

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 ВОДОТОННАЖНІСТЮ 163000 ТОН**

Виконав: студент 5 - го курсу
спеціальність 271

«Річковий та морський транспорт»

Дубчак Д.В.

Допущений до захисту 17.12.2021

(дата малого захисту)

завідувач кафедри ЕОіАС

Гвоздева І.М.

Керівник Михайленко В.С.

Нормоконтролер

Рецензент

Зеленко С.О.
Муха М.В.

м. Одеса – 2021 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

ННІ А та ЕМ _____ Кафедра _____ ЕО і АС

Спеціальність _____ Річковий та морський транспорт _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою ЕОіАС

І.М.Гвоздева

« 8 » _____ 11 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу бакалавра

Дубчак Д.В. _____

Тема бакалаврської роботи

1. «Електрообладнання, електронна апаратура та системи управління танкера дедвейтом водотоннажністю 163000 тон » затверджена наказом ректора академії від «08» 11 2021 р. № 1694

2. Термін здачі курсантом закінченої роботи до 08. 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

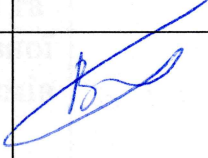
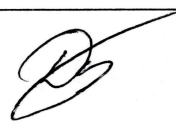
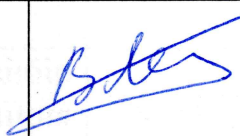
– обґрунтування і вибір схеми живлення та управління електроприводу;

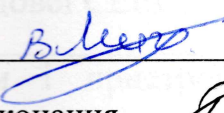
– вибір комутаційно-захисної апаратури та засобів електромагнітної сумісності електроприводу;

– розробка інструкції з експлуатації суднового електроприводу, який розраховувався.

4.3. Суднова електроенергетична система (СЕЕС):

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Цивільний захист/оборона	кафедра МТ		
Охорона праці	кафедра БЖ		

7. Дата видачі завдання: 5.11.21 2021 р.Керівник  Михайленко В.С.Завдання прийняв до виконання  Дубчак Д.В.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

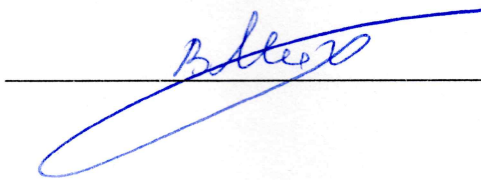
№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання	Примітка
1	Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна, головної силової установки, допоміжних механізмів і систем.	5.11-15.11	вик
2	Розрахунок режимів роботи і вибір електроприводу та системи управління судновим механізмом.	15.11-18.11	вик
3	Розрахунок судової СЕЕС.	18.11-28.11	вик
4	Аналіз систем і пристроїв управління судном.	28.11-5.12	вик
5	Розробка технології та інструкції по експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації.	5.12-10.12	вик
6	Питання цивільної оборони і охорони праці.	6.11-16.11	вик
7	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини роботи.	16.11-26.11	вик

Курсант-дипломник



Дубчак Д.В.

Керівник



Михайленко В.С.

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі наведено опис судна танкеру водотонажністю 163000 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.

Виконано опис системи комп'ютерного моніторинга параметрів об'єктів СЕУ, а також зроблено функціональну схему автоматизації системи управління допоміжного парового котла. Розглянуті питання технічної експлуатації судового електроустаткування та деяких механізмів, а також питання охорони праці та охорони навколишнього середовища, міжнародні конвенції.

СУДОВОЙ ЕЛЕКТРОПРИВІД, СУДОВА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ,
ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ

ANNOTATION

In the thesis the description of the vessel of the tanker oil tankers with a deadweight of 163000 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 GPCH 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.

SHIP ELECTRIC MOTOR, SHIP POWER PLANT, INTEGRATION OF THE
CONTROL SYSTEM, CONTROL ALGORITHM

ЗМІСТ

	стр
ВСТУП	10
1. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	11
2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	22
2.1 Принцип роботи суднової баластної системи	
2.2 Розрахунок та вибір електродвигуна	
2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури	
2.4. Інструкція з експлуатації	
3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)	23
3.1. Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції	25
3.2. Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ	30
3.3. Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів	45
3.4. Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги	50
3.5. Розрахунок провалу напруги при пуску найбільш потужного споживача електроенергії	52
3.6. Вибір системи збудження синхронних генераторів	53
3.7. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної схеми АСУ СЕЕС.	54
4. АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	61
4.1. Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі інформаційних і управляючих систем	61
4.2. Автоматизація системи допоможного котла	64

4.3. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судном	66
4.4. Технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіонавігаційних пристроїв	70
5. ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ	80
ВИСНОВКИ	81
Список використаної літератури	82
ДОДАТКИ	83

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АВ - Автоматичний вимикач.

АДГ - Аварійний дизель - генератор.

АКБ - Акумуляторні батареї.

АПС - Аварійно - попереджувальна сигналізація.

АРЩ - Аварійний розподільний щит.

АРН - Автоматичний регулятор напруги.

ГД - Головний двигун.

ГА - Генераторні агрегати.

ГСА - Граф схема алгоритму.

ГРЩ - Головний розподільний щит.

ДАУ - Дистанційне автоматичне управління.

СДГ – Судновій дизель - генератор.

ДК - Допоміжний котел.

СЕС - Суднова електростанція.

СЕУ - Суднова енергетична установка.

ВСТУП

Сучасне судно, навіть найменше, як правило, оснащено самою різноманітною апаратурою, яка працює від електричного струму. Суднові електростанції, є найбільш поширеним джерелом електроенергії, як на річкових, так і на морських судах. Під терміном «Суднові електростанції» прийнято розуміти електричну систему, основними функціями якої є вироблення електричної енергії. Допоміжними функціями такий електроустановки будуть перетворення частоти і напруги струму і розподіл електричної енергії між різними споживачами. Виділяється три основних типи призначення: основне призначення, спеціальні електростанції та аварійне призначення. Якщо електростанція забезпечує все судно електричною енергією, не залежно від того, в якому режимі йде робота, то таку станцію називають основним джерелом енергопостачання. Розподільний вузол основний електростанції прийнято розміщувати в приміщенні головного пульта управління, а джерела електроенергії – у машинному відділенні судна.

В плані способу управління розрізняють суднові електростанції з ручним і автоматизованим управлінням. В даний час краще використовувати другий тип. Судна транспортного флоту мають велику кількість різних електрифікованих механізмів, схем енергоукомплектування та автоматики, які відрізняються різноманітністю систем керування. Сучасні технології дозволяють застосовувати технічні засоби збору, перетворення, передачі й відображення інформації, формування, передачі й реалізації керуючих впливів на об'єкти управління. Системи керування виконують функції автоматичного регулювання, управління, контролю, захисту, діагностування стану суднових технічних засобів. На сучасних судах кількість споживачів електроенергії суднової електростанції безупинно збільшується, потужності споживачів ростуть, відповідно ростуть і потужності суднових електричних станцій.

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

У дипломній роботі розглядається електрообладнання та системи керування танкера водотонажністю 163000 тон.



Рисунок 1.1 - Танкер Bermuda Spirit

Flag	 Bahamas
MMSI	311020900
IMO	9411226

Таблиця 1.1 - Загальна характеристика судна

Довжина,м	274
Ширина,м	48
Водотонажність ,т	163000
Дедвейт, т	158143
Швидкість,вуз	8,5 вуз.

Таблиця 1.2. - Головний двигун

Виробник	HYUNDAI-B&W
Тип	6S70 MC-C
Потужність,кВт	18660
Число обертів, об/хв	91

Таблиця 1.3. - Параметри СДГ (СЕС)

Генератор	
Виготівник	HYUNDAI
Тип	HFC
кілкість	3
Потужність	1075 Квт
Частота	60 Гц
Напруга	450 В

Таблиця 1.4. Аварійний ДГ

Виробник	HYUNDAI
Тип	HFC
кількість	1
Потужність	150 Квт
Число обертів	1800 об/хв.
Напруга	450 В

Таблиця 1.5.Допоміжний котел

Виробник	Mitsubishi
Тип	МАС
Робочий тиск	1,5 МПа
Паровиробництво	35000 т/год

Судно має один гребний вал та гвинт фіксованого кроку. Клас автоматизації судна – AUT 1

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА

2.1 Принцип роботи суднової баластної системи

Баластова система служить для прийому, перекачування по судну і видалення за борт водяного баласту. Баласт (забортну воду) приймають на судно для збільшення осадки при порожньому рейсі з метою поліпшення роботи гребних гвинтів, для вирівнювання крену або дифферента, зміни остійності судна. Вага прийнятого баласту у суховантажних суден складає приблизно 15-20% водотоннажності, а у танкерів - до 50% і більше. Як баластних ємностей використовуються танки подвійного дна, форпик, ахтерпик, бортові і подпалубні цистерни (на рудовозах), диптанків, а на танкерах - вантажні або спеціальні баластні відсіки. Баластні системи призначені для прийому в цистерни водяного баласту, перекачування і видалення його з судна з метою зміни опаді і остійності судна (баластних система), вирівнювання або створення в необхідних випадках штучних крену (креновая система) і дифферента (дифферентная система) при виконанні вантажно розвантажувальних робіт, плаванні в льодах і в аварійних ситуаціях, а також у зв'язку з витрачанням запасів палива і води. У загальному вигляді баластні системи призначені для забезпечення нормальної експлуатації транспортних суден, зокрема для зміни посадки (крену, дифференту, опаді) порожнього судна і метацентрической висоти судна з вантажем. На танкерах, як правило, є окремі баластні системи в МО, ахтерпик і форпіка. Баластування вантажних танків не допускається; для цього повинна передбачатися система ізольованого баласту. На великих судах, нафторудовози і криголамах для швидкої перекачування великих мас води в баластних системах застосовують осьові насоси, в тому числі реверсивного дії, а трубопроводи виконують у вигляді корпусних коридорів з розвантажувальними каналами, що повідомляються з атмосферою. На рис.2.1 приведена схема функціональної групи насоса баластної-осушувальної системи танкера.

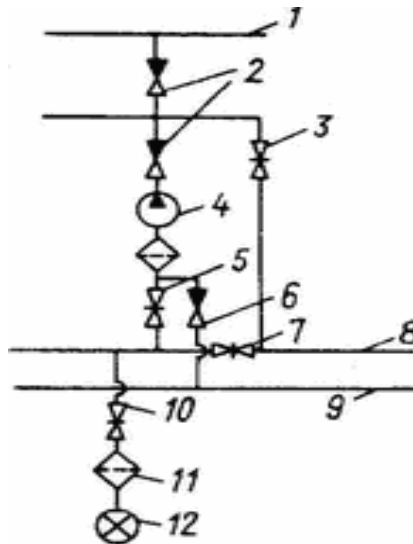


Рисунок 2.1 - Схема функціональної групи насоса баластної-осушувальної системи судна:

1 - борт; 2,6 - безповоротно-запірні клапани; 3, 5, 7, 10 - клінкетні засувки; 4 - баластних-осушувальний насос; 8 - баластних система; 9 - осушувальна система; 11 - фільтр заборотної води; 12 - кінгстон

2.2.Розрахунок та вибір електродвигун

Система призначенна для заповнення й осушення баластних танків. Подача баластного насоса має бути такою щоб осушити усі баластні танки за 10 год в залежності від розмірів судна. Потужність на валу електродвигуна, необхідна для обертання центробіжного насоса, визначається роботою, витраченою на циркуляцію рідини:

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

де $P_{\text{дв}}$ – потужність на валу електродвигуна, кВт; $H_{\text{ст}}$ – статична складова напору, м; $\sum H_{\text{м}}$ – втрати напору в трубопроводі і місцевих опорах напору, м; Q – подача, м³/с; γ – удільна вага рідини, Н/м³; $P_{\text{наг}}$ – тиск нагнітання, Н/м²; $\eta_{\text{об}} =$

0,94÷0,98 – коефіцієнт, враховуючий втрати через нещільності; $\eta_{\text{нас}}$ – ККД насосу. ККД центробіжного насосу і його параметри: ККД = 0,7; $\eta_{\text{об}} = 0,98$;

