

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально – науковий інститут автоматики та електромеханіки

Кафедра електрообладнання і автоматики суден

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

на тему

**Електрообладнання, електронна апаратура і системи
управління контейнеровоза місткістю 10800 контейнерів**

Виконав: студент курсу,
спеціальності

271 – Річковий та морський транспорт
(шифр і назва спеціальності)

Спеціалізація: «Експлуатація суднового
електрообладнання і засобів автоматики»
(шифр і назва спеціальності)

Трифонов Ю.А.
(підпис, прізвище та ініціали)

допущений до захисту 14.06.2021
(дата малого захисту)

Завідуючий кафедрою Т.М. Гвоздева
(підпис, прізвище та ініціали)

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

Нормоконтролер Михайленко В.С. В.С.
(підпис, прізвище та ініціали)

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

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально – науковий інститут автоматики та електромеханіки
Спеціалізація: Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики
Кафедра електрообладнання і автоматики суден

Затверджую

Зав. кафедрою

„___” _____ 20__ р.

 І.М. Воздева

ЗАВДАННЯ ПО ДИПЛОМНОЇ РОБОТІ КУРСАНТА

Трифонов Ю.А.

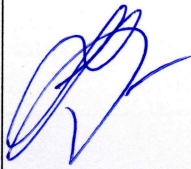
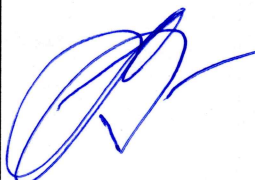
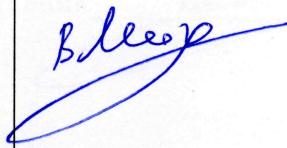
(прізвище, і'мя, по батькові)

1. Тема роботи: Електрообладнання, електронна апаратура і системи управління контейнеровоза місткістю 10800 контейнерів

затверджена наказом по академії від „03” 06 2021 р.
№ 750

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи 10.06.2021
3. Вихідні дані до роботи : Методичні вказівки до виконання дипломної роботи бакалавра для курсантів денної та заочної форми навчання; суднова технічна документація; довідкова література; реєстр судоплавства
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці): Загальні відомості про судно (корпус, рушій, вантажні приміщення); загальні відомості про головну та допоміжну енергетичні установки (двигуни, котли, допоміжні механізми, суднові системи. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна одного з основних суднових електроприводів (за завданням). Розрахунок і вибір числа, потужності, і типу генераторних агрегатів основної та аварійної електростанції. Аналіз роботи системи управління одного із об'єктів суднової енергетичної установки. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю, сигналізації, та внутрішнього зв'язку;
5. Перелік графічного матеріалу (з точними вказівками обов'язкових креслень):
 - 5.1 Принципова електрична схема силової частини електроприводу насоса.
 - 5.2 Однолінійна схема ГРЩ і АРЩ
 - 5.3 Принципова електрична схема системи збудження СДГ
 - 5.4 Граф-схема алгоритму функціонування СДГ
 - 5.5 Структурна схема системи управління технічним об'єктом

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

Розділ	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	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 5.04.21

Керівник 

Завдання прийняв до виконання 6.04.21 

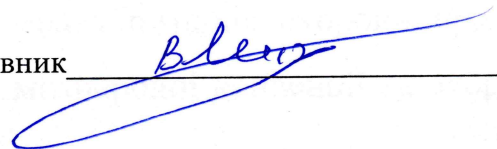
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер п-п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	6.04 - 10.04	Вик
2	РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	10.04 - 20.04	Вик
3	РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	20.04 - 15.05	Вик
4	АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	15.05 - 25.05	Вик
5	ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ	25.05 - 10.06	Вик

Студент-дипломник



Керівник



РЕФЕРАТ

Дипломна робота бакалавра: сторінок - 90, схем - 12, креслень - 5, таблиць - 8

У дипломній роботі наведено опис контейнеровоза місткістю 10800 контейнерів, його силової установки, допоміжних механізмів і систем. Зроблено вибір електрообладнання, розрахована потужність, вибран електродвигун і система керування двигуном компресора, зроблено вибір генераторних автоматів.

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

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

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

СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВІД ПОВІТРЯНОГО КОМПРЕСОРА, СУДНОВА
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ДІЗЕЛЬ - ГЕНЕРАТОР

ABSTRACT

Bachelor's thesis: pages -90, illustrations - 12, tables -8, sources used - 5.

In the bachelor's thesis the choice of electrical equipment, electronic equipment and control system of the container ship with a capacity of 10800 containers is made.

The power is calculated, and the electric motor of the main air compressor with control system and switching equipment is selected. Developed instructions for technical operation of electric drives.

The capacity of the ship's power plant is calculated for the main operating modes of the ship on the basis of the selected electrical equipment. The choice of the number of generator units of the ship power plant is made, the systems of excitation of generators and switching equipment are chosen. The system of distribution of the electric power on the vessel, the one-line scheme of MSB, a choice of means of automation of SPP, development of algorithms of management of SPP is developed.

The systems and devices of ship control are analyzed, the algorithm of start of the ship diesel generator is presented. Issues of civil protection and labor protection were also considered.

AIR COMPRESSOR ELECTRIC DRIVE, SHIP ELECTRIC POWER SYSTEM,
DIESEL - GENERATOR

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	9
ВСТУП	10
1.ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА, ГОЛОВНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ, ДОПОМІЖНИХ МЕХАНІЗМІВ І СИСТЕМ	
1.1 Загальні характеристики судна	11
1.2 Основні суднові системи	12
2.РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ І ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДУ	13
2.1 Розрахунок потужності та вибір електродвигуна	13
2.2 Вибір системи живлення і управління електроприводом	14
2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури	16
2.4	19
Розробка інструкції експлуатації суднового електроприводу компресора п ускового повітря	
3.РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	
3.1. Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції	20
3.2 Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ	25
3.3 Розрахунок струмів короткого замикання. Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів, електровимірювальних приборів	29
3.4 Вибір системи самозбудження генераторів	38
3.5 Розрахунок провалу напруги при пуску найбільш потужного споживача електроенергії	43

3.6 Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної схеми АСУ СЕЕС	46
3.7 Загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення, суднові сигнально-відмітні вогні, низьковольтне освітлення	53
4 АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	56
4.1 Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі інформаційних і управляючих систем	56
4.2 Аналіз роботи системи управління одного із об'єктів суднової енергетичної установки	59
4.3. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю, сигналізації, та внутрішнього зв'язку	64
4.4. Технічні характеристики та конструктивні особливості електро-, радіо-навігаційних пристроїв, та радіозв'язку	66
5. ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	70
ВИСНОВКИ	82
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	83
ДОДАТКИ	85

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.
- ДГ - Дизель - генератор.
- ЕЗА - Електричні засоби автоматизації.
- КЗ - Коротке замикання.
- ПТЕ - Правила технічної експлуатації.

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 річках, так і на морських судах. Виділяється три основних типи електростанцій: 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 вважають основним джерелом енергопостачання. Розподільний вузол електростанції прийнято розміщувати в приміщенні головного машинного управління, а джерела електроенергії – у машинному відділенні судна.

Для найбільш важливих пристроїв судна прийнято передбачати окремі аварійні суднові електростанції. Такими пристроями є гребні, черпакові електростанції та інші механізми. На випадок виходу з ладу основної електростанції передбачається аварійне джерело електропостачання. Суднові електростанції можуть мати різноманітні джерела енергії, але найбільш поширеним і оптимальним на сьогоднішній день є дизель – генератор. Дизельні двигуни можуть застосовуватися також бензинові, парові, газові і турбінні двигуни. В плані способу управління розрізняють суднові електростанції з ручним і автоматизованим управлінням. Судна транспортного призначення мають велику кількість різних електрифікованих механізмів, схем управління та автоматики, які відрізняються різноманітністю систем управління. Сучасні технології дозволяють застосовувати технічні засоби управління, перетворення, передачі й відображення інформації, формування, обробки й реалізації керуючих впливів на об'єкти управління. На сучасних судах кількість споживачів електроенергії суднової електростанції безупинно зростає, потужності споживачів ростуть, відповідно ростуть і потужності електричних станцій [3].

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

1.1 Призначення та основні конструктивні особливості судна



Рисунок 1. - Судно контейнеровоз «»

1.1. Загальні характеристики:

IMO номер: 9725122

Ім'я: MSC MARS

Тип судна - загальний: Cargo - Hazard A (Major)

Тип судна - Детальніше: Container Ship

Статус: Активно

MMSI номер: 636017357

Позивний: D5KN4

Прапор: MONROVIA

Валова місткість: 111632 t

Літній дедвейт: 110272 t

Найбільша довжина судна x Найбільша ширина: 395.46 x 59.08 m

Рік побудови діє до: 2018

Порт приписки: MONROVIA

Кількість контейнерів 10800

Швидкість 22 knots.

Головний двигун

MAIN GENERATORENGINE

TYPE: MAN B&W 9G80ME-C9.2(Derated)

MCR : 36,600 kW x 72.0 rpm

NCR : 36,940 kW x 69.5 rpm

Основним джерелом електроенергії на судні являються 4 дизель- генератори фірми STX ENGINE CO.,LTD. Як і головний двигун, вони використовують дизельне та важке паливо, а потужність кожного генератора дорівнює 3500 кВт. Номінальна напруга електричної станції судна становить 6600В. Така висока напруга обумовлена живленням підрулюючих пристроїв. Частота судової мережі становить 60 Гц. АДГ – 300 кВт (440 В).

Таблиця 1.1 – Основні відомості судової електростанції

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

Підрулюючий пристрій

Виробник

KTE CO.,LTD

Кількість

1

Тип

електричний

Потужність

3000 кВт

Клас автоматизації – А1.

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА

2.1 Розрахунок потужності та вибір електродвигуна одного з електроприводів суднових механізмів

В даній дипломній роботі буде проведений розрахунок потужності електродвигуна компресора пускового повітря.

Задача розрахунку потужності і вибору електродвигуна полягає у пошуку такого серійно двигуна, який забезпечує заданий технологічний цикл робочої машини, його конструкція відповідає умовам навколишнього середовища та компонування з робочою машиною. Вибір двигуна недостатньої потужності може призвести до невиконання заданого технологічного циклу і зниження продуктивності робочої машини. При цьому через перевантаження може мати місце підвищений нагрів двигуна і передчасний вихід його з ладу [2].

Для приводу компресора необхідно розрахувати потужність на валу електродвигуна, яка визначається роботою на підйом рідини або газу.

Потужність електродвигуна компресора пускового повітря розраховується за наступною формулою:

$$P_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{ст}} + \sum N_{\text{м}} + Q \gamma (P_{\text{наг}} - P_{\text{атм}})}{\eta_{\text{об}} \eta_{\text{нас}}},$$

де $P_{\text{дв}}$ – потужність на валу електродвигуна, кВт; $N_{\text{ст}}$ – статична складова напору, м; $\sum N_{\text{м}}$ – втрати напору в трубопроводі і місцевих опорах напору, м; Q – подача, м³/с; γ – удільна вага рідини, Н/м³; $P_{\text{наг}}$ – тиск нагнітання, Н/м²; $\eta_{\text{об}} = 0,94 \div 0,98$ – коефіцієнт, враховуючий втрати через нещільності; $\eta_{\text{нас}}$ – ККД.

Подача компресорів залежить від потужності двигунів внутрішнього згоряння і повинна забезпечувати поповнення балонів повітрям для системи керування головним двигуном.

Таблиця 2.1 – ККД компресорів

Подача, 10^{-3} , (м ³ /с)	ККД
До 5,55	0,6 – 0,65
5,55 – 16,7	0,65 – 0,75
Понад 16,7	0,75 – 0,8

$\eta_{об} = 0,96$; $\eta = 0,75$; $Q = 350 \cdot 10^{-3}$ (м³/с) ; $P_{нагн} = 82 \cdot 10^{-3}$ (Н/м²).

Підставляємо обрані значення у наступну формулу:

$$P_{дв} = 40 \text{ [кВт]}$$

При виборі типу двигуна до компресора необхідно враховувати важкий режим пуску двигуна, що обумовлюється наявністю протитиску в період пуску, а також великими маховими масами. Внаслідок цього застосовують спеціальний маховик для зменшення пульсації моменту. Найбільш відповідним для приводу в даному випадку є асинхронний короткозамкнений двигун з підвищеним пусковим моментом. Основні характеристики двигуна компресора пускового повітря наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Данні асинхронного короткозамкненого електродвигуна фірми АВВ

Тип	4A250S
Потужність	45 кВт
Частота обертання	1460 об/хв
Струм статора при напрузі 440 В	136 А
ККД	0,96
Cos φ	0,8

2.2 Вибір схеми живлення та управління.

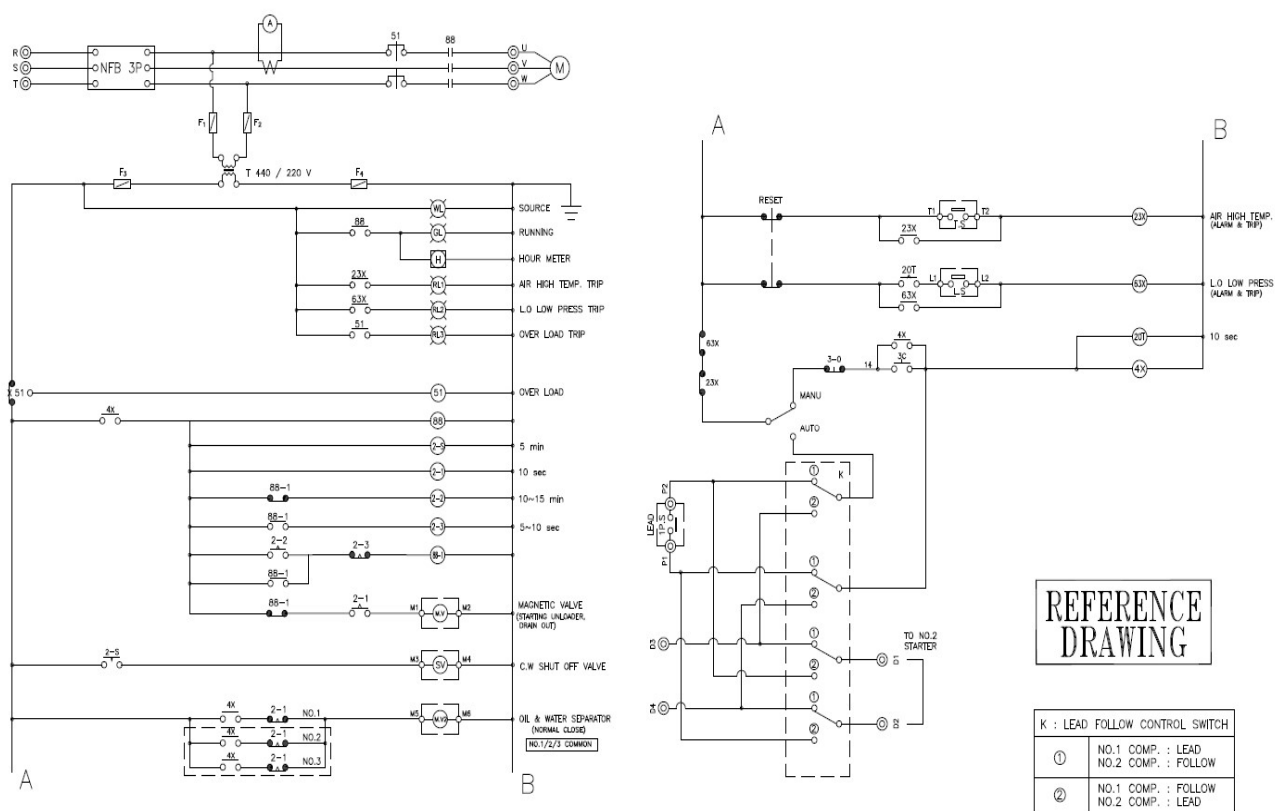
Вибираємо прямий спосіб пуску ЕП. Схема керування (мал. 2.1) дозволяє дистанційно керувати двома компресорами, при цьому вибирати режими для кожного (автоматичний або ручний) та чергу запуску в автоматичному режимі по сигналу тиску. При несправностях схема видає сигнали тривоги.

Силова частина складається з автоматичного вимикача NFB, контакторів 88, електродвигуна М, кабелів, теплового реле. Схема керування складається з реле 4,5,84, сигнальних ламп LP,LS,L, вимикача 43SH підігрівача SH, кнопок старту 3С, стопу 3О, перемикача режиму роботи 43А, 3, пресостата PS. Схема управління пуску забезпечує ручний та автоматичний старт двигуна. Команда старту надходить з одної з кнопок старту 3С розташованих на локальному посту керування або у приміщенні ЦПУ. Так само, команди зупинки надходять з одної з кнопок старту 3О, розташованих у вище приведених місцях. Там же розташовані і лампи індикації роботи LP,LS,L. Лампи сигналізують наявність живлення та перебуванні у режимі резерву або у режимі роботи (руху двигуна).

Натискнення кнопки старту 3С активує реле 4 яке в ручному режимі роботи (при цьому контакти 1-2 перемикача 43А замкнуті) самоблокується контактами 33-34. Контактми реле 4 активується коло живлення котушки силового контактора 88, який виконує підключення двигуна до мережі живлення. Натискнення кнопки стопу 3О активує реле 5, яке розмикає нормально закриті контакти 21-22, завдяки чому переривається коло живлення котушки реле 4, яке дезактивується та виходить із стану самоблокування і контактор 88 вимикає двигун. В автоматичному режимі роботи (при цьому контакти 1-2 перемикача 43А розімкнуті) реле 4 (а також і контактор 88) управляється контролером (вихідні клеми CN1-3,CN1-5) по сигналу датчика тиску повітря PS.

Теплове реле 51 захищає двигун від перевантаження, автоматичний вимикач 52 виконує функції захисту від короткого замикання.

Лічильник моточасів НМ підключається одночасно з реле 4. Датчик тиску PS замикає контакти коли тиск у напорному колекторі стає нижче заданого, в автоматичному режимі роботи стартує компресор No2, чи спрацює аварія.



Малюнок 2.1 – Схема керування ЕП повітряного компресора

2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури

Апарати та системи захисту повинні мати високу надійність та низькі габарити, ціну, масу і тому подібне. Не дивлячись на те що електропривод компресору пускового повітря не відноситься до ССЕС, його захист від ненормальних режимів роботи також входить до складу задач ССЕС. Найчастіше такими ненормальними режимами являються коротке замикання та перевантаження двигуна.

В якості захисту обладнання від таких режимів, застосовують автоматичні вимикачі (автомати), теплові реле та запобіжники. Їх вибір зазвичай виконується по технічним умовам на поставку, каталогам або офіційним довідникам. При цьому перш за все необхідно впевнитися, що даний апарат розрахований на роботу в судових умовах, тобто задовольняє вимогам Регістру (або інших документів, котрих необхідно дотримуватись в даному випадку).

Вибір автоматичного вимикача, для електродвигуна компресору пускового повітря здійснюється по значенню номінального струму,

пусковому струму та напруги живлення двигуна. Для підключення електродвигуна, потужністю 45 кВт, напругою 440 В, номінальному струму 136 А, та з урахуванням значення пускового струму на сайті Schneider Electric виберемо автомат EZC250N3250 який забезпечує захист від короткого замикання, та від перевантаження. У таблиці 2.7 занесемо його основні параметри.

Таблиця 2.3 – Основні відомості автоматичного вимикача

Виробник	Schneider Electric
Серія	C250
Модель	EZC250N3250
Значення номінального струму	150 А при 30 °C
Відключаюча здатність	10 кА, при 440 В та 60 Гц змінного струму
Електрична зносостійкість	5000 циклів
Механічна зносостійкість	2000 циклів
Кількість полюсів	3(3 модуля)
Робоча температура	-25 – 70 °C

Вибір запобіжників здійснюється по номінальному струму двигуна, потужності двигуна, та напруги живлення. В якості захисту від короткого замикання були обрані запобіжники фірми Siemens 3NE1230-0.

Таблиця 2.4 – Основні відомості запобіжників

Виробник	Siemens
Модель	3NE1230-0
Експлуатаційний клас вставки	gS
Номінальний струм	3.15 А
Номінальна частота	50 – 60 Гц
Робоча температура	-20 – 50 °C

Вибір контактора, також, здійснюється по номінальному струму двигуна, напруги живлення та потужності двигуна. Для підключення

електродвигуна потужністю 45 кВт, напругою 440 В, номінальному струму 136 А, використаємо трифазний контактор Siemens 3TF51, параметри якого приведені у таблиці 2.9.

Таблиця 2.5 – Основні відомості контактора

Виробник	Siemens
Модель	3TF51
Номінальний струм	140 А
Напруга ізоляції	690 В
Потужність підключення навантаження	75 кВт
Механічна зносостійкість	5000000 циклів
Кількість полюсів	3
Робоча температура	-40 – 70 °С

Вибір електронного реле перенавантаження здійснюється по номінальному струму двигуна, потужності двигуна, та напруги живлення. Для захисту електродвигуна, потужністю 45 кВт, напругою 440 В, та номінальному струму 136 А, було обрано реле перенавантаження АВВ TF140DU-135, яке забезпечує захист трифазних двигунів, що цілком задовольняє нашим потребам.

2.4 Розробка інструкції з експлуатації суднового електроприводу компресора пускового повітря

Компресор призначений для поповнення запасів стисненого повітря, необхідного для пуску і реверсування суднових дизелів, і інших суднових потреб. По конструкції суднові компресори бувають поршневі і гвинтові.

Перед введенням в експлуатацію необхідно провести контроль коректності функцій плавності ходу, вібрації та дисбалансу по споживаному

струму у трьох фазах. Розглянемо основні етапи експлуатації приводу компресора.

Опір ізоляції між заземлюючим пристроєм і кожним доступним місцем дотику металевої не струмоведучої частини компресора, яка може опинитися під напругою, не повинно перевищувати 0,1 Ом.

Ремонт та обслуговування компресорів допускається лише тільки після відключення його від електромережі та повної механічної зупинки обертаючих частин.

Перед пуском двигуна:

- провести зовнішній огляд електродвигуна. При виявленні пошкоджень, дефектів, отриманих в результаті неправильного транспортування чи зберігання, введення електродвигуна в експлуатацію без дозволу заводом-виробником не дозволяється;
- перевірити затяжку болтів з'єднання;
- перевірити надійність з'єднання струмоведучого кабелю до затискачів коробки виводів та закріплення затискачу заземлення;
- перевірити опір ізоляції двигуна. Просушити при необхідності;
- увімкнути двигун та перевірити силу струму на фазах електродвигуна.

3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)

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

У табличному методі випадковість споживання враховується за допомогою так званих коефіцієнтів завантаження і одночасності, в тому або

іншому ступені характеризуючи особливості процесу споживання. Окрім цього табличний метод показує розрахунок наступних режимів судна:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 режиму), 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 навантаження 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 у мережі.

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.

Результати розрахунків з таблиці навантажень, дозволяють обрати кількість і потужність електрогенераторів для кожного режиму. Згідно розрахунку потужності судових агрегатів (табличним методом) у різних режимах роботи, можна сказати, що найбільш важливим є режим маневрування, при якому споживана судовими агрегатами потужність є найбільшою.

У таблиці 3.1 наведені підсумкові дані розрахунків таблиці навантажень.

Таблиця 3.1. - Підсумкова таблиця навантажень

Найменування режиму роботи	Сумарна споживана потужність*			Кількість проц. СДГ
	P, кВт	Q, кВАр	S, кВА	
Ходовий	3307	2028	3880	2
Стоянковий с вантаж.оп.	4640	2634	5336	2
Маневровий	6227	3212	7007	3
Аварійний	191	100	216	1

Виходячи з вищевикладеного вибираємо 4 генератори фірми STX

типу HS потужністю 3500 кВт, та один аварійний генератор потужністю 300 кВт.

Таблиця 3.1.1- Паспортні данні генераторів

Генератор	Тип	Пол юси	Потужність, кВт	Об/хв	Напруга	Струм	Частота	Cos φ
Основний (4)	HSJ7	4	3500	720	6600	383	60	0,8
Аварійний (1)	НС.М 43	2	300	1800	450	282	60	0,8

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 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 призначення, наприклад, в якості аварійного джерела електроенергії або для стартерного пуску дизель-генераторів і живлення їх систем сигналізації і управління, декілька батарей – для резервного живлення радіостанцій, авральної і протипожежної сигналізації, службового телефонного зв'язку і т.п.. Значення напруги акумуляторних батарей визначаються напругою приймачів, які отримують від них електроенергію. Більшість батарей мають напругу 12, 24 В. Батарея короточасного аварійного живлення, встановлена додатково до аварійного дизель-генератора, зазвичай має напругу 24 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. 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. 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 300E з наступними параметрами: Живлення 230В; Можливість підключення 12/24В; Ємкість акумуляторів 350 А/г; Сила струму заряду 20 А; Потужність 500/3500Ватт; Маса 13,5 кг. В якості кислотних акумуляторних батарей виберемо вісім батарей серії Trojan 31 XHS. Дані занесемо в таблицю:

Таблиця 3.2.1 – Основні характеристики кислотних батарей серії Tro 3 ХН

Тип	Напруга	Номінальна ємкість	Номінальний струм заряду	Кількість електроліту
Tro 31 X	12 В	130 А/г	20 А	6 л

3.3 Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ

Лінії електропередачі, що входять в електричні мережі, підрозділяються на фідери і магістралі. Фідером називають лінію електропередачі, включену між двома будь-якими розподільними щитами або між розподільним щитом і приймачем або джерелом електроенергії.

Магістраллю називають лінію електропередачі, паралельно до якої по її довжині підключається кілька розподільних щитів або окремих приймачів електроенергії.

У загальному випадку будь-яка електрична мережа може складатися як з фідерів, так і магістралей. Однак на практиці мережі звичайно підрозділяють на фідерній і магістральні в залежності від переважної кількості в них одних або інших ліній. При рівній кількості тих і інших мережу називають фідерно-магістральною.

При магістральному розподілі всі приймачі електроенергії одержують живлення від ГРЩ по декількох лініях — магістралям через послідовно включені в них розподільні щити РЩ. У випадку відмовлення в роботі хоча б однієї з магістралей порушується електропостачання великої кількості приймачів. Припинення живлення одного або декількох приймачів, яке можна чекати при розподілі електроенергії через фідер, майже не робить негативного впливу на експлуатацію судна. Припинення живлення значної кількості приймачів при магістральному розподілі електроенергії, як правило, зв'язано з погіршенням

експлуатаційних показників судна. У зв'язку з цим на більшості сучасних суден застосовуються СЕС з фідерним розподілом електроенергії.

СЕС з фідерно-магістральний розподілом електроенергії займає у відношенні безперебійності електропостачання проміжне положення між СЕС з фідерним і СЕС з магістральним розподілом. Однак, якщо в системі через фідери живляться найбільш відповідальні і потужні приймачі електроенергії, а через магістралі — другорядні, то вона по безперебійності електропостачання наближається до фідерної.

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

Однак СЕЕС з фідерним розподіленням електроенергії мають ряд недоліків, що виявляються на судах з високим рівнем електрифікації і великою кількістю приймачів електроенергії (пасажирських, промислових, науково-дослідних і ін.) До числа цих недоліків варто віднести велику довжину ГРЩ, що ускладнює його розміщення. У ряді випадків ГРЩ доводиться виконувати Г-образної або П-образної форми. Недоліком є значна трудомісткість електромонтажних робіт, викликана тим, що фідери, що відходять від ГРЩ, утворюють велику кількість різнотипних кабельних трас, багаторазово пронизуючі палуби і перебирання судна в різних напрямках. Траси часто перетинаються. Виконання таких трас вимагає заготівлі великої кількості кабелів різних діаметрів і перетинів. Для затягування, укладання і кріплення кабелів у таких криволінійних трасах залучається значна кількість людей, продуктивність праці яких досить низька.

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

криволінійні і рідше перехрещуються.

Електричні ланцюги ліній передачі мереж розподілу електроенергії СЕС виконуються цілком ізольованими від корпусу судна. Заземлення нульових точок ланцюгів на корпус судна, а також використання корпусу судна в якості струмопроводу, як правило, не допускається.

Передача електроенергії постійного струму й однофазного перемінного струму здійснюється лініями, електричні ланцюги яких є двухпровідними. Вони виконуються за допомогою двох одножильних кабелів або одного двожильного. Передача електроенергії трифазного перемінного струму здійснюється лініями, електричні ланцюги яких трьох провідні або чотирьох провідні (три фази і нульовий провід), виконані за допомогою трьох жильних кабелів для фаз і одножильного кабелю для нульового проводу або одного чотирьох жильного кабелю.

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

А) Споживачі електроенергії можуть бути залучені безпосередньо до ГРЩ або до АРЩ або до вторинному РЩ;

Б) Живлення вторинних і групових РЩ може здійснюватися по наступних системах:

- 1) кільцевій;
- 2) магістральній;
- 3) фідерній;

В) Від ГРЩ повинні живитись такі споживачі:

- 1) механізми відповідального призначення;
- 2) групові щити допоміжних механізмів;
- 3) щити освітлення;

Г) від АРЩ повинен живитись комутатор сигнальних і відмітних вогнів, радіостанція, гірокомпас та ін.;

Д) кожна кабельна лінія, що відходить від ГРЩ і АРЩ повинна мати відповідний захист;

Є) силова мережа і мережа освітлення повинні бути розділені.

На підставі вищевикладених тлумачень, зважаючи на підвищені вимоги до

надійності СЕС та на багато численну кількість електроспоживачів вибираємо фідерну структуру СЕС, але з частковим магістральним розподілом. Через фідери будуть жититися найбільш відповідальні і потужні приймачі електроенергії, а через магістралі — другорядні. По безперебійності електропостачання вибрана структура наближається до фідерної.

З метою підвищення безпеки і поліпшення опору ізоляції силової мережі, мережа освітлення відділена від силової трансформаторами. Схемою передбачене дистанційне відключення, сепараторів, суднової вентиляції. Деякі, найбільш відповідальні споживачі одержують живлення по двох фідерах, що можуть проходити через АРЩ.

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

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

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

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

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

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

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

- 1) РЩ навігаційних приладів;
- 2) РЩ нормального освітлення, по палубах;
- 3) щит розпізнавальних-сигнально-відмітних вогнів;
- 4) щит управління й автоматики;
- 5) живлення трансформатора 220/24 В

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

Від секції 24В отримують живлення:

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

3.4 Розрахунок струмів КЗ. Вибір генераторних автоматів

Процес короткого замикання (КЗ) — складне явище, яке зважаючи на малі довжини електричних зв'язків в суднових системах частіше за все зачіпає значну частину устаткування судна. Тривалість КЗ мала і звичайно не перевищує 1 с. Проте КЗ можуть викликати такі небезпечні для елементів і для всієї системи результату, як:

—пожежа в місці КЗ через дію електричної дуги;

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

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

Правильний розрахунок струмів і відповідний облік їх при проектуванні і експлуатації забезпечують підвищення надійності електроенергетичних систем. Помилки в оцінці можливих струмів приводять до важких аварій або невиправдано високим витратам, завищеним габаритам і збільшенню маси устаткування.

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

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

—настройка захисту, вибір режимів використання системи.

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

$$I_n = (I_0'' - I_0') e^{-t/\tau_d''} + (I_0' - I_{\sim}) e^{-t/\tau_d'} + I_{\sim} \quad (3.4.1)$$

де I_0'' — початкове значення надперехідного струму КЗ;

I_0' — початкове значення перехідного струму КЗ;

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

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

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

$$I_0'' = E_0'' / Z_{pl}; \quad I_0' = E_0' / Z_{p2} \quad (3.4.2)$$

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

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

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

$$E_0'' = 1 + I_n x_d'' \sin \varphi = 1 + 0,6 x_d''; \quad (3.4.3)$$

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

Сталий струм КЗ в ланцюзі короткого замикання знаходиться по формулі

$$I_{\sim} = I_{\sim r} \frac{x_d}{Z_{p3}}, \quad (3.4.4)$$

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

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

Значення струму I_n по формулі (3.4.1) звичайно визначається для $t = 0,01$ з і t , рівного часу відключення короткого замикання.

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

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

$$I_n = I_0'' = E_0'' / Z_{p1} = I_0. \quad (3.4.5)$$

Тоді

$$i_{y\partial.z} = K_{y\partial} \sqrt{2} I_0; \quad (3.4.6)$$

$$i_{y\partial} = i_{y\partial.z} + i_{y\partial.o} = \sqrt{2} I_0 (K_{y\partial} I_0 + I_0). \quad (3.4.7)$$

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

$$Z_{mp} = u_{K3} / 100; \quad (3.4.8)$$

активний опір

$$r_{mp} = P_m / 100; \quad (3.4.9)$$

реактивний опір

$$x_{mp} = \sqrt{Z_{mp}^2 - r_{mp}^2}. \quad (3.4.10)$$

Опори, приведені до базисних умов

$$r_{\bar{o}.mp} = r_{mp} \frac{S_{\bar{o}}}{S_{mp}} \quad ; \quad x_{\bar{o}.mp} = x_{mp} \frac{S_{\bar{o}}}{S_{mp}}, \quad (3.4.11)$$

де S_{mp} - номінальна потужність трансформатора.

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

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

У нижче приведених таблицях зустрічаються наступні символи:

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

Таблиця 3.4.1 Вихідні данні генераторів:

№ генератора	ДГ-1	ДГ-2	ДГ-3	ДГ-4
Реактивна потужність (kVA)	4000	4000	4000	4000
Напруга (V)	6600	6600	6600	6600
Частота (Hz)	60	60	60	60
Струм (A)	350	350	350	350
Cosφ	0.75	0.75	0.75	0.75
Ra (%)	0.79	0.79	0.79	0.79
X"d (%)	16.1	16.1	16.1	16.1
X'd (%)	20.1	20.1	20.1	20.1
Xd (%)	191	191	191	191
T "d (ms)	21	21	21	21
T 'd (ms)	131	131	131	131
Tdc (ms)	54	54	54	54

Кабель:

Тип кабелю	НТРУС-95	НТРУС-95	НТРУС-95	НТРУС-95
R (ohm/km)	0.195	0,195	0,195	0,195
X (ohm/km)	0.117	0,117	0,117	0,117
L (m)	70	78	75	80
N	2	2	2	2

Розрахункові данні:

E"qo (V)	4261,67	4261,67	4261,67	4261,67
E'qo (V)	4374,98	4374,98	4374,98	4374,98
Ra (ohm)	0,086009	0,086009	0,086009	0,086009
X"d (ohm)	1,752835	1,752835	1,752835	1,752835
X'd (ohm)	2,188322	2,188322	2,188322	2,188322
Xd (ohm)	20,794507	20,794507	20,794507	20,794507
R (ohm)	0,006825	0,007605	0,007313	0,0078
X (ohm)	0,004095	0,004563	0,004388	0,00468

Z''_e	(ohm)	1,759381	1,75989	1,759699	1,760017
Z'_e	(ohm)	2,194382	2,194883	2,194695	2,195008
T''_e	(sec)	0,021021	0,021023	0,021022	0,021023
T'_e	(sec)	0,131430	0,131458	0,131448	0,131465
T_{dce}	(sec)	0,050147	0,049742	0,049893	0,049642
I''_{kd}	(A)	2422,26	2421,56	2421,82	2421,38
I'_{kd} kd	(A)	1993,72	1993,26	1993,43	1993,15
I_{kd} kd	(A)	1050	1050	1050	1050
$I_{ac}(t) t=0.5T_{kd}$	(A)	2224,03	2223,45	2223,67	2223,31
$i_{dc}(t) t=0.5T_{kd}$	(A)	2623,85	2,619,46	2621,11	2618,37
$i_p(t) t=0.5T_{kd}$	(A)	5769,09	5763,9	5765,85	5762,61
$I_{ac}(t) t=5T_{kd}$	(A)	1558,72	1558,54	1558,61	1558,5
$i_{dc}(t) t=5T_{kd}$	(A)	588,04	579,96	582,98	577,96
$i_p(t) t=5T_{kd}$	(A)	2792,4	2784,07	2787,18	2782,01

Вибір генераторних автоматів

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

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

Підрулюючий пристрій отримує живлення по фідеру від ГРЩ. Групові щити кріплять на перегородках або бортових конструкціях. Не допускається установка щитів в місцях, де можливе скупчення кислотного випаровування,

вибухонебезпечних газів і т.д. Для скорочення витрати кабелю групі РЩ розташовуються як можна ближче до приймачів електроенергії.

Основні траси кабелів прокладаються по бортах судна з переходом по перегородках і подволоку до щитів і приймачів електроенергії. На судні застосовуємо приховану проводку кабелів в спеціальних каналах, що забезпечують огляд кабельних трас. Кріплення кабелів проводиться за допомогою кабельних підвісів, що прикріплюються до набору корпусу судна. Проходи кабелів через водонепроникні перегородки судна здійснюється за допомогою прохідних кабельних коробок, що заливаються уплотнюючою масою. Для прокладки кабельних трас потрібно вибирати найкоротші шляхи, по можливості, прямолінійні і доступні для огляду.

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

Вибираємо автоматичні вимикачі фірми Hyundai типу HVF116, зі слідуючими даними

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

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

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

Для дизель генераторів отримуємо: А.

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

НІМАР – цифрове реле захисту для використання з низьким, середнім та з високим живленням систем розподілу потужності. Завдяки його об'єднаних захисних функцій і здатністю інтерфейсу з людською машиною, являється ефективним та рентабельним рішенням до всі типів ГА. З трьома потужними мікропроцесорами НІМАР пропанує повний пакет функцій захисту для генераторів, двигунів(синхронних, асинхронних), трансформаторів та силових ліній. Усі функції захисту можуть бути активовані одночасно, і не має ніяких границь їх одночасного застосування. З НІМАР можуть бути активовані п'ять систем управління переривниками, з усіма необхідними функціями, також як дисплей, управління і блокування, для оптимального управління переривниками. Маленький об'єднаний PLC дозволяє індивіду з'єднатися з управляючими функціями. Для гнучкості та подальшим застосуванням обом цифровий та аналоговий виходи можуть застосовуватись для з'єднання блоку управління НІМАР з системою управління ГРЩ.

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

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

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

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

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

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

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

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

де I_n – струм кабелю між РЩ і приймачем,

K – кількість приймачів підключених до РЩ,

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

У третьому випадку необхідна формула є наступною:

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

де P_n – потужність приймача,

U_n – номінальне напруга приймача,

$\cos \varphi_n$ – коефіцієнт потужності приймача,

η_n - коефіцієнт корисної дії приймача.

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

Отже розрахунковий струм для ЩВН і генератора дорівнює:

А.

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

3.6 Вибір системи збудження

Генератори фірми HYUNDAI моделей HSJ7 809 є синхронними безщіточними генераторами повністю закритого типу з повітряним охолодженням. Генератори обладнані системою збудження TAIYO з вмонтованим електронним регулятором напруги.

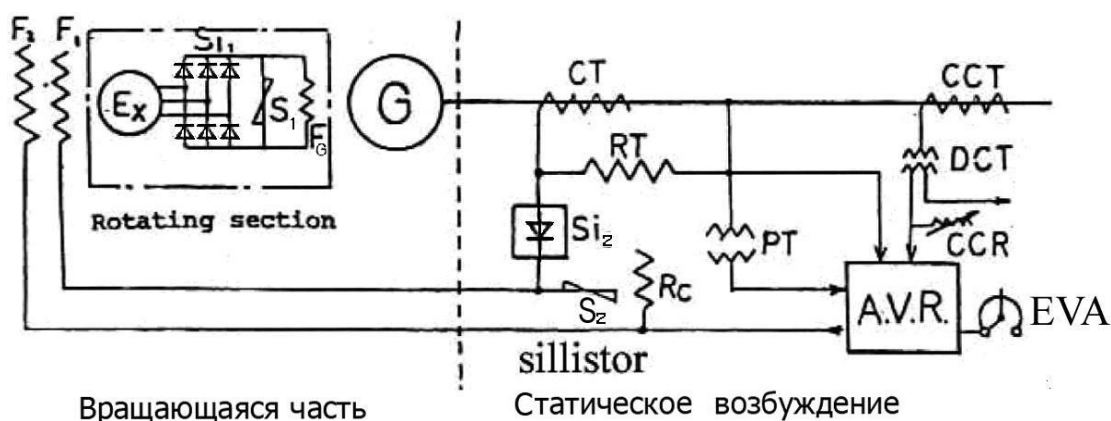


Рис 3.6.1 Функціональна схема системи збудження

Компоненти схеми наступні:

- F1 — основна обмотка збудження збудника;
- F2 — управляюча обмотка збудження (від АРН);
- Ex — збудник змінного струму;
- Si1 — випрямляч, що обертається;
- Si2 — кремнієвий випрямляч;
- G — синхронний генератор ;
- CT — трансформатор струму;
- S1, S2 — захист від перевантаження;
- RT — реактор;
- Rc — розрядний опір;
- PT — силовий трансформатор;
- CCT — трансформатор струму для компенсації зрівняльного струму;
- DCT — диференціальний трансформатор струму;
- CCR — компенсаційний опір реактивного струму;
- AVR — автоматичний регулятор напруги ;
- EVA — реостат уставки напруги;
- F — роторна обмотка збудження синхронного генератора.

З малюнка видно, що вихідний струм якоря із збудником змінного струму, розташованого на валу ротора генератора, призначений для того, щоб порушувати обмотку збудження F системи синхронного генератора, через випрямляч, розташований на кінці валу генератора, що обертається. Збудник змінного струму

має дві окремі обмотки збудження: F1 і F2. Струм проходить через реактор RT і трансформатор струму СТ, при цьому він підсумовується і випрямляється. Випрямлений струм тече через першу обмотку збудження F1, яка служить для основного збудження збудника, тоді як струм, що виходить з автоматичного регулятора напруги тече через обмотку управління F2 і призначений для більш точного регулювання.

Принцип дії системи збудження ТАІУО

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

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

Перша обмотка збудження живиться постійним струмом, який створюється в результаті підсумовування струму, що протікає через реактор, і струму трансформатора так само як і в синхронних генераторах змінного струму, що самозбуджуються.

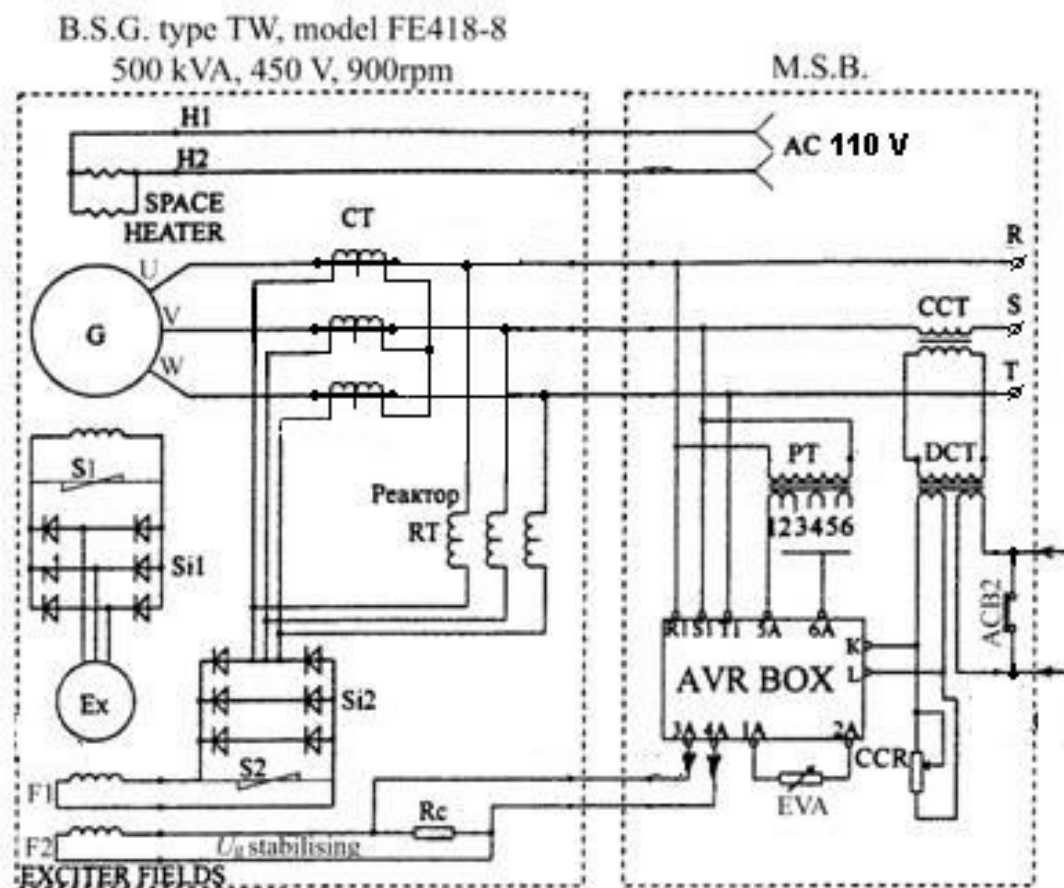


Рис 3.6.2 Принципова схема системи збудження ТАІУО

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

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

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

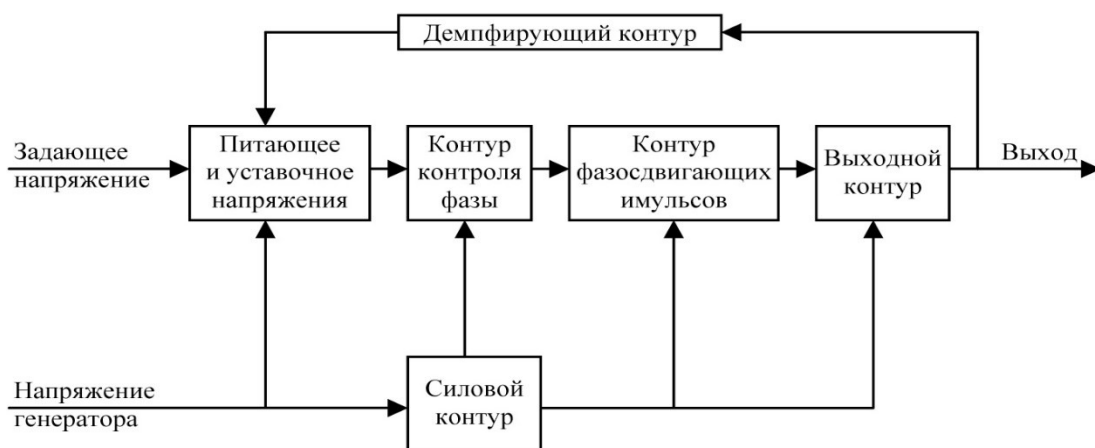


Рис 3.6.3 Блок-схема АРН

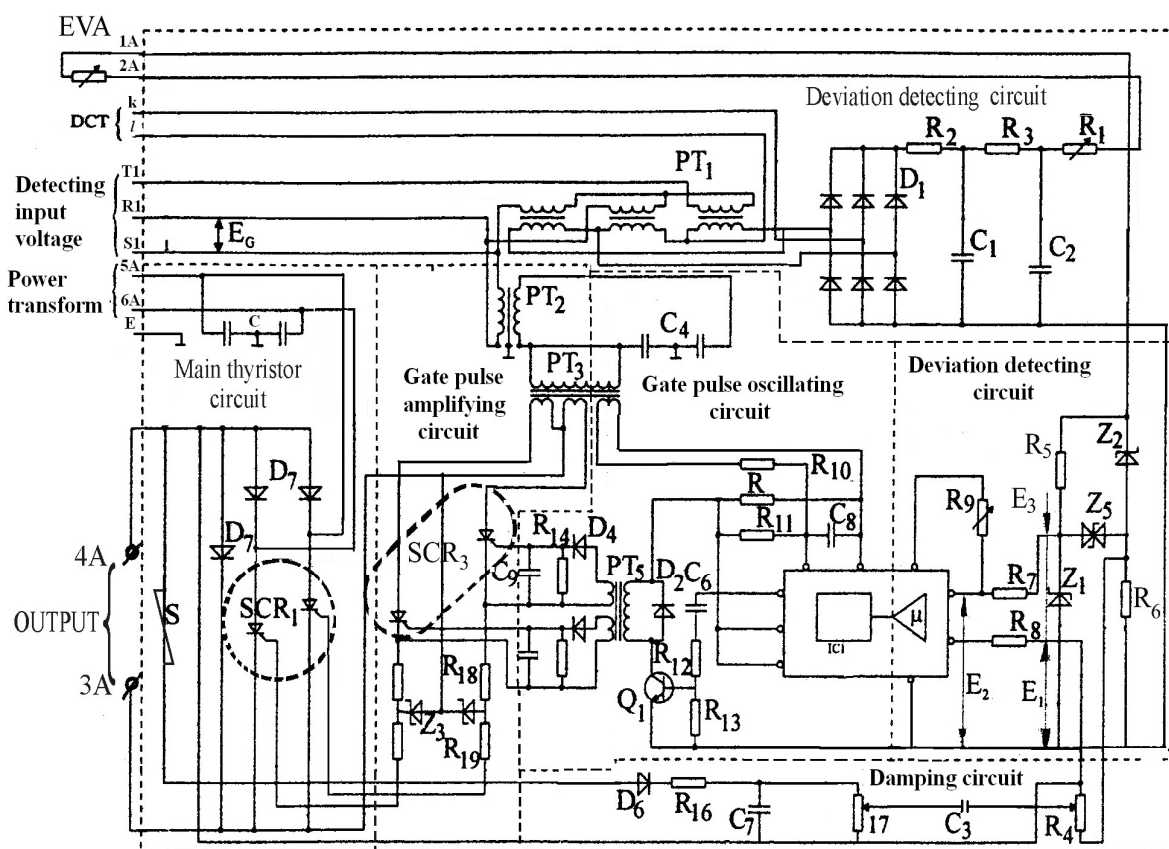


Рис 3.6.4 Принципова схема АРН

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

$$E_3 = E_1 - E_2.$$

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

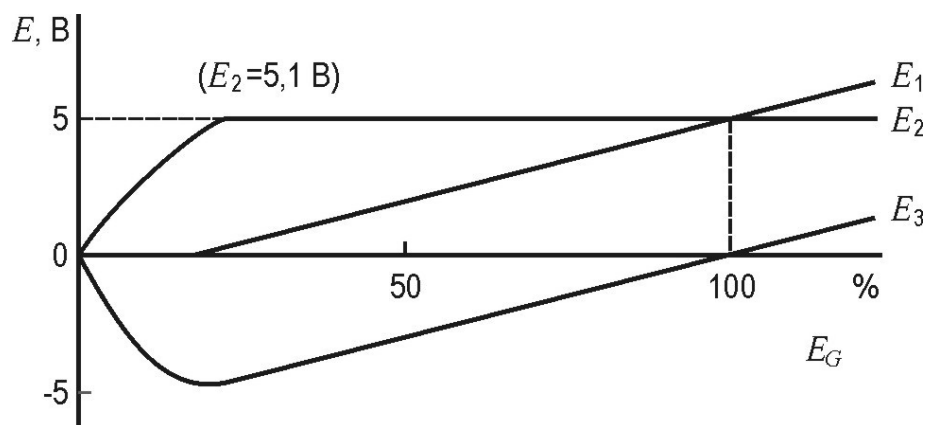


Рис 3.6.5 Епюри співвідношення напруг

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

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

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

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

Розрахунок будемо виконувати для генератору типа Hyundai, потужністю 3200 кВт, номінальною напругою 6600В;

Параметри асинхронного двигуна підруля: $U_n = 6600$ В; $I_n = 176$ А, кратність пускового струму $K_n = 3$. У якості двигуна виступає двигун підрулюючого пристрою потужністю 2000 кВт. Цей двигун потребує напругу 6600 В.

Визначимо реактивний опір двигуна:

$$x_D = \frac{S_{н.г}}{K_n \cdot S_{н.д}} \left(\frac{U_{н.д}}{U_{н.г}} \right)^2, \quad (3.7.1)$$

де $S_{н.г}$, $S_{н.д}$ - номінальна потужність генератора і двигуна відповідно;

Початкова напруга:

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

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

Встановлена напруга:

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

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

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

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

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

Час досягнення мінімального значення напруги:

$$t_{\min} = \tau' d \cdot 2,31 \lg \left(\frac{U_{\text{ноч}} - U_{\text{уст}}}{U_{\text{уст}} \cdot K \cdot \tau' d} + 2,72^{t_1/\tau' d} \right); \quad (3.7.5)$$

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

Значення мінімальної напруги:

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

Максимальний провал напруги:

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

$$\Delta U_{\max} = (1 - 0,82) \cdot 100 = 18\%.$$

З пророблених розрахунків видно, що падіння напруги при пуску асинхронного двигуна підрулюючого пристрою буде складати 18%, що є згідно Регістра допустимою нормою миттєвого падіння напруги.

3.8 Перевірка кабелю живлення одного з найбільш віддаленого електроприводу на втрату напруги

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

Розрахунок на втрату напруги проводиться наступним чином:

Втрата напруги між РЩ та приймачем. В якості приймача оберемо шлюпбалку з наступними технічними даними: $P_{\text{п}} = 1,5 \text{ кВт}$, $U_{\text{п}} = 440 \text{ В}$, $\cos \varphi_{\text{п}} = 0,72$, $\eta_{\text{п}} = 0.765$, $l = 15 \text{ м}$

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

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

Знаючи необхідні величини можна записати формулу для розрахунку втрати напруги.

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

де I_a – активна складова струму,

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

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

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

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

Де $K = 3$,

$$K_p = 2/3 \text{ і}$$

$$I_n = 37,7$$

$$I_k = 2/3 * 3 * 37,7 = 79,2 \text{ А.}$$

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

Відстань від ГРЩ та РЩ становить 100 м

$$I_a = 79,2 * 0,82 = 65 \text{ А.}$$

Знаходимо втрату напруги:

$$\Delta U_{\text{л}} = \frac{\sqrt{3} * I_a * l * 100}{\gamma * S * U} = \frac{\sqrt{3} * 100 * 65 * 100}{48 * 25 * 440} = 2,13\%$$

Загальна втрата напруги становить:

$$\Delta U = 0,38 + 2,13 = 2,51 \%$$

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

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

Основною метою впровадження автоматизації було скорочення чисельності персоналу машинного відділення, а економічна доцільність застосування автоматизації, визначалася можливістю її окупності в результаті економії витрат при зменшенні чисельності екіпажу. На сьогоднішній час, на першому плані стоїть завдання підвищення безпеки експлуатації суден.

Практика експлуатації сучасних автоматизованих судів виявила ряд конкретних переваг, одержуваних від застосування автоматизації. Наприклад чисельність машинної вахти скорочується з 3-5 чол. до 1 чол., а загальна чисельність суднового екіпажу знижується з 55-60 чол. до 30-36 чол.

Ряд основних принципів автоматизації, якими в даний час керуються в сучасній практиці:

- обсяг автоматизації повинен бути достатнім для забезпечення нормальної експлуатації установки екіпажем певної чисельності;

- автоматизувати слід найбільш відповідальні з точки зору безпеки експлуатації процеси, а також найбільш трудомісткі і регулярно повторювані операції;

- повинна бути забезпечений автоматичний захист від будь-якої несправності, що може спричинити за собою аварію;

- комплектація ЦПУ приладами управління і контролю системи, повинна виключати необхідність догляду вахтового з ЦПУ за машинним відділенням, для здійснення операцій управління і контролю

- надійність обладнання енергетичної установки, а також засобів автоматизації та контролю повинна бути настільки високою, щоб забезпечити нормальну експлуатацію установки силами екіпажу, чисельність якого відповідала б прийнятому рівню автоматизації. Сучасна СЕЕС повинна виконувати ряд обов'язкових задач, структурна схема яких зображена на рисунку 3.8.

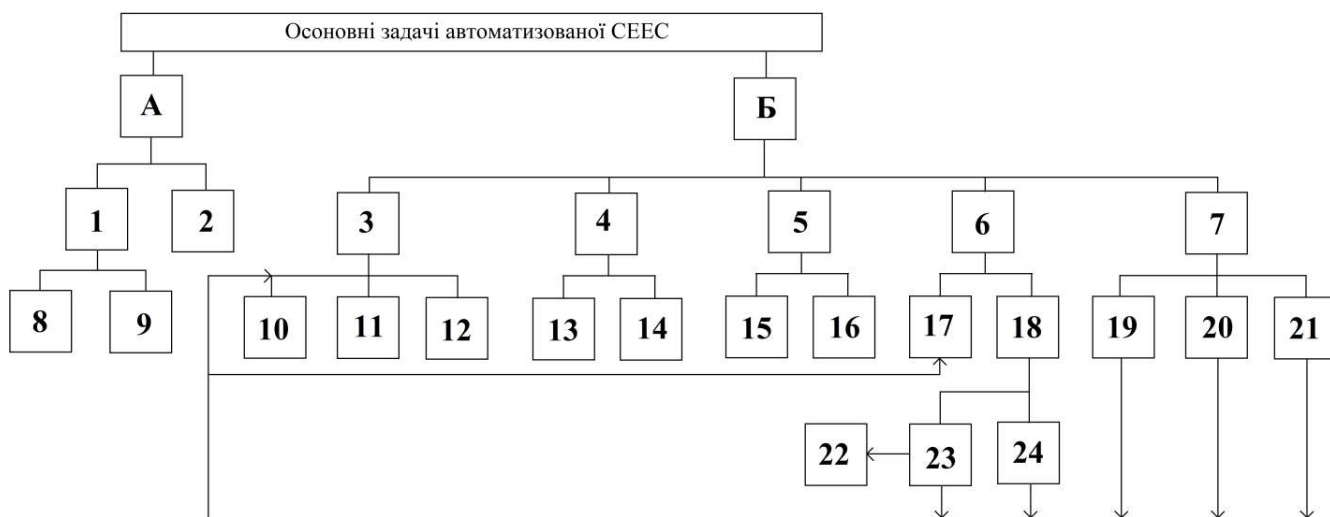


Рисунок 3.8 – Структурна схема основних задач автоматизованої СЕЕС

Основні елементи даної системи:

А – група задач забезпечення якості електроенергії;

Б – група задач забезпечення безперебійного живлення відповідальних споживачів;

1 – регулювання частоти;

- 2 – регулювання напруги;
- 3 – автоматична зміна складу працюючих генераторних агрегатів;
- 4 – автоматизація управління СЕЕС в нормальному режимі;
- 5 – автоматизація управління СЕЕС в аварійному режимі;
- 6 – контроль стану елементів СЕЕС;
- 7 – автоматичний захист ГА;
- 8 – СЕЕС з автономними джерелами електроенергії;
- 9 – СЕЕС з валогенераторами;
- 10 – пуск аварійного ГА;
- 11 – підтримання готовності до пуску аварійного ГА;
- 12 – забезпечення запасу потужності для потужних споживачів;
- 13 – автоматизація пуску та зупинки ГА;
- 14 – автоматизація синхронізації та розподілу навантаження ГА;
- 15 – пуск аварійного ГА при зникненні напруги на шинах ГРЩ;
- 16 – пуск відповідальних споживачів після відновлення напруги;
- 17 – контроль аварій за попереджувальними сигналізаціями;
- 18 – управління технічним станом елементів СЕЕС;
- 19 – захист при несправності працюючого ГА;
- 20 – направлений захист;
- 21 – захист від перевантажень;
- 22 – планування термінів обслуговування;
- 23 – прогнозування стану СЕЕС;
- 24 – діагностування СЕЕС.

Дана система конструктивно складається з наступних блоків: блок управління БП, управляючий пристрій УУ, основний пульт управління ОПУ, виносний пульт управління ВПУ, блок живлення БП. Усі блоки окрім ВПУ, встановлені поруч з дизель-генератором.

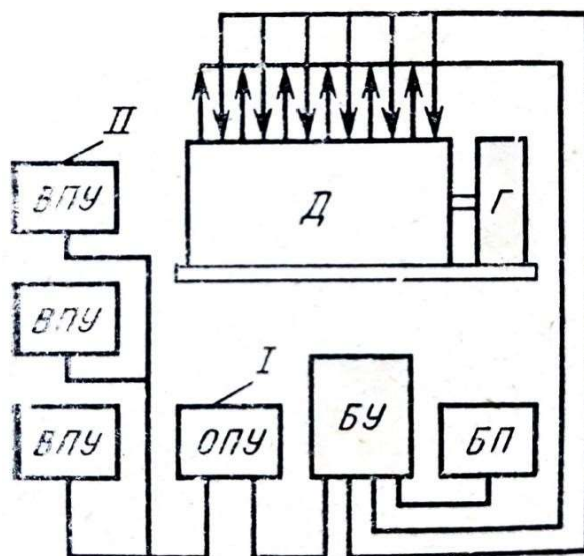


Рисунок 3.9 – Структурно-функціональна схема системи автоматизації СЕЕС

На ОПУ розташовані органи управління системою та табло світової сигналізації (рисунок 3.9). Виносний пульт дублює основний та містить у собі меншу кількість органів управління ніж ОПУ. Переключення між даними постами можливе за допомогою тумблера, який знаходиться на ОПУ.

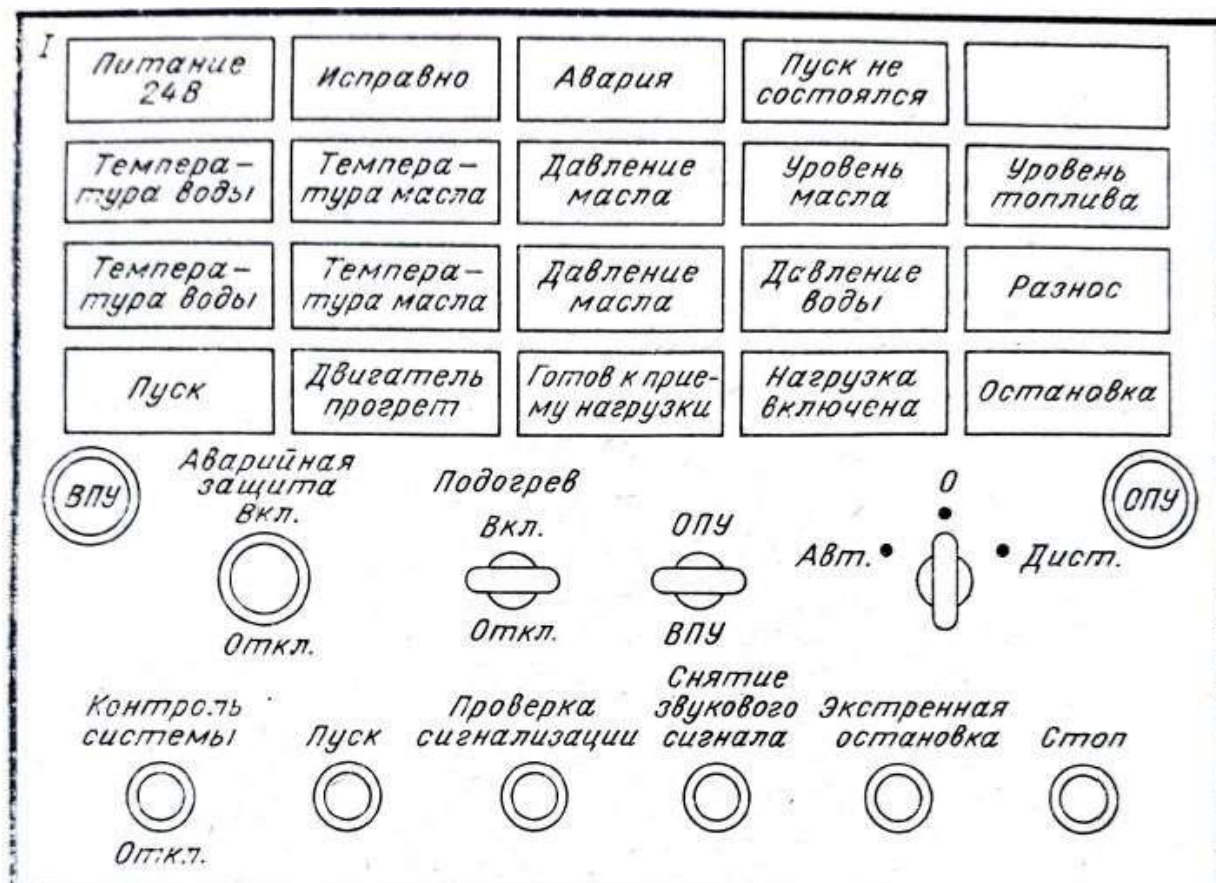


Рисунок 3.10 – Структурно-функціональна схема ОПУ

Граф-схема алгоритму автоматичного пуску ДГ та його вводу у навантаження зображена на рис.3.11. Перерахуємо значення операторів даної граф-схеми алгоритму:

- P1 – пам'ять пуску включена;
- A2 – включення реле пускового клапана для прокручування дизеля;
- P3 – спрацював кінцевий вимикач нижнього положення паливної рейки;
- A4 – включення реле зменшення частоти обертів;
- A5 – виключення реле зменшення частоти обертів;
- P6 – спрацював датчик частоти обертів дизеля при його прокручуванні;
- A7 – включення реле насоса прокачування масла, контроль часу прокачування, виключення реле пускового клапана;
- P8 – спрацював датчик тиску масла при прокачуванні перед пуском дизеля;
- P9 – поточний час менше часу уставки на прокачування масла;
- A10 – включення реле пускового клапана, контроль часу пуску дизеля на повітрі, виключення контролю часу прокачування масла;
- P11 – спрацював датчик першої уставки частоти обертів;
- P12 – поточний час менше уставки часу пуску на повітрі;
- A13 – включення реле невдалого пуску, пам'яті пуску, переключення живлення серводвигуна, пускового клапана, насоса прокачування масла;
- A14 – виключення реле насоса прокачування масла пускового клапана, котрою часу пуску дизеля на повітрі;
- P15 – спрацював проміжний вимикач положення паливної рейки;
- A16 – включення реле збільшення частоти обертів;
- A17 – виключення реле збільшення частоти обертів;
- P18 – спрацював датчик мінімально допустимої температури масла;
- P19 – спрацював датчик мінімально допустимої температури води;
- P20 – спрацював датчик другої уставки частоти обертів;

A21 – включення реле збільшення частоти обертів;

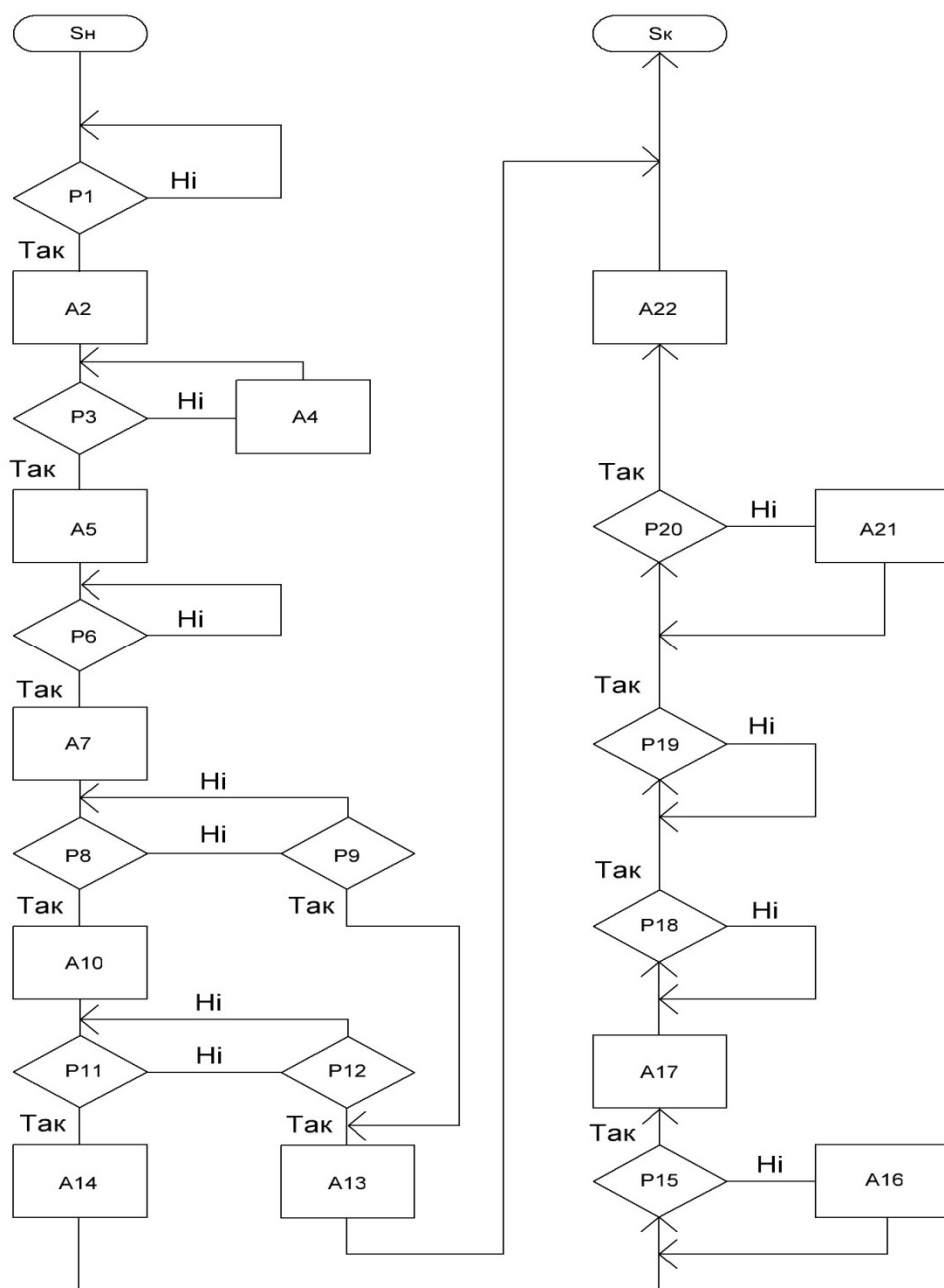


Рисунок 3.11 – ГСА автоматичного пуску ДГ та його вводу у навантаження зображена

A22 – виключення реле збільшення частоти обертів, пам'яті пуску, реле переключення живлення серводвигуну та включення реле підключення до електростанції, сигнальної лампи «Готовий до прийому навантаження» [6].

3.10. Загальні відомості про мережу суднового електричного освітлення, суднових сигнально-відмітних вогнів, освітлення низької напруги.

Для створення нормальних умов роботи особового складу майже у всіх внутрішніх приміщеннях потрібне безперервне штучне освітлення у будь-який час доби. У темний час доби на верхніх палубах для світлової сигналізації і освітлення потрібні сигнально-відмітні вогні і прожектори. Норми освітленості, вимоги до джерел світла, світильникам і арматурі суднового електроосвітлення визначаються Правилами Регістра [5]. Для суднового електричного освітлення застосовується переважно змінний струм напругою 220 В. Суднове освітлення по своєму призначенню розділяється на внутрішнє і зовнішнє, основне, аварійне, мале аварійне і переносне.

Основна мережа нормального освітлення виконується на напругу 220 В і включена постійно. Мережа аварійного освітлення є частиною основної мережі і отримує живлення як від основного, так і від аварійного генераторів. Вона створює мінімальну освітленість у відповідальних приміщеннях.

Мережа малого аварійного освітлення є самостійною і отримує живлення від акумуляторів. Мережа переносного освітлення є також самостійною і отримує живлення від основної мережі через знижувальні трансформатори. Виконується вона на напругу 12 і 24 В. В даний час вважається більш за доцільне створення єдиної мережі суднового освітлення, тобто об'єднання з основною мережею мереж малого аварійного і переносного освітлення. Мережа переносного освітлення об'єднується з мережею нормального освітлення за допомогою штепселя-трансформаторів, що включаються

безпосередньо в мережу нормального освітлення. Це є економічно вигіднішим і в той же час задовольняє вимогам суднового освітлення.

Суднове освітлення по системам освітлення підрозділяється на:

- 1) системи загального рівномірного освітлення, що забезпечують мінімальну освітленість в усіх точках освітлюваного приміщення;
- 2) системи загального нерівномірного освітлення, що забезпечують нормальну освітленість робочої поверхні в приміщеннях, захищених устаткуванням;
- 3) системи комбінованого освітлення, що забезпечують підвищену освітленість на робочій поверхні.

На судах в темний час доби повинні запалюватися сигнально-відмітні вогні для забезпечення безпеки плавання і стоянки судів, а також подачі сигналів. Згідно з міжнародними правилами безпеки мореплавання МППСС-72 на всіх судах встановлюються ліхтарі світлосигнальних вогнів, колір, кути і дальність видимості яких визначаються їх призначенням [10].

Ліхтарі світлосигнальних вогнів для забезпечення необхідної дальності видимості забезпечуються спеціальними пристосуваннями у вигляді відбивачів і лінз. Для кожного світлосигнального вогню слід застосовувати лампу, вказану в його паспорті. Як правило, в цих приладах застосовуються лампи з вертикально розташованою ниткою напруги із цвановським цоколем. Нитки розжарення інших ламп можуть виявитися не у фокусі або можуть бути недостатньо потужними, внаслідок чого порушується дальність видимості ліхтаря. По конструктивного виконання сигнально-освітлювальні ліхтарі мають бути водозахищеними, герметичними, за способом установки стаціонарними або підвісними. Робота світлосигнальних вогнів контролюється спеціальним пристроєм - комутатором сигнальних вогнів, що сповіщає про вихід з ладу того або іншого вогню. У комутаторі здійснюється включення і виключення вогнів, а також забезпечується можливість перемикання основного сигнально-відмінного ліхтаря на запасний. Вогні

зазвичай живляться через котушки струмових реле, які стежать за цілісністю навігаційного вогню.

Сигнально-відмітні вогні підключаються до комутатора, який живиться по двох незалежними лініям від ГРЩ і АРЩ. Перемикання ліній відбувається автоматично в разі зникнення на одній з ліній живлячої напруги. Крім того, на судах встановлюються аварійні сигнально-відмітні вогні, які отримують живлення постійним струмом напругою 24 В від розподільного щита зарядки батарей через власний комутатор.

4 АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

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

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

Система РРМ-3 розроблена для автоматизації наступних типів електростанцій:

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

Режими управління електростанцією:

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

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

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

управління електростанцією

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

режими управління

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

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

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

Налаштування

Програмування здійснюється за допомогою меню дисплея контролера, або з використанням сервісного програмного забезпечення DEIF USW (доступно по посиланню www.deif.com/Download_centre). Крім стандартних функцій сервісна програма DEIF USW забезпечує додаткові можливості, наприклад, висновок на екран всієї необхідної інформації для пусконаладжувальних робіт, повне управління контролером, збереження і завантаження файлів налаштувань, а також оновлення програмного забезпечення контролера.

Опції

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

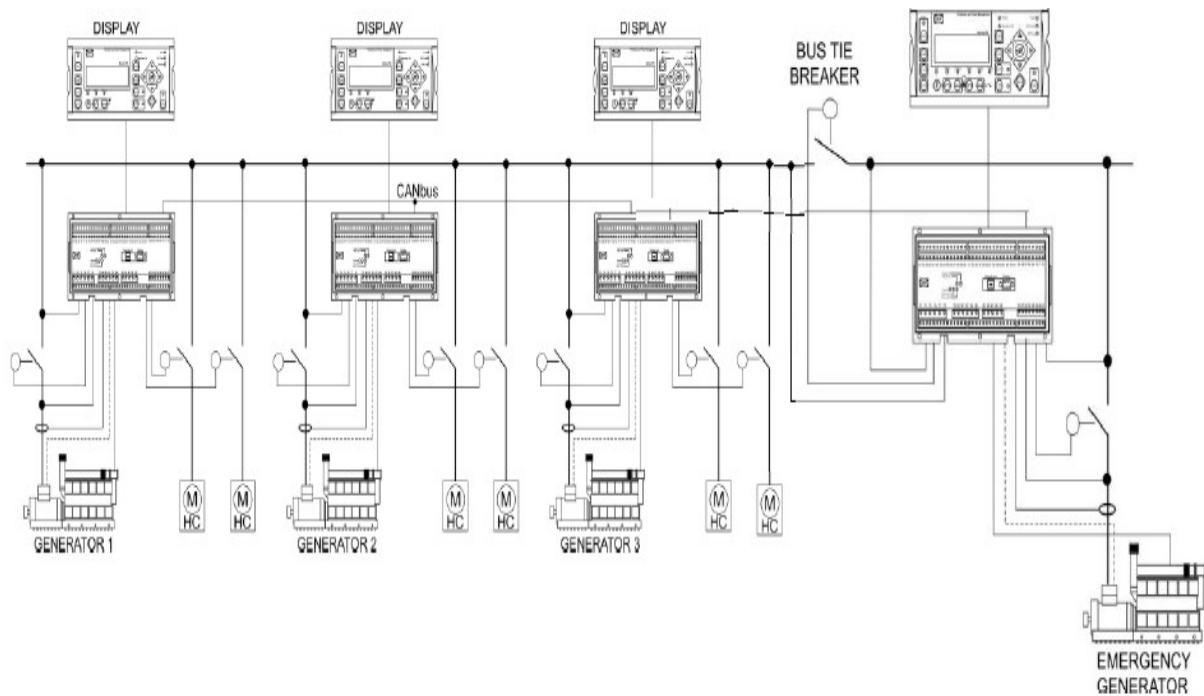


Рисунок 4.1 – Структурна схема ACEC

Система PPM-3 має 4 типи дисплейних блоків в залежності від складу електростанції: Дизель генератора (DG), валогенератора / берегового живлення (SG / SC), аварійного / стоянкового дизель генератора (EDG) і секційного вимикача (ВТВ). Панель ДГ показана на рис. 4.2.

Светодиоды на дисплее дизель генератора представлены на рисунке:

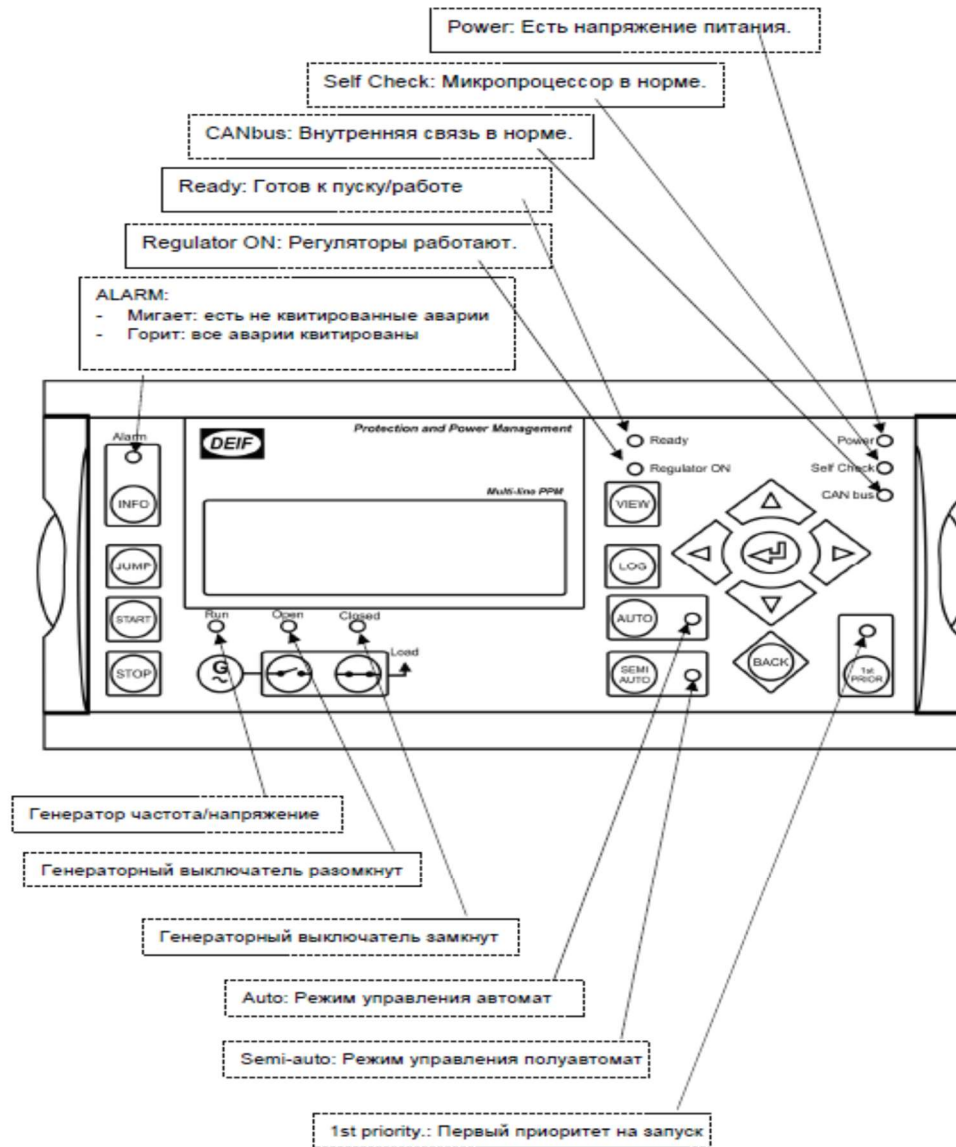


Рисунок 4.2 – Панель ДГ

4.2. Розробка системи автоматизації суднового дизель-генератора

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

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

- поддержание ДГ в прогретом состоянии,

- ввод в действие,
- управление в процессе работы,
- вывод из действия,
- контроль и защита.

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

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

Система складається з чотирьох блоків (рис. 3.4, а): блоку управління БУ, основного пульта управління ОПУ, виносного пульта управління ВПУ і блоку живлення БП. На ОПУ встановлені елементи управління системою і табло світлової сигналізації; ВПУ частково дублює ОПУ; БО містить логічні функціональні блоки, вихідні пристрої, комутаційні елементи для прийому сигналів ОПУ, ВПУ, датчиків видачі сигналів на виконавчі пристрої, сигналів на електростанцію і ЦПУ. Датчики, що встановлюються на дизелі М і його системах, забезпечують контроль за тиском і температурою масла, тиском і температурою охолоджувальної води, частотою обертання дизеля.

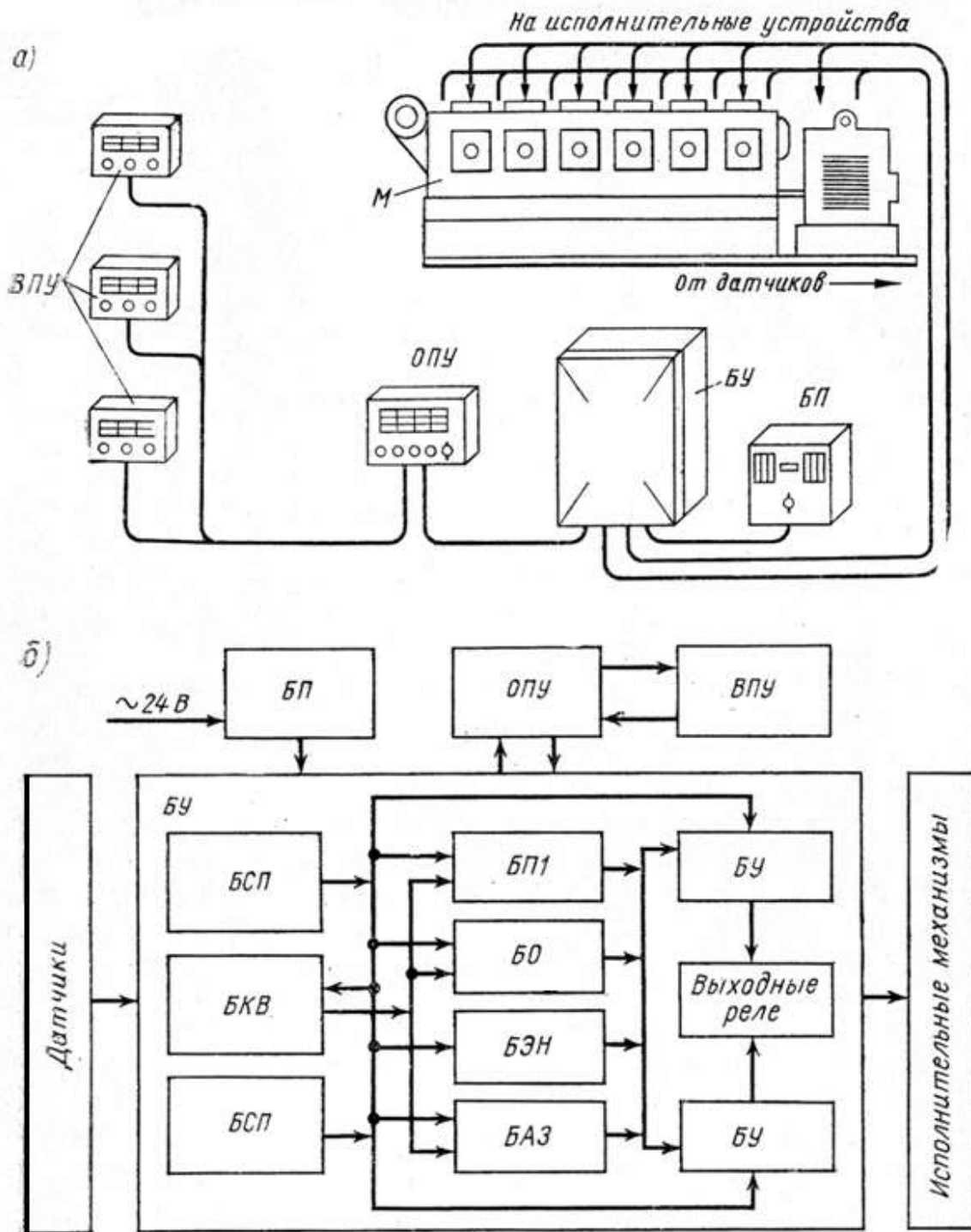


Рисунок 4.3 - Функціональна схема ДАУ ДГ

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

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

Блок-схема послідовності виконання алгоритмів, що входять в загальний алгоритм автоматичного управління структурою СЕЕС, що забезпечується провідним алгоритмом (автоматичної зупинки ДГ), приведена на рис. 4.4. де позначені:

Sn – початок

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

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

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

A4 - введення додаткової інформації;

P5 - виклик алгоритму управління блок контакти автоматичного вимикача;

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

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

A8 - виклик алгоритму включення зменшення частоти обертання;

A9 - виклик алгоритмом виключення зменшення частоти обертання ;

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

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

P12 - алгоритм ухвалення рішення по датчику утсавки частоти обертання

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

A14 - алгоритм виконання рішення по виключенню реле насоса води;

A15 - виклик алгоритму включення сигналу «Аварія»;

A16 - алгоритм управління реле частоти обертання (вкл);

P17 – алгоритм роботи вимикача положення паливної рейки;

A18 - алгоритм управління реле по частоті (викл);

P19 - розімкнений датчик тиску масла;

A20 - вимикання пам'яті ост ановки і реле живлення серводвигуна;

Sk - кінець.

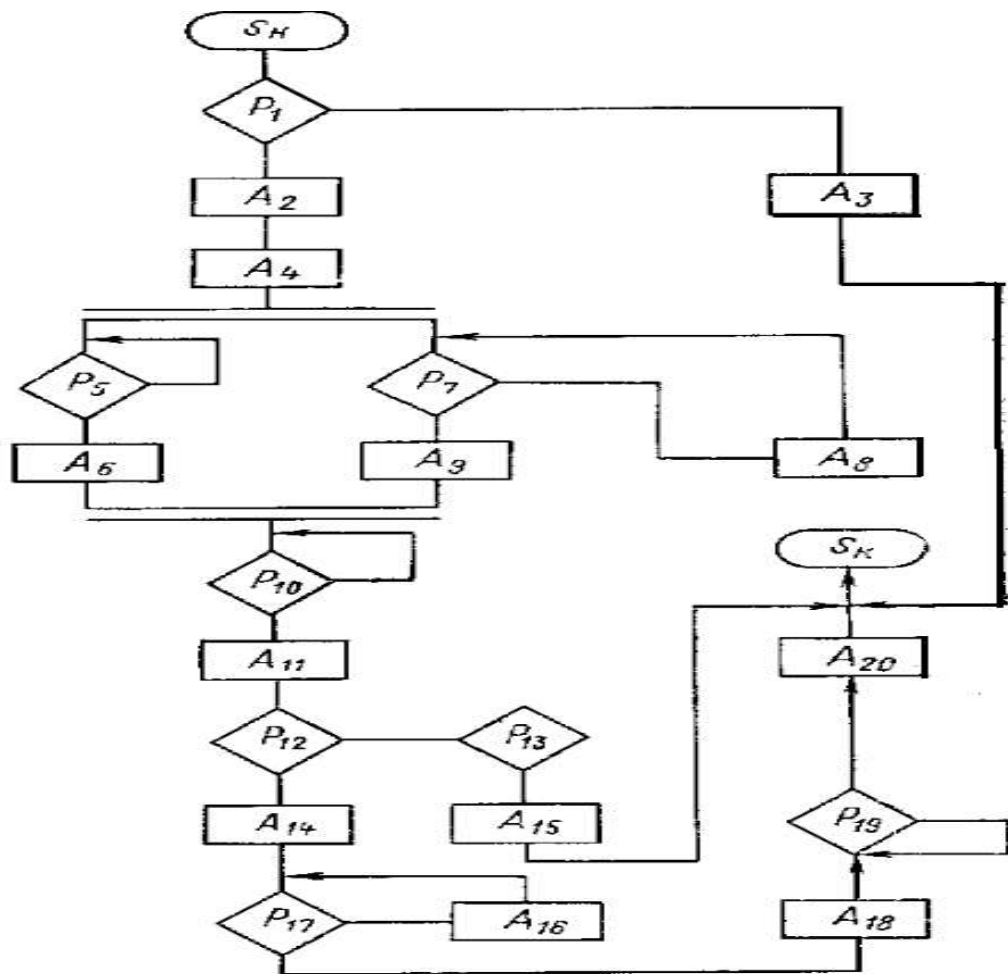


Рисунок 4.4 – Блок-схема алгоритму автоматичної зупинки ДГ

Узагальнені функції систем ДАУ

Система ДАУ пропульсивними установками повинні забезпечувати :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.3 Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судном

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

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

До складу приладу входять:

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

Система може працювати в режимі ДАУ та машинного телеграфу.

Службовий внутрішній зв'язок

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

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

Крім пристроїв зв'язку, вказаних вище, повинна бути передбачена окрема система телефонного зв'язку рулевої рубки з основними службовими

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

Аварійна сигналізація

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

Система аварійно попереджувальної сигналізації (АПС)

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

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

Радіолокатор.

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

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

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

Лаз.

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

Ехолот.

У комплект ехолота входять наступні прилади:

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

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

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

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

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

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

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

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

Прилад Р — ревун, призначений для подачі звукового сигналу про вихід судна на задану глибину. Ехолот М-ЗБ характеризується наступними технічними даними. Самопис має три діапазони: 0-50, 40-90 і 0-500 м. Крім того, є піддіапазон «Малі глибини» (МГ) - менш 10 м. У самописі можна

встановлювати повільну або швидку (у два рази більшу) протягання паперу при вимірі глибин у тому самому діапазоні: 20 і 40 мм/хв у діапазонах 0-50 і 40-90 м; 2 або 4 мм/хв у діапазоні 0-500 м. Довжина паперової стрічки в рулоні дорівнює 20 м.

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

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

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

діапазон 0-500 м - наявність тільки нульової лінії.

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

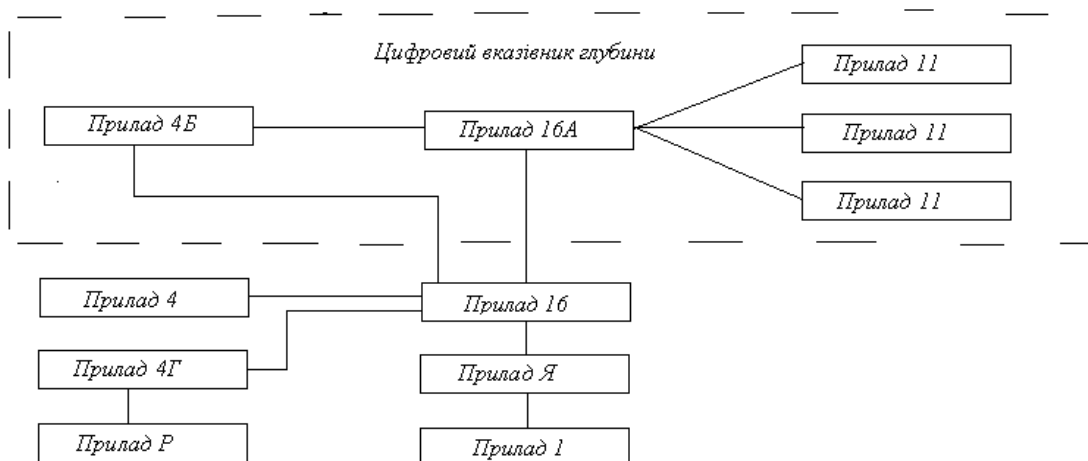


Рисунок 4.5 - Склад комплекту ехолота

Ехолот М-3Б характеризується наступними технічними даними. Самопис має три діапазони: 0-50, 40-90 і 0-500 м. Крім того, є піддіапазон «Малі глибини» (МГ) - менш 10 м. У самописі можна встановлювати повільну або

швидку (у два рази більшу) протягання паперу при вимірі глибин у тому самому діапазоні: 20 і 40 мм/хв у діапазонах 0-50 і 40-90 м; 2 або 4 мм/хв у діапазоні 0-500 м. Довжина паперової стрічки в рулоні дорівнює 20 м.

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

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

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

діапазон 0-500 м - наявність тільки нульової лінії.

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

5. ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1. Цивільний захист/оборона

Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

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

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

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

5.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території.

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

5.1.2.1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

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

Таблиця 5.1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

Швидкість вітру, м/с	Час доби					
	день					
	Наявність хмарності					
	відсутня		відсутня		відсутня	
0,5	конвекція	0,5	конвекція	0,5	конвекція	0,5

0,6-2,0	конвекція	0,6-2,0	конвекція	0,6-2,0	конвекція	0,6-2,0
2,1 – 4,0	конвекція	2,1 – 4,0	конвекція	2,1 – 4,0	конвекція	2,1 – 4,0
> 4,0	ізотермія	> 4,0	ізотермія	> 4,0	ізотермія	> 4,0

5.1.2.2. Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі.

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

Розраховуємо еквівалентну кількість $Q_{\text{є1}}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{\text{є1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0 = 0,11 \cdot 0,333 \cdot 0,23 \cdot 1,3 \cdot 10 = 0,11 \text{ т,}$$

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

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

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

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

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

Таблиця 5.2. Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/ м³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів									
	Ізометричне зберігання				K1	K2	K3	K7 для температури повітря (°С)						
								-40	-20	-10	0	20	30	40
Сірчистий ангідрид	0,0029	1,462	-10,0	1,8	0,11	0,049	0,333	0,2	0,5	<u>1</u> 0,7	<u>3</u> 1	1	<u>3</u> 1	<u>7</u> 1

Примітка:

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

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

Площа розливу S_p (m^2) сірчистого ангідриду дорівнює:

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

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

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

$\rho = 1,462$ – щільність сірчистого ангідриду, t/m^3 (таблиця 2);

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 6.3.Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

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

Таблиця 6.4.Значення коефіцієнту K_m залежно від впливу характеру місцевості

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

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

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

Розраховуємо еквівалентну кількість сірчистого ангідриду $Q_{\Sigma 2}$ (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{\Sigma 2} = (1-K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{\text{-----}} \quad (\text{т}),$$

$$h \cdot \rho$$

$$Q_{32} = (1-0,11) \cdot 0,049 \cdot 0,333 \cdot 2,34 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{10}{0,05 \cdot 1,462} = 1,069 \text{ т,}$$

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

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

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

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

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

6.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат.

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

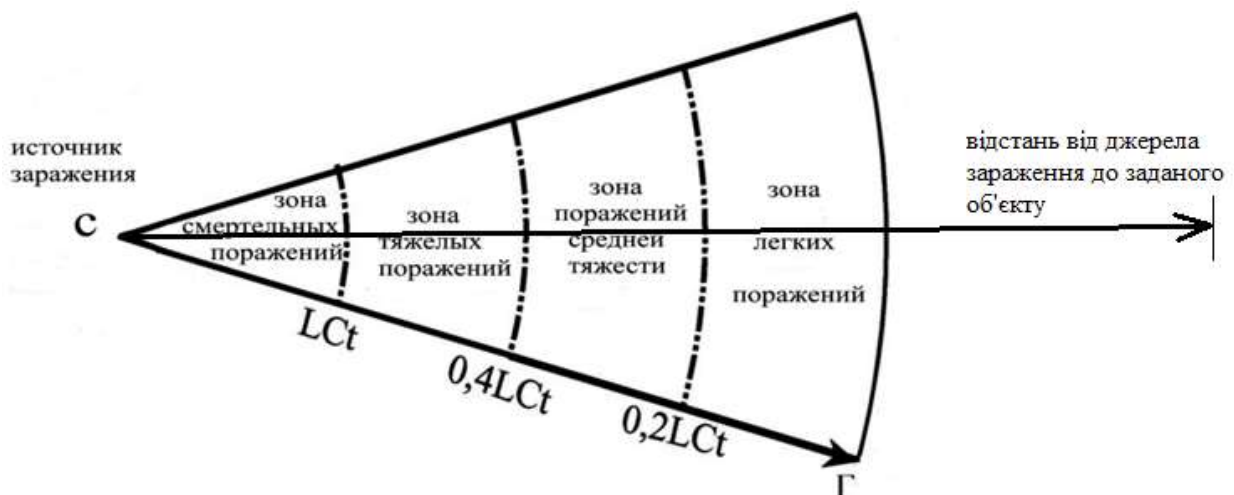


Рис. 5.1. Зони хімічного зараження

Охорона праці

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

По мірі наростання небезпеки гіпотермія проявляється наступним чином:

- відхилення від нормальної поведінки, агресивність, а пізніше апатія;
- втома і небажання рухатися;
- втрата почуття небезпеки, помилкове відчуття благополуччя;
- незручність в рухах, порушення мови;
- втрата свідомості;
- смерть.

Таблиця 6.9. Стадії переохолодження

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

26	12	Безпечно для життя	
----	----	--------------------	--

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

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

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

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

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

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

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

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

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі бакалавра було розглянуто електроенергетичну систему та систему управління контейнеровоза місткістю 10800 контейнерів. Розрахунок суднової електроенергетичної станції робився табличним методом.

Для суднової електростанції було обрано чотири генератори STX ENGINE типу 7L40 потужністю 3500 кВт, та один аварійний генератор потужністю 300 кВт. Такі генератори із системою самозбудження та цифровим АРН були обрані бо за останні роки вони зарекомендували себе на сучасних судах морського флоту як надійні агрегати суднових електричних станцій. Розрахунок падіння напруги при пуску двигуна підрулюючого прістою потужністю 3000 Квт склало 8 %, що є згідно реєстра допустимою нормою миттєвого падіння напруги. Також перевірка кабелю одного з найбільш віддалених електроприводів на втрату напруги склала 2,5 % що є допустимо.

Також у роботі розроблені схема управління автоматики СЕС, та граф - схема алгоритму роботи СДГ.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Богословський. Суднові електроприводи. У двох томах.- Л.: Суднобудування, 1983. - 730 с.
2. Баранов А.П. Суднові автоматизовані електроенергетичні системи. М.: Транспорт, 1988. – 328с.
- 3.Власенко А.А. Суднова електроавтоматика. М.: Транспорт, 1983. – 321 с.
4. Захарченко В.М., Електрообладнання суден: електричні станції. Одеса, ОНМА, 2003. – 119 с.
5. Коноваленко Л.К., Коноваленко А.В. Електротехнічна безпека на морському транспорті. Одеса: „Друк”, 2002. - 172 с.
6. Контролери фірми Дейф - <https://dvk-electro.ru/06powerStation/data.pdf>.
7. Лейкин В.С. «Судовые электрические станции и сети». Москва, 1996 . – 345 с.
8. Міжнародні нормативні документи (кодекси, конвенції): ОСПС, МКУБ, МАРПОЛ, STCW78/95.
9. Морський Регістр Судноходства . Правила класифікацій і будування морських суден. Том 1,2,3 - М.: Транспорт,2003. - 1500 с.
10. Піпченко А.Н. Розрахунок судових електроенергетичних систем.- М.: Мортехінформреклама, 1998. - 39 с.
11. Піпченко А.Н., Пономаренко В.В., Теплов Ю.И., Романенко А.В. «Електрооборудование, электронная аппаратура и системы управления», Одесса - 1998.
12. Правила технічної експлуатації судових технічних засобів і конструкцій. РД 31.21.30-. 2006. -336 с
13. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Укрморинформ, 2012 – 170 с.
14. Правила технической безопасности на судах морского флота, РД 31.81.10-12,2012 - 196 с.
15. Торский В.Г., Позолотій Л.А. МКУБ у питаннях і відповідях.-Л.: Одеса, 1998.- 134 с.

16. Толстов А.А. Устройство и эксплуатация судовых синхронных генераторов [Текст]: учебное пособие для курсантов и студентов морских вузов. – Одесса: ОНМА, 2006. – 150 с.
17. Торский В.Г., Топалов В.П. Міжнародні угоди і документи що регламентують морське судноплавство. Частина 1,2,3. Одеса, 2008.- 234 с.
18. Яковлев М.С. Судові електроенергетичні системи. Л.: Суднобудування, 1987. - 269 с.

ПОДАТОК А

№№ п/п	Найменування споживача	Вихідні дані				Стоянка без вантажних операцій				Стоянка з вантажними операціями				Ходовий режим				Маневровий режим				Аварійний режим											
		Кількість споживачів	Одлинична встановлена потужність $P_{н1}$, кВт	Номінальний коефіцієнт потужності $\cos \varphi_n$	Номінальний коефіцієнт потужності $\cos \varphi_n$	Одлинична, $P_{од}$, кВт	Загальна, $P_{заг}$, кВт	Споживана потужність	Активна P_p , кВт	Реактивна Q_p , кВАр	Коефіцієнт одночасності, K_0	Коефіцієнт завантаження, K_2	Коефіцієнт потужності $\cos \varphi$	Активна P_p , кВт	Реактивна Q_p , кВАр	Споживана потужність	Активна P_p , кВт	Реактивна Q_p , кВАр	Коефіцієнт одночасності, K_0	Коефіцієнт завантаження, K_2	Коефіцієнт потужності $\cos \varphi$	Активна P_p , кВт	Реактивна Q_p , кВАр	Споживана потужність	Активна P_p , кВт	Реактивна Q_p , кВАр							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
І. Електроприводи механізмів машинно-котельного відділення (МКВ)																																	
1.	Насос прісної води охолодження головного двигуна (ГД)	2	55	0,91	0,93	60,4	120,9											0,5	1,0	0,93	60,44	22,22	0,5	1,0	0,93	60,44	22,22						
2.	Баластний насос	1	45	0,88	0,92	51,1	51,1																										
3.	Насос загального призначення	1	25	0,87	0,92	28,7	28,7																										
4.	Насос мастила ГД	2	10	0,85	0,93	11,8	23,5											0,5	1,0	0,93	11,76	4,32	1,0	1,0	0,92	28,74	11,26						
5.	Пожарний насос	2	110	0,84	0,92	131,0	261,9																										
6.	Насос для вирівнювання судна	1	37	0,84	0,93	44,0	44,0	1,0	0,5	0,84	22,02	12,05		1,0	0,5	0,84	22,02	12,05															
7.	Ежекторний насос прісної води	1	15	0,86	0,89	17,4	17,4												1,0	1,0	0,89	17,44	7,95										
8.	Насос прокачування масла	1	15	0,88	0,85	17,0	17,0												1,0	1,0	0,85	17,05	8,98	1,0	1,0	0,85	17,05	8,98					
9.	Валоповоротний пристрій	1	5,5	0,91	0,87	6,0	6,0	1,0	0,5	0,78	3,02	1,88		1,0	0,5	0,87	6,04	2,98															
10.	Сепаратор масла	2	7,5	0,87	0,87	8,6	17,2	1,0	1,0	0,87	17,24	8,50		0,5	0,5	0,78	4,31	2,68															
11.	Сепаратор важкого палива	2	19	0,86	0,90	22,1	44,2	0,5	0,5	0,81	11,05	6,48		0,5	0,5	0,81	11,05	6,48	0,6	1,0	0,90	26,51	11,56										
12.	Насос перекачування масла	1	1,5	0,87	0,82	1,7	1,7	1,0	0,5	0,74	0,86	0,58		1,0	0,3	0,82	0,52	0,30	1,0	1,0	0,82	1,72	0,99	1,0	1,0	0,82	1,72	0,99					
13.	Насос охолодження лубрикатора	2	35	0,90	0,93	38,9	77,8	0,5	0,5	0,84	19,44	10,64		0,5	0,5	0,84	19,44	10,64	0,5	1,0	0,93	38,89	14,29	0,5	1,0	0,93	38,89	14,29					
14.	Компресор пускового повітря	3	45	0,83	0,92	54,2	162,7							0,3	0,3	0,92	14,64	5,74	0,3	1,0	0,92	48,80	19,12	0,3	1,0	0,92	48,80	19,12					
15.	Сепаратор дизельного палива	1	5,5	0,87	0,87	6,3	6,3	1,0	0,5	0,78	0,86	0,54		1,0	0,3	0,87	0,52	0,26	1,0	1,0	0,87	1,72	0,85	1,0	1,0	0,87	1,72	0,85					
16.	Сепаратор слюди	1	1,5	0,87	0,87	1,7	1,7	1,0	0,5	0,78	0,86	0,54		1,0	0,3	0,87	0,52	0,26	1,0	1,0	0,87	1,72	0,85	1,0	1,0	0,87	1,72	0,85					
17.	Аварійний компресор	1	5	0,84	0,91	6,0	6,0	1,0	0,5	0,78	0,86	0,54		1,0	0,3	0,87	0,52	0,26	1,0	1,0	0,87	1,72	0,85	1,0	1,0	0,87	1,72	0,85					
18.	Компресор зжатого повітря для засобів автоматики	2	30	0,84	0,91	35,7	71,4	1,0	0,5	0,82	35,71	20,49		1,0	0,3	0,91	21,43	8,88	1,0	1,0	0,91	71,43	29,61	1,0	1,0	0,91	71,43	29,61					
19.	Вентилятор котла	1	6,6	0,82	0,87	8,0	8,0	1,0	0,5	0,78	4,02	2,50		1,0	0,5	0,78	4,02	2,50	1,0	1,0	0,87	8,05	3,97	1,0	1,0	0,87	8,05	3,97					
20.	Насос для клапану вихлопних газів	2	2,2	0,88	0,85	2,5	5,0							0,5	1,0	0,85	2,50	1,32	0,5	1,0	0,85	2,50	1,32	0,5	1,0	0,85	2,50	1,32					
21.	Живильний насос котла	2	7,5	0,91	0,85	8,2	16,5	0,5	0,5	0,77	4,12	2,65		0,5	0,5	0,77	4,12	2,65	0,5	1,0	0,85	8,24	4,34	0,5	1,0	0,85	8,24	4,34					
22.	Примусовий насос котла	2	15	0,93	0,85	16,1	32,2							0,5	1,0	0,85	16,13	8,50	0,5	1,0	0,85	16,13	8,50	0,5	1,0	0,85	16,13	8,50					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
23.	Насос охолодження міжпоршньового простору	2	30	0,90	0,91	33,33	66,67											0,5	0,5	0,82	16,67	9,56	0,5	1,0	0,91	33,33	13,82					
24.	Насос нагрівання ГД	1	5,5	0,85	0,91	6,47	6,47					1,00	1,0	1,0	0,91	6,47	2,68															
25.	Проміжний насос охолодження міжпоршньового простору	1	3,7	0,86	0,85	4,30	4,30					1,00	1,0	1,0	0,85	4,30	2,27															

II. Механізми суднових систем

26.	Циркуляційний насос важкого палива ГД	2	4,5	0,90	0,87	5,00	10,00																											
27.	Аварійний пожежний насос	1	30,0	0,87	0,91	34,48	34,48																											
28.	Баластовий-осушувальний насос	1	75	0,82	0,92	91,46	91,46						0,5	0,3	0,92	13,72	5,38	0,5	0,3	0,92	13,72	5,38												
29.	Осушувальний насос л'яльних	1	2,2	0,85	0,79	2,59	2,59						1,0	0,5	0,71	1,29	0,91	1,0	0,5	0,71	1,29	0,91												
30.	Насос перекачування важкого палива	1	11	0,85	0,87	12,9	12,9						1,0	0,5	0,78	6,47	4,02	1,0	0,5	0,78	6,47	4,02	1,0	1,0	0,87	12,94	6,38							
31.	Допоміжний насос перекачування важкого палива	1	7,5	0,85	0,83	8,8	8,8																											
32.	Живильний насос сепаратора	2	1,5	0,85	0,82	1,8	3,5	0,5	0,5	0,74	0,88	0,60	0,5	1,0	0,82	1,76	1,01	0,5	1,0	0,82	1,76	1,01	0,5	1,0	0,82	1,76	1,01							
33.	Насос прісної води	2	2,2	0,87	0,83	2,5	5,1	0,5	0,5	0,75	1,26	0,84	0,5	1,0	0,83	2,53	1,41	0,5	1,0	0,83	2,53	1,41	0,5	1,0	0,83	2,53	1,41							
34.	Допоміжна повітрядувка	2	11	0,90	0,93	12,2	24,4																											
35.	Насос питної води	1	2,2	0,85	0,83	2,6	2,6	1,0	0,5	0,75	1,29	0,86	1,0	1,0	0,83	2,59	1,44	1,0	1,0	0,83	2,59	1,44	1,0	1,0	0,83	2,59	1,44							
36.	Живильний насос сепаратора важкого палива	2	2,2	0,83	0,82	2,7	5,3	0,5	0,5	0,74	1,33	0,89	0,5	0,5	0,74	1,33	0,89	0,5	0,5	0,74	1,33	0,89	0,5	0,5	0,74	1,33	0,89							
37.	Циркуляційний насос фекальних вод	1	1,5	0,86	0,79	1,7	1,7	1,0	0,5	0,71	0,87	0,61	1,0	1,0	0,79	1,74	1,07	1,0	1,0	0,79	1,74	1,07	1,0	1,0	0,79	1,74	1,07							
38.	Форсунка	1	1,82	0,86	0,88	2,1	2,1	1,0	0,5	0,79	1,06	0,65	1,0	1,0	0,88	2,12	1,01						1,0	1,0	0,88	2,12	1,01							
39.	Живильний насос важкого палива ГД	2	3	0,87	0,83	3,45	6,90											0,5	0,5	0,75	1,72	1,15	0,5	0,5	0,75	1,72	1,15							
40.	Двигун повітрядувки	1	30	0,90	0,91	33,3	33,3	0,5	0,5	0,82	8,33	4,78	0,5	1,0	0,91	16,67	6,91	0,5	1,0	0,91	16,67	6,91	0,5	1,0	0,91	16,67	6,91							
41.	Підігрівач охолоджуючої води	1	15	0,87	1,00	17,2	17,2	1,0	0,5	0,90	8,62	3,76						1,0	1,0	1,00	17,24	0,00												
42.	Інсінератор	1	8,5	0,87	0,85	9,8	9,8																											
43.	Сепаратор л'яльних вод	1	3,45	0,80	0,77	4,3	4,3											1,0	1,0	0,77	4,31	2,75	1,0	1,0	0,77	4,3	2,75							

III. Вантажі, шлюпки, трапові устрої

44.	Кран машинного відділення	1	6,7	0,80	0,80	8,38	8,38						1,0	1,0	0,80	8,38	5,03															
45.	Вантажні крани	2	250	0,88	0,82	284,09	568,18						1,0	1,0	0,82	568,18	325,21	1,0	0,5	0,74	284,09	191,70										
46.	Траповий підйомник	2	4	0,83	0,87	4,82	9,64						0,5	0,5	0,78	2,41	1,50															
47.	Шлюпочне лебедки	4	4	0,86	0,93	330,23	990,70						0,7	1,0	0,93	693,49	254,90															

IV. Механізми холодильної і кліматичної установок

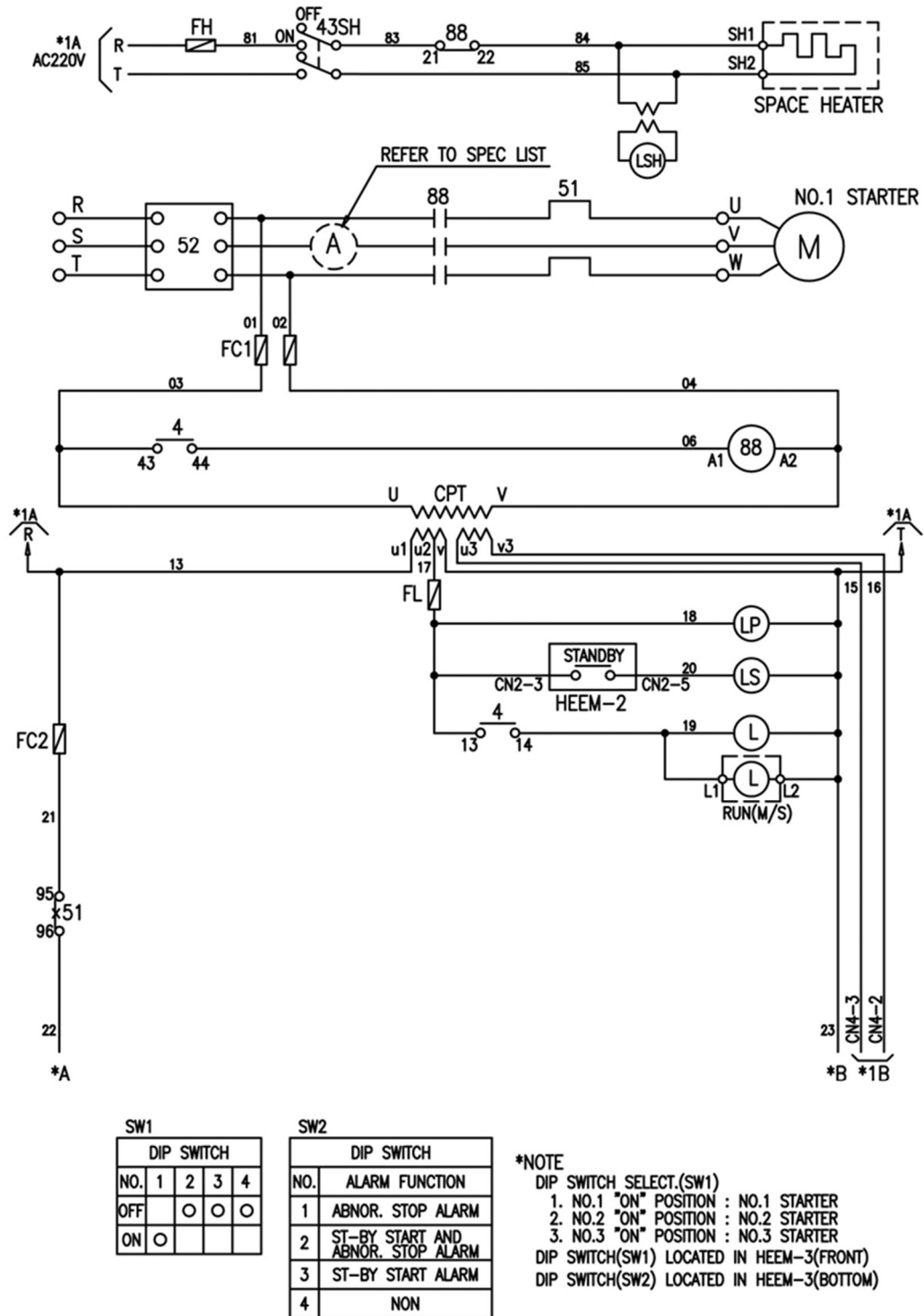
48.	Компресор кондиціонеру	2	10	0,92	0,92	10,87	21,74	0,5	0,5	0,83	5,43	3,05	0,5	0,5	0,83	5,43	3,05	0,5	0,5	0,83	5,43	3,05	0,5	0,5	0,83	5,43	3,05					
49.	Вентилятор кондиціонеру	1	18	0,84	0,88	21,43	21,43	1,0	0,5	0,79	10,71	6,54	1,0	0,5	0,79	10,71	6,54	1,0	0,5	0,79	10,71	6,54	1,0	1,0	0,88	21,43	10,18					
50.	Компресор холодильної установи	2	9	0,87	0,87	10,34	20,69	1,0	0,5	0,78	10,34	6,43	1,0	1,0	0,87	20,69	10,20	1,0	0,5	0,78	10,34	6,43	0,3	1,0	0,87	6,21	3,06					
51.	Обігрівач провізійних камер	2	4,4	0,84	1,00	5,24	10,48	1,0	0,5	0,90	5,24	2,28	1,0	0,5	0,90	5,24	2,28	1,0	1,0	1,00	10,48	0,00	1,0	1,0	1,00	10,48	0,00					
52.	Розетки для рефконтейнерів	600	9	0,84	0,87	10,71	99,36	1,0	0,5	0,78	9,93	199,36	1,0	0,5	0,78	9,93	199,36	1,0	0,5	0,78	9,93	199,36	1,0	1,0	0,87	9,93	4,98	#####				
53.	Кондиціонер ЦПУ	2	3,75	0,84	0,83	4,46	8,93	1,0	0,5	0,75	4,46	2,97	1,0	0,5	0,75	4,46	2,97	1,0	1,0	0,83	8,93	4,98	1,0	1,0	0,83	8,93	4,98					
54.	Кондиціонер майстерні	1	3,75	0,84	0,83	4,46	4,46	1,0	0,5	0,75	2,23	1,48	1,0	0,5	0,75	2,23	1,48	1,0	1,0	0,83	4,46	2,49	1,0	1,0	0,83	4,46	2,49					

V. Вентилятори

55.	Вентилятор сепараторної	1	2,2	0,86	0,85	2,56	2,56	1,0	0,5	0,77	1,28	0,82	1,0	0,5	0,77	1,28	0,82	1,0	0,5	0,77	1,28	0,82	1,0	0,5	0,77	1,28	0,82					
-----	-------------------------	---	-----	------	------	------	------	-----	-----	------	------	------	-----	-----	------	------	------	-----	-----	------	------	------	-----	-----	------	------	------	--	--	--	--	--

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
56.	Вентилятор машинного відділення	5	18,5	0,87	0,89	21,26	106,32	0,8	0,5	0,80	42,53	25,46	0,8	0,5	0,80	42,53	25,46	0,8	0,5	0,80	42,53	25,46	0,8	0,5	0,80	42,53	25,46	0,4	0,8	0,89	34,0	15,51
57.	Вентилятор машинного відділення	1	11	0,87	0,88	12,64	12,64	1,0	1,0	0,88	12,64	6,01	1,0	1,0	0,88	12,64	6,01	1,0	1,0	0,88	12,64	6,01	1,0	1,0	0,88	12,64	6,01					
58.	Вентилятор румпельної	1	2,2	0,86	0,83	2,56	2,56	1,0	1,0	0,83	2,56	1,43	1,0	1,0	0,83	2,56	1,43	1,0	1,0	0,83	2,56	1,43	1,0	1,0	0,83	2,56	1,43					
59.	Вентилятор трюмів	2	2,2	0,87	0,83	2,53	5,06	0,5	0,5	0,75	1,26	0,84	0,5	0,5	0,75	1,26	0,84	1,0	1,0	0,83	5,06	2,82	0,5	1,0	0,83	2,53	1,41					
60.	Вентилятор трюмів	4	3	0,87	0,85	3,45	13,79	0,5	0,5	0,77	3,45	2,22	0,5	0,5	0,77	3,45	2,22	0,5	0,5	0,77	3,45	2,22	0,5	0,5	0,77	3,45	2,22					
61.	Вентилятор трюмів	4	5,5	0,88	0,87	6,25	25,00	0,5	0,5	0,78	6,25	3,89	0,5	0,5	0,78	6,25	3,89	0,5	0,5	0,78	6,25	3,89	0,5	0,5	0,78	6,25	3,89					
62.	Вентилятор трюмів (для рефконтейнерів)	16	7,5	0,84	0,87	8,93	142,86	0,5	0,5	0,78	35,71	22,22	0,5	0,5	0,78	35,71	22,22	0,5	0,5	0,78	35,71	22,22	0,5	0,5	0,78	35,71	22,22					
VI. Устаткування камбузу та майстерень																																
63.	Камбузне обігрівання	1	8	0,90	1,00	8,89	8,89	0,5	0,5	0,90	2,22	0,97	0,5	0,5	0,90	2,22	0,97	0,5	0,5	0,90	2,22	0,97	0,5	0,5	0,90	2,22	0,97					
64.	Обігрівач кают	1	2	0,86	1,00	2,33	2,33	1,0	0,5	0,90	1,16	0,51	1,0	0,5	0,90	1,16	0,51	1,0	0,5	0,90	1,16	0,51	1,0	0,5	0,90	1,16	0,51					
65.	Токарський станок	1	2,2	0,81	0,83	2,72	2,72	1,0	0,5	0,75	1,36	0,90	1,0	0,5	0,75	1,36	0,90	1,0	0,5	0,75	1,36	0,90										
66.	Сверильний станок	1	1,5	0,82	0,77	1,83	1,83	1,0	0,5	0,69	0,91	0,66	1,0	0,5	0,69	0,91	0,66	1,0	0,5	0,69	0,91	0,66										
67.	Зварювальний апарат	1	17,3	0,90	1,00	19,22	19,22	1,0	0,5	0,90	9,61	4,19	1,0	0,5	0,90	9,61	4,19	1,0	0,5	0,90	9,61	4,19	1,0	0,5	0,90	9,61	4,19					
68.	Інше	1	18,9	0,89	0,80	21,21	21,21	0,6	0,5	0,72	6,36	4,42	0,6	0,5	0,72	6,36	4,42	0,6	0,5	0,72	6,36	4,42	0,6	0,5	0,72	6,36	4,42					
VII. Прибори управління та сигналізації																																
69.	Загальне освітлення	20	0,87	1,00	22,99	22,99	22,99	1,0	0,4	1,00	9,20	0,00	1,0	0,7	1,00	16,09	0,00	1,0	0,5	0,90	11,49	5,01	1,0	0,6	1,00	13,79	0,00	1,0	0,2	1,00	4,60	0,00
70.	Електронавігаційне устаткування	8	0,87	0,87	9,20	9,20	9,20	1,0	0,5	0,78	4,60	2,86	1,0	0,5	0,78	4,60	2,86	1,0	1,0	0,87	9,20	4,53	1,0	1,0	0,87	9,20	4,53	1,0	0,2	0,87	1,84	0,91
VIII. Рульова машина і швартовні механізми.																																
71.	Двигуни рульової машини	2	150	0,92	0,91	163,04	326,09											0,5	1,0	0,91	163,04	67,60	0,5	1,0	0,91	163,04	67,60					
72.	Лебідки швартовні	6	53	0,90	0,92	58,89	353,33						0,5	0,4	0,92	70,67	27,70						0,3	0,4	0,92	35,33	13,85					
73.	Підрулюючий пристрій	1	2000	0,92	0,92	#####	#####																0,5	0,8	0,92	869,57	340,80					
74.	Брашпиль	2	53	0,90	0,93	58,89	117,78						0,5	0,4	0,93	23,56	8,66						0,3	0,4	0,93	11,78	4,33					
75.	Шлюпбалка	2	1,5	0,90	1,00	1,67	3,33	1,0	0,8	1,00	2,67	0,00	1,0	0,8	1,00	2,67	0,00	1,0	0,8	1,00	2,67	0,00	1,0	0,8	1,00	2,67	0,00					
75.	Сумарна потужність без урахування короткочасного навантаження											3535,5	2178,9			4283,7	2449,5				7444,5	3690,7				8069,7	3845,7			218,1	91,4	
76.	Сумарна потужність з урахуванням короткочасного навантаження											3538,5	2181,8			4977,6	2826,3				7532,4	3741,8				8133,9	3872,9			218,1	91,4	
77.	Сумарна потужність без урахування короткочасного навантаження та з урахуванням загального коефіцієнту одночасності Ко по режимам							0,70				2427,4	1527,3	0,81		4035,0	2291,1	0,77			4083,7	2898,1			0,73	5930,9	2824,0	0,73		159,9	67,1	
78.	Теж саме з урахуванням 5 % втрат у мережі											2937,2	1848,0			4640,3	2634,8				3307,8	2028,6				6227,5	3212,0			191,9	100,0	
79.	Повна потужність (S)											3470,2				5336,1					3880,3					7007,0				216,4		
80.	Середньозважений коефіцієнт потужності cos φ=P _a /S											0,85				0,87					0,85					0,89				0,89		
81.	Кількість і потужність працюючих генераторів										1	3200				2	3200					2	3200				3	3200			1	250

Додаток В



Принципова схема управління електроприводу насосу суднового котла

Додаток С

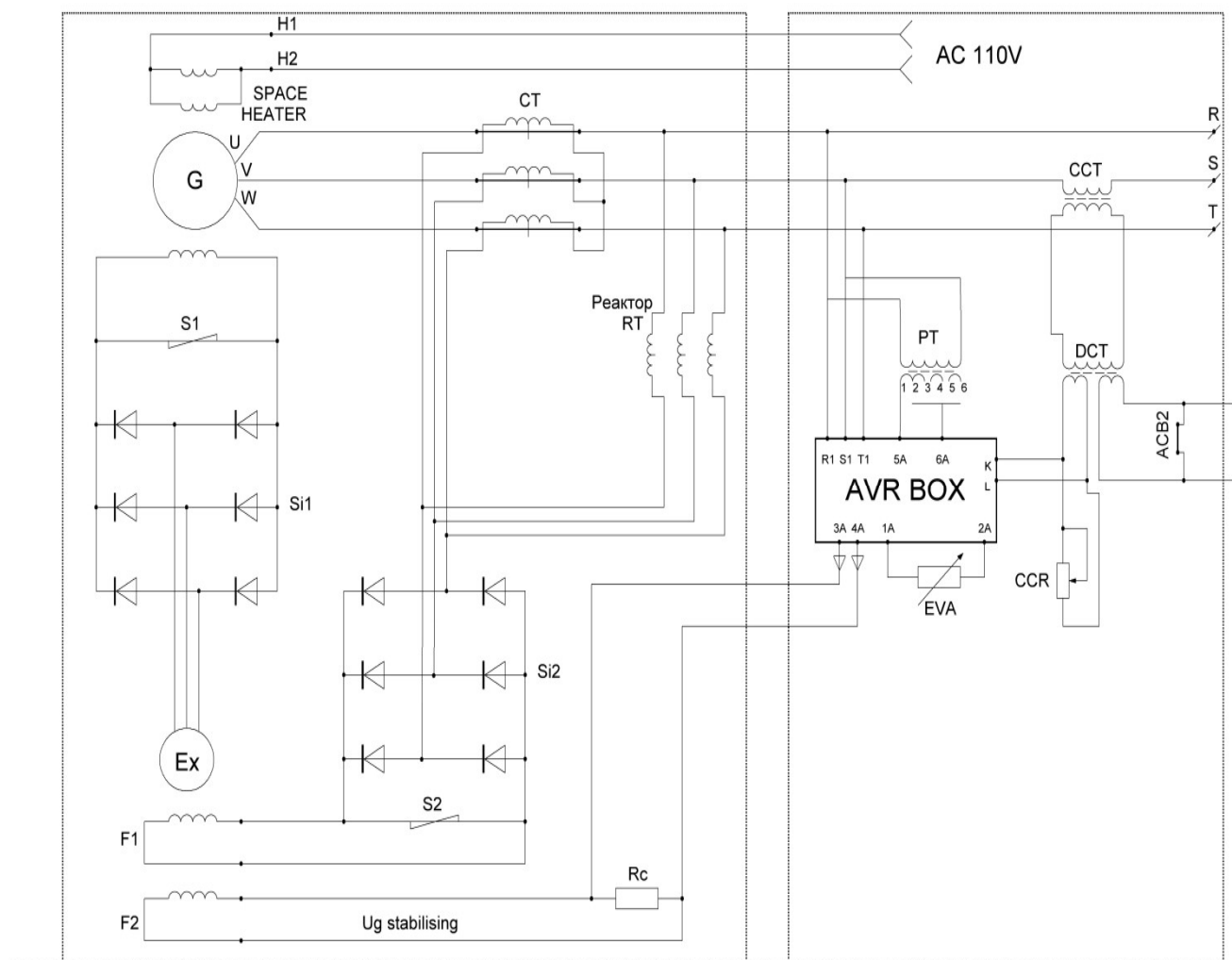
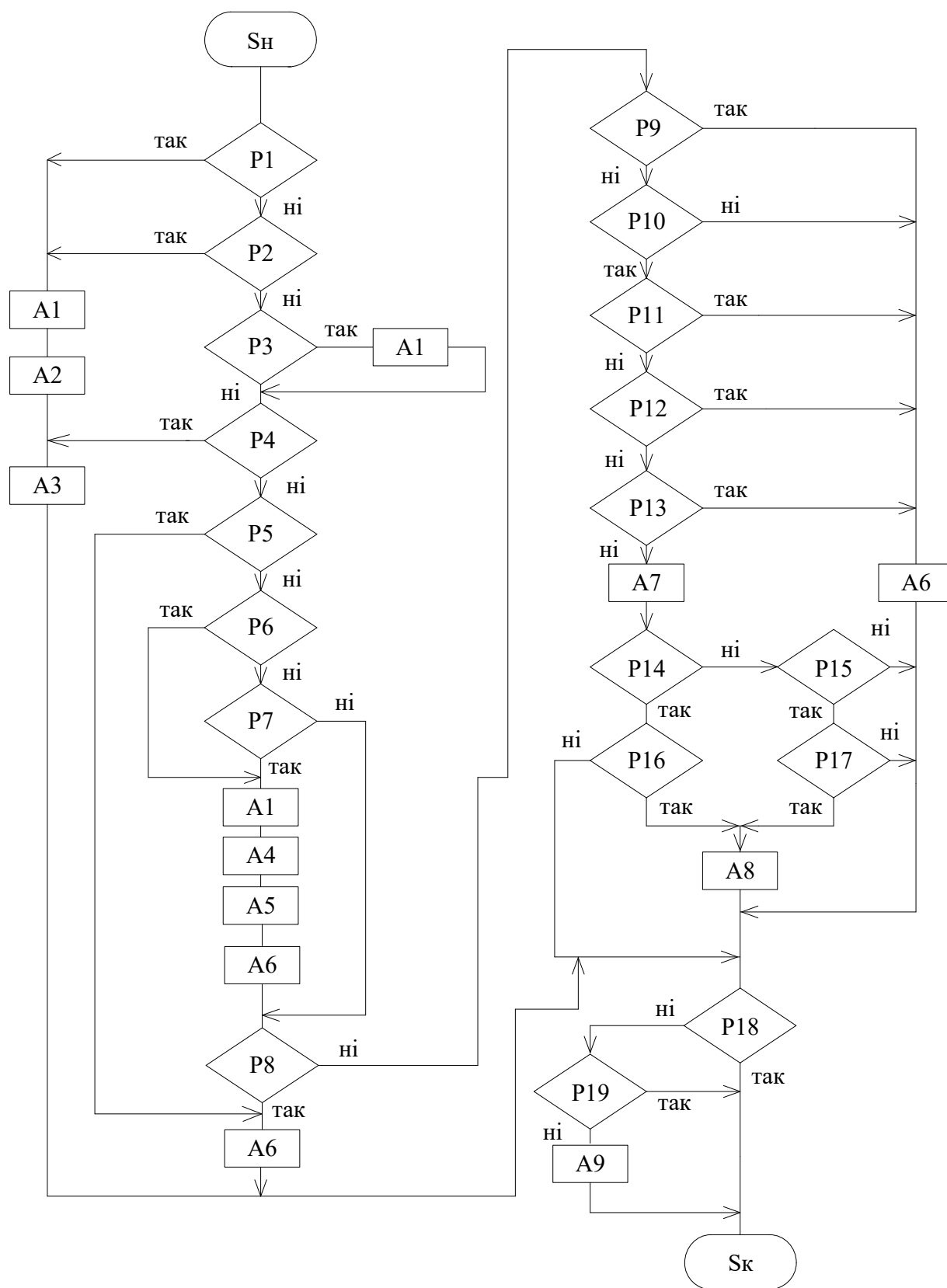


Схема збудження СДГ з АРН



ГСА пуск дизель-генератора