МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Навчально-науковий інститут автоматики та електромеханіки
(заочна форма навчання)

Кафедра електрообладнання і автоматики суден

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему

«ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОННА АПАРАТУРА ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОНТЕЙНЕРОВОЗА МІСТКІСТЮ 2782 КОНТЕЙНЕРІВ».

Виконав: студент 5 курсу спеціальності:
271-Річковий та морський транспорт

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

Більченко Б.С.
(підпис, прізвище та ініціали)

допущений до захисту 16.12.2021
(дата малого захисту)

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

Керівник Тумольський О.П.
(підпис, прізвище та ініціали)

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

Рецензент Самонов С.Ф.
(підпис, прізвище та ініціали)

м. Одеса, 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

ННІ А та ЕМ _____ **Кафедра** ЕО і АС

Спеціальність Річковий та морський транспорт

Затверджую

Завкафедрою

Гвоздєва І. М.

08. 11. 2021 р.

ЗАВДАННЯ
ПО ДИПЛОМНОЇ РОБОТІ КУРСАНТА

Білоченко Богдана Сергійовича
(прізвище, і'мя, по батькові)

1.Тема роботи
Електрообладнання, електронна апаратура і системи управління контейнеровоза місткістю 2782 контейнерів

затверджена наказом по академії від „08" листопада 2021р. № 1694

2. Строк здачі курсантом закінченої роботи 16.12.2021

3. Вихідні дані до роботи
контейнеровоз місткістю 2782 контейнерів, перелік установленого на судні електрообладнання, електропривод компрессора пускового повітря, суднова комп'ютерна мережа, система управління ЛДГ.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)
1 Технічно-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна. 2 Судновий електропривод та система автоматизації. 3 Суднова електроенергетична система (СЕЕС). 4. Аналіз систем та пристроїв управління судном. 5. Питання охорони праці та цивільного захисту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точними вказівками обов'язкових креслень)
2.1. Принципова схема силової частини та системи управління суднового компрессора пускового повітря. 3.1. Однолінійна схема ГРЩ та АРЩ. 3.2. Принципова схема системи самозбудження СГ типу Нуннмаі. 3.8. Функціональна схема САУ судової електростанції. Структурна схема САУ ЛДГ, граф-схема алгоритму ЛДГ.

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

Розділ	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
V Охорона праці та цивільний захист	Пушмольський О.П.		01.12.2021
III СЕЕС	Мельник В.В.		
II СЕП	Мельник В.В.		

7. Дата видачі завдання 15.11.2021

Керівник _____ (підпис) Завдання прийняв до виконання _____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер п-п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Технічно-експлуатаційні характеристики та конст. осол. судна	15.11.2021 – 18.11.2021	Виконав
2.	Судновий електропривод та системи автоматизації	19.11.2021 – 24.11.2021	Виконав
3.	Суднове електроенергетична с-ма	25.11.2021 – 05.12.2021	Виконав
4.	Аналіз системи та пристроїв управління судном	06.12.2021 – 10.12.2021	Виконав
5.1.	Охорона праці	11.12.2021 – 13.12.2021	Виконав
5.2.	Цивільний захист	14.12.2021 – 16.12.2021	Виконав

Курсант-дипломник _____ Керівник _____

РЕФЕРАТ

В дипломній роботі зроблено розрахунок та вибір електрообладнання контейнеровозу місткістю 2782 контейнера. Розрахована потужність, та зроблений вибір електродвигуна і системи управління електроприводу компресора, вибрана комутаційна апаратура і схеми ГРЩ, проведена перевірка ліній на втрату напруги. Розрахована потужність, та зроблено вибір кількості та потужності генераторних агрегатів суднової електростанції. Вибрана система розподілення електроенергії по судну. Також розглянуті питання технічної експлуатації суднового електрообладнання та правил техніки безпеки.

In the thesis work a calculation and selection of electrical capacity of 2782 containers. Calculated power and a selection is made and the motor control system of the electric compressor is selected switchgear and circuit MSB, audited lines on the tension loss. Calculated power and a selection is made and the amount of power generating units ship power. Selected power distribution system on the ship. Also consider the technical operation of the ship's electrical and safety regulations.

«СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, СУДНОВА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ГОЛОВНИЙ СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОРОЗПОДІЛЬНИЙ ЩИТ, ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ»

ЗМІСТ

Вступ…….

Перелік умовних позначень……

1.Технічно-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна.

1.1 опис корпусу судна та рушія, головної енергетичної установки, вантажного комплексу, допоміжних механізмів та систем……...

1.2 Вибір та обґрунтування основних параметрів СЕЕС……..

2. Судновий електропривод та система автоматизації. ……

2.1. Розрахунок та вибір електродвигуна компресора……..

2.2.Обгрунтування і вибір схеми живлення та управління електроприводу……..

2.3. Вибір комутаційно-захисної апаратури та засобів електромагнітної сумісності електроприводу……...

2.4.Розробка інструкції з експлуатації вище вказаного суднового електроприводу……..

3. Суднова електроенергетична система (СЕЕС)……...

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

3.2 Вибір акумуляторів та перетворювачів електроенергії……...

3.3. Вибір раціональної структури СЕЕС і розробка однолінійної схеми ГРЩ і АРЩ……

3.4. Розрахунок струмів короткого замикання, вибір генераторних автоматів…..

3.5. Вибір апаратів та приладів ГРЩ …….

3.6.Вибір системи збудження синхронних генераторів…….

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

3.8. Перевірка кабелю одного з найбільш віддалених електроприводів на втрату напруги……...

3.9. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС……...
3.10. Загальні відомості про мережу суднового електричного освітлення, суднові сигнально-відмітні вогні, низьковольтного освітлення……...
4. Аналіз систем та пристроїв управління судном…….
4.1.Технічні характеристики та конструктивні особливості суднової комп’ютерної мережі інформаційних і управляючих систем……
4.2. Аналіз роботи системи управління одного із об’єктів суднової енергетичної установки……
4.3. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю, сигналізації, та внутрішнього зв’язку……
4.4 ГМЗСБ і навігація (технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв, та радіозв'язку)……
5. Питання охорони праці та цивільного захисту……..
Висновки……
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ …….

Перелік умовних позначень

АДГ - аварійний дизель генератор

ГД - головний двигун

ДД - допоміжний двигун

ДК - допоміжний котел

МВ - машинне відділення

ДГ - дизель-генератор

РЩ - розподільний щит

ГРЩ - головний розподільний щит

АРЩ - аварійній розподільний щит

ККД - коефіцієнт корисної дії

СЕС - суднова електрична станція

ГА - генераторний автомат

РР - рульова рубка

РМ - рульова машина

ГЕУ - головна енергетична установка

КЗ - коротке замикання

ПД - приводний двигун

КМ - контактор електромагнітної лінії

АВ - автоматичний вимикач

ВМ - виконавчий механізм

АПС - аварійна попереджувальна сигналізація

ПЧ - перетворювач частоти

ШІМ - широтно-імпульсна модуляція

ВП - важке паливо

ДП - дизельне паливо

ПП - підрулюючий пристрій

ЦПУ - центральний пульт управління

ПК - повітряне кондиціювання

ПБС - правий борт судна

ЛБС - лівий борт судна

АМФ - автоматичний мастильний фільтр

РЩЖ - розподільний щит живлення

ВСТУП

Разом з всесвітнім прогресом розвиваються технології, які використовуються на сучасних судах. Вихід на якісно новий рівень техніки, що відповідають умовам сьогоднішнього часу.

Наша задача гранично пов'язана з подальшим удосконаленням суднових енергетичних систем і всього суднового електроустаткування у цілому. Основною метою нашої праці є вивчення та удосконалення технологій, полегшення експлуатації, покращення праці та безпеки екіпажу, а також скорочення численності екіпажу, та збільшення їх продуктивності. 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.

1. Технічно-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна

1.1 Опис корпусу судна та рушія, головної енергетичної установки, вантажного комплексу, допоміжних механізмів та систем

У дипломній роботі розглядається електрообладнання та системи управління контейнеровозу місткістю 2782 контейнера. Даний контейнеровоз відноситься до спеціалізованих суховантажних суден з необмеженим районом плавання, та використовується для перевезення стандартних контейнерів (TEU) вагою 20 та 45 тон. В якості головного двигуна використовується двигун внутрішнього згоряння. Судно має один гребний вал та гвинт фіксованого кроку [11].

Довжина	201м
Ширина	32,2 м
Вантажопідіймальність	30280 т
Кількість контейнерів	2782 шт.
Швидкість	20 вуз.

Головний двигун

Виробник	HYUNDAI MAN B&W
Тип	8K-80MC-C
Потужність	25036 кВт
Число обертів	104 об/хв
Запаси палива:	
Мазут	5175,2 т
Дизельного	169,4 т
Добові витрати палива:	
На ходу	80 т
В порту	30 т

Параметри ДГ:

Дизель

Виробник	HYUNDAI MAN B&W
Тип дизеля:	8L28/39
Кількість циліндрів:	8
Діаметр циліндра:	280 мм
Хід поршня:	390 мм
Потужність на виході:	1800 кВт
Число оборотів:	900 об/хв
Пускове устаткування:	повітряний компресор

Генератор

Виробник	Hyundai (Korea)
Тип	HFC7 634-10
Потужність	1512 кВт
Частота	60 Гц
Напруга	450 В

Аварійний ДГ

Виробник	LINDENBERG-ANLAGEN GmbH
Тип	D2866LXE 20
Потужність	250 кВА
Число обертів	1800 об/хв.

Допоміжний котел

Виробник	AALBORG
Тип	SD9010
Робочий тиск	7 кг/см²
Паропродуктивність	3150 кг/г

2. Судновий електропривод та система автоматизації

Компресори - це пристрої для створення спрямованого потоку газу під тиском. Компресорні установки досить сильно поширені, вони широко використовуються в холодильних установках , в пневматичних пристроях, а також у контрольно- вимірювальної апаратурі.

Компресори, спрощено, складаються з:

1 . Електродвигуна або приводу;

2 . Нагнітаючої установки;

3 . Ємностей для стисненого газу;

4 . З'єднувальних шлангів і труб.

Електродвигуни, застосовувані в компресорних установках, можуть бути постійного і змінного струму. Двигуни змінного струму діляться на синхронні і на асинхронні. Асинхронні двигуни в свою чергу на АД з короткозамкненим ротором і АТ з фазним ротором. Для асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором перевагами для їх установки в компресорі є їх економічність, простота, зручність конструкції і велика надійність роботи. Їх недоліки це пусковий струм, який в 5 - 7 разів перевищує номінальний струм двигуна і малий пусковий момент.

Синхронні двигуни використовуються в малопотужних мережах, або якщо потрібний значний пусковий момент (при відносно невеликому пусковому струмі). Але у них складна пускорегулююча апаратура і потрібен догляд за щітками і кільцями.

Синхронні двигуни використовуються в компресорах великої потужності (більше 100 кВт). У них дуже високий коефіцієнт потужності ($\cos \varphi = 1$) і вони не дуже сприйнятливі до змін навантаження. Але в теж час вони значно дорожче асинхронних двигунів і при пуску у них спостерігаються ті ж недоліки що і у АД з короткозамкненим ротором.

Нагнітаючі пристрої - це пристрої які під дією сили прикладеної від приводу нагнітають газ в спеціальні ємності, які здатні витримати той тиск, який може створити компресор [2,3].

2.1. Розрахунок та вибір електродвигуна компресора

Переваги АД можуть бути повністю реалізовані лише за умови правильного вибору та застосування електродвигуна. Від правильного вибору електродвигуна за потужністю залежать надійність його роботи у складі електромеханічної системи та енергетичні показники в процесі експлуатації. При установці електродвигуна з зайвою потужністю зростають габарити системи, її вага, вартість, погіршуються енергетичні показники. Тому потужність електродвигуна повинна вибиратися в строгій відповідності з режимом роботи і навантаженням. Отже, метою вибору електродвигуна є, по-перше, визначення технічної можливості застосування двигуна і, по-друге, знаходження найкращого варіанта з технічно можливих по каталогах.