Подача рідини насосом визначається по формулі:

$$Q = 0,75 \cdot d^2 \cdot v \quad (2.2)$$

З технічної документації судна продуктивність баластного насосу = 6588 м³/час = 1,83 [м³/сек]

$$Q = 1,83 \text{ (м}^3\text{/с); } P_{\text{наг.}} = 139 [\text{кН/м}^2]$$

Підставимо обрані параметри насосу у формулу (2.1):

$$P_{\text{дв}} = \frac{1,83 \cdot 139 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{0,98 \cdot 0,7} \approx 370 [\text{кВт}]$$

Тип електродвигуна вибирають у залежності від роду струму на судні і типу насоса. Електродвигуни з коротко-замкнутим ротором перемінного струму в більшості випадків цілком задовольняють усім вимогам, пропонованим до електроприводів центробіжних насосів. Згідно каталогу продукції фірми Hoyer Motors, вибираємо:

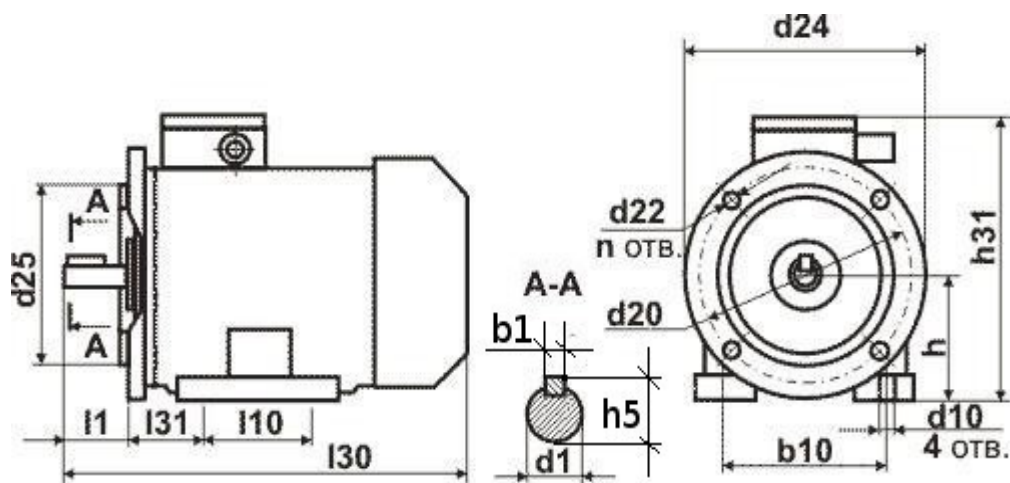


Рисунок - 2.2. Електродвигун Hoyer Motors, 370 кВт

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики електродвигуна **Hoyer Motors IE 2**

Двигун	Потуж	Об/хв.	Струм при 440 В, А	ККД, %*	Коеф. потужн.*	Іп/ Ін	Мп/Мн	Мmax/Мн	Момент інерції, кгм ²	Маса, кг*
Y2E2	370 кВт	3570	600	94	0,8	6,8	2,2	2,3	0,3500	450

2.2. Вибір схеми живлення та управління

Режим роботи електроприводу баластних насосів є повторно-короткочасним і характеризується зміною навантаження приводного двигуна в широких межах. Асинхронні електродвигуни, крім очевидних переваг мають два суттєвих недоліки - великий пусковий струм (до семи разів більше номінального) і ривок на старті. Дані недоліки негативно впливають на стан електромереж, вимагають застосування автоматичних вимикачів з відповідною времятоковою характеристикою, створюють критичні динамічні навантаження на устаткування. Для дотримання технологічних норм для м'якого запуску електродвигуна застосовують різні способи

- перемикання зірка - трикутник;
- запуск за допомогою автотрансформатора;
- пристрої плавного пуску асинхронного двигуна (УПП).



Рисунок 2.1. - Графік пускових струмів

Пуск за допомогою автотрансформатора. Зменшити напругу, що підводиться до двигуна, а разом з цим зменшити пусковий струм двигуна можна також за допомогою автотрансформатора. при пуску автотрансформатором знижують напругу на 50-80%. Розробка релейно-контактної схеми управління електроприводом баластних-осушувального насоса (рис.2.2).

Нв схемі установлені елементи:

1. - живильні дроти;
2. - головні контакти контактора ;
3. - нагрівальні елементи теплового реле, призначеного для захисту електродвигуна насоса від струмів перевантаження;
4. - асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором.

У схемі управління показані:

1. перемикач видів управління має 2 контакту і може займати одне з 3-х положень: «вимкнено» (як на схемі), при якому робота насоса неможлива; «Ручне управління», при якому обидва контакти перемикаються в верхнє положення; «Автоматичне керування», обидва контакти перемикаються в нижнє положення;

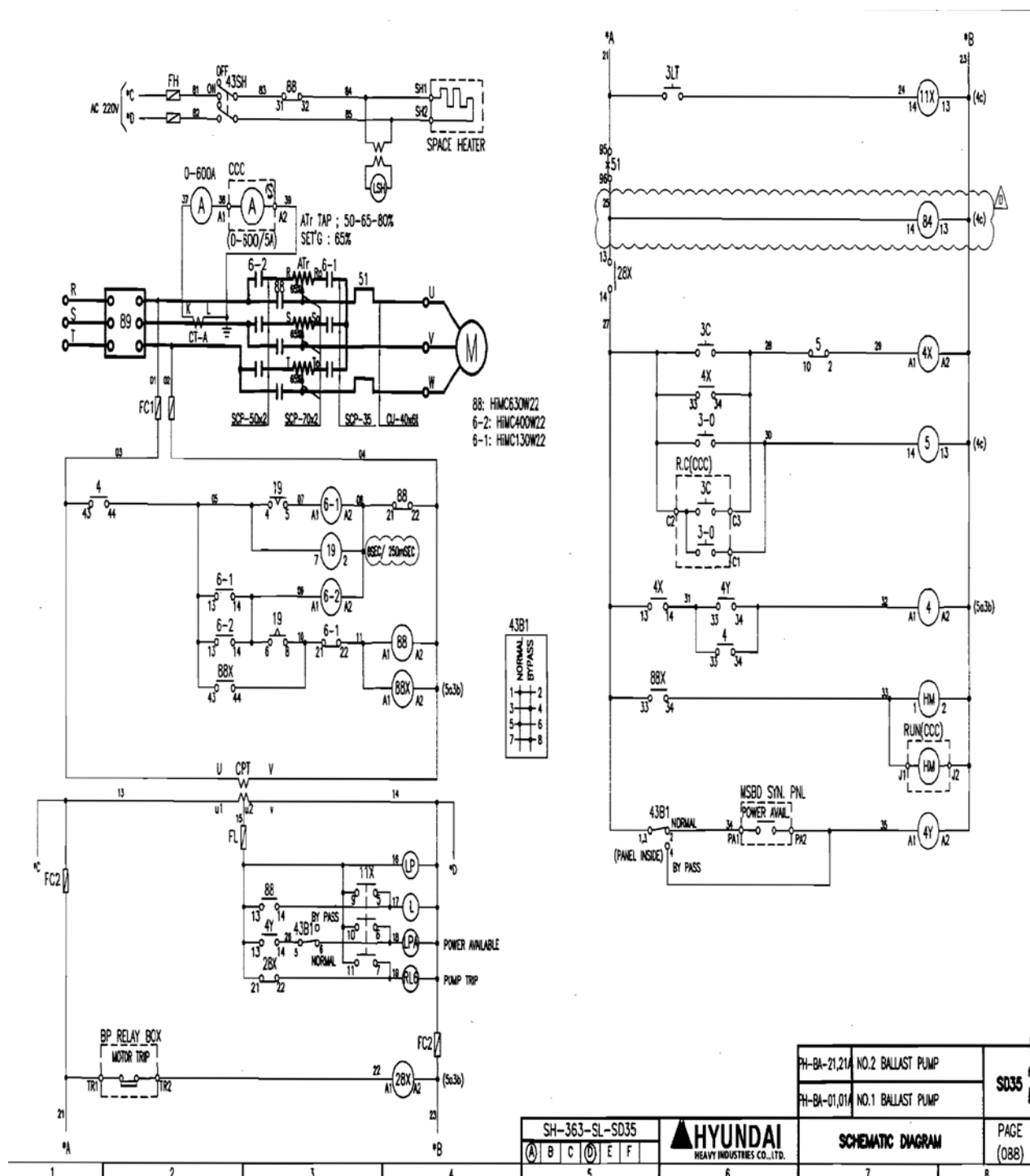


Рисунок 2.2 - Принципова релейно-контактна електрична схема управління баластовим насосом

Для підготовки схеми до роботи:

1. встановлюють перемикач видів управління в положення «ручне» або «автоматичне»;

2. включають на розподільному щиті автоматичний вимикач (на схемі не показаний), при цьому на лінійних проводах А, В, С з'являється напруга 440 В. Ця напруга з лінійних проводів В і С надходить на первинну обмотку трансформатора, внаслідок чого на вторинній обмотці з'являється знижена напруга, яке випрямляється і подається на котушку зливного клапана, останній відкривається. Зі сказаного випливає, що зливний клапан відкривається з моменту подачі живлення на схему і незалежно від режиму роботи насоса - «ручне» або «автоматичне».

При «ручному» управлінні рівень води контролюється вахтою в машинному відділенні. У разі підвищення рівня води, наприклад, лівого борту, замикаються контакти реле рівня в ланцюга котушки реле часу. Реле через 6-8 с замикає два своїх контакту - верхній в ланцюзі котушки контактора і нижній в ланцюзі котушки електромагнітного клапана. Замикання верхнього контакту не приводить до включення насоса, тому що контакти перемикача знаходяться в положенні «ручне». Замикання нижнього контакту включає котушку електромагнітного клапана на всмоктуванні, останній відкривається. Контактор включається, замикає головні контакти в ланцюзі обмотки статора двигуна, а також два допоміжних - один шунтирует кнопку SB1 (SB2), після чого її можна відпустити, а другий включає проміжне реле.

Це реле замикає свій контакт в ланцюзі котушки реле часу з витримкою часу 50 хв. В результаті роботи насоса рівень води знижується, контакт реле рівня розмикається, відключаючи котушку реле часу. Реле розмикає обидва своїх контакту, розпоневірянь верхнього не впливає на роботу схеми, а при розмиканні нижнього відключається електромагнітний клапан, який закривається. У цей момент часу вахтовий повинен зупинити

насос натисканням кнопки. Якщо зробити це з запізненням, насос може вийти з ладу, тому що вода через нього не йде (клапан вже закритий).

При автоматичному управлінні перемикач SA знаходиться в положенні «автоматичне». При підвищенні рівня води в колодязі, наприклад, лівого борту, реле рівня замикає свій контакт, включаючи реле часу. Реле часу через 6-8 с замикає два своїх контакту - верхній в ланцюзі котушки контактор і нижній в ланцюзі котушки електромагнітного клапана. У схемі є 2 сигнальних реле. Реле перше включається одночасно з контактором і залишається включеним, поки включений цей контактор. Якщо насос працює більше 50 хв, реле на 51-й хвилині замикає свій контакт в ланцюзі сигналу «Насос працює дуже довго», тим самим привертаючи увагу вахти в МО до тривалої роботи насоса. Це реле працює однаково як в ручному, так і в автоматичному режимі.

Реле друге включається в двох випадках:

1. при спрацьовуванні теплового реле. У цьому випадку реле розмикає один свій контакт в ланцюзі котушки лінійного контактора, насос зупиняється, і замикає другий контакт в ланцюзі котушки реле часу. Реле через 5-8 с замикає контакт в ланцюзі сигналу «Насос несправний». Цей сигнал з'являється при перевантаженні насоса при роботі як в ручному, так і в автоматичному режимі;

2. при спрацьовуванні реле тиску, але тільки в автоматичному режимі, так як ланцюг струму через контакт може утворитися за умови, що нижній контакт перемикача видів управління SA замкнутий, а це можливо тільки в автоматичному режимі. Нагадаємо, що реле тиску SP встановлено на сливі і замикає свій контакт при неприпустимому зниженні тиску води на зливі, наприклад, в разі, якщо своєчасно не розімкнувся контакт реле рівня, тобто насос відкатав всю воду з колодязя і продовжує працювати «всуху».

