличний струм, висланий індуктором визивного абонента, проходячи по визивному ланцюгу, ініціює звуковий сигнал за допомогою дзвінка і оптичний виклик — індикаторна неонові лампа. При знятті викликаючим абонентом мікротелефону, відключається дзвінок і включається розмовний тракт вхідного комутатора. Автоматичні телефонні станції (АТС) — це станції, на яких всі операції по з'єднанню абонентів вчиняються автоматично, без допомоги обслуговуючого персоналу. Переваги АТС: можливість з'єднання з будь-яким абонентом станції; секретність переговорів; економічність в зв'язку з відсутністю телефоніста. АТС відносяться до загальносуднового телефонного зв'язку, так як вони застосовуються для забезпечення зв'язку між каютами суднового екіпажу, а також суспільними приміщеннями. На судах встановлюють корабельні автоматичні телефонні станції КАТС, які випускаються промисловістю на 10, 20, 50 и 100 номерів і відповідно визначаються: КАТС-10М, КАТС-20М, КАТС-50, КАТС-100, КАТС-150/300. Станції КАТС-150/300 ємністю 150, 200, 250 и 300 номерів комплектують з 50 и 100 номерних секцій. Кожна 100-номерна секція складається з двох 50-номерних. Телефонний зв'язок на цих станціях здійснюється по двопроводним абонентським лініям [16].

5 ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1. Цивільний захист

Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

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

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

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

6.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території.

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

6.1.2.1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

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

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 СДОР	Щільність СДОР, т/м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів										
	Ізометричне зберігання				К1	К2	К3	К7 для температури повітря (°С)							
								-	-	-	0	20	30	40	
								40	20	10					
Сірчистий ангідрид	0,0029	1,462	-10,0	1,8	0,11	0,049	0,333	<u>0</u> 0,2	<u>0</u> 0,5	<u>0</u> 1 0,7 1	<u>0</u> 3 1 1	<u>1</u> 1	<u>1</u> 3 1	<u>1</u> 7 1	

Примітка:

1. У таблиці наведені значення K_7 в чисельнику - K_7^1 (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 (m^2) сірчистого ангідриду дорівнює:

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

де: V_p – об'єм сірчистого ангідриду, що розлився, m^3 ;

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

$\rho = 1,462$ – щільність сірчистого ангідриду, t/m^3 (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:

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

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

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

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

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

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

Таблиця 5.3.Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

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 5.5. Швидкість (км/год) перенесення v_n переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

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

$$Q_{s2} = \frac{Q_0 \cdot (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{10}}{h \cdot \rho} \quad (\text{т}),$$

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

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.

$K_7^{\text{II}} = 1$ – 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 5.6. Глибина (км) зони зараження

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

Для $Q_{\text{с1}} = 0,11$ 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 хмарию сірчистого ангідриду: $\Gamma_2 = 1,68$ км.

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

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

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

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

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

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

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

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

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3,14 \cdot 1,945^2 \cdot 45^0 / 360^0 = 1,485 \text{ км}^2 ,$$

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

$\varphi = 45^0$ – кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 6.7).

Таблиця 5.7. 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).

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

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

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_l (км):

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

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

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

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

Таблиця 5.8. Коефіцієнти λ і ψ , що залежать від швидкості вітру

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.1.3. 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).