ВИХІДНІ ДАНІ КОМПРЕСОРА:

Швидкість : 1800 об / хв;

Тиск нагнітання : 30 бар;

Продуктивність : 30 $м^3$ / мин.

Для подальшого розрахунку перетворимо величини в одиниці СІ.

30бар = $(30*10^5)$ Па

Потужність на валу електродвигуна, необхідна для роботи компресора, визначається роботою, витраченої на підйом газу [3] :

$$P_{дв} = \frac{kз * Q * B}{1000 \eta_{об} \eta_к} , \qquad (2.1)$$

де: $P_{дв}$ - потужність на валу двигуна, кВт;

B - робота, яка затрачується на стиснення $1м^3$ повітря до необхідного робочого тиску, Дж / $м^3$

Q - подача, м3 / с;

$\eta_{об}$ - 0,94 ÷ 0,98 - коефіцієнт, що враховує втрати через нещільності;

$\eta_к$ - ККД компресора;

$k_з$ - коефіцієнт запасу (1,1…1,2).

ККД поршневих компресорів мають такі значення:

Табл.2.1. Коефіцієнт корисної дії поршневих компресорів

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

Приймаємо $\eta_{об}$ = 0,95, а $\eta_к$ = 0,9.

Підставивши вихідні данні рівняння 2.1, отримаємо :

$$P_{дв} = \frac{(1{,}2*30*117300)}{1000*0{,}95*0{,}9*60} = 82{,}3(кВт),$$

Електродвигун для компресору візьмемо серії WEG. Двигуни цієї серії відповідають загальним вимогам і призначені для нормальних умов роботи (двигуни загального призначення). Вони випускаються у всьому діапазоні потужностей і висот осі обертання, охоплених серією. Це трифазні АД з короткозамкненим ротором, розраховані на частоту живлення 60 Гц, що мають ступінь захисту IP44 або IP23.

Для приводу вибираємо двигун WEG 365T4P55

Нижче наведені технічні дані цього двигуна:

Номінальна потужність $P_н$ _____85 кВт

Номінальна частота обертання $n_н$ _____1800 об / хв

ККД при найменшому навантаженні $\eta_н$ _____94,1 %

Коефіцієнт потужності $cos\varphi$ _____ 0,89

Кратність пускового струму $M_п$ / $M_н$ _____6,5

2.2. Обґрунтування і *вибір схеми живлення та управління електроприводом*

Основні вимоги до суднового електропривода:

від шин ГРЩ повинні одержувати живлення такі електроприводи:

рульового та якірного устроїв, пожежних і осушувальних насосів, насосів спринклерної системи, компресорів;

для електроприводів механізмів, робота яких за певних умов може призвести до ушкоджень електроустаткування і загрожувати безпеці людей (вантажні засоби, шпилі, брашпилі й ін.) варто передбачати ручні пристрої безпеки, що відключають і тим самим забезпечують відключення електроприводів;

комутаційна апаратура керування в ланцюгах електроприводів, що не є одночасно захисним пристроєм від струмів короткого замикання повинна витримувати струм короткого замикання, що може протікати в місці його установки протягом часу, необхідного для спрацьовування захисту.

Застосовувана пуско-регулююча апаратура, повинна виключати самозапуск, якщо тільки це не передбачено системою керування; опір ізоляції кабельної мережі живлення окремого електропривода під час огляду повинно бути не нижче 1МОм.

На проектованому судні пропонуються для установки електроприводи перемінного струму з асинхронними короткозамкненими електродвигунами через такі переваги останніх (у порівнянні з електроприводами постійного струму): простота конструкції, надійність, невеликі маса і габарити, невисока вартість.

Опис роботи вибраної принципової електричної схеми електроприводу компресора пускового повітря [11].

В якості електродвигуна використовується асинхронний двигун (*М*) з короткозамкненим ротором. Захист від перевантаження контролюється тепловими реле 51H і 51L. Особливістю даного компресора являється його

спроможність працювати на високій та низькій швидкостях, завдяки зміненню кількості пар полюсів.

Схема електроприводу забезпечує два види пуску: дистанційний (з ЦПУ) і місцевий (безпосередньо біля механізму). Дистанційний пуск (manual) здійснюється переключенням перемикача 43А і натисканням кнопок 3CH(висока швидкість) та кнопкою 3CL(низька швидкість)Після натискання кнопки 3CH отримує живлення контактор 88H, який відповідає за пуск двигуна і допоміжними контактами блокує запуск на низькій швидкості. Відповідно після натискання після натискання кнопки 3CL отримує живлення контактор 88L і двигун запускається на низькій швидкості. Зупиняється компресор завдяки перемикачу 43-0.Далі в режимі(auto) схема працює таким чином. Якщо тиск у балоні пускового повітря опускається до 27 Бар то спрацьовує реле тиску, контактор 88Lотримує живлення і двигун запускається на низькій швидкості.

Якщо тиск в балоні опуститься до 20Бар знову спрацьовує реле тиску, контактор 88H отримує живлення і двигун запускається на високій швидкості. Після запуску двигуна залишаються відкритими електромагнітні клапана MV1, MV2, MV4, які забезпечують легкий запуск компресора, завдяки відкриття продувальних клапанів. Через витримку часу клапани закриються і компресор почне працювати.

Схема передбачає індикацію режиму роботи двигуна: двигун в роботі на низькій швидкості(лампочка зеленого кольору LL),двигун працює на високій швидкості(лампочка зеленого кольору LH). Лампочка червоного кольору RL1 вказує на перевантаження, RL2- малий тиск мастила, RL3 – висока температура повітря, RL4- висока температура охолоджуючої води.

Схема також забезпечує індикацію і автоматичне відключення за такими параметрами: низький тиск масла (з витримкою часу при пуску), висока температура повітря, висока температура охолоджуючої води. Будь який критичний сигнал супроводжується звуковою сигналізацією.

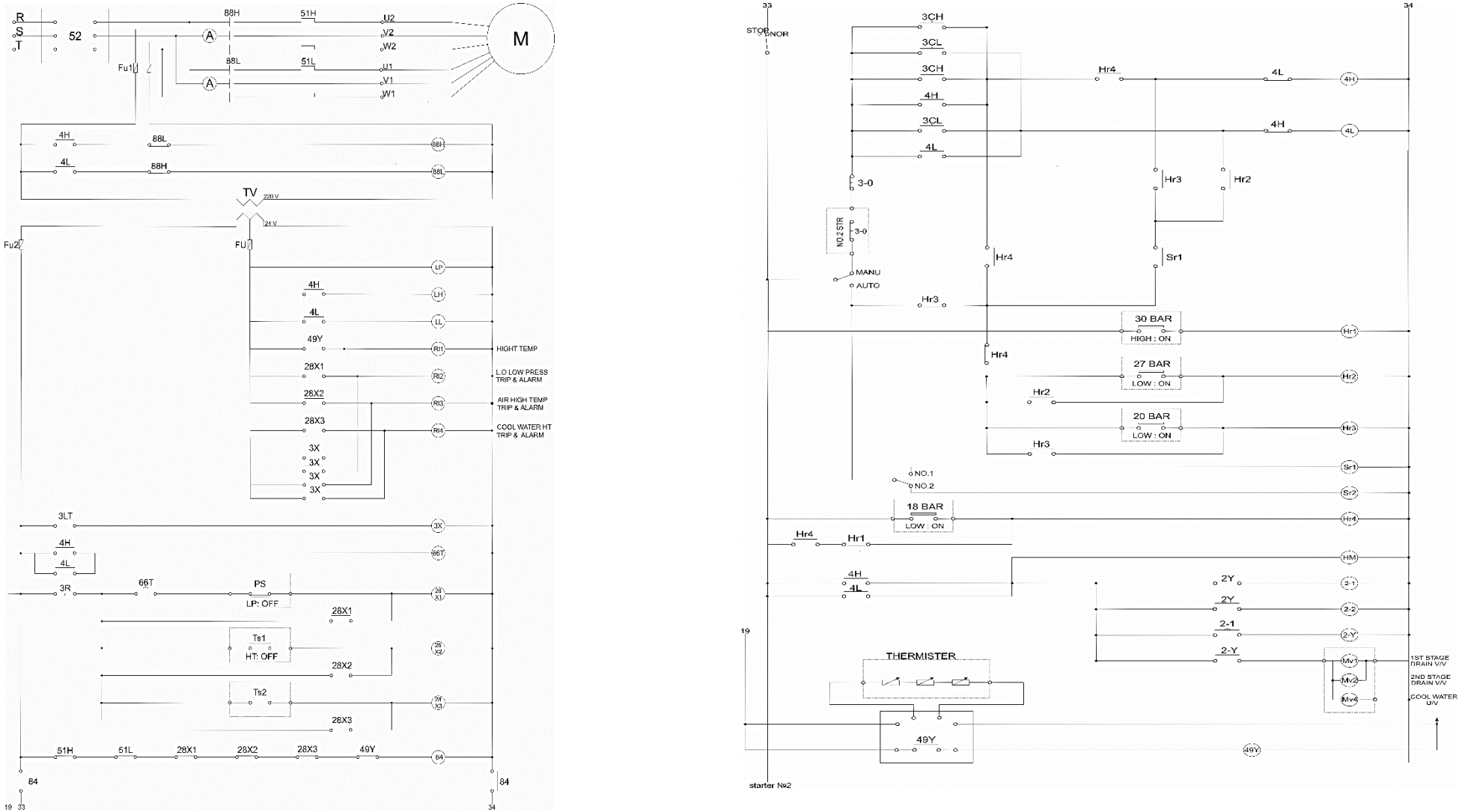

Рис.2.Принципова схема електроприводу

2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та засобів електромагнітної сумісності електроприводу.

Магнітні пускачі призначені для дистанційного керування та захисту двигунів змінного струму. Найбільш вживаними є магнітні пускачі серії HiMC (HYUNDAI). Вони використовуються для мереж змінного струму з напругою 220 В та 450 В, частотою 60 Гц в інтервалі номінальних струмів 9 – 900 А. Пускачі серії HiMC мають двадцять величин по номінальному струму.

Вибір пускача виконується по значенню номінального струму двигуна і по допустимому пусковому струму. Для електродвигуна компресора виберу магнітний пускач серії HiMC 80G22S22060 [11].

Його технічні характеристики:

Табл. 2.3. Технічні характеристики магнітних пускачів серії HiMC

Признач. пускача	Максим. пусков. струм, А	Номін. струм, А	Допустимий робочий струм у режимах роботи, А				Максим. частота вмикань на годину
			30 хв.	5 хв.	ПВ = 40 %		
					Еквівалентний струм	Струм навантаження	
Двигун компресора	451,7	69,2	640	800	640	800	450

Після вибору магнітного пускача виберемо теплові реле.

Для електродвигуна компресора виберемо теплове реле HiTH90K85S з номінальним струмом двигуна 85 А та струмом нагрівача реле 90 А.

Необхідно знайти пусковий струм для вибору автоматичного вимикача:

$$I_н = \frac{P_н}{mU\cos\varphi} = \frac{85*10^3}{3*450*0,91} = 69,2(A)$$

$$I_п = I_н*6,5 = 69,5*6,5 = 451,7\ (A)$$

Вибираємо автоматичний вимикач Terasaki XS

2.4. Розробка інструкцій з експлуатації суднового компресора.