2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури

2.3.1 Вибір автоматичного вимикача

Ефективним засобом захисту двигуна є автоматичний вимикач [5]. Автоматичний вимикач, володіючи максимально струмового захисту, захистів двигун від надмірного зростання струму в ланцюзі обмотки статора, наприклад, при обриві фази або пошкодження ізоляції. При цьому він обереже живить ланцюг від короткого замикання у двигуні. Автоматичний вимикач, з тепловим розчеплювачем, мінімальним розчеплювачем напруги або нульовим розчіплювачем, здатний захистити двигун і від інших можливих аварійних режимів. В даний час, це один з ефективних захисних пристроїв асинхронних двигунів і ланцюгів, в яких вони працюють. При великих перевантаженнях по струму можна використовувати плавкі запобіжники. Однак треба враховувати, що це апарат разової дії, вимагає заміни при виході з ладу. Крім того, вихід з ладу одного з запобіжників в ланцюзі обмотки статора може спровокувати неполнофазный режим роботи двигуна і його пошкодження. Для вибору автоматичного вимикача, що підключає електропривід центробежного насосу до мережі трифазного змінного струму, знайдемо розрахунковий струм по формулі:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H} \quad (2.1)$$

де, P_H - потужність електродвигуна насосу;

U_H - напруга живлення ЕД;

$\cos \varphi_H$ – коефіцієнт потужності приймача.

Але згідно з технічними даними ЕД, ми вже знаємо $I_H = 600$ А. Тож можна не проводити зайві розрахунки. Для вибору автоматичних вимикачів спочатку вибирають номінальний струм максимального розчіплювача, а потім номінальний струм автомата, дотримуючи умову $I_{н.р} > I_{\text{раб}}$. Після цього необхідно вибрати струм розчіплювачів в зоні КЗ щоб уникнути помилкових

спрацьовувань автоматів в моменти пуску електродвигунів по умові $I_{тр.р} > 1,2 I_{пуск.дв.}$

Вибираємо по розрахункових значеннях струму автоматичний вимикач $I_{ном} = 600 \text{ А}$, $I_{к.з} = 6 I_{ном} = 3600 \text{ А}$ з каталогу “Автоматичні вимикачі та вимикачі навантаження Schneider Electric” вибираємо вимикач фірми Schneider Electric з межею робочого струму до 4000 А

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:

- 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.

3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)

3.1. Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції

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

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

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

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

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

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

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

Визначення коефіцієнта однодії K_o залежить від кількості резервних споживачів, віднесених в кількість установлених. Так як на даному судні 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 $\eta = f(K_3)$ та $\cos \varphi = f(K_3)$, по яким можна встановити слідуюче: якщо K_3 змінюється в межах 0,6–1, то кожне зменшення K_3 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:

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

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

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

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 данном 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 данной 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 данном режимі, то в колонці с коефіцієнтом загрузки 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 даному 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:

При виборі генераторів необхідно користуватися наступними вимогами Регістра. Відповідно до вимог Правил морського реєстра на морському судні повинно бути передбачено не менше двох основних джерел електроенергії, при цьому вибір кількості і потужності джерел електроенергії визначається режимами силової установки судна: на ходу, на маневрах, на стоянці без вантажних операцій, на стоянці з вантажними операціями, з роботою головної холодильної установки і на маневрах з ГХУ. Також при виборі джерел електроенергії повинен забезпечуватися аварійний режим роботи судна при виході з ладу основних джерел. Потужність аварійного джерела повинна забезпечувати безперебійну роботу систем, необхідних для руху і безпеки судна в даному режимі.

На судах вантажопідйомністю понад 300 рег. т. повинен бути передбачений аварійний джерело електроенергії, як правило, аварійний дизель- генератор (АДГ), розташований вище палуби водонепроникних перегородок. Він повинен забезпечувати протягом певного часу харчування споживачів, зазначених у Правилах реєстра (аварійне освітлення, рульовий привід, радіостанція тощо). На підставі вищесказаного, для проектного судна, приймаємо судову електростанцію змінного струму, напругою: 440 В - для силових систем; 220В - для систем освітлення, обігріву та штепсельних розеток; 24В і 12В - штепсельні розетки, встановлені в місцях і приміщеннях з підвищеною вологістю. Далі наводиться розрахунок потужності електростанції для наступних режимів роботи:

- ходової режим;

- маневри;
- стоянка з вантажними операціями;
- аварійний.

Розрахунок навантажень для різних режимів роботи наведено у додатку.

У таблиці 3.1 наведені підсумкові дані розрахунків таблиці навантажень.

Таблиця 3.1. - Підсумкова таблиця навантажень

Найменування режиму роботи	Сумарна споживана потужність*		
	P, кВт	Q, кВАр	S, кВА
Ходовий	1045	645	1228
Стоянковий з вантаж.оп.	1975	1133	2276
Маневровий	1820	936	2046
Аварійний	120	64	138

Сумарне навантаження з урахуванням коефіцієнту різночасності ($K_p=0,80$) та витрат у мережі ($K_{п}=1,04$).

Виходячи з вищевикладеного вибираємо три генератори фірми типу НС потужністю 1075 кВт, та один аварійний генератор потужністю 150 кВт.

Таблиця 3.2 Основні дані генераторів

Тип генератору	P _н , кВт	U _н , В	N _н , об/хв	ККД	I _н , А
HYUNDAI	1075	440	750	0,92	1517
АДГ HYUNDAI HFC	150	440	750	0,91	474,75

АВАРІЙНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

В якості аварійних джерел електроенергії на суднах застосовують дизель-генератори або акумуляторні батареї. Аварійні джерела призначені для електропостачання приймачів, що працюють в аварійних режимах. При установці на судні аварійного дизель-генератора (АДГ) (рис. 3.1) повинна бути додатково передбачена акумуляторна батарея (короткочасний аварійне джерело). Аварійна електростанція (АЕС) складається з дизель-генераторного агрегату з автоматизованою системою пуску і прийому навантаження (при зникненні і неприпустимому зниженні напруги на ГРЩ основний ЕС) та аварійного розподільного щита (АРЩ). Крім автоматизованого пуску, АДГ повинен мати ручний дистанційний пуск. АДГ і АРЩ встановлюють у загальному приміщенні, розташованому вище палубних перебірок поза шахти машинних відділень (і не перед таранної переборкой) з безпосереднім виходом на відкриту палубу. Акумуляторні батареї і АРЩ знаходяться в одному приміщенні. Аварійна ЕС повинна забезпечувати електроенергією такі приймачі: аварійні світильники і сигналізацію, електроприводи, системи, сигналізацію водонепроникних дверей, щит сигнально-розпізнавальних вогнів, ліхтарі «Не можу управлятися» і денний сигналізації, пристрої дистанційного пуску, попереджувальну сигналізацію засобів пожежогасіння і пожежного насоса, компресори та насоси спринклерної системи, радіотехнічні засоби, радіолокаційні системи, гірокомпас і інші системи і пристрої, робота яких необхідна для безпеки судна.

3.1.1. Вибір акумуляторів

Судно оснащене різними джерелами безперебійного живлення (ДБЖ) для підтримки електроживлення до основного суднового обладнання та в разі збою живлення від мережі. Ці джерела живлення забезпечують безперебійне електропостачання споживача незалежно від того, основний або аварійний

запас енергії доступний чи ні. Блоки ДБЖ (рис. 3.5) зазвичай складаються з (випрямляча / зарядного пристрою, інвертор, акумулятор і обвідний блок). У нормальних умовах, випрямляч / зарядний пристрій, подає навантаження (іноді, використовуючи інвертор на виході, якщо навантаження змінного струму) з акумулятором. Отримавши підзаряду для підтримки напруги. У разі збою В мережі, батарея буде автоматично підтримувати навантаження (через інвертор, якщо навантаження змінного струму). Батареї мають обмежені можливості, але, як правило, розрахункова навантаження забезпечує роботу техніки протягом як мінімум 30 хвилин. Коли харчування повертається в нормальний стан, батареї автоматично отримують підвищення (вирівнюючий) заряд. Деякі ДБЖ оснащені обвідним засобом для того, щоб ДБЖ були ізольовані для обслуговування, в той час як навантаження проходить безпосередньо від мережі. Вибір акумуляторів складається з двох завдань:

- Вибір типу акумулятора, відповідно заданим умовам експлуатації
- Визначення ємності акумуляторної батареї для живлення заданих споживачів електроенергії.

Початкові дані:

середній пусковий розрядний струм - 340 А

кол-во пусків - 7

напруга - 12 В,

час одного пуску - 6 с.

Вибір акумулятора:

$$1) \text{ Розрахуємо ємність АБ: } C_{AB} = \frac{I_{PA3P} \cdot t_{\psi} \cdot n_{\psi}}{3600} = \frac{340 \cdot 6 \cdot 7}{3600} = 3,96 \text{ А ч}$$

$$2) C'AB = C_{AB} / (K1K2) = 3,96 / 0,85 \cdot 0,9 = 5,2 \text{ А год}$$

3) Для забезпечення цієї ємності і напруги 12В вибираємо акумуляторну батарею типу 6СТК-135.

Дані акумуляторної батареї 6СТК-135:

- Число акумуляторів в батареї: 8
- Номінальна напруга: 12 В

- Струм розряду: 340 А (для стартерного режиму)
- Ємність: 28,3 А ч

3.1.2. Вибір перетворювачів електричної енергії.

Умови вибору трансформаторів:

1. За кількістю фаз.
2. По напрузі.
3. За потужністю.

За вимогами Регістру трансформаторна підстанція повинна забезпечувати живлення всіх приймачів в разі відмови найпотужнішого. Найбільш часто на судах встановлюють два або три трансформатора рівної потужності, підключаючи їх до різних секцій ГРЩ. Вибір потужності трансформаторів для мережі освітлення виробляють по режиму найбільшого навантаження, прийнято в таблиці навантажень генераторів.

Для розрахунку використовуємо наступне співвідношення:

$$n \cdot S_{н.т.} \geq k_o k_z \cdot \sum P_i, \text{ де}$$

n – число трансформаторів;

$S_{н.т.}$ – номінальна потужність трансформатора;

k_o – коеф. одночасності;

k_z – коеф. завантаження трансформатора;

P_i – сумарна потужність споживачів.

$$P_i = P_{\text{камб}} + P_{\text{осв}} + P_{\text{прож}} + P_{\text{нагр}} + P_{\text{РО}} + P_{\text{ел.нав.}} = 260 + 380 + 150 + 270 + 71 + 51 = 1182 \text{ кВт}$$

$$n \cdot S_{н.т.} \geq 0,95 \cdot 0,9 \cdot 1383 = 1182,5$$

Для харчування мережі освітлення і інших споживачів розрахованих на напругу 220В, приймаємо до установки три трифазних силових трансформаторов типу ТТАІ (трифазний, сухий, захищений, морський) та три ТСМ- 150 на 150 кВа - 440/220 В.

Для заживлення радіобладнання і електрорадіонавігаційних приладів і аварійного освітлення від АРЩ приймаємо до установки трифазний силовий трансформатор типу ТСМ-40 (трифазний, сухий, захищений, морський) потужністю 20 кВА, напругою 450/120 В. Трансформатори встановлюються на пружних опор в кожній підстанція. Система автоматизації повинна забезпечувати: автоматичне включення і відключення системи охолодження одночасно з включенням в мережу і вимкненням трансформатора, регулювання інтенсивності охолодження в залежності від навантаження, включення резервного охолоджувача натомість вийшов з ладу, введення резервного джерела живлення при зниженні або зникненні живлення електродвигунів вентиляторів і насосів системи охолодження і відповідну сигналізацію про припинення роботи системи охолодження.