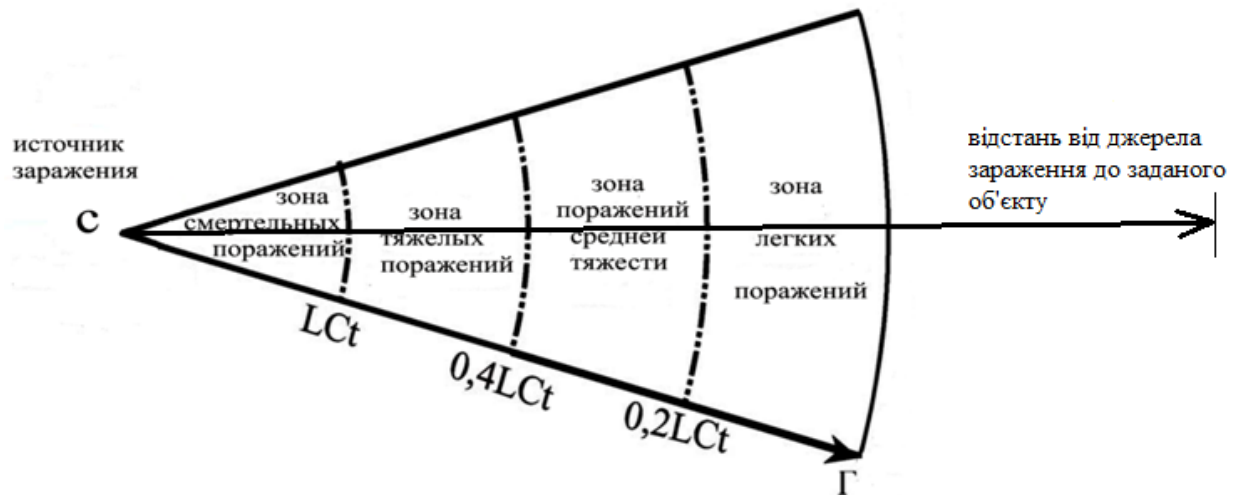


Рис. 5.1. Зони хімічного зараження

5.2 . Охорона праці

5.2.1. 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 °С стане більш стрімким і завершиться досягненням смертельного рівня при 24 °С. Температура поверхні тіла падає більш різко, але істотно варіюється в залежності від частини тіла. Так, як відомо кінцівки тіла охолоджуються значно швидше.

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

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

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

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

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

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

У всіх довідниках по боротьбі з переохолодженням вказується на необхідність мати як можна більше шарів одягу, яка повинна бути щільно

притиснута до тіла. Хоча ізолююче вплив одягу при намоканні зменшується, тим не менш, одяг може забезпечити належний захист, особливо тепла вовняна одяг з водонепроникним зовнішнім покриттям. Необхідно вжити заходів по запобіганню від переохолодження голови і рук.

В табл. 5.6. 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 5.8 . Стадії переохолодження

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

При наданні допомоги необхідно вживати термінові заходи, так як для знаходяться в шлюпці або рятувальному плоту при низькій температурі всі

перераховані стадії гіпотермії можуть завершитися смертельними наслідками всього через 20-30 хв.

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

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

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

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

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

При початковій фазі обмороження шкіра раптово блідне. У ній відчувається деякий поколювання. Пізніше відбуваються втрата чутливості

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

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

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

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

5.1.2 Боротьба з обледенінням судна

Обледеніння судна відбувається при негативних температурах зовнішнього повітря, наявності вітру і хвилювання.

У передбаченні плавання в районах можливого обледеніння необхідно завчасно враховувати:

- вантаж повинен розташовуватися і кріпитися так, щоб уникнути його зміщення при крені;
- не слід захаращувати верхню палубу тарою, обладнанням і постачанням;
- в паливних і водяних танках (крім витратних) не повинно бути вільної поверхні рідких вантажів.

При виникненні загрози обледеніння необхідно виконати наступні заходи:

- обирати курс і швидкість з таким розрахунком, щоб заливання були найменшими;
- поперемінно змінювати курс судна, переводячи вітер на правий і лівий борт з метою усунення нерівномірності обмерзання бортів і статичного крену;
- при появі статичного крену, якщо він істотно впливає на остійність судна чи ускладнює його експлуатацію, прийняти заходи до його зменшення.

Заходи з відновлення остійності судна:

- видалити лід, в першу чергу з високо розташованих конструкцій, при суворому дотриманні охорони праці і техніки безпеки при роботі в штормових умовах;
- ліквідувати вільні поверхні рідких вантажів у танках;
- при виникненні статичного крену в результаті несиметричного обмерзання лід відколюють, в першу чергу, з боку крену.

Активну боротьбу з льодом починають негайно, як тільки помічають наростання льоду на палубі, корпусі, надбудові. Для боротьби з льодом оголошується загальний аврал, в якому бере участь весь екіпаж (крім вахт), попередньо розписаний по змінах.

