

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

Навчально – науковий інститут автоматики та електромеханіки

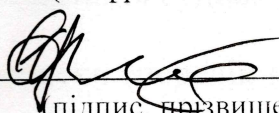
Кафедра електрообладнання і автоматики суден

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

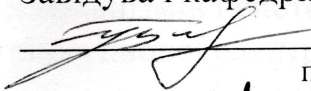
на тему

**Електрообладнання, електронна апаратура та системи
управління танкера водотонажністю 2653 тон**

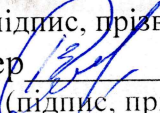
Виконав: студент 5 курсу, спеціальності
271 Річковий та морський транспорт
Спеціалізація «Експлуатація суднового
електрообладнання та засобів автоматики»
(шифр і назва спеціальності)

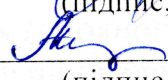
 Мринський О.І.
(підпис, прізвище та ініціали)

допущений до захисту 14.12.2021
(дата малого захисту)

Завідувач кафедри ЕОіАС
 проф. І.М. Гвоздева
(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник  проф. Михайленко В.С.
(підпис, прізвище та ініціали)

Нормоконтролер  Зеленюк С.О.
(підпис, прізвище та ініціали)

Рецензент  Власов А.І.
(підпис, прізвище та ініціали)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально – науковий інститут автоматики та електромеханіки

Кафедра Електрообладнання і автоматики суден

Спеціальність Річковий та морський транспорт

Затверджую

Зав кафедрою

„21” „11” 2021 р.

ЗАВДАННЯ ПО ДИПЛОМНІЙ РОБОТІ СТУДЕНТА

Мринського Олексія Івановича

(прізвище, і'мя, по батькові)

1. Тема роботи: «Електрообладнання, електронна апаратура та системи управління танкера дедвейтом 2653 тон»

затвержено наказом по академії від „08” „листопада” 2021 р. № 1694

2. Строк здачі студентом закінченої роботи

08.12.21

3. Вихідні дані до роботи: технічна документація судна.

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

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;

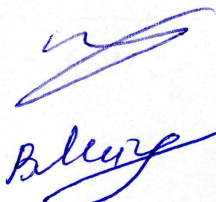
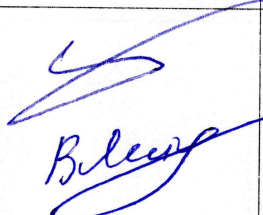
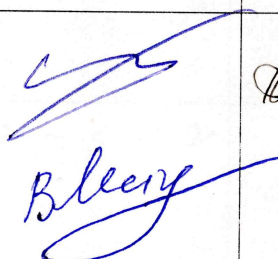
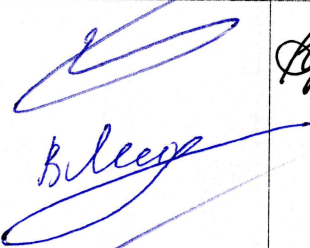
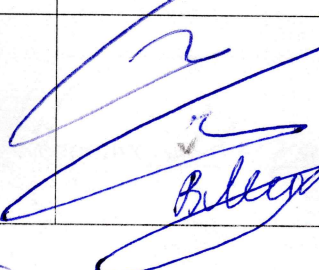
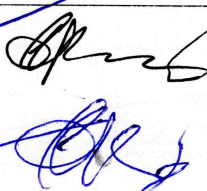
– вибір комутаційно-захисної апаратури та засобів електромагнітної сумісності

електроприводу;

– розробка інструкції з експлуатації суднового електроприводу, який

розраховувався.

6. Консультанти по роботі, з вказівками розділів роботи, що до них відносяться

Розділ	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	кафедра ЕОіАС		
РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	кафедра ЕОіАС		
РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	кафедра ЕОіАС		
АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	кафедра ЕОіАС		
ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ і ОХОРОНА ПРАЦІ	кафедра МТ кафедра БЖ		

7. Дата видачі завдання 1.11.20

Керівник 
(підпис)

Завдання прийняв до виконання 
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер п-п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	1.11 - 8.11.21	Вик
2	РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	8.11.21 - 18.11.21	Вик
3	РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	18.11.21 - 28.11.21	Вик
4	АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	28.11.21 - 5.12.21	Вик
5	ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ	5.12.21 - 8.12.21	Вик

Студент-дипломник

Прийскай О. І.

Керівник

Михайленко В. Е.

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі наведено опис танкера водотонажністю 2653 тон, силової установки, допоміжних механізмів і систем. Зроблено вибір електрообладнання, розрахована потужність СЕС, вибран електродвигун і система керування двигуном ситсеми охолодження забортоної води ГД, зроблено вибір генераторних автоматів, виконаний аналіз принципової схеми управління ДГ.

Розроблені однолінійна схема ГРЩ і схема системи самозбудження генераторів.

Приведено розрахунок суднової електроенергетичної системи. Розраховано потужність і вибрано число агрегатів суднової електростанції. Вибрано засоби вимірювання параметрів електроенергії. Виконано опис системи моніторинга об'єктів СЕС

Розглянуті питання охорони праці та охорони навколишнього середовища, а також міжнародні конвенції та охоронні заходи на судні.

ЕЛЕКТРОПРИВОД, СУДНОВА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ГОЛОВНИЙ ЕЛЕКТРОЗАПОДІЛЬНОЇ ЩИТ, ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

ANNOTATION

The thesis describes a tanker with a displacement of 2653 tons, power plant, auxiliary mechanisms and systems. The choice of electrical equipment is made, the power of SES is calculated, the electric motor and control system of the engine of system of cooling of seawater of GD is chosen, the choice of generating automatic machines is made, the analysis of the basic scheme of management of DG is made.

The one-line scheme of GRShch and the scheme of system of self-excitation of generators are developed.

The calculation of the ship's electric power system is given. The capacity is calculated and the number of units of the ship's power plant is selected. Means of measuring electricity parameters are selected. The description of the monitoring system of SES objects is made

Issues of labor protection and environmental protection, as well as international conventions and security measures on board are considered.

**ELECTRIC DRIVE, SHIP POWER PLANT, MAIN POWER STATION,
INTEGRATED CONTROL SYSTEM**

ЗМІСТ

	стр
ВСТУП.....	11
1. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	12
2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	15
2.1. Принцип роботи суднової системи охолодження ГД	15
2.2 Розробка принципової схеми системи керування електроприводом	19
2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури	22
2.4 Інструкція з експлуатації	23
3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)	25
3.1. Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції	25
3.2. Вибір акумуляторів та перетворювачів електроенергії	29
3.3. Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ	30
3.4. Розрахунок струмів короткого замикання. Вибір комутаційно- захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів, електровимірювальних приборів. Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги.	38
3.5. Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги.	45
3.6. Вибір системи самозбудження генераторів, розрахунок провалу напруги при пуску найбільш потужного споживача електроенергії	46
3.7. Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії	48
3.8. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС,	51

розробка алгоритмів управління СЕЕС	
3.9. Загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення, суднові сигнально-відмітні вогні, низьковольтне освітлення	57
4. АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	60
4.1. Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової інформаційних і управляючих систем СЕС	60
4.2. Розробка системи автоматизації суднового дизель-генератора	65
4.3. Технічні характеристики та конструктивні особливості електро-, радіо- навігаційних пристроїв, та радіозв'язку	69
5. ПИТАННЯ ЦИВЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ	73
5.1. Захист суден від зовнішніх катаклізмів	73
5.2. Боротьба з обледенінням судна	74
5.3. Розробка інструкції з техніки безпеки при обслуговуванні технічних засобів електроустановки	76
ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	81
ДОДАТКИ	

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.

ГА - Генераторні агрегати.

ГСА - Граф схема алгоритму.

ГРЩ - Головний розподільний щит.

ДАУ - Дистанційне автоматичне управління.

СДГ - Дизель - генератор.

ДК - Допоміжний котел.

ЕЗА - Електричні засоби автоматизації.

КЗ - Коротке замикання.

МВ - Машинне відділення.

ВСТУП

На сучасних морських суднах робота більшості суднових механізмів та життєдіяльність всього судна забезпечуються завдяки використанню електроенергії. Для виробництва, передачі та розподілення електроенергії споживачам служить судова електроенергетична система. Відповідно до призначення вона включає такі основні елементи: генераторні агрегати, головний розподільчий щит, кабельну мережу, групові щити і споживачі електроенергії.

Як джерела енергії на суднах використовуються генератори постійного та змінного струму, а також акумуляторні батареї. Привідними двигунами генераторів є двигуни внутрішнього згоряння, парові та газові турбіни. Агрегати, що складаються з генератора та двигуна внутрішнього згоряння (дизеля), отримали назву дизель-генераторів. Генератор і парова турбіна утворюють паротурбогенератор, генератор та газова турбіна - газотурбогенератор. Головний розподільчий щит (ГРЩ) призначений контролю та управління роботою генераторів, і навіть розподілу енергії по судновим споживачам. Для з'єднання генераторів із шинами ГРЩ та передачі енергії від шин ГРЩ до суднових споживачів служить кабельна мережа. Групові щити призначені для розподілу живлення між групами або окремими споживачами електроенергії.

Споживачами електроенергії на судах є:

- двигуни палубних електроприводів, допоміжних механізмів силових установок та суднових систем;
- електродвигуни рефрижераторних, морозильних та інших технологічних установок;
- мережі електричного освітлення;
- пристрою судноводіння та зв'язку;
- електроустаткування побутових приладів та ін.

Найбільш відповідальна частина електроенергетичної системи, що включає в себе генераторні агрегати і головний розподільний щит, від якого виробляється живлення електричною енергією споживачів, називається судновою електростанцією [2].

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

У дипломній роботі розглядається електрообладнання та системи керування танкера водотонажністю 2653 тон.



Рисунок 1.1 - Танкер POLAR VIKING

МО: 9200158

Назва: POLAR VIKING

Тип судна - загальний: Танкер

Тип судна - детально: бункерний танкер

Статус: Активний

MMSI: 257702000

Позивний: LALX8

Прапор: Норвегія [NO]

Валова місткість: 1685

Літній дедвейт: 2713 т

Загальна довжина x Гранична ширина: 72,92 x 12,77 м

Рік побудови: 2000

Порт приписки: ТОРШАВН

Таблиця 1.1. - Головний двигун

Виробник	MAN B&W
Тип	4S46ME-B9
Потужність, кВт	1520
Число обертів, об/хв	106
Запаси палива: Мазут, т	858
Дизельного, т	252

Таблиця 1.2.- Параметри СДГ

Дизель	
Виготівник B&W	HYUNDAI-MAN
Тип дизеля:	7L33/50
Кількість циліндрів:	7
Діаметр циліндра:	330 мм
Хід поршня:	500мм
число оборотів:	740 об/хв
Максимальний тиск стиснення:	180 бар
Пускове устаткування: компресор	повітряний
Генератор	
Виготівник	STAMFORD
Тип	HC5
кількість	3
Потужність	450 кВт
Частота	60 Гц
Напруга	440 В

Валогенератор

Тип: AVK SG

Потужність = 500 кВт

Напруга = 440 В

ККД=0,86

Частота= 60 Гц

Таблиця 1.3. - Аварійний ДГ

Виробник	STAMFORD
Тип	НС
кількість	1
Потужність	100 кВт
Число обертів	1600 об/хв.
Напруга	440 В

Таблиця 1.4. Допоміжний котел

Виробник	Mitsubishi
Тип	МВ
Робочий тиск	2 кг/см ²
Паровиробництво	1500 кг/год

1.2. Підрулюючий пристрій

Виробник	Kawasaki
Кількість	1
Потужність	500 кВт

1.3 . Клас автоматизації судна – А1

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА

2.1 Принцип роботи суднової системи охолодження ГД

При згорянні палива в циліндрах двигуна внутрішнього згорання лише 38—42 % одержуваної при цьому теплоти перетворюється на корисну роботу. Решта теплоти – це неминучі теплові втрати. Приблизно половина втраченого тепла йде в атмосферу з продуктами згорання палива, решта передається деталям, що стикаються з гарячими газами. Якщо ці деталі не охолоджувати, робота двигуна стане неможливою і він вийде з ладу. Неможливим стане і мастило двигуна, оскільки мастило згорятиме. Щоб уникнути цього, всі деталі та вузли двигуна, що стикаються з гарячими газами, необхідно охолоджувати. Обов'язковому охолодженню підлягають циліндри, кришки циліндрів та випускний колектор [1].

