

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 6000 контейнерів”

Виконав: студент 4 курсу, групи 3401
спеціальності:

271 “Річковий та морський транспорт”

(шифр і назва спеціальності)

Аверьянов А.І.

(підпис, прізвище та ініціали)

допущений до захисту 14.06.2021

(дата малого захисту)

Завідуючий кафедрою Усатова І.М.

(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник доц. Михайленко В.С.

(підпис, прізвище та ініціали)

Нормоконтролер Михайленко В.С.

(підпис, прізвище та ініціали)

Рецензент Михайленко В.С.

(підпис, прізвище та ініціали)

Одеса - 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

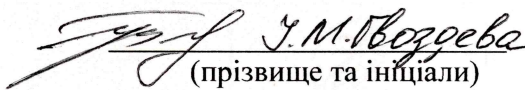
Навчально – науковий інститут автоматики та електромеханіки

Спеціалізація: Експлуатація сдного електробладнання і засобів автоматики

Кафедра: «Електробладнання і автоматики суден»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ЕО і АС


(прізвище та ініціали)

« 05 » 04 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу бакалавра

Авер'янова Андрія Ігоровича

1.Тема: «Електробладнання, електронна апаратура і системи управління контейнеровоза місткістю 6000 контейнерів »

затверджена наказом ректора № 819 від " 15 " 06 2021 року

2.Термін закінчення роботи " 14 " 06 2021 року

3.Вихідні дані до роботи: технічна документація судна Mol Gateway .

4.Зміст розважунково-пояснювальної записки:

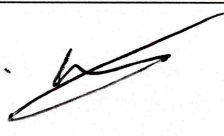
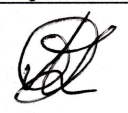
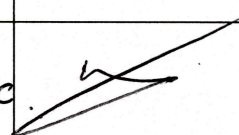
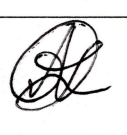
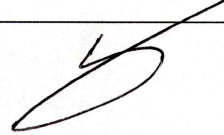
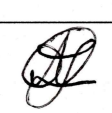
- Техніко-експлуатаційні характеристики судна
- Розрахунок та вибір електропривода
- Розрахунок судової електроенергетичної системи (СЕЕС)
- Аналіз системи і пристроїв управління судном
- Питання цивільної оборони і охорони праці

5.Перелік графічного матеріалу:

- Принципова схема електроприводу насосу утилізаційного котла
- Однолінійна схема ГРЩ та АРЩ
- Система збудження СГ типу "ТАІУО"

- Структурна схема автоматизації СЕЕС. Функціональна схема автоматичного розподілення навантаження
- Граф-схема алгоритму управління пуском дизель-генератора

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	2014. Михайленко В.С.		
РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	2014. Михайленко В.С.		
РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	2014. Михобленко В.С.		
АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	2014. Михайленко В.С.		
ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ	2014. Михайленко В.С.		
ОХОРОНА ПРАЦІ	2014. Михобленко В.С.		

7. Дата видачі завдання: " 5. " 04. 2021 року

Керівник


(підпис)

Завдання прийняв до виконання



(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер п-п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА	5.04. 21 10.04. 21	Вик
2	РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА	10.04. 21 17.04. 21	Вик
3	РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	17.04. 21 5.05. 21	Вик
4	АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	5.05. 21 25.05. 21	Вик
5	ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ	25.05. 21 1.06. 21	Вик
6	ОХОРОНА ПРАЦІ	1.06. 21 10.06. 21	Вик

Курсан(студент)


(підпис)

Авер'янов А. І.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Михайленко В. С.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі бакалавра зроблено вибір електрообладнання, електронної апаратури і системи управління контейнеровоза місткістю 6000 контейнерів.

Розрахована потужність, та вибрано електродвигун насосу охолоджуючої забортної води з системою керування і апаратурою комутації та захисту. Розроблені інструкції з технічної експлуатації насосів.

Розрахована потужність суднової електростанції для основних режимів роботи судна на основі вибраного електроустаткування. Зроблено вибір числа генераторних агрегатів суднової електростанції, обрано системи збудження генераторів та комутаційну апаратуру. Розроблена система розподілення електроенергії по судну, однолінійна схема ГРЩ, вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС.

Проаналізовані системи та пристрої управління судном, представлено алгоритм системи управління пуском допоміжного дизель-генератора. Також були розглянуті питання цивільного захисту та охорони праці.

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

ANNOTATION

At the bachelor diploma work was made the choice of electric equipment, electronic equipment and a control system of the 6000 TEU container ship.

Was calculated the power and made choice of main engine sea water cooling pump motor drive with control and protective equipment. Designed operation rules for fan.

Calculation and choice of number and capacity of generating units by means of a tabular method is carried out. It is resulted a choice of rational structure SEES, working out of one-linear scheme MSB and ESB, the description of excitation system, check the cables on the voltage droop and make choice of protective equipment for the DB cables, a choice of ways of automation SEES, working out of algorithms of management SEES is spent.

The system of control of the vessel and equipment provided the start sequence of diesel generator and operations monitoring. Also examined the issues of ISPS and ISM code onboard implementation.

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

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
1 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА.....	11
2 РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА.....	14
2.1 Розрахунок та вибір електродвигуна.....	14
2.2 Вибір схеми живлення та управління.....	15
2.3 Розрахунок і вибір комутаційно-захисної апаратури.....	18
2.4 Вибір атоматичного вимикача.....	19
2.5 Розробка технології та інструкції експлуатації насоса живильної води утилізаційного котла.....	20
3 РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ(СЕЕС)....	21
3.1 Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції.....	21
3.2 Вибір акумуляторів та перетворювачів енергії.....	31
3.3 Вибір раціональної структури суднової електроенергетичної системи і розробка однолінійної схеми головного, аварійного розподільних щитів.....	33
3.4 Розрахунок струмів короткого замикання, вибір генераторних автоматів.....	36
3.5 Вибір апаратів, приладів, приборів ГРЩ.....	42
3.6 Вибір системи збудження синхронних генераторів.....	43
3.7 Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії.....	47
3.8 Перевірка кабелю одного з найбільш віддалених електроприводів на втрату напруги.....	49
3.9 Вибір засобів автоматизації СЕЕС та алгоритмів управління.....	50
3.10 Загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення, суднові сигнально-відмітні вогні, низьковольтне освітлення.....	53
4 АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ.....	56

4.1 Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп'ютерної мережі інформаційних і управляючих систем.....	56
4.2 Аналіз автоматичного пуску ДГ.....	62
4.3 Загальні відомості про електро- та радіонавігаційне обладнання.....	68
5 ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	76
ВИСНОВОК.....	83
Перелік літературних джерел.....	84
Додатки	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АВ - Автоматичний вимикач.
АДГ - Аварійний дизель - генератор.
АКБ - Акумуляторні батареї.
АКП - Автоматичний керуючий пристрій.
АПС - Аварійно - попереджувальна сигналізація.
АРЩ - Аварійний розподільний щит.
АРН - Автоматичний регулятор напруги.
АЦП - Аналогово цифровий перетворювач.
ГА - Генераторні агрегати.
ГСА - Граф схема алгоритму.
ГРЩ - Головний розподільний щит.
ДАУ - Дистанційне автоматичне управління.
ДГ - Дизель - генератор.
ЕЗА - Електричні засоби автоматизації.
КЗ - Коротке замикання.
ПТЕ - Правила технічної експлуатації.
СЕУ - Суднова енергетична установка.
СЕЕС – суднова електроенергетична система
СЕС – суднова електростанцій

Вступ

Судна транспортного флоту мають велику кількість різних електрифікованих механізмів, схеми електроустаткування і автоматики, які вирізняються значною різноманітністю.

Ця задача гранично пов'язана з подальшим удосконаленням суднових енергетичних систем і всього суднового електроустаткування у цілому. Засобами автоматизації на морських судах вирішуються такі задачі, як полегшення і підвищення продуктивності праці екіпажу, поліпшення експлуатаційних характеристик судна, подовження періоду між ремонтами і профілактичними оглядами устаткування, зменшення можливості виникнення небезпечних аварійних випадків через поліпшення контролю за роботою устаткування й автоматизації процесу управління його роботи, швидке прийняття рішень в аварійних ситуаціях, створення передумов для вдосконалення форм організації праці екіпажу, скорочення численності екіпажу.

Розробка пристрою автоматизації управління судном сприяє безпеці мореплавання. Одержаний досвід експлуатації подібних систем використовується для розробки більш сучасних пристроїв і систем, що згодом встановлюються на судна.

1 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА



Рисунок 1.1 – Судно контейнеровоз «**MOL GATEWAY**»

Загальні характеристики:

ІМО номер: 9535137

Ім'я: MOL GATEWAY

Тип судна - загальний: Cargo

Тип судна - Детальніше: Container Ship

Статус: Активно

MMSI номер: 255805589

Позивний: CQHN

Прапор: Portugal [PT]

Валова місткість: 59307

Літній дедвейт: 71429 t

Довжина	275 м
---------	-------

Ширина	40 м
--------	------

Дедвейт	29870 т
Кількість контейнерів	5600
Швидкість	8,8 knot.

Тип головного двигуна двохтактний дизель, реверсивний

Даний контейнеровоз відноситься до спеціалізованих суховантажних суден, з необмеженим районом плавання, та використовується для перевезення стандартних контейнерів (TEU) з різним вантажем. Як головний двигун використовується двигун внутрішнього згоряння. Судно має один гребний вал та гвинт фіксованого кроку.

Головний двигун

Виробник	MAN B&W
Тип	8L70 MC
Потужність	18980 кВт
Число обертів	106 об/хв

Запаси палива:

Мазут	4600 т
Дизельного	380 т

Добові витрати палива:

На ходу	140 т
В порту	16 т

Параметри СЕС

Генератор	
• Виробник	HYUNDAI
• Тип	HFJ7 716-84 K
• Потужність	2250 кВт (3000 кВА)
• Частота	60 Гц
• Напруга	440 В
• Кількість	4

Аварійний ДГ

Виробник	HYUNDAI
Тип	HFC7-356-4

Потужність	560кВА (448кВт)
Число обертів	1800 об/хв.
Кількість	1

Котел

Виробник	Aalborg
Продуктивність	5500 кг/год

Компресор пускового повітря

Виробник	Sauer
Тип	триступінчатий
Принцип дії	поршневий
Робочий тиск	30 бар

Підрулюючий пристрій

Виробник	Kawasaki Heavy Industries
Кількість	1
Тип	електричний
Потужність	1200 кВт

Протипожежна система

Складається з двох пожарних насосів та одного аварійного пожарного насосу. Аварійний пожарний насос знаходиться у носовому відділенні разом із двигуном підрулюючого пристрою. Протипожежна система CO₂.

Протипожежна система складається з балонів зжатого газу CO₂, системи визначення диму. CO₂ система розрахована для тушіння пожару у вантажних трюмах та у машинному відділенні.

Клас автоматизації – А1

2 РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА

2.1 Розрахунок потужності та вибір електродвигуна одного з електроприводів суднових механізмів

Як електропривод - використовується електродвигун насоса подачі живильної води в утилізаційний котел (рис. 2.1)

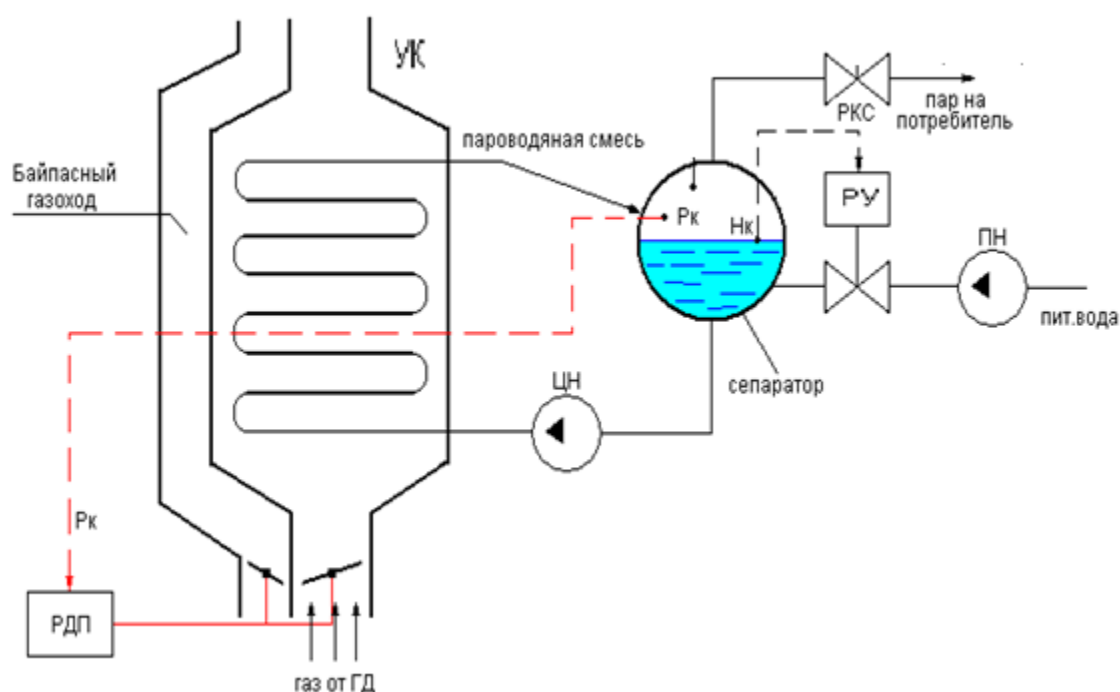


Рисунок 2.1– Функціональна схема суднового утилізаційного котла

Розрахунок потужності та вибір електродвигуна циркуляційного насоса подачі води у утилізаційний котел.

Дані для розрахунку по вибору електродвигуна насосу:

Подача: $Q=116 \text{ м}^3 / \text{год}; (0,032 \text{ м}^3 / \text{с})$;

Напір: $H=8,8\text{м}; (0,0863 \text{ мПа})$;

Густина води $\gamma: 990 \text{ кг} / \text{м}^3$;

ККД насоса: $\eta_n = 0,75$;

К передачі: $K = 1.5$;

Частота обертання: $n=1450$ об/хв.

Потужність двигуна:[4]

$$P_H = \frac{\gamma * Q * H}{3600 * \eta_H} K = \frac{990 * 0.032 * 0.086}{3600 * 0.75} * 1.5 = 3.65 \text{ кВт} \quad (2.1)$$

Згідно з отримано потужністю виберемо двигун фірми Noyer IE2 marine electric motors[10]

Таблиця 2.1 – Характеристики двигуна

Двигун	Потужність	Об/хв.	Струм при 440В, А*	ККД, %*	Коеф. потужн.*	Іп/Ін	Мп / Мн	Мmax / Мн	Момент інерції, кгм ²	Маса, кг
НМА 11М1-2	5 кВт	2800	9,7	87	0,87	6,5	2,0	2,4	0,0070	10

2.2 Вибір схеми живлення та управління

Вибираємо прямий спосіб запуску. Вибираємо контролер пуску НЕМ-3 фірми HYUNDAI[13], який дозволяє дистанційно керувати двома насосами, при цьому вибирати режими для кожного (автоматичний або ручний) та чергу запуску в автоматичному режимі по сигналу пресостата. При несправностях контролер видає сигнали алармів.

Схема силової частини та системи керування насоса води №1 показана на рис.2.2 та рис.2.3. Схема для насоса №2 аналогічна.

Силова частина складається з автоматичного вимикача 52, контакторів 88, електродвигуна М, теплового реле часу 51. Схема керування складається з реле 4,5,84, сигнальних ламп LP,LS,L, вимикача 43SH підігрівача SH, кнопок старту3С, стопу3О, перемикача режиму роботи 43А, контролера НЕМ-3, пресостата PS. Схема управління пуску забезпечує ручний та автоматичний старт двигуна. Команда старту надходить з однієї з кнопок старту 3С розташованих на локальному посту керування або у приміщенні ЦПУ. Так само,

команди зупинки надходять з одної з кнопок стопу 3О, розташованих у вище приведених місцях. Там же розташовані і лампи індикації роботи LP,LS,L. Лампи сигналізують о наявності живлення, о перебуванні у режимі резерву або у режимі роботи (руху двигуна).

Натискання 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 мережи живлення. Натискання 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 розомкнуті) реле 4 (а також і контактор 88) управляється контролером (вихідні клеми CN1-3,CN1-5) по сигналу датчика тиску води 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 0,15 МПа, в автоматичному режимі роботи стартує насос No2, чи спрацьовує аларм. Контролери пуску НЕЕМ-3 мають між собою з'єднання, завдяки чому виконується послідовність запуску насосів.

За допомогою перемикачів “DIP SWITCH1” та “DIP SWITCH2”, розташованих на фронтальній та нижній панелі контролера, можна задати пріоритет контролерів та дії (або їх відсутність) у випадку аларму.