Засоби боротьби обмерзанням: гаряча вода та пара, подаються відповідними шлангами і стовбурами, ломи, сокири, плішні, лопати, дерев'яні кувалди, механізований інструмент з пневмо і електроприводами, антифризи - міцний розчин кухонної солі з вмістом інгібіторів та ін.

5.3 Розробка інструкції з техніки безпеки при обслуговуванні технічних засобів електроустановки

Під безпекою праці розуміють стан умов праці, при якому виключений вплив на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Забезпечити безпеку праці при експлуатації енергоустаткування значить забезпечити людей, працюючих з електричними установками, від

поразки струмом. У зв'язку з цим технічні питання експлуатації енергоустаткування і питання безпеки праці завжди вирішуються одночасно.

Поразка електричним струмом звичайно відбувається при зіткненні людини з частинами електричної установки, що знаходяться в цей момент під напругою. Практика показує, що найчастіше нещасні випадки відбуваються при роботі з такими частинами електричних установок, як рубильники, вимикачі, запобіжники, реостати, ручні переносні прилади, штепсельні з'єднання, електричні лампи і т. д., які, звичайно, знаходяться під напругою. Нерідко причиною нещасних випадків є несправність ізоляції проводів та інших частин установок, внаслідок чого її неструмоведучі частини корпусу виявляються під напругою і при зіткненні з ними людину вражає струм.

Зіткнення може бути двополюсним, коли людина торкається двох різнойменних полюсів або фаз двох проводів одночасно, і однополюсний, коли людина одночасно торкається до струмоведучого провідника і до землі або, як прийнято говорити на судні, до корпусу. У обох випадках утвориться замкнений ланцюг через тіло людини. У суднових умовах, де кабелі прокладають по металевому корпусу і апаратуру встановлюють безпосередньо на металевих частинах судна, майже в однаковій мірі небезпечні як однополюсне торкання, так і одночасне торкання двох проводів.

Встановлено, що для людини смертельним є струм в 0,1 А і вище, хоч смерть може наступити і при меншому струмі внаслідок паралічу дихальних центрів, якщо своєчасно не буде зроблене штучне дихання. Тривалість впливу струму на людський організм також має значення. Чим довше цей вплив, тим важча поразка і менша імовірність порятунку.

Розрізняють два види поразки струмом: електричні опіки і удари. При електричних опіках пошкоджуються поверхневі зони тіла. Електричні удари діють на нервову систему, викликають розлад роботи серця і органів дихання.

Ампераж, що проходить через тіло людини, залежить від прикладеного напруження і опору тіла людини. У звичайних умовах опір тіла людини буває від 10 до 100 кОм, однак він не залишається постійним і може змінюватися в

широких межах. Зволоження тіла, забруднення речовинами, добре проведимими електричний струм, супроводжується різким зменшенням опору. Так, опір тіла людини, що сидить на мокрій сталій палубі судна, може поменшати до 1000 - 500 Ом. У таких умовах торкання тіла із струмоведучими частинами, що знаходяться навіть під напругою 50 В, може бути смертельним. За правилами безпеки праці напруга понад 24 В вважається небезпечною в умовах судна.

Небезпека поразки змінним електричним струмом із збільшенням частоти меншає. Найбільш небезпечний струм частотою 25 - 75 Гц. При значних частотах, як показує практика, різко скорочується кількість електричних ударів і збільшується кількість опіків.

З метою запобігання людей від поразки електричним струмом передбачений комплекс заходів. Ці заходи складаються з обмеження значень напруги для суднового енергоустаткування, застосування захищених і закритих форм виконання енергоустаткування, застосування при обслуговуванні енергоустаткування різних захисних засобів, видання відповідних інструкцій і керівних вказівок, періодичної перевірки виконання і дотримання правил безпеки праці.

Основні запобіжні засоби від поразки струмом наступні: захист від випадкового дотику до струмоведучих частин; захист від зіткнення з металевими неструмоведучими частинами, які можуть виявитися під напругою; запобігання нагріву в приміщеннях, небезпечних відносно вибуху або пожежі.

