

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НУ «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 танкером водотонажністю 6300 тон**

Виконав: студент 5 курсу,
спеціальності
Морський та Річковий транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Каширін І.В.

(підпис, прізвище та ініціали)

допущений до захисту 25.03.2021

(дата малого захисту)

Завідуючий кафедрою В.В. Луковець

(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник доц. Михайленко В.С.

(підпис, прізвище та ініціали)

Нормоконтролер В.В. Луковець

(підпис, прізвище та ініціали)

Рецензент Шестак А.Т.

(підпис, прізвище та ініціали)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально – науковий інститут автоматики та електромеханіки

кафедра електрообладнання і автоматики суден

Спеціальність

Морський та річковий транспорт

Затверджую

Зав кафедрою

„ 7 ” 11 2021 р.

ЗАВДАННЯ
ПО ДИПЛОМНОЇ РОБОТІ КУРСАНТА

Кашерін Ілля Вікторович

(прізвище, і'мя, по батькові)

1. Тема роботи Електрообладнання, електронна апаратура та системи управління танкером вантажопідіймальною 6300 тонн

затверджена наказом по академії від „ 13 ” січня 2021 р. № 48

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи

15.01.2021

3. Вихідні дані до роботи

Методичні вказівки до дипломного проектування, методичні документи до судна, справочні посібники, література

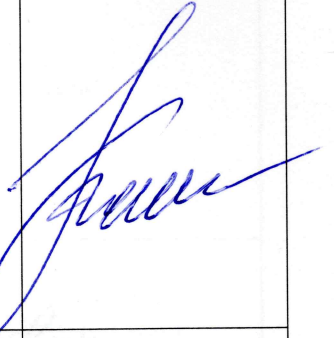
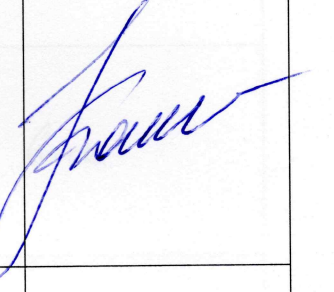
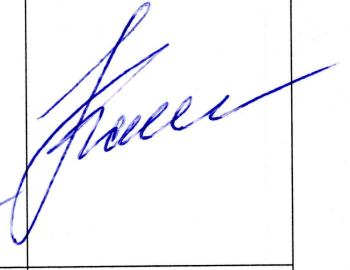
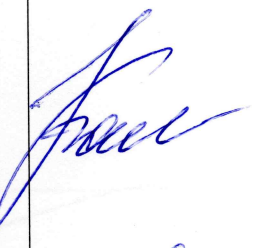
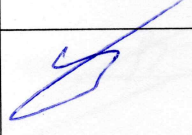
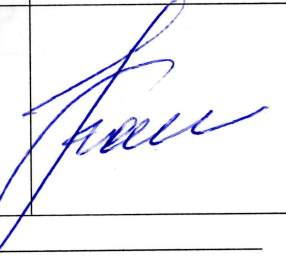
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

1. Електро-експлуатаційні характеристики судна. 2. Розрахунок режимів роботи та вибір електропривода. 3. Розрахунок суднової електроенергії. 4. Аналіз систем управління. 5. Розробка технології і структури експлуатації. 6. Потенціал збільшення обороти.

5. Перелік графічного матеріалу (з точними вказівками обов'язкових креслень)

Листок з схемою управління процесом отримання ГР, схема РРЦ та АРЦ, система з'єднання з АРП, граф-схема алгоритму пуску, запуску ДГ, граф-схема тривоги пуску.

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

Розділ	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	Михайленко В.С.		
РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	Михайленко В.С.		
РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	Михайленко В.С.		
АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	Михайленко В.С.		
ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНА ПРАЦІ	Михайленко В.С.		

7. Дата видачі завдання

Керівник

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

07.10.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ етапу п-п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	07.11.2020	вик
2	РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	01.12.2020	вик
3	РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	15.12.2020	вик
4	АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	30.12.2020	вик
5	ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ	15.01.2021	вик

Судно-дипломник

Керівник

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі наведено опис судна танкера бітумовоза водотонажністю 6300 тон, його силової установки, допоміжних механізмів і систем. Зроблено вибір електрообладнання, розрахована потужність, вибран електродвигун і система керування двигуном, зроблено вибір генераторних автоматів, виконаний аналіз принципової схеми автоматизації суднової баластної системи та сигналізації параметрів.

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

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

Виконано опис системи комп'ютерного моніторинга параметрів об'єктів СЕУ, а також зроблено функціональну схему автоматизації системи управління електроприводу насоса охолодження головного двигуна. Розглянуті питання технічної експлуатації судового електроустаткування та деяких механізмів, а також питання охорони праці та охорони навколишнього середовища, а також міжнародні конвенції та охоронні заходи на судні.

СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, СУДНОВА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ГОЛОВНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ РОЗПОДІЛЬНИЙ ЩИТ, ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, АЛГОРИТМ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.

ANNOTATION

In the thesis the description of the vessel of tanker displacement of 6300 tons, its power plant, auxiliary mechanisms and systems is presented. The choice of electrical equipment is made, power is calculated, the electric motor and the engine control system are selected, the choice of generator sets is made, the analysis of the principle scheme of automation of the ballast system of the ship and signaling of the parameters is made.

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

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

SHIP ELECTRIC DRIVE, SHIP POWER PLANT, MAIN ELECTRIC DISTRIBUTION PANEL, INTEGRATED CONTROL SYSTEM, CONTROL SYSTEM ALGORITHM.

ЗМІСТ

	Стр
ВСТУП	10
1. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	11
2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	
2.1 . Принцип роботи суднової системи охолодження ГД	15
2.2 Розрахунок та вибір електродвигуна	18
2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури	21
2.4 Інструкція з експлуатації	
3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	24
3.1 Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції	26
3.2. Вибір акумуляторів та перетворювачів електроенергії	29
3.3. Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ	32
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	43
3.5. Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги	53
3.6. Вибір системи самозбудження генераторів	53
3.7. Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії	59
3.8. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної схеми автоматизованої системи управління СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС	61
3.9. Загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення, суднові сигнально-відмітні вогні, низьковольтне	

освітлення	67
4. АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	70
4.1. Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової інформаційних і управляючих систем СЕС	70
4.2. Система управління ДАУ головного двигуна	74
4.3. Технічні характеристики та конструктивні особливості електро-, радіо- навігаційних пристроїв, та радіозв'язку	77
5. ПИТАННЯ ЦИВЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ	86
5.1. Захист суден від зовнішніх катаклізмів	86
5.2. Боротьба з обледенінням судна	87
5.3. Розробка інструкції з техніки безпеки при обслуговуванні технічних засобів електроустановки	89
ВИСНОВКИ	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	94
ДОДАТКИ	96

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.

КУ - Котельна установка.

МВ - Машинне відділення.

ВСТУП

Сучасне судно, навіть найменше, як правило, оснащено самою різноманітною апаратурою, яка працює від електричного струму. Суднові електростанції, є найбільш поширеним джерелом електроенергії, як на річкових, так і на морських судах. Під терміном «Суднові електростанції» прийнято розуміти електричну систему, основними функціями якої є вироблення електричної енергії. Допоміжними функціями такий електроустановки будуть перетворення частоти і напруги струму і розподіл електричної енергії між різними споживачами. Будь-яка суднова електростанція, як правило, складається з двох основних елементів: джерела електроенергії і розподільного вузла. Класифікувати суднові електростанції можна за кількома різними параметрами. Мова йде про призначення, тип первинного джерела енергії, рід струму, спосіб управління і методи відбору струму. Виділяється три основних типи призначення: основне призначення, спеціальні електростанції та аварійне призначення. Якщо електростанція забезпечує все судно електричною енергією, не залежно від того, в якому режимі йде робота, то таку станцію називають основним джерелом енергопостачання. Кількість першоджерел енергії у такої станції повинно бути кілька, але не менше двох. Розподільний вузол основний електростанції прийнято розміщувати в приміщенні головного пульта управління, а джерела електроенергії – у машинному відділенні судна.

На сучасних судах кількість споживачів електроенергії суднової електростанції безупинно збільшується, потужності споживачів ростуть, відповідно ростуть і потужності суднових електричних станцій [1].

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

У дипломній роботі розглядається електрообладнання та системи керування танкера водотоннажністю 6300 тон.



Рисунок 1.1 - Танкер бітумовоз SAN BEATO

1.1 IMO номер 9531765

Ім'я: SAN BEATO

Тип судна - загальний: Tanker

Тип судна - детальніше: Asphalt / Bitumen Tanker

Статус: Активно

MMSI номер: 538009240

Позивний: V7A4494

Прапор: Marshall Is [MH]

Валова місткість: 5832

Літній дедвейт: 6603 t

Найбільша довжина судна х Найбільша ширина: 110,2 x 18.2

Рік побудови: 2010

Швидкість – максимальна 10,7 вузлів

Таблиця 1.1. - Головний двигун

Виробник	HYUNDAI-MAN B&W
Тип	5S46ME-B9
Потужність ,кВт	7850
Число обертів, об/хв	108
Запаси палива:	106867
Мазут, т	
Дизельного, т	1529
Добові витрати палива:	192
На ходу, т:	26
В порту, т:	

Таблиця 1.2.- Параметри СДГ

Дизель	
Виробник B&W	HYUNDAI- MAN
Тип дизеля:	7L32/40
Кількість циліндрів:	7
Діаметр циліндра:	320 мм
Хід поршня:	400мм
число оборотів:	720 об/хв
Максимальний тиск стиснення:	190 бар
Пускове устаткування:	повітряний
компресор	

Генератор	
Виробник	STAMFORD
Тип	HC5- 7
кількість	3
Потужність	650 кВт (812 кВа)
Частота	60 Гц
Напруга	440 В

Один валогенератор ВГ:

Тип: AVK SG 55

Потужність генератора = 600 кВт (750 кВА)

Напруга=440 В

ККД=0,85

Частота= 60 Гц

Таблиця 1.3. - Аварійний ДГ

Виробник	STAMFORD
Тип	HCM637H
кількість	1
Потужність	100 кВт
Число обертів	1800 об/хв.
Напруга	440 В

Таблиця 1.5. -Допоміжний котел

Виробник	WEISHAU
Тип (термоойл)	RMS10
Робочий тиск	6 кг/см ²

Таблиця 1.6 - Компресор пускового повітря

Виробник	J.P. SANE
Тип	WP 30/L
Принцип дії	поршневий
Робочий тиск	28 бар

1.2 Судно має один гребний вал та гвинт фіксованого кроку. Клас автоматизації судна – А1

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА

2.1 . Принцип роботи суднової системи охолодження ГД

Системи охолодження сучасних суднових дизельних двигунів внутрішнього згоряння (СДВС) служать для забезпечення максимально високих техніко-економічних показників експлуатації цих двигунів виключно на номінальних режимах роботи. Однак сучасна практика показує, що судові енергетичні установки експлуатуються тривалий час на часткових режимах навантажень [1]. У зв'язку з цим удосконалення систем охолодження головних СДВС є вельми актуальним завданням. У системах охолодження циліндрів СДВС від температури охолоджуючої води в зарубашечного просторі значною мірою залежить температура стінки, яка, в свою чергу, впливає на перебіг робочого процесу в циліндрі, величину роботи тертя в циліндропоршневої групі і інтенсивність її зносу [2, 3]. Для двигунів малої та середньої потужності, а також для щодо швидкохідних двигунів з підвищенням температури охолоджуючої води ефективна потужність збільшується. Це збільшення залежить від типу двигуна і сорти циліндричної мастила. Збільшення потужності пов'язано зі зменшенням втрат на тертя. При повному навантаженні збільшення температури охолоджуючої води незначно змінює питома витрата палива, а на часткових навантаженнях виявляється зона оптимальної температури, при якій питома витрата палива мінімальний. Підвищення температури води, що охолоджує до певних меж зменшує знос циліндропоршневої групи. Верхня межа температури визначається умовами безпечної роботи двигуна. У зв'язку із застосуванням сірчистого і високов'язкого сортів палива намічається тенденція до підвищення температурного режиму в системі охолодження циліндрів і форсунок у потужних малооборотних двигунів до 62-85 ° С. Тому система терморегулювання головних суднових дизелів повинна підтримувати постійну (в межах заданої нерівномірності) температуру охолоджуючої води до 65-80 °

С при різних навантаженнях і температурах заборотної води. Найбільш прийнятною для таких двигунів в даний час вважається температура води на виході з двигуна $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ (двигуни Зульцер, Бурмейстер), при якій забезпечується нормальний режим охолодження. Підвищення рівня підтримки температури охолоджуючої води залежить від конструктивних особливостей двигуна, сорти застосовуваного масла і сорти палива [2]. На рис 2.1 представлена схема регулювання температури охолоджуючої води [3].

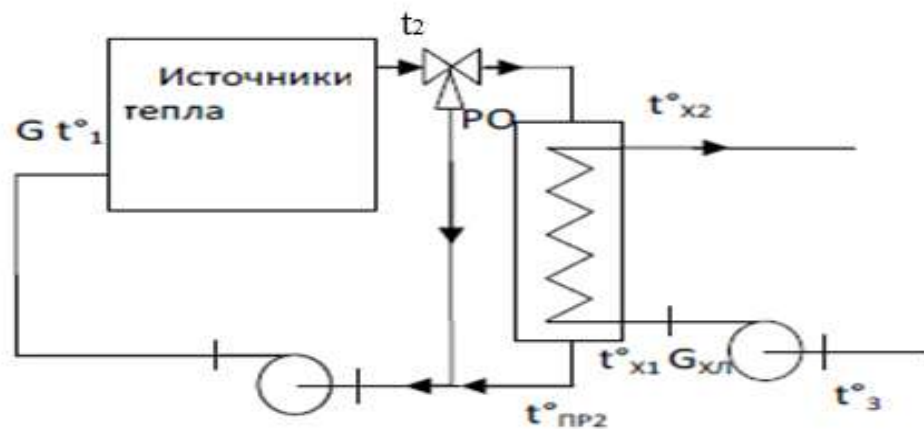


Рисунок - 2.1 Схема регулювання температури охолоджуючої води СГД

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

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

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, $\text{м}^3/\text{с}$; γ – удільна вага рідини, $\text{Н}/\text{м}^3$; $P_{\text{наг}}$ – тиск нагнітання, $\text{Н}/\text{м}^2$; $\eta_{\text{об}} = 0,94 \div 0,98$ – коефіцієнт, враховуючий втрати через нещільності; $\eta_{\text{нас}}$ – ККД насоса.

ККД центробіжного насосу і його параметри:

$$\text{ККД} = 0,7; \eta_{\text{об}} = 0,98;$$

Подача рідини насосом визначається по формулі:

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

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

Для здійснення розрахунку приймаємо діаметр труби рівним 0,3 м, а швидкість рідини - 4 м/с. [1]. Тоді:

$$Q = 0,75 \cdot 0,3^2 \cdot 4 = 0,27 \text{ [м}^3\text{/сек]} \quad (2.3)$$

$$Q = 0,36 \text{ (м}^3\text{/с); } P_{\text{наг.}} = 140 \text{ [кН/м}^2\text{]}$$

Підставимо обрані параметри насосу у формулу (2.1):

$$P_{\text{дв}} = \frac{0,27 \cdot 140 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{0,98 \cdot 0,7} \approx 58 \text{ [кВт]}$$

Тип електродвигуна вибирають у залежності від роду струму на судні і типу насоса. Електродвигуни з коротко-замкнутим ротором перемінного струму в більшості випадків цілком задовольняють усім вимогам, пропонованим до електроприводів центробіжних насосів. Оскільки двигун насоса працює в тривалому режимі, ці перевантаження можуть привести до перегріву. Тому каталожну потужність двигуна для вентилятора вибирають з 15 -20 % -вим збільшенням потужності.