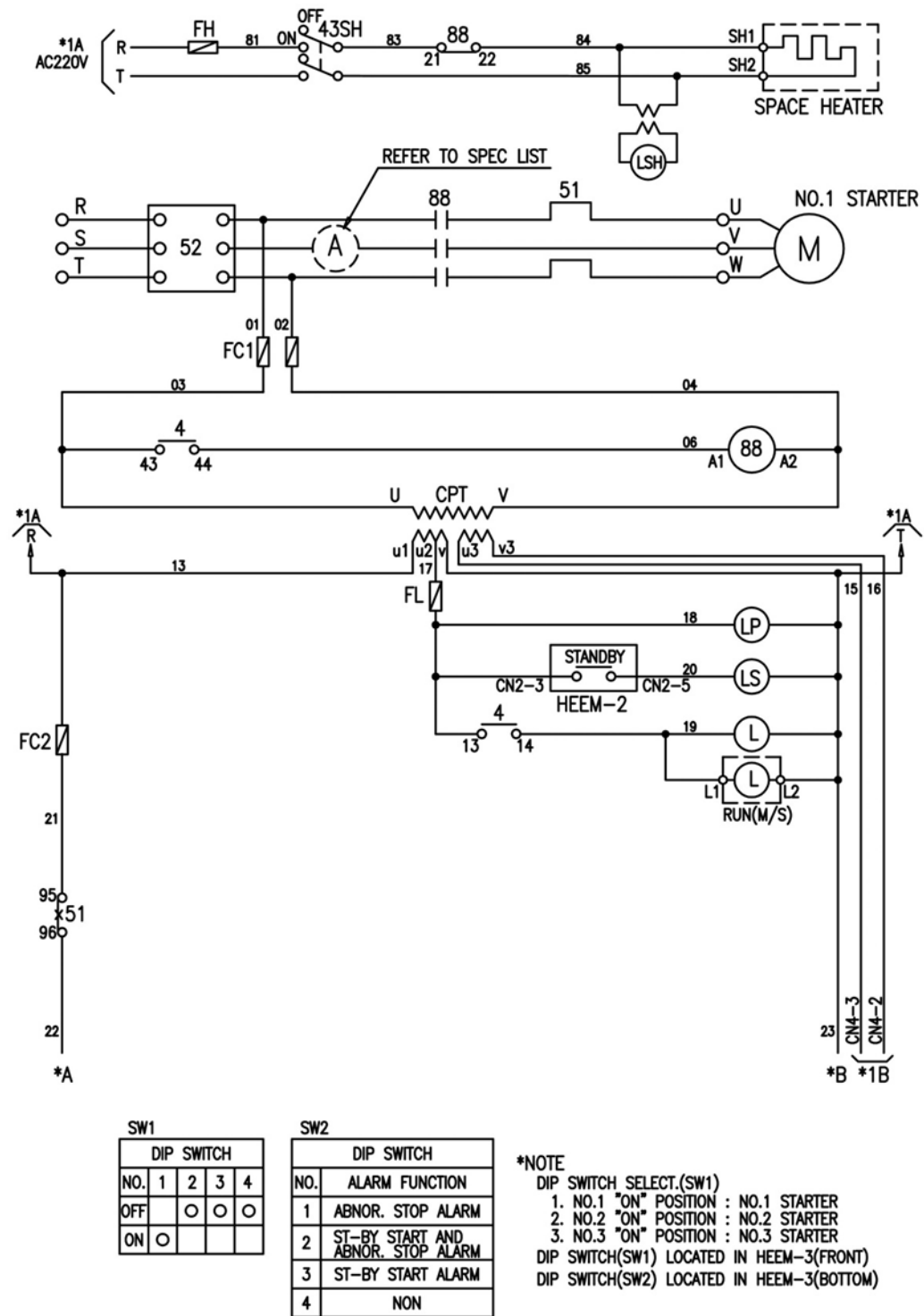


Рисунок 2.2 – Принципова схема силової частини електроприводу насоса суднового котла

Струм навантаження двигуна насоса:[4]

$$I_n = \frac{P_n \cdot K_3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi} = \frac{4,5 \cdot 0,65 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,88} = 5 \text{ A} \quad (2.3)$$

де $K_3 = 0,65$ - коефіцієнт завантаження електродвигуна.

Виберу, згідно зі струмом двигуна, кабель КНРП[7] $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$, $l = 15 \text{ м}$.

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

Визначу падіння напруги для цього кабелю:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_n \cdot l \cdot \cos \phi}{\gamma \cdot S \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot 5 \cdot 15 \cdot 0,8}{46 \cdot 2,5 \cdot 440} = 0,34\% \leq U_{\text{дон}} = 22,8 \text{ В} \quad (2.4)$$

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

2.4 Вибір автоматичного вимикача

Для вибору автоматичного вимикача, що підключає електропривід центробежного насосу до мережі трифазного змінного струму, знайдемо розрахунковий струм по формулі:[4]

$$I_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi_n} \quad (2.5)$$

де P_n - потужність електродвигуна насосу;

U_n - напруга живлення ЕД;

$\cos \phi_n$ - коефіцієнт потужності приймача.

Але згідно з технічними даними ЕД, ми вже знаємо $I_n = 9,7 \text{ А}$. Тож можна не проводити зайві розрахунки.

Згідно данного струму вибираємо автоматичний вимикач - Автоматичний вимикач захисту двигуна Hager M51N[1]

Характеристики автоматичного вимикача M51:

Робоча напруга: 230 В - 690 В

Частота мережі: 40 - 60 Гц

Номинальний струм: 10 - 16 А

Номинальна напруга ізоляції: 6 кВ

Електрична міцність: 100 000 включень АСЗ

Температура експлуатації: -25 ... +55 С

Виробник: Hager (Німеччина)

2.5 Розробка технології та інструкції з технічної експлуатації насоса живильної води суднового утилізаційного котла

Перед пуском відцентрових насосів усмоктувальний трубопровід і внутрішню порожнину корпуса насоса слід залити рідиною, що перекачується. Існує кілька способів заливання відцентрових насосів: з напірного трубопроводу, шляхом відсмоктування повітря вакуум-насосом.

Необхідно переконатися в наявності рідини в корпусі насоса перед його запуском. При експлуатації насоса без рідини механічне або набивне ущільнення руйнуються протягом однієї хвилини роботи. Необхідно стравити повітря з лінії усмоктування й заповнити лінію водою. Експлуатація насоса при недостатньому заливанні може привести до ушкодження механічного ущільнення через перегрів або руйнування внаслідок биття між обертовими й нерухливими частинами. Забороняється експлуатація насоса при закритій засувці лінії усмоктування.

Під час роботи насоса необхідно:

1) спостерігати за тим, щоб мастильні кільця вільно оберталися на валу, а температура підшипників не перевищувала зазначеної в паспорті насоса (60-70 С°);

2) підтримувати рівень масла в підшипниках періодично додаючи мастило через рекомендований термін часу (звичайно 6000 годин роботи)

3 РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)

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

Навантаження генераторів суднової електростанції характеризується сумарною потужністю споживачів з урахування втрат в кабельних лініях електропередачі. Сучасні судна насичені різноманітними електрифікованими механізмами і пристроями, кількість і установча потужність яких пов'язані з типом силової установки, призначенням, водотоннажністю і іншими особливостями судна. Потужність, споживана приймачами електроенергії, залежить від інтенсивності їх використання в різних режимах експлуатації судна. Завдяки ряду імовірнісних факторів, навантаження СЕЕС має імовірнісний характер, що враховується при проектуванні СЕЕС по режимам роботи судна. Визначення складу і потужності основного джерела електричної енергії (головних генераторів) проводиться табличним методом з урахування наступних режимів судна:[20]

- 1) Ходовий режим
- 2) Маневровий режим
- 3) Стоянковий режим
- 4) Аварійний режим

Результати розрахунків, зведені в таблицю навантажень, дозволяють вибрати кількість і потужність електрогенераторів для кожного режиму.

Для розрахунку потужності СЕЕС необхідно знати всі приймачі електроенергії, встановлені на даному судні, з поділом їх на групи, назви яких відповідають наступній класифікації суднового устаткування:

- 1) Механізми МКО;
- 2) Механізми суднових систем;
- 3) Вантажні, шлюпочні, трапові пристрої;

- 4) Механізми холодильної і кліматичної утановки;
- 5) Вентилятори;
- 6) Обладнання камбузу і майстерень;
- 7) Пристрої управління і сигналізації;
- 8) Рульова машина й швартові механізми.

Палубні механізми і пристрої призначені для виконання якірних, швартовних, вантажних, буксирних, рятувальних, рульових і інших операцій. Якірно-швартовні операції виконують за допомогою шпилів, брашпилів і швартових лебідок.

Буксирувальні і подібні до них операції виконують за допомогою лебідок, вантажні – за допомогою кранів і лебідок, кермові – за допомогою рульових і підрулюючих пристроїв.

Загально-суднові системи служать для переміщення рідин, повітря і газів, тобто для нормального функціонування судна, збереження вантажу і забезпечення безпеки плавання. Зазвичай на судах передбачені системи водопостачання, загально-суднова і трюмова вентиляції, баластні, протипожежні, осушення та інші. Робота цих систем здійснюється із застосуванням насосів, вентиляторів та інших пристроїв.

Система суднової силової установки призначена для забезпечення роботи головного суднового двигуна (дизелів, турбін), а також дизель-генераторів і турбогенераторів СЕЕС. До них відносяться паливна, масляна, водяна системи, а також система стисненого повітря і вентиляції машинно котельних відділень. Робота цих систем здійснюється за допомогою насосів, сепараторів, компресорів та вентиляторів.

Сучасні судна мають, як правило, багатоцільові засоби внутрішнього і зовнішнього зв'язку, навігації і судноводіння. До них відносяться телефонний зв'язок, радіотрансляція, ехолот, гірокомпас, сигнальні вогні та інші.

В якості побутового електрообладнання, на судах використовують камбузні плити, електрохолодильники, кип'ятильники, м'ясорубки та інші.

По кожному споживачу електроенергії в табличній формі задається кількість споживачів (як сума робочих і резервних), приводного електродвигуна, потужність механізму (кВт), коефіцієнт корисної дії (ККД механізму).

Перед вибором генераторів необхідно розрахувати сумарну споживану потужність кожного з режиму, а також середньозважений $\cos\varphi$. Розглянемо приклад заповнення таблиці одного зі споживачів (Насос заборотної води охолодження ГД).

Одинична встановлена потужність споживача:[26]

$$P_{н.п} = \frac{P_m}{\eta} \cdot 1,1 = \frac{55}{0,93} \cdot 1,1 = 65 \text{ кВт} \quad (3.1)$$

Сумарна потужність споживача:[26]

$$P_{н.п.с} = \frac{P_m}{\eta} \cdot 1,1 \cdot n = \frac{55}{0,93} \cdot 1,1 \cdot 2 = 130,1 \text{ кВт} \quad (3.2)$$

Далі заповнюють коефіцієнти одночасності K_0 , завантаження K_3 та відкоригованого коефіцієнта корисної дії (ККД) і коефіцієнта потужності $\cos\varphi$ для режиму.

Коефіцієнт одночасності приймача (K_0) - це показник роботи декількох пристроїв. Якщо кількість однойменних споживачів дорівнює одиниці, і воно використовується в даному режимі, то відповідно він дорівнює 1. Якщо кількість однойменних споживачів дорівнює двом, а використовується тільки один, то в такому випадку коефіцієнт одночасності дорівнює 0,5.

Коефіцієнтом завантаження приймача (K_3) називається відношення його фактичної споживаної потужності в даному режимі до номінальної споживаної потужності.

Досвід показує, що значення (K_3) електродвигунів вентиляторів, насосів і компресорів знаходиться в межах 0,8-0,9, так як потужність їх двигунів завжди вибирається з деяким запасом.

Завантаження рульового пристрою залежить від стану моря, швидкості судна і швидкості перекладки керма. Потужність рульового електроприводу вибирається по найбільш важкому режиму роботи. Тому коефіцієнт завантаження рульового електроприводу, як правило, слід приймати 0,6 - 0,9.

Завантаження шпилів і брашпилів залежить від глибини стоянки, стану моря і сили вітру. Потужність їх електроприводів вибирається по найбільш важких умов роботи. Тому коефіцієнт завантаження шпилів і брашпилів зазвичай приймають 0,7-0,9.

Завантаження буксирних лебідок залежить від стану моря і виду буксиру об'єкта. Коефіцієнт завантаження таких лебідок слід приймати 0,6-0,9.

Завантаження камбузного обладнання залежить від чисельності пасажирів та екіпажу судна. Ця чисельність істотно змінюється в режимі стоянки судна в порівнянні з усіма іншими режимами. Тому коефіцієнт завантаження камбузного обладнання в режимі стоянки слід приймати 0,4-0,6, в інших режимах - близьким до 1.

Потужність протипожежних і осушувальних засобів вибирається з аварійного режиму роботи судна. В інших режимах ці засоби можуть працювати з коефіцієнтом завантаження 0,6-0,9.

Для освітлення і подібних приймачів $(K_3) = 1$

Для знаходження значень ККД і коефіцієнта потужності $\cos\varphi$ режимів користуються універсальними кривими залежностей $\eta = f(K_3)$ та $\cos\varphi = f(K_3)$, за якими можна встановити наступне: якщо K_3 змінюється в межах 0,6-1, то кожне зменшення K_3 на 0,1 призводить до зниження ККД на 0,03, а $\cos\varphi$ - на 0,04. Ця закономірність дозволяє відкоригувати значення ККД і коефіцієнта потужності у всіх режимах роботи судна для кожного механізму.

Після знаходження даних коефіцієнтів, розраховують активну, реактивну та повну потужності споживача.

Активна потужність споживача:[26]

$$P = P_{н.п} \cdot K_3 \cdot K_0 \cdot n = 65,1 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 2 = 57,25 \text{ кВт} \quad (3.3)$$

Реактивна потужність споживача:

$$Q = P \cdot \operatorname{tg}\varphi = 57,25 \cdot \operatorname{tg}(\arccos 0,87) = 57,25 \cdot 0,561 = 32,14 \text{ кВАр} \quad (3.4)$$

Повна потужність споживача:[26]

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{57,25^2 + 32,14^2} = \sqrt{4310,5421} = 65,65 \text{ кВА} \quad (3.5)$$

Таким чином заповнюють усю таблицю, усіх режимів.

Потрібно відзначити, що в таблиці є дві категорії споживачів, які розрізняються за тривалістю включення на: безперервно працюючі (БП) і періодично працюючі (ПП). Періодично працюючі споживачі - це споживачі, сумарний час роботи яких коливається в межах 15-70% тривалості розглянутого режиму. Постійно працюючими вважаються споживачі, які працюють більше 70% часу даного режиму.

Якщо споживач не працює в даному режимі, то в рядку цього режиму ставляться нулі.

Знизу таблиці проводиться підсумовування активної, реактивної і повної навантажень всіх споживачів. Спочатку вважаються сумарне навантаження БП приймачів і сумарне навантаження ПП приймачів. Потім ці рядки складаються. Далі необхідно порахувати сумарне навантаження з урахуванням коефіцієнта різночасності, який враховує відмінність графіків роботи приймачів електроенергії та ймовірність спільної їх роботи в даному режимі, а також з урахуванням втрат у мережі.

Далі визначається значення коефіцієнта різночасності ($K_{рч}$) що враховує відмінність графіків роботи приймачів електроенергії та ймовірність спільної роботи приймачів електроенергії та ймовірність спільної їх роботи в даному експлуатаційному режимі, в залежності від співвідношення потужності безперервно і періодично працюють приймачів, а саме:

при $P_{бп} > P_{пп}$ $K_{рч} = 1,0 - 0,8$

при $P_{бп} = P_{пп}$ $K_{рч} = 0,8 - 0,7$

при $P_{бп} < P_{пп}$ $K_{рч} = 0,7 - 0,6$.

У нашому випадку, для ходового режиму, коефіцієнт різночасності дорівнює 0,8.

K_v - коефіцієнт, що враховує втрату потужності в мережі приймаємо рівним 1,05.

На цьому складання таблиці навантаження закінчено.