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:

- 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-груповою система розподілу електроенергії. Найбільш відповідні і потужні споживачі отримують живлення від ГРЩ, а не відповідальні від групових розподільних пристроїв, котрі живляться 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) напругам 440 В та 220 В згідно з Правилами Регістру. З 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;

З 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) пожежний насос;
- 8) баластно-осушувальний насос №1;
- 9) рульова машина №2;
- 10) брашпилі 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.

З 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;
- 9) рульова машина №1;
- 10) аварійна рульова машина;
- 11) брашпилі якірні 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.

З 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, панель носового підрулюючого пристрою, 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: синхроскоп, кнопки керування і лампи синхронізації генераторів, вимірювальний трансформатор напруги для роботи контрольної апаратури, по два вольтметра, частотоміра і ватметра з перемикачами на 3 положення для контролю параметрів працюючих і що підключаються на рівнобіжну роботу генераторів.

Панель ПНПП призначена для живлення підрулюючого пристрою. Встановлено амперметр з перемикачами на три положення і сигнальні лампи про положення автомату.

Розподільний щит (РЩ) №1

- Вентилятор №1,3,5 МВ;
- Вентилятори сепараторів №1,2;
- Вентилятори ГРЩ №1;
- Вентилятори трюмів №1,2,3,4,5;

Розподільний щит (РЩ) №2

1. Вентилятор №2,4,6 МВ;
2. Вентилятори сепараторів №3,4;
3. Вентилятори ГРЩ №1;
4. Вентилятори трюмів №6,7,8,9,10;

Розподільний щит (РЩ) №2

1. Охолоджуючий насос забортної 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. Трюмний пожежний насос;
3. Насос важкого палива котла №2;

Розподільний щит (РЩ) №13

1. Головний кондиціонер надбудови;
2. Кондиціонер МВ;

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 трюмів 3,4;
2. Освітлення трюмів 6,8
3. Освітлення проходів;

Розподільний щит (РЩ) №17

1. Освітлення 2-ї нижньої 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 обезточенні 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:

- 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»

При розробці схеми ГРЩ передбачається комбінування збірних шин, тобто ділення їх на кілька незалежних секцій, кожна з котрих має один чи кілька своїх джерел живлення, що збільшує живучість СЕС в цілому, при пошкодженні ділянки ланцюга. Для з'єднання секцій використовують автоматичні вимикачі, секційні роз'єднувачі. Встановлення вимикачів більш

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 всім

відповідальним токоприемникам 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 проводку кабелів в спеціальних каналах, що забезпечують огляд кабельних трас. Кріплення кабелів проводиться за допомогою кабельних підвісив, 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 ізолюваною 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 чотири генератори. Вихідні дані для розрахунку:

Таблиця 3.9 – Основні характеристики генератора для розрахунку токів КЗ

Потужність	1343 кВА (1075кВт)
Напруга	~ 450 В
Частота	60 Гц
Струм	1517 А
X_d	1,81 у.о

Продовження таблиці 3.9

X'_d	0,24 у.о
X''_d	0,15 у.о
r_a	0,0015 Ом

Складаємо розрахункову схему (рис. 3.1) для визначення струму КЗ при короткому замиканні на шинах ГРЩ.

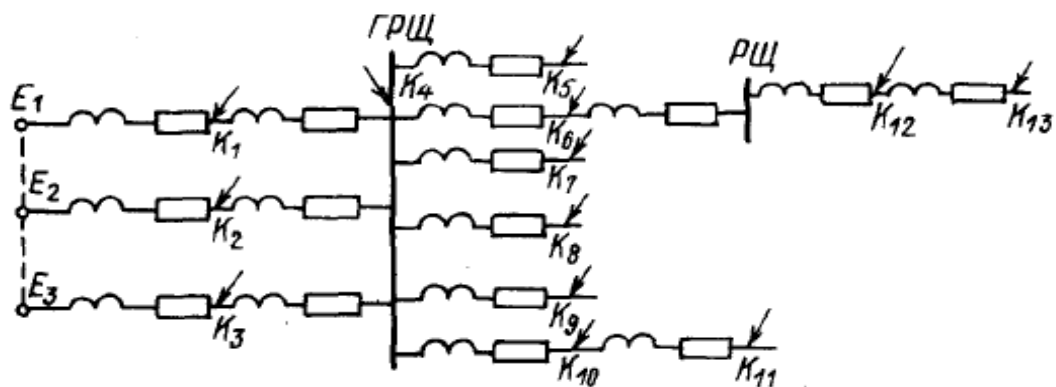


Рисунок 3.1 – Рахункова схема струмів КЗ

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

$$S_6 = 3 \cdot 1343 = 4031 \text{ кВА} \quad (3.14)$$

$$U_6 = 450 \text{ В} \quad (3.15)$$

Базисний струм розрахуємо за формулою:

$$I_6 = \frac{S_6 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_6} = \frac{4031 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 450} = 6415 \text{ А} \quad (3.16)$$

Визначимо значення опорів обмоток статора генератора:

Активний опір дорівнює:

$$R_1 = r_a \frac{S_6 \cdot 1000}{U_6^2} = 0,0015 \cdot \frac{4031 \cdot 1000}{202500} = 0,037 \text{ Ом} \quad (3.17)$$

Реактивний опір дорівнює:

$$X_1 = X_d'' \cdot \frac{S_6}{S} = 0,152 \cdot \frac{4031}{1343} = 0,456 \text{ Ом} \quad (3.18)$$

Активний опір кабелю дорівнює 0,092 Ом/км

Реактивний опір кабелю дорівнює 0,073 Ом/км

Опір десяти паралельно прокладених кабелів довжиною 10 м відповідно рівняються:

Активний:

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

Реактивний:

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

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

$$r_2 = (0,000092 + 0,0003) \frac{4031000}{450 \cdot 450} = 0,000392 \cdot 24,69 \\ = 0,0097 \text{ Ом} \quad (3.21)$$

$$x_2 = (0,000073 + 0,00015) \frac{4031000}{450 \cdot 450} = 0,000223 \cdot 24,69 \\ = 0,0055 \text{ Ом} \quad (3.22)$$

Загальний опір генераторних променів:

$$r_3 = r_1 + r_2 = 0,037 + 0,0097 \\ = 0,0467 \text{ Ом} \quad (3.23)$$

$$x_3 = x_1 + x_2 = 0,608 + 0,0055 \\ = 0,6135 \text{ Ом} \quad (3.24)$$

Для визначення еквівалентного опору чотирьох генераторних променів скористаємося комплексною формою їх вираження:

Приведемо чотирипроменеву схему до двопроменевої, і відповідно двопроменеву до однопроменевої, бо параметри всіх паралельно працюючих генераторів при розрахунку струмів короткого замикання прийняті однакові.

$$Z_{3,4} = r_{3,4} + jx_{3,4} \\ = 0,0467 + j0,6135 \text{ Ом} \quad (3.25)$$

$$Z_5 = \frac{Z_3 \cdot Z_4}{Z_3 + Z_4} = \frac{(0,0467 + j0,6135) \cdot (0,0467 + j0,6135)}{(0,0467 + j0,6135) + (0,0467 + j0,6135)} = \\ = \frac{-0,374 + j0,0573}{0,0934 + j1,227} \quad (3.26)$$

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

$$Z_5 = \frac{(-0,374 + j0,0573) \cdot (0,0934 - j1,227)}{(0,0934 + j1,227) \cdot (0,0934 - j1,227)} = \frac{0,0354 + j0,464}{1,5143} = \\ = 0,0234 + j0,3064 \quad (3.27)$$

$$Z_{\text{общ}} = \frac{Z_5}{2} = \frac{0,0234 + j0,3064}{2} \\ = 0,0117 + j0,1532 \quad (3.28)$$

$$r_6 = 0,0117 \text{ Ом}; \quad x_6 = 0,1532 \text{ Ом}$$

$$Z_7 = \sqrt{0,0117^2 + 0,1532^2} = \sqrt{0,02361} \\ = 0,154 \text{ Ом} \quad (3.29)$$

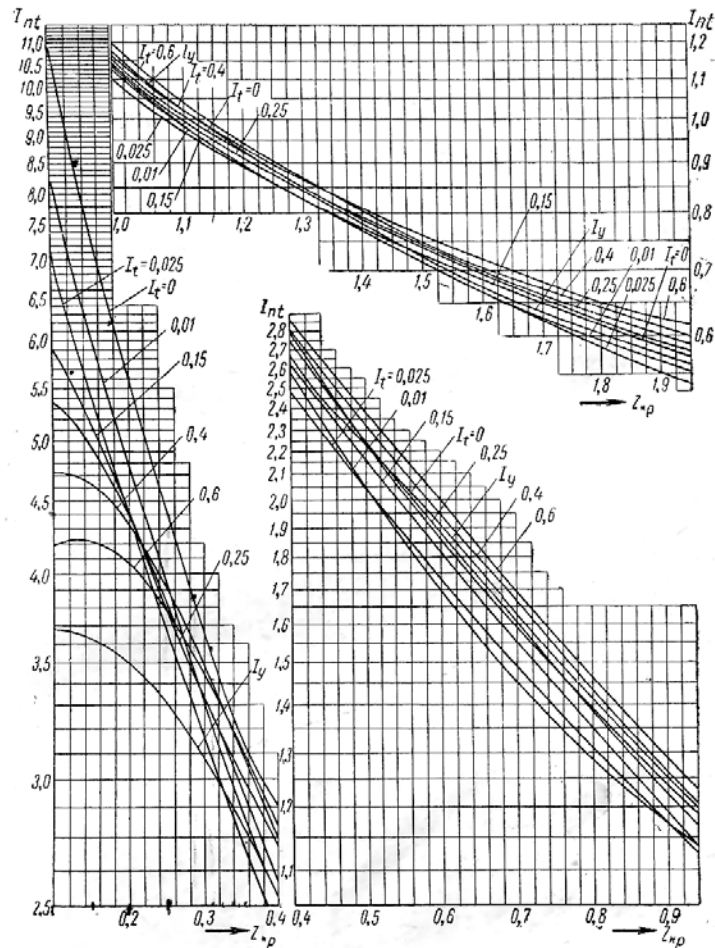


Рисунок 3.2 – Розрахункові криві струму короткого замикання

По розрахунковим кривим (рис. 3.3) відповідно $Z_7 = 0,154$ визначимо:

$$I_0 = 6,7;$$

$$I_{0.01} = 5,8;$$

Відношенню $x_6/r_6 = 0,1532/0,0117 = 13,09$ відповідає ударний коефіцієнт 1,8.

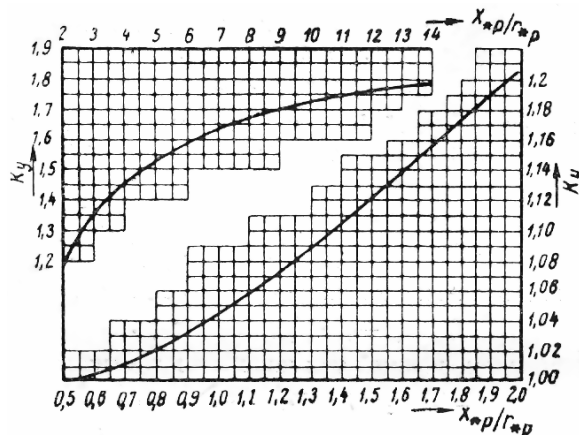


Рисунок 3.3 – Графік кривих змінення ударного коефіцієнту k_y

$$i_{уд.г} = \sqrt{2} \cdot I_6 \cdot (I_{0,01} + I_0 \cdot (K_{уд} - 1)) = \sqrt{2} \cdot 6415 \cdot (5,8 + 6,7(1,8 - 1)) = 101245 \text{ A} \quad (3.30)$$

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

$$i_{уд.д} = \sqrt{2} \cdot 6415 \cdot 3,4 = 30845 \text{ A} \quad (3.32)$$

$$i_{уд} = i_{уд.г} + i_{уд.д} = 101245 + 30846 = 132091 \text{ A} \quad (3.33)$$

Вибір генераторних автоматів

На основі отриманого значення ударного струму КЗ можна вибрати генераторні автоматичні вимикачі TERASAKI типу AR325.