Для забезпечення безперервної подачі води (пресної або забортної) для охолодження двигунів, механізмів або апаратів та призначена система охолодження суднової енергетичної установки. На судні ця система забезпечує подачу охолоджуючої рідини не тільки до головних двигунів, але і до таких механізмів, апаратів та пристроїв, як підшипники валопроводів, холодильники олії, паро- та електрокомпресори, конденсатні насоси та ін. Для переміщення охолоджувальної води трубопроводами до місць охолодження необхідні насоси. Їх включають до загальної магістралі, від якої йдуть відростки, що підводять воду до всіх споживачів. Системи охолодження двигунів внутрішнього згорання є автономними, тобто передбачають наявність насосів прісної чи забортної води, які обслуговують лише цей двигун. Системи охолодження двигунів поділяються на відкриті (одноконтурні) та закриті (двоконтурні). Відкрита система на морських суднах майже не застосовується. У цій системі охолодження двигуна проводиться забортною водою, яка прокачується насосом по всій системі охолодження і відводиться за борт. Систему відкритого типу допустимо застосовувати там,

де температура нагріву води, що виходить з двигуна, не перевищує 55 °С. При більшій температурі розчинені у воді солі стають нерозчинними і осідають на поверхнях, що омиваються водою, у вигляді накипу, погіршуючи умови тепловіддачі, а також засмічуючи проточні канали і порожнини охолодження, особливо в литих конструкціях головок і блоків циліндрів двигунів. Це порушує нормальне протікання робочого процесу двигуна і може бути причиною аварії.

У більшості сучасних суднових дизелів застосовується замкнута система охолодження. У цій системі для охолодження працюючого двигуна використовується прісна вода, що безперервно циркулює в замкнутій системі охолодження, яка складається з двох контурів: внутрішнього та зовнішнього. Перший служить для охолодження двигуна, другий для охолодження води, що циркулює у внутрішньому контурі. Для охолодження прісної води встановлюють водоводяний холодильник, через який прокачується забортна вода. На рис.2.1. наведено схему замкритої системи охолодження двигуна.

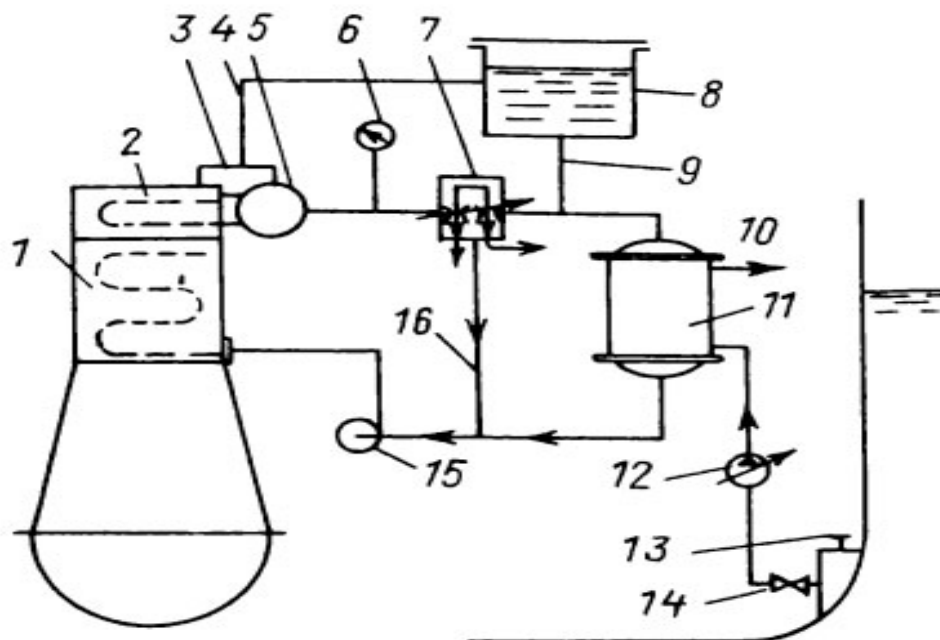


Рисунок - 2.1 Закрита схема контура управління температури охолоджуючої води [1]

Циркуляційним насосом 15 прісна вода по внутрішньому контуру подається в блок циліндрів 1. Охолодивши кришку циліндра 2 двигуна, вода по патрубку 3 надходить в порожнину охолодження випускного колектора 5, а звідти в термостат або в терморегулятор 7, який служить для автоматичного регулювання температури через двигун. Якщо температура цієї води виявиться вищою за необхідне значення, то термостат більшу частину води пропустить в холодильник 11, а меншу — в трубу 16. Таким чином, в термостаті постійно відбувається перерозподіл двох потоків води: підводиться до насоса 15 і знову спрямовується на охолодження двигуна [1].

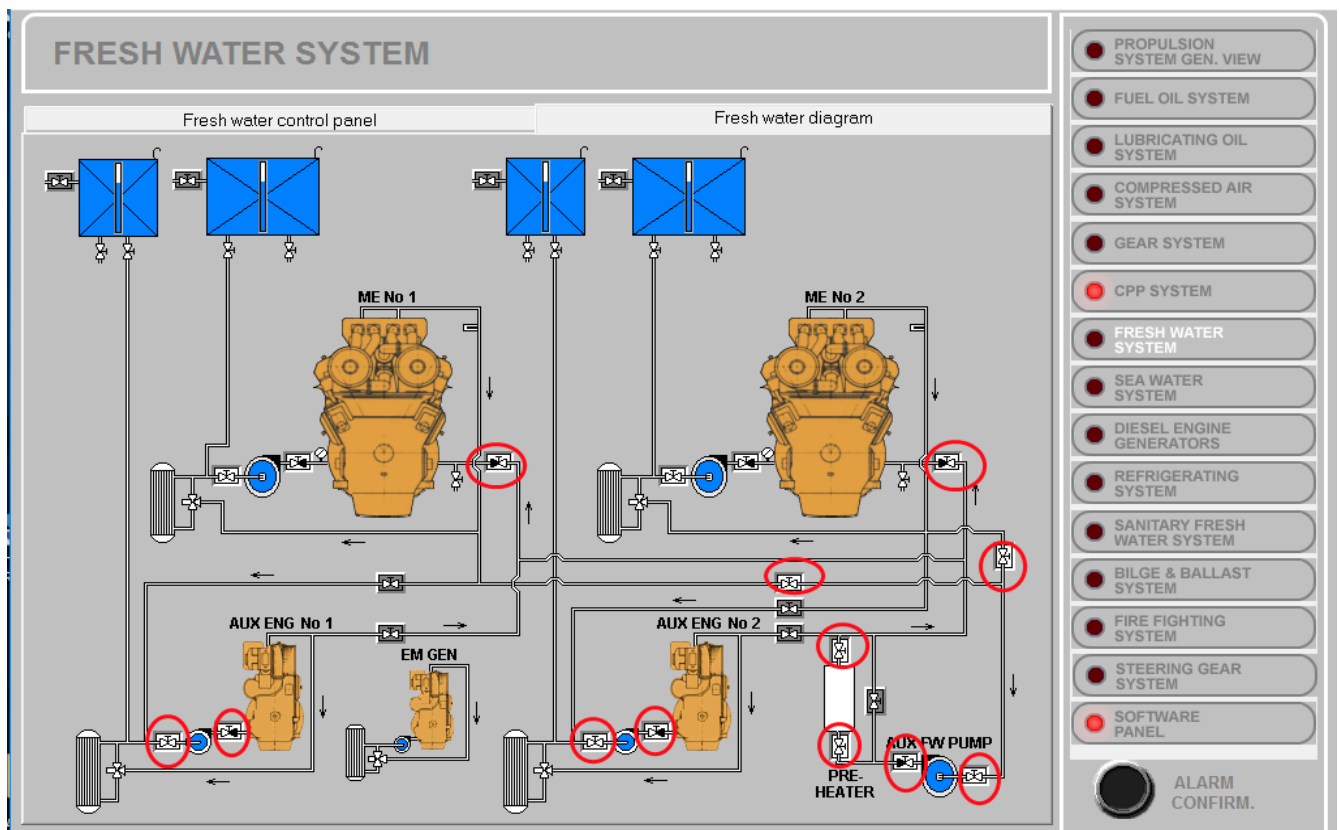


Рисунок 2.2. – Технологічна схема контуру пресної води з трьохходовими клапанами та насосами

Потужність на валу електродвигуна, необхідна для обертання центробіжного насоса, визначається роботою, витраченою на циркуляцію рідини [2]:

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

де $P_{\text{дв}}$ – потужність на валу електродвигуна, кВт; $H_{\text{ст}}$ – статична складова напору, м; $\Sigma H_{\text{м}}$ – 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; $\eta_{\text{об}} = 0,94 \div 0,98$ – коефіцієнт, враховуючий втрати через нещільності; $\eta_{\text{нас}}$ – ККД насосу.

ККД центробіжного насосу і його параметри:

$$\text{ККД} = 0,8; \eta_{\text{об}} = 0,96;$$

Подача рідини насосом визначається по формулі:

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

де: d - діаметр труби, V - швидкість води в трубопроводі .

Для здійснення розрахунку приймаємо діаметр труби рівним 0,3 м, а швидкість рідини - 5 м/с. [1]. Тоді:

$$Q = 0,75 \cdot 0,3^2 \cdot 5 = 0,33 \text{ [м}^3\text{/сек]} \quad (2.3)$$

$$P_{\text{наг.}} = 75 \text{ [кН/м}^2\text{]}$$

Підставимо обрані параметри насосу у формулу (2.1):

$$P_{\text{дв}} = \frac{0,33 \cdot 75 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{0,96 \cdot 0,8} \approx 32 \text{ [кВт]}$$

Згідно рекомендації [1] потужність двигуна вибирають з 15 -20 % -вим збільшенням потужності.

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{роз}} + 0,2 \cdot P_{\text{роз}}$$

Після визначення потужності двигуна визначаю його тип

Обираємо асинхронний двигун з короткозамкненим ротором фірми Hoyer IE2 marine electric motors are manufactured: HMC2 , потужністю – 38 кВт.

Таблиця 2.1- Технічні характеристики

Двигун	Потуж	Об/хв.*	Струм при 440 В, А*	ККД, %*	Коеф. потужн.*	Іп/ Ін	Мп/Мн
HMC2	38 кВт	1520	52	92	0,88	8,7	4,4

2.2 Розробка принципової схеми системи керування електроприводом

Насос приводиться від асинхронного короткозамкненого двигуна потужністю 79 кВт, напругою 440 В при частоті 60 Гц. Схема керування одержує живлення від понижувального трансформатора 440/220 В, також вона захищена від к.з. за допомогою запобіжників FC. Захист електродвигуна від к.з. здійснюється АВ 52, а від перевантаження - за допомогою електронного реле EOСR (рис .2.3).

Схема передбачає як запуск з ЦПУ, так і по місту з МВ, а також управління за допомогою контролеру SMS – 505 при перемиканні в режим «авто» (на схемі не показано). Для підготовки схеми до роботи:

1. включають на стартерній панелі ГРЩ автоматичний вимикач (на схемі не показаний), при цьому на лінійних проводах R, S, T з'являється напруга 440 В.