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

Після визначення потужності двигуна визначаю його тип:

Таблиця .2.1 - Технічні дані ЕД АВВ М21

Двигун	Потуж	Об/ хв.	Стру м при 440 В, А	ККД , %*	Коеф. потужн. *	Іп/ Ін	Мп/М н	Мтах/М н	Частота, Г ц	Маса , кг
АВВ	75 кВт	180 0	96	94	0,85	6, 8	2,2	2,3	60	450

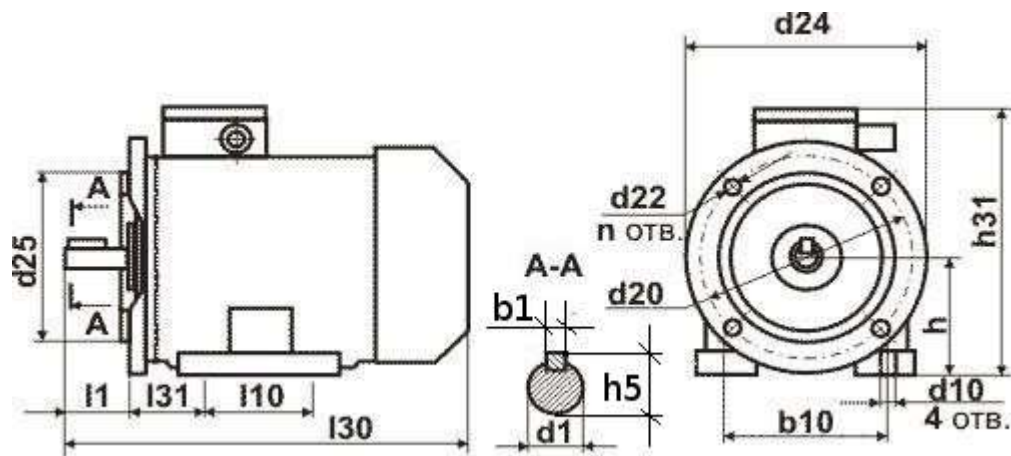


Рисунок 2.2 - Електродвигун АВВ, 75 кВт

2.2 Розрахунок та вибір електродвигуна

Принципова схема приведена нижче (рис.2.1). Пожежний насос приводиться від асинхронного короткозамкненого двигуна потужністю 75 кВт, напругою 440 В при частоті 60 Гц. Пуск двигуна здійснюється шляхом перемикаєння схеми з'єднання з «зірки» на «трикутник». Схема керування одержує живлення від понижувального трансформатора 440/220 В, також вона

захищена від к.з. за допомогою запобіжників. Захист електродвигуна від к.з. здійснюється АВ, а від перевантаження - за допомогою електронного реле EOСR.

Обмотки електродвигуна з «зірки» на «трикутник» перемикаються автоматично. При включенні автомата на ГРЩ ланцюзі управління отримую живлення. Натисканням кнопкового вимикача пуску ЗС включають під напругу котушку контактора, який спрацьовує і своїми головними контактами включає обмотки двигуна в «зірку», а допоміжними контактами забезпечує 3-0-шунтування контактів пуску ЗС. Таким чином, електродвигун насоса при натисканні кнопки пуску розганяється з включенням обмоток на «зірку», а потім автоматично при досягненні частоти обертання, що дорівнює 50 % номінального значення, перемикається на «трикутник». 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).

Також, схема передбачає запуск насоса охолодження за допомогою автотрансформатора. У схему управління встановлено EOСR (рис. 2.2) - 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.

Рисунок 2.2 - EOCR (електронне реле максимального струму)

Щоб не допустити перегріву обмоток трансформатора при багаторазовому запуску, необхідно контролювати їх температуру за допомогою датчиків температури, вбудованих в обмотку. Вибираємо пусковий автотрансформатор ELHAND, з датчиками температури (див на рис. 2.1)

2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури

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

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

де, P_H - потужність електродвигуна насосу;

U_n - напруга живлення ЕД;

$\cos \varphi_n$ – коефіцієнт потужності приймача.

Але згідно з технічними даними ЕД, ми вже знаємо $I_n = 289$ А. Тож можна не проводити зайві розрахунки. Для вибору автоматичних вимикачів спочатку вибирають номінальний струм максимального розчіплювача, а потім номінальний струм автомата, дотримуючи умову $I_{n.p} > I_{\text{раб}}$. Після цього необхідно вибрати струм розчіплювачів в зоні КЗ щоб уникнути помилкових спрацьовувань автоматів в моменти пуску електродвигунів по умові $I_{\text{тр.р}} > 1,2 I_{\text{пуск.дв.}}$.

Вибираємо по розрахункових значеннях струму автоматичний вимикач $I_{\text{ном}} = 289$ А, $I_{\text{к.з}} = 6 I_{\text{ном.кз}} = 1734$ А з каталогу “Автоматичні вимикачі та вимикачі навантаження Schneider Electric” вибираємо вимикач фірми Schneider Electric з межею робочого струму до 2000 А

Вибір автомата

Ток вимкнення через коротке замкнення 1800А

Спрацювання теплового реле на перенавантаження 300 А

Для нашої задачі найбільше відповідає автомат серії Schneider Electric NS400H 3P номінальним током спрацювання до 2000 А.

2.4 Інструкція з експлуатації

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

При мимовільній зупинці електродвигуна необхідно відключити живлення, з'ясувати і усунути причину зупинки. Повторювати пуск

електродвигуна до усунення причин його зупинки забороняється, за винятком випадків, коли тривала зупинка електродвигуна може викликати аварійну ситуацію.

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

Виконання планово-попереджувальних ремонтів

Огляди 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.

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

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

Повну розбору електродвигуна виконують у наступному порядку:

1. Виконати перед демонтажем вимірювання необхідних параметрів, занести результати до журналу технічного обліку;
2. Промаркувати відмикаючі кабелі, котушки збудження і положення траверси, відновити стерті або ушкоджені мітки;
3. Від'єднати всі жили кабелів, закоротити їх і заземлити;
4. Від'єднати машину від спареного з нею механізму;

5. Відкрутити болти, які утримують машину на фундаменті, усунути установочні штифти;
6. Промаркіувати прокладки під лапами машини;
7. Зняти муфту за допомогою знімача;
8. Зняти торцеві кришки підшипників;
9. Зняти щити за допомогою віджимних болтів;
10. Витягнути ротор із статора;
11. Зняти підшипники та замінити на нові;
12. Прийняти міри для попередження ушкодження ізоляції обмоток.

3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)

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

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

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

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

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

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

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

Коефіцієнт загрузки механізму K_3 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_0 залежить від кількості резервних споживачів, віднесених в кількість установлених. Так як на даному судні установлений один аварійний пожежний насос, то $K_0 = 1$.

Для багатокількісних одноіменних споживачів (вентилятори, обладнання майстерень, грузові пристрої і т.д.) K_0 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 слідує: якщо K_3 змінюється в межах 0,6–1, то кожне зменшення K_3 на 0,1 приводить до зниження ККД на 0,03, а $\cos \varphi$ – на 0,04. Ця закономірність дозволяє відредагувати значення ККД і коефіцієнта потужності у всіх режимах роботи судна для кожного механізму.

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

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

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

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

Таким чином заповнюємо всі строки таблиці для всіх режимів.

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

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

Якщо споживач не працює в данном режимі, то в колонці с коефіцієнтом загрузки ставиться 0.

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

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

Ходовий	517	380	641
Стоянковий з вантаж.оп.	1109	780	1355
Маневровий	1134	810	1394
Аварійний	90	65	111

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 HC потужністю 650 кВт, один аварійний генератор потужністю 100 кВт, та один валогенератор 600 кВт.

Таблиця 3.2 Основні дані генераторів

Тип генератору	P_n , кВт	U_n , В	ККД	кількість
ДГ - STAMFORD HC6- 5	650 (812 кВА)	440	0,92	3
АДГ - STAMFORD HCM63	100	440	0,91	1
ВГ – AVK SG	600 (750 кВА)	440	0,85	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.

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 короточасного 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.

Спільна установка лужних і кислотних АБ неприпустима.

Акумулятори розміщують на стелажах, їх надійно закріплюють.

Для вентиляції повітрям з усіх боків акумулятора повинен бути забезпечений зазор не менше 15 мм.

Під час роботи АБ можуть виділяти вибухонебезпечний газ, тому акумуляторні приміщення, шафи і ящики обладнують припливно-витяжною вентиляцією.

Через акумуляторні приміщення не прокладають транзитні кабелі і трубопроводи, в них встановлюють вибухобезпечні світильники з винесеними назовні вимикачами.

При зниженні температури нижче 5° приміщення опалюють паровими грілками. Установка електричних грілок заборонена [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 CLASS BOOSTER 300 E з наступними параметрами:

Живлення 230 В:

Можливість підключення 12/24В;

Ємність акумуляторів 350 А/г;

Сила струму заряду 20 А;

Потужність 500/3500 Ватт;

Маса 13,5 кг.4

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

Таблиця 3.2 – Основні характеристики кислотних батарей серії НК-125Р

Тип	Напруга	Номінальна ємкість	Номінальний струм заряду	Кількість електроліту
НК-125Р	12 В	125 А/г	20 А	6,6 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).

GMS110 MSBD

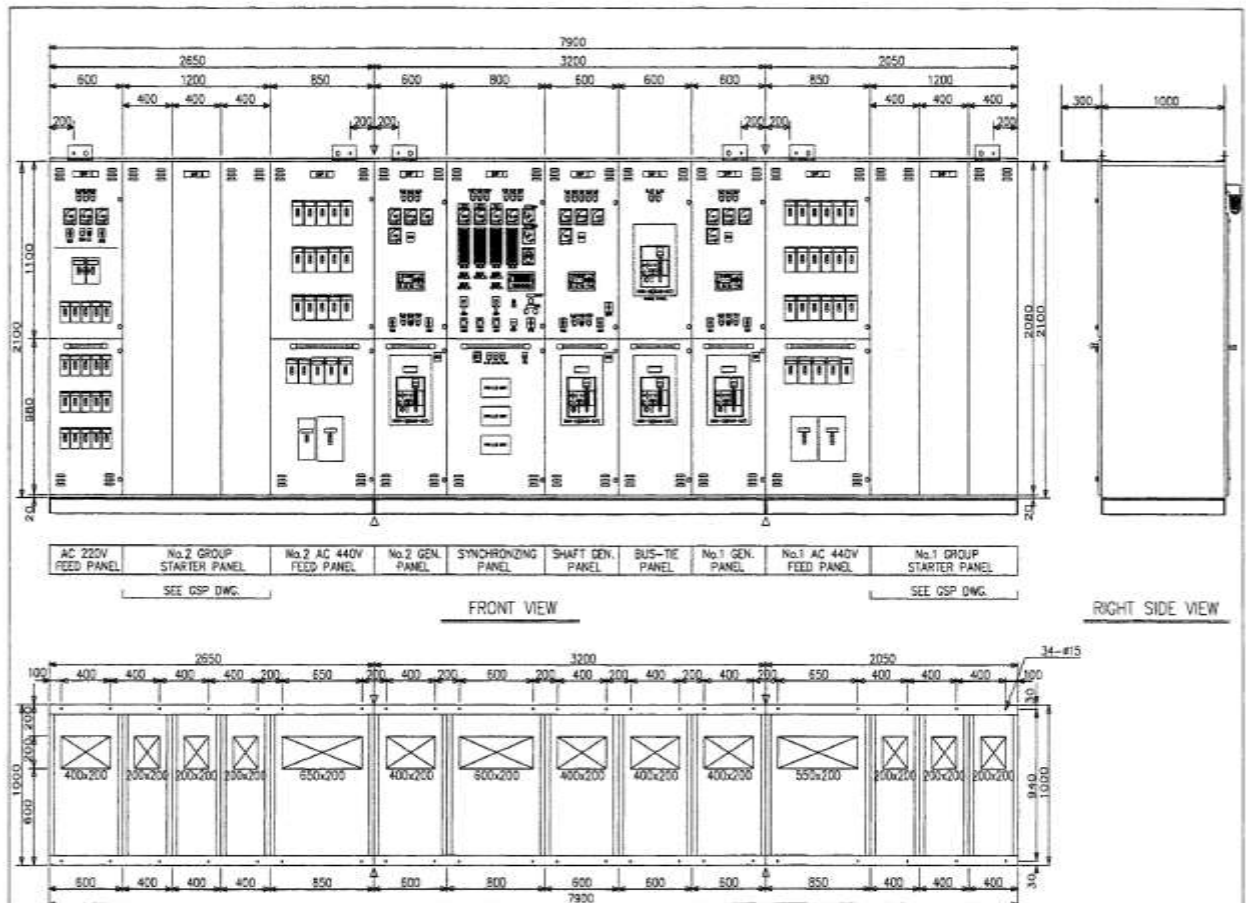


Рисунок - 3.1. Загальний від ГРЩ танкера бітумовозу

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

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

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

Для розподілу електроенергії та контролю роботи генераторів на судні установлені:

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

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

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

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

- 1) насоси змащувального масла ГД №1;
- 2) насоси заборотної води охолодження ГД №1;
- 3) насоси прісної води охолодження ГД №1,2;
- 4) насос охолодження зарубашечного простору ГД №1;

- 5) насос прокачки циркуляційного масла ГД №1;
- 6) компресори пускового повітря №1,3
- 7) 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.

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

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

17) Розподільний щит (РЩ) №12;

18) Розподільний щит (РЩ) №13.

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

1) Розподільний щит (РЩ) №14;

2) Розподільний щит (РЩ) №15;

3) Розподільний щит (РЩ) №16;

4) Розподільний щит (РЩ) № 17;

6) Підсушувачі генератора

7) Радіозв'язок, сигналізація.

На основі вищевказаних вимог до конструкції і схеми ГРЩ вибираємо таке число і вид панелей: 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".

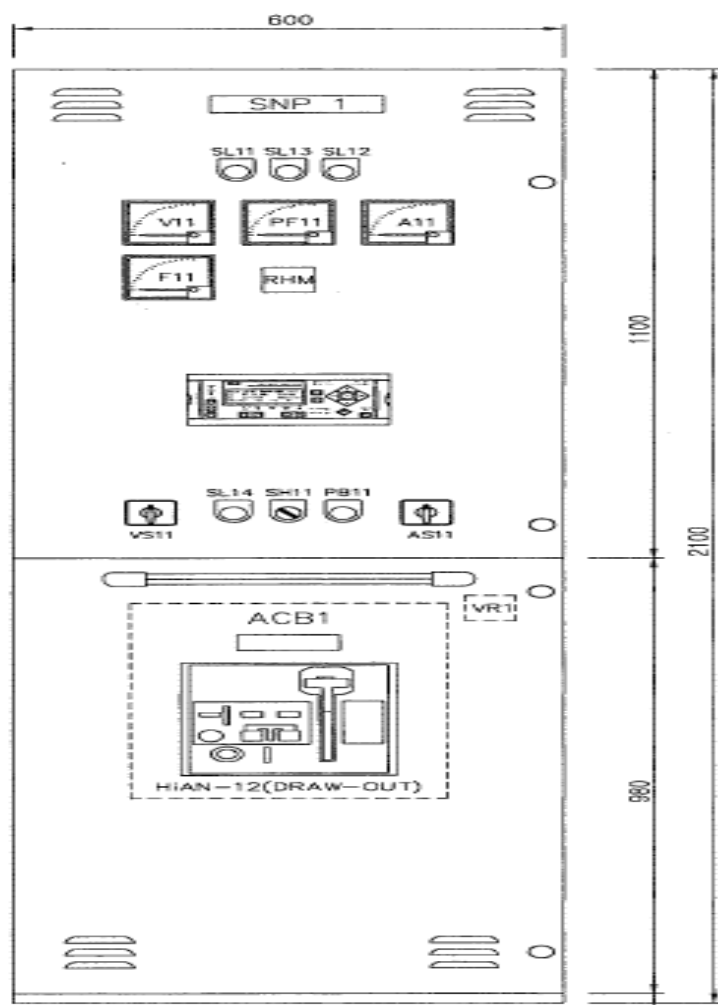


Рисунок 3.2 - Генераторна панель (ГП)

No.	SYMBOL	NAME	TYPE	SPECIFICATION	REMARK	Q'TY
1	V11	AC VOLTMETER	FQ0207	0~600V/150V R: 445V	PT: 460/115V	1
2	A11	DOUBLE SCALE AC AMMETER	FQ0207	0~1200/5A, R: 868A 0~ 400/5A, R: 300A	CT: 1200/5A CT: 400/5A	1
3	PF11	POWER FACTOR METER	YQ0207	0.5~1~0.5	CT: 1200/5A PT: 460/115V	1
4	F11	FREQUENCY METER	ZQ0207	55 ~ 65 Hz R: 60 Hz	AC 110V	1

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.