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:

$$I_r = \frac{P_r \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_r \cdot \cos\varphi} = \frac{1075 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 450 \cdot 0,8} = \frac{10750000}{623,54} = 17240 \quad (3.34)$$

По розрахунковому струмі виберемо перетин кабелю, він дорівнює 10х(3х120) мм². Марка кабелю генератора – MPR.

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 25 метрам (0,025 км).

r і x – значення активного і реактивного опору кабелю:

$r = 0,082$; $x = 0,063$ Ом/км.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 17240 \cdot 0,025 \cdot \frac{0,082 \cdot 0,8 + 0,063 \cdot 0,72}{450} \cdot 100 = 1,045\% \quad (3.36)$$

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 швартовну лебідку, як найвіддаленіший електропривод. Відповідно до вимог Регістру, втрата напруги не повинна перевищувати 7%.

Розрахунковий струм розрахуємо за формулою:

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

де $P_{ар}$ – номінальна потужність електродвигуна приводу;

U_r – номінальна напруга електродвигуна

$$I_{ар} = \frac{45 \cdot 1000}{(\sqrt{3} \cdot 440) \cdot 0,87} = \frac{45000}{663} = 67,8 \text{ A}$$

Виберемо кабель, МРХСХ 4х(3х50) 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.

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

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 67,8 \cdot 0,1 \cdot \frac{0,17 \cdot 0,87 + 0,078 \cdot 0,76}{440} \cdot 100 = 0,46\%$$

Отже перевірений нами кабель, який живить електропривод швартової лебідки відповідає нормам Регістру.

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 баластний насос як потужного споживача з потужністю 370 кВт.

Таблиця 3.11 – Основні технічні дані дизель-генератора та двигуна

Генератор		Двигун	
Тип	HFC7	Потужність	370 кВт
Потужність	1343 кВА	ККД	93,7%
Коефіцієнт потужності ($\cos \varphi$)	0,8	Коефіцієнт потужності ($\cos \varphi$)	0,9
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:

$$S_{\text{поч}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{дв}} \cdot I_{\text{ном}} \cdot K_{\text{п}} = \sqrt{3} \cdot 0,44 \cdot 400 \cdot 6,4 \cdot 0,7^2 \\ = 954 \text{ кВА} \quad (3.37)$$

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:

$$X_L = \frac{S_r}{S_{\text{поч}}} = \frac{1343}{954} = 1,4 \quad (3.39)$$

Провал напруги при пуску споживача рівняється:

$$\Delta U = \frac{X''_d}{X''_d + X_L} \cdot 100 = \frac{0,1965}{0,1965 + 1,4} = 12,3\% \quad (3.40)$$

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

З пророблених розрахунків видно, що падіння напруги при пуску асинхронного двигуна буде складати 11 %, що є згідно Регістра допустимою нормою миттєвого падіння напруги. У тих випадках, коли $U_{\text{max}} \Rightarrow 15\%$, 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. Стаціонарна статорна обмотка збудження збудника в свою чергу живиться від статичної системи збудження (рис. 3.9)

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

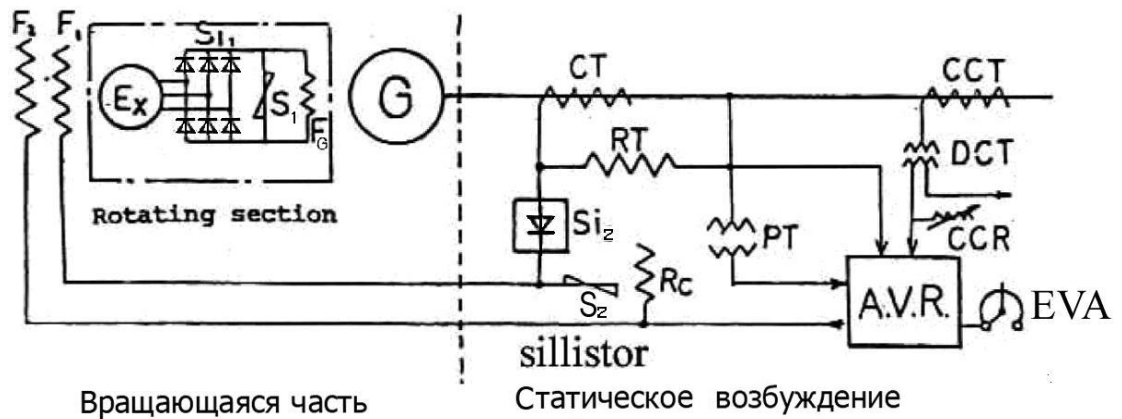


Рис 3.9.1- Функціональна схема системи збудження

Компоненти схеми наступні:

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

- AVR — автоматичний регулятор напруги ;
- EVA — реостат уставки напруги;
- F — роторна обмотка збудження синхронного генератора.

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

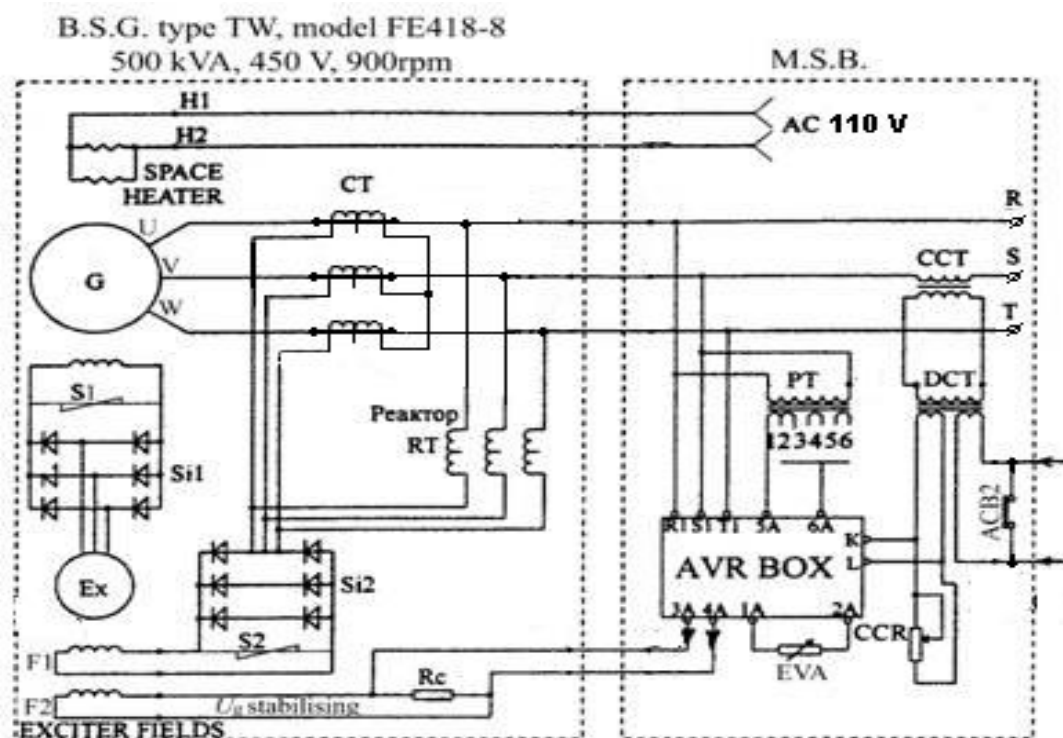


Рис 3.9.2 - Принципова схема системи збудження ТАІҮО

В результаті АРН живить управляючу обмотку F2, забезпечуючи диференціальне управління обмотки збудження. Тому напруга на клеммах генератора залишається стабільною. Схема АРН (рис. 3.9.3) включає наступні ланцюги: вимірювання відхилення регульованої величини, посилення цього відхилення і джерела імпульсів. Вони змонтовані на одній друкарській платні, яка знаходиться в окремій коробці разом з вимірювальним трансформатором РТ1 і головним тиристором.

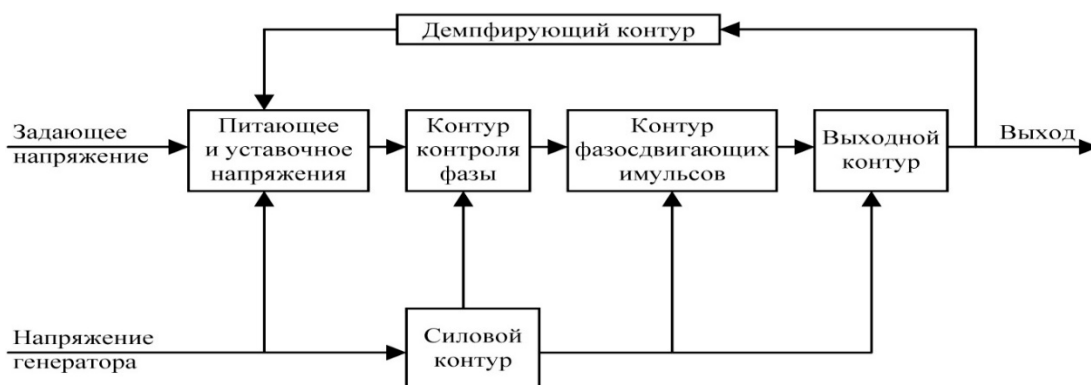


Рис 3.9.3- Блок-схема АРН

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

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

У типовий склад структурних одиниць судовий АСУ входять:

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

Аналіз оснащення автоматизованих судів показує, що системи управління виконуються на базі програмованих контролерів різних типів, що випускаються різними фірмами. Це призводить до суттєвого збільшення запасних частин і істотно ускладнює експлуатацію систем. Як правило, такі системи працюють до першої відмови, який не може бути усунутий судовим персоналом. Тому необхідність впровадження загальносуднових АСУ, побудованих на базі типових уніфікованих програмно-апаратних засобів має особливу актуальність.

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

В склад системи автоматизації керування судновою електроенергетичною системою входить щит контролю та керування, на якому розміщенні сигнальні та вимірювальні прилади для контролю за

роботою генераторних агрегатів ГА, а також органи дистанційного керування. Система керування судновою електроенергетичною системою входить в комплекс систем керування судновими технічними засобами.

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

- Кожен ГА являється самостійною функціональною групою, яка забезпечує електропостачання споживачів в звичайних експлуатаційних та аварійних режимах;
- Всі ГА мають автоматичне та ручне керування;
- Кожен ГА функціонально незалежний (має свою будову і системи запуску, зупинки, захисту, підключення до мережі і т. д.);
- Будь-яка із систем може функціонувати самостійно;
- До складу функціональної групи входять щит контролю і керування, на якому знаходяться сигнальні та вимірювальні прилади для контролю стану всієї групи та її елементів, органи ручного (дистанційного) керування;
- Кнопки керування включені таким чином, щоб забезпечувався запуск та зупинка ГА незалежно від положення вимикачів їх систем автоматизації;
- Режим роботи функціональної групи задається оператором вручну;
- Заданий режим роботи, після дії на вимикачі системи автоматизації, піддержуються автоматично;
- Однією з умов нормального функціонування дизель-генераторів є підтримка їх в прогрітому стані, коли вони не працюють і знаходяться у резерві.

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

- Подачу сигналу на автоматичний пуск і підключення резервного ДГ при досягненні навантаження 90% номінального на робочому генераторі;
- Автоматичну і точну синхронізацію генераторів з шиною ГРЩ;
- Автоматичний розподіл активної загрузки між паралельно працюючими генераторами після підключення резервного;
- Автоматичне відключення автомату фідера живлення з берегу при обриві однієї з живлячих фаз та сигналізацію про зниження напруги у берегової мережі менше 85% номінального значення;
- Відключення другорядних споживачів при перенавантаженні генераторів;
- Автоматичний контроль опору ізоляції на шині ГРЩ;
- Автоматичну світлову сигналізацію про розгрузку любого паралельно працюючого ДГ до 35% номінального значення;
- Напівавтоматичну синхронізацію з берегом;
- Дистанційний пуск і зупинку первинних двигунів ДГ через систему ДАУ СДГ та сигналізацію про їхню роботу;
- Дистанційний контроль основних параметрів електроенергії;
- Аварійно-попереджувальну сигналізацію.