2. Включають автомат на щиті насоса (автомат 52). Після цього з'являється напруга на схемі керування через запобіжники FC1. Ця напруга з лінійних проводів R і T надходить на первинну обмотку трансформатора СРТ 1, внаслідок чого на вторинній обмотці з'являється знижена напруга 220 в.

3. Включають 88SH, з'являється струм на підігрівателі електромотору та сигнальній лампі L.

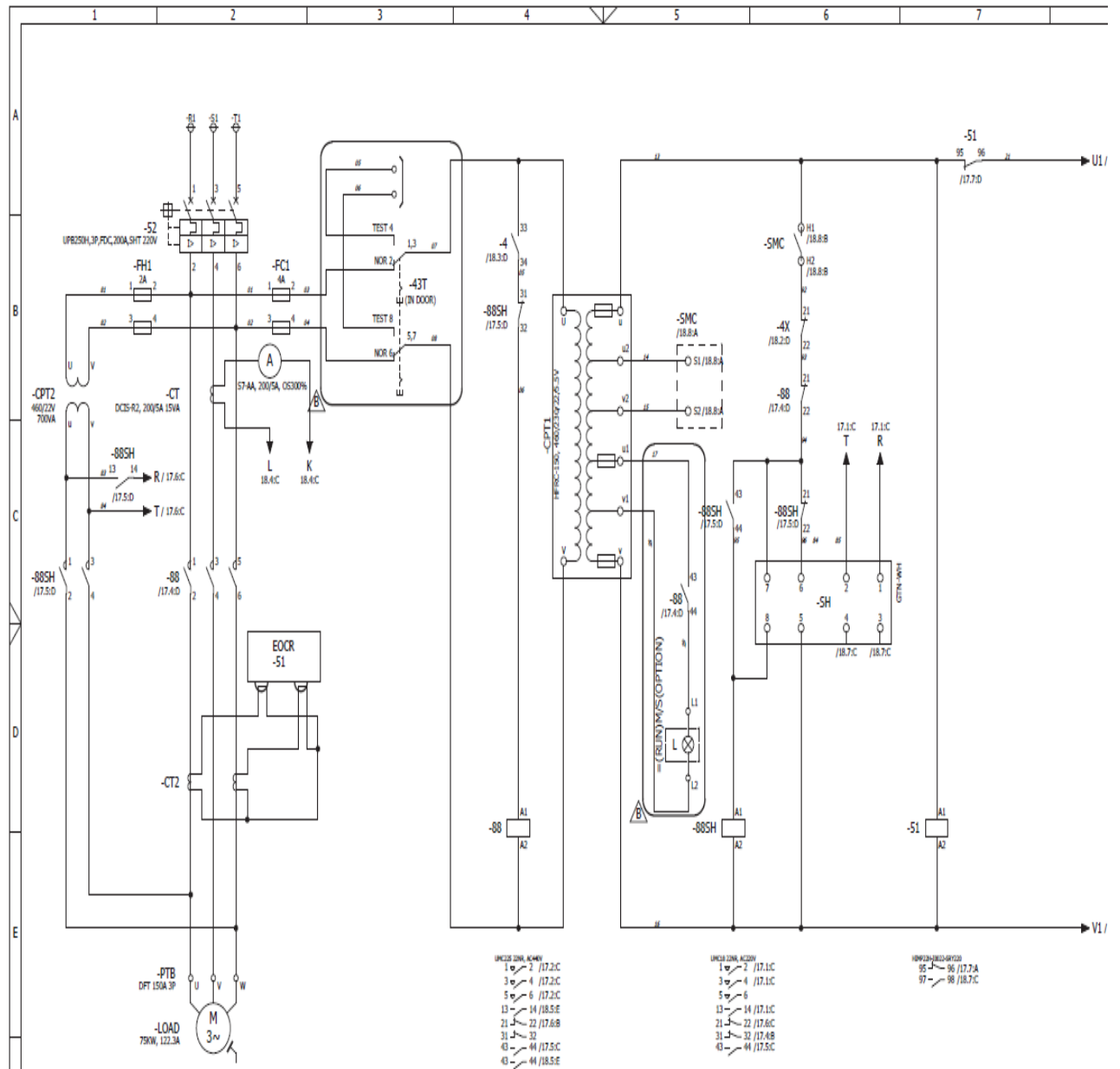


Рисунок 2.3 – Принципова схема управління електродвигуном насоса

У данній схемі представлені пари кнопок «Старт, Стоп». Вони знаходяться біля насосу, на щиті керування та на баластній консолі відповідно.

У схему управління встановлено EOCR (рис. 2.4) - електронне реле максимального струму - елемент захисту і управління ЕД. Реле має наступні характеристики:

- Компактний дизайн на базі мікропроцесорного блоку управління.
- Обробка в реальному часі / висока точність.
- Широкий діапазон регулювання струму: від 0,5 А до 480А (безумовно),

- Множинні функції захисту: від перевантаження по струму, від втрати фази, зміна фази, дисбаланс фази, останов, заклинювання, ток землі.
- Пошук та усунення несправностей і відображення причини відключення.
- Тип скидання: ручний скидання, електричний скидання і автоматичне скидання.
- Можливі характеристики часу-струму: зворотний, певний, зворотний теплової.
- Тестова функція для внутрішнього релейного виходу.
- Можливі відмовостійкі і небезпечні режими роботи.
- Зв'язок: MODBUS RS485.
- Функція аналогового виходу 4 ~ 20 мА.



Рисунок 2.4 - EOCR

Щоб не допустити перегріву обмоток при багаторазовому запуску, необхідно контролювати їх температуру за допомогою датчиків температури, вбудованих в обмотку нагріву насоса двигуна (рис. 2.3).

2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури

2.3.1 Вибір автоматичного вимикача

Автоматичний вимикач, з тепловим розчеплювачем, мінімальним розчеплювачем напруги або нульовим розчіплювачем, здатний захистити двигун і від інших можливих аварійних режимів.

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

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

де, P_H - потужність електродвигуна насосу;

U_H - напруга живлення ЕД;

$\cos \varphi_H$ – коефіцієнт потужності приймача.

Але згідно з технічними даними ЕД, $I_H = 52$ 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 $I_{\text{тр.р}} > 1,2 I_{\text{пуск.дв.}}$

Тож можна не проводити зайві розрахунки. Згідно данного струму вибираємо автоматичний вимикач фірми ВА 47, 63А основні характеристики якого:

Кількість полюсів	3
Номінальний струм	60 А
Номінальна відключає здатність, кА	4,2 кА

Згідно розрахованному току вибираємо потрібний кабель, користуючись переліком виробів з таблиць поданих каталогами іноземних виробників. Кабелі суднові марки КНР застосовуються в силових і освітлювальних мережах, в ланцюгах управління, сигналізації і межприборних з'єднань;

Основні характеристики:

- токоведуча жила - мідна, кругла, трьохжильна; відповідає класу 3 – площа поперечного сечення 25.0 мм²;
- напруга до 690 В, частота 60 Гц;
- кабелі витримали випробування змінною напругою 2500 В;
- електричний опір ізоляції при температурі +20°C, не менш 100 Мом/км;
- тривало допустима температура на токоведучій жилі, не більш +65°C;
- мінімальний срок роботи 25 років.

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 [5].

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.

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.

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 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].

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 [4]:

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

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

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

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:

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

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

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

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.

Далі наводиться розрахунок потужності електростанції для наступних режимів роботи судна:

- ходової режим;
- маневровий режим;
- стоянка з вантажними операціями;
- аварійний режим

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*		
	Р, кВт	Q, кВАр	S, кВА
Ходовий	456	343	571
Стоянковий з	670	401	783
Маневровий	699	422	817
Аварійний	89	63	109

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

Виходячи з вищевикладеного вибираємо три генератори фірми STAMFORD типу НС потужністю 450 кВт, один аварійний генератор потужністю 100 кВт, та один валогенератор 500 кВт.

Таблиця кількості генераторів з врахуванням 80% навантаження суднової СЕЕС наведена нижче.

Таблиця 3.2 – Режими роботи СЕЕС

Режим роботи СЕС	Кількість генераторів
Ходовий	1 ВГ
Маневровий	2 ДГ
Стоянка з вантажними операціями	2 ДГ
Аварійний	1 АДГ

Таблиця 3.3 - Основні дані ДГ

Тип генератору	Р _н , кВт	U _н , В	ККД	кількість
ДГ - STAMFORD HC	450 (562) кВА	440	0,92	3
АДГ - STAMFORD HC	100	440	0,91	1

В якості аварійних джерел електроенергії на суднах застосовують дизель-генератори та акумуляторні батареї. Аварійні джерела призначені для електропостачання приймачів, що працюють в аварійних режимах. При установці на судні аварійного дизель-генератора (АДГ) 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 СЕС) 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 СЕС 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 [7].

3.2 Вибір акумуляторів та перетворювачів електроенергії

Декілька акумуляторів, з'єднаних в послідовно-паралельну електричний ланцюг, прийнято називати акумуляторною батареєю.

Послідовне з'єднання акумуляторів дає можливість отримати на вихідних затисках батареї стандартні значення напруги постійного струму 6, 12, 24, 110, 220 В зі збереженням їх номінальної ємності.

При паралельному з'єднанні акумуляторів, ємність батареї на вихідних затисках рівна ємності одного акумулятора, помноженої на кількість гілок.

На кожному судні встановлюють, як правило, декілька акумуляторних батарей різного типу і призначення, наприклад, лужну – в якості аварійного джерела електроенергії та кислотну – для стартерного пуску дизель-генераторів і живлення їх систем сигналізації і управління, декілька лужних батарей – для резервного живлення радіостанцій, авральної і протипожежної сигналізації, службового телефонного зв'язку і т.п. [2].

Значення напруги акумуляторних батарей визначаються напругою приймачів, які отримують від них електроенергію. Більшість батарей мають напругу 6, 12, 24 В. Батарея короткочасного аварійного живлення, встановлена додатково до аварійного дизель-генератора, зазвичай має напругу 220 В (рівно напрузі електромережі аварійного освітлення і ходових сигнально-відмітних вогнів).

Для живлення мережі малого аварійного освітлення обираємо 2 акумулятори по 350Ah, з'єднуємо їх послідовно. Для дотримання вимоги по

резервуванню суднового електрообладнання приймаємо два комплекти по 2 батареї.

Акумуляторні батареї малого аварійного освітлення, зв'язку, пожежної та аварійної сигналізації розміщують в спеціальних приміщеннях вище головної палуби, поза шахтою МВ, з виходом на відкриту палубу [3].

Зарядні агрегати з напівпровідниковими випрямлячами являються найбільш переважними, вони більш надійні та менш пожежонебезпечні. Вибір зарядного пристрою виконується по номінальній напрузі та номінальному струму зарядки. Для нашого судна обираємо пуско-зарядний пристрій DECA 300 E з наступними параметрами:

Живлення 230 В;

Можливість підключення 12/24В;

Ємність акумуляторів 450 А/г;

Сила струму заряду 25 А;

В якості кислотних акумуляторних батарей виберемо вісім батарей серії НК-125Р. Дані занесемо в таблицю:

Таблиця 3.2 – Основні характеристики кислотних батарей серії НК-127

Тип	Напруга	Номінальна ємність	Номінальний струм заряду	Кількість електроліту
НК-127	12 В	125 А/г	25 А	8,6 л

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

До установки на даному судні приймаємо автономну СЕЕС, що має одну основну і одну аварійну електростанції. Як джерело електроенергії приймаємо до установки дизель-генераторні агрегати. Основні і резервні джерела електроенергії розміщуємо в машинному відділенні, ГРЩ (рис.3.1) на окремій палубі, аварійний генератор і АРЩ на шлюпковій палубі. Кількість і потужність генераторних агрегатів ми визначили в попередньому підрозділі (3).

Рисунок - 3.1. Загальний від ГРЩ судна

Згідно правилам Регістру розробляємо схему ГРЩ та АРЩ. Як правило ГРЩ складається з наступних секцій (рис.3.1):

- 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 сліднують 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.