Перед запуском компресора потрібно обов'язково провірити правильність підключення до мережі живлення і заземлення, провірити опір ізоляції, щоб біля компресору не знаходилися зайві предмети. Постійно контролювати справність і ефективність пристроїв захисту та контролю(пресостат, запобіжний клапан, манометри). Пуск і зупинку компресора виконувати тільки перемикачем зі щита управління. Після пуску проконтролювати навантаження на електродвигуні. При кожному включені компресора провіряти напрям обертання двигуна. Періодично, один раз в тиждень, перевіряти надійність закріплення блоку компресора та двигуна, органи управління, закріплення кабелів, перевіряти надійність роботи контактної апаратури. Постійно перевіряти рівень масла в картері, надійність з'єднання повітропроводів, очищати компресор від пилу та забруднень. Не рідше одного разу на тиждень очищати всмоктувальний повітряний фільтр.

Забороняється експлуатувати компресор з несправним захистом, вносити будь-які зміни в електричний або пневматичний ланцюг компресора. Також забороняється експлуатація при появі стороннього шуму.

3. Суднова електроенергетична система

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

Кількість і встановлена потужність джерел електроенергії СЕС залежать від встановленої потужності споживачів електроенергії і характеру зміни споживаної потужності в часі при різних режимах роботи судна.

Досвід експлуатації показує, що характер зміни навантажень СЕС відноситься до категорії випадкових процесів, тому визначати такі навантаження слід з використанням методів вірогідності.

У даний час найпоширенішим є табличний метод, який вважається порівняно простим, наочним і універсальним. В наявних підручниках і навчальних посібниках з СЕЕС і САЕЕС [1÷ 6] цей метод достатньо детально освітлений і ілюстрований прикладами.

У табличному методі випадковість споживання враховується за допомогою так званих коефіцієнтів завантаження і одночасності, в тому або іншому ступені характеризуючи особливості процесу споживання.

Отже виконаємо розрахунок СЕЕС табличним методом, скориставшись програмою *Microsoft Office Excel*.

Розрахункові таблиці приведені в додатках.

Згідно розрахунку потужності судових агрегатів (табличним методом) у різних режимах роботи можна сказати, що найбільш важливим є режим маневрування, при якому споживана судовими агрегатами потужність є найбільшою. Тому, враховуючи цей фактор та опираючись на проведені розрахунки, в яких максимальна споживана потужність дорівнює 9000 кВт, можемо обирати тип та кількість генераторів, а також приведемо їх номінальні значення. Всі необхідні данні генераторів та їх кількість приведені нижче у таблиці.

Таблиця 3.1.Склад електростанції судна

Генератор	**Тип**	**Потужність, кВА**	**Об/хв**	**Напруга**	**Струм, А**	**Частота, Гц**	***Cosφ***
Основний (4)	HFC7 634-10	1890	720	450	2499	60	0,8
Аварійний (1)	LSA 47,2	250	1800	450	400	60	0,8

3.2. Вибір акумуляторів та перетворювачів електроенергії.

Трансформатор – електромагнітний апарат, призначений для перетворення змінного струму однієї напруги в змінний струм іншої напруги при тій же частоті. Дія трансформатора заснована на використані явища електромагнітної індукції. На судні трансформатори розділяють на основні та аварійні. Основні трансформатори забезпечують освітлення жилих приміщень, освітлення машинного відділення, трюмів та головної палуби. Забезпечують живленням навігаційне обладнання, протипожежну систему. Щоб забезпечити живленням дане електрообладнання вибираємо наступні трансформатори:

1. Тип: КТК-610; Потужність: 135 кВА; 440/230В;
2. Тип: КТК-610; Потужність: 135 кВА; 440/230В.

Аварійні трансформатори забезпечують аварійне освітлення жилих приміщень, машинного відділення, палуби та трюмів. Також забезпечують живленням радіообладнання, аварійне навігаційне обладнання, внутрішньо суднову радіотрансляцію. Отже вибираємо наступні трансформатори:

1. Тип: КТК- 570; Потужність: 135 кВА; 440/230;
2. Тип: КТК- 570; Потужність: 135 кВА; 440/230.

Акумулятор – це пристрій для накопичення енергії з метою її подальшого використання. Електричний акумулятор перетворює електричну енергію в хімічну і в міру потреби забезпечує зворотне перетворення. На судні акумулятори мають важливе значення, вони використовуються для запуску

АДГ, рятувальних засобів, для забезпечення аварійного живлення системи ГМЗСБ та системи автоматики.

Запуск АДГ забезпечують два акумулятори с наступними даними: SMF 68022;12В; 180 Ач. Для забезпечення запуску рятувальної шлюпки вибираєм два акумулятори: 520 ЕН;12В;60Ач. Щоб забезпечити живленням систему автоматики теж використовуються два акумулятори: 12В;160 Ач. Для системи ГМЗСБ використовуємо наступні акумулятори: SMF Batteries;2x12В;140Ач.

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

Лінії електропередачі, що входять в електричні мережі, підрозділяються на фідери і магістралі [4,8,10].

Фідером називають лінію електропередачі, включену між двома будь-якими розподільними щитами або між розподільним щитом і приймачем або джерелом електроенергії.

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

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

Відповідно до Правил Регістра безпосередньо від ГРЩ електростанцій повинні одержувати живлення електроприводи кермового і якірного пристроїв, насосів (пожежні, осушувальні і спринклерної системи), компресорів; гірокомпас; шити холодильної установки вантажних трюмів; щити основного освітлення, радіостанції, навігаційних приладів, сигнально-відмітних вогнів: електроприводи механізмів силової (енергетичної) установки: щити швартовних і шлюпкових пристроїв, вентиляції, нагрівальних приладів,

пристроїв керування гвинтом регульованого кроку й інші відповідальні приймачі, що маються на даному судні. З цього випливає, що Правила Регістра віддають перевагу СЕЕС з фідерним розподіленням електроенергії.

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

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

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

Передача електроенергії постійного струму й однофазного перемінного струму здійснюється лініями, електричні ланцюги яких є двопроводовими. Вони виконуються за допомогою двох одножильних кабелів або одного двожильного. Передача електроенергії трифазного перемінного струму здійснюється лініями, електричні ланцюги яких трипроводові або чотирипроводові (три фази і нульовий провід), виконані за допомогою

трижильних кабелів для фаз і одножильного кабелю для нульового проводу або одного чотирижильного кабелю.

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

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

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

1) кільцевій;

2) магістральній;

3) фідерній;

В) Від ГРЩ повинні живитись такі споживачі:

1) механізми відповідального призначення;

2) групові щити допоміжних механізмів;

3) щити освітлення;

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

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

Є) силова мережа і мережа освітлення повинні бути розділені.

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

Схемою передбачене дистанційне відключення, сепараторів, суднової вентиляції. Деякі, найбільш відповідальні споживачі одержують живлення по двох фідерах, що можуть проходити через АРЩ.

З секції напруги (450В) отримують живлення розподільний рефконтейнерний щит (РРЩ) та через два понижуючих трансформатора ГРЩ,

від якого в свою чергу отримує живлення АРЩ в нормальному режимі. В аварійному режимі АРЩ роз'єднується з ГРЩ і отримує живлення від аварійного дизель-генератора.

ГРЩ складається з двох основних секцій: секції 450В та 230В.За допомогою яких розподіляється електроенергія по споживачам, згідно з їх споживною напругою та призначенням.

Секції 450В має дві фідерні панелі, які з'єднуються контактором (N.C.).

З секції 230В отримують живлення:

освітлення навігаційної палуби(LD-1);

освітлення жилих приміщень(LD-2/3/4);

освітлення машинного відділення(LD-5/6);

палубне освітлення;

освітлення трюмів;

сигнальні та розрізнювальні вогні;

навігаційне обладнання;

консоль управління ГД;

протипожежна система;

підігрівачі приміщень рефтрансформаторів, ПП, ДД;

панель управління стерилізаційними пристроями №1/2;

РЩЖ 220В(пр. камбузне обладнання).

Розподіл електроенергії від АРЩ напругою 440В, 220В та 24В згідно з Правилами Регістру.

З секції 440В отримують живлення наступні споживачі:

вентилятор МВ №3;

аварійний пожежний насос;

витяжний вентилятор приміщення АДГ;

витяжний вентилятор приміщення CO2.

З секції 230В АРЩ отримують живлення:

аварійне освітлення жилих, службових та МВ приміщень;

аварійне освітлення палуби;

аварійне освітлення трюмів;

внутрішньо суднова радіотрансляція;

радіообладнання;

аварійне навігаційне обладнання.

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

Від секції 24В отримують живлення:

аварійне освітлення 24В;

системи автоматизованого управління відповідальних та потужних споживачів.

3.4. Розрахунок струмів короткого замикання, вибір генераторних автоматів.

Процес короткого замикання (КЗ) — складне явище, яке зважаючи на малі довжини електричних зв'язків в суднових системах частіше за все зачіпає значну частину устаткування судна. Тривалість КЗ мала і звичайно не перевищує 1с.

Проте КЗ можуть викликати такі небезпечні для елементів і для всієї системи результату, як:

пожежа в місці КЗ через дію електричної дуги;

руйнування електроустаткуванні дугою в місці КЗ;

пошкодження електроустаткування (електричних машин, апаратів, кабелів, розподільних пристроїв) в результаті теплової і електродинамічної дії струмів в ланцюзі КЗ;

руйнування електричних апаратів, які відключають струми, що перевищують граничну комутаційну здатність апаратів;

помилкові спрацьовування захисних пристроїв;

поява щодо малих струмів в результаті електричної дуги в місці КЗ, що стійко горить, і неспрацьовування захисту;

сильне зниження напруги, порушення стійкості паралельної роботи генераторів, стійкості навантаження і т.д.

Для оцінки можливих небезпечних дій струмів на електричні системи, а також для розробки заходів щодо забезпечення правильної роботи електричного захисту з метою запобігання небезпечних дій струмів виявляється необхідним при проектуванні системи і її елементів визначати різні величини, що характеризують струми КЗ [4,10].

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

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

вибір системи розподілу електроенергії;

визначення максимально допустимої сумарної потужності генераторів, що працюють паралельно в тривалому режимі, виходячи з комутаційної здатності наявних автоматичних вимикачів;

перевірка і вибір електричних апаратів і інших елементів системи по комутаційній здатності, динамічній і термічній стійкості;

розрахунок електродинамічних (механічних) сил, діючих на струмовідній частині;

вибір струмообмежувальних пристроїв;

розробка системи захисту;

налаштування захисту, вибір режимів використовування системи.

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

$$I_n = \left(I_0'' - I_0'\right)e^{-t/\tau_d''} + \left(I_0' - I\sim\right)e^{-t/\tau_d'} + I\sim, \qquad (3.1)$$

де: I_0'' — початкове значення надперехідного струму КЗ;

I_0' — початкове значення перехідного струму КЗ;

$I\sim$ — стале значення струму КЗ;

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

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

$$I_0''=E''_0/Z_{pl}; \quad I_0' = E_0'/Z_{p2} \qquad (3.2)$$

де: E''_0 , E_0' - ЕДС генераторів в надперехідному і перехідному режимах;

Zpl, Z_{p2} — результуючі опори ланцюга короткого замикання, одержані з урахуванням опору x''_d у складі $Z_{р\,1}$ і опору x'_d у складі $Z_{р\,2}$.

Вважаючи, що генератори до КЗ працювали з номінальним навантаженням при $I_н$ = 1, cosφ = 0,8(sinφ = 0,6, значення ЕДС генераторів знаходять по формулах:

$$E_0'' = 1 + I_н x_d'' \sin\varphi = 1 + 0,6x_d''; \qquad (3.3)$$

$$E_0' = 1 + I_н x_d' \sin\varphi = 1 + 0,6x_d'. \qquad (3.4)$$

Сталий струм КЗ в ланцюзі короткого замикання знаходиться по формулі

$$I\sim = I\sim_г \frac{x_d}{Z_{p3}}, \qquad (3.5)$$

де: $I\sim_г$ — сталий струм КЗ генераторів (у відносних одиницях можна приймати рівним 4-6) ;

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

Значення струму I_n по формулі (3.1) звичайно визначається для t= 0,01 з t, рівного часу відключення короткого замикання.