Розроблена система побудована на базі наступних універсальних функціональних пристроїв:

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

Блок-схема послідовності виконання алгоритмів, що входять в загальний алгоритм автоматичного управління структурою СЕЕС, що забезпечується провідним алгоритмом (автоматичної зупинки ДГ), приведена на рис. 3.10. 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 3.11 – Блок-схема алгоритму автоматичної зупинки ДГ

3.7.1 Загальні відомості про мережу суднового електричного освітлення, суднових сигнально-розпізнавальних вогнів, низьковольтного освітлення

Суднове електричне освітлення складається з наступних самостійних ланцюгів:

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

Мережа основного внутрішнього освітлення призначена для загального та місцевого освітлення житлових, суспільних та виробничих приміщень.

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 яких забезпечують підключення та захист від КЗ будь-якої групи. Освітлення кают, кают-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 цистерн та коморі легко-запалювальних рідин, встановлені вибухобезпечні світильники.

У мережі основного освітлення застосовані розподільні коробки типу Т-9-4М, вимикачі типу ВС, 2ВС, Т-5М, Т-5-4М, штепсельні розетки - Р1е, 201е. Мережа великого аварійного освітлення складається з:

- шести групових щитів однофазного струму з автоматами;
- 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, МВ, ЦПК, приміщенні АДГ - тобто в тих приміщеннях, де у разі виходу з ладу СЕС не повинні перериватися роботи та можливе 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 забортних просторів.

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 напруги в мережі великого аварійного освітлення.

Мережа отримує живлення від мережі акумуляторних батарей, з'єднаних послідовно. Місткість акумуляторних батарей підібрана з розрахунку живлення мережі в інтервалі часу не менше ніж на 30 хвилин. Через контактори від акумуляторних батарей отримують живлення розподільні коробки, які живлять мережу аварійного освітлення, авральну та пожежну сигналізацію. 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. Від акумуляторних батарей також живиться автоматика системи запуску ДГ.

4 АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

4.1. Основні технічні характеристики інтегрованої системи управління судном.

Інтегрована система управління може бути пристосована до індивідуальних вимог конкретного судна. Модульна конструкція дозволяє гнучко налаштовувати систему від низької складності (системи сигналізації) до високої складності (системи комплексного контролю і моніторингу).

Підсистеми, які можуть бути підключені:

- система сигналізації і моніторингу;
- система контролю допоміжних механізмів;
- електроенергетична система;
- контроль пропульсивної установки;
- баластних система;
- система контролю вантажними операціями;
- система кондиціонування повітря;
- пожежна система та ін.

ІСМ заснована на технології, яка використовує стандартні модулі. Вони пов'язані між собою за допомогою двосторонніх інформаційних шин і мереж. Таким чином система може бути налаштована для використання на будь-яких типах судів. Основним завданням даної системи є надання всієї необхідної інформації офіцерському складу для підтримки безпечної та ефективної роботи МО і судна в цілому. Системний аналіз комплексу систем управління технічними засобами (КСУ ТС) суднової енергетичної установки.

Архітектура даної системи є модульною складається з операторських станцій і блоків обробки цифрових і аналогових сигналів (БОЦАС), які

з'єднані між собою локальною інформаційною мережею. З'єднання системи є децентралізованим завдяки операторським станціям, що робить системи більш безпечною і простий в установці.

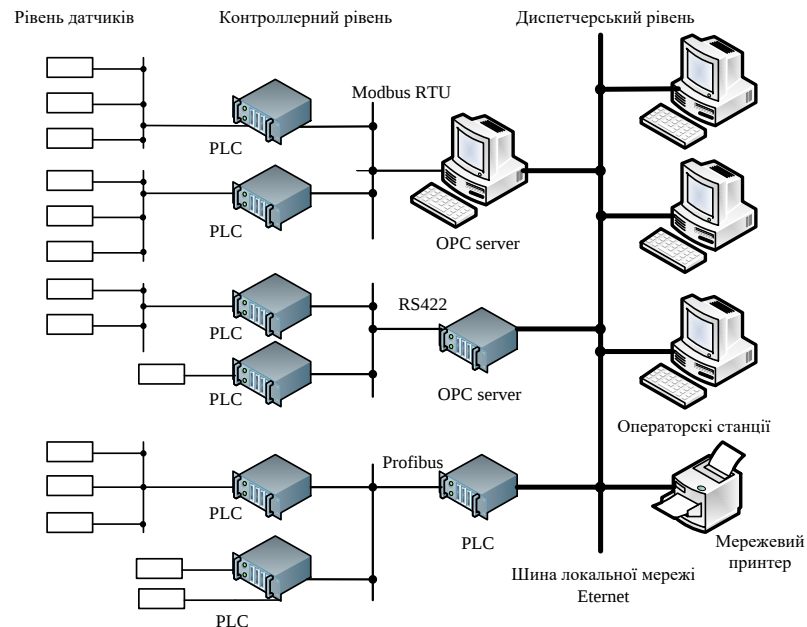


Рисунок - 4.1 Загальна схема суднової системи управління

Архітектура даної системи є модульною складається з операторських станцій і блоків обробки цифрових і аналогових сигналів (БОЦАС), які з'єднані між собою локальною інформаційною мережею. З'єднання системи є децентралізованим завдяки операторським станціям, що робить системи більш безпечною і простий в установці. Кожен БОЦАС грає свою роль і налаштований так, щоб він відповідав усім вимогам робочого процесу тієї області, де він функціонує. Завдяки такій гнучкій архітектурі, система може бути, з часом, розширена за допомогою підключення нових БОЦАС для контролю за новими робочими процесами або розширення функціональності. Управління та нагляд за роботою всієї системи здійснюється за допомогою операторських станцій:

- система спостереження і контролю за вантажними і баластними операціями. Розташована в кімнаті управління вантажними операціями (cargo control room).

- система, яка розташована в центральному посту управління (engine control room), і здійснює контроль і управління всіма процесами в машинному відділенні. Має прямий зв'язок з операторської станцією.
- система моніторингу за всіма можливими процесами на судні. Розташована на містку судна. Поєднана зі станціями за допомогою комутатора.

4.2 Автоматизація системи пуску допоміжного котла

Об'єктом управління є допоміжний котел, система управління котлом призначена для захисту котла і забезпечення необхідних витримок часу на вентиляцію, розжиг котла факелом при пуску, для припинення подачі палива і при припиненні горіння, при зупинки вентилятора пальника або вентилятора для вентиляції топки, а також при зниженні рівня води в казані нижче встановленого.

Система складається з відцентрового розпилювача, вентилятора, двох паливоперекачиваючих насосів, паливного насоса, системи автоматики призначеної для регулювання продуктивності котла залежно від споживання, регулювання рівня живильної води.

Алгоритм управління пуску ДК включає (рис. 4.3):

- Ск-Початок програми пуску котла;
- Р1-Включення перемикача на автоматичний режим;
- Р2-тиск пару в котле дорівнює нижньої межі робочого тиску;
- Р3-відсутність аварійних сигналів;
- Р4-тепловий захист електродвигуна паливного насоса спрацював;
- Р5-тепловий захист електродвигуна живильного насоса спрацював;
- Р6-тепловий захист електродвигуна вентилятора спрацював;
- А1-запуск електродвигуна вентилятора та паливного насоса;
- А2-підготовка цепи трансформатора запалювання;

A3 - запуск живильного насоса;

P8 - рівень води в барабані котла вище верхнього допустимого;

A4 - відкриття зливного клапана;

A5 - подача палива;

A6 - подача електроіскрового розряду;

P9 - повторна перевірка нижнього рівня;

P10 - поява факела;

A7 - напис "невдалий пуск";

A8 - напис "вдалий пуск";

Sk - кінець програми пуску котла.

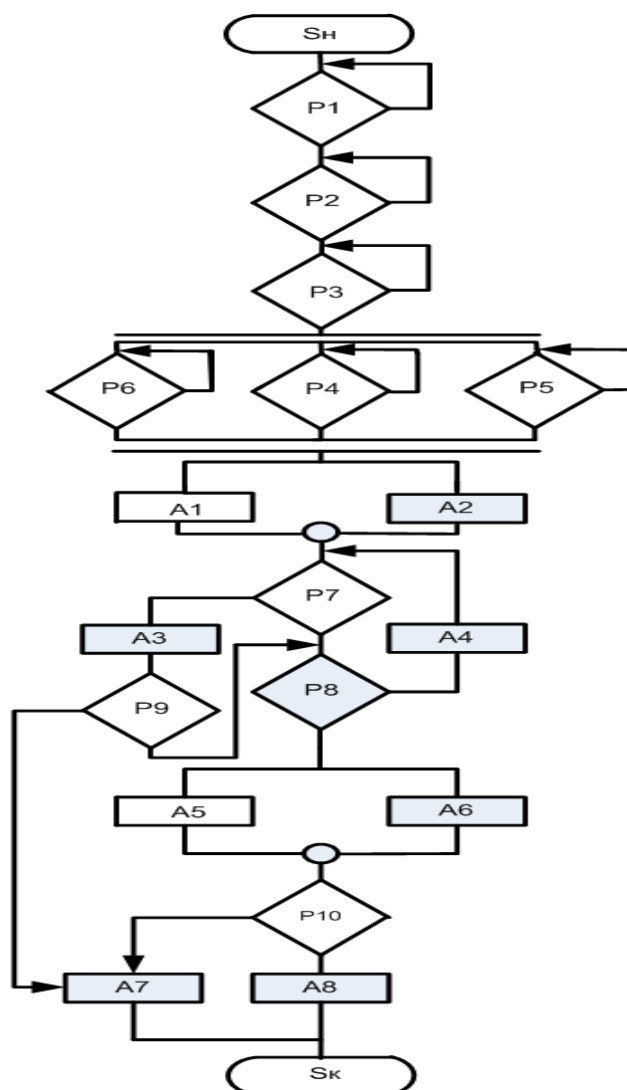


Рисунок 4.3 -Алгоритм пуску ДК

4.3 Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судном

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

Енергоустаткування машинного телеграфу живлиться перемінним струмом 440В або 220В через трансформатор. Час заспокоєння стрілок приладу не більше ніж за 3 сек.

До складу приладу входять:

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

Система може працювати в режимі ДАУ та машинного телеграфу.

Службовий внутрішній зв'язок

При відсутності інших видів парного переговорного зв'язку повинен бути передбачений парний телефонний зв'язок між релевою рубкою і постами керування головними механізмами, між рулевою рубкою і радіорубкою. При наявності на судні закритого або відкритого центрального поста керування повинен бути забезпечений парний переговорний зв'язок між ЦПУ і рулевою рубкою.

З цією метою можуть використовуватися незалежні телефонні парні зв'язки, або парний телефонний зв'язок між рулевою рубкою і центральним постом керування з паралельно підключеними і установленими на місцевих постах керування телефонами.

Крім пристроїв зв'язку, вказаних вище, повинна бути передбачена окрема система телефонного зв'язку рулевої рубки з основними службовими приміщеннями і постами. Замість телефонів з цією метою можуть

використовуватися двосторонні гучномовні пристрої. Системи службового зв'язку повинні забезпечувати можливість виклику абонента і чітке ведення переговорів в умовах специфічного шуму у містах розташування зв'язку. При установці апаратів службового телефонного зв'язку в приміщеннях з великою інтенсивністю шуму повинні бути прийняті міри для шумопогашення, або передбачені допоміжні телефонні трубки. Для пристрої зв'язку повинні бути передбачені джерела живлення, які б забезпечували їх роботу при відсутності живлення від загальних джерел живлення. Ушкодження одного апарату не повинно перешкоджати роботі інших апаратів зв'язку. Телефони, які передбачені для переговорів між рулевою рубкою і місцевими постами керування головними механізмами повинні бути обладнані звуковою і світловою сигналізацією.