Передача електроенергії від ГРЩ до споживачів відбувається за допомогою електричних мереж. На данном судні використована фідерно-группова система розподілу електроенергії. Найбільш відповідні і потужні

споживачі отримують живлення від ГРЩ, а не відповідальні від групових розподільних пристроїв, котрі живляться від ГРЩ.

Для розподілу електроенергії та контролю роботи генераторів на судні установлені:

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

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

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

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

- 1) насоси змащувального масла ГД №1;
- 2) насоси заборотної води охолодження ГД №1;
- 3) насоси прісної води охолодження ГД №1,2;
- 4) насос охолодження зарубашечного простору ГД №1;
- 5) насос прокачки циркуляційного масла ГД №1;
- 6) компресори пускового повітря №1,3
- 7) вантажний 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) вантажний насос №2 ;
- 11) брашпилі якірні носові №1;
- 12) швартовні лебідки №1,3,5;
- 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: 3 генераторні панелі, панель синхронізації, 2 фідерних панелі на 440В (див рис).

Генераторними панелі (ГП) (рис.3.2) 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 (рис.3.3.), плата з запобіжниками для захисту контрольно-вимірювальної апаратури та апаратури керування. На цих панелях також установлені рукоятки автомата "гасіння поля".

Рисунок 3.3. - Прилади на ГП

Панель синхронізації (рис.3.4) 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.

Загальна схема ГРЩ має:

Розподільний щит (РЩ) №1

- Вентилятор №1,3 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. 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;

Розподільний щит (РЩ) №16

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 «INNMAERSAT-C»



Рисунок 3.4. - АДГ

3.4 Разрахунок струмів короткого замикання. Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів, електровимірювальних приборів. Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги.

Основні траси кабелів прокладаються по бортах судна з переходом по перегородках і подволоку до щитів і приймачів електроенергії. На судні застосовуємо приховану провідку кабелів в спеціальних каналах, що забезпечують огляд кабельних трас. Кріплення кабелів проводиться за

допомогою кабельних підвісів, що прикріплюються до набору корпусу судна. Проходи пучок кабелів через водонепроніцаємі перегородки судна здійснюється за допомогою прохідних кабельних коробок, що заливаються уплотнительной масою. Для прокладки кабельних трас потрібно вибирати найкоротші шляхи, по можливості, прямолінійні і доступні для огляду.

Передача електроенергії споживачам здійснюється за трьохпровідної системи з ізольованою нейтраллю, оскільки вони мають велику електробезпеку. З'єднання фази на корпус судна не є коротким замиканням. Для передачі електроенергії споживачам в силових мережах застосовуються трехжильні кабелі марки НТРҮСҮ в оболонці з полівінілхлоридного пластиката при нерухомій прокладці.

Для вибору кабелю, що з'єднує генератор трифазного змінного струму з ГРЩ, розрахунковий струм визначаємо по формулі:

$$I_{\text{гн}} = \frac{P_{\text{гн}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{гн}} \cdot \cos \phi}, \quad (3.1)$$

$$I = \frac{450 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,8} = 738 \text{ А}$$

Після визначення перетину кабелю зробимо перевірку його на втрату напруги, при цьому керуємося вимогами Регістру, згідно з якими втрата напруги ΔU не повинна перевищувати для силових кабелів - 7 %; для мереж освітлення - 5 %; низьковольтних мереж (36 В) - 10 %.

Для трифазної лінії при визначенні втрати ΔU напруги згідно з формулою [7]:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} I L (r \cos \phi + x \sin \phi)}{U} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де L - довжина кабелю;

r , x - активний та індуктивний опір, Ом/м.

Вибираємо один трижильний кабель марки НТР з перетином жили 85 мм² [9].

Робимо перевірку на втрату напруження:

$L = 50 \text{ м}; I = 738 \text{ А}; \cos \varphi = 0.8; \sin \varphi = 0.6; r = 0.000102 \text{ Ом/м};$
 $x = 0.000043 \text{ Ом/м};$

$$\Delta U = \frac{1,73 * 738 * 50 * (0,000102 * 0,8 + 0,000043 * 0,6)}{440} * 100 = 1,56 \%$$

Втрата напруги не перевищила 7%, отже кабель був підібраний правильно відповідно до вимог Регістра [5].

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 не 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

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

Таблиця 3.4 – Основні характеристики генератора для розрахунку токів КЗ

Потужність	(450 кВт) 562 кВа
Напруга	450 В
Частота	60 Гц
Струм	738 А
Xd	1,812 у.о

Продовження таблиці 3.4

X_d	0,241 у.о
X''_d	0,151 у.о
r_a	0,0014 Ом

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

$$S_6 = 2 \cdot 562 = 1125 \text{ кВА} \quad (3.14)$$

$$\begin{aligned} U_6 \\ = 450 \text{ В} \end{aligned} \quad (3.15)$$

Базисний струм розрахуємо за формулою:

$$\begin{aligned} I_6 &= \frac{S_6 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_6} = \frac{1125 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 450} \\ &= 1444 \text{ А} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Визначимо значення опорів обмоток статора генератора:

Активний опір дорівнює:

$$\begin{aligned} R_1 &= r_a \frac{S_6 \cdot 1000}{U_6^2} = 0,0014 \cdot \frac{1125 \cdot 1000}{202500} \\ &= 0,008 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (3.17)$$

Реактивний опір дорівнює:

$$\begin{aligned} X_1 &= X''_d \cdot \frac{S_6}{S} = 0,151 \cdot \frac{1125}{562} \\ &= 0,302 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (3.18)$$

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

Реактивний опір кабелю дорівнює $X^* 0,073 \text{ Ом/км}$

Опір десяти паралельно прокладених кабелів довжиною 10 м відповідно рівняються:

Активний:

$$r_{\text{общ}}^{**} = \frac{\left(\frac{r^{**}}{100}\right)}{10} = \frac{\left(\frac{0,092}{100}\right)}{10} = \frac{0,00092}{10} = 0,000091 \text{ Ом/м} \quad (3.19)$$

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:

$$r_2 = (0,000092 + 0,0003) \frac{1125}{450 \cdot 450} = 0,000392 \cdot 24,69 = 0,0096 \text{ Ом} \quad (3.21)$$

$$x_2 = (0,000073 + 0,00015) \frac{1125}{450 \cdot 450} = 0,000223 \cdot 24,69 = 0,0054 \text{ Ом} \quad (3.22)$$

Загальний опір генераторних променів:

$$r_3 = r_1 + r_2 = 0,037 + 0,0097 = 0,0466 \text{ Ом} \quad (3.23)$$

$$x_3 = x_1 + x_2 = 0,608 + 0,0055 = 0,6133 \text{ Ом} \quad (3.24)$$

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

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

$$Z_{3,4} = r_{3,4} + jx_{3,4} = 0,0465 + j0,6133 \text{ Ом} \quad (3.25)$$

$$Z_5 = \frac{Z_3 \cdot Z_4}{Z_3 + Z_4} = \frac{(0,0465 + j0,6133) \cdot (0,0467 + j0,6134)}{(0,0465 + j0,6135) + (0,0467 + j0,6134)} = \frac{-0,374 + j0,0572}{0,0934 + j1,227} \quad (3.26)$$

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

$$Z_5 = \frac{(-0,374 + j0,0572) \cdot (0,0934 - j1,227)}{(0,0934 + j1,227) \cdot (0,0934 - j1,227)} = \frac{0,0354 + j0,464}{1,5143} =$$

$$= 0,0233 + j0,3063 \quad (3.27)$$

$$Z_{\text{общ}} = \frac{Z_5}{2} = \frac{0,0233 + j0,3063}{2} = 0,0116 + j0,153 \quad (3.28)$$

$$r_6 = 0,0116 \text{ Ом}; \quad x_6 = 0,153 \text{ Ом}$$

$$Z_7 = \sqrt{0,0116^2 + 0,153^2} = \sqrt{0,0236} = 0,152 \text{ Ом} \quad (3.29)$$

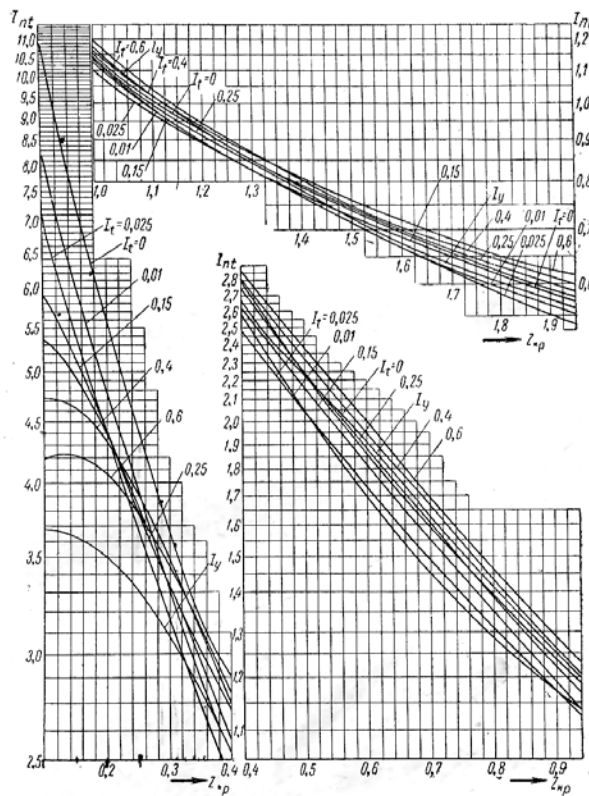


Рисунок 3.1 – Розрахункові криві струму короткого замикання

По розрахунковим кривим (рис. 3.1) відповідно $Z_7 = 0,152$ визначимо:

$$I_0 = 6,6;$$

$$I_{0.01} = 5,9;$$

Відношенню $x_6/r_6 = 0,1533/0,0118 = 13,1$ відповідає ударний коефіцієнт 1,78.

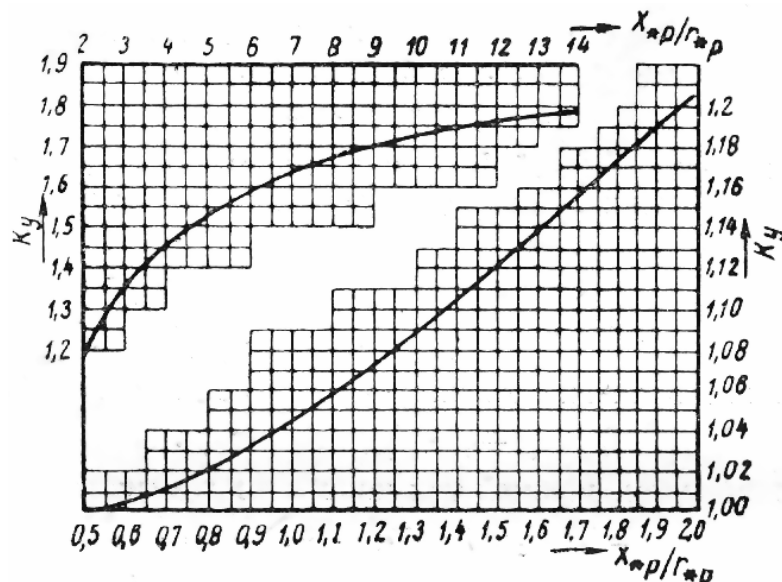


Рисунок 3.2 – Графік кривих змінення ударного коефіцієнту k_y

$$i_{уд.г} = \sqrt{2} \cdot I_6 \cdot (I_{0,01} + I_0 \cdot (K_{уд} - 1)) = \sqrt{2} \cdot 6415 \cdot (5,8 + 6,7(1,8 - 1)) = 101247 \text{ A} \quad (3.30)$$

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

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

$$i_{уд} = i_{уд.г} + i_{уд.д} = 101247 + 30845 = 132092 \text{ A} \quad (3.33)$$

Вибір генераторних автоматів

На основі отриманого значення ударного струму КЗ можна вибрати автоматичні вимикачі.