Існує ряд спеціальних конструкцій приладів, апаратів і захисного пристосування, правильне користування якими зменшує небезпеку, пов'язану з ураженням електричним струмом. До числа такого захисного пристосування відносяться огорожі і блокування, випробувальні прилади для перевірки наявності струму та напруги, застережні плакати і написи, сигналізація.

Огорожі попереджають можливість випадкових зіткнень з неізольованими частинами електроустановок, що знаходяться під напругою. На судні захищають всі, без виключення, неізольовані частини, що знаходяться

під напругою, для чого застосовують ґрати, поручні, суцільні щити, дверці і т. д. В ряді випадків частини енергоустаткування, дотик до яких небезпечний, розміщують в ящиках, коробках, шафах. Всі обгороджування знаходяться або під замком, або забезпечуються блокуванням, яке не дозволяє потрапити за огорожі при не знятій напрузі.

До засобів ізолювання від корпусу відносяться гумові коврики, гумові калоші і боти, гумові рукавички і рукавиці. Всі ці засоби повинні застосовуватися в чистому, сухому стані, не мати пошкоджень.

Як випробувальні прилади застосовують покажчики напруги. Покажчиком напруги (до 500 В) служить вольтметр або ручна переносна лампа із запобіжною сіткою. Проводи, за допомогою яких перевіряють напругу, забезпечують твердими наконечниками з добре ізольованими рукоятками. При випробуваннях металеві наконечники прикладають до частин, що знаходяться під напругою.

Для нагадування про недопустимість включення рубильників, перемикачів, автоматів та інших апаратів під час роботи на магістралях або у відключених частинах установок на рукоятках цих апаратів вивішують плакати з написом «НЕ ВКЛЮЧАТИ! НЕБЕЗПЕЧНО!» або «НЕ ВКЛЮЧАТИ! НА ЛІНІЇ ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ!». На розподільних щитах, для вказівки обслуговуючому персоналу про стан тієї або іншої установки, застосовують сигнальні лампи. Крім цього корпуси всіх електричних машин, розподільних пристроїв і апаратів обов'язково заземляють. Оболонки свинцевих або броньованих кабелів також заземляють.

При експлуатації енергоустаткування на судні необхідно дотримувати наступні основні правила:

- 1) для роботи зі струмоведучими частинами при знятій напрузі перевірити, чи залишилася вона на них, і пересвідчитися в неможливості випадкових включень;
- 2) роботу під напругою проводити лише з дозволу старшого електромеханіка; виконувати роботу тільки в гумових рукавичках, гумовому взутті, на гумових

ковриках та інструментом з ізольованими ручками;

3) стежити, щоб проходи біля агрегатів, електророзподільних щитів були вільні і не захащені сторонніми предметами;

4) не залишати відкритими струмоведучі частини у закритих електророзподільних щитах, приладах, коробках;

5) стежити, щоб машини і арматура мали хорошу ізоляцію;

6) стежити, щоб проводи переносних електроустановок (ламп, дрелі, вентиляторів) були добре ізольовані, а корпуси самих приладів добре заземлені;

7) на вахті у розподільних пристроїв завжди треба мати під руками незалежне джерело світла - ручний електричний ліхтар;

8) стежити, щоб при проведенні електромонтажних робіт ізоляція всіх струмоведучих частин була надійною.

ВИСНОВОК

У дипломній роботі бакалавра було розглянуто електроенергетичну систему та систему управління танкера дедвейтом 105000 тон. Розрахунок суднової електроенергетичної станції робився табличним методом. Цей метод був обран нами тому, що на наш погляд він є найбільш наочним – при розрахунках точно видно як кожний споживач електроенергії поводить себе в тому чи іншому режимі роботи судна за допомогі програми.

Для суднової електростанції було обрано три дизель генератори фірми Хюндай марки НС потужністю 904 кВт, один валогенератор АВК потужністю 1100 кВт, та аварійний генератор потужністю 140 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 асинхронного двигуна вантажного насоса потужністю 290 кВт – 11,5 %, що є згідно реєстра допустимою нормою миттєвого падіння напруги.