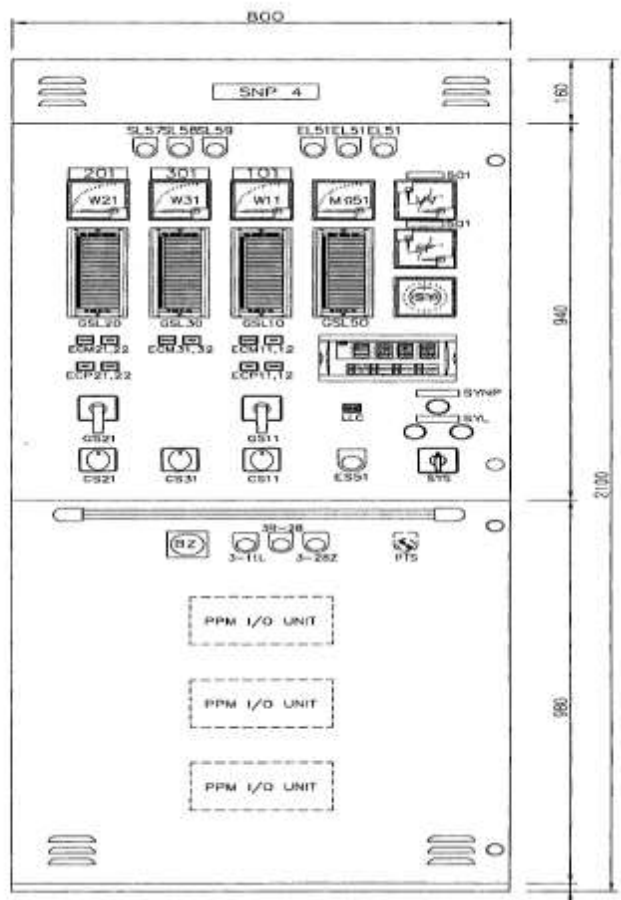


Рисунок 3.4 - Панель синхронізації (ПС)

No.	SYMBOL	NAME	TYPE	SPEICIFICATION	REMARK	Q'TY
1	W11,21	WATT METER	EQ0207	-90~0~800kW R: 535kW	CT: 1200/5A PT: 460/115V	2
2	W31	WATT METER	EQ0207	-75~0~750kW R: 500kW	CT: 1000/5A PT: 460/115V	1
3	FF	DOUBLE FREQ. METER	ZQ1208	55~65Hz R: 60Hz	AC110V,60Hz	1
4	VV	DOUBLE VOLTMETER	FQ1208	0~600V R: 445V	PT: 460/115V	1
5	SY	SYNCHROSCOPE	SQ0213		AC110V,60Hz	1
6	M951	INSULATION MONITOR	IRM-A22	0 ~ 5MΩ	AC110V,60Hz	1

Рисунок 3.5. - Прилади на ПС

Також установлені (рис.3.5): синхроскоп, кнопки керування і лампи синхронізації генераторів, вимірювальний трансформатор напруги для роботи контрольної апаратури, по два вольтметра, частотоміра і ватметра з

перемикачами на 3 положення для контролю параметрів працюючих і що підключаються на рівнобіжну роботу генераторів.

Панель валогенератора (ВГ) показана на рис.3.6.

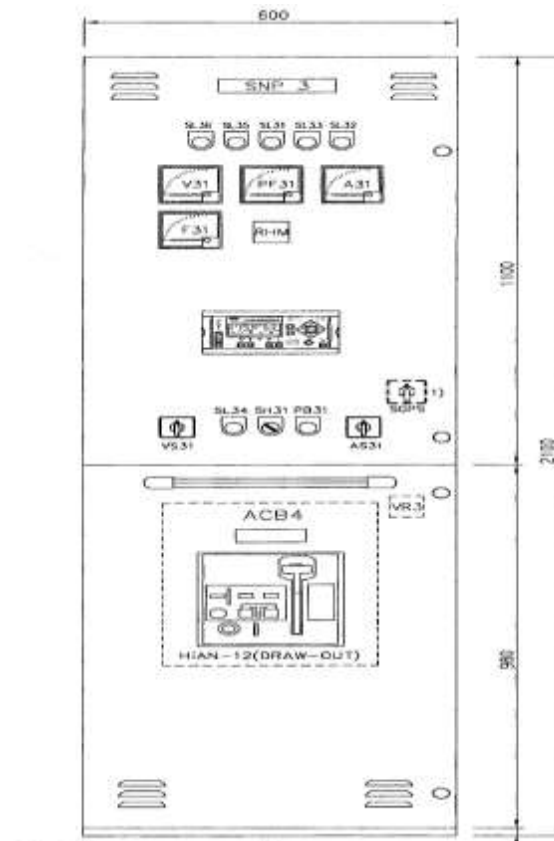


Рисунок 3.6 - Панель ВГ

No.	SYMBOL	NAME	TYPE	SPECIFICATION	REMARK	Q'TY
1	V31	AC VOLTMETER	FQ0207	0~600V/150V R: 440V	PT: 460/115V	1
2	A31	AC AMMETER	FQ0207	0~1000/5A R: 802A	CT: 1000/5A	1
3	PF31	POWER FACTOR METER	YQ0207	0.5~1~0.5	CT: 1000/5A PT: 460/115V	1
4	F31	FREQUENCY METER	ZQ0207	55 ~ 65 Hz R: 60 Hz	AC 110V	1

Рисунок 3.7 - Прилади на панелі ВГ

Загальна схема ГРІЩ має:

Розподільний щит (РЩ) №1

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

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

Розподільний щит (РЩ) №2

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

Розподільний щит (РЩ) №2

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

Розподільний щит (РЩ) №3

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

Розподільний щит (РЩ) №4

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

Розподільний щит (РЩ) №5

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

Розподільний щит (РЩ) №6

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

Розподільний щит (РЩ) №7

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

Розподільний щит (РЩ) №8

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

Розподільний щит (РЩ) №9

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

Розподільний щит (РЩ) №10

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

Розподільний щит (РЩ) №11

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

Розподільний щит (РЩ) №12

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

Розподільний щит (РЩ) №13

1. Головний кондиціонер надбудови;
2. Кондиціонер МВ;

Розподільний щит (РЩ) №14

1. Електрообладнання камбузу;
2. Пральні машини;

Розподільний щит (РЩ) №15

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

Розподільний щит (РЩ) №16

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

Розподільний щит (РЩ) №17

1. Освітлення 2-ї нижньої палуби
2. Освітлення кладових.

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

Від АРЩ отримують живлення:

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

При розробці схеми ГРЩ передбачається комбінування збірних шин, тобто ділення їх на кілька незалежних секцій, кожна з котрих має один чи кілька своїх джерел живлення, що збільшує живучість СЕС в цілому, при пошкодженні ділянки ланцюга. Для з'єднання секцій використовують автоматичні вимикачі, секційні роз'єднувачі. Встановлення вимикачів більш бажане, тому що в цьому випадку секція вимикається автоматично, що дозволяє зберігати без переривання живлення паралельну роботу споживачів, приєднаних до пошкодженої секції. При розробці схеми СЕЕС має виконуватись вимога, при якій основні і відповідальні споживачі, механізми та агрегати мають бути розподілені між секціями збірних шин таким чином, щоб при виході зі строю однієї секції живлення цих споживачів забезпечувалось від непошкодженої секції шин. Розробка мереж розподілення електроенергії СЕЕС проводиться після вибору генераторів і розміщенню всіх приймачів електричної енергії, які мають підключитися до електростанції. При цьому перш за все визначаються приймачі електроенергії, які будуть отримувати живлення безпосередньо від ГРЩ.

3.4. Розрахунок струмів короткого замикання, вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів, електровимірювальних приладів, кабелів, які відходять від ГРЩ, перевірка кабелю одного з найбільш віддалених потребителів.

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

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

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

Генераторні автомати призначені для захисту від перевантажень, струмів короткого замикання, мінімальної напруги, зворотного струму або потужності. При перевантаженні 10...50% номінального струму слід вимикати генератор з витримкою часу. При перевантаженні струмом 150% номінального рекомендована витримка часу не повинна перевищувати 2 хвилини. Захист від мінімальної напруги повинен де допускати підключення генератора до шин, доки його напруга не встановиться і не досягне 80% номінального значення, а також відключати генератори при зниженні напруги на їх шинах. При чому на відключення захист повинен працювати з витримкою часу, а при спробах підключити генератор до шин до досягнення вказаного вище мінімального значення – миттєво [2].

Виконаємо розрахунок короткого замикання генератора №1 (HFC)

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

Таблиця 3.9 – Основні характеристики дизель генератора для розрахунку токів КЗ

Потужність	812 кВА (650 кВт)
Напруга	~ 450 В
Частота	60 Гц
Струм	1597 А
X_d	1,812 у.о

Продовження таблиці 3.9

X'_d	0,241 у.о
X''_d	0,152 у.о
r_a	0,0015 Ом

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

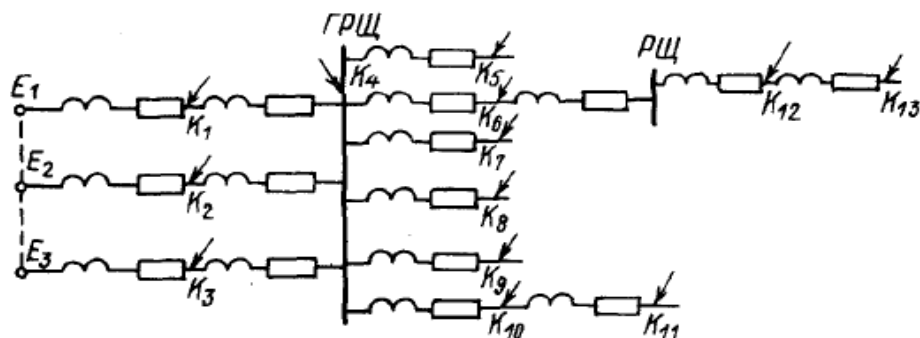


Рисунок 3.1 – Рахункова схема струмів КЗ

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

$$\begin{aligned} S_6 &= 3 \cdot 812 \\ &= 2436 \text{ кВА} \end{aligned} \quad (3.14)$$

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

Базисний струм розрахуємо за формулою:

$$\begin{aligned} I_6 &= \frac{S_6 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_6} = \frac{2436 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 450} \\ &= 6415 \text{ А} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Визначимо значення опорів обмоток статора генератора:

Активний опір дорівнює:

$$\begin{aligned} R_1 = r_a &= \frac{S_6 \cdot 1000}{U_6^2} = 0,0015 \cdot \frac{2436 \cdot 1000}{202500} \\ &= 0,037 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (3.17)$$

Реактивний опір дорівнює:

$$\begin{aligned} X_1 = X_d'' \cdot \frac{S_6}{S} &= 0,152 \cdot \frac{5000}{1250} \\ &= 0,608 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (3.18)$$

Активний опір кабелю дорівнює 0,092 Ом/км

Реактивний опір кабелю дорівнює 0,073 Ом/км

Опір десяти паралельно прокладених кабелів довжиною 10 м відповідно рівняються:

Активний:

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

Реактивний:

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

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

$$r_2 = (0,000092 + 0,0003) \frac{5000000}{450 \cdot 450} = 0,000392 \cdot 24,69 = 0,0097 \text{ Ом} \quad (3.21)$$

$$x_2 = (0,000073 + 0,00015) \frac{5000000}{450 \cdot 450} = 0,000223 \cdot 24,69 = 0,0055 \text{ Ом} \quad (3.22)$$

Загальний опір генераторних променів:

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

$$x_3 = x_1 + x_2 = 0,608 + 0,0055 = 0,6134 \text{ Ом} \quad (3.24)$$

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

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

$$Z_{3,4} = r_{3,4} + jx_{3,4} = 0,0467 + j0,6134 \text{ Ом} \quad (3.25)$$

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

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

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

$$= 0,0234$$

$$+ j0,3064 \quad (3.27)$$

$$Z_{\text{общ}} = \frac{Z_5}{2} = \frac{0,0234 + j0,3064}{2}$$

$$= 0,0116 + j0,1531 \quad (3.28)$$

$$r_6 = 0,0116 \text{ Ом}; \quad x_6 = 0,1531 \text{ Ом}$$

$$Z_7 = \sqrt{0,0117^2 + 0,1532^2} = \sqrt{0,02361}$$

$$= 0,152 \text{ Ом} \quad (3.29)$$

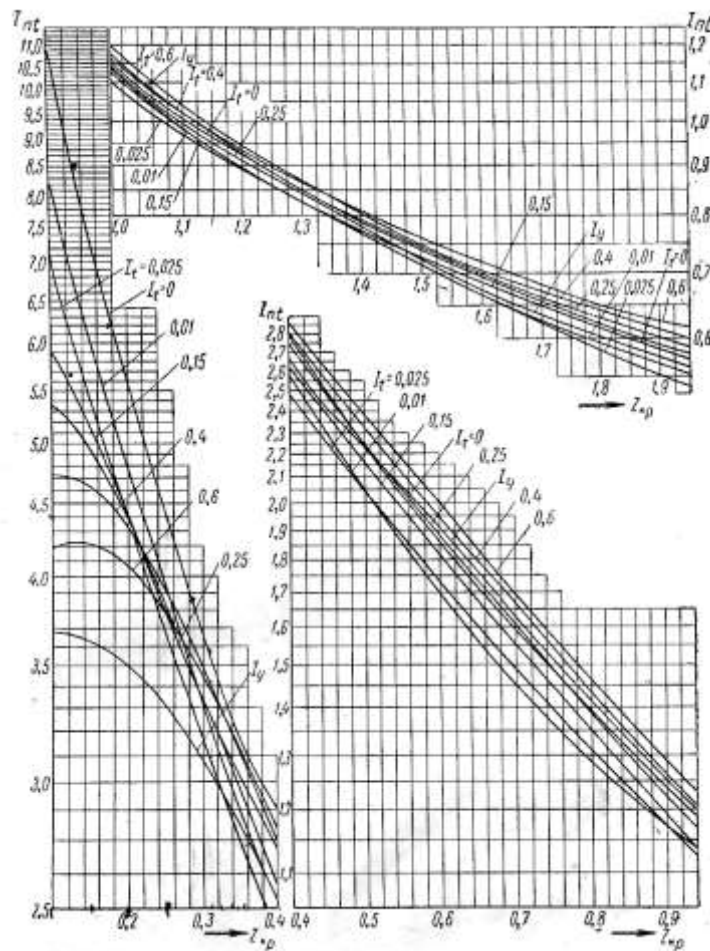


Рисунок 3.1.1 – Розрахункові криві струму короткого замикання
По розрахунковим кривим (рис. 3.1.1) відповідно $Z_7 = 0,154$ визначимо:

$$I_0 = 6,7;$$

$$I_{0,01} = 5,8;$$

Відношенню $x_6/r_6 = 0,1532/0,0117 = 12,09$ відповідає ударний коефіцієнт 1,8.