Зробимо вибір генераторних автоматів. Генераторні автомати ДГ:

На основі отриманого значення ударного струму КЗ можна вибрати генераторні автоматичні вимикачі TERASAKI типу AR3 [9].

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].

3.5. Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги.

Для перевірки кабелю на втрату напруги, візьмемо підрулюючий пристрій, як одного з найбільш віддаленого електроприводу. Відповідно до вимог Регістру [5], втрата напруги не повинна перевищувати 7 %. Пуск за допомогою автотрансформатору.

Разрахунковий струм розрахуємо за формулою:

$$I_{dv} = \frac{P_{dv} 1000}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{500 \cdot 1000}{1,73 \cdot 660 \cdot 0,8} = 540 \text{ A}$$

По струму вибираємо два трехжильних кабеля марки КНР з перетином 45 мм². Після вибору кабеля проверемо його на втрату напруги:

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

Дані обраного кабеля [10]:

$$L = 70 \text{ м} = 0,07 \text{ км}$$

$$r = 0,176 \text{ Ом/км} - \text{значення активного опору кабеля}$$

$$x = 0,098 \text{ Ом/км} - \text{значення реактивного опору кабелю};$$

$$\cos \varphi = 0,8;$$

$$\sin \varphi = 0,72.$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \frac{r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi}{U_n} \cdot 100\% = 1,73 \cdot 540 \cdot 0,07 \cdot 0,03 = 1,96 \%$$

Кабель вибраний вірно тому, що падіння напруги на лінії складає 2 %, а це менше, ніж встановлені Регістром максимальні 6% [8].

3.6. Вибір системи самозбудження генераторів, розрахунок провалу напруги при пуску найбільш потужного споживача електроенергії

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 моделей HS є синхронними безщітковими генераторами повністю закритого типу з повітряним охолодженням. Генератори обладнані системою збудження ТАІУО з вмонтованим електронним регулятором напруги [12].

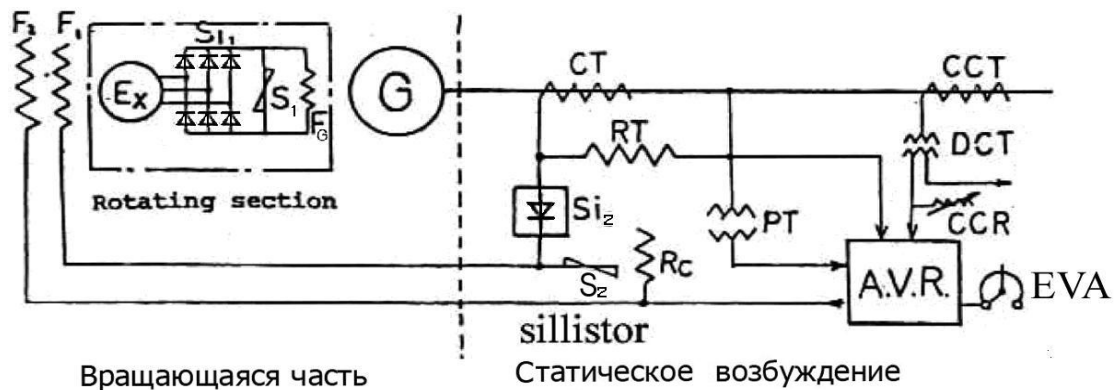


Рис 3.9.- Функціональна схема системи збудження

Компоненти схеми наступні:

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

- РТ — силовий трансформатор;
- ССТ — 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 РТ 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, РТ, 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 клемі генератора і компенсувати падіння напруги при зміні струму навантаження.

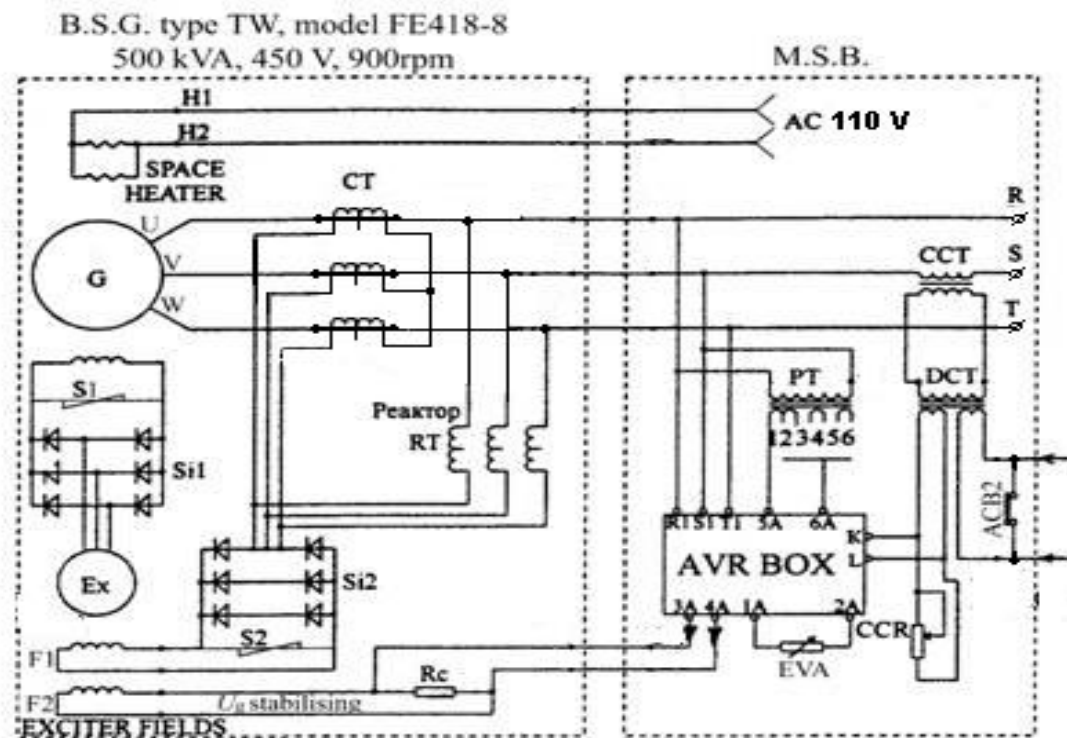


Рис 3.10 - Принципова схема системи збудження ТАІУО

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

3.7. Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії

Проведемо розрахунок по електроприводу вантажного крану, так як він являється найбільш потужним.

Особливістю суднових електростанцій являється наявність потужних асинхронних коротко замкнутих двигунів. Відсутність колектору у асинхронних коротко замкнутих двигунів дає можливість запускати їх без пускових реостатів, застосовуючи найпростіші схеми пуску. Проте пусковий струм у процесі розгону таких двигунів у 5 – 7 разів більше номінального і являється в більшості індуктивним. Якщо потужність двигуна складає,

наприклад, 30% потужності синхронного генератора, то в момент пуску струм двигуна по відношенню к номінальному току генератора буде складати 150-200%. При набросі подібних індуктивних струмів синхронні генератори сильно розмагнічуються і на деякий час знижують напругу, що прийнято називати провалом напруги.

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

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

Початкові дані (дів табл.3.4.):

Тип генератора: Stamford HC

$$S_{\text{нг}} = (450 \text{ кВт}) = 562 \text{ КВа}$$

$$U_{\text{нг}} = 440 \text{ В};$$

$$X_d' = 0,24;$$

$$X_d = 1,81;$$

$$T_{d0}' = 2.3;$$

$K = 25 \text{ В/с}$ (коефіцієнт лінеаризації регулювача напруги);

$t_1 = 0.8 \text{ с}$ (час затримки вступу регулювача напруги в роботу);

Параметри електродвигуна підрулюючого пристрою:

$$U_{\text{нд}} = 440 \text{ В};$$

$$P_{\text{нд}} = 500 \text{ кВт};$$

K_p – кратність пускового струму = 6.

Реактивний опір двигуна рівний:

$$X_d = \frac{S_{\text{нг}} \cdot 10^3}{K_p \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{нд}} \cdot I_{\text{нд}}} \cdot \left(\frac{U_{\text{нд}}}{U_{\text{нг}}} \right)^2 = \frac{450 \cdot 10^3}{6 \cdot \sqrt{3} \cdot 500000} \cdot \left(\frac{440}{440} \right)^2 = 0,86$$

Початкова напруга генератора рівна:

$$U_{нач} = \frac{Xd}{Xd + Xd'} = \frac{0,86}{0,86 + 0,24} = 0,78$$

Встановлена напруга дорівнює:

$$U_{уст} = \frac{Xd}{Xd + Xd'} = \frac{0,86}{0,86 + 1,81} = 0,32$$

Коефіцієнт K_2 дорівнює:

$$K_2 = \frac{U_{уст*}}{E_{d*}} = \frac{0,5}{1} = 0,5.$$

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

$$T_d' = T_{do} \frac{Xd + X_d'}{Xd + Xd'} = 0,32(c)$$

Час досягнення мінімального значення напруги:

$$t_{min} = T'd \cdot 2,31 \lg \left(\frac{U_{нач} - U_{уст}}{U_{уст} \cdot K \cdot \tau'd} + 2,72^{t_1/\tau'd} \right);$$

$$t_{min} = 0,32 \cdot 2,31 \lg \left(\frac{0,78 - 0,32}{0,5 \cdot 25 \cdot 1,32} + 2,72^{0,8/1,32} \right) = 1,85 (c).$$

Значення мінімальної напруги:

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

$$U_{min} = 0,32 + (0,78 - 0,32) \cdot 2,72^{-1,87/1,32} + 0,32 \cdot 25 \cdot [(1,87 - 0,8) - 1,32(1 - 2,72^{-(1,87 - 0,8)/1,32})] = 0,9$$

Максимальний провал напруги:

$$\Delta U_{max} = (1 - U_{min}) \cdot 100\% = (1 - 0,9) \cdot 100\% = 10\%.$$

Як видно, падіння напруги знаходиться в допустимих нормах.

З пророблених розрахунків видно, що падіння напруги при пуску асинхронного двигуна вантажного крану буде складати 11 %, що є згідно Регістра допустимою нормою миттєвого падіння напруги. У тих випадках, коли $\Delta U_{max} \geq 15\%$, 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.

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

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

За принципом функціонально-структурної побудови АСУ судна відноситься до класу розподілених систем (розподілена АСУ). Вона 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 загально суднових АСУ,

побудованих на базі типових уніфікованих програмно-апаратних засобів має особливу актуальність.

В якості комплектуючих виробів для побудови суднових АСУ застосовується, в основному, продукція одного з світових лідерів Schneider Electric (Франція). На вимогу замовника можуть використовуватися програмно-апаратні засоби виробництва Siemens, Omron, Wago та інші.

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

В склад системи автоматизації керування судновою електроенергетичною системою входить щит контролю та керування, на якому розміщені сигнальні та вимірювальні прилади для контролю за роботою генераторних агрегатів ГА, а також органи дистанційного керування (рис.3.11)



Рисунок. 3.11 – Панель керування СДГ

Система керування судновою електроенергетичною системою входить в комплекс систем керування судновими технічними засобами.

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

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

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

- Подачу сигналу на автоматичний пуск і підключення резервного ДГ при досягненні навантаження 90% номінального на робочому генераторі;
- Автоматичну і точну синхронізацію генераторів з шинами ГРЩ;

- Автоматичний розподіл активної загрузки між паралельно працюючими генераторами після підключення резервного;
- Автоматичне відключення автомату фідера живлення з берегу при обриві однієї з живлячих фаз та сигналізацію про зниження напруги у берегової мережі менше 85% номінального значення;
- Відключення другорядних споживачів при перенавантаженні генераторів;
- Автоматичний контроль опору ізоляції на шинах ГРЩ;
- Автоматичну світлову сигналізацію про розгрузку любого паралельно працюючого ДГ до 35% номінального значення;
- 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);
- Струмowego захисту (ПСЗ);
- Захисту електродвигунів від обриву фаз та пониження напруги (ЗОФН).