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

На протязі виконання усієї дипломної роботи увага була приділена розгляду нормативних документів, таких як Регістр Морського Судноплавства та Правил Технічної Експлуатації як електрообладнання зокрема, так і всього судового устаткування в цілому

Список використаної літератури

1. Власенко А.А. Суднова електроавтоматика. М.: Транспорт, 1983 – 288 с.
2. Самонов Ф.А. Автоматизовані електроприводи і системи управління курсом судна. Одеса: Моряк, 1989 - 39 с.
3. Богословський. Суднові електроприводи. У двох томах.- Л.: Суднобудування, 1983 - 730 с.
4. Піпченко А.Н. Розрахунок суднових електроенергетичних систем.- М.: Мортехінформреклама, 1988 - 39 с.
5. Яковлев М.С. Судові електроенергетичні системи. Л.: Суднобудування, 1987 - 269 с.
6. Баранов А.П. Суднові автоматизовані електроенергетичні системи. М.: Транспорт, 1988 - 328с.
7. Коноваленко Л.К., Коноваленко А.В. Електротехнічна безпека на морському транспорті. Одеса: „Друк”, 2002 - 172 с.
8. Захарченко В.М., Електрообладнання суден: електричні станції. Одеса, ОНМА, 2003. – 119 с.
9. Пипченко А.Н., Пономаренко В.В., Теплов Ю.И., Романенко А.В. «Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления», Одесса 1998р. – 105 с.
10. Торский В.Г., Топалов В.П. Міжнародні угоди і документи що регламентують морське судноплавство. Частина 1,2,3.
11. Торский В.Г., Позолотій Л.А. МКУБ у питаннях і відповідях.-Л.: Одеса, 1998.-134 с.
12. Міжнародні нормативні документи (кодекси, конвенції): ОСПС, МКУБ, МАРПОЛ, STCW78/95.
13. Петров І.В. Програмовані контролери, стандартні мови і прийоми прикладного проектування / Під ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256.: ил. – (Серія «Бібліотека інженера»)

14. Правила технічної експлуатації суднових технічних засобів і конструкцій. РД 31.21.30-. 2006. -336 с