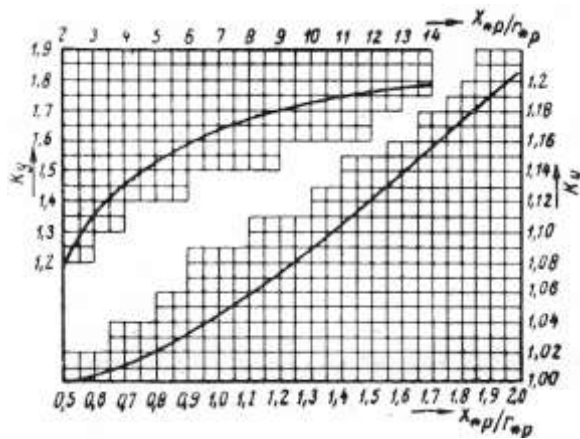


Рисунок 3.2 – Графік кривих змінення ударного коефіцієнту k_y

$$\begin{aligned} i_{уд.г} &= \sqrt{2} \cdot I_6 \cdot (I_{0,01} + I_0 \cdot (K_{уд} - 1)) = \sqrt{2} \cdot 6415 \cdot (5,8 + 6,7(1,8 - 1)) = \\ &= 101243 \text{ A} \end{aligned} \quad (3.30)$$

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

$$\begin{aligned} i_{уд.д} &= \sqrt{2} \cdot 6415 \cdot 3,4 \\ &= 30842 \text{ A} \end{aligned} \quad (3.32)$$

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

Вибір генераторних автоматів

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

Для захисту СЕЕС і його елементів від коротких замикань і перевантажень використовуються автоматичні вимикачі (автомати) та запобіжники. У автомат вбудовуються так називані розчіплювачі, тобто електромагнітні, електротеплові або напівпровідникові реле, які при певному значенні струму дають імпульс на розмикання контактів автомата. Запобіжники мають плавку вставку, яка плавиться (перегорає) в результаті

нагрівання її струмом перевантаження або короткого замикання. Цим автомати і запобіжники забезпечують так звану максимальний струмовий захист [5].

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

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

Дані автоматичних вимикачів (автоматів) занесемо до таблиці.

Для передачі електроенергії споживачам в силових мережах застосовуються трижильні кабелі марки НТРҮСҮ в оболонці з поліхлоридного пластика при нерухомій прокладання.

Зробимо вибір кабелів, які відходять від ГРЩ марки НТРҮСҮ. Перетин кабелів вибираємо по струмового навантаження, виходячи з роботи в найбільш скрутному режимі.

Для вибору кабелю, який з'єднує генератор трифазного змінного струму з ГРЩ, розрахунковий струм визначаємо за формулою:

$$I_{\text{зн}} = \frac{P_{\text{зн}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{зн}} \cdot \cos \phi} = \frac{904000}{\sqrt{3} \cdot 6600 \cdot 0,91} = 85 \quad [\text{A}]; \quad (3.7)$$

Для кабелів, які з'єднують окремі споживачі з РЩ:

$$I_{\text{зн}} = \frac{P_{\text{зн}} \cdot k_{\text{з}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{зн}} \cdot \eta_{\text{л}} \cos \phi}; \quad (3.8)$$

где $k_{\text{з}}$ - коефіцієнт завантаження потребителя.

Розрахунковий струм кабелю розподільного щита, який живить групу споживачів, знаходимо за формулою:

$$I_{\Sigma} = k_0 \sqrt{\Sigma I_a^2 + \Sigma I_r^2} \quad (3.9)$$

$$\Sigma I_a = I_{a1} + I_{a2} + \dots + I_{an} - \text{Суммарный активный ток.} \quad (3.10)$$

$$\Sigma I_r = I_{r1} + I_{r2} + \dots + I_{rm} - \text{суммарный реактивный ток.} \quad (3.11)$$

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

Для трифазного лінії при визначенні втрати напруги користуємося

формулою:
$$\Delta U = \frac{\sqrt{3}IL(r \cos \varphi + x \sin \varphi)}{U} \cdot 100 \% ; \quad (3.12)$$

где L- длина кабеля;

r , x - активное и индуктивное сопротивление, Ом/км.

Выбираем два трехжильных кабеля марки НТРҮСУ с сечением жилы 60 мм².

Кабелі з'єднуємо паралельно. Робимо перевірку на втрату напруги:

$L = 410 \text{ м} = 0.41 \text{ км}; I = I_{\text{гн.}}/r = 1762,2 \text{ А}; \cos \varphi = 0.91; \sin \varphi = 0.41; r = 0.195 \text{ Ом/км}; x = 0.117 \text{ Ом/км};$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3}IL(r \cos \varphi + x \sin \varphi)}{U} \cdot 100 = \frac{\sqrt{3} \cdot 1762 \cdot 0.41(0.195 \cdot 0.91 + 0.117 \cdot 0.41)}{6600} \cdot 100 = 4.5\% \quad (3.13)$$

Розрахунки інших кабелів проводимо аналогічно.

Після вибору кабелів зробимо вибір автоматичних вимикачів споживачів, які отримують живлення від ГРЩ. При цьому необхідно дотримуватися наступних двох умов:

$$U_n \geq U_{\text{роб}}, I_n \geq I_{\text{роб}} \quad (3.14)$$

где $U_n, U_{\text{роб}}, I_n, I_{\text{роб}}$ - номінальні і робочі для даної схеми включення значення напруги і струму.

Автоматичні вимикачі вибираємо по струмів, які розраховуємо по формулі:

$$I_{ав} \geq k_0 \sum I_i + k I_n \quad (3.15)$$

Причому коефіцієнт завантаження споживачів - КЗ приймаємо рівним одиниці: $KЗ = 1$.

Зробимо вибір генераторних автоматів. Генераторні автомати ДГ:

$$I_{га} = 401 \text{ А}$$

Вибираємо автоматичні вимикачі фірми Hyundai типу HVF116, реєструючи такі дані:

- номінальний струм автомата - 630 А;
- номінальна напруга - 440 В;
- допустимий струм короткого замикання:
 - а) ударний струм - 1200 А;
 - б) діюче значення - 450 А;
- межі уставок на струм спрацьовування - (2: 8) роз'єднання;
- уставка на час спрацьовування - 0.63 с;
- термічна стійкість - $3000 \cdot 10^6 \times A^2 c$.

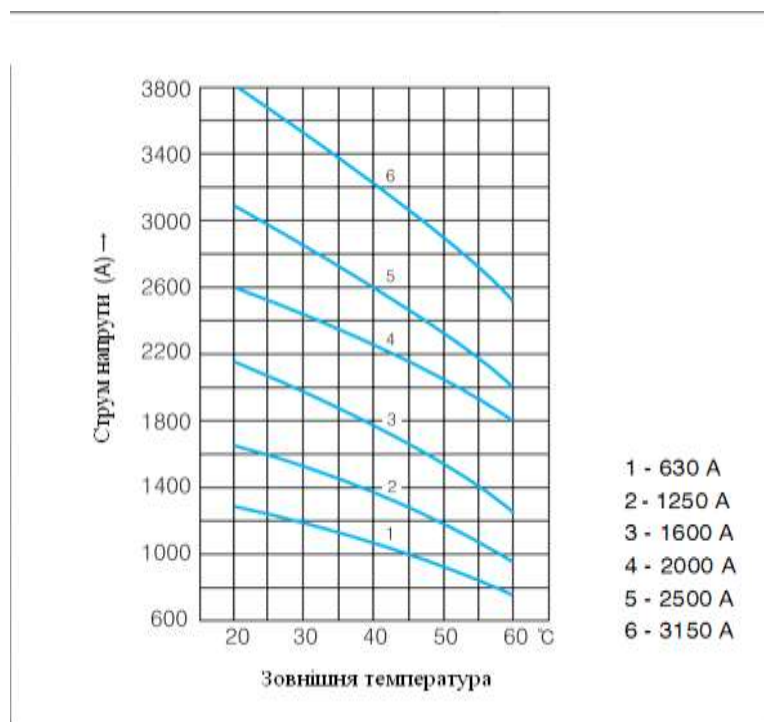


Рисунок 3.7 - Характеристика навантаження генераторного автомата

3.5 Перевірка кабелю одного з найбільш віддалених електроприводів на втрату напруги

Необхідні дані:

Потужність, яку двигун пожежного насоса використовує з мережі:

$$P_n = \frac{P_{\text{дв}}}{\eta} = \frac{34,5}{0,9} = 38,3 \text{ кВт.}$$

Струм навантаження двигуна насоса:

$$I_n = \frac{P_n \cdot K_z \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{38,3 \cdot 0,9 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,88} = 63,1 \text{ А.}$$

Згідно зі струмом навантаження виберу кабель КНР $3 \times 16 \text{ мм}^2$, $l = 170 \text{ м}$.
Перевірю кабель на падіння напруги ΔU :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_n \cdot l \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot 63,1 \cdot 170 \cdot 0,88}{46 \cdot 16 \cdot 440} = 1,8\% \leq \Delta U_{\text{дон}}.$$

Кабель вибраний вірно тому, що падіння напруги на лінії складає 1,8 %, а це менше, ніж встановлені Регістром максимальні 6%.

3.6 Вибір системи збудження синхронних генераторів

З урахуванням обраного типу і марки дизель генератора як системи регулювання напруги нами обрана система STAMFORD. Система возбуждения и автоматического регулирования напряжения типа STAMFORD

Технічні дані:

- ☐ напруга ланцюга управління - 190 - 264 В;
- ☐ частота струму - 50/60 Гц;
- ☐ зовнішнє регулювання напруги - $\pm 10\%$;
- ☐ перевантаження по напрузі регулятора - 300 В;
- ☐ допустима вібрація - $20 \div 100 \text{ мм / с}$;
- ☐ допустимі коливання температури від -40°C до $+70^\circ\text{C}$;
- ☐ точність підтримки напруги генератора $\pm 1\% U_n$;
- ☐ відносна вологість - до 95%;

□ максимальна чутливість - 0,22А при статизм 5%.

Склад (рис. 13.1):

- Бесщеточний синхронний генератор;
- PMG (permanent magnet generator) - предвозбудитель постійного струму;
- MX341 - автоматичний регулятор напруги;
- HAND TRIMMER (EVA) - зовнішній потенціометр уставки заданої напруги;
- DROOP - додаткова заспокійлива статорна обмотка СГ (опція).

Автоматичний регулятор напруги MX321 призначений для управління струмом збудження безщіткових синхронних генераторів. Початкове збудження надходить від трифазного предвозбудительного генератора PMG. При цьому керуючі ланцюги АРН відключаються від ефектів нелінійних навантажень і зменшується вплив частоти на напругу генератора. Таким чином, PMG використовується для найкращого збудження БСГ.

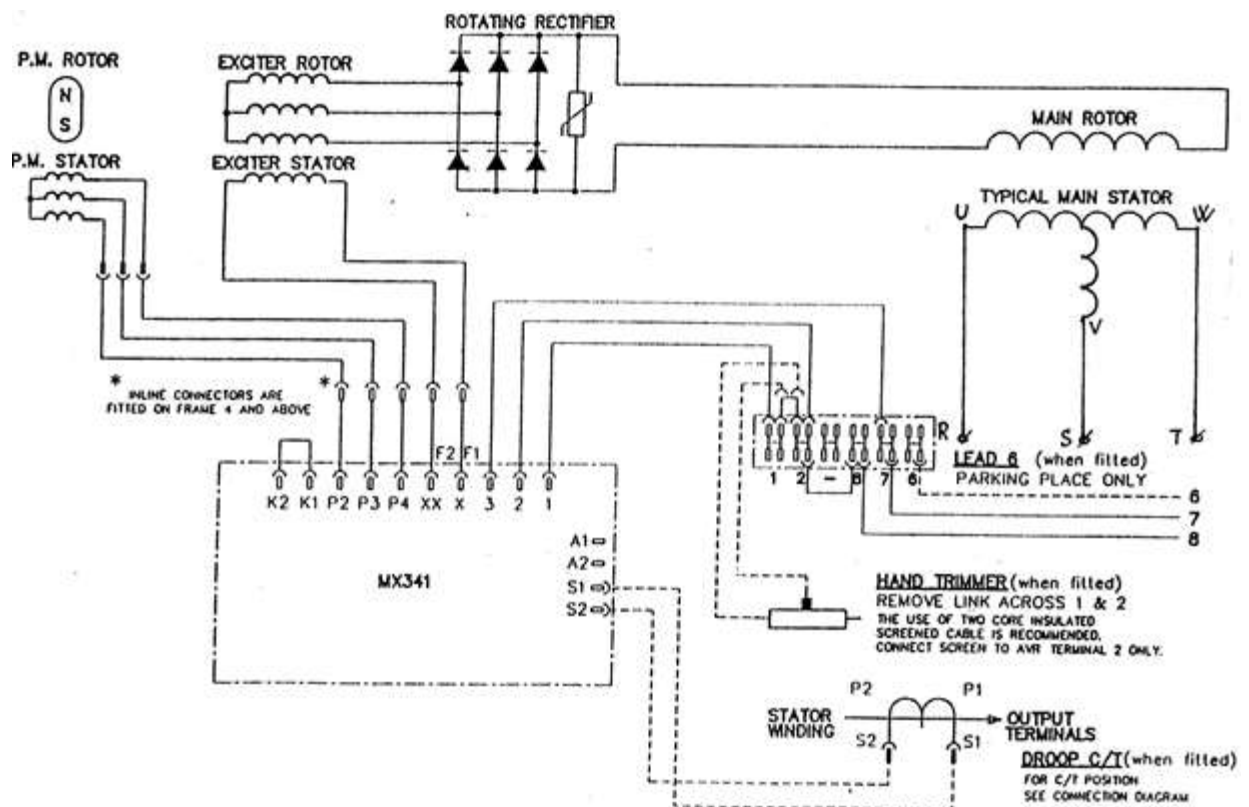


Рисунок 3.8. – Система збудження СДГ з АРН

AVR вимірює напругу генератора і управляє порушенням для підтримки напруги на заданому рівні, компенсуючи зміну навантаження, частоту обертання, температуру і cosφ генератора. Вимірювання частоти електричного кола і частоти обертання валу генератора забезпечує захист від зниженої

частоти системи збудження зниженням вихідної напруги генератора пропорційно встановленій частоті обертання. Максимальне збудження обмежується безпечним періодом відключення вихідного пристрою Арн. Цей стан зберігається до повної зупинки генератора. Арн включає захист від перенапруги з відключенням вихідного пристрою регулятора і можливості відключення АСВ в разі різних неполадок при оптимальному порушення. Пристрій забезпечує можливість дистанційного керування Арн, дозволяючи оператору оптимально регулювати вихідну напругу генератора. Для забезпечення паралельної роботи генераторів рівній потужності Арн має відповідну ланцюг.

Автоматичний регулятор напруги складається з (рис. 13.2, а):

- ☐ PDR (Potential Divider & Rectifier) - подільника напруги і випрямляча;
- ☐ DCM (DC Mixer) - аналогового змішувача;
- ☐ R (3 Phase Rectifier) - трифазного випрямляча вихідного сигналу трансформатора струму генератора;
- ☐ A (Amplifier) - підсилювача-компаратора;
- ☐ StC (Stability Circuit) - ланцюг стабілізації;
- ☐ PS (Power Supply) - блок живлення;
- ☐ SyC (Synchronizing circuit) - синхронізуюча ланцюг;
- ☐ PSD (Power Control Devices) - харчування ланцюгів управління;
- ☐ ACB (Circuit Breaker) - генераторний автомат;
- ☐ OED (Over Excitation Detector) - захист від перезбудження генератора;
- ☐ OVD (Over Voltage Detector) - захист від перевищення напруги генератора.