Завдання режиму СУЕС активує автоматичне або напівавтоматичне керування електростанцією. Завдання ручного управління відключає СУЕС (систему управління ЕС) і передає керування ГА оператору. Управління частотою при ручної синхронізації здійснюється з допомогою переключателів (більше/менше). Синхроноскоп перевіряє виконання умов синхронізації і дає

команду на включення генераторного виключача. Також проектне рішення компанії DEIF дозволяє організувати ДУ СЕС з містка за допомогою додаткових панелей АОР. Панель має кнопки і світлодіоди для індикації різних режимів управління. Наприклад, при виборі режиму «живлення від валогенератора» проводиться синхронізація виключача і переклад навантаження з ДГ на валогенератор судна. Після синхронізації вимикача валогенератора (ВГ) ДГ розвантажуються і зупиняються. Зворотний перехід також проводиться за допомогою кнопки на панелі станції. У залежності від навантаження необхіднок кількість ДГ буде автоматично підключено до шин. Після підключення ДГ, ВГ розгружеться і т. д. Також при автоматизації обладнання СЕУ, використовуються контролери DM – 4

Контролер забезпечує:

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

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

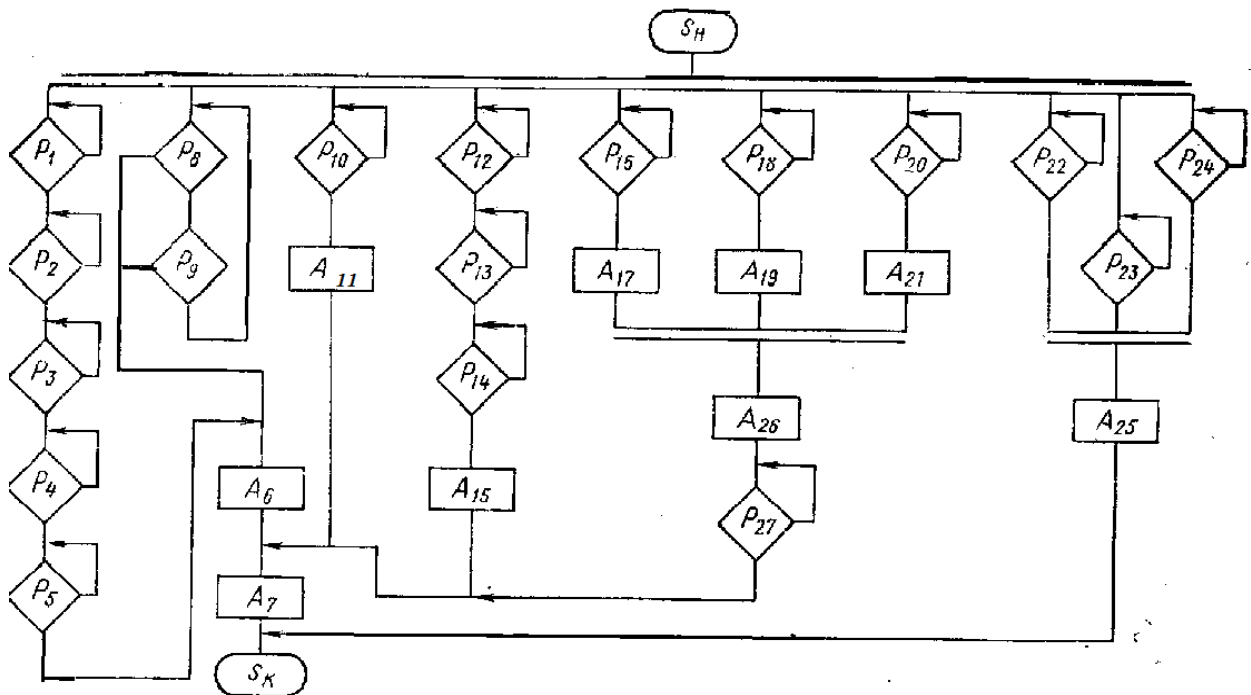


Рисунок 3.12- Граф-схема алгоритму захисту СГД

У граф-схемі алгоритму захисту ДГ (рис.3.12) позначення операторів наступні:

P1 - пам'ять (програма) нездійсненого пуску вимкнена; P2, P13 - датчик першої уставки частоти обертання відповідно не спрацював і спрацював; P3, P4 - пам'ять пуску і зупинки вимкнена; P5 - датчик тиску масла при прокачуванні не спрацював; A6 - включення пам'яті (програми) екранної зупинки, сигнальної лампи «Аварія» та реле звукової сигналізації; A7 - включення реле відключення автоматичного вимикача ДГ, реле робочого стоп-пристрою, реле аварійного стоп-пристрою; P8 - датчик екстреної зупинки не спрацював; P9 - відсутності сигнал від кнопки екранної останки; P10 - спрацював датчик аварійної частоти обертання; A11- включення програми аварійної частоти обертання, реле звукової і світлової сигналізації «Аварійна частота», «Аварія»; P12, P22 - спрацював датчик аварійного та попереджувального тиску масла; P14 - включення програми пуску і зупинки; A15 - включення пам'яті аварійного тиску масла, реле звукової і світлової

сигналізації, ламп «Аварія», «Тиску масла»; P16,18 - спрацювали датчики аварійної температури води і масла; A17,19 - включення програми аварійної температури води і масла, ламп аварійної температури води / масла; P20 - спрацювала датчик аварійного рівня води; A21 - включення пам'яті аварійного рівня води, лампи сигналізації по воді; P23, P24 - спрацював датчик попереджувальної температури масла і води; A25 - включення реле звукової сигналізації; A26 - включення лампи «Аварія», реле звукової сигналізації; P27 - реле захисту не відключені тумблером.

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

Суднове електричне освітлення складається з наступних самостійних ланцюгів:

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

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

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

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

навігаційної рубки, ЦПК, коридорів житлової частини судна та камбузу виконано світильниками люмінесцентних ламп. У коридорах систем, у тамбурах сходу, у приміщеннях прийому палива, горловинах встановлені вибухобезпечні світильники ВЗГ-100, а в акумуляторній - світильники В4А-60.

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

Мережа великого аварійного освітлення складається з:

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

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

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

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

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

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

Мережа зовнішнього та трюмного освітлення отримує живлення від секції 220В ГРЩ. Живлення від ГРЩ подається на районний щит, а від нього

на групові щити, через контактори. Вимикання та вмикання зовнішнього трюмного освітлення проводиться централізовано з навігаційної рубки.

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

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

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

На судні встановлені такі основні вогні:

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

4 АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

4.1 Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової інформаційних і управляючих систем СЕС

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

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

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

Система дозволяє в автоматизованому і дистанційному режимах:

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

Система складається з:

- Центрального пульта управління;

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

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

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

1. структурний рівень - датчики і сенсори знаходяться в машинному відділенні. На кожному механізмі і пристрої є різні типи датчиків - датчики температури (Pt-100), що дають сигнал у вигляді провідникові, датчики тиску (пресостати), що дають сигнал у вигляді струму в міліампер, датчики положення, датчики обертів і т.д. На цьому ж рівні знаходяться АЦП і ЦАП і передають блоки (Sender Box) перетворюють сигнали в потрібний рівень і одиницю виміру.

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

3. структурний рівень - далі вся інформація зібрана і відсортована, передається по загальній шині через мережу модемів на головний комп'ютер де обробляється та аналізується (тобто порівнюється з уставками).

4. структурний рівень - всі керуючі сигнали надходять на мікроконтролери знаходяться в щиті управління кожного об'єкта. Вони вже в свою чергу формують силові керуючі сигнали впливу на конкретний механізм.

5. рівень - це інформаційні панелі, тобто амперметри, вольтметри і т.д., лампочки на панелях, принтер сигналізації а також блоки автоматичної

сигналізації - розташовані по всьому судну (в каютах офіцерів і в місцях відпочинку суднового екіпажу).

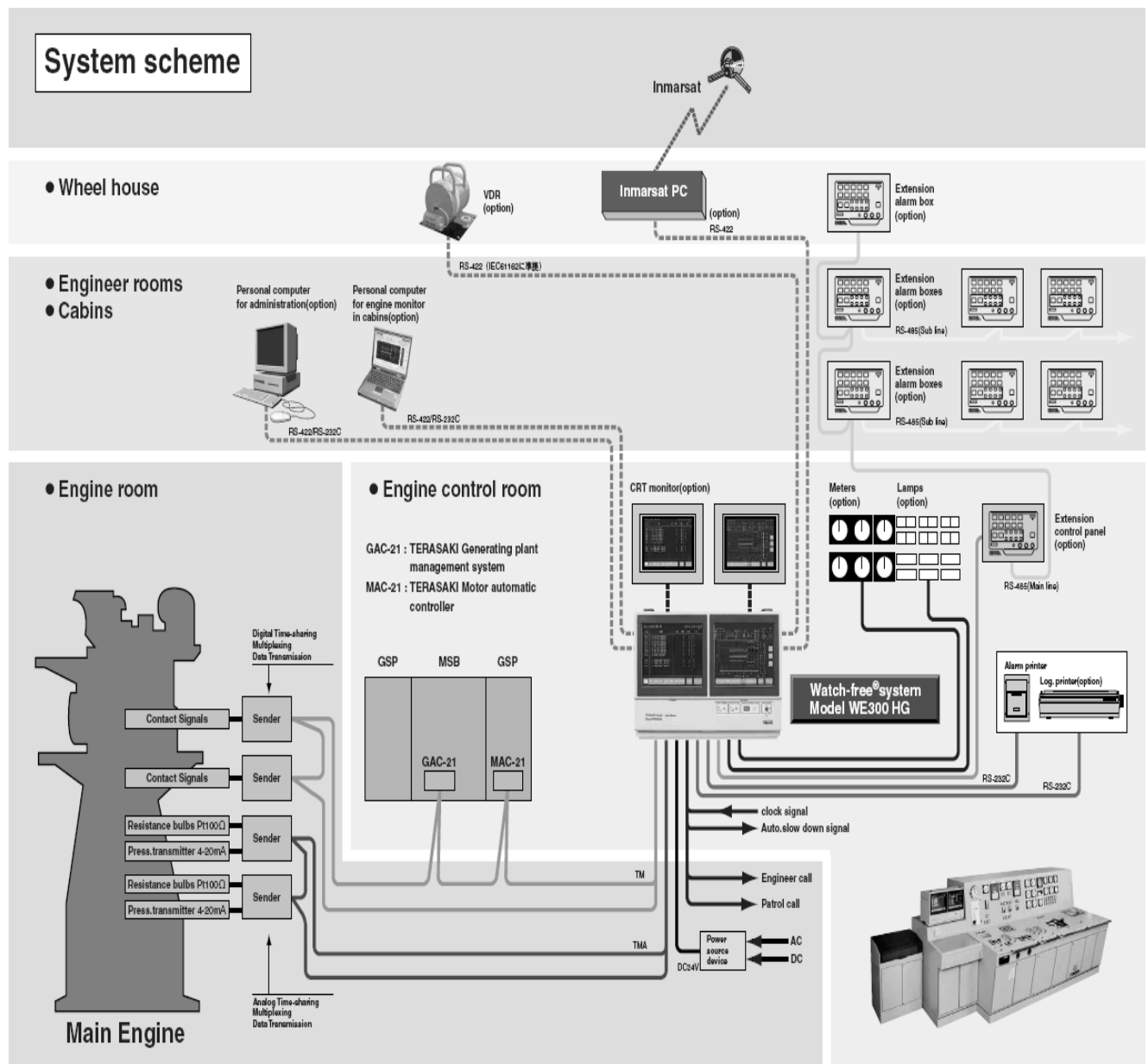


Рисунок - 4.1 Схема КСУ ТС СЕУ

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

Система PPM-3 розроблена для автоматизації наступних типів електростанцій:

- Паралельна робота ДГУ на загальні шини

- Робота ДГУ на секціоновані шини ГРЩ
- Кільцеві шини ГРЩ
- Робота з валогенератором і берегом
- Управління секційними вимикачами
- Управління аварійним / стоянковим ДГУ

Режими управління електростанцією:

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

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

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

управління електростанцією

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

режими управління

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

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

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

Опції

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

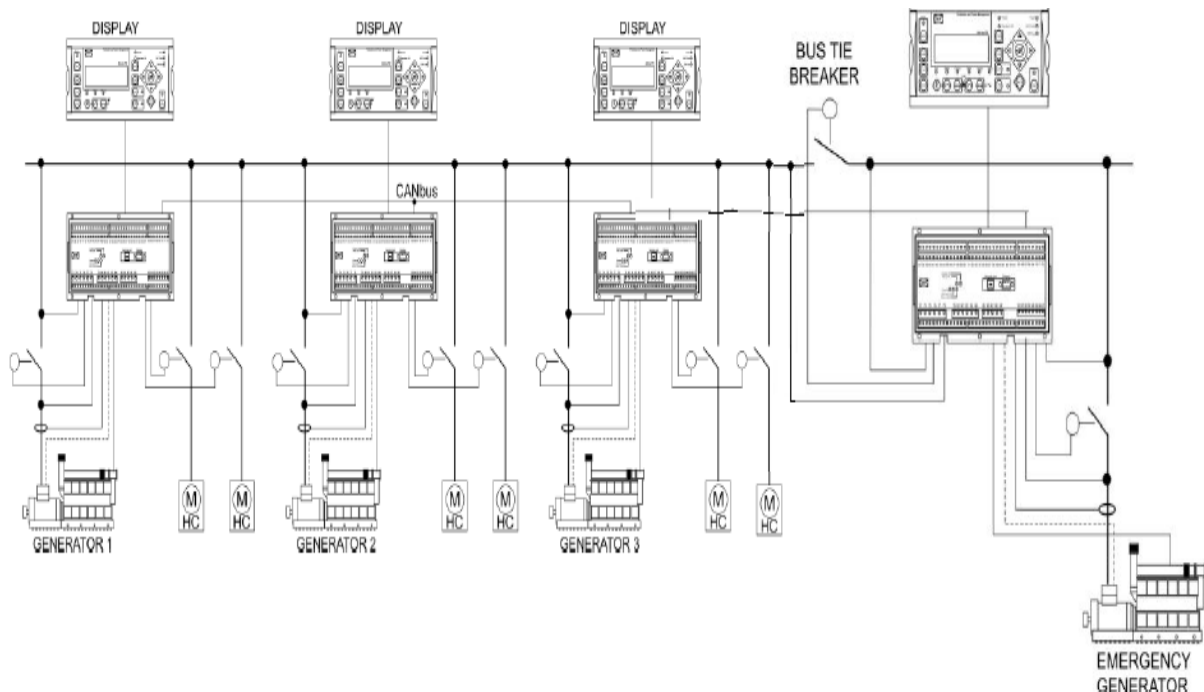


Рисунок 4.2 – Структурна схема АСЕС

Система PPM-3 має 4 типи дисплейних блоків в залежності від складу електростанції: Дизель генератора (DG), валогенератора / берегового живлення (SG / SC), аварійного / стоянкового дизель генератора (EDG) і секційного вимикача (BTV).

4.2. Розробка системи автоматизації суднового дизель-генератора

По назначению и объему автоматизации судовые дизель-генераторы разделяются на две группы.

К первой относятся СДГ, обеспечивающие электроснабжение потребителей судна в нормальных эксплуатационных режимах. Системы ДАУ этих ДГ предусматривают автоматизацию следующих операций:

- поддержание ДГ в прогретом состоянии,
- ввод в действие,
- управление в процессе работы,
- вывод из действия,
- контроль и защита.

Ввод в действие, синхронизация, перевод под нагрузку и остановка ДГ осуществляется с помощью регулятора или оператором. (ДУ). Ця система, виконана на уніфікованих електричних елементах, забезпечує виконання наступних операцій:

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

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

системах, забезпечують контроль за тиском і температурою масла, тиском і температурою охолоджувальної води, частотою обертання дизеля.

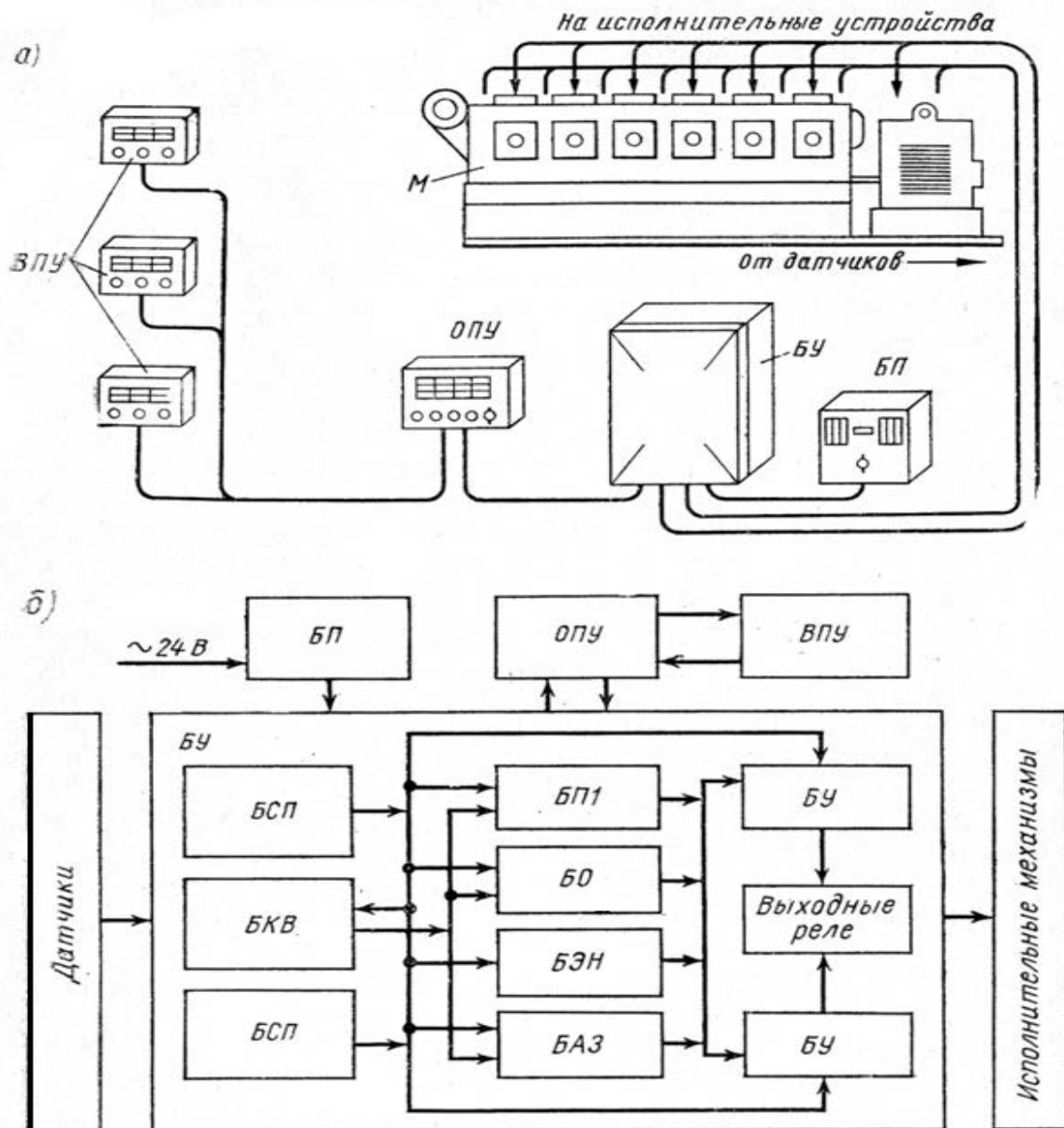


Рисунок 4.3 - Функціональна схема ДАУ ДГ

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

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

На рис. 4.4 позначені:

Sn – початок

P1 – пам'ять пуску вкл.

A2 – включення реле пускового клапана

P3 - спрацював вимикач нижнього положення паливної рейки

A4, A5 – вкл і викл реле зменшення частоти обертання

P6 – спрацював датчик частоти обертання дизеля

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

P8 – спрацював датчик тиску масла при прокачуванні перед пуском дизеля

P9 – поточний час менше часу уставки на прокачування масла

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

P11, P12 – спрацював датчик певий і другий уставок частоти обертання

P12 – поточний час менше уставки часу пуску на повітрі

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

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

P15 – спрацював проміжточний вимикач положення паливної рейки

A16, A21 – вкл реле збільшення частоти обертання

A17 – викл реле збільшення частоти обертання

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

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

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

Sk - кінець.

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

Радіолокатор.

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

ИСН РЛС повинні мати достатню розв'язну здатність, точність виміру відстаней і напрямків на виявлені об'єкти, мінімальними габаритними розмірами й масою всієї установки, забезпечуючи при цьому:

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

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

Лаг.

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

Ехолот.

У комплект ехолота входять наступні прилади:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

діапазон 0-500 м - наявність тільки нульової лінії.

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

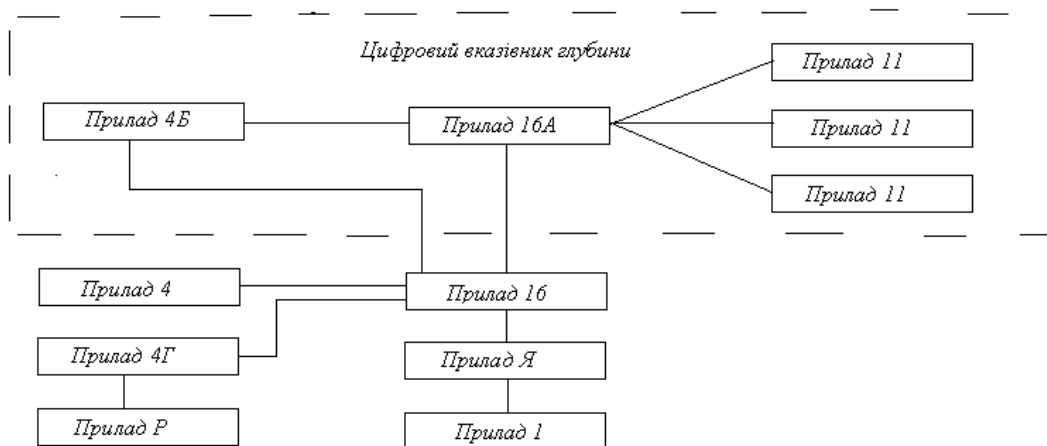


Рисунок 4.5. - Склад комплекту ехолота

Ехолот М-3Б характеризується наступними технічними даними. Самопис має три діапазони: 0-50, 40-90 і 0-500 м. Крім того, є піддіапазон «Малі глибини» (МГ) - менш 10 м. У самописі можна встановлювати повільну або швидку (у два рази більшу) протягання паперу при вимірі глибин у тому самому діапазоні: 20 і 40 мм/хв у діапазонах 0-50 і 40-90 м; 2 або 4 мм/хв у діапазоні 0-500 м. Довжина паперової стрічки в рулоні дорівнює 20 м.

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

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

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

діапазон 0-500 м - наявність тільки нульової лінії.