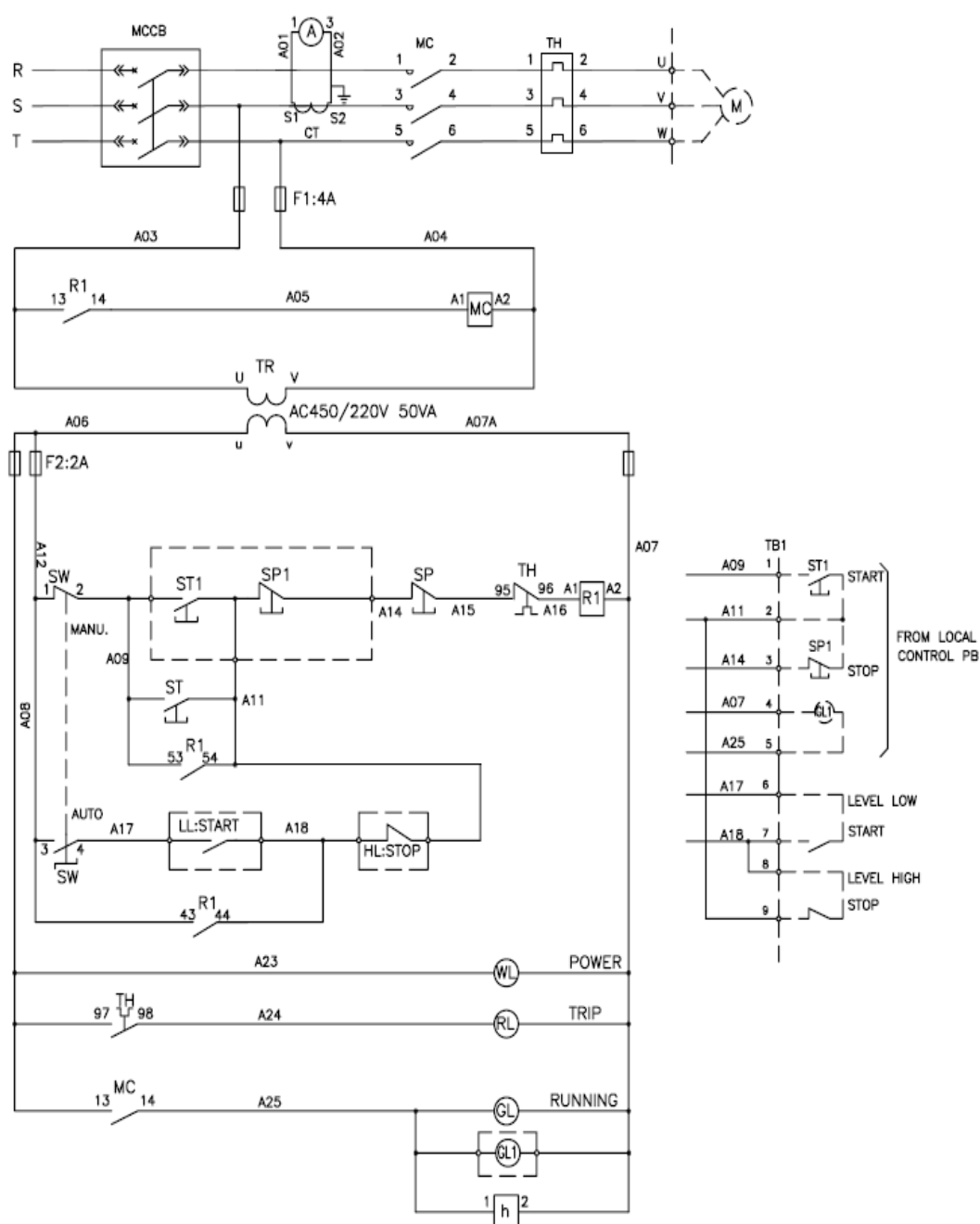
15. Морський Регістр Судноходства . Правила класифікацій і будівництва морських суден. Том 1,2,3 - М.: Транспорт,2003. - 1500 с.

17. Лейкин В.С. «Судовые электрические станции и сети». Москва, 1996 . – 345 с.

18. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Укрморинформ, 2012 – 170 с.

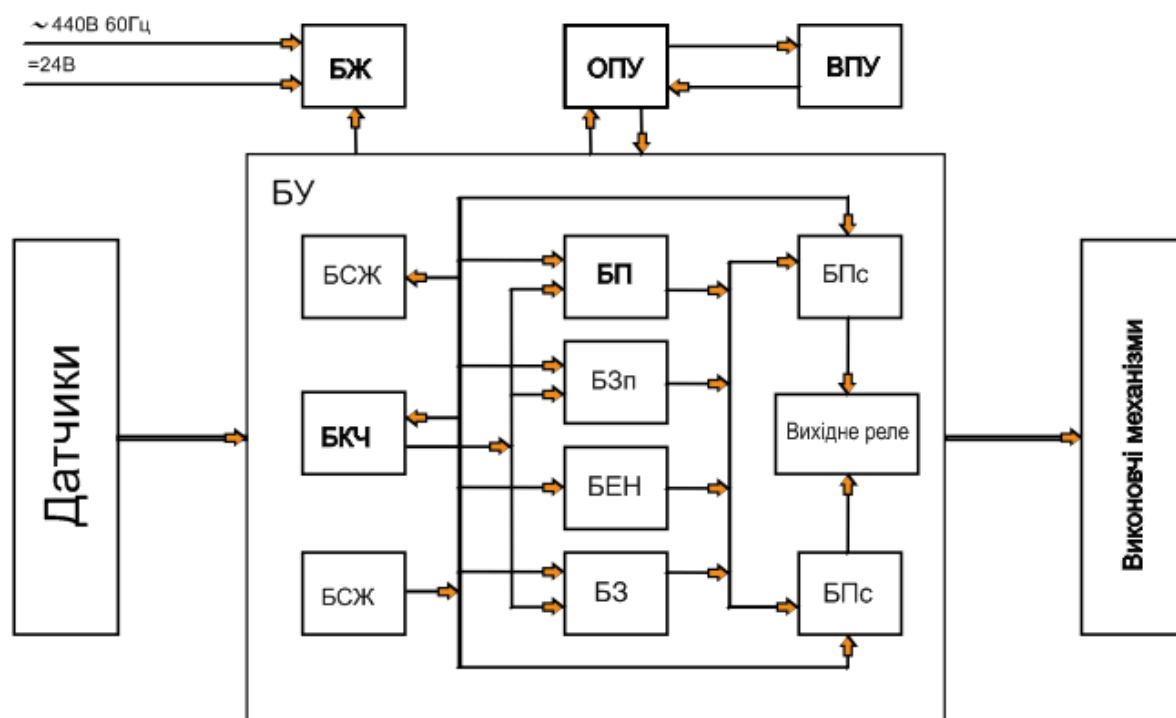
19. Правила технической безопасности на судах морского флота, РД 31.81.10-12,2012 - 196 с.