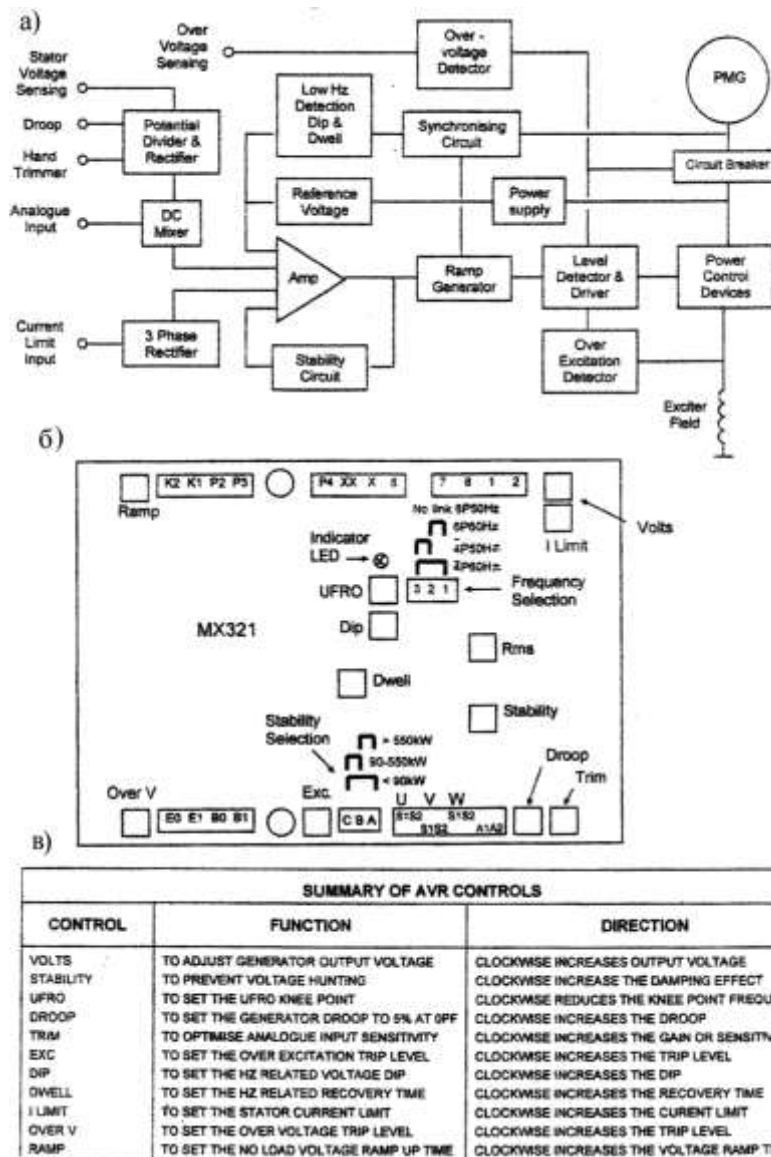


Рисунок 3.9 - Функціональна схема AVP типу STAMFORD (а), панель настройки (б) і таблиця регулювання (в)

Функції АРН (рис. 13.2, а).

PD & R (Potential Divider & Rectifier) - дільник напруги - випрямляч бере зайву частину вихідної напруги генератора, яке регулюється потенціометром і зовнішнім ручним реостатом при необхідності. Сюди приходить і сигнал від ЦПР. Випрямляч перетворює змінний вихідний сигнал у відповідний сигнал постійного струму;

DCM (D.C. Mixer) - додає аналоговий сигнал напруги генератора;

ЗРР (3 Phase Rectifier) - перетворює вихідний сигнал обмежувача трансформатора струму СТ в відповідний сигнал постійного струму напруги генератора;

Amp (Amplifier) - порівнює поточна напруга генератора або струмовий сигнал з заданою напругою і різницю ΔU підсилює для забезпечення регулюючого сигналу Арн;

Ramp Generator, Level detector & Driver - управляє часом відкриття тиристорів силового ланцюга, забезпечуючи збудження необхідної величини для підтримки напруги генератора в необхідних межах;

StC (Stability Circuit) - ланцюг стабілізації забезпечує регулювання негативного зворотного зв'язку з метою досягнення стійкої стабільності в перехідних режимах;

PS (Power Supply) - забезпечує живлення всіх ланцюгів Арн;

LHzD (Low Hz Detector) - захист від зниженої частоти; вимірює період кожного електричного циклу і регулює напругу генератора для зменшення лінійної апроксимації від частоти обертання. Горіння світлодіода попереджає про зниженій частоті обертання дизель-генератора;

PCD (Power Control Devices) - змінює величину струму збудження відповідно до диференціалом підсилювача;

ACB (Automatic Circuit Breaker) - автоматичний генераторний вимикач; відключає систему управління і генератор в разі спрацювання захистів генератора;

OED (Over Excitation Detector) - захист від перезбудження генератора; послідовно вимірює струм збудження і зменшує його, якщо поточне значення більше, ніж в сталому режимі. Цей сигнал також забезпечує відключення - EXC.TRIP;

OVD (Over Voltage Detector) - захист від перенапруги; послідовно вимірює напругу генератора і зменшує його, якщо поточне значення більше, ніж в сталому режимі. Цей сигнал супроводжується відключенням ACB і регулюється OVER / V - уставкой;

Dip і Dwell-ланцюга забезпечують регулювання часу відновлення напруги.

Синхронізуюча ланцюг використовується для утримання RAMP Generator і LHzD бездіяльними на період роботи PMG. регулювання (рис. 13.2, б).

Вихідна напруга генератора встановлюється на заводі-виробнику, проте його можна змінювати за допомогою потенціометра «VOLT» на регулювальної панелі AVR або зовнішнім реостатом уставки EVA. Клеми 1 і 2 AVR можна закоротити, якщо немає необхідності в ручному регулюванні.

Налаштування стійкості або демпінг виконується за допомогою переключень відповідного кола для різної потужності генераторів (90 кВт, 90-550 кВт або більше 550 кВт) як показано на рис. 13.2. Подальша регулювання проводиться без навантаження генератора.

UFRO або регулювання від зниженої частоти здійснюється за допомогою перемичок «Frequency Selection» з відповідними полюсами і частотою генераторів (4P60 Гц, 4P50 Гц, 6P60 Гц) як показано на рис. 13.2, б. Червоний індикатор (LED) горить, коли ланцюг UFRO працює, тобто частота знижена і знаходиться в зоні 57-60 Гц (або 47-50 Гц).

Регулювання статизму здійснюється потенціометром DROOP і становить близько 5%: обертаючи за годинниковою стрілкою, збільшуємо сигнал трансформатора струму СГ з одночасним зменшенням $\cos\phi$. В крайньому лівому положенні проти годинникової стрілки статизм $\delta = 0$.

Регулювання аналогової величини чутливості A_{pn} проводиться за допомогою потенціометра TRIM. Обертаючи його за годинниковою стрілкою, збільшуємо чутливість. Величина сигналу становить $\pm 5V$ і надходить на вхідні клеми A1, A2 (внизу регулювальної панелі);

Сигнал чутливості повинен бути гальванічно ізольованим від корпусу, щоб уникнути виходу з ладу пристрою. Сигнал постійного струму додає чутливість A_{pn} . Клема A1 з'єднується з «0» напруги, а позитивне з A2 і збільшує збудження, негативне - зменшує. В крайньому лівому положенні немає чутливості A_{pn} і навпаки. Регулювання перезбудження здійснюється потенціометром

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

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

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

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

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 загрузки (пуску асинхронного двигуна) можна представити як накладення процесів зниження напруги генератора без регулятора і підвищення напруги генератора під дією регулятора.

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

Параметри електродвигуна вантажного насоса :

$$U_{\text{нд}}=450\text{В};$$

$$I_{\text{нд}} = 409 \text{ А};$$

$$P_{\text{нд}}= 180 \text{ кВт};$$

кратність пускового струму $K_{\text{п}} = 6$.

Реактивний опір двигуна рівний:

$$X_{\text{д}} = \frac{S_{\text{нг}} \cdot 10^3}{K_{\text{п}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{нд}} \cdot I_{\text{нд}}} \cdot \left(\frac{U_{\text{нд}}}{U_{\text{нг}}} \right)^2 = \frac{910 \cdot 10^3}{6 \cdot \sqrt{3} \cdot 450 \cdot 409} \cdot \left(\frac{440}{450} \right)^2 = 0,44$$

Початкова напруга генератора рівна:

$$U_{\text{нач}^*} = \frac{X_{\text{д}}}{X_{\text{д}} + X'_{\text{д}}} = \frac{0,44}{0,44 + 0,065} = 0,87.$$

Встановлена напруга дорівнює:

$$U_{\text{уст}^*} = \frac{Xd}{X_{\text{д}} + X_{\text{д}}} = \frac{1,82}{1,82 + 1,82} = 0,5.$$

Коефіцієнт K_2 дорівнює:

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

Постійна часу обмотки збудження генератора в замкненій обмотці статора на опір $X_{\text{д}}$ дорівнює:

$$T'_{\text{д}} = T'_{\text{д}0} \cdot \frac{Xd + X'_{\text{д}}}{Xd + X_{\text{д}}} = 2,3 \cdot \frac{1,82 + 2,7}{1,82 + 1,82} = 1,32 \text{ (с)}.$$

Час досягнення мінімального значення напруги:

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

$$t_{\text{min}} = 1,32 \cdot 2,3 \lg \left(\frac{0,87 - 0,5}{0,5 \cdot 2,5 \cdot 1,32} + 2,72^{0,8/1,32} \right) = 1,87 \text{ (с)}.$$

Значення мінімальної напруги:

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

$$U_{\min} = 0,5 + (0,87 - 0,5) \cdot 2,72^{-1,87/1,32} + 0,5 \cdot 25 \cdot \left[(1,87 - 0,8) - 1,32(1 - 2,72^{-(1,87-0,8)/1,32}) \right] = 0,9$$

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 підрулюючого пристрою буде складати 13 %, що є згідно Регістра допустимою нормою миттєвого падіння напруги. У тих випадках, коли $U_{\max}$ 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 АСУ СЕЕС.

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

- Кожен ГА являється самостійною функціональною групою, яка забезпечує електропостачання споживачів в звичайних експлуатаційних та аварійних режимах;
- Всі ГА мають автоматичне та ручне керування;
- Кожен ГА функціонально незалежний (має свою будову і системи запуску, зупинки, захисту, підключення до мережі і т. д.);
- Будь-яка із систем може функціонувати самостійно;
- До складу функціональної групи входять щит контролю і керування, на якому знаходяться сигнальні та вимірювальні прилади для

контролю стану всієї групи та її елементів, органи ручного (дистанційного) керування;

- Кнопки керування включені таким чином, щоб забезпечувався запуск та зупинка ГА незалежно від положення вимикачів їх систем автоматизації;

- Режим роботи функціональної групи задається оператором вручну;

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

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

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

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

- Автоматичну і точну синхронізацію генераторів з шиною ГРЩ;

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

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

- 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.

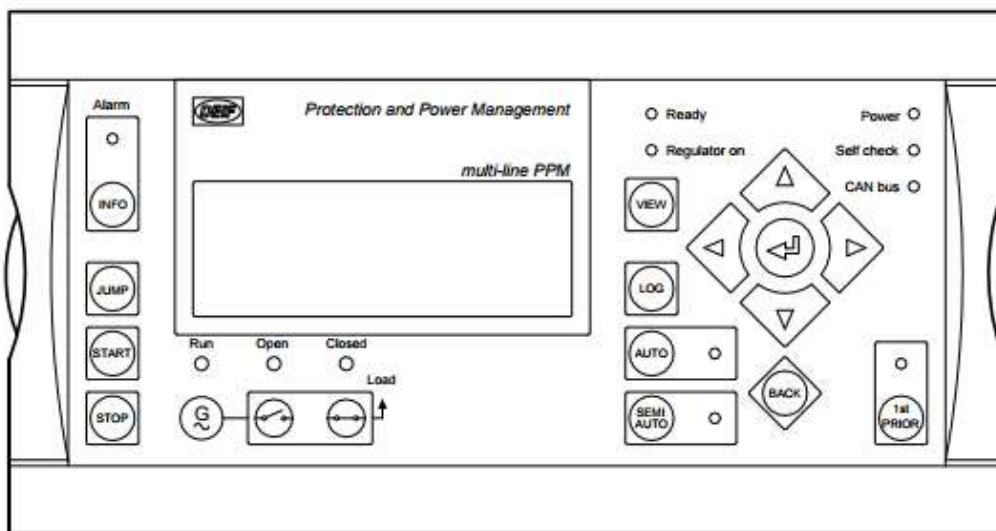
До автоматизації судової електростанції відносяться: система РРМЗ , блоки Uni-line , дифереційний захист генераторов.

Система управління електростанцією РРМ-3 (компания DEIF) являє собою мікропроцесорні контролери, що містять широкий набір функцій, необхідний для управління судновими електростанціями. Система забезпечує функції управління, контролю та захисту основних і аварійних дизель-генераторів, валогенераторов, берегових та секційних вимикачів. Система проводить вимірювання всіх необхідних параметрів електростанції з відображенням на ЖК дисплеї.

- Контролери РРМ-3 можуть застосовуватися для наступних типів електростанцій:
- Паралельна робота декількох ДГ на загальні шини ГРЩ;
- Робота ДГ на секціоновані шини ГРЩ;
- Робота ДГ на кільцеві шини ГРЩ;
- Робота ДГ з валогенератором і береговим вимикачем;
- Управління секційними вимикачами;
- Керування аварійним / стоянковим ДГ;

Завдання режиму СУ СЕС активує автоматичне або напіваавтоматичне керування електростанцією. Завдання ручного управління відключає СУЕС (систему управління СЕС) 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 виключателя. 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 виключателя 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 разгрузится і т. д. Також при автоматизації обладнання СЕУ, використовуються контролери DM – 4



- Рисунок 3.7 – Дисплей контролера дизель-генератора Дейф

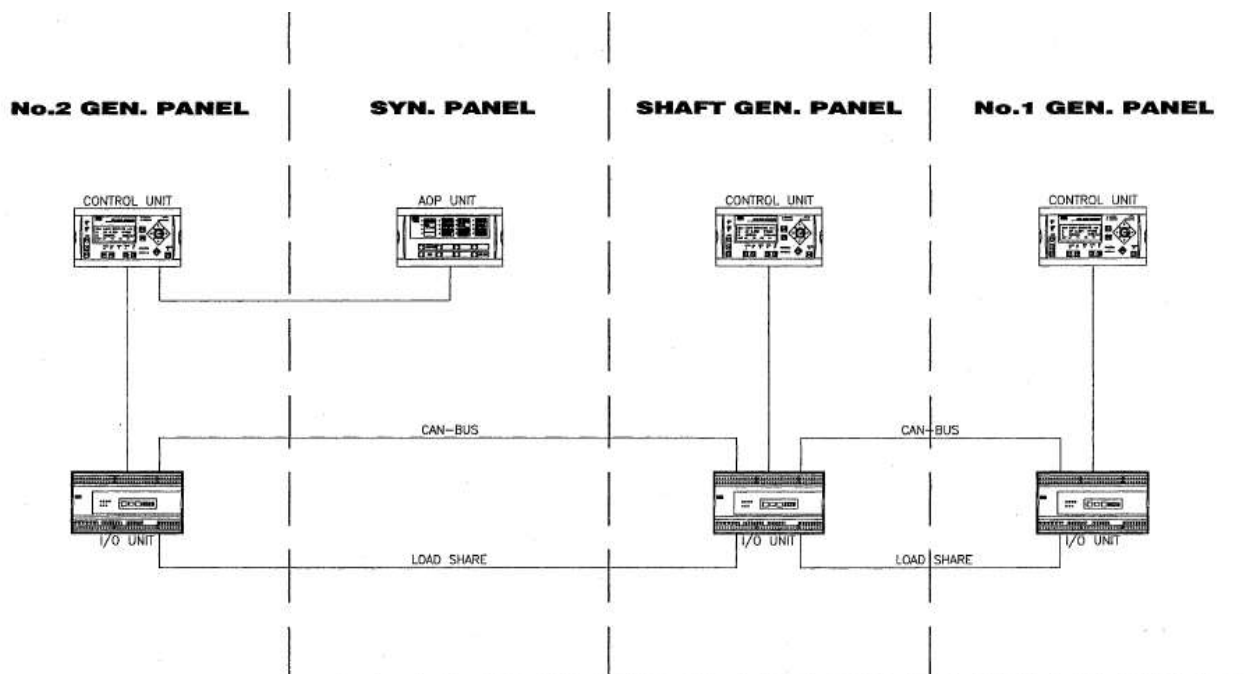


Рисунок 3.8 – Схема управління СЕЕС танкера

Контролер забезпечує:

- Управління, з ацита, 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 подруливающих пристроїв
- Оптимізація розподілу навантаження
- Програмне забезпечення для підключення по Ethernet.