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

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

$$I_n = I_0'' = E_0'' / Z_{p1} = I_0 . \tag{3.6}$$

Тоді

$$i_{уд.г} = K_{уд}\sqrt{2} I_д ; \tag{3.7}$$

$$i_{уд} = i_{уд.г} + i_{уд.д} = \sqrt{2} I_б \left(K_{уд} I_0 + I_д \right). \tag{3.8}$$

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

$$Z_{тр} = u_{КЗ} / 100 ; \tag{3.9}$$

активний опір

$$r_{тр} = P_м / 100 ; \tag{3.10}$$

реактивний опір

$$x_{тр} = \sqrt{Z_{тр}^2 - r_{тр}^2} . \tag{3.11}$$

Опори, приведені до базисних умов

$$r_{б.тр} = r_{тр} \frac{S_б}{S_{тр}} \quad ; \quad x_{б.тр} = x_{тр} \frac{S_б}{S_{тр}} , \tag{3.12}$$

де $S_{тр}$ - номінальна потужність трансформатора.

Особливістю розрахунку струмів КЗ в ланцюгах з трансформаторами є те, що за базисну напругу на первинній стороні трансформатора беруть номінальну

напругу на шинах ГРЩ. На вторинній стороні трансформатора базисною напругою є номінальна напруга вторинної його обмотки. Відповідно до цього до і після трансформатора будуть різні базисні струми.

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

У нижче приведених таблицях зустрічаються наступні символи:

Ra - опір статора синхронної машини;

X"d, X'd - надперехідна і перехідна реактивність генератора;

T "d, T 'd - постійні часу надперехідного і перехідного режимів;

Tdc - постійна часу постійного струму;

R - опір;

X - реактивність;

L - довжина кабелю;

N - кількість кабелів;

E"qo, E'qo - ЕДС генераторів в надперехідному і перехідному режимах;

I"kd, I'kd - початкове значення надперехідного і перехідного струму КЗ;

Iac - змінноструму складова струму КЗ генератора;

idc - постійноструму складова струму КЗ генератора;

Ikd - сталий струм КЗ;

ip, - максимальний струм КЗ;

T"e, T'e - постійні часу надперехідного і перехідного режимів включаючи неактивні складові;

Z"e, Z'e - опір ланцюга в надперехідному і перехідному режимах генератора;

Таблиця 3.2. Зведені дані генераторів

№ генератора	ДГ-1	ДГ-2	ДГ-3	ДГ-4
Повна потужність, kVA)	1890	1890	1890	1890
Напруга (V)	450	450	450	450
Частота (Hz)	60	60	60	60
Струм (A)	2499	2499	2499	2499
Cosφ	0,8	0,8	0,8	0,8
Ra (%)	0.83	0.83	0.83	0.83
X"d (%)	16.3	16.3	16.3	16.3
X'd (%)	27.3	27.3	27.3	27.3
Xd (%)	390	390	390	390
T "d (ms)	5,6	5,6	5,6	5,6
T 'd (ms)	147,8	147,8	147,8	147,8
Tdc (ms)	50,9	50,9	50,9	50,9

Кабель

Тип кабелю	ECT120	ECT120	ECT120	ECT120
R (ohm/km)	0.154	0.154	0.154	0.154
X (ohm/km)	0.086	0.086	0.086	0.086
L (m)	57	79	67	35
N	17	17	17	17

Розрахункові данні

E"qo (V)	291.02	291.02	291.02	291.02
E'qo (V)	312.65	312.65	312.65	312.65
Ra (ohm)	0.000561	0.000561	0.000561	0.000561
X"d (ohm)	0.011011	0.011011	0.011011	0.011011
X'd (ohm)	0.018442	0.018442	0.018442	0.018442
Xd (ohm)	0.236455	0.236455	0.236455	0.236455
R (ohm)	0,000516	0,000716	0,000607	0,000317

X (ohm)	0,000288	0,000400	0,000339	0,000177
Z"e (ohm)	0.011351	0.011482	0.011410	0.011223
Z'e (ohm)	0.018761	0.018885	0.018817	0.018640
T"e (sec)	0.005678	0,005708	0,005692	0,005650
T'e (sec)	0,150407	0,151416	0,150863	0,149427
Tdce (sec)	0,027208	0,023191	0,025212	0,033049
I"kd (A)	25,639.16	25,346.10	25,505.96	25,931.89
I'kd (A)	16,664.99	16,555.98	16,615.47	16,773.67
Ikd (A)	11,538.00	11,538.00	11,538.00	11,538.00
Iac(t) (A)	18,457.14	18,328.77	18,398.86	18,584.89
idc(t) (A)	24,044.74	22,512.97	23,333.38	25,703.98
ip(t) (A)	50,147.08	48,433.76	49,353.30	51,986.98

Вибір генераторних автоматів

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

$$I_{Г.Н.} = \frac{P_{Г.Н.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{Г.Н.} \cdot \cos\varphi_H} \qquad (3.13)$$

Для дизель генераторів отримуємо: $I_{г.н.} = 2499{,}34$ А.

Виберемо автоматичний генераторний вимикач фірми HYUNDAI типу HIAN 30 з номінальним струмом 3 000 А.

3.5. Вибір апаратів та приладів ГРЩ

Для комплектації ГРЩ вибираємо наступні прибори та апарати: генераторні автомати вибираємо фірми HYUNDAI типу HIAN30 з номінальним струмом 3000 А [11]. Дані магнітних контакторів, реле часу,

допоміжних реле та індикаторних ламп приведені в наступних таблицях:

PARTS	SPECIFICATION					MANUFA-CTURER
DISCONNECTING SWITCH	TYPE	RATED VOLTAGE		RATED CURRENT		HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO., LTD
	HiSD-103	AC 500V		100		
	HiSD-203			225		
	HiSD-403			400		
	HiSD-603			600		
	HiSD-803			800		
MAGNETIC CONTACTOR		CURRENT RAT.(AC3,A)	APPLICATION FOR MOTOR AC440V(KW)	CONTACT		
				MAIN	AUX.	
	HiMC22W	22	11	3a	1a	
	HiMC32W	32	15			
	HiMC50W	50	22		2a2b	
	HiMC80W	80	37			
	HiMC90W	90	45			
	HiMC130W	130	65			
	HiMC220W	220	110			
	HiMC260W	260	132			
	HiMC400W	400	220			
	HiMC630W	630	330			
	HiMC800W	800	440			
THERMAL TYPE OVER CURRENT RELAY		CURRENT SETTING RANGE(A)		CONTACT	REMARKS	
	HiTH22	0.12-22		1a1b		
	HiTH40	7-40				
	HiTH50	18-50				
	HiTH90	28~90				
	HiTH130	48~130				
	HiTH220	78~220				
	HiTH300	132~300				
	HiTH500	180~300				
	HiTH800	378~800				
CONTROL UNIT	DESCRIPTION	TYPE		SPECIFICATION		
	POWER MANAGEMENT SYSTEM	HIMAP-BCG		AC 440V 60HZ		HHI
CONTROL TRANSFORMER	RC-SERIES	CLASS "A" INSULATION				KOC
POTENTIAL TRANSFORMER	PTO-SERIES	CLASS "A" INSULATION				

PARTS		SPECIFICATION		MANUFA-CTURER
		CURRENT RAT.(A)	CONTACT	
AUXILIARY RELAY	HMX22	AC 110V 10A AC 440V 3.5A DC 24V 10A	2a2b	HHI
	HMX31		3a1b	
	HMX40		4a	
	HMT31		3a1b	
	HAC13		AUX. BLOCK	
	HAC40			
	YM4–	DC 24V 3A AC 110V 3A AC 220V 3A	4c	YM TECH
TIME RELAY	GTN–	DC 24V AC 110V 50/60HZ AC 220V 50/60HZ		WEST-RONICS
INDICATING LAMP	YSNRL34–	24V 1W E-10		YONG SUNG
	KH-2203F–	6.3V 1W BA-9S WITH TRANSFORMER 110/6.3V 220/6.3V		KUN HUNG
P/B & ILL. P/B	KH-2201–	AC 250V 6A		
	KH-2204P–	AC 250V 6A 6.3V 1W BA-9S		
BULB	–	6.3V 1W BA-9S		
	–	24V 1W E-10		YONG SUNG
SELECTOR SWITCH	KH-2202L–	AC 250V 6A		KUN HUNG
	YSC–	AC 440V 3A		YONG SUNG
CURRENT TRANSFORMER	CR–	15VA CLASS 1.0		CITY
	CS–	40VA CLASS 1.0		
UNIT RELAY	SBGA–	DC 24V		WEST-RONICS

Вольтметри вибираємо типу YSDNCO204-A4MT10, амперметр типу YSDNC0104-A4MT10

3.6. Вибір системи збудження синхронних генераторів.

Генератори фірми HYUNDAI моделей HFC7 є синхронними безщітковими генераторами повністю закритого типу з повітряним охолодженням. Генератори обладнані системою збудження THYRIPART з вмонтованим електронним регулятором напруги [11,15].

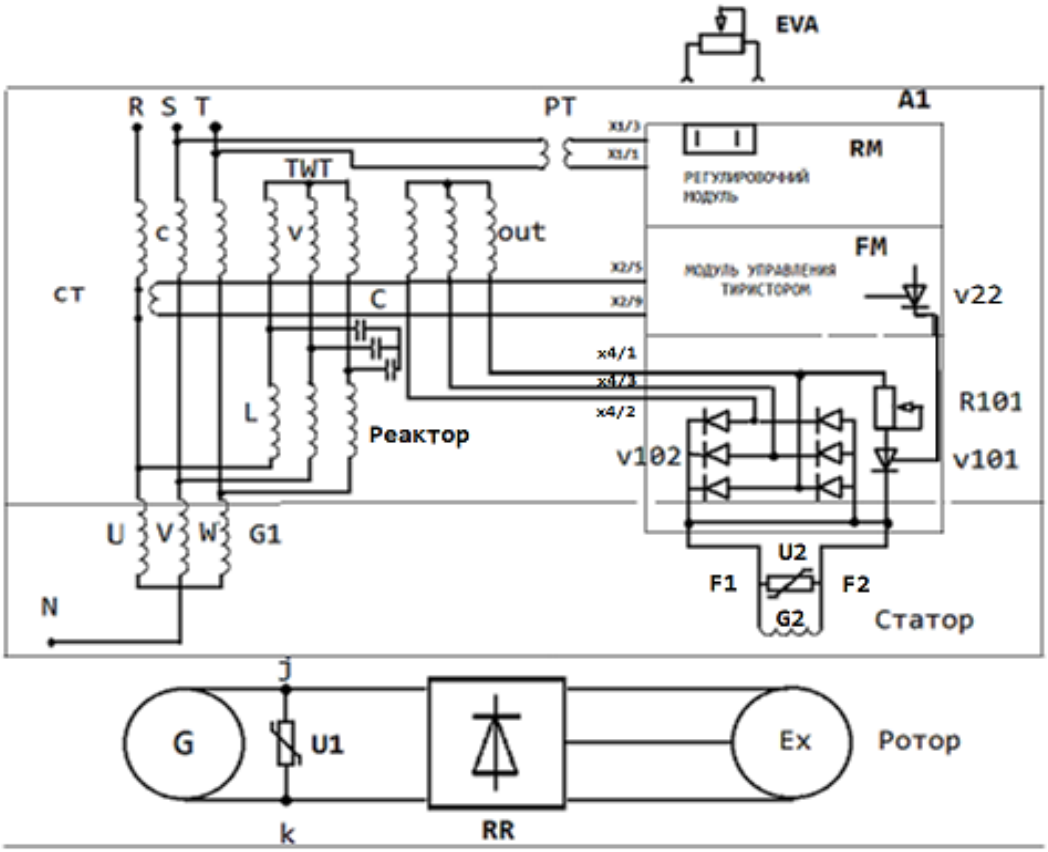

Рис 3.1. Принципова схема системи збудження Siemens - Thyripart

Компоненти схеми наступні:

G - синхронний генератор ;

G1-збудника-зверненої синхронної машини, у якої індуктор нерухомий, а обмотка змінного струму обертається. Синхронний збудник являє собою електричну машину з фазним ротором, що працює в режимі синхронного генератора ;

A1- ТРН з силовим модулем;

C- блоку конденсаторів ;

L - Реактора, призначеного для зсуву струму холостого ходу генератора щодо його напруги на кут, близький до 90° в сторону відставання;

RR - обертового випрямляча (rotating rectifier);

TWT - триобмоткового трансформатора;

EVA - зовнішнього реостата що задає напругу генератора ;

CT - вимірювального токового трансформатора для вимірювання навантаження генератора ;

V22 – головного тиристора;

V102 – силового модулю;

R101 – послідовного резистора;

V101 - допоміжного тиристора;

X1, X2, X4, X40 - контактних роз'ємів ТРН;

Принцип дії .

Система збудження являє собою систему амплітудно - фазового управління збудженням синхронного генератора, яке забезпечується компаундувальним трансформатором струму - СТ, пропорційно току навантаження. Напруга генератора порівнюється із заданою напругою. Керуючий сигнал для відкриття тиристора формується залежно від виду пилкоподібної напруги , одержаної після порівняння і посилення напруги генератора. Результуючий струм збудження , чия інтенсивність злегка вище , індукується в номінальну напругу генератора. У цьому випадку ТРН неактивний : вихідна напруга генератора залежить тільки від струму порушення збудника , регульованого струмом навантаження .

ТРН забезпечує напругу необхідної величини , регулюючи зміну струму збудження за допомогою кута відкриття тиристора та шунтуючи ланцюг. Трифазний допоміжний збудник , перетворюючи механічну енергію в електричну , підвищує енергію збудження приблизно в 20 разів. Ця енергія надходить на обмотку збудження генератора, проходячи через обертовий діодний міст (RR) . У цьому випадку струм збудження при низькому його значенні регулюється ТРН.

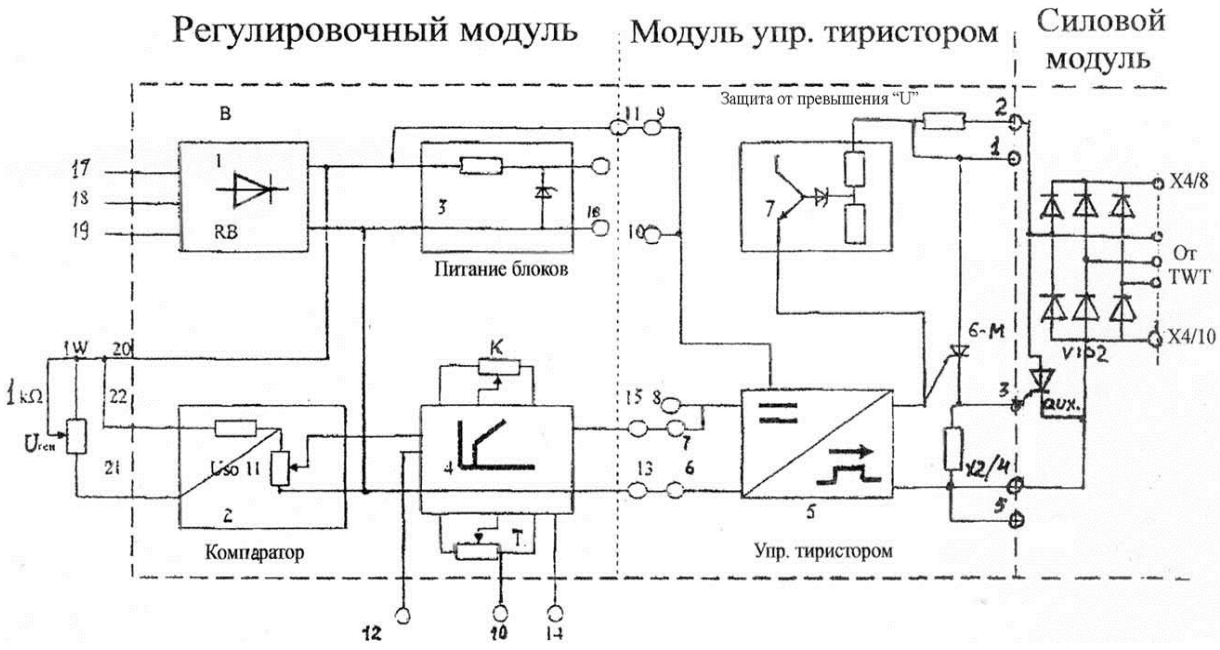

Рис. 3.2. Блок-схема регулятора напруги

На рис. 3.2. представлена блокова схема ТРН. Вона складається з:

модуля регулювання, RM - regulating module;

модуля управління тиристорами зі зворотним зв'язком, FM - firing module;

силового модуля, PM - power module.

Модуль регулювання в свою чергу складається з:

блоку силових випрямлячів, RB - rectifier block - 1;

компаратора поточних і заданого значень напруг генератора - 2;

блоку живлення компонентів модулів - 3;

підсилювача вихідної величини компаратора - 4.

Принцип дії.

Трифазна напруга генератора, що знімається з клем 17, 18 і 19 , надходить на блок випрямлячів 1 , випрямляється , згладжується і надходить на вхід компаратора 2 (клеми 20 , 22) . Цей вхідний сигнал являє собою величину, пропорційно поточній напрузі генератора - $U_{тек}$. Через клеми 20, 21 на вхід компаратора надходить сигнал, пропорційний заданому значенню напруги

генератора - Uзад. Результуючий сигнал від двох напруг $U_{тек}$ і $U_{зад}$ у вигляді пилкоподібної напруги надходить на вхід підсилювача 4, що представляє собою PID - регулятор. Для налаштування рівня посилення використовують наявні потенціометри K і T. Посилений сигнал надходить на вхід модуля управління тиристорами. Таким чином, призначення модуля регулювання ТРН є:

формування сигналу , пропорційного поточним значенню напруги генератора $U_{тек}$;

формування і регулювання за допомогою EVA сигналу заданого значення напруги генератора $U_{зад}$;

порівняння цих двох сигналів і визначення величини різності - ΔU ;

посилення величин цієї різниці ;

живлення всіх компонентів ТРН .

Модуль управління тиристорами складається з:

блоку управління тиристорами, це систему імпульсно- фазового управління, робота якого залежить від диференціала поточних і заданого значень напруги генератора ;

блоку захисту від перенапруги, більше 600 В між клемами 1 і 5 , що забезпечує відкриття тиристора 7;

головного тиристора.

Залежно від потенціалу компаратора 2, підсилювач 4 може дати додатковий імпульс постійного струму. Струм збудження в нормальних умовах забезпечується одним імпульсом . Якщо потрібне форсування збудження , ТРН формує поспіль два імпульсу.

Силовий модуль ТРН складається з :

трифазного випрямляча V102 ;

допоміжного тиристора V101 , керованого головним тиристором V22 .

У нормальному режимі , коли напруга генератора рівна номінальному значенню, ТРН не працює. Обидва тиристора заперті і струм збудження регулюється тільки струмом навантаження . У разі пониження напруги

генератора внаслідок високого навантаження включається в роботу ТРН, і кут відкриття тиристорів залежатиме від величини різниці напруги:

$$\Delta U = \pm (U_{тек} - U_{зад}) .$$

Тиристорний регулятор напруги представлений на рис. 3.4.3 . Він отримує напругу від синхронного генератора через роз'єм - ми X1 / 1 і X1 / 3. Ця напруга надходить на понижуючий трансформатор T1 і випрямляється на діодному мосту V1 - V4 . Постійна напруга від випрямляча , приблизно 30V , є пропорційним поточним напрузі генератора. Друге напруга , що задає , надходить від зовнішнього реостата EVA (роз'єми X2 / 1 , X2 / 3) і більш точно регулюється потенціометром U. Ці дві постійних напруги надходять на компаратор C, де вони посилюються , і вихідний сигнал у вигляді пилкоподібної напруги надходить на вхід підсилювача A

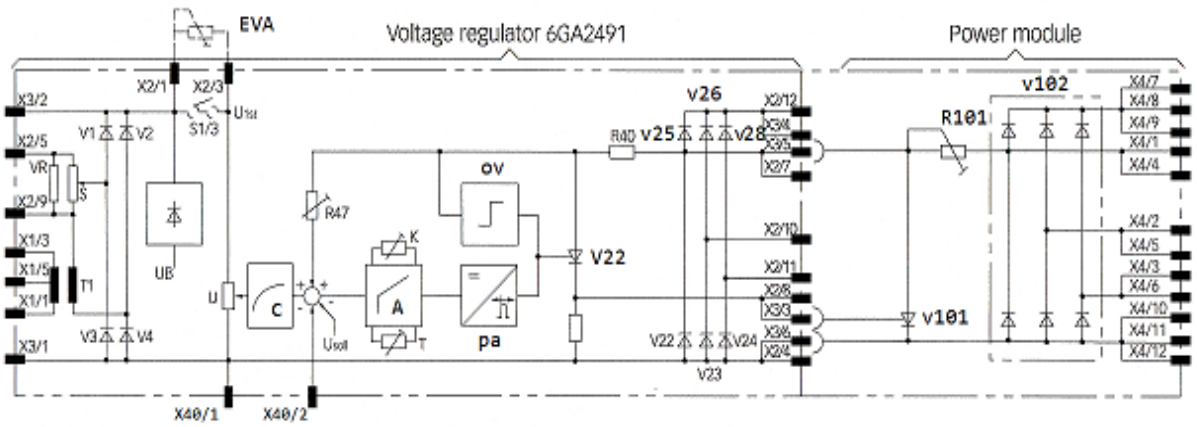

Рис . 3.3. Тиристорний регулятор напруги

Потенціометр *K* використовується для регулювання коефіцієнта посилення контролера, а потенціометр *T* - для регулювання часу циклу , тоді як потенціометр *R*47 використовується в ланцюзі порівняння керуючого підсилювача для регулювання динамічного режиму.

Обертаючи ручку *K* в напрямку зменшення чисел і ручку *T* в напрямку збільшення чисел, стабілізуємо керуючу напругу і зменшуємо номінальне значення напруги генератора .

Вихід з *PA* (Pulse Amplifier) знаходиться в ланцюзі керуючого електрода головного тиристора V22, керуючого допоміжним тиристором V101, шунтуючи частину силового випрямляча *V*102 обмотки збудження збудника.

OV (overvoltage) забезпечує захист від перенапруги .

ТРН має п'ять регулювальних потенціометрів : U , К, Т , R17 і S. Номінальна напруга генератора регулюється потенціометром *U* , а динамічний режим - потенціометрами *K* , *T* і *R*47 .

На холостому ході генератора *ТРН* регулює напругу відповідно до його поточних значень. Частота при цьому змінюється відповідно по похилій характеристиці первинного двигуна незалежно від точності вихідної напруги генератора.

Складовою частиною регулятора є частотний модуль. Через роз'єм *X*40 / 3 позитивна чи негативна додаткова напруга *U*set supp . надходить від високовольтного ланцюга або змінної частоти частотного модуля. Відношення між $U_{ген}$ і $U_{set\ supp}$. приблизно наступне:

$$\Delta U_{Г} \approx -1,4 \frac{k\Omega U_{пот}}{VR_{18}} U_{set\ supp}, \qquad (3.14)$$

де *R*18 вимірюється в кОм.

Ланцюг паралельної роботи БСГ потрібний при роботі в паралелі з іншим генератором. Активна потужність генератора регулюється за допомогою регулятора первинного двигуна. Швидкісна характеристика первинного двигуна повинна бути лінійною і статизм повинен становити від 3 % до 5 % (рис. 3.4) між напруженнями генератора при номінальному навантаженні і холостим ходом .

$$\delta = \frac{U_{X.X.} - U_{H}}{U_{H}}, \qquad (3.15)$$

де: δ - статизм ;

U_H - напруга номінального навантаження ;

$U_{X.X.}$ - напруга при холостому ході .

Паралельне з'єднання обмоток збудження або ланцюгів паралельних роботи (контакти S1/1) забезпечує рівномірний розподіл реактивного навантаження і зменшує напругу генератора в прямій пропорції до збільшення реактивного струму.

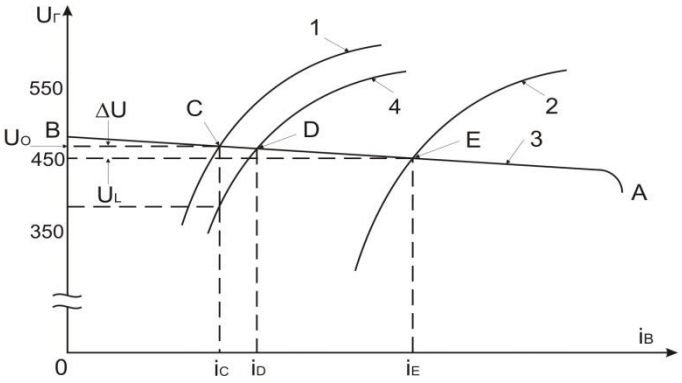

Рис . 3.4 . Зовнішні характеристики генератора і AVR

Реактивну потужність, що вимірюється трансформатором струму в ланцюзі паралельної роботи , можна регулювати за допомогою потенціометра *S* контролера таким чином , щоб номінальна напруга генератора не змінювалась при cos φ = 1 , а при cos φ = 0 статизм міг доходити до 6 % (рис. 3.5) .

Відповідну зміну напруги при звичайному cos φ = 0,8 складе 3,6 %.

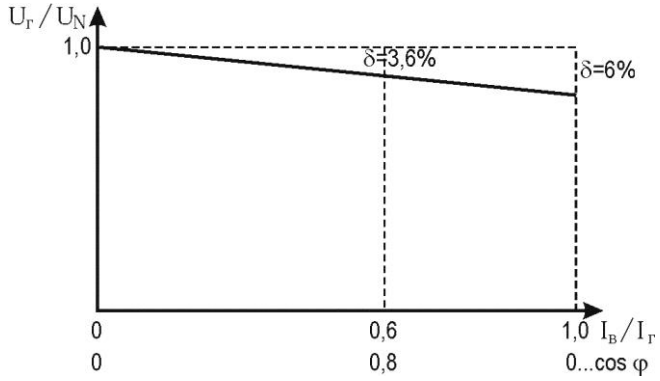

Рис . 3.5. Діаграма визначення статизму регулятора напруги

При одиночній роботі генератора ланцюг паралельної роботи не задіяна . Це забезпечується шунтуванням вторинної обмотки трансформатора струму або установкою потенціометра *S* в крайнє ліве положення . При одиночній роботі генератора на будь-яких навантаженнях відношення між реактивної навантаженням генератора I_n , номінальним струмом генератора *I* і статизмом регулювання δ визначиться за формулою:

При cos φ = 0,8 відношення I_n / I = 1 , тоді

$$\delta = 6\%\sqrt{1-0,8^2} = 3,6\%$$

Цю величину можна регулювати за допомогою потенціометра *S*.

Таким чином, статизм системи регулювання може досягати величини 3-5%.

Типова характеристика AVR бесщіткового синхронного генератора показана на рис. 3.6 .

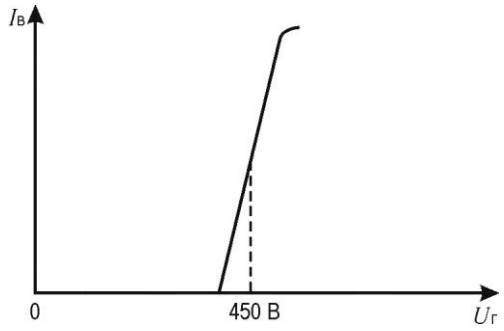

Рис . 3.6. Зовнішня характеристика AVR

На рис.3.4 зовнішні характеристики генератора на холостому ходу (1) і повному навантаженні (2) перетинаються з характеристикою AVR в точках *C* і E. Припустимо , генератор працює в режимі холостого ходу. При цьому напруга генератора буде представлено як U_0 , а струм збудження - i_C . При збільшенні навантаження , зовнішня характеристика генератора буде зміщуватися по кривій AB .

Припустимо , струм збудження не може збільшитися вище точки i_C , напруга генератора впаде до значення U_L . AVR , контролюючий струм збудження,

виявляє найменші зміни в напрузі генератора , викликані збільшенням навантаження , і збільшує струм порушення до позначки i_D , щоб отримати різ - ницю з номінальною напругою, що дорівнює нулю, підтримуючи вихідну напругу генератора в точці D.

Таким чином , незалежно від збільшення або зменшення навантаження , напруга генератора завжди підтримується в визначеній точці на кривій AB . Якщо крива AB перпендикулярна до ординати напруги , ΔU досягає нуля і регулювання напруги не відбувається , тому що в цьому немає необхідності. З іншого боку , чим менше кут кривої AB з ординатою напруги , тим більше діапазон регулювання напруги .

Криву, відповідну зовнішній характеристиці AVR також можна змінювати і вона буде мати інші кути нахилу з ординатою . Це можна здійснити за допомогою регулювальних потенціометрів ТРН .

При різних навантаженнях регулювання ми будемо мати сімейство кривих , що відносяться до зовнішніх навантажень генератора. При цьому характер зміни струму порушення генератора буде пропорційним і куту і навантаженні. Точність підтримки напруги безщіткових синхронних генераторів типу "Siemens" становить приблизно ± 1 %. Проте , для паралельної роботи з метою підвищення стабільності при розподілі реактивного навантаження , генератори відрегульовані таким чином, щоб напруга не могла знизитися на ± 3 % при номінальних значеннях навантаження і коефіцієнті потужності cos φ при наявності ланцюга паралельної роботи в схемі ТРН .

Наведена схема дозволяє регулювати $U_г$ в заданих межах. Конструкція і регулювання синхронного генератора , збудника , системи збудження дозволяє регулювати напругу регулятора в межах ± 5 % від його номінального значення за допомогою потенціометра U при стабільних умовах і в умовах зміни навантаження від холостого ходу до номінального значення при cosφ = 0,8. Точність підтримки напруги у генератора при одиночній роботі або в паралель становить ± 1,8 % його номінального значення , що відповідає вимогам міжнародних морських інспекцій .

Система збудження та автоматичного регулювання Siemens - Thyripart широко використовується на знову споруджуваних судах для Німеччини під наглядом Germanische Lloyd .

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

Таблиця 3.3. Паспортні дані двигуна підрулюючого пристрою

Двигун	
Потужність	1800 кВт
Cos φ	0,87
ККД	0,93
Номінальний струм	2860 А
Кратність пускового струму	6
Метод пуска	Зірка- трикутник

Розрахунок провалу напруги СЕЕС проводиться при пуску найбільш потужного агрегату на судні. Таким агрегатом у нашому випадку є підрулюючий пристрій, потужність якого дорівнює 1800 кВт, а також він пускається перемиканням зірка-трикутник, що є дуже важливим при розрахунку провалу напруги [4,10].

Спочатку розрахуємо потужність, яка споживається підчас пуску двигуна:

$P_п = \sqrt{3} \cdot \frac{U}{1800} \cdot I_H \cdot K_i \cdot (0{,}65^2) = 1{,}732\ 0{,}25 \cdot 2860 \cdot 6\ 0{,}65^2 = 3140$ кВА

де: U – напруга двигуна,

$I_н$ - номінальний струм,

K_i– кратність пускового струму двигуна.

Реактивний опір генератора:

$X'''_D = \frac{x'd + x''d}{2} = (0{,}17+0{,}11)/2 = 0{,}14$

Реактивний опір при пуску:

$X_L = \frac{Pг}{Pп}$ =3*1890/3140 = 1,805

Провал напруги:

ΔU=1-((1,8/1,8+0,14)) =0,064=6.4%

Як бачимо, падіння напруги невелике и знаходиться в допустимих границях.

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

Для вибору кабелю необхідно розрахувати його струм. Після такого розрахунку треба скористуватися спеціальною таблицею для того, щоб обрати кабель з необхідною площею поперечного січення [4,10].

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

Розрахунок на втрату напруги проводиться наступним чином:

В якості приймача обираємо електропривод аварійного пожежного насосу з наступними технічними даними: Рп = 34,5 кВт, Uп = 440 В, cos φ = 0,8, η_n = 0.87, l= 180 м

$$I_k = \frac{P_n * 10^3}{\sqrt{3} * U_n * cos\varphi_n * \eta_n} = \frac{34{,}5 * 10^3}{\sqrt{3} * 440 * 0.8 * 0.87} = 65{,}04\ A$$

Ми визначили струм кабелю. Тепер можемо обрати площу поперечного січення за стандартною таблицею, вона складає 3х25 мм2.

Знаючи необхідні величини можна записати формулу для розрахунку втрати напруги.

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * I_a * l * 100}{\gamma * S * U} = \frac{\sqrt{3} * 64.25 * 180 * 100}{48 * 25 * 440} = 3{,}79\%$$

де: I_a – активна складова струму.

γ- провідність струмопровідних частин і дорівнює 48 м/Ом*мм2 при t=65ºС.

I_a= Iк * cos н

$I_a = 65{,}04 * 0.8 = 64{,}25$

За нормами Регістру втрата напруги для силових мереж не повинна перевищувати 7%. Отримана величина цілком задовольняє вимогам регістра.

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

При нульовому рівні автоматизації управління ввімкненням та вимкненням механізмів в зданій послідовності виконується вручну і не забезпечує потрібної якості керування, особливо в аварійних ситуаціях. При цьому була потреба у значному часі для виконання операцій та наявність значної кількості обслуговуючого персоналу через територіальні властивості розміщення установок. Тому виникла потреба в автоматизації процесів управління окремими електроприводами, механізмами і пристроями – перший рівень автоматизації управління. Надалі перейшли до автоматизації окремих локальних систем – другий рівень автоматизації [10,11].

При реалізації СУ на обчислювальної техніці перелік етапів проектування змінюється. Після формалізації алгоритмів управління і визначення типу та потужності двигуна до УО приймається рішення о типі використаних засобів обчислювальної техніки. У залежності від характеру алгоритму та його численних характеристик обирається мікро-ЕВМ, програмуючий мікро-контролер або мікропроцесорний комплекс інтегральних схем. Після цього визначається засіб поєднання цих засобів з УО і при необхідності будується схема інтерфейсу. Далі з урахуванням прийнятих раніше рішень виконується програмування законів управління, контролю та процедура обміну даними з УО.

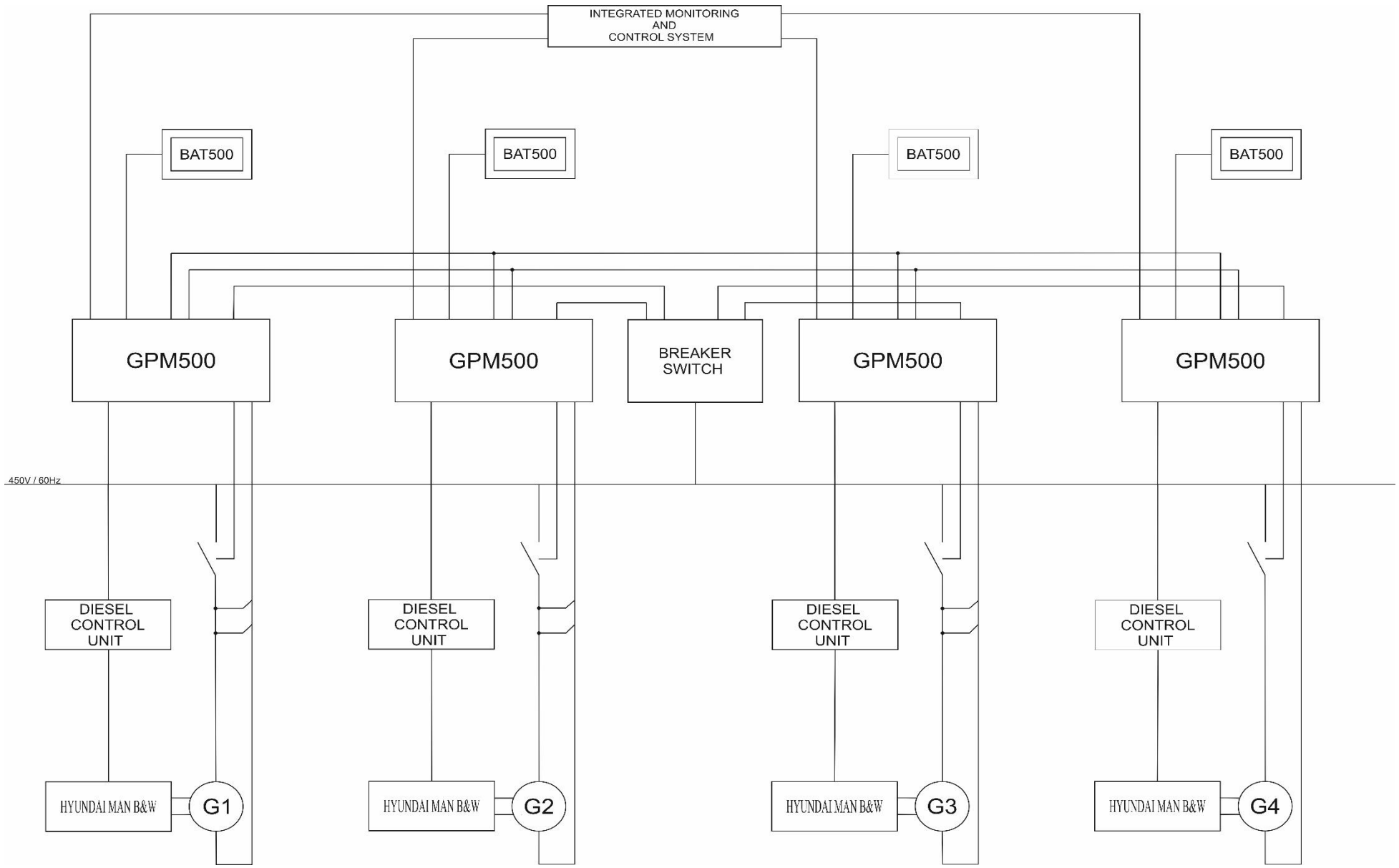

Рис.3.7 Функціональна схема судової електростанції

Автоматизовані системи управління забезпечують повний контроль всіх параметрів СУ і при відхиленні від норми якогось з показників система видає сигнал та автоматично оцінює може чи ні установка продовжувати роботу при такому сигналі і подальшому вимиканні системи у разі неможливості продовження роботи.

Ефективність автоматизації судових СУ

Розвиток комплексної автоматизації на судах розглядається у теперішній час не як самоціль, а як засіб збереження суспільного труду, затраченого на рішення різних задач, зв'язаних з проектуванням, будуванням та експлуатацією судових систем. Ефективність кожної технічної системи визначає ступінь використання вкладених в неї коштів. Ефективність виконання системою конкретних задач характеризується головним чином надійністю та живучістю; при цьому під надійністю розуміють здатність системи зберігати властивості, необхідні для досягнення поставленої цілі, за нормальних умов експлуатації, а під живучістю – здатність системи зберігати властивості, необхідні досягнення поставленої цілі, при наявності чинників , не передбачених умовами експлуатації. Ефективність використання засобів, вкладених в систему, визначається такими показниками, як економічність та компактність.

3.10. Загальні відомості про мережу суднового електричного освітлення, суднові сигнально-відмітні вогні, низьковольтного освітлення.

У всіх суднових приміщеннях, місцях і просторах, освітлення яких є важливим для забезпечення безпеки плавання, керування механізмами та пристроями, населеність та евакуації пасажирів та екіпажу, встановлені стаціонарні світильники основного освітлення, які отримують живлення від основного джерела електричної енергії. Система освітлення складається с наступних ланцюгів[10,11] :

Основне освітлення судна 220В;

Аварійне освітлення на судні 220В;

Мале аварійне освітлення 24В постійного струму;

Сигнально - відмітні та навігаційні вогні 220В.

Основне освітлення машинного приміщення складається з чотирьох розподільних щитів освітлення, в кожній з котрих знаходяться автомати типу ВА 47-100 з током розчеплення 10А. Два щита знаходяться на головній палубі машинного відділення. Інші два знаходяться на дизель генераторній палубі. Щити отримують напругу від ГРЩ секції 220В.

Основне освітлення надбудови складається з семи щитів, які отримують напругу від ГРЩ сервісної секції 220В. На кожній палубі встановлені по щити освітлення, які відповідають за окремі каюти, службові приміщення та розетки в коридорах та каютах. Щит зовнішнього освітлення встановлений на палубі мостика.

Основне освітлення трюмів та зовнішнє освітлення трюмних кришок та вогнів вздовж судна розподіляється на 8 щитів освітлення. Один такий щит встановлюється для трьох трюмів. В них також знаходяться автомати ВА 47-100 з током розчеплення 10А. Розетки для монтажних робіт та додаткового освітлення заводяться в кожний щит відповідно трюмів.

Мережа основного освітлення призначена для освітлення приміщення та проходів, для забезпечення безпеки екіпажу. Кожний ліхтар на палубі та у машинному приміщенні захищений від потрапляння вологи та бруду. У спеціальних приміщення, таких як малярка та приміщення з небезпечними речовинами лампи захищенні спеціальними ковпаками. Світильники зовнішнього освітлення встановлені таким чином, щоб не створювалося світлових перешкод судноводінню.

Аварійне освітлення на судні призначене для освітлення тільки найважливіших приміщень при аварійній ситуації та для освітлення доріг до шлюпочної палуби з будь якого місця на судні. Аварійне освітлення живиться 220В від АРЩ, складається з чотирьох щитів аварійного освітлення, три з яких знаходяться в машинному відділенні: один у перепускному каналі, два на

головній палубі МВ. Один знаходиться на палубі С надбудови, а останній на палубі мостика.

Мережа аварійного малого освітлення призначена для мінімального освітлення проходів спеціальних приміщень та аварійних виходів у разі зникнення напруги в основній аварійній мережі. Мережа аварійного малого освітлення складається з одного щита з близько 20 контакторами, який знаходиться на палубі мостика.

4. АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

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

На даному етапі розвитку технологій існує великий запас механізмів та пристроїв які контролюються автоматично та без втручання людини. Це призводить то спрощення роботи та зменшення численності екіпажу, однак потребує високої кваліфікації. Комп'ютерна судова мережа є одним з основних методів зв'язку та контролю за станом судна у різних його режимах. Такий зв'язок повинен задовольняти вимогам функціональності, надійність побудови єдиної інформаційної мережі, об'єднуючої інтелектуальні контролери, датчики і виконавчі механізми. Завдяки зв'язку, який визначається терміном fieldbus (польова шина або промислова мережа), можна одночасно об'єднати у фізичний спосіб пристрої і створити програмно-логічний протокол їх взаємодії. Схема судової комп`ютерної мережі (рис. 4.1).

Вона складається з:

-рульова рубка - автоматична система управління обладнанням містка;

-локальна мережа;

-принтер для друкування інформації про стан системи;

-блок автоматичної сигналізації;

-принтер для друкування інформації про збої системи;

-система моніторингу та управління машинного відділення

-модеми;

-шини.

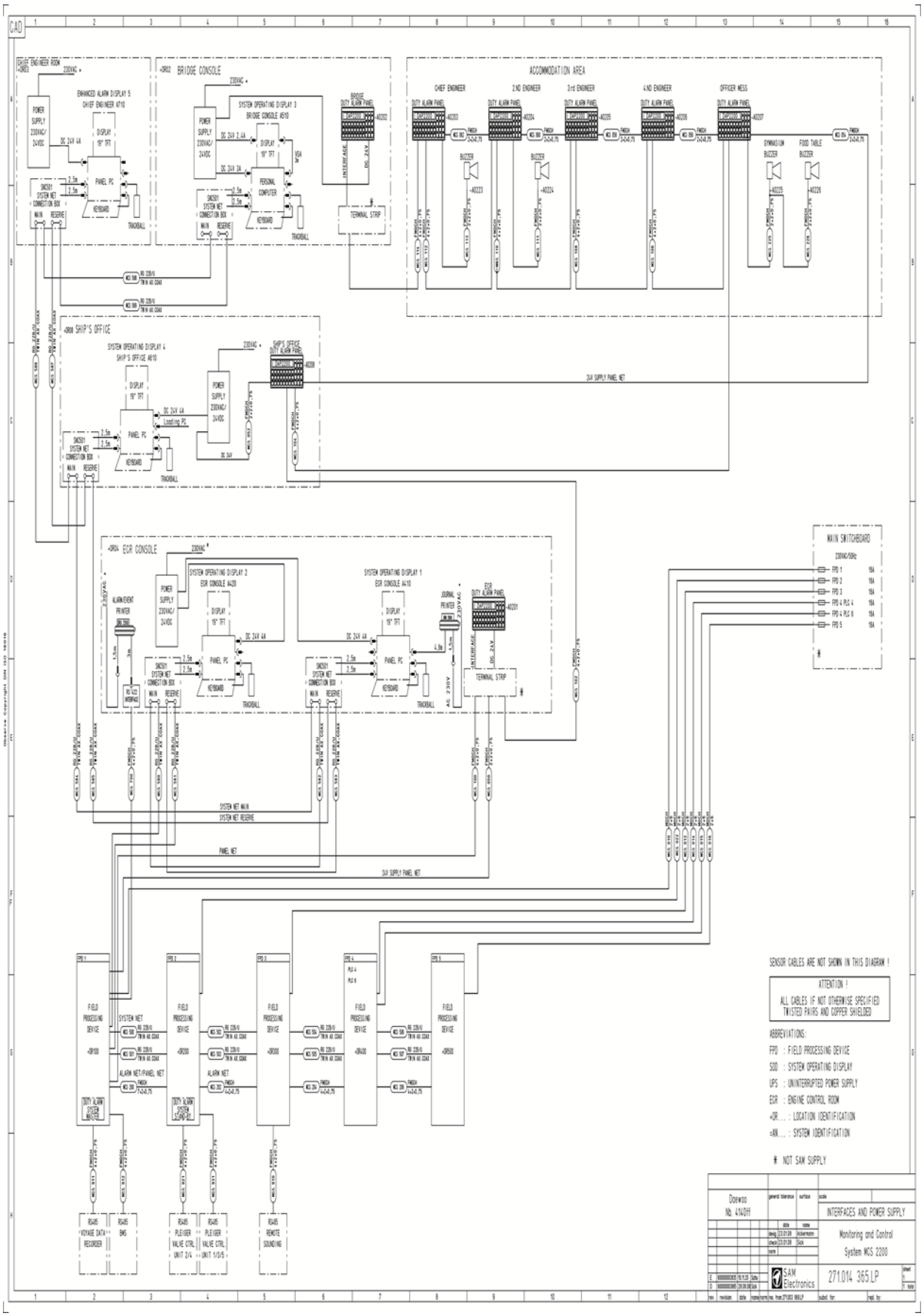

Рис. 4.1. Схема судової комп`ютерної мережі

П’ять комп’ютерів розташовані на містку, у машинному відділені та у вантажному офісі. Вони з’єднані двома шинами даних і мають мережу 220В та 24В. За допомогою даної системи вирішуються основні завдання сучасного судноплавства, автоматичної зміни параметрів навантаження ГД і дизель-генераторів, вибір оптимального режиму роботи всіх механізмів, контроль та моніторинг за роботою механізмів, що є основним на судні.

Рульова рубка – це пост керування рухом судна, основні задачі якого прокладка курсу навігація та зв'язок між іншими судами та берегом. Також у рульовій рубці розташовані блоки управління пожежної системи, системи сигналізації та тривоги.

Машинне відділення (ЦПУ) – центральний пульт керування головним двигуном, дизель генераторами, системою кондиціонування, усіма системами ГД, рульових машин та механізмами оснащеними автоматичним управлінням.

Вантажний офіс – це приміщення оснащене комп’ютером для управління та моніторингом палубних систем та контролю за вантажними операціями. Також з даного приміщення відбуваються баластні операції та управління вентиляцією трюмних приміщень. Вантажний офіс має можливість управління проти пожежною системою вуглекислим газом.

Також в системі є сигналізація яка встановлена в каютах. Вона спрацьовує після того як вийшов сигнал тривоги, і якщо не відключити сигналізацію з постів рульової рубки або ЦПУ сигнал піде на спільну систему тривоги.

4.2. Аналіз роботи системи управління АДГ

Схема програмного керування й уніфікована система автоматичного пуску АДГ включають наступні елементи: електромагнітне реле вдалого запуску РУЗ, що спрацьовує при пуску, що відбувся, ДГ від напруги, що з'явилося, на зарядному генераторі ГЗ; реле прийому першого ступеня навантаження РН1, що спрацьовує в момент замикання кінцевого вимикача КВТ на дизелі при установці рейки паливного насоса в положення повної подачі палива. Це приблизно відповідає номінальній частоті обертання двигуна; електромагнітне реле контролю напруги РК, що одержує живлення від загально-суднової мережі через трансформатор Тр ; лампи, що сигналізують про стан двигуна й схеми управління (ЛЖ, ЛК), а також про включення навантаження (ЛЗ); звукові сигналізатори Р и їхні вимикачі ВР, установлювані поза пристроєм пуску[10]. .

Датчики, виконавчі органи, кнопки Км і Кп для прокачки масла й дистанційного пуску ДГ, кінцеві вимикачі розташовані на дизелі.

У неаварійному режимі здійснюється безперервний контроль напруги загально-суднової мережі за допомогою трансформатора Тр. При цьому з його обмоток w2 і w3 подається живлення до безконтактної програмної схеми, а від обмотки w4 - до реле РК.

У початковому стані СЭЭУ контакти ДО2 і КЗ замкнуті, контакти ДО1 розімкнуті, перша й друга групи споживачів живляться від ГРЩ.

При настанні аварійного режиму в основній мережі, а отже, зникненні контрольованої напруги система керування працює в такий спосіб.

Спрацьовують реле РК, Р1, Р2, РМ, реле РЦ відцентрового регулятора частоти обертання двигуна. При спрацьовуванні реле РК і РМ включається електродвигун прокачки масла ЕМ перед пуском двигуна й електродвигун подачі палива ЕП.

Протягом 3 з (працюють реле РВ1) прокачується масло й одночасно електродвигун ЕП виводить паливну рейку до положення, що відповідає

мінімально стійкій частоті обертання. Спрацьовує реле часу РВ1, знеструмлюється реле РМ, відключаються електродвигуни ЕМ і ЕП.

Включаються в роботу реле часу РВ2 і мультивібратор МВ, через замкнуті контакти РК і РУЗ включають реле пуску РП, реле стартера РС і стартер Ст.

Включається в роботу реле часу РВЗ. Якщо протягом 3 з пуск двигуна відбудеться, то на затискачах зарядного генератора ГЗ з'явиться напруга, увімкнеться реле вдалого запуску РУЗ, знеструмляться реле РП і РС, і стартер СТ відключиться. При включеному реле РУЗ увімкнеться електродвигун МТ і паливна рейка прийде в положення, що відповідає номінальній частоті обертання двигуна.

Умовою виводу АДГ на номінальну частоту обертання є спрацьовування кінцевого вимикача КВТ рейки паливного насоса й спрацьовування реле РН1. При спрацьовуванні цього реле відключається електродвигун ЕП і включається контактор ДО1 споживачів першої групи.

Через 16 з (працює реле РВЗ) включаються реле РН2, контактор К2 споживачів другої групи й лампа ЛЗ, що сигналізує про включення повного навантаження.

Якщо протягом 3 з напругу на зарядному генераторі не з'являється й реле РУЗ не спрацьовує, то йде нова спроба пуску. Сигналом про пуск, що не відбувся, є загоряння червоної лампи ЛК.

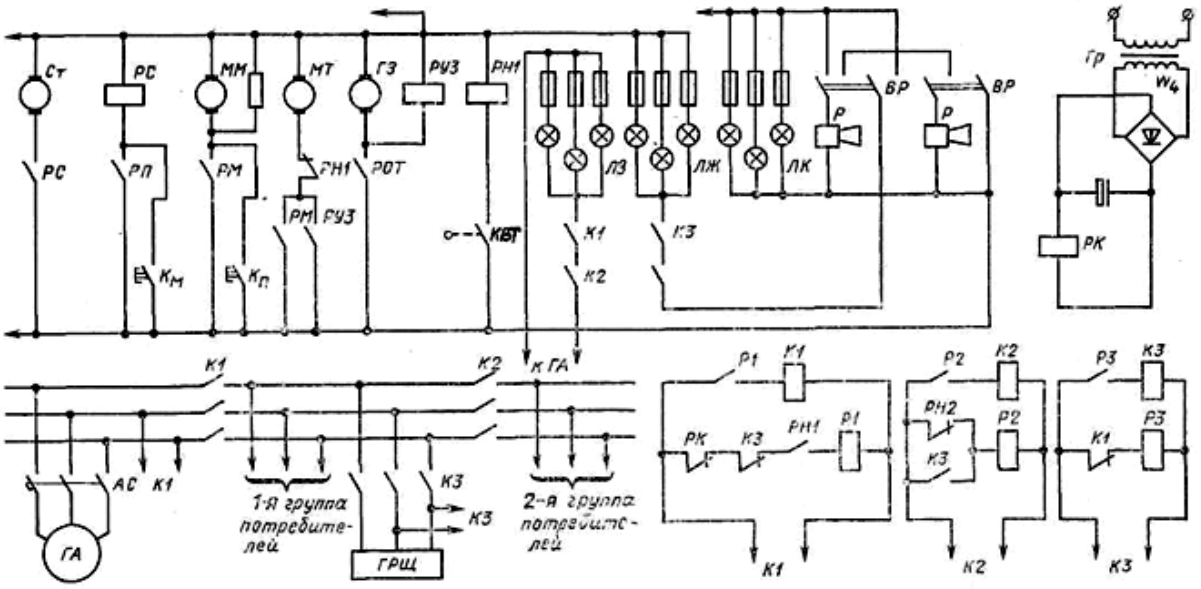

Рис. 4.2. Принципова схема керування АДГ

Вибір органів керування: датчиків, виконавчих реле, сигнальних ламп

РУЗ - електромагнітне реле вдалого запуску;

РН 1 - реле прийом у першого ступеня навантаження;

КВТ - кінцевий вимикач;

РК - електромагнітне реле контролю напруги;

ЛЖ, ЛК - лампи, що сигналізують про стан двигуна й схеми управління;

Ст - стартер;

ВР - вимикачі звукових сигналізаторів;

Км - кнопка прокачування масла ;

Кп - кнопка дистанційного пуску;

ММ - електродвигун прокачування масла;

МТ - електродвигун подачі палива;

РП - реле пуску;

РС - реле стартера;

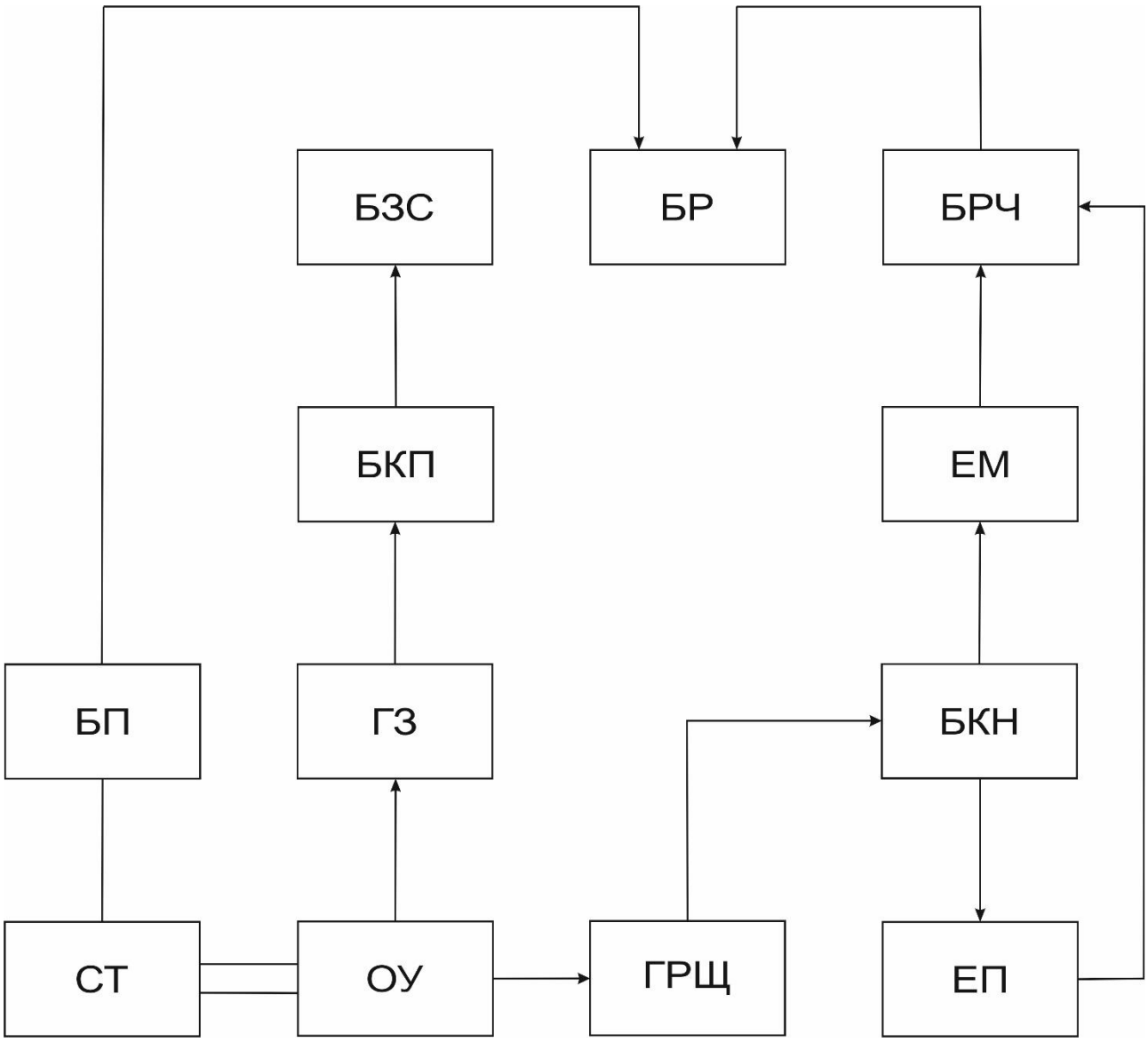

Рис 4.3. Структурна схема автоматичного управління АДГ

Прийняті скорочення:

БЗС - блок звукової сигналізації

БР - блок реле

БРЧ - блок реле часу

БКП - блок контролю пуску

ГЗ - зарядний генератор

ЕМ - електродвигун прокачки масла

БП - блок пуску

БКН - блок контролю напруги

ЕП- електродвигун прокачки палива