Авральна сигналізація

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

Система аварійно попереджувальної сигналізації (АПС)

Система аварійно попереджувальної сигналізації повинна бути незалежною від систем керування і захисних пристроїв. Система АПС повинна одночасно подавати звукові і світлові сигнали. Світлові сигнали повинні показувати причину спрацьовування АПС і, як правило, повинні бути виконані у режимі мигаючого світла

4.4 ГМЗСБ і навігація, технічні характеристики та конструкційні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв, та радіозв'язку

Усі характеристики пристроїв навігації та радіозв'язку можна переглянути у електронному ресурсі [12].

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

Окрім основної задачі місцеположення РНС можуть забезпечувати об'єкти навігаційною інформацією параметрів їх руху, реалізувати функції контролю за фактичним переміщенням судна відносно обраної траєкторії руху.

В основу будування всіх сучасних РНС покладено відому властивість радіохвиль – розповсюджується по найкоротшому шляху з кінцевою швидкістю, значення якої вважається відомим відносно даних умов.

ГМЗСБ або GMDSS (англ. Global Maritime Distress and Safety System) - міжнародна система, яка використовує сучасні наземні, супутникові та суднові системи радіозв'язку, розроблена членами Міжнародної Морської Організації (ІМО) і являє собою значне поліпшення способів аварійного зв'язку. Усі судна, що підпадають під дію Міжнародної Конвенції про безпеку життя на морі повинні повністю відповідати вимогам GMDSS.

Усі морські судна обов'язково повинні бути оснащені таким радіообладнанням:

- УКХ радіостанція з ЦИВ CH70;
- EPIRB-406, що працює на частоті 406 МГц;
- Судова станція INMARSAT-C з РПУ розширеного групового виклику, системи GPS;
- Радіолокаційний відповідач, який працює на частоті SART-9,0 ГГц;

- Радіостанція для двостороннього зв'язку для рятувальних засобів CH16,13,6.

На судні встановленні такі радіонавігаційні прилади фірми FURUNO:

VHF станція – FM-8900S.

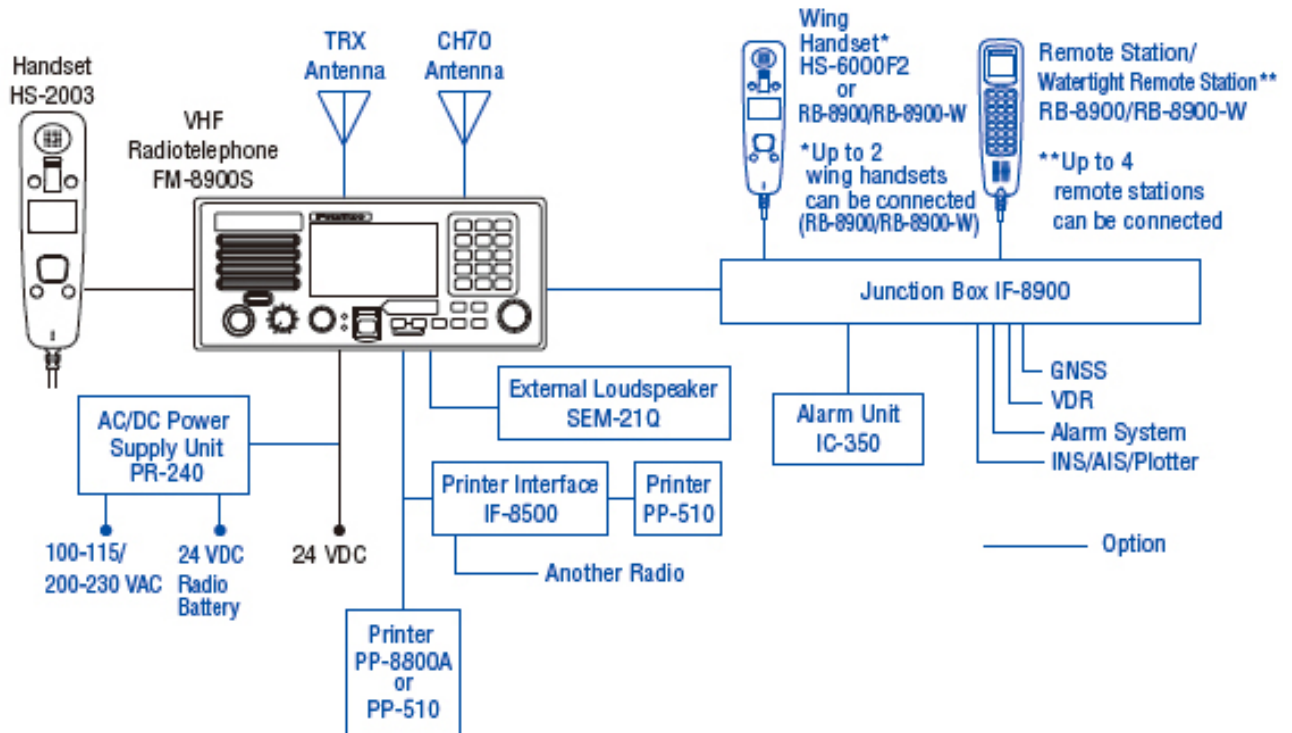


Рисунок 4.4 – Технічні блоки VHF станції

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

На судні встановлений гірокомпас фірми FURUNO моделі SC-30

Основні технічні характеристики:

- Точність курсу – 0,5° rms;
- Гідроізоляція – IP56;
- Живлення – 12-24 В постійної напруги

Ехолот. Це прилад, необхідний для вимірювання глибини, розпізнання рельєфу дна та визначення наявності риби. Для проведення аналізу підводних просторів ехолоти використовують датчики, які посиляють ультразвукові хвилі за допомогою одного або декількох промінів та приймають віддзеркалені сигнали назад. На основі даних про час проходження цих хвиль і виводяться дані глибини, рельєфі і структурі дна, наявності різного роду перешкод на шляху промінів, які пізніше ідентифікуються – риба, підводні каміння і т.д. Основні технічні характеристики ехолота фірми FURUNO встановленого на судні:

Марка – FCV-688;

Частота – 50 та 200 кГц;

Перетворювач – 600 Вт;

Діапазон шкали – 2–1200 м;

Діапазон зсуву – 2–10 м;

Тривалість імпульсу – 0.1 – 0.3 мс, максимально 3000 пульсацій на хвилину.

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

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

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

GPS – система яка дозволяє судну отримати своє місцезнаходження через супутник. Точність сягає від 5 до 20 метрів в залежності від рівня сигналу з'єднання зі супутником.

На судні встановлений сучасний пристрій навігації NavNet 3D Series фірми FURUNO. Пристрій включає такі можливості та має такі характеристики:

3D формат карти, програмне середовище для зручного перегляду місцевості морських берегових шляхів. Висока роздільна здатність перегляду фотографій зі супутника, встановлений UHD (Ultra High Definition) радар.

Точність місцезнаходження судна: GPS – 10 м, MSAS – 7 м, WAAS – 3 м;

Карта – MapMedia mm3d chart;

Обсяг пам'яті – до 10000 точок слідувань судна, 2000 точок користувача, 200 планових маршрутів (100 точок на маршруті).

Інтервал стеження маршруту – 15, 30, секунд; 3, 6, 10, 30 хвилин і довше;

Цільове стеження – до 30 цілей;

Живлення – 12/24 В постійної напруги.

5 ПИТАННЯ ЦИВЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Експлуатація суднової електростанції та суднового електроустаткування

Огляди суднового електроустаткування в загальному випадку можна підрозділити на три види: без розбирання, з частковим розбиранням і 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. 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), щіткові пристрої електричних машин, надійність контактів кабелів і проводів, кріплення шинопроводів і т.п.

При оглядах з повним розбиранням виконують роботи з очищенням всіх деталей, заміні змащення, нанесенню покривного лаку, ревізії контактних з'єднань і кріплень, відновленню пайки, регулюванню і т.п.

При використанні електроприводів не рідше одного разу за вахту особам вахтової служби необхідно перевіряти:

- дію електронагрівальних приладів для підігріву масла в електрогідравлічних приводах (при наявності);
- стан електричної апаратури, електромагнітних клапанів й інших електроприводів;
- чистоту електроустаткування.

При використанні електрогідравлічних приводів всіх призначень уведення їх у дію й забезпечення справності гідравлічної частини, трубопроводів і гідравлічних засобів керування й автоматизації здійснюються механіками по завідуванню.

Відключення електроприводів відповідальних пристроїв допускається тільки з дозволу вахтового механіка, крім випадків, коли зволікання може викликати аварію судна або нещасний випадок. У таких випадках вахтовий механік повинен бути негайно сповіщений про виконане відключення.

Експлуатація головного та аварійного розподільного щита:

В процесі експлуатації головного розподільного щита і генераторних агрегатів необхідно притримуватися послідовності операцій при пуску, зупинки і прийому навантаження, послідовність включення у паралельну роботу.

Споживачі електроенергії, які можуть одержувати живлення як безпосередньо від ГРЩ, так і через аварійний розподільний щит (АРЩ),

повинні, як правило, одержувати живлення через АРЩ у всіх умовах експлуатації.

При плаванні в складних умовах не рекомендується без гострої потреби виконувати які-небудь перемикання й перевірки на ГРЩ, АРЩ.

Двері ГРЩ і розподільних щитів (РЩ) повинні бути замкнені. Ключі від ГРЩ й АРЩ повинні перебувати в старшого електромеханіка, а також безпосередньо в ГРЩ і АРЩ.

Включення й відключення автоматичний вимикачів (АВ) з ручним приводом повинні вироблятися безперервним рухом їхніх рукояток до крайніх положень (упорів). Не допускається залишати рукоятки АВ у проміжному положенні.

Необхідно слідкувати за ізоляцією мереж 440В і 220В. Крайня допустима ізоляція 0,5МОм. Але така ізоляція не є експлуатаційною. При таких параметрах потрібен догляд і ремонт для підвищення ізоляції.

Необхідно також слідкувати за сигнальними лампами (заміняти згорівши сигнальні лампи), які встановлені на ГРЩ, для того щоб уникнути неправильності розпізнавання стану електрообладнання, яке сигналізують ці лампи. Також потрібно слідкувати за зовнішнім освітленням панелі ГРЩ. Дотримуватися чистоти як на зовнішніх панелях ГРЩ так і у внутрішніх частинах панелі.

5.3. Виконання планово-попереджувальних ремонтів.

Огляди суднових електричних машин в загальному випадку можна підрозділити на три види:

- 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 контактні каблучки, щітковий апарат і 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) Розкрити контрольні отвори прибудованого гальма і виміряти зазори;
- 7) 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), щіткові пристрої електричних машин, 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) Перевірити величину натиснення на щітки, замінити зношені щітки і притерти їх;
- 4) Просушити, при необхідності, обмотки і покрити зношені місця ізоляції емаллю;
- 5) Розкрити гальмо, очистити його, провіяти стиснутим повітрям, замінити при необхідності, зношені накладки, просушити котушки електромагніта, відрегулювати зазори гальма і закрити його;
- 6) Оглянути підшипники і їхнє змащення, додати при необхідності мастило того ж сорту і закрити кришки підшипникових щитів;
- 7) Зібрати і перевірити електричну машину в дії.

5.4 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

Початкові данні:

Вантажне судно «Palatia» стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту Одеса (Україна). Отримано повідомлення про інцидент зі зрідженим газом: при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт на території контейнерного терміналу в результаті зісковзування і падіння зруйнувався контейнер-цистерна з сильнодіючим отруйною речовиною (СДОР). Внаслідок аварії розлилося 5 т зрідженого фосгену. Характер розливу – «вільно».

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби - день, 16.00, температура повітря 0° , швидкість вітру 5 м / с, вітер – зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії – 4 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

Оцінка масштабу хімічного зараження території.

Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

По заданим метеорологічним умовам (час суток - день, швидкість вітру 5 м/с, суцільна хмарність) за допомогою таблиці 5.1 визначаємо: на момент

виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря - ізотерія.