Блок-схема алгоритму управління СДГ (рис.3.9)

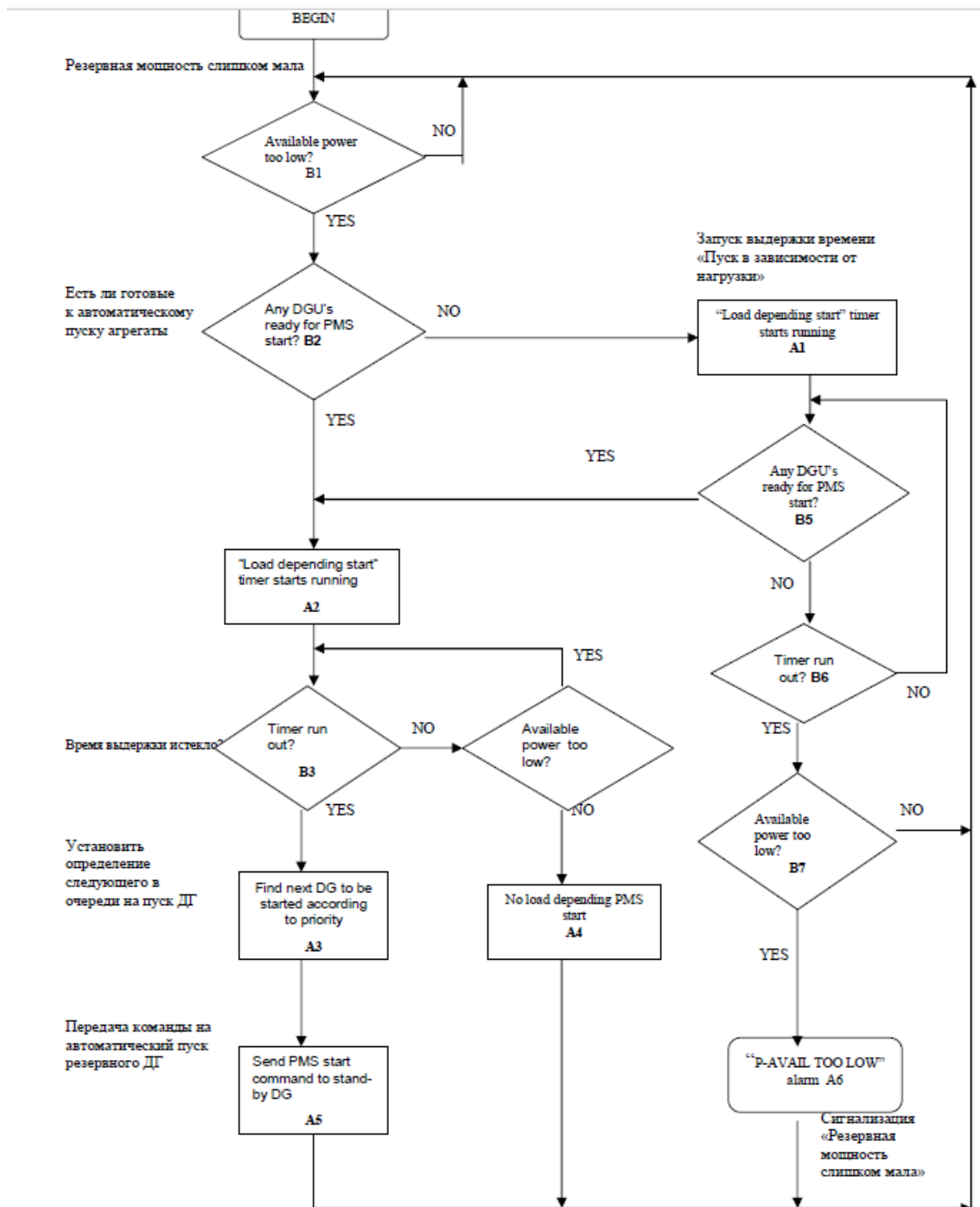


Рисунок 3.9 - Блок - схема алгоритму формування команди на запуск СДГ

Значення операторів алгоритму наступні:

- B1, B4, B7 - резервна потужність занадто мала ?;
- B2, B5 - чи є готові до автоматичного пуску ДГ ?;
- A1, A2 - запуск витримки часу «Пуск резервного ДГ залежно від навантаження»;
- B3, B6 - час витримки минув ?;
- A3 - визначити першого в черзі на пуск ДГ ?;

- А4 - скасувати формування PMS команди на пуск в залежності від навантаження;
- А5 - передачі PMS команди на пуск резервного ДГ;
- А6 - включення сигналізації «Резервна потужність занадто мала».

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

Суднове електричне освітлення складається з наступних самостійних ланцюгів [9]:

- 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 комп'ютерної мережі інформаційних і управляючих систем

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

Підсистеми, які можуть бути підключені:

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

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

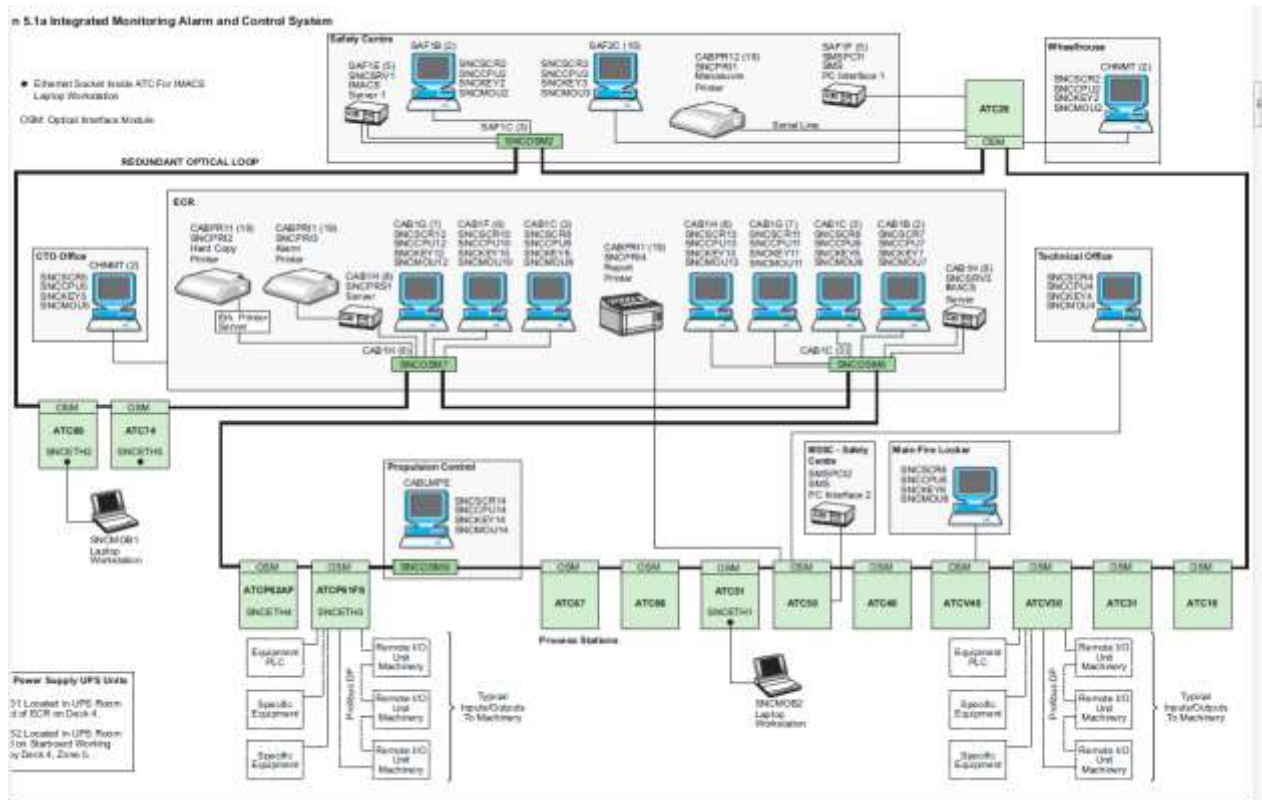


Рисунок - 4.1 Загальна схема системи танкера

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

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

- система, яка розташована в центральному посту управління (engine control room), і здійснює контроль і управління всіма процесами в машинному відділенні. Має прямий зв'язок з операторської станцією.
- система моніторингу за всіма можливими процесами на судні. Розташована на містку судна. Поєднана зі станціями за допомогою комутатора.
- - система, що дозволяє управляти пристроєм, що підрулює. Ці операторські станції дозволяють здійснювати ручний і автоматичний контроль за всіма системами. Це можливо завдяки зручному інтерфейсу, який дозволяє легко користуватися системою як новому оператору, так і досвідченому. Вся необхідна інформація відображається на дисплеях, розташованих на операторних станціях.

Особливістю цієї системи є також те, що всю інформацію про стан судна можуть отримувати не тільки офіцери на борту, але і фахівці на березі (наприклад працівники компанії судновласника). Це можливо завдяки захищеному VPN-каналу. Потрібна інформація передається на берег за допомогою супутникового зв'язку. Робоча мережа: Local Area Network (LAN) - використовується для зв'язку операторських станцій і комп'ютерів, що обробляють інформацію з об'єктів управління і наблюдення. Area Network (CAN) - високо надійна робоча шина, яка використовується для зв'язку між комп'ютерами, що обробляють інформацію (аналогові і цифрові сигнали) про стан об'єктів. В рамках цієї мережі можна розширити кількість об'єктів, які потребують спостереження і керування. Всі сегменти системи приєднані до операторських станцій CAN-сетью. Lines - використовуються для зв'язку блоку обробки цифрових і аналогових сигналів (DPU) і, безпосередньо, об'єктів спостереження і управління. Тип ліній, що використовуються в системі залежить від їх застосування і мають стандарти RS-422 і RS-485 з великою кількістю диференціальних протоколів.

Харчування системи:

Система автоматизації харчується від джерела 230 В змінного струму (для операторських станцій) і джерела 27 В постійного струму (для DPU).

Також система має стабілізатор напруги для захисту операторських станцій і DPU's від проблем, пов'язаних з поганою якістю напруги або падінням потужності. Стабілізатор підтримує напругу постійним і, якщо це потрібно, захищає апаратуру від перевантаження. Погана якість напруги може привести до пошкодження обладнання (hardware) і програмного пакету (software), що негативно відіб'ється на роботі всієї системи

4.2. Система управління ДАУ головного двигуна

Система дистанційного автоматизованого керування (ДАУ) головним двигуном є електронною і забезпечує автоматизацію виконання алгоритмів пуску, реверса, зупинки, зміна режиму роботи двигуна відповідно до отриманої команди з ходового містка. Установка забезпечує захист двигуна, сигналізацією про несправності в системі й контроль за точним виконанням команд. При маневруванні система ДАУ виконує подану команду, не вичікуючи виконання попередньої команди. Основні елементи ДАУ розташовуються в машинному відділенні, у ЦПУ та на ходовому містку. У машинному відділенні перебувають гідравлічна система керування, повітряна система пуску, та Bosh-картки котрі керують оборотами двигуна в залежності від заданих і сервомеханізми, які управляють роботою паливних насосів, електромагнітні клапани, котрі керують роботою гідравлічної системи керування і повітряної систем керування ("Пуск").

У центральному пості керування встановлені: повторювач телеграфу ORE; табло маневрове, сигнальне і виконуваних операцій(мнемосхема); головний вимикач, що встановлює режим керування двигуном (дистанційний - позиція "Включено", ручний - позиція "Машинний телеграф"); кнопки збільшення або зменшення частоти обертання при ручному керуванні; маневрений пост керування двигуном, на якому є рукоятка реверсів, пускова

рукоятка, паливна рукоятка та показник навантаження; На ходовому містку встановлений машинний телеграф (основний і два на крилах містка, зв'язані між собою механічно), табло маневрене, сигнальне і виконуваних операцій (мнемосхема), самоопис виконуваних команд. Живлення системи ДАУ здійснюється змінною напругою 440 й 220 В та постійною напругою 24 В. Система ДАУ управляє гідравлічним серводвигуном реверсування й повітряною системою пуску двигуна. Керування виконується за допомогою електромагнітних клапанів. Кількість палива подаваного в циліндри регулюється блоком електроніки окремо на кожний циліндр двигуна. Схема ДАУ забезпечує підвищення частоти обертання двигуна до номінальної по нормальній програмі без якого-небудь додаткового втручання. Уповільнена або прискорена програма забезпечуються лише після відповідного їхнього включення. Дана система (ДАУ) виконує трикратну подачу палива в циліндри. Перша порція палива подається на підпалювання основної порції котра подається друга – основна і потім також невелика порція для опалювання не догорівшого палива. Таким чином ККД підвищується.

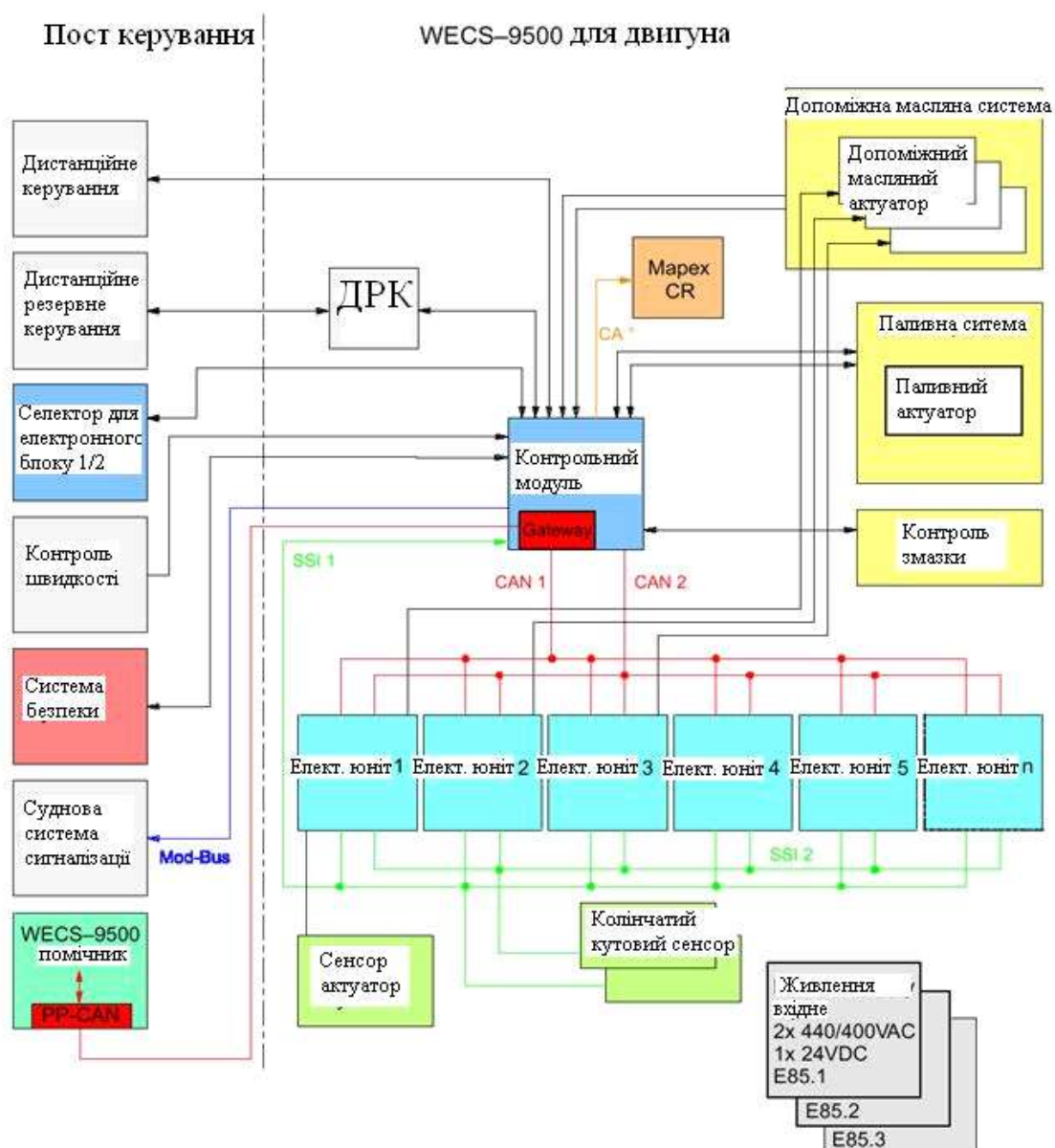


Рисунок 4.2- Структурна схема керування головним двигуном.