В ехолоті М-3Б можлива одночасна робота самописа (прилад 4), цифрового показчика глибин (прилади 4Б, 11, 16А) і прилади сигналізації глибини (прилад 4М). При цьому керування роботою здійснюється із приладу 4. Якщо самопис буде виключений, керування автоматично переводиться на прилад 4Б (у приладі 4 показується напис «Включений показчик»). При відключених самописі й цифровому показчику роботою ехолота управляє прилад 4М

5 ПИТАННЯ ЦИВЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Захист суден від зовнішніх катаклізмів

Управління судном в шторм вимагає від екіпажу знання всіх видів впливу штормових умов на судно. Вплив штормового вітру і хвилювання може принести судну великі пошкодження, якщо воно належним чином не підготовлено до зустрічі зі штормом.

При складанні вантажного плану передбачається забезпечення загальної та місцевої міцності корпусу судна і його морехідних якостей як на момент виходу з порту, так і при витрачанні запасів протягом всього рейсу. У разі рейсу з декількома пунктами заходу, в яких повинні проводитися вантажні операції, розміщення вантажу повинне забезпечувати можливість кріплення вантажів з метою збереження на переході в наступний пункт призначення або при необхідності (у незахищених портах) припинення вантажних операцій і виходу у відкрите море на час шторму.

Перед виходом з порту судноводії повинні ознайомитися з довгостроковим прогнозом погоди, а за відсутності фототелеграфної апаратури - з серією синоптичних карт за попередні дні.

Перед виходом судна в рейс:

- проводять зовнішній і внутрішній огляд корпусу і перегородок;
- у вантажних приміщеннях перевіряють прийомні сітки (перед завантаженням), перевіряють в дії водовідливні засоби та справність водомірних трубок;
- танки і цистерни або повністю спорожняють, або повністю заповнюють, щоб у них не було вільних поверхонь рідини;
- задраюють і перевіряють горловини всіх танків і відсіків, двері водонепроникних перегородок;
- при завантаженні вантажних приміщень роблять ретельну штивку, укладання і кріплення вантажу;
- оглядають стан люкових закриттів.

Під час плавання на судні регулярно беруть прогнози погоди, що передаються береговими станціями.

При несприятливому прогнозі погоди або при появі ознак її погіршення судно має бути підготовлене з усією ретельністю до зустрічі шторму. Для цього:

- перевіряють кріплення палубного вантажу, вантажних стріл, рятувальних шлюпок і плотів, кріплять додатково аварійне, шкіперська та інше майно, в тому числі і те, що знаходиться у коморах, на камбузі і в житлових приміщеннях;
- обтягують весь сталевий такелаж і злегка послаблюють рослинний;
- якорі в клюзі, якщо необхідно, беруть на додаткові стопори, а клюзи ланцюгових ящиків закривають кришками;
- задраюють палубні люки, двері, ілюмінатори та інші отвори, через які можливе попадання води всередину приміщень;
- на верхній палубі простягають штормові леєри з рослинного троса для полегшення ходіння людей під час шторму;
- проводять інші запобіжні заходи виходячи з особливостей конкретного судна.

Всі підготовчі роботи слід проводити завчасно, так як при сильному вітрі, хвилюванні і хитавиці виконання їх стає трудомістким, а іноді і небезпечним.

5.2 Боротьба з обледенінням судна

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

У передбаченні плавання в районах можливого обледеніння необхідно завчасно враховувати:

- вантаж повинен розташовуватися і кріпитися так, щоб уникнути його зміщення при крені;
- не слід захищувати верхню палубу тарою, обладнанням і постачанням;

- в паливних і водяних танках (крім витратних) не повинно бути вільної поверхні рідких вантажів.

При виникненні загрози обледеніння необхідно виконати наступні заходи:

- обирати курс і швидкість з таким розрахунком, щоб заливання були найменшими;

- поперемінно змінювати курс судна, переводячи вітер на правий і лівий борт з метою усунення нерівномірності обмерзання бортів і статичного крену;

- при появі статичного крену, якщо він істотно впливає на остійність судна чи ускладнює його експлуатацію, прийняти заходи до його зменшення.

Заходи з відновлення остійності судна:

- видалити лід, в першу чергу з високо розташованих конструкцій, при суворому дотриманні охорони праці і техніки безпеки при роботі в штормових умовах;

- ліквідувати вільні поверхні рідких вантажів у танках;

- при виникненні статичного крену в результаті несиметричного обмерзання лід відколюють, в першу чергу, з боку крену.

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

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

5.3 Розробка інструкції з техніки безпеки при обслуговуванні технічних засобів електроустановки

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

Забезпечити безпеку праці при експлуатації енергоустаткування значить забезпечити людей, працюючих з електричними установками, від поразки струмом. У зв'язку з цим технічні питання експлуатації енергоустаткування і питання безпеки праці завжди вирішуються одночасно.

Поразка електричним струмом звичайно відбувається при зіткненні людини з частинами електричної установки, що знаходяться в цей момент під напругою.

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

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

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

важча поразка і менша імовірність порятунку.

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

Ампераж, що проходить через тіло людини, залежить від прикладеного напруження і опору тіла людини. У звичайних умовах опір тіла людини буває від 10 до 100 кОм, однак він не залишається постійним і може змінюватися в широких межах. Зволоження тіла, забруднення речовинами, добре проведимими електричний струм, супроводжується різким зменшенням опору. Так, опір тіла людини, що сидить на мокрій сталій палубі судна, може поменшати до 1000 - 500 Ом. У таких умовах торкання тіла із струмоведучими частинами, що знаходяться навіть під напругою 50 В, може бути смертельним. За правилами безпеки праці напруга понад 24 В вважається небезпечною в умовах судна.

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

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

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

Існує ряд спеціальних конструкцій приладів, апаратів і захисного

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

Огорожі попереджають можливість випадкових зіткнень з неізольованими частинами електроустановок, що знаходяться під напругою. На судні захищають всі, без виключення, неізольовані частини, що знаходяться під напругою, для чого застосовують ґрати, поручні, суцільні щити, дверці і т. д. В ряді випадків частини енергоустаткування, дотик до яких небезпечний, розміщують в ящиках, коробках, шафах. Всі обгороджування знаходяться або під замком, або забезпечуються блокуванням, яке не дозволяє потрапити за огорожі при не знятій напрузі.

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

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

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

При експлуатації енергоустаткування на судні необхідно дотримувати наступні основні правила:

1) для роботи зі струмоведучими частинами при знятій напрузі перевірити, чи залишилася вона на них, і пересвідчитися в неможливості випадкових включень;

2) роботу під напругою проводити лише з дозволу старшого електромеханіка; виконувати роботу тільки в гумових рукавичках, гумовому взутті, на гумових ковриках та інструментом з ізольованими ручками;

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

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

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

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

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

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

ВИСНОВОК

У дипломній роботі було розглянуто суднову електроенергетичну систему та систему управління танкера водотонажністю 2653 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 STAMFORD типу НС потужністю 450 кВт, один аварійний генератор потужністю 100 кВт, та валогенератор на 500 кВт.

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

В роботі також розглянуто питання, що стосуються технічної експлуатації суднових електричних систем і комплексів, охорони праці та цивильної оборони.

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 судових електроенергетичних систем.- М.: Мортехінформреклама, 1988. 39 с.
5. Яковлев М.С. Судові електроенергетичні системи. Л.: Суднобудування, 1987. 269 с.
6. Баранов А.П. Суднові автоматизовані електроенергетичні системи. М.: Транспорт, 1988. 328с.
7. Коноваленко Л.К., Коноваленко А.В. Електротехнічна безпека на морському транспорті. Одеса: „Друк”, 2002. 172 с.
8. Захарченко В.М., Електрообладнання суден: електричні станції. Одеса, ОНМА, 2003. – 119 с.
9. Пипченко А.Н., Пономаренко В.В., Теплов Ю.И., Романенко А.В. «Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления», Одесса 1998р.
10. Торский В.Г., Топалов В.П. Міжнародні угоди і документи що регламентують морське судноплавство. Частина 1,2,3.
11. Торский В.Г., Позолотій Л.А. МКУБ у питаннях і відповідях.-Л.: Одеса, 1998.-134 с.
12. Міжнародні нормативні документи (кодекси, конвенції): ОСПС, МКУБ, МАРПОЛ, STCW78/95.
13. Петров І.В. Програмовані контролери, стандартні мови і прийоми прикладного проектування / Під ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256.: ил. – (Серія «Бібліотека інженера»)
14. Правила технічної експлуатації судових технічних засобів і конструкцій. РД 31.21.30-. 2006. -336 с

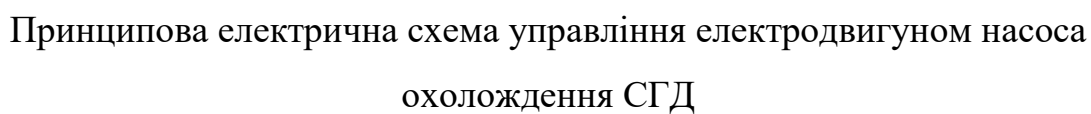
15. Морський Регістр Судноходства . Правила класифікацій і будування морських суден. Том 1,2,3 - М.: Транспорт,2003. - 1500 с.

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

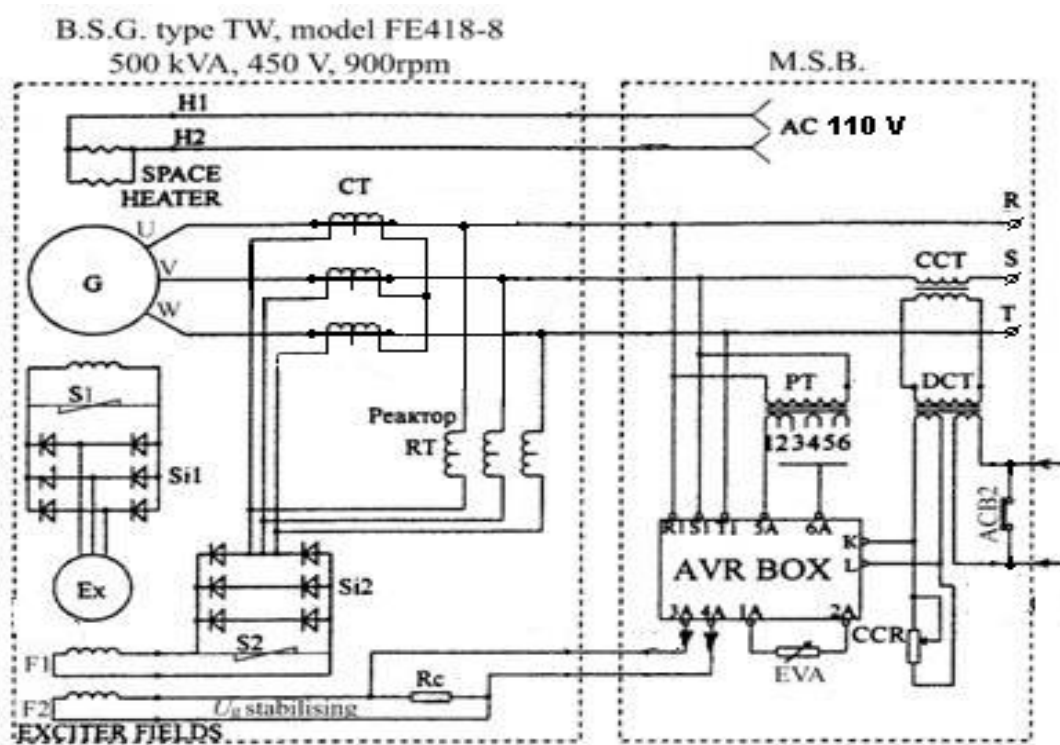
18. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Укрморинформ, 2012 – 170 с.

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

20. Толстов А.А. Устройство и эксплуатация судовых синхронных генераторов [Текст]: учебное пособие для курсантов и студентов морских вузов. – Одесса: ОНМА, 2006. – 150 с.



ДОДАТОК В



Система збудження СДГ з АРН