ДОДАТОК А



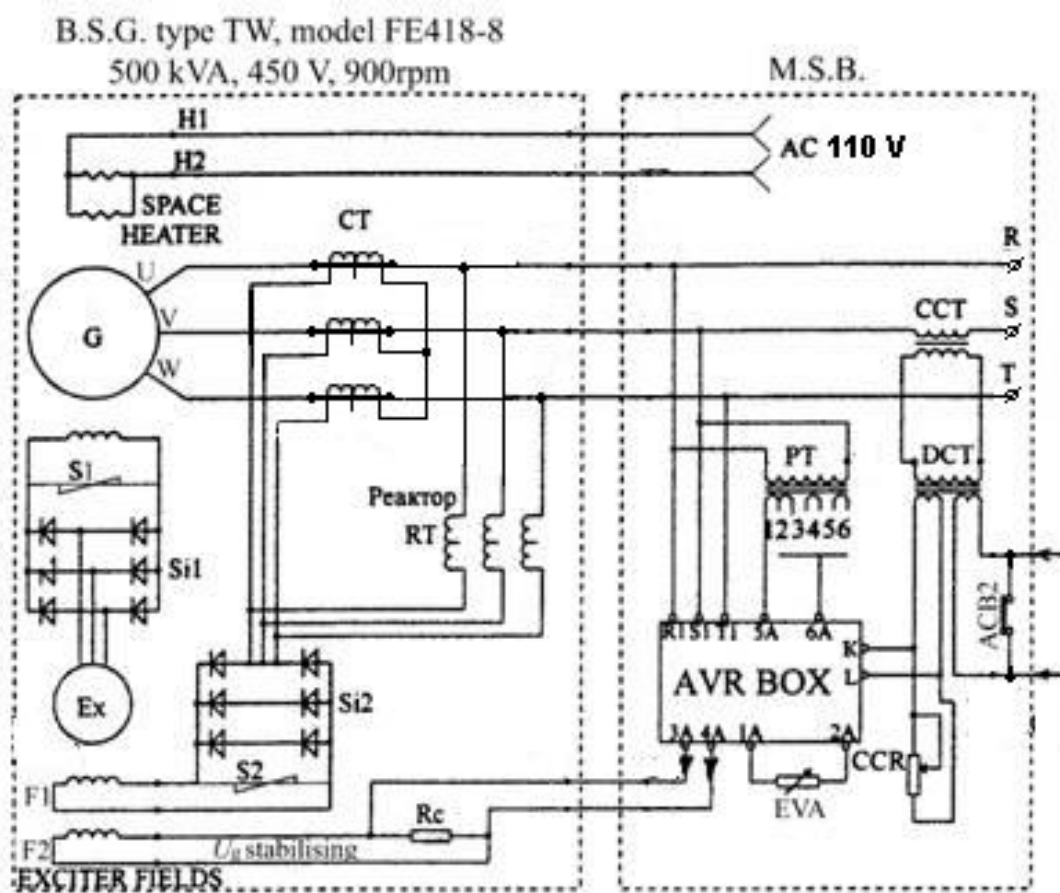
Принципова схема управління ЕП насосу паливоперекачування