Розробка граф-схеми алгоритму трьох спроб автоматичного пуску ДГ.

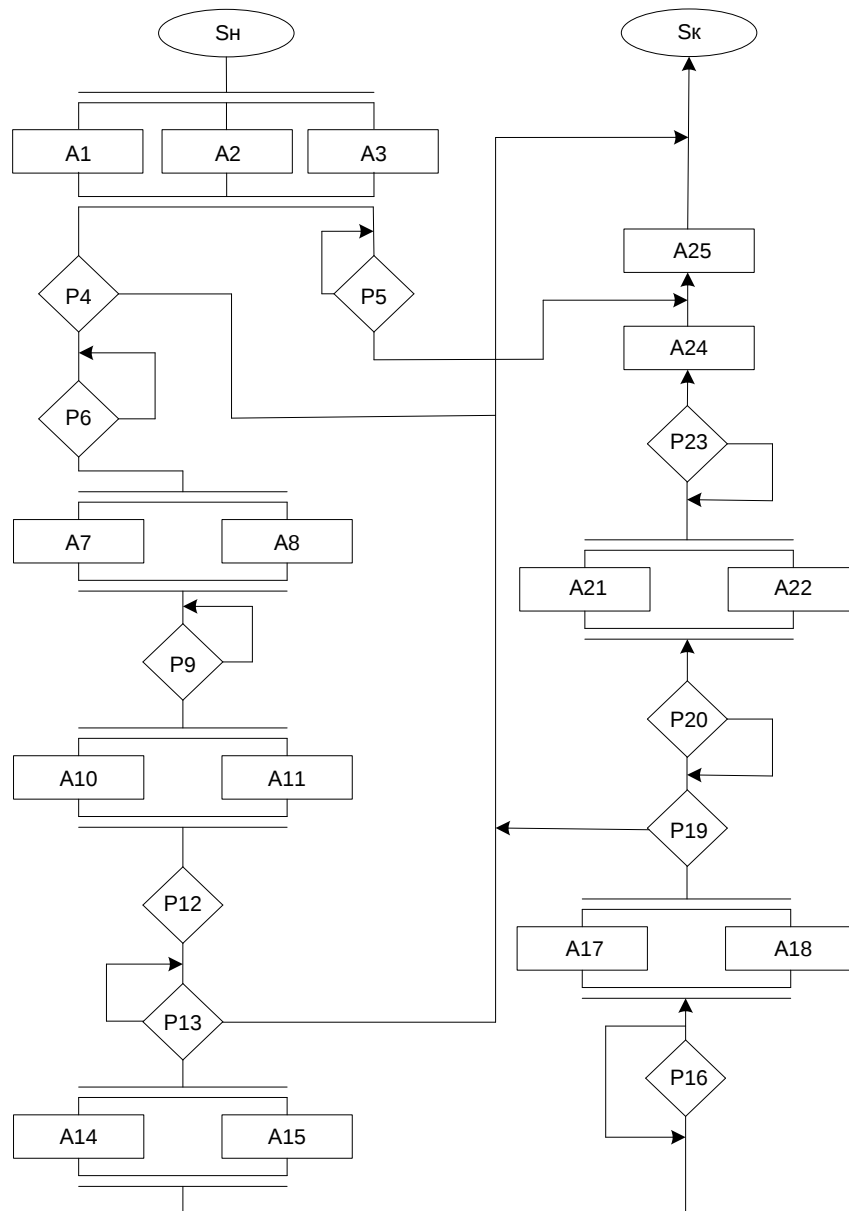


Рисунок 4.3 - Граф-схема алгоритма трьох спроб автоматичного пуску ДГ.

Короткий опис алгоритму:

A1 – включення контролю загального часу пуску ДГ;

A2, A8, A10, A15, A17, A22 – включення клапана пускового повітря;

A3, A11, A18 – включення контролю за часом подачі пускового повітря;

P4, P12, P19 – частота обертання дизеля менше значення n_p , при якому він починає працювати на паливі;

P5, P13, P20 – контрольний час подачі пускового повітря перевищено;

P6 – контрольний час трьох спроб пуску дизеля перевищено;

A7, A14, A21 – включення контролю часу паузи;

P9, P16, P23 – контрольний час паузи перевищено;

A24 – виключення контролю загального часу трьох спроб пуску дизеля;

A25 – включення КАПС «Відмова пуску».

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

Службовий внутрішній зв'язок

Машинні телеграфи — це синхронні прилади передачі кута, щослужать для двостороннього зв'язку між командними пунктами й машинними відділеннями судна.

Особливостями машинного телеграфу є розвинена система сигналізації й сполучення елементів синхронного зв'язку, що працюють на одну шкалу, у єдиному приладі.

Основний машинний телеграф являє собою автономну установку синхронних приладів передачі кута, що забезпечує передачу наказів з постів керування судном (рубка, місток) в машинні відділення й передачу з машинних відділень у командні пункти відповідей про прийом наказів, а також одержання в спеціальних постах як переданих наказів, так і прийнятих відповідей.

На командних пунктах встановлюють датчики-приймачі, у машинних відділеннях приймачі-датчики машинного телеграфу, а на спеціальних постах - контрольні приймачі машинного телеграфу. У датчику-приймачі й приймачі - датчику об'єднані сельсин-датчик і сельсин-приймач, контрольні ж прилади являють собою сукупність двох сельсинів-приймачів.

Види електричної сигналізації

Електрична сигналізація на судах є невід'ємною частиною багатьох судових систем: енергетичної установки, допоміжних механізмів,

загальносуднових систем, систем судноводіння та інших. Сигналізація служить для попередження обслуговуючого персоналу про досягнення граничних значень деяких параметрів.

Наразі, важко уявити собі на судні пристрій або механізм, що не має світлову або звукову сигналізацію, будь то сепаратор або компресор, масляний насос або насос охолодження, основний або аварійний дизель-генератор, авторульовий або гірокомпас.

Крім того, є самостійні незалежні схеми сигналізації, наприклад авральна, пожежна та інші.

Різновиди суднової електричної сигналізації, її компонування та розташування залежно від типу судна визначаються Правилами класифікаційних організацій (Регістрів) при будівлі морських суден.

Питання використання й технічного обслуговування систем суднової електричної сигналізації регламентуються Правилами технічної експлуатації суднових технічних засобів.

При великій різноманітності видів суднової електричної сигналізації можна виділити наступні системи сигналізації:

- Авральна сигналізація обладнується на суднах, на яких оголошення авралу голосом або гучномовцем не може бути чуто одночасно в усіх місцях, де можуть перебувати люди.

За допомогою авральної сигналізації повинна бути забезпечена гарна чутність сигналів в усіх місцях, де можуть перебувати люди.

Звукові прилади встановлюють в наступних місцях:

- в машинних приміщеннях;
- в суспільних приміщеннях, якщо їхня площа перевищує 150 м^2 ;
- в коридорах житлових, службових і суспільних приміщень;
- на відкритих палубах;
- у виробничих приміщеннях.

Звукові прилади, встановлені в приміщеннях з великою інтенсивністю шумів, повинні забезпечуватися світловою сигналізацією. Тональність

звукових приладів авральної сигналізації повинна відрізнятися від тональності звукових приладів інших видів сигналізації.

Система авральної сигналізації повинна живитися від акумуляторної батареї, розміщеної вище палуби перетинів і поза межами шахт машинних відділень.

Дія авральної сигналізації перевіряється не рідше одного разу в 10 днів, а також перед виходом судна в рейс із попереднім повідомленням про це вахтового помічника капітана.

- Пожежна сигналізація

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

Автоматичні сповіщу встановлюються:

- у всіх житлових і службових приміщеннях;
- у коморах вибухових, легкозаймистих і горючих матеріалів;
- на постах керування;
- приміщеннях для сухих вантажів;
- у машинному та котельному відділеннях з автоматизованим

керуванням при відсутності в них постійної вахти.

Ручні оповіщувачи встановлюються:

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

У системі пожежної сигналізації повинне бути передбачено два види живлення:

- основне - від суднової мережі;

- резервне - від акумуляторних батарей.

Система пожежної сигналізації повинна постійно перебувати в дії. Вивід з дії системи (частково або повністю) для усунення несправностей або виконання технічного обслуговування (ТО) допускається з дозволу капітана із попереднім повідомленням вахтового помічника. Один раз на місяць повинні бути представленні до перевірки по одному оповіщувач в кожному промені.

- Попереджувальна сигналізація об'ємного пожежогасіння

Обладнується в машинно-котельних відділеннях, трюмах з сухими вантажами, у яких в умовах нормальної експлуатації перебувають або можуть перебувати люди.

За допомогою звукового та світлового сигналів виробничий персонал попереджається про пуск в дію системи об'ємного пожежогасіння, ці сигнали подаються автоматично при ручному та дистанційному пуску системи.

Попереджувальна сигналізація об'ємного пожежогасіння живиться від тієї ж акумуляторної батареї, що й пожежна сигналізація. Система повинна постійно перебувати в дії й перевірятися з відома вахтового помічника капітана.

- Аварійно-попереджувальна сигналізація (АПС)

Обладнується практично на всіх самохідних суднах і призначена для сигналізації стану енергетичної установки, роботи допоміжних механізмів і компонується залежно від типу судна, енергетичної установки, рівня автоматизації та інші. Перевіряється перед кожним виходом судна в рейс, перед заступанням на вахту та періодично протягом вахти.

- Сигналізація про наявність води в л'яхах і стічних колодязях трюмів

Обладнається на різних суднах і в обов'язковому порядку, а на електроходах для сигналізації рівня води в колодязях під гребними електродвигунами.

Сигналізація повинна постійно перебувати в дії, і перевірка її справності здійснюється персоналом вахтової служби не рідше одного разу за вахту, а старшим електромеханіком - щодня.

- Сигналізація закриття водонепроникних дверей

Встановлюється на тих суднах, на яких Регістром передбачений розподіл приміщень судна на водонепроникні відсіки і є водонепроникні двері.

Сигналізація повинна перевірятися одночасно з перевіркою дверей під керівництвом старшого механіка не рідше одного разу в тиждень, а також перед кожним виходом у рейс.

Прилади суднової електричної сигналізації по виду можна розділити на три групи:

- акустичні;
- оптичні (світлові й візуальні);
- комбіновані.

Група акустичних приладів складається із дзвінків, ревунів, тріскачок, сирен і їхніх комбінацій. Застосування різних по характеру, тембру та силі звуку приладів забезпечує розпізнавання акустичних сигналів і визначення їхнього призначення.

Акустичні прилади, що встановлюються в суднових приміщеннях з більшим рівнем шумів, мають дублюючі оптичні сигнали (електролампи), основне призначення яких виражається в залученні уваги виробничого персоналу до акустичних сигналів.

Група приладів оптичної сигналізації складається з номерників і сигнальних ламп, а також переривників світлової сигналізації, призначених для подачі миготливих сигналів. З мініатюрних сигнальних ламп, наприклад СГ24, komponуються світлові табло мнемосхем аварійно-попереджувальної сигналізації та ін.

Прилади сигналізації по роду електроживлення діляться на прилади постійного та змінного однофазного струму. Конструкція та виконання

приладів суднової електричної сигналізації відповідають специфічним судновим умовам. Всі прилади виготовляють в металевих (звичайно в сілумінових) корпусах і офарблюють фарбою, стійкою до впливу морської води.

4.4. Загальні відомості про електро-радіонавігаційне обладнання

Радіолокатор

Імпульсні суднові навігаційні РЛС (ИСНРЛС) використовуються в судноводінні для виявлення, визначення координат і параметрів руху різних надводних і берегових об'єктів, берегової лінії та інших перешкод, здатних відбивати енергію зондувальних сигналів убік РЛС.

Рішення цих завдань дозволяє забезпечити безпеку мореплавання при знаходженні суден:

- у вузькостях та інших стиснутих умовах;
- безпечне розходження суден при зниженій або обмеженій видимості;
- визначення координат місця судна по відомих берегових або плавучих орієнтирах і за допомогою спеціально встановлених РМО.

ИСНРЛС повинні мати достатню розв'язну здатність, точність виміру відстаней і напрямків на об'єкти, що виявляють з мінімальними габаритними розмірами й масою, забезпечуючи при цьому:

- круговий огляд по азимуту, 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 меридіану (широти по норду);
- надійне виявлення як більших, так і малих низькорозтошованих 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 хитання судна;
- відтворення на екрані індикатора як відносного, так і явного руху об'єктів;

Лаг

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

Ехолот

У комплект ехолота (рисунок 4.4) входять наступні прилади:

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

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

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

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

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

Прилад 16 містить електронні блоки, які утворюють передавальну та приймальну 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 вимірювача глибин. До функціонального вузла ЦУГ установлюються прилади 4Б, 11 і 16А.

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

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

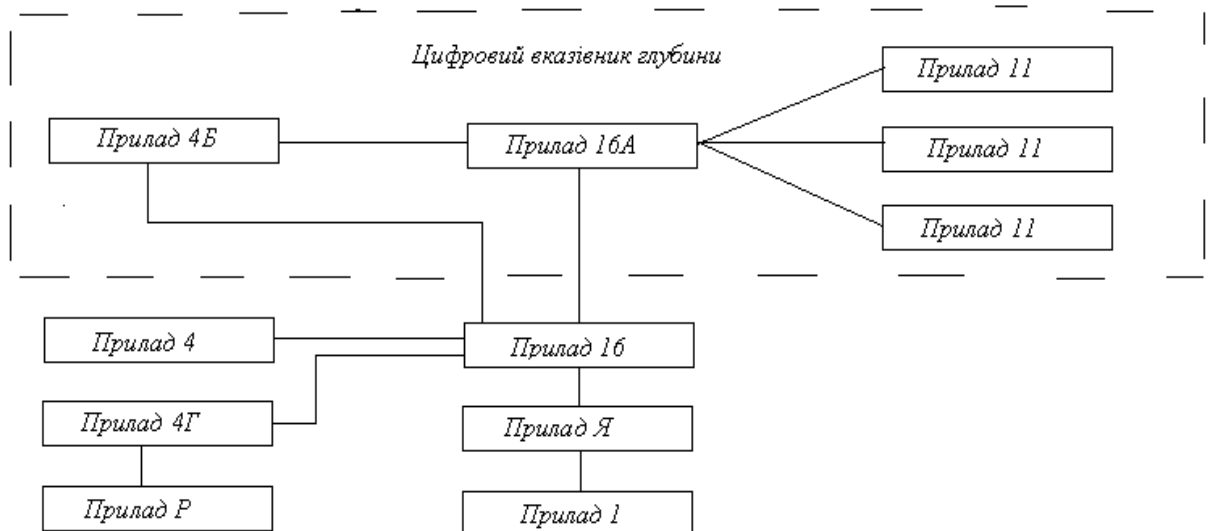


Рисунок 4.4 – Склад комплексу ехолота

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) - менше 10 м. У самописі можна встановлювати повільну або швидку (у два рази більшу швидкість) протягання паперу при вимірі глибин того самого діапазону: 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 здійснювався запис глибини самописом, служать наступні ознаки:

- діапазон 0-50 м - наявність нульової (суцільної) лінії та 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) та приладу сигналізації глибини (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 захарашувати 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 енергоустановки значить забезпечити людей, працюючих з електричними установками, від поразки струмом. У зв'язку з цим технічні питання експлуатації енергоустановки і питання безпеки праці завжди вирішуються одночасно.