Таблиця 5.1 – Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі.

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

При розливі скраплених рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість $Q_{\text{з1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{з1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^{-1} \cdot Q_0 = 0,05 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 0 \cdot 5 = 0 \text{ т} \quad (5.1)$$

де: $K_1 = 0,01$ - коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 5.2)

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози аміаку (таблиця 5.2);

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

$K_7^{-1} = 0$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення первинної хмари (таблиця 5.2);

$Q_0 = 5$ – кількість розлитого при аварії фосгену, 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							
					K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°С)				
	Газ	Рідина						- 40	- 20	0	20	40
Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	<u>0</u> 0,1	<u>0</u> 0,3	<u>0</u> 0,7 1	<u>1</u> 1	<u>2,7</u> 1

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

Площа розливу S_p (m^2) СДОР дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_o/\rho}{h}, \quad (5.2)$$

$$S_p = \frac{5/1,432}{0,05} = 69,8 m^2$$

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

$\rho = 1,432$ - щільність фосгену, t/m^3 (таблиця 5.2);

$h = 0,05$ – товщина шару фосгену (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.) аміаку:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 K_4 K_7^{II}} + \frac{1}{K_M V_{II}}, \quad (5.3)$$

$$T = \frac{0,05 \cdot 1,432}{0,061 \cdot 2,34 \cdot 0,7} + \frac{1}{1 \cdot 29} = 0,717 + 0,03448 = 0,75148 \text{ год} = 45 \text{ хв.}$$

де: $K_2 = 0,061$ – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей фосгену (таблиця 5.2);

$K_4 = 2,34$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 5.3);

$K_7^{II} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (таблиця 5.2);

$K_M = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари фосгену (таблиця 5.4);

$v_{II} = 29$ – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год (таблиця 5.5).

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	10
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0

Таблиця 5.4 – 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 фосгену Q_{32} (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{32} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho}, \quad (5.4)$$

$$Q_{32} = (1 - 0,05) \cdot 0,061 \cdot 1 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot \frac{5}{0,05 \cdot 1,432} = 1,52 \text{ т.}$$

де: $K_1 = 0,05$ – коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 5.2);

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози фосгену (таблиця 5.2);

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

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

Визначення глибини і площі зони зараження

Глибину зони зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР при аваріях на технологічних ємностях, сховищах і транспорті визначаємо за допомогою Таблиці 5.6.

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

Для $Q_{\text{с1}} = 0$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження первинною хмарою фсогену: $\Gamma_1 = 0,17$ км

Для $Q_{\text{с2}} = 1,52$ т та швидкості вітру $u = 5$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $\Gamma_2 = 7,20$ км.

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

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'', \quad (5.5)$$

$$\Gamma_{\Sigma} = 0,17 + 0,5 \cdot 7,2 = 3,77 \text{ км},$$

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

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

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot V_{\Pi}, \quad (5.6)$$

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

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

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 3,77 \text{ км}.$$

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

$$S_{\text{в}} = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^{\circ}, \quad (5.7)$$

$$S_{\text{в}} = 3,14 \cdot 3,77^2 \cdot 45^{\circ} / 360^{\circ} = 5,58 \text{ км}^2,$$

де: $\Gamma = 3,77$ – розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 45^{\circ}$ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 5.7).

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):

$$S_f = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \quad (5.8)$$

$$S_f = 0,133 \cdot 3,77^2 \cdot 1^{0,2} = 1,89 \text{ км}^2,$$

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

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^\circ$ (таблиця 5.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 3,77$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу фсогену. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км):

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_3}{D_1} \right)^\Psi, \quad (5.9)$$

$$\Gamma_1 = 1,34 \cdot 1 \cdot \left(\frac{1,52}{6} \right)^{0,542} = 0,64 \text{ км}$$

де: $\lambda = 1,34$; $\Psi = 0,542$ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (таблиця 5.8);

$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} = 0, + 1,52 = 1,52$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

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

Для зменшення людських втрат пропонується виконати наступні заходи:

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

ВИСНОВОК

У дипломній роботі бакалавра було розглянуто електроенергетичну систему та систему управління СЕС танкера водотонажністю 163000 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 допомогою програми.

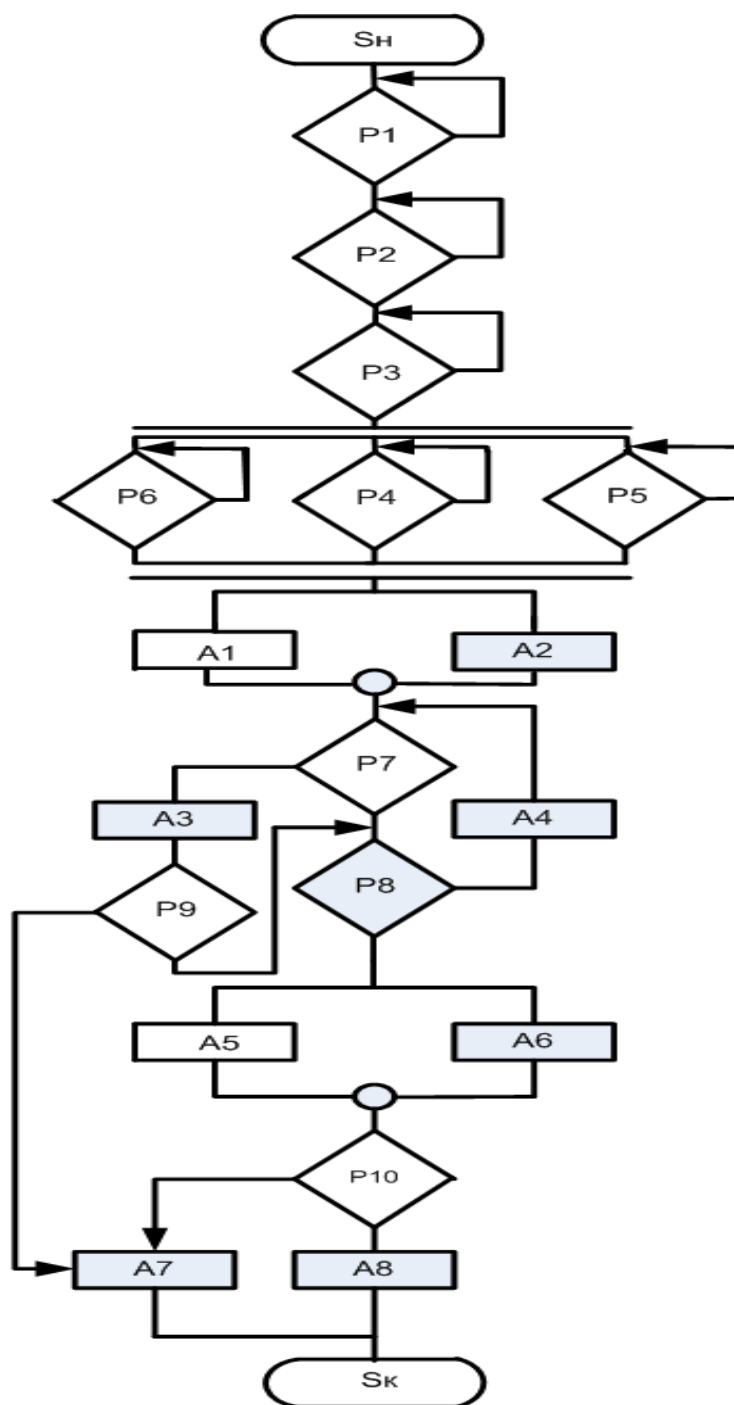
Для суднової електростанції було обрано три генератори фірми типу НС потужністю 1075 Квт, та один аварійний генератор потужністю 150 Квт. Такі генератори із системою системою самозбудження та АРН були обрані бо за останні роки вони зарекомендували себе на сучасних судах морського флоту як надійні агрегати суднових електричних станцій. Розрахунок падіння напруги при пуску асинхронного двигуна баластного насосу потужністю 370 кВт – 12 %, що є згідно реєстра допустимою нормою миттєвого падіння напруги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Власенко А.А. Суднова електроавтоматика. М.: Транспорт, 1983.
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. Піпченко А.Н., Пономаренко В.В., Теплов Ю.И., Романенко А.В. «Електрооборудование, электронная аппаратура и системы управления», Одесса 1998р.
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.
14. Правила технической безопасности на судах морского флота, РД 31.81.10-12, 2012 - 196 С.

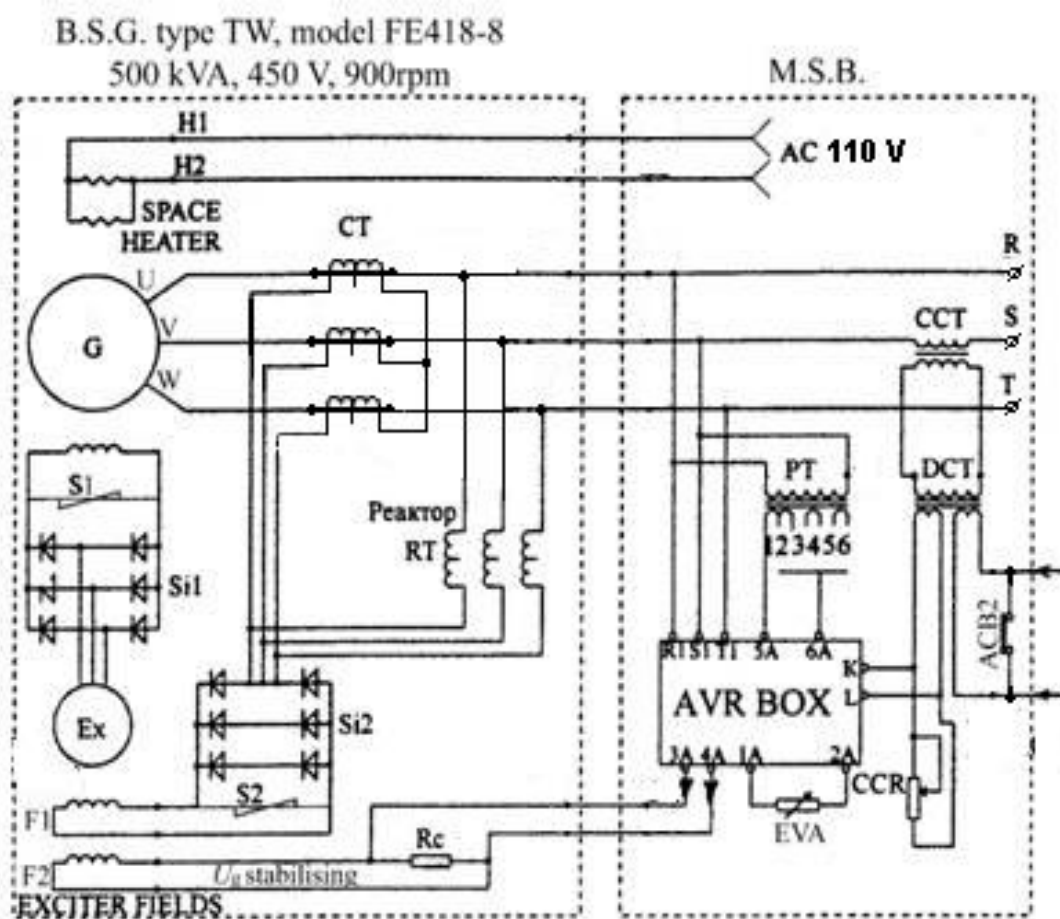
15. Морський Регістр Судноходства. Правила класифікацій і будування морських суден. Том 1,2,3 - К.: Транспорт, 2013. - 1500 с.
16. Никифоровский Н.Н., Норневский Б.И. «Судовые электрические станции». Москва 1974р.
17. Лейкин В.С. «Судовые электрические станции и сети». Москва 1966р.
18. Каталоги обладнання фірми «HYUNDAI».
19. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Укрморинформ,2012.

ДОДАТОК С



Алгоритм пуску ДК

ДОДАТОК Д



Система збудження ДГ