ДОДАТОК В



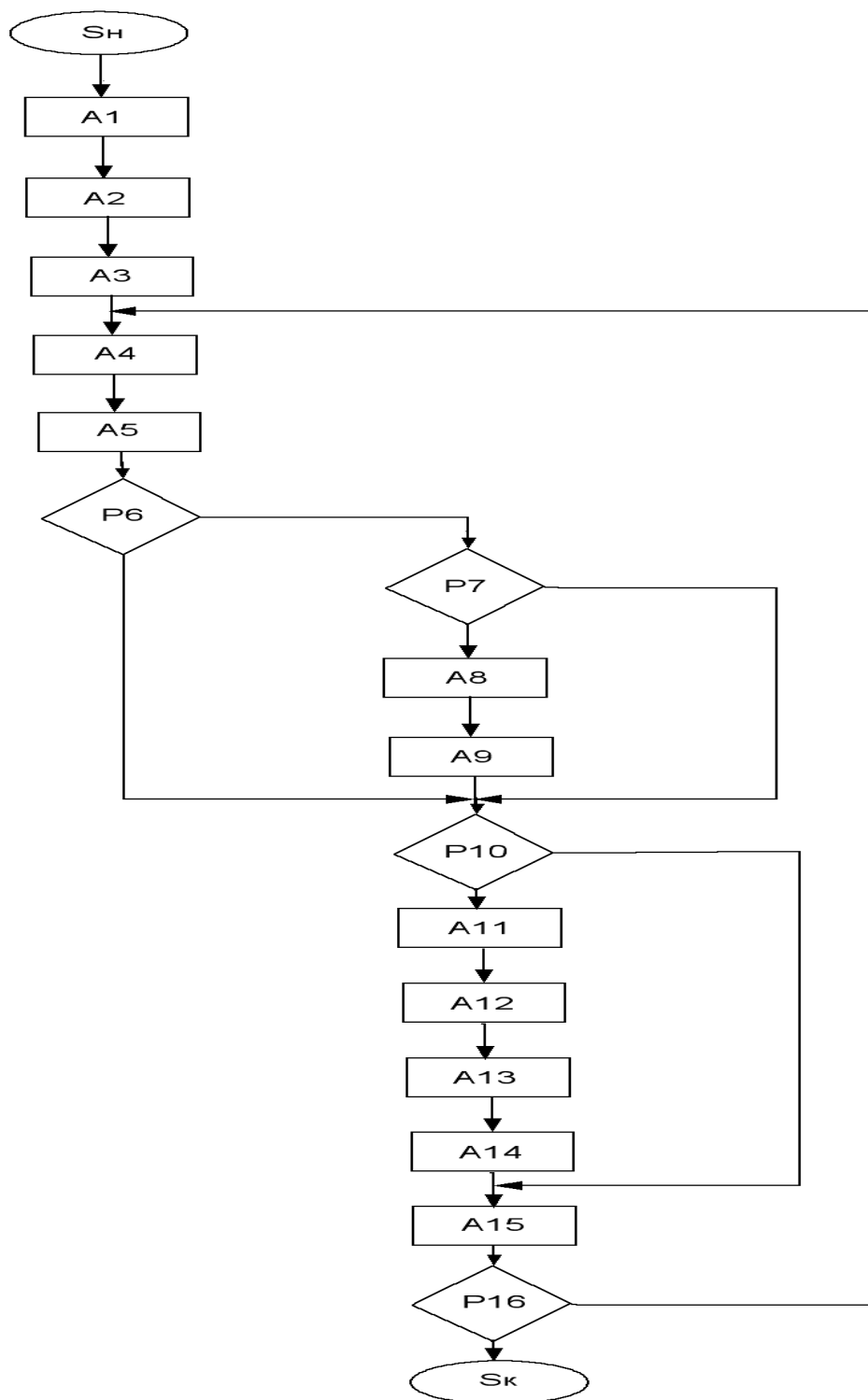
Структурна схема автоматичного управління ДГ.

ДОДАТОК С



Система збудження ДГ

ДОДАТОК Е



Алгоритм управління АСУ СЕЕС