Вибір кількості, потужності і типу основних та аварійних генераторних агрегатів СЕЕС

Перед вибором генераторів, наведемо таблиці загального навантаження для всіх режимів, а також розрахуємо середньозважений $\cos\varphi$:

Таблиця 3.1 – Активна, реактивна та повна потужність ходового режиму

ХОДОВИЙ РЕЖИМ			
	Активна потужність, кВт	Реактивна потужність, кВАр	Повна потужність, кВА
Сумарна споживана потужність	3518	2271	4202
Сумарна споживана потужність з графіком роботи БР(безперервний)	3440	2032	3754
Сумарна споживана потужність з графіком роботи ПР (періодичний)	378	239	447
Сумарна споживана потужність з урахуванням коефіцієнта різночасності режиму $K_{рч}=0,8$ і втратами в мережі ($K_v=1,05$)	2955	1908	3529

Середньозважений $\cos\varphi$ для ходового режиму розрахуємо за формулою:[26]

$$\cos\varphi_{х.р} = \frac{P_{акт}}{S} = \frac{2955}{3529} = 0,84 > 0,8 \quad (3.6)$$

Таблиця 3.2 – Активна, реактивна та повна потужність маневрового режиму

МАНЕВРОВИЙ РЕЖИМ			
	Активна потужність, кВт	Реактивна потужність, кВАр	Повна потужність, кВА
Сумарна споживана потужність	5128	3174	6048
Сумарна споживана потужність з графіком роботи БР(безперервний)	4734	2925	5581

Сумарна споживана потужність з графіком роботи ПР (періодичний)	394	249	466
Сумарна споживана потужність з урахуванням коефіцієнта різночасності режиму $K_{рч}=0,9$ і втратами в мережі ($K_v=1,05$)	4846	2999	5715

Кінець таблиці 3.2

Середньозважений $\cos\varphi$ для маневрового режиму розрахуємо за формулою:

$$\cos\varphi_{м.р} = \frac{P_{акт}}{S} = \frac{4846}{5715} = 0,85 > 0,8 \quad (3.7)$$

Таблиця 3.3 – Активна, реактивна та повна потужність стоянкового режиму

СТОЯНКОВИЙ РЕЖИМ			
	Активна потужність, кВт	Реактивна потужність, кВАр	Повна потужність, кВА
Сумарна споживана потужність	1793	1025	2077
Сумарна споживана потужність з графіком роботи БР(безперервний)	1396	776	1608
Сумарна споживана потужність з графіком роботи ПР (періодичний)	397	249	469
Сумарна споживана потужність з урахуванням коефіцієнта різночасності режиму $K_{рч}=0,75$ і втратами в мережі ($K_v=1,05$)	1412	807	1635

Середньозважений $\cos\varphi$ для стоянкового режиму розрахуємо за формулою:

$$\cos\varphi_{с.р} = \frac{P_{акт}}{S} = \frac{1412}{1635} = 0,86 > 0,8 \quad (3.8)$$

Таблиця 3.4 – Активна, реактивна та повна потужність аварійного режиму

АВАРІЙНИЙ РЕЖИМ			
	Активна	Реактивна	Повна

	потужність, кВт	потужність, кВАр	потужність, кВА
Сумарна споживана потужність	347	192	397
Сумарна споживана потужність з графіком роботи БР(безперервний)	155	76	173
Сумарна споживана потужність з графіком роботи ПР (періодичний)	192	116	224
Сумарна споживана потужність з урахуванням коефіцієнта різночасності режиму $K_{рч}=1$ і втратами в мережі ($K_v=1,05$)	215	115	244

Кінець таблиці 3.4

Середньозважений $\cos\varphi$ для аварійного режиму розрахуємо за формулою:

$$\cos\varphi_{a.p} = \frac{P_{акт}}{S} = \frac{215}{244} = 0,88 > 0,8 \quad (3.9)$$

Так як $\cos\varphi_{ср} > 0,8$, то вибір генераторів проводиться по активної потужності $P_{акт}$.

Складемо таблицю для активної потужності всіх режимів, з наведенням кількості працюючих генераторів із врахуванням навантаження суднової СЕЕС:

Таблиця 3.5 – Режими роботи судової електроенергетичної системи.

Режим роботи СЕС	Активна потужність	Кількість генераторів
Ходовий	2955	2 (головних)
Маневровий	4846	3(головних)
Стоянка з вантаж опер	1412	1 (головних)
Аварійний	215	1(аварійний)

На основі отриманих даних виберемо 4 основних СДГ фірми HYUNDAI типу HFJ7 716-84K.[8]

Таблиця 3.6 – Основні технічні характеристики генератора фірми HYUNDAI типу HFJ7 716-84K

Клас ізоляції	F
Тип збудження	Самозбуджуючийся, безщітковий
Тип	HFJ7 716-84K
Потужність	2250 кВт (3000 кВА)
Номінальний $\cos\varphi$	0,75
Кількість фаз	3
Напруга	~ 450 В
Струм	3849 А
Частота	60 Гц
Кількість полюсів	8
Кількість оборотів	900 об/хв.
Охолодження	Воздушне
Система збудження	TAIYO

Для аварійного режиму виберемо один генератор фірми HYUNDAI типу HFC7-356-4. [8]

Таблиця 3.7 – Основні технічні характеристики аварійного дизель-генератора

Тип генератора	HFC7-356-4
Потужність	560кВА (448кВт)
Кількість фаз	3
Напруга	~ 450 В
Струм статора	718
Частота	60 Гц
Кількість оборотів	1800 об/хв

Коефіцієнт потужності	0,8
Клас ізоляції	F
Степінь захисту	IP23

Кінець таблиці 3.7

SPECIFICATION OF GENERATOR

DATA : 2010.07.17

DATA : 2016.07.11

USE	DIESEL ENGINE GENERATOR	QUANTITY / SHIP	4 SETS / SHIP	
TYPE OF ENCLOSURE	IP 44	APPLIED CLASS	DNV	
COOLING SYSTEM	AIR TO WATER	AMBIENT TEMP.	45 ℃	
EXCITING SYSTEM	SELF EXCITING BRUSHLESS	INSULATION CLASS	F	
STRUCTURE OF ROTOR	CYLINDRICAL ROTOR	TEMPERATURE RISE	F	
COUPLING METHOD	DISK COUPLING TYPE	APPLIED UNIT	METRIC	
SPECIFICATION		BEARING		
TYPE	HFJ7 716-84K	TYPE OF BEARING	SLEEVE BEARING	
OUTPUT CAPACITY	3000.0 kVA	LOCATION	-	NON DRIVE END
RATING	CONTINUOUS	SIZE	-	Φ150 x L180
PHASES, WIRE, CONN.	3PH, 3W, Y (DAMPER WINDING)	OIL QUANTITY	-	5.5 LITER
VOLTAGE	AC 450 V	LUB. SYSTEM	-	SELF LUB.
CURRENT	3849 A	KIND OF OIL	-	ISO VG 68
FREQUENCY	60 Hz	INLET PRESSURE	-	-
POLES	8 POLE	INLET TEMP.	-	-
SPEED	900 RPM	AIR COOLER		
POWER FACTOR	0.75 LAGGING	CAPACITY	150 kW	
GD ² / J	1443.2 Kg.m ² / 360.8 Kg.m ²	FULID	FRESH WATER	
ROTOR WEIGHT	4541 kg	QUANTITY	37 m ³ /h	
TOTAL WEIGHT	11 ton	INLET TEMP.	36 ℃	
CHARACTERISTICS		TEMP. RISE	4 ℃	
OVER CURRENT	REFER TO I.T.P	PRESSURE DROP	- kg/cm ³	
VARIATION OF GENERATOR VOLTAGE	± 2.5%	DRY WEIGHT	600	
OVER SPEED	120 % / 2 min	DETECTING SYSTEM		
VOLTAGE ADJUST	± 5.0%	WINDING TEMP.	PT100 OHM x 2 EA/PHASE	
MOUNTING METHOD	B5 / B20	BEARING TEMP.	ROD TYPE	
REACTANCE & TIME CONSTANT (calculated value)		COOLING AIR TEMP.	PT100 OHM	
		LEAKAGE DETECTOR	N/C CONTACT : 2 EA/ST	
Xd : 345% (UNSATURATED)	T'd : 0.1486 SEC.	CONFIRMED ITEM BY OWNER		
X'd : 24.1% (SATURATED)	T'd : 0.0071 SEC.	* LOCATION OF TERMINAL BOX. (VIEWED FROM PRIME MOVER)		ALL LEFT SIDE 
X''d : 14.5% (SATURATED)	Ta : 0.0458 SEC.			
RA : 0.82%		* CABLE ENTRY		ALL TOP SIDE 

Рисунок 3.1 – Характеристики СДГ

3.2 Вибір акумуляторів та перетворювачів енергії

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

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

На кожному судні встановлюють, як правило, декілька акумуляторних батарей різного типу і призначення, наприклад, лужну – в якості аварійного джерела електроенергії та кислотну – для стартерного пуску дизель-генераторів і живлення їх систем сигналізації і управління, декілька лужних батарей – для резервного живлення радіостанцій, авральної і протипожежної сигналізації, службового телефонного зв'язку і т.п.[15]

Значення напруги акумуляторних батарей визначаються напругою приймачів, які отримують від них електроенергію. Більшість батарей мають напругу 6, 12, 24 В. Батарея короткочасного аварійного живлення, встановлена додатково до аварійного дизель-генератора, зазвичай має напругу 220 В (рівно напрузі електромережі аварійного освітлення і ходових сигнально-відмітних вогнів).[16]

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

Спільна установка лужних і кислотних АБ неприпустима.

Акумулятори розміщують на стелажах, їх надійно закріплюють.

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

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

Через акумуляторні приміщення не прокладають транзитні кабелі і трубопроводи, в них встановлюють вибухобезпечні світильники з винесеними назовні вимикачами.[16]

При зниженні температури нижче 5° приміщення опалюють паровими грілками. Установка електричних грілок заборонена.

Таблиця 3.8 – Вихідні дані для вибору акумуляторної батареї

Приймач елктроенергії	Споживна потужність, кВт	Час роботи, г	Споживний струм, А	Ємність, А*г
1	2	3	4	5
Освітлення МВ	44	3	200	600
Велике аварійне освітлення	9	3	41	123
Електронавігаційне обладнання	14	3	63	189

Сумарне значення ємності, необхідної для роботи приймачів[11]

$$C_{o.п.} = C_1 + C_2 + C_3 = 600+123+189=912 \text{ А*г} \quad (3.10)$$

Середнє значення струму розрядки акумуляторної батареї

$$I_{p.б.} = C_{o.п.}/t_p = 912/3 = 304 \text{ А} \quad (3.11)$$

Струм розрядки

$$I_{p.a.} = I_{p.б.}/n = 304/4 = 76 \text{ А} \quad (3.12)$$

n-кількість паралельно з'єднаних акумуляторних батарей

Ємність дорівнює

$$C_{н.а.} = C_{o.п.}/n \cdot k = 912/4 \cdot 0,9 = 253 \text{ А*г} \quad (3.13)$$

k_1 - коефіцієнт, який враховує зниження ємності від краточасних струмів розрядки

Виходячи із розрахунку обираємо акумуляторні батареї фірми Lifeline GPL-5CT-12V AGM Battery.

Кожна група батарей буде складатися з 2-х акумуляторів для отримання 24 В напруги. Вибір перетворювачів залежить від призначення, вхідних та вихідних параметрів та схеми використання їх у даному електротехнічному комплексі і зроблений на індивідуальних для кожного випадка методиках.

3.3 Вибір раціональної структури суднової електроенергетичної системи і розробка однолінійної схеми головного, аварійного розподільних щитів

Передача електроенергії від ГРЩ до споживачів здійснюється за допомогою електричних мереж. На борту судна застосована фідерна система розподілу електроенергії. Найбільш відповідальні і потужні споживачі отримують живлення безпосередньо від ГРЩ, а менш відповідальні від групових розподільних пристроїв, які живляться від ГРЩ.

Для розподілу електроенергії і контролю роботи генераторів на судні встановлені:

- У ЦПУ – головний розподільний щит (ГРЩ);
- У приміщенні АДГ – аварійний розподільний щит (АРЩ).

Розподіл електроенергії напругою 440 В і 220 В за своїми споживачами проводиться при:

- Тривалої одиночної роботи кожного генератора на загальні шини секцій 440 В;
- Тривалої паралельної роботи генераторів на загальні шини секцій 440 В;
- Тривалої розподільної роботи чотирьох генераторів на свої секції шин.

Розподіл електроенергії від АРЩ напругою 440 В та 220 В відповідно Правилам Регістру. З секції АРЩ 440 В отримують живлення наступні споживачі:

- 1) Рульова машина головний привод №2;
- 2) Рульова машина аварійний привод №2;
- 3) Допоміжний цирк. насос заборотної води;
- 4) Аварійний компресор пуск. повітря;
- 5) Ліфт;
- 6) Судновий тифон;
- 7) Зар. пристрій для ак. батарей запуску АДГ;
- 8) Аварійний пожежний насос;
- 9) Два трансформатори 440/220 В;
- 10) Трансформатор 450/27 В.

З секції 220 В отримують живлення такі споживачі:

- 1) Навігаційне обладнання;
- 2) Сигнальні і відмінні вогні;
- 3) Пожежна та авральна сигналізація;
- 4) Велике аварійне освітлення;
- 5) Зарядні пристрої для ак. батарей шлюпок;
- 6) Схеми автоматики систем.

Секція АРЩ 220 В отримує живлення через два трансформатори 150 кВт кожний.

З секції ГРЩ 440 В отримують живлення наступні споживачі:

- 1) Баласний насос №1;
- 2) Компресор пускового повітря №1;
- 3) Пожежний насос;
- 4) Брашпиль №1;
- 5) Брашпиль №3;
- 6) Кормова лебідка №1;
- 7) Нагнітач повітря ГД №1;
- 8) Провізіонная реф. установка;
- 9) Рульова машина №1;
- 10) Баластний насос №2;
- 11) Пожежний насос №2;
- 12) Компресор пуск. повітря №2;
- 13) Топковий пристрій котла;
- 14) Брашпиль №2;
- 15) Кормова лебідка №2;
- 16) Нагнітач повітря ГД №2.

З секції ГРЩ 220 В отримують живлення такі споживачі:

- 1) Навігаційне обладнання;
- 2) Навігаційні вогні;

- 3) РЩ №13;
- 4) РЩ №14;
- 5) РЩ №15;
- 6) РЩ №16;
- 7) РЩ №17.

Секція 220 ГРЩ отримує живлення через два трансформатора потужністю 220 кВт кожний.

При цьому кожен фідер, що живить РЩ або окремих споживачів, підключається до ГРЩ або до АРЩ через відповідну комутаційно-захисну апаратуру (автоматичні вимикачі), які виносяться на розподільчі панелі ГРЩ і АРЩ.

Схемою передбачено також живлення споживачів від берегових джерел електроенергії через щит живлення з берега (ЩБП).

На схемі прийнята наступна нумерація і позначення споживачів електроенергії:

РЩ №1:

1.1 – Механізми машинного відділення

РЩ №2:

2.1 – Сепараторне приміщення

РЩ №3:

3.1 – Сепараторне приміщення

РЩ №4:

4.1 – Механізми машинного відділення

РЩ №5:

5.1 – Механізми машинного відділення

РЩ №6:

6.1 – Вентилятори

РЩ №7:

7.1 – Палубні механізми

РЩ №8:

8.1 – Механізми які розташовані на баку

РЩ №9:

9.1 – Реф. контейнери

РЩ №10:

10.1 – Вентиляція МВ

РЩ №11:

11.1 – Обладнання камбузу

РЩ №12:

12.1 – Реф. контейнери

РЩ №13(220 В):

13.1 – Зовнішнє освітлення

РЩ №14 (220В):

14.1 – Обладнання камбуза та пральні

РЩ №15 (220В):

15.1 – Освітлення МВ

РЩ №16(220В):

16.1–Підшкиперська

РЩ №17(220В):

17.1-Освітлення в каютах

3.4 Розрахунок струмів короткого замикання, вибір генераторних автоматів

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

Велику небезпеку для СЕЕС і всіх елементів електроустаткування представляє ненормальний режим, викликаний коротким замиканням в будь-якій точці системи. Коротке замикання може мати місце при порушенні ізоляції між

струмопровідними частинами будь-якого електротехнічного пристрою внаслідок її старіння або механічного пошкодження, при обриві проводу (жили) однієї полярності і замикання його на провід іншої полярності, при скупченні струмопровідної рідини між проводами (деталлями) різної полярності і т.п.

Точка короткого замикання, яка характеризується нульовим значенням опору, утворює в системі окрему електричну мережу, по якій протікає струм короткого замикання (КЗ). Значення струму КЗ обмежується тільки внутрішнім опором джерела і опором струмопроводів (шин, кабелів, комутаційних апаратів) і може в сотні разів перевищувати номінальне значення струмів елементів, які складають електричну мережу короткого замикання.[20]

Генераторні автомати призначені для захисту від перевантажень, струмів короткого замикання, мінімальної напруги, зворотного струму або потужності. При перевантаженні 10...50% номінального струму слід вимикати генератор з витримкою часу. При перевантаженні струмом 150% номінального рекомендована витримка часу не повинна перевищувати 2 хвилини. Захист від мінімальної напруги повинен де допускати підключення генератора до шин, доки його напруга не встановиться і не досягне 80% номінального значення, а також відключати генератори при зниженні напруги на їх шинах. При чому на відключення захист повинен працювати з витримкою часу, а при спробах підключити генератор до шин до досягнення вказаного вище мінімального значення – миттєво.[20]

Складаємо розрахункову схему для визначення струму КЗ при короткому замиканні на шинах ГРЩ. Передбачається КЗ на шинах ГРЩ у маневреному режимі роботи станції, тобто режимі коли працюють три генератори.

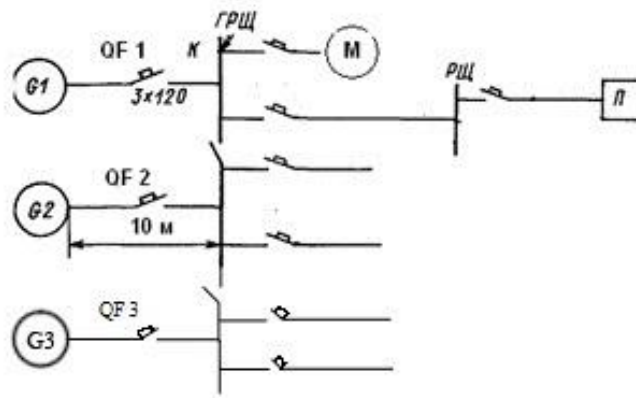


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема для визначення струму КЗ

Виходячи з номінального струму генератора рівного 3849 А в якості кабелю, з'єднуючого ГРЩ із генератором, вибираємо чотири паралельно прокладені спеціальні високовольтні кабелі кабель марки **MPRXCX** перетином $4 \times 3 \times 120 \text{ мм}^2$. Активний перетин кабелю $r_c = 0,000126 \text{ Ом/м}$, реактивне $x_c = 0,000089 \text{ Ом/м}$. Розрахункову довжину кабелю приймаємо рівної 40 м.