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

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

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

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

важча поразка і менша імовірність порятунку.

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

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

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

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

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

Існує ряд спеціальних конструкцій приладів, апаратів і захисного

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

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

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

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

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

При експлуатації енергоустаткування на судні необхідно дотримувати наступні основні правила:

- 1) для роботи зі струмоведучими частинами при знятій напрузі перевірити, чи залишилася вона на них, і пересвідчитися в неможливості випадкових включень;
- 2) роботу під напругою проводити лише з дозволу старшого електромеханіка; виконувати роботу тільки в гумових рукавичках, гумовому взутті, на гумових ковриках та інструментом з ізольованими ручками;
- 3) стежити, щоб проходи біля агрегатів, електророзподільних щитів були вільні і не захащені сторонніми предметами;
- 4) не залишати відкритими струмоведучі частини у закритих електророзподільних щитах, приладах, коробках;
- 5) стежити, щоб машини і арматура мали хорошу ізоляцію;
- 6) стежити, щоб проводи переносних електроустановок (ламп, дрелі, вентиляторів) були добре ізольовані, а корпуси самих приладів добре заземлені;
- 7) на вахті у розподільних пристроїв завжди треба мати під руками незалежне джерело світла - ручний електричний ліхтар;
- 8) стежити, щоб при проведенні електромонтажних робіт ізоляція всіх струмоведучих частин була надійною.

ВИСНОВОК

У дипломній роботі бакалавра було розглянуто електроенергетичну систему та систему управління СЕС танкера – битумовоза водотонажністю 6300 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 650 Квт, один аварійний генератор потужністю 100 Квт, та один валогенератор на 600 кВт. Такі генератори із системою системою самозбудження та цифровим АРН були обрані бо за останні роки вони зарекомендували себе на сучасних судах морського флоту як надійні агрегати судових електричних станцій.

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. Також у роботі розроблені схема управління допоміжним котлом за допомогою контролера, та блок-схема алгоритму запуску котла.

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

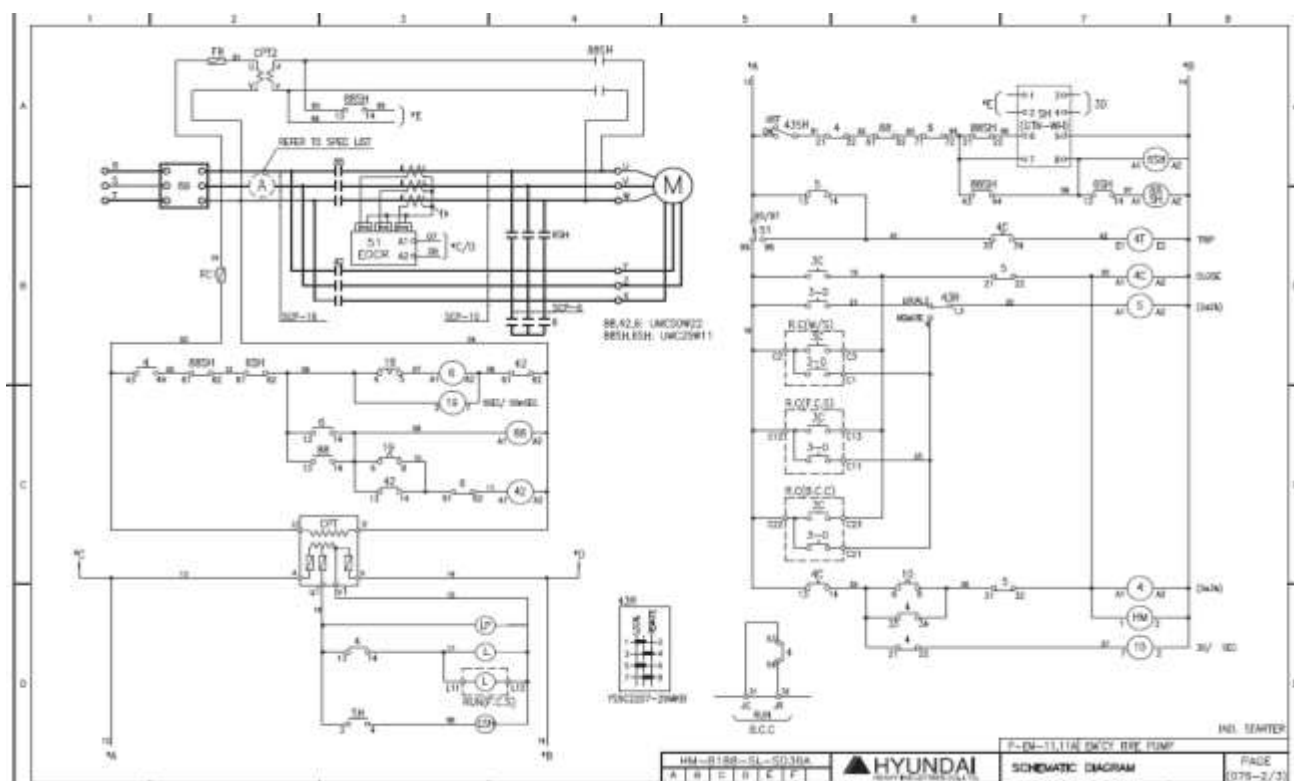
Список використаної літератури

1. Власенко А.А. Суднова електроавтоматика. Одеса.: Моряк, 1983. 151 с.
2. Самонов Ф.А. Автоматизовані електроприводи і системи управління курсом судна. Одеса: Моряк, 1989. 39 с.
3. Богословський. Суднові електроприводи. У двох томах.- Л.: Суднобудування, 1983. 730 с.
4. Піпченко А.Н. Розрахунок суднових електроенергетичних систем.- М.: Мортехінформреклама, 1988. 39 с.
5. Яковлев М.С. Судові електроенергетичні системи. Л.: Суднобудування, 1987. 269 с.
6. Баранов А.П. Суднові автоматизовані електроенергетичні системи. М.: Транспорт, 1988. 328с.
7. Коноваленко Л.К., Коноваленко А.В. Електротехнічна безпека на морському транспорті. Одеса: „Друк”, 2002. 172 с.
8. Захарченко В.М., Електрообладнання суден: електричні станції. Одеса, ОНМА, 2003. – 119 с.
9. Пипченко А.Н., Пономаренко В.В., Теплов Ю.И., Романенко А.В. «Електрооборудование, электронная аппаратура и системы управления», Одесса 1998р.
10. Торский В.Г., Топалов В.П. Міжнародні угоди і документи що регламентують морське судноплавство. Частина 1,2,3.
11. Торский В.Г., Позолотій Л.А. МКУБ у питаннях і відповідях.-Л.: Одеса, 1998.-134 с.
12. Міжнародні нормативні документи (кодекси, конвенції): ОСПС, МКУБ, МАРПОЛ, STCW78/95.

13. Петров І.В. Програмовані контролери, стандартні мови і прийоми прикладного проектування / Під ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256.: ил. – (Серія «Бібліотека інженера»)
14. Правила технічної експлуатації суднових технічних засобів і конструкцій. РД 31.21.30- Санкт-Петербург. 1997. -336 с
15. Морський Регістр Судноходства . Правила класифікацій і будовання морських суден. Том 1,2,3 - М.: Транспорт,2003. - 1500 с.
16. Никифоровский Н.Н., Норневский Б.И. «Судовые электрические станции». Москва 1974р.
17. Лейкин В.С. «Судовые электрические станции и сети». Москва 1966р.
18. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Укрморинформ,2012.
19. Правила технической безопасности на судах морского флота, РД 31.81.10-12,2012 - 196 С

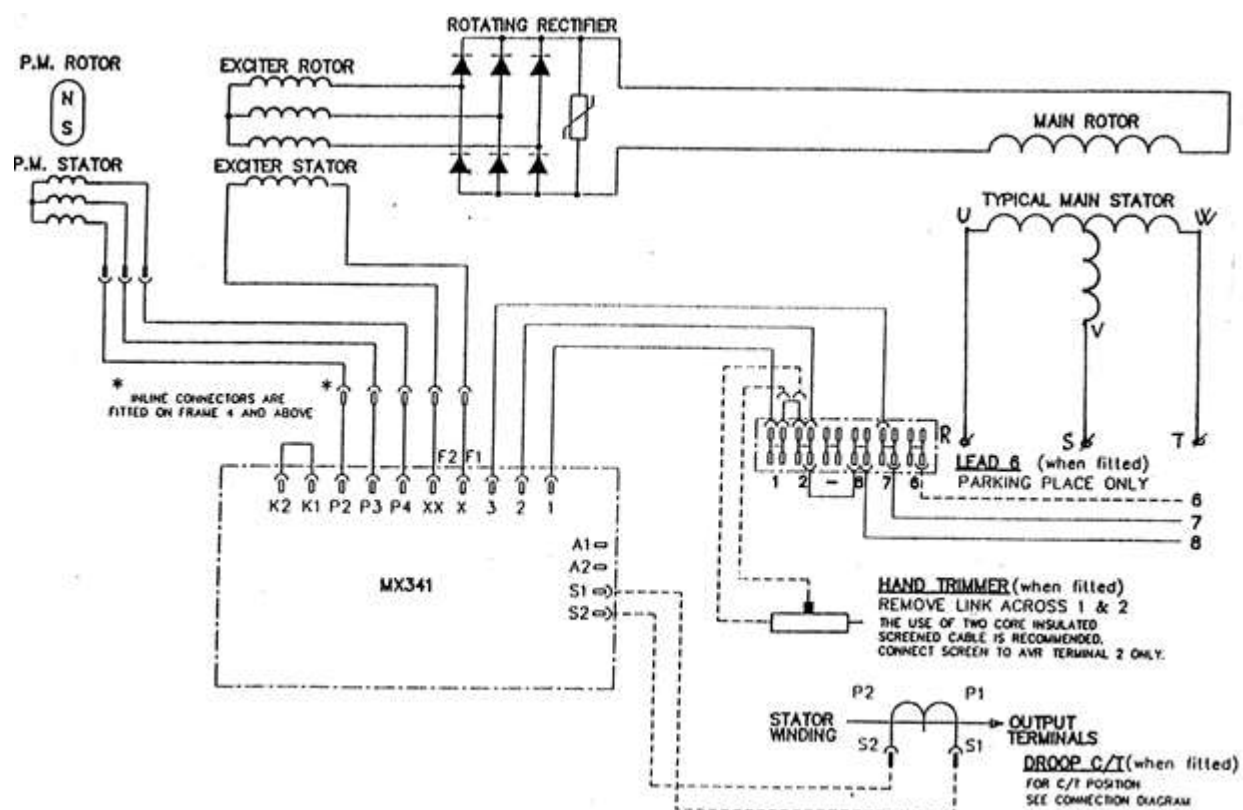
ДОДАТКИ

ДОДАТОК А



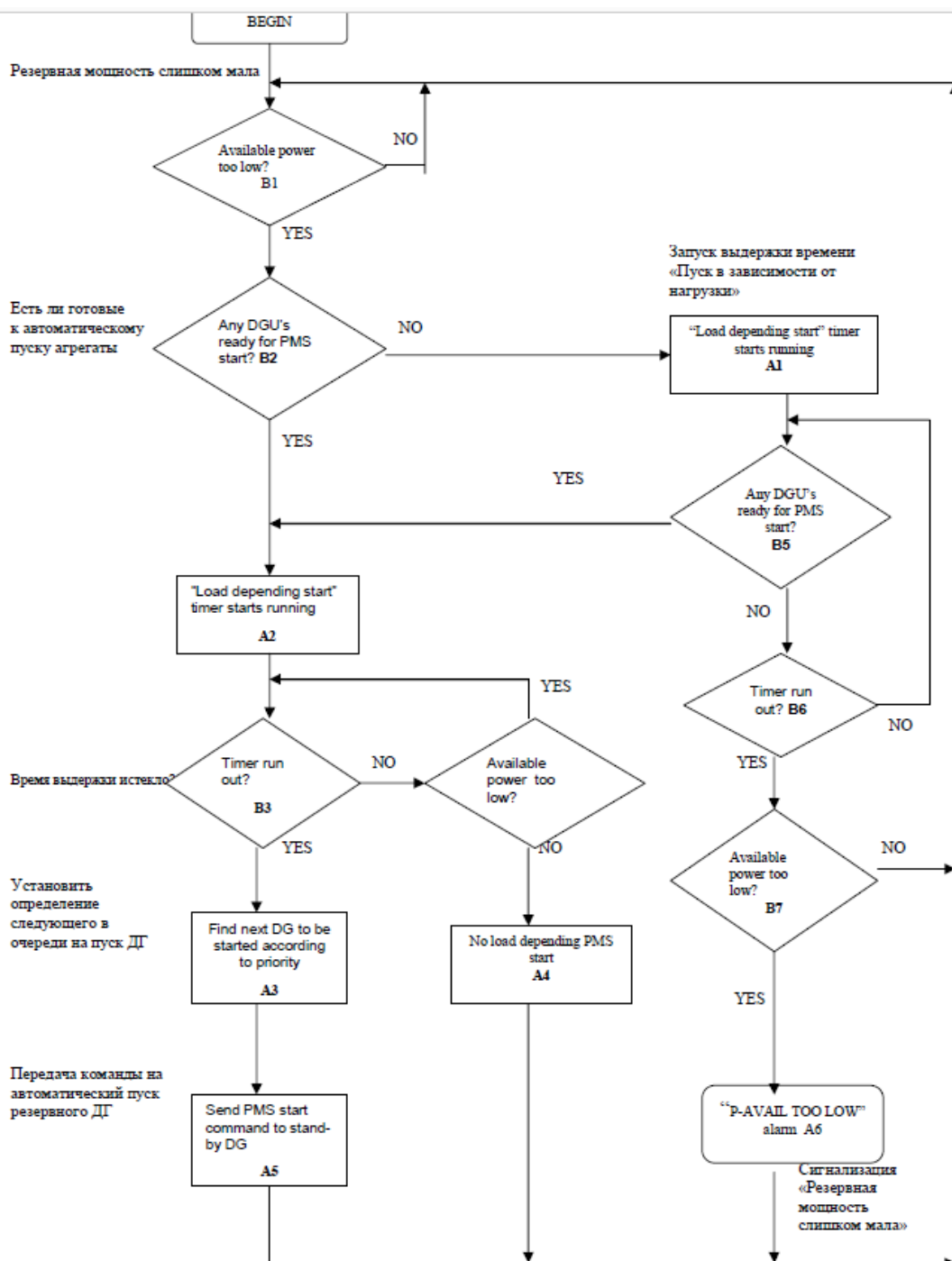
Принципова електрична схема управління електродвигуном насоса
охолодження СГД

ДОДАТОК В



Система збудження СДГ з АРН

ДОДАТОК С



Граф - схема алгоритму формування команди на запуск СДГ