Приймаємо активний опір автомата рівним $r_{ав} = 0,0002 \text{ Ом}$, реактивне $x_{ав} = 0,0001 \text{ Ом}$.

Таблиця 3.9 – Основні характеристики генератора для розрахунку токів КЗ

Потужність	3000кВА (2250кВт)
Напруга	~ 450 В
Частота	60 Гц
Струм	3849 А
X_d	3,45
X'_d	0,241
X''_d	0,145
r_a	0,0082 Ом

Базисну потужність приймаємо рівною сумі потужності генераторів. Базисну напругу - рівній номінальному значенню напруги генераторів (на шинах ГРЩ):[26]

$$S_6 = 3 \cdot 3000 = 9000 \text{ кВА} \quad (3.14)$$

$$U_6 = 450 \text{ В}$$

Базисний струм розрахуємо за формулою:[26]

$$I_6 = \frac{S_6 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_6} = \frac{9000 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 450} = 7698 \text{ А} \quad (3.15)$$

Визначимо значення опорів обмоток статора генератора:

Активний опір дорівнює:[26]

$$r_1 = r_2 = r_a \frac{S_6 \cdot 1000}{U_6^2} = 0,0082 \cdot \frac{9000 \cdot 1000}{202500} = 0,243 \text{ Ом} \quad (3.16)$$

Реактивний опір дорівнює:[26]

$$X_1 = X_d'' \cdot \frac{S_6}{S} = 0,145 \cdot \frac{9000}{3000} = 0,290 \text{ Ом} \quad (3.17)$$

Визначаємо значення опорів кабелів

- активні:

$$r_k = r_c \cdot \frac{l}{N} = 0,000126 \cdot \frac{40}{2} = 0,0252 \text{ Ом} \quad (3.18)$$

- реактивні:

$$X_k = X_D' \cdot \frac{S_6}{S_1} = 0,241 \cdot \frac{9000}{3000} = 0,482 \text{ Ом} \quad (3.19)$$

Визначаємо опір кабелів і вимикачів:

$$r_4 = r_3 = (r_k + r_{ab}) \cdot \frac{S_6}{U_6^2} = (0,0252 + 0,0002) \cdot \frac{9000}{450 \cdot 450} = 0,0116 \text{ Ом} \quad (3.20)$$

$$X_4 = X_3 = (X_k + X_{ab}) \cdot \frac{S_6}{U_6^2} = (0,482 + 0,0001) \cdot \frac{9000}{450 \cdot 450} = 0,014 \text{ Ом} \quad (3.21)$$

Загальний опір генераторних гілок[26]

Активний

$$r_6 = r_5 = r_1 + r_3 = 0,243 + 0,0116 = 0,2546 \text{ Ом} \quad (3.22)$$

Реактивний

$$X_6 = X_5 = X_1 + X_3 = 0,29 + 0,014 = 0,304 \text{ Ом} \quad (3.23)$$

Для визначення еквівалентного опору двох генераторних гілок скористаємося комплексною формою їх вираження:

$$Z_5 = Z_6 = r_5 + jX_5 = 0,2546 + j0,304 \quad (3.24)$$

$$Z_7 = \frac{Z_5 * Z_6}{Z_5 + Z_6} \quad (3.25)$$

$$Z_7 = \frac{(r_5 + jX_5) * (r_5 + jX_5)}{(r_5 + jX_5) + (r_5 + jX_5)} = 0,061 + j0,143 \text{ Ом}$$

$$r_7 = 0,061 \text{ Ом}; X_7 = 0,143 \text{ Ом}$$

$$Z_7 = \sqrt{r_7^2 + X_7^2} = \sqrt{0,061^2 + 0,143^2} = 0,143 \text{ Ом} \quad (3.26)$$

Отримані опори r_7 , X_7 , Z_7 є результуючими при короткому замиканні на шинах ГРЩ. По розрахункових кривих відповідно $Z_7 = 0,143 \text{ Ом}$ визначаємо : $I_0 = 6$; $I_{0,0.1} = 5,2$; $I_{0,25} = 3,4$; $I_\infty = 3,7$. [26] Відношенню $\frac{X_7}{r_7} = \frac{0,143}{0,061} = 2,3$

відповідає ударний коефіцієнт $K_{уд} = 1,3$. Ударний струм генератора розраховується по формулі:

$$i_{уд.г} = \sqrt{2} * I_6 * (I_{0,01} + I_0 * (K_{уд} - 1)) = \sqrt{2} * 7698 * (5,2 + 6 * (1,3 - 1)) = 75160 \text{ А} \quad (3.27)$$

Дійсне значення струму еквівалентного електродвигуна $I_d = (0,9 - 0)/0,266 = 3,4$

Ударний струм підживлення еквівалентного електродвигуна при цьому буде дорівнювати:

$$i_{уд.д} = \sqrt{2} * I_6 * I_d = \sqrt{2} * 6415 * 3,4 = 30845 \text{ А} \quad (3.28)$$

Величина сумарного ударного струму короткого замикання на шинах ГРЩ буде наступною:

$$i_{уд.грщ} = i_{уд.г} + i_{уд.д} = 75160 + 30845 = 106005 \text{ А} \quad (3.29)$$

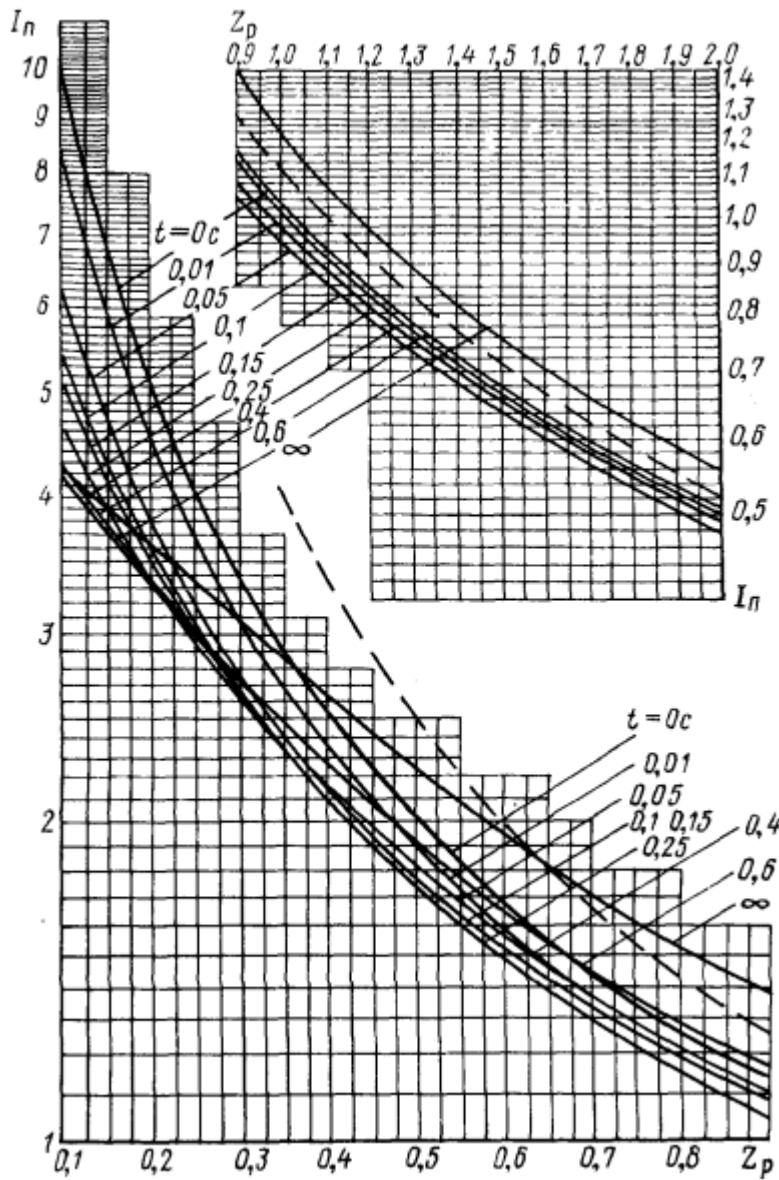


Рисунок 3.3 – Розрахункові криві струму короткого замикання

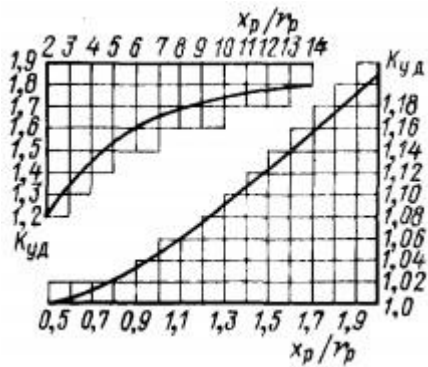


Рисунок 3.4 – Графік кривих змінення ударного коефіцієнту k_y

Вибір генераторних автоматів

На підставі номінального струму в якості генераторного автоматичного вимикача вибираємо селективний автоматичний вимикач фірми SIEMENS типу 15-GMSG-GCB-40-3000-110.[6] Номінальні дані обраного автоматичного вимикача SIEMENS 15-GMSG-GCB-63- 3000-110.

Таблиця 3.10– Номінальні дані автоматичного вимикача SIEMENS

Номінальна напруга, В	450
Номінальний струм, А	3849
Номінальна гранична здатність, що відключає, кА	63
Ударний струм, кА	173
Час замикання, мс	≤ 80

3.5 Вибір апаратів, приладів, приборів ГРЩ

Генераторні агрегати СЕЕС можна класифікувати по наступним признакам: по типу приводного двигуна - (дизель генератор (ДГ), турбогенератор (ТГ), газо-турбогенератор та валов-генератор), за призначенням - (основні, аварійні, резервні), та по роду струму - (постійного або перемінного).

На кожну генераторну панель виносять апарати, прилади та пристрої які захищають генератор, що дозволяють контролювати його роботу, вирівнювати між генераторами активне і реактивне навантаження. На генераторних панелях допускається також розміщення апаратури і вимірювальних приладів ліній, що живлять споживачі, але за умови збереження зручності експлуатації генераторів.

При виборі приладів необхідно враховувати їх нормальне положення (горизонтальні або вертикальні), клас точності, призначення, виконання і межі виміру (шкалу). Шкала амперметрів, ватметрів повинна становити не менше 120-150% номінального значення вимірюваної величини; шкала вольтметрів - не

менше 120° від номінальної напруги. Разом з приладами вибирають відповідні їм додаткові пристрої: трансформатори струму, трансформатори напруги та інші.

Всі електровимірювальні прилади витримують великі короткочасні перевантаження, а саме: один удар десятикратним струмом протягом 5с або дев'ять ударів десятикратним струмом тривалістю по 0,5 з інтервалом в одну хвилину. Тому для приладів не небезпечні пускові струми двигунів, струми КЗ в мережі і т.п.

При розробці схеми ГРЩ необхідно також передбачити ряд трансформаторів струму і напруги для зв'язку електростанції з автоматичними пристроями контролю та захисту (ПКЗ) генераторних агрегатів, які захищають ГА від перевантажень шляхом відключення другорядних споживачів, або на генераторний автомат на останньому щаблі: від зворотної потужності, впливаючи безпосередньо на генераторний автомат: від певних відхилень частоти мережі і напруги і т.і. Такі пристрої на сучасних судах представляють собою електронні блоки, що встановлюються на кожную генераторну секцію окремо.

Також слід відмітити можливість підключення ГРЩ до живлення з берега. Електрозабезпечення в такому разі у 2 рази економніше ніж електроенергія яку виробляє генератор. Такий метод дуже зручний та знаходить широке використання серед усіх суден. Також живлення споживачів з берегу зменшую річні витрати моторесурсу привідних двигунів електростанції. Таку можливість представляє більшість портів.

3.6 Вибір системи збудження синхронних генераторів

Генератори фірми HYUNDAI моделей HFJ7 716-84K є синхронними безщіточними генераторами повністю закритого типу з повітряним охолодженням. Генератори обладнані системою збудження TAIYO з вмонтованим електронним регулятором напруги.[24]

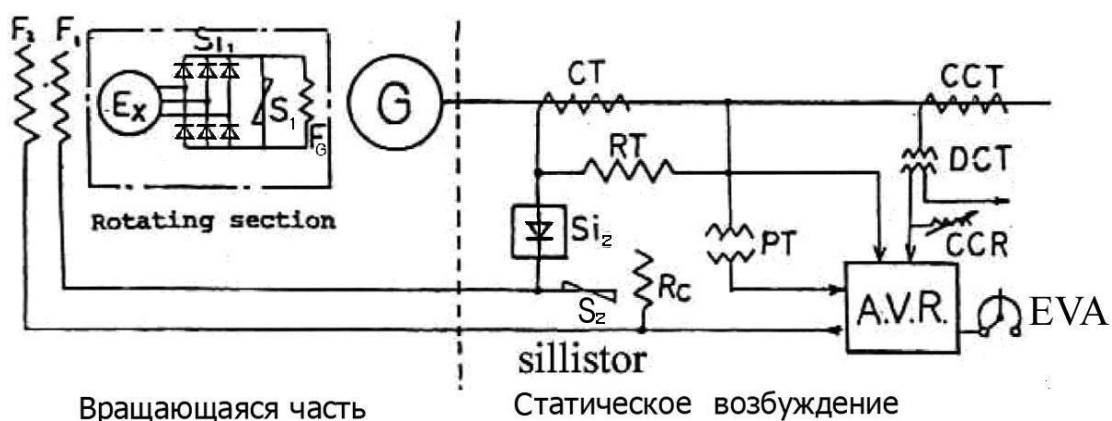


Рисунок 3.5 – Функціональна схема системи збудження:

- 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 рисунка 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 два 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.

Розглянемо принцип дії системи збудження:

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 два окремі обмотки збудження: F1 - основну і F2 - обмотку управління.

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

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

Реактор і трансформатор струму набудовані 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.[24]

Схема АРН (рисунок 3.6) 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.

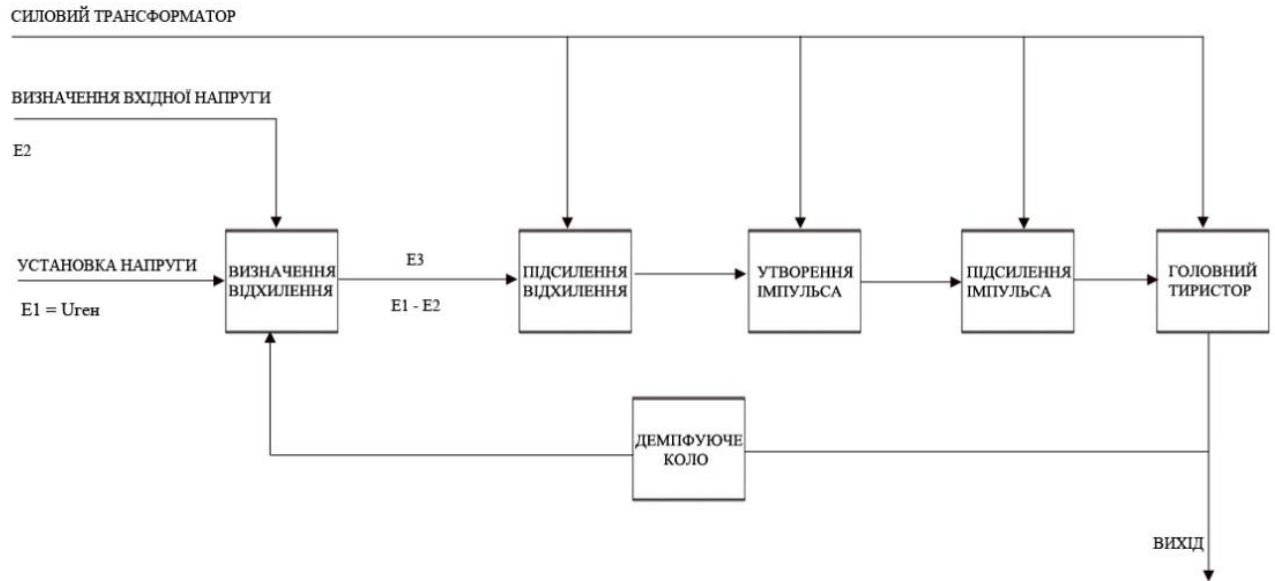


Рисунок 3.6 – Блок-схема АРН

У ланцюзі вимірювання відхилення поступає напруга E_1 , яка пропорційна напрузі генератора EG і яка перетвориться в постійну напругу необхідної величини, і опорна напруга E_2 , яка незалежно від EG , завжди постійна і створює напругу відхилення E_3 : [24]

$$E_3 = E_1 - E_2.$$

Відношення між EG , E_1 , E_2 і E_3 показана на рисунку 3.5.

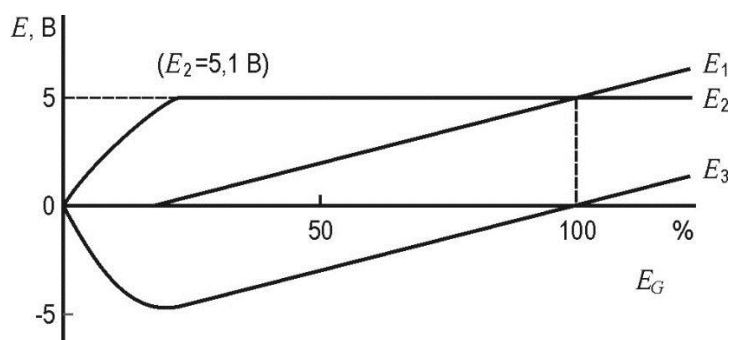


Рисунок 3.7 – Епюри співвідношення напруги

Основні частини (ланцюг посилення величини, що відхилилася, і коливальний контур) складені з гібрида інтегральних схем (ICs). Сигнал відхилення E_3 , посилений операційним підсилювачем, який знаходиться в ланцюгу посилення відхилення, і сигнал відхилення E_3 перетворені в

коливальному контуру в одиночний відрегульований у фазовому відношенні імпульс, як показано на рисунку 1.7.

У підсилювальній схемі одиночний імпульс перетворений в широкий імпульс за допомогою допоміжного тиристора і цей сигнал подається до управляючого електроду головного тиристора, щоб управляти його кутом відкриття.

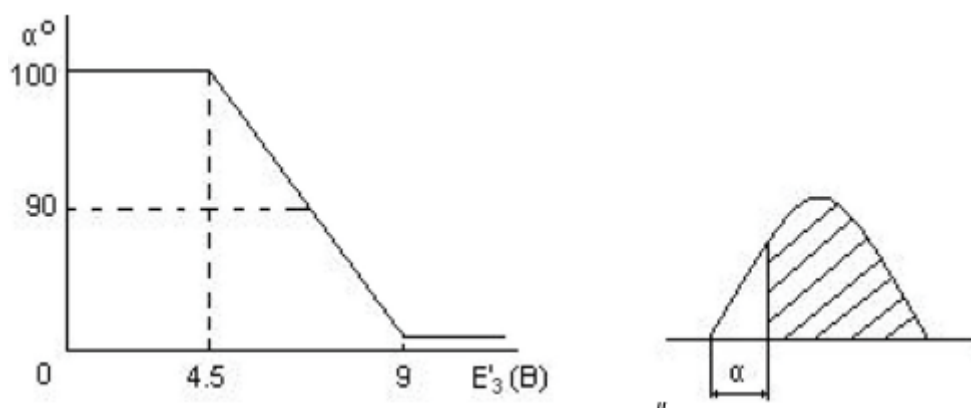


Рисунок 3.8 – Залежність сигналу відхилення $E'3$ від кута відкриття тиристора α

У цьому ланцюзі R — змінний резистор, регулюючий приріст АРН.

Демпфуючий ланцюг запобігає коливанням напруги. Вона реагує на зміну сигналу на виході головного тиристора і працює при різкій зміні навантаження. В цьому ланцюзі $R4$ і $R17$ — демпфуючі регульовані резистори.

Для забезпечення стабільності паралельної роботи генераторів і рівномірного розподілу реактивної потужності, між ними в ЦПР використовуються диференційні струмові трансформатори DCT, які складаються з однієї первинної ССТ і двох вторинних обмоток А і В (А і В з'єднані між собою послідовно і обидві зустрічно обмотці ССТ). DCTs вмикаються тільки при паралельній роботі генераторів, за допомогою АСВ. У цьому випадку, так як вторинні обмотки В1 та В2 з'єднані відповідно, їх струми будуть направлені також відповідно. Струми ж первинних обмоток DCT1 та DCT2 направлені зустрічно, так як їх обмотки з'єднані також зустрічно .[24]

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

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

Розрахунок провалу напруги генератора виконаємо для випадку підключення найбільш потужного асинхронного двигуна подрюля потужністю 1200 кВт.

Таблиця 3.11 – Основні технічні дані дизель-генератора та двигуна

Генератор		Двигун	
Тип	HFJ7 716-84K	Потужність	1200 кВт
Потужність	3000 кВА	ККД	93,7%
Коефіцієнт потужності (cos φ)	0,75	Коефіцієнт потужності (cos φ)	0,9
X`d	0,241 у.о	Кратність струму	6,4
X``d	0,145 у.о	Спосіб запуску	Авто-ТР 70%
		Номінальний струм	217 А
		Напруга	6600 В

Розрахунок провалу напруги виконаємо за рекомендацій фірми HYUNDAI, які описані у каталозі.[26]

$$P_{\text{поч}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{дв}} \cdot I_{\text{н}} \cdot K_{\text{п}} \quad (3.30)$$

де U – напруга двигуна

I_n - номінальний струм

K_p – кратність пускового струму двигуна[26]

$$P_n = \sqrt{3} * 6600 * 217 \cdot 6,4 = 1039 \text{ кВт}$$

Реактивний опір генератора:[25]

$$X''_d = \frac{X'_d + X''_d}{2} = \frac{0,241 + 0,145}{2} = 0,193 \quad (3.31)$$

Для обчислення вихідної реактивної потужності скористаємося формулою:[25]

$$X_L = \frac{S_r}{S_{поч}} = \frac{2400}{1039} = 2,31 \quad (3.32)$$

Провал напруги при пуску споживача рівняється:[26]

$$\Delta U = \frac{X''_d}{X''_d + X_L} \cdot 100 = \frac{0,193 \cdot 100}{0,193 + 2,31} = 7,7\% \quad (3.33)$$

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

Отже провал напруги при запуску електродвигуна складає 7.7% що є допустимим і відповідає вимогам Регістру судноплавства. Система автоматизації яка встановлена на борту не допустить запуск електромоторів якщо до шин ГРЩ не буде підключено достатньо потужності.

3.8 Перевірка кабелю одного з найбільш віддалених електроприводів на втрату напруги

Необхідні дані:

Потужність, яку двигун швартової лебедки використовує з мережі:

$$P_n = \frac{P_{\text{дв}}}{\eta} = \frac{15}{0,8} = 18,3 \text{ кВт.} \quad (3.34)$$

Струм навантаження двигуна:

$$I_n = \frac{P_n \cdot K_3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi} = \frac{18,3 \cdot 0,9 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,88} = 43,1 \text{ А.} \quad (3.35)$$

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

Перевірю кабель на падіння напруги ΔU :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_n \cdot l \cdot \cos \phi}{\gamma \cdot S \cdot U_{ном}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot 43,1 \cdot 170 \cdot 0,88}{46 \cdot 16 \cdot 440} = 1,2\% \leq \Delta U_{доп}. \quad (3.36)$$

Таким чином кабель обраний правильно.

3.9 Вибір засобів автоматизації СЕЕС та алгоритмів управління

Сучасні СЕЕС широко автоматизуються з використанням приладів дистанційного управління, при цьому використовують спеціальний комплекс апаратури. Засоби автоматизації забезпечують виконання найбільш характерних для будь-якої судової електростанції операцій, таких як пуск и зупинка ГА за командою оператора, синхронізація генераторів и включення їх на паралельну роботу, пропорційне розподілення потужності між паралельно працюючими ГА, стабілізація напруги і частоти обертання ГА, вмикання та відмикання резервних ГА при значній зміні навантаження та параметрів СЕЕС и т.д[20]

Для автоматизації управління СЕЕС використовують уніфіковані функціональні блоки, основу яких складають логічні мікропроцесорні пристрої і релейні прилади. На рисунку 3.9 приведена схема автоматизації СЕЕС, яка пояснює призначення і взаємодію таких пристроїв.

БУ – блок управління;

ПО – пристрій автоматичного пуску та зупинки ДГ;

БС – блок сигналізації;

БСГ – блок автоматичної синхронізації генераторів;

БГ - пристрій автоматичної блокування, при відсутності синхронізації;

РП – блок автоматичного регулювання потужності;

ПН – блок автоматичного переключення навантаження;

ВР – блок автоматичного включення резерва;

РГ - блок автоматичного розвантаження генератора;

ПП – блок автоматичного переключення живлення;

Б – акумуляторна батарея;

АВМ – автоматичний вимикач;

ОП – оператор.

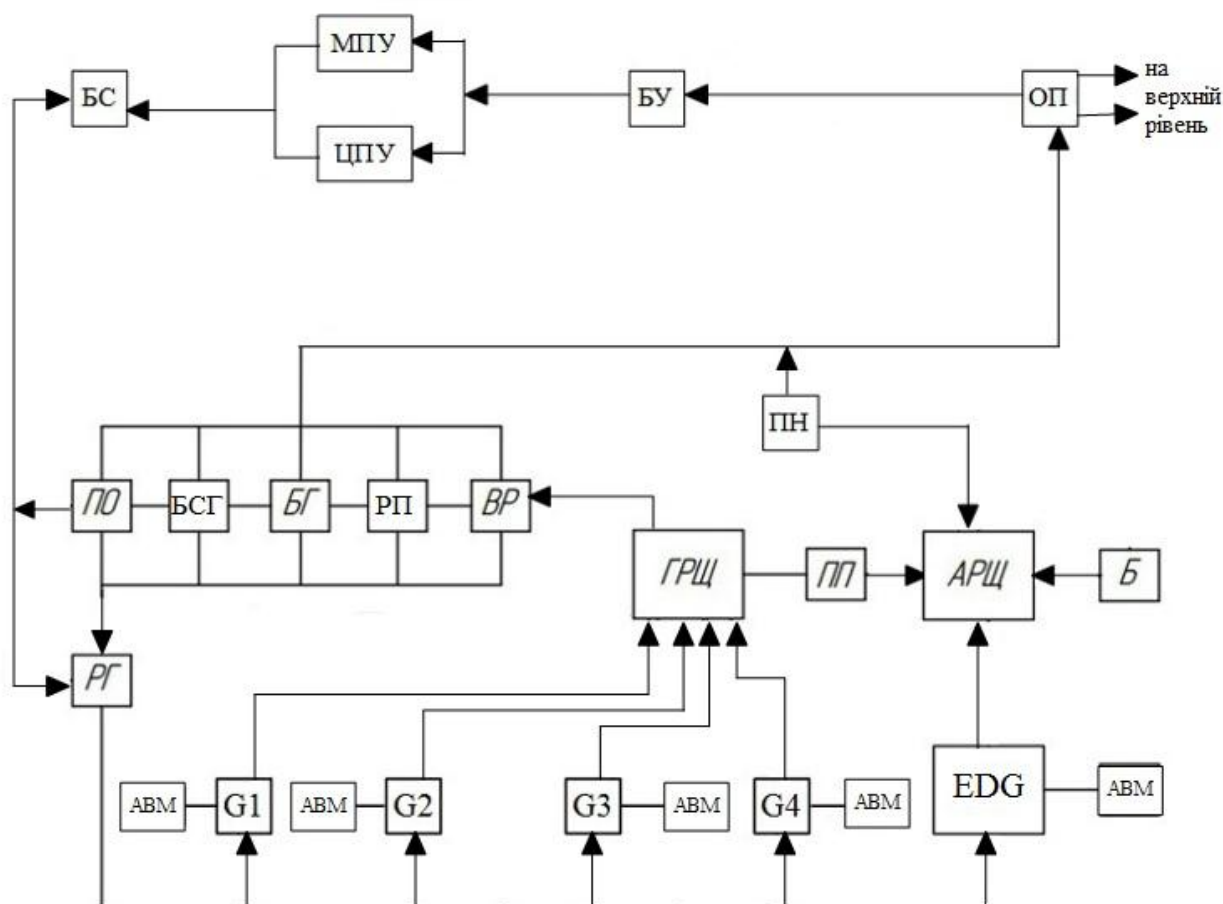


Рисунок 3.9 – Структурна схема автоматизації СЕЕС

Автоматизований процес розподілу навантаження між генераторами.

Електростанція сучасного судна, як правило, складається з декількох генераторних агрегатів, які можуть працювати як автономно, так і паралельно.

При режимах паралельної роботи генераторних агрегатів змінного струму висувають додаткові вимоги до систем підтримки частоти обертання первинних двигунів і до системи стабілізації напруги генераторів. Виникають складні питання розподілу навантажень на ГА в сталих і перехідних режимах роботи, можливий перехід генераторів в руховий режим.

При паралельній роботі генераторних агрегатів розглядаються умови включення і способи пропорційного розподілу активних і реактивних навантажень.

При розподілі активних навантажень генераторних агрегатів змінюється підведення палива або пара до первинних двигунів і відповідно крутящий момент на валах і частота обертання генераторів. При розподілі реактивного навантаження змінюється струм збудження, але зберігається постійним крутий момент.

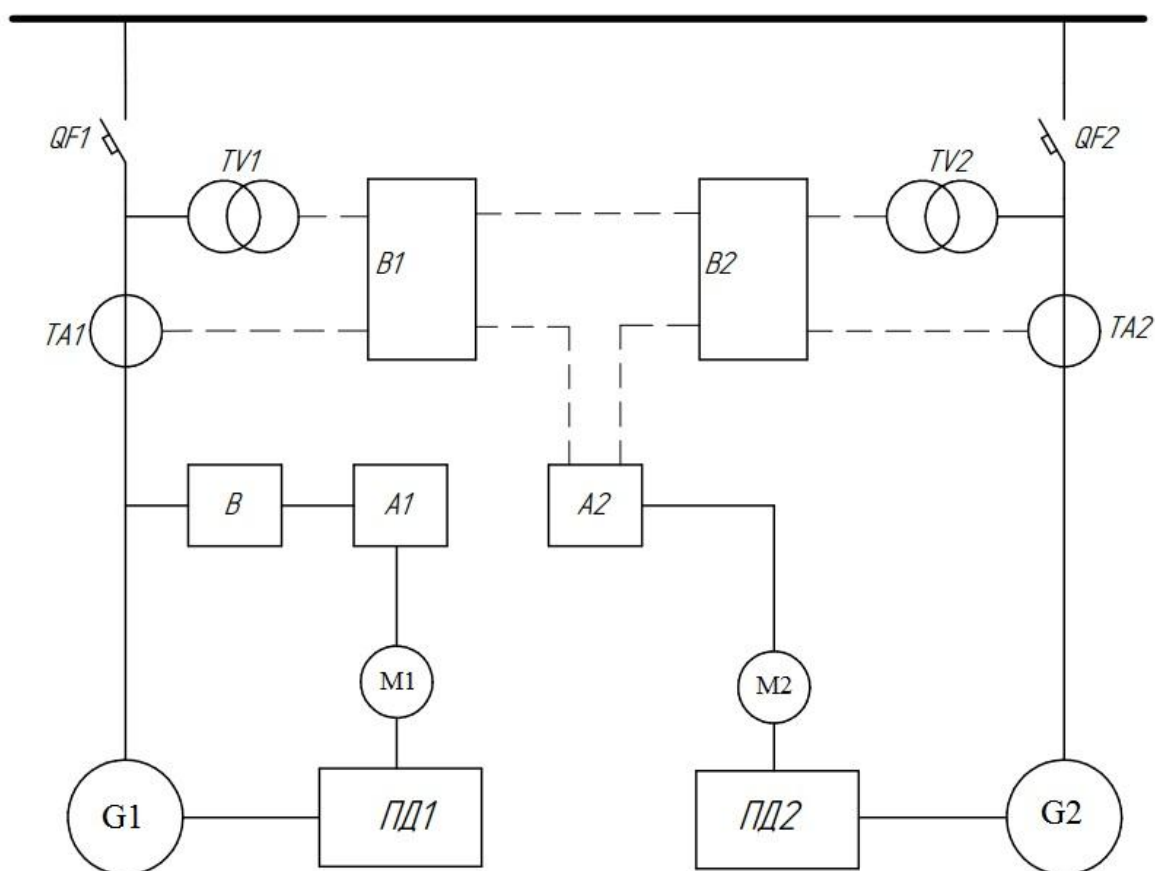


Рисунок.3.10–Функціональна схема автоматичного розподілення навантаження(АРН)

B1, B2 – датчики активного струму;

B – датчик відхилення частоти;

A1, A2 – підсилювачі;

M1, M2 – серводвигуни привідних двигунів;

ПД1, ПД2 – привідні двигуни;

TA1, TA2 – вимірювальні трансформатори струму;

TV1, TV2 – вимірювальні трансформатори напруги.

Із всіх паралельно працюючих генераторів, вибирають один базовий (G1), на який встановлюється астатичний регулятор частоти. Всі останні генератори відомі, снабжаються статичним регулятором частоти. Базовий генератор стабілізує частоту мережі, а відомий генератор рівномірно розподіляє активне навантаження між двома генераторами.

Якщо навантаження між генераторами розподілено рівномірно, то напруги на виході датчиків B1, B2 рівні, на вихід підсилювача A1 сигнал не подається і подача палива в привідний двигун G2 стабільна. Якщо навантаження генератора G2 збільшилось, то це приведе до збільшенню вихідної напруги на B2 і появи сигналу розбіжності, який подається на підсилювач A1. Серводвигун M2 вмикається і переміщує рейку паливного насоса в сторону зменшення подачі палива. Навантаження перерозподілюється, але одночасно зменшується частота струму в мережі. Датчик відхилення частоти В виміряє це відхилення і подасть сигнал на A1, який перемістить рейку паливного насоса в бік збільшення подачі палива. Частота стабілізується. Процес регулювання завершиться, коли частота в мережі встановиться.

3.10 Загальні відомості про мережі суднового електричного освітлення, судові сигнально-відмітні вогні, низьковольтне освітлення

Суднове електричне освітлення складається з наступних самостійних ланцюгів:

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

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

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

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

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

Групові щити великого аварійного освітлення отримують живлення від ГРЩ через щит АДГ напругою 220В перемінного струму. Світильники великого аварійного освітлення входять до складу світильників мережі основного освітлення і встановлені: в навігаційній рубці, МВ, ЦПК, приміщенні АДГ - тобто в тих приміщеннях, де у разі виходу з ладу СЕС не повинні перериватися роботи та можливе скупчення людей. Від мережі великого аварійного освітлення отримують живлення штепсель - трансформатори 220/12В, що застосовуються в ланцюгах районного (переносного) освітлення. Мережа зовнішнього та трюмного освітлення служить для освітлення проходів на зовнішніх палубах, вантажних палуб, трюмів та забортних просторів.

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

Мережа малого аварійного освітлення призначена для мінімального освітлення коридорів, тамбурів, аварійних виходів та деяких суспільних і

службових приміщень у разі зникнення напруги в мережі великого аварійного освітлення.

Мережа отримує живлення від мережі акумуляторних батарей, з'єднаних послідовно. Місткість акумуляторних батарей підібрана з розрахунку живлення мережі в інтервалі часу не менше ніж на 30 хвилин. Через контактори від акумуляторних батарей отримують живлення розподільні коробки, які живлять мережу аварійного освітлення, авральну та пожежну сигналізацію. Мережа сигнально-розпізнавальних вогнів служить для живлення ходових розпізнавальних вогнів і сигнальних вогнів, які забезпечують безпеку мореплавання. Ліхтарі сигнально-розпізнавальних вогнів отримують живлення від секції пульта судноводіння у навігаційній рубці, який в свою чергу, отримує живлення від ГРЩ через АРЩ. Від акумуляторних батарей також живиться автоматика системи запуску ДГ.

4 АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

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

В сучасних системах автоматизації навіть всілякі механічні виконавчі механізми (клапани, засувки і та інше), раніше абсолютно пасивні, тепер здатні сприймати команди і інформувати про свій стан. Основна мета побудови розподілених систем автоматизації – здешевлення і спрощення технології і менеджменту виробництва і експлуатації системи в цілому за рахунок: забезпечення технології наскрізного мережевого доступу від комп'ютерів і багатофункціональних контролерів до інтелектуальних пасивних елементів (датчики, регулятори і таке інше).

Такий зв'язок повинен задовольняти вимоги про функціональність, надійність і відкритість. Комунікаційні технології побудови єдиної інформаційної мережі, об'єднуючої інтелектуальні контролери, датчики і виконавчі механізми, визначається терміном – field bus (промислова мережа).[3] Це одночасно є фізичним способом об'єднання пристроїв і програмно-логічним протоколом їх взаємодії.

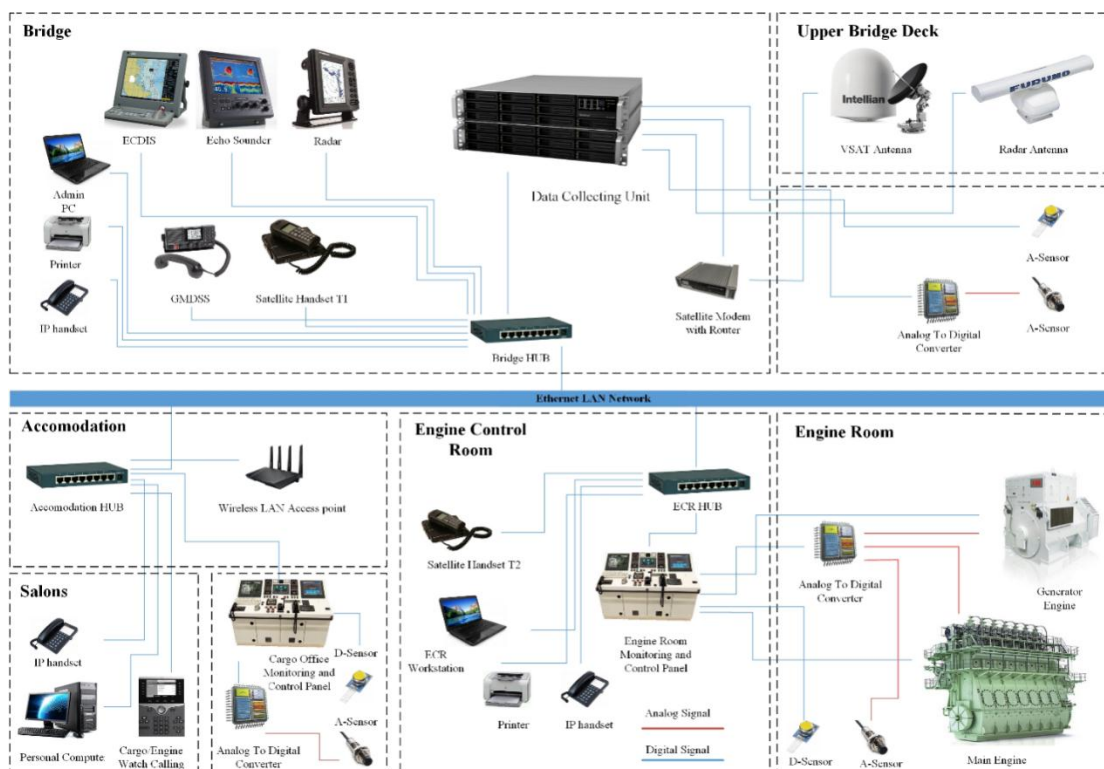


Рисунок 4.1 – Структурна схема суднової комп'ютерної мережі

Службовий внутрішній зв'язок

Машинні телеграфи — це синхронні прилади передачі кута, що служать для двостороннього зв'язку між командними пунктами та машинним відділенням судна. Особливостями машинного телеграфу є розвинена система сигналізації та сполучення елементів синхронного зв'язку, що працюють на одну шкалу, у єдиному приладі. На суднах, як правило, встановлюють основні і резервний машинні телеграфи. Основний машинний телеграф являє собою автономну установку синхронних приладів передачі кута, що забезпечує передачу наказів з постів керування судном (місток) в машинне відділення і передачу з машинного відділення у командні пункти відповідей про прийом наказів, а також одержання в спеціальних постах як переданих наказів, так і прийнятих відповідей. [16]

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

Види електричної сигналізації

Електрична сигналізація на судах є невід'ємною частиною багатьох суднових систем: енергетичної установки, допоміжних механізмів, загально-суднових систем, систем судноводіння та інших. Сигналізація служить для попередження обслуговуючого персоналу про досягнення граничних значень деяких параметрів. Наразі, важко уявити собі на судні пристрій або механізм, що не має світлової або звукової сигналізації, будь то сепаратор або компресор, масляний насос або насос охолодження, основний або аварійний дизель-генератор, авторульовий або гірокомпас. Крім того, є самостійні незалежні схеми сигналізації, наприклад авральна, пожежна та інші. У якості додаткового і дублюючого зв'язку електрична сигналізація входить у телефонні, телеграфні та інші установки.

Різновиди суднової електричної сигналізації, її компонування та розташування залежно від типу судна визначаються Правилами класифікаційних організацій (Регістрів) при будівлі морських суден. Питання використання і технічного обслуговування систем суднової електричної сигналізації регламентуються Правилами технічної експлуатації суднових технічних засобів.

При великій розмаїтості видів суднової електричної сигналізації можна виділити наступні системи сигналізації: авральна сигналізація, обладнується на судах, на яких оголошення авралу голосом або гучномовцем не може бути чуто одночасно в усіх місцях, де можуть перебувати люди. За допомогою авральної сигналізації повинна бути забезпечена гарна чутність сигналів в усіх місцях, де можуть перебувати люди.[21]

Звукові прилади повинні встановлюватися в наступних місцях:

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

Звукові прилади, встановлені в приміщеннях з великою інтенсивністю шумів, повинні забезпечуватися світловою сигналізацією. Тональність звукових приладів авральної сигналізації повинна відрізнятися від тональності звукових приладів інших видів сигналізації. Система авральної сигналізації повинна живитися від акумуляторної батареї, розміщеної вище палуби перетинів і поза межами шахт машинних відділень. Дія авральної сигналізації перевіряється не рідше одного разу в 10 днів, а також перед виходом судна в рейс із попереднім повідомленням про це вахтового помічника капітана.

Пожежна сигналізація. Встановлюється:

- на пасажирських суднах валовою місткістю 100 рег. т і більше;
- на суднах спеціального призначення та промислових;
- на суднах зі знаком F, до яких пред'являються підвищені вимоги пожаростійкості палуб, перетинок, шахт, машинно-котельного відділення та ін.

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

Автоматичні датчики встановлюються:

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

Ручні датчики встановлюються:

- в коридорах житлових, службових і суспільних приміщень;
- у вестибюлях;
- у машинно-котельних відділеннях;
- у суспільних приміщеннях площею більше 150 кв.м;
- у виробничих приміщеннях;

- на відкритих палубах, районі розташування вантажних люків.

У системі пожежної сигналізації повинне бути передбачено два види живлення: від суднової мережі та резервне - від акумуляторних батарей.

На пасажирських та прирівняних до них суднах у приміщенні вахтового (або пожежного) помічника капітана встановлюється дублююче світлове табло, призначенням якого є оповіщення вахтової служби судна про виникнення пожежі в період, коли приміщення, де встановлені датчики пожежної сигналізації, закриті або не має постійної вахти.

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

Попереджувальна сигналізація об'ємного пожежогасіння обладнується в машинно-котельних відділеннях, трюмах із сухими вантажами, у яких в умовах нормальної експлуатації перебувають або можуть перебувати люди. За допомогою звукового та світлового сигналів виробничий персонал попереджається про пуск в дію системи об'ємного пожежогасіння, ці сигнали подаються автоматично при ручному та дистанційному пуску системи.

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

Аварійно-попереджувальна сигналізація (АПС).

Обладнується практично на всіх самохідних суднах і призначена для сигналізації стану енергетичної установки, роботи допоміжних механізмів і компонується залежно від типу судна, енергетичної установки, рівня автоматизації і та інші. На автоматизованих суднах застосовують узагальнену аварійно-попереджувальну сигналізацію (ОАПС), що подає сигнали не тільки в машинному відділенні та ЦПУ, але і на зовнішніх об'єктах - у кермовій рубці, каюті механіків і ін.

Аварійно-попереджувальна сигналізація перевіряється перед кожним виходом судна в рейс, перед заступанням на вахту періодично протягом вахти.

Сигналізація про наявність води в льялах і стічних колодязях трюмів.

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

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

Сигналізація закриття водонепроникних дверей.

Встановлюється на тих судах, на яких Регістром передбачений розподіл приміщень судна на водонепроникні відсіки і є водонепроникні двері. Сигналізація повинна перевірятися одночасно з перевіркою дверей під керівництвом старшого механіка не рідше одного разу в тиждень, а також перед кожним виходом у рейс.

Побутова сигналізація (каютна, медична).

Встановлюється на тих судах, де вона необхідна, частіше на пасажирських.

Дія побутової сигналізації перевіряється не рідше одного разу на місяць.

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

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

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

Акустичні прилади, що встановлюються в судових приміщеннях з більшим рівнем шумів, мають дублюючі оптичні сигнали (електролампи),

основне призначення яких виражається в залученні уваги виробничого персоналу до акустичних сигналів.

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

Включення та відключення ланцюга живлення приладів електричної сигналізації виконуються замкачами. Всі замкачі, що застосовуються на судах, механічної дії і відрізняються один від одного тільки кількістю та розмірами контактів.

Кожна пара контактів замкача має зовнішню педаль. Крім того, функції замкачів ланцюгів живлення електричної сигналізації виконують вихідні реле різних сигналізаторів, датчики, кінцеві вимикачі та ін.

Прилади сигналізації по роду електроживлення діляться на прилади постійного та змінного однофазного струму. Конструкція та виконання приладів суднової електричної сигналізації відповідають специфічним судновим умовам. Всі прилади виготовляють в металевих (звичайно в силумінових) корпусах і офарблюють фарбою, стійкою до впливу морської води.

4.2 Аналіз системи автоматичного пуску ДГ

Визначення функції управління

Дана система є автоматичною системою забезпечення роботи, моніторингу параметрів і сигналізації суднового дизель-генератора HYUNDAI.

Система Geamot-90C [23] повинна виконувати наступні операції:

- Пуск та зупинку агрегату по імпульсу від автоматичного пристрою або дистанційно з пульта управління;
- Дистанційне або автоматичне регулювання швидкості двигуна в межах +/- 10% від номінального значення;
- Аварійно-попереджувальну або аварійну сигналізацію:

- по високій температурі масла;
- по високій температурі охолоджуючої води;
- по низькому тиску масла;
- по високим оборотам;
- Не включати генераторний автомат, поки двигун не прогрітий;
- Аварійну зупинку двигуна приладами захисту з дією на світлову і звукову сигналізацію;

Управління руховим агрегатом може бути здійснено вручну безпосередньо з поста управління на двигуні або з дистанційного щитка, встановленого в районі ГРЩ, або з пульта дистанційного керування.

Вибір органів управління(датчиків, виконавчих реле, сигнальних ламп)

Система управління ДГ повинна включати датчики для аналізу стану генератора і дизеля, мати органи управління: виконавчі реле, пусковий механізм, механізм збільшення/зменшення оборотів дизеля і ін.

Також для індикації стану дизеля і генератора необхідно встановити сигнальні лампи, які вказуватимуть на стан системи.

Вибрана система управління включатиме наступні датчики:

- датчик температури масла;
- датчик оборотів двигуна;
- датчик тиску масла;
- датчик температури охолоджуючої води;
- реле напруги, яке вмикає ГА при нормальній напрузі.

Також вона матиме наступні сигнальні лампи:

- сигнальна лампа включення ГА;
- сигнальна лампа температури масла;
- сигнальна лампа живлення схеми;
- сигнальна лампа стану дизеля (працює, не працює);
- сигнальна лампа тиску масла;
- сигнальна лампа температури охолоджуючої води;

В якості пускового механізму дизеля виступає клапан пускового повітря.

Для регулювання оборотів дизеля встановлюється механізм зміни оборотів, який буде збільшувати/зменшувати обороти для підстроювання під номінальні параметри.

Вибір елементної бази системи управління. Визначення кількості і розрядності портів введення і виведення

Розробка структурної схеми управління ДГ

Структурна схема показує структуру системи управління і зв'язок між закінченими вузлами. Структурна схема системи автоматичного регулювання і моніторингу суднового дизель генератора матиме вигляд, який показаний на рис. 4.2.

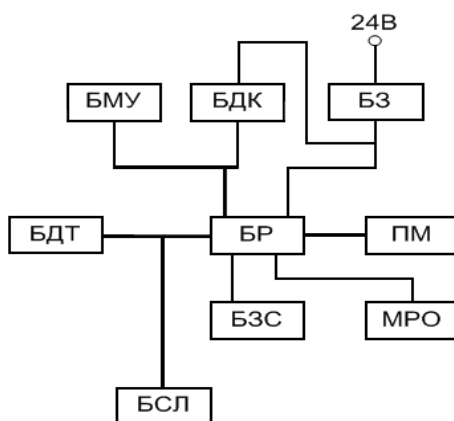


Рисунок 4.2 – Структурна схема автоматичного управління ДГ

Скорочення, прийняті в структурній схемі:

БЗ – блок запобіжників;

БДК – блок дистанційного керування;

БМУ – блок місцевого управління;

БДТ – блок датчиків тиску;

БР – блок реле;

ПМ – пусковий механізм дизеля;

БЗС – блок звукової сигналізації;

МРО – механізм регулювання обертів;

БСЛ – блок сигнальних ламп.

Короткий опис структурної схеми.

Оскільки дистанційний пульт управління є дублюючим для кнопок місцевого поста управління, то в структурній схемі він показаний паралельно місцевому посту управління і їх сигнали впливають безпосередньо на блок реле (БР).

На блоці дистанційного керування є сигнальні лампи. Для їх живлення через блок запобіжників (БП) підводиться напруга 24 В. Після натиснення кнопки пуск або на місцевому щиті управління, або на дистанційному пульті управління з допомогою блок реле, живлення одержує пусковий механізм генератора (ПМ).

Для того, щоб встановити необхідні обороти генератора встановлено механізм регулювання оборотів (МРО), який збільшує/зменшує обороти до номінального значення. При спрацьовуванні одного з датчиків безпосередньо спалахує відповідна сигнальна лампа і через блок реле (БР), живлення йде на блок звукової сигналізації (БЗС).

Розробка граф-схеми алгоритму (ГСА) пуску ДГ

На рис. 4.3 зображена ГСА пуску ДГ.

Короткий опис логічних і функціональних операторів ГСА:

S н – початок роботи програми;

P 1 – перевірка тиску масла;

P 2 – перевірка клапана зупинки;

P 3 – перевірка оборотів двигуна > 160 [об/хв];

P 4 – перевірка оборотів двигуна > 210 [об/хв];

P 5 – перевірка загальної сигналізації;

P 6 – перевірка оборотів двигуна < 50 [об/хв];

P 7 – перевірка витримки часу зовнішнього таймера;

P 8 – перевірка пускового клапана;

P 9 – перевірка рівня масла;

P 10 – перевірка кнопки аварійної зупинки;

P 11 – перевірка кнопки «Стоп»;

P 12 – перевірка валоповоротного пристрою;

P 13 – перевірка блокування;

- Р 14 – перевірка управління «LOCAL»;
- Р 15 – перевірка управління «REMOTE»;
- Р 16 – перевірка кнопки «Пуск»(LOCAL);
- Р 17 – перевірка кнопки «Пуск» (REMOTE);
- Р 18 – перевірка пуску ДГ;
- Р 19 – перевірка кнопки квітування;
- А 1 – установка клапана пуску в початкове положення;
- А 2 – включення лампи «готовий до пуску»;
- А 3 – відключення таймера пуску;
- А 4 – включення лампи «пуск невдався»;
- А5 – перезапуск пускового часу;
- А 6 – перезапуск «готовий до пуску»;
- А 7 – включення лампи «готовий до пуску»
- А 8 – включення пускового клапана;
- А 9 – перезапуск «пуск невдався»;
- S к –кінець програми.

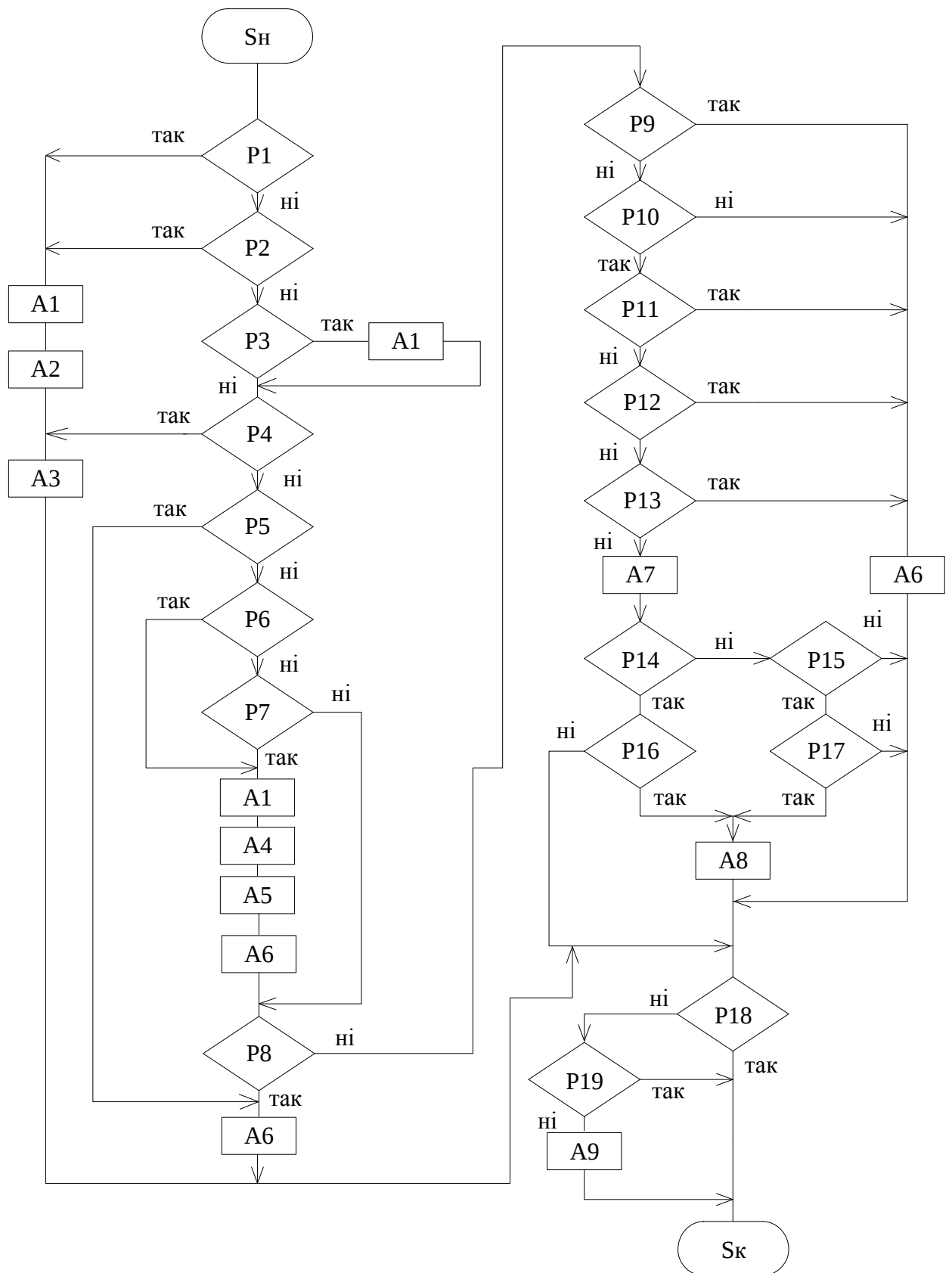


Рисунок 4.3 – ГСА пуску дизель-генератора

4.3 Загальні відомості про електро- та радіонавігаційне обладнання

ГМЗСБ і навігація. Система повинна забезпечувати наступне:

Передача сповіщень про лихо. Під сповіщенням про лихо мається на увазі швидка і надійна передача інформації про аварію далекого плавання в районі аварії або рятувальним координаційним центрам (РКЦ), які можуть надати допомогу. Аварійне оповіщення зазвичай надходить на СКЦ через берегову радіостанцію або берегову земну станцію системи INMARSAT, після чого повідомлення передається пошуково-рятувальним засобам і судам в районі аварії.

Засоби зв'язку повинні забезпечити оповіщення про лихо незалежно від району плавання судна в наступних трьох напрямках:[14]

- «Судно-берег» принаймні, двома окремими і незалежними засобами, кожне з яких використовує різні види радіозв'язку;
- «Судно-судно» (буде ефективним на відстані не більше 100 миль);
- «Берег-судно» (або через супутникову систему зв'язку INMARSAT, або через традиційні засоби зв'язку на виділених для цих цілей частотах).

При отриманні ретрансльованого аварійного оповіщення судна в районі аварії повинні встановити зв'язок з СКЦ для отримання вказівок щодо безпосередньої участі в пошуково-рятувальній операції.

Прийом і передача повідомлень для координації пошуку і рятування. В цей вид зв'язку входить обмін інформацією між СКЦ і керівником проведення пошуково-рятувальної операції на місці аварії або координатором надводного пошуку в районі аварії.

Для даного виду зв'язку використовуються режими телефонії або телекса за допомогою супутникових або традиційних каналів зв'язку в залежності від радіобладнання, встановленого на судні і району лиха.

Прийом і передача повідомлень на місці лиха. Вибір або надання частот на місці аварії входить в обов'язки рятувальної одиниці, що здійснює координацію

пошуково-рятувальних операцій. Цей вид зв'язку зазвичай здійснюється в ПВ і УКВ діапазонах в режимах радіотелефонії або телеграфії і на частотах, спеціально виділених для цілей лиха і безпеки. Кращими частотами в радіотелефонії для зв'язку на місці дії є 156,8 МГц (16 канал УКХ) і 2182 кГц. Для зв'язку в напрямку «судно-судно» на місці лиха можна також використовувати частоту 2174,5 кГц, застосовуючи вузькосмушковий літеродрукувальний телеграф (телекс). Зв'язок з авіаційними засобами здійснюється на частотах 3023, 4125 і 5680 кГц (телефонія).

Прийом і передача сигналів для визначення місцезнаходження і самонаведення. Дані сигнали передаються для полегшення пошуку аварійного судна або позиціонування потерпілих аварію.[14]

У ГМССБ для цих цілей використовуються:

- радіолокаційні маяки-відповідачі (РЛО), що працюють в частотному діапазоні $9,2 \div 9,5$ ГГц, спільно з радіолокаційними станціями в 3-сантиметровому діапазоні;
- супутникові радіобуї (АРБ).

Прийом і передача інформації з безпеки на морі. Передача навігаційних і метеорологічних попереджень і інший термінової інформації має важливе значення для забезпечення безпеки мореплавання. У СВ-діапазоні для передач даного типу виділена частота 518 кГц з використанням вузькосмушкового літеродруку (Міжнародна система NAVTEX), а також в ГМЗСБ можуть використовуватися частоти 490 кГц і 4209,5 кГц. Інформація про безпеку на морі може передаватися через супутник в смузі $1530 \div 1545$ МГц - розширений груповий виклик (РГВ). У ГМЗСБ передбачається повний автоматичний прийом всіх видів інформації даного типу.

Прийом і передача повідомлень загального призначення через берегові системи або мережі зв'язку. Даний вид зв'язку в ГМЗСБ використовується для обміну інформацією між судовими і береговими радіостанціями з питань управління та експлуатації судна, які можуть вплинути на безпеку судна. Зв'язок такого типу може здійснюватися на будь-яких частотах, включаючи частотні канали для обміну приватною інформацією.

Прийом і передача повідомлень «місток-місток». Даний вид зв'язку використовується для обміну інформацією по УКВ радіотелефону на частоті 156.65 МГц (13 канал) між судами з метою забезпечення безпечного руху зазначених судів.

Морські райони плавання

Райони плавання суден характеризуються наступним чином:[16]

«Морський район А1» - район в межах зони дії в режимі радіотелефонії принаймні однієї берегової УКХ станції, що забезпечує постійну можливість передачі повідомлень з використанням цифрового виборчого виклику (20 ÷ 50 миль).

«Морський район А2» - район, за винятком морського району А1, в межах зони дії в режимі радіотелефонії принаймні однієї берегової радіостанції, що працює в ПВ-діапазоні і забезпечує постійну можливість передачі повідомлень про лихо з використанням цив (близько 150 миль).

Межі морських районів А1 і А2 повинні бути нанесені на навігаційних картах.

«Морський район А3» - район, за винятком морських районів А1 і А2, у межах зони дії системи геостаціонарних супутників INMARSAT, що забезпечують постійну можливість оповіщення про лихо (приблизно між 70 градусом північної широти і 70 градусом південної широти).

«Морський район А4» - район, який знаходиться за межами морських районів А1, А2, А3.

Вимоги до складу радіообладнання ГМЗСБ вказані в Правилах Морського Регістру Судноплавства по обладнанню морських суден, частина IV «Радіообладнання» і про Глобальної морської системи зв'язку при лиху і для забезпечення безпеки».

Найбільш важливі вимоги до складу суднового радіообладнання в ГМЗСБ:

- кожне судно повинне мати, принаймні, дві різні і незалежні одна від одної системи радіозв'язку, здатні забезпечити аварійне оповіщення;

- кожне судно повинне мати радіоустаткування, здатне виконати будь-яку з функцій ГМССБ в залежності від району плавання, використовуючи одну з систем зв'язку;
- будь-яке окреме радіоустаткування може виконувати більше однієї функції в ГМССБ і бути пов'язане з іншим судновим радіоустаткуванням;
- суднове радіоустаткування в ГМССБ має бути простим в експлуатації і по можливості працювати без оператора;
- рятувальні засоби повинні мати радіоустаткування, здатне забезпечити зв'язок на місці проведення пошуково-рятувальної операції шляхом використання УКХ радіотелефону;
- рятувальні засоби повинні бути обладнані радіолокаційними маяками-відповідачами.

Працездатність радіообладнання повинна забезпечуватися трьома способами (резолюція ІМО А.702 (17) від 06.11.1991 року):

- дублювання радіообладнання;
- берегове технічне обслуговування і ремонт;
- кваліфіковане технічне обслуговування та ремонт у морі.

Дублювання суднового радіообладнання означає, що на борту судна потрібна установка додаткового обладнання:

- додаткові радіоустановки повинні бути приєднані (кожна - до окремої антени), встановлені на штатному місці і готові до негайного використання;
- додаткові радіоустановки повинні мати можливість приєднання до основних і резервних джерел живлення.

Берегове технічне обслуговування і ремонт припускають, що повинні бути встановлені Адміністрацією прийнятні умови для обслуговування та ремонту суднових радіоустановок на березі.

Кваліфіковане технічне обслуговування і ремонт у морі вимагається під час ув'язнення, має відповідний диплом, передбачений Регламентом радіозв'язку, або мати еквівалентну кваліфікацію для здійснення технічного обслуговування та ремонту у морі. Також на борту судна повинна знаходитися додаткова технічна

документація, інструменти, випробувальна апаратура і запасні частини, обсяг яких повинен відповідати встановленому обладнанню і бути схвалений Адміністрацією.

На судах, що здійснюють рейси в районах A1 і A2, працездатність обладнання повинна забезпечуватися одним із способів, а на судах, які працюють в районах A3 і A4 - поєднанням принаймні двох з перерахованих вище способів.

Згідно з Правилами Російського Морського Регістру Судноплавства на судах, що здійснюють рейси в морських районах A1 і A2, працездатність обладнання забезпечується береговим технічним обслуговуванням і ремонтом.

На судах, що здійснюють рейси в районах A3 і A4, працездатність обладнання забезпечується за допомогою двох способів: берегового технічного обслуговування і ремонту і кваліфікованого технічного обслуговування та ремонту у морі.[16]

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

Рішення цих завдань дозволяє забезпечити безпеку мореплавання при знаходженні суден:

- у вузкостях та інших стиснутих умовах;
- безпечне розходження суден при зниженій або обмеженій видимості;

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

- круговий огляд по азимуту, що дає можливість контролювати навколишню надводну обстановку в заданому радіусі дії;

- орієнтацію зображення відбитих сигналів від об'єктів на екрані індикатора як щодо курсу судна (діаметральної площини), так і щодо меридіану (широти по норду);

- надійне виявлення як великих, 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 хитання судна;

- відтворення на екрані індикатора як відносного, так і явного руху об'єктів.

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

У комплект ехолота на рис. 4.4 входять наступні прилади:

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

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

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

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

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

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

Прилад 16А містить електронні блоки, що забезпечують роботу цифрового вимірювача глибин.

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

Прилад Р — реун, 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) – менше 10 м. У самописці можна встановлювати повільну або швидку (у два рази більшу швидкість) протягання паперу при вимірі глибин того самого діапазону: 20 і 40 мм/хв у діапазонах 0-50 і 40-90 м; 2 або 4 мм/хв у діапазоні 0-500 м. Довжина паперової стрічки в рулоні дорівнює 20 м.

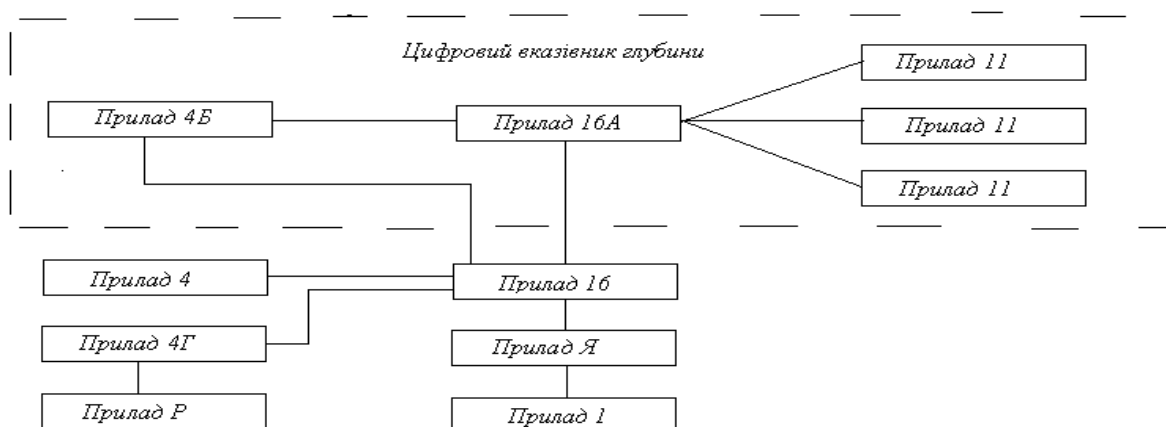


Рисунок 4.4 –Склад комплекту ехолота

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

- діапазон 0-50 м - наявність нульової (суцільної) лінії та лінії умовної оцінки (штрихової), розташованої над нульовою;
- діапазон 40-90 м - відсутність і нульової лінії, і лінії умовної оцінки;
- діапазон 0-500 м - наявність тільки нульової лінії.

В ехолоті М-ЗБ можлива одночасна робота самописця (прилад 4), цифрового вказівника глибин (прилади 4Б, 11, 16А) та приладу сигналізації глибини (прилад 4М).

При цьому керування роботою здійснюється з приладу 4. Якщо самописець буде виключено, керування автоматично переводиться на прилад 4Б (у приладі 4

проявиться напис: «Включений вказівник»). При відключених самописці та цифровому вказівнику роботою ехолота управляє прилад 4М.

5 ПИТАННЯ ЦИВЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Захист суден від зовнішніх катаклізмів

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

При складанні вантажного плану передбачається забезпечення загальної та місцевої міцності корпусу судна і його морехідних якостей як на момент виходу з порту, так і при витрачанні запасів протягом всього рейсу. У разі рейсу з декількома пунктами заходу, в яких повинні проводитися вантажні операції, розміщення вантажу повинне забезпечувати можливість кріплення вантажів з метою збереження на переході в наступний пункт призначення або при необхідності (у незахищених портах) припинення вантажних операцій і виходу у відкрите море на час шторму. [18]

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

Перед виходом судна в рейс:

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

- оглядають стан люкових закриттів.

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

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

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

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

5.2 Боротьба з обледенінням судна

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

У передбаченні плавання в районах можливого обледеніння необхідно завчасно враховувати:[18]

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

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

При виникненні загрози обледеніння необхідно виконати наступні заходи:

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

Заходи з відновлення остійності судна:

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

Активну боротьбу з льодом починають негайно, як тільки помічають наростання льоду на палубі, корпусі, надбудові. Для боротьби з льодом оголошується загальний аврал, в якому бере участь весь екіпаж (крім вахт), попередньо розписаний по змінах.[18]

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

5.3 Розробка інструкції з техніки безпеки при обслуговуванні технічних засобів електроустановки

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

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

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

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

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

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

Ампераж, що проходить через тіло людини, залежить від прикладеного

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

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

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

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

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

Огорожі попереджають можливість випадкових зіткнень з неізольованими частинами електроустановок, що знаходяться під напругою. На судні захищають

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

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

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

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

При експлуатації енергоустаткування на судні необхідно дотримувати наступні основні правила:

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

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

3) стежити, щоб проходи біля агрегатів, електророзподільних щитів були

вільні і не захищені сторонніми предметами;

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

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

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

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

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

ВИСНОВОК

У дипломній роботі бакалавра було розглянуто електроенергетичну систему контейнеровоза місткістю 6000 контейнерів. Розрахунок суднової електроенергетичної станції робився табличним методом. Цей метод був обран тому, що він є найбільш наочним – при розрахунках точно видно як кожний споживач електроенергії поводить себе в тому чи іншому режимі роботи судна.

Для суднової електростанції було обрано чотири дизель-генератора та один АДГ. Головні дизел-генератори із системою самозбудження ТАІУО. Був зроблений розрахунок провалу напруги при пуску підрулюючого пристрою, а також перевірка кабелю найбільш віддаленого споживача електроенергії(швартової лебідки), значення знаходяться в межах норми.

Як електричний привод для розгляду було обрано електропривод насосу живильної води утилізаційної котельної установки. Після розрахунків необхідної потужності цього електроприводу був вибраний електродвигун та розроблено схему управління цим приводом. Був зроблений вибір комутаційно-захисної апаратури та обран автоматичний вимикач.

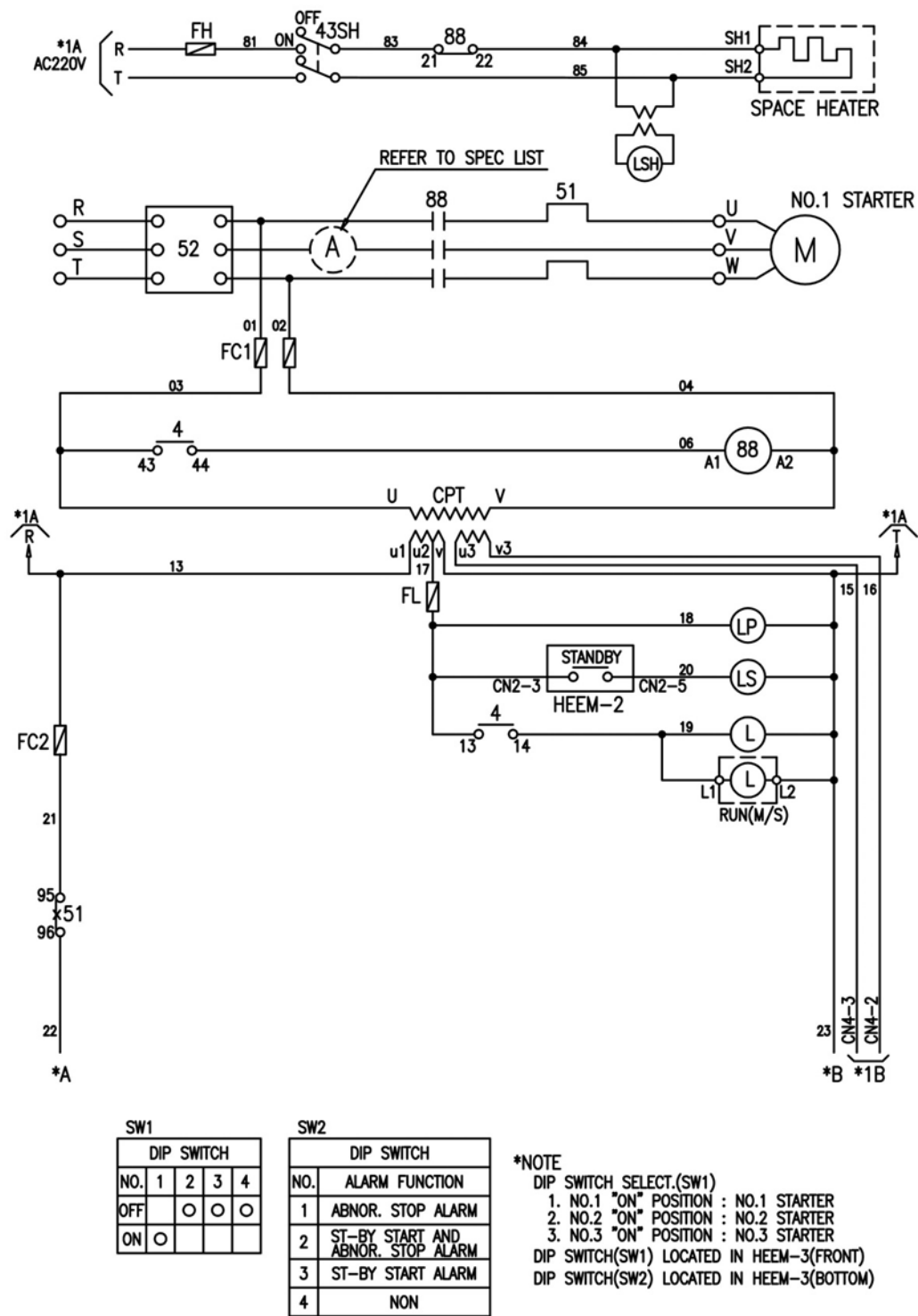
Була розроблена ГСА пуску дизель-генератора. Також в роботі розглянуто питання цивільної оборони, безпеки життєдіяльності та охорони праці.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматичний вимикач для електродвигуна:
<https://hager.com/uk/products/commercial-distribution/devices/mccbs/moulded-case-circuit-breakers>
2. Баранов А.П. Суднові автоматизовані електроенергетичні системи. М.: Транспорт, 1988. 328с.
3. Баранов А.П. Автоматичне керування судновими електроенергетичними установками.–М.:Транспорт,1981.–255с.
4. Богословський. Суднові електроприводи. У двох томах.- Л.: Суднобудування, 1983. 730 с.
5. Будашко В.В. Суднові автоматизовані електроприводи: Конспект лекцій. - Одеса: ОНМА, 2007. - 220 с.
6. Вибір автоматичного вимикача для генератора:
https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=BTLV_54397
7. Вибір кабелю для електродвигуна:
https://cable.ru/cable/group-knnp_question.php
8. Вибір дизель-генераторів:
http://www.tekhar.com/Programma/HYUNDAI/pdf_pict/Generators/Synchronous%20Alternators.pdf
9. Власенко А.А. Суднова електроавтоматика. М.: Транспорт, 1983.
10. Електродвигун: <https://hoyermotors.com/products/motors/hoyer-ie2-marine-motors/>
11. Захарченко В.М., Електрообладнання суден: електричні станції. Одеса, ОНМА, 2003. – 119 с.
12. Коноваленко Л.К., Коноваленко А.В. Електротехнічна безпека на морському транспорті. Одеса: „Друк”, 2002. 172 с.

13. Контролер для електродвигуна:
<https://ru.scribd.com/document/314956215/HEEM-2-3-MANUAL>
14. Міжнародні нормативні документи (кодекси, конвенції): ОСПС, МКУБ, МАРПОЛ, STCW78/95.
15. Морський Регістр Судноходства . Правила класифікацій і будування морських суден. Том 1,2,3 - М.: Транспорт,2003. - 1500 с
16. Правила технічної експлуатації морських та річкових судов. Укрморинформ, 2012 – 170 с.
17. Правила технічної експлуатації суднових технічних засобів і конструкцій. РД 31.21.30-. 2006. -336 с
18. Правила технічної безпеки на судах морського флоту, РД 31.81.10-12,2012 - 196 с
19. Петров І.В. Програмовані контролери, стандартні мови і прийоми прикладного проектування / Під ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 256.: ил. – (Серія «Бібліотека інженера»)
20. Піпченко А.Н. Розрахунок суднових електроенергетичних систем.- М.: Мортехінформреклама, 1988. 39 с.
21. Піпченко А.Н., Пономаренко В.В., Теплов Ю.І., Романенко А.В. «Електрооборудование, электронная аппаратура и системы управления», Одесса 1998р
22. Самонов Ф.А. Автоматизовані електроприводи і системи управління курсом судна. Одеса: Моряк, 1989. 39 с.
23. Система контролю: <https://aeliyaeng.net/product/stn-atlas-geamot-90c/>
24. Толстов А.А. Будова та експлуатація суднових синхронних генераторів [Текст]: навчальний посібник для курсантів і студентів морських вузів. – Одеса: ОНМА, 2006. – 150 с.
25. Торский В.Г., Топалов В.П. Міжнародні угоди і документи що регламентують морське судноплавство. Частина 1,2,3.
26. Яковлев М.С. Судові електроенергетичні системи. Л.: Суднобудування, 1987. 269 с.

Додаток А



Принципова схема управління електроприводу насосу суднового котла

Додаток В

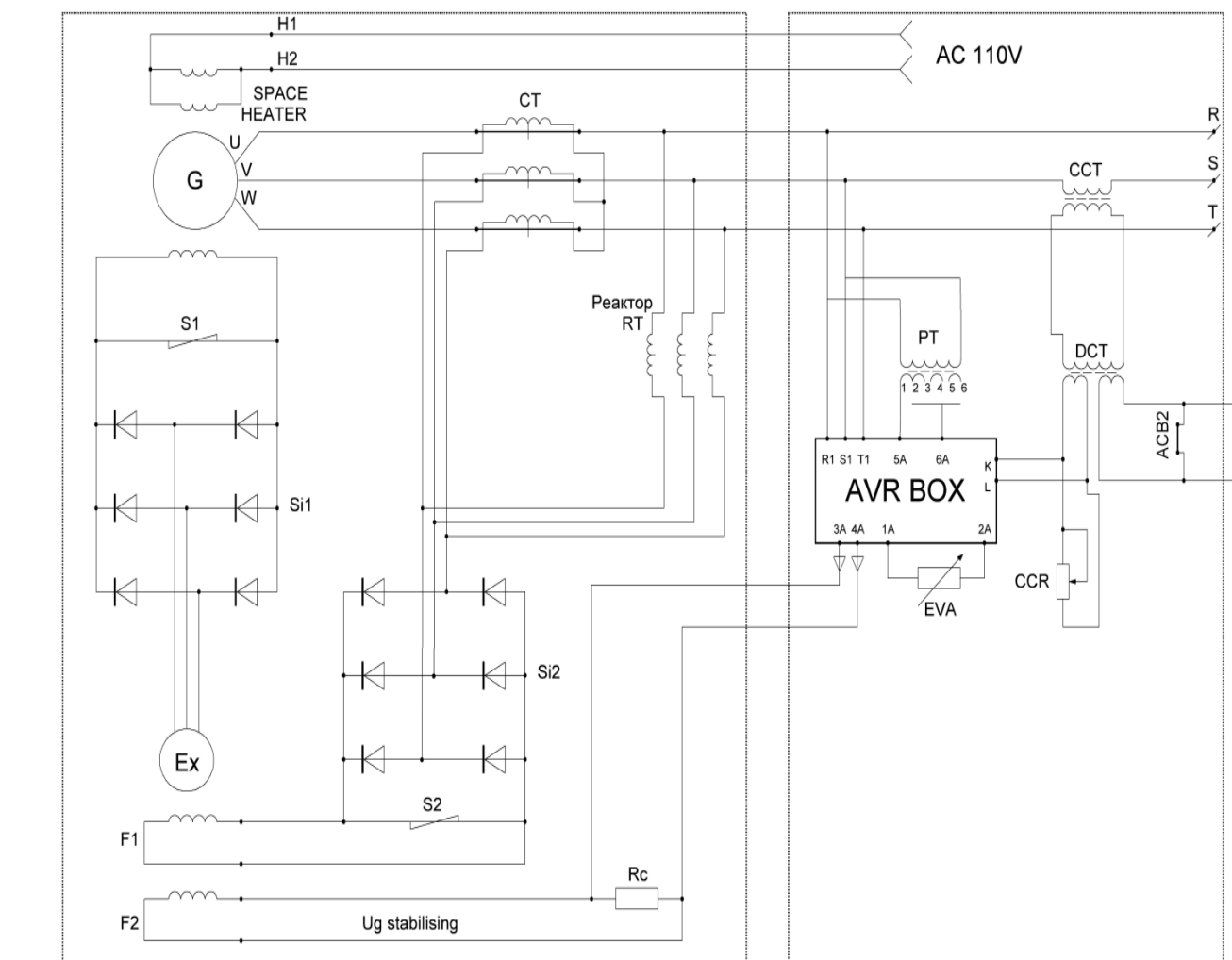
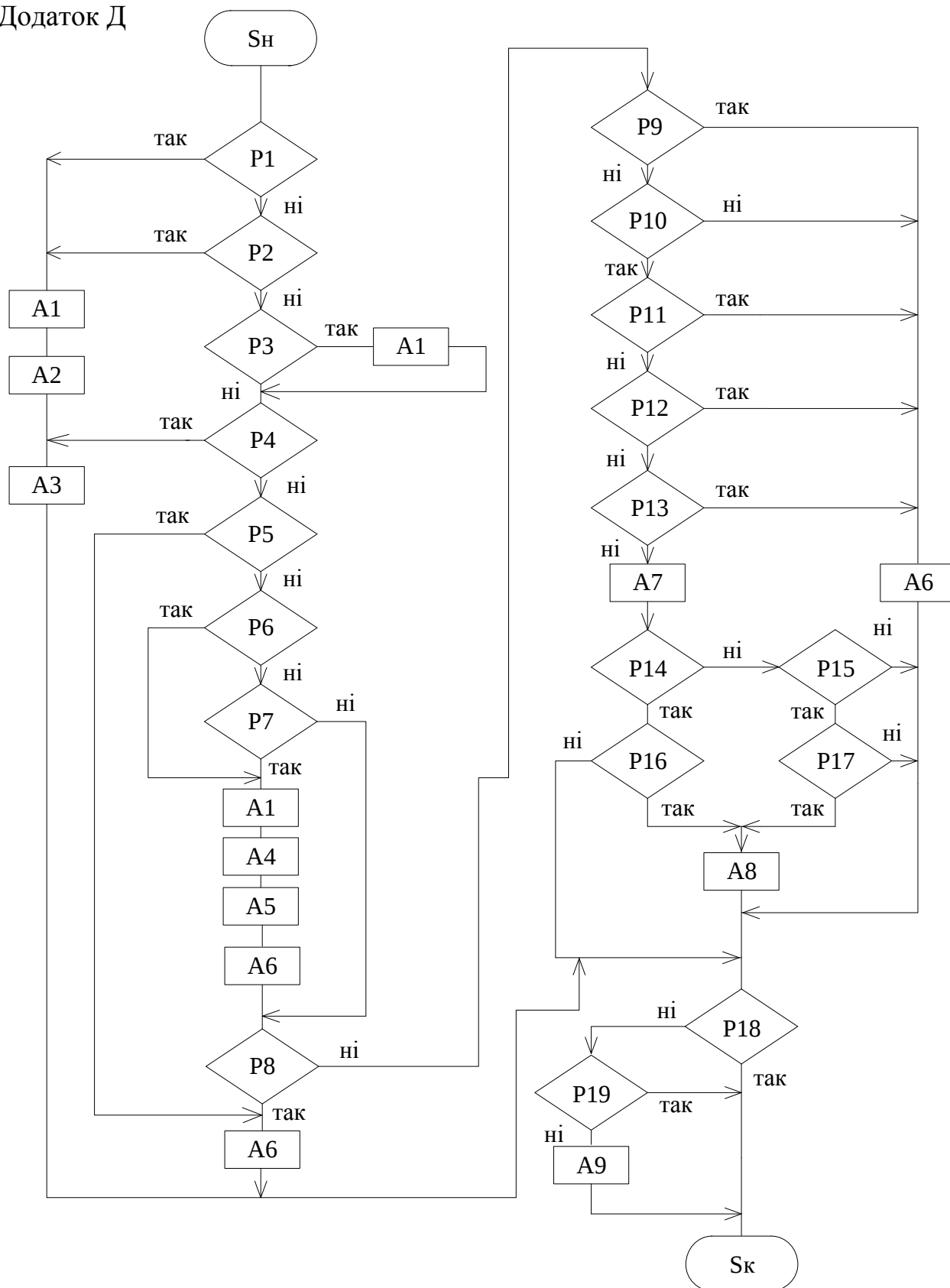


Схема збудження СДГ з АРН

Додаток Д



ГСА пуску дизель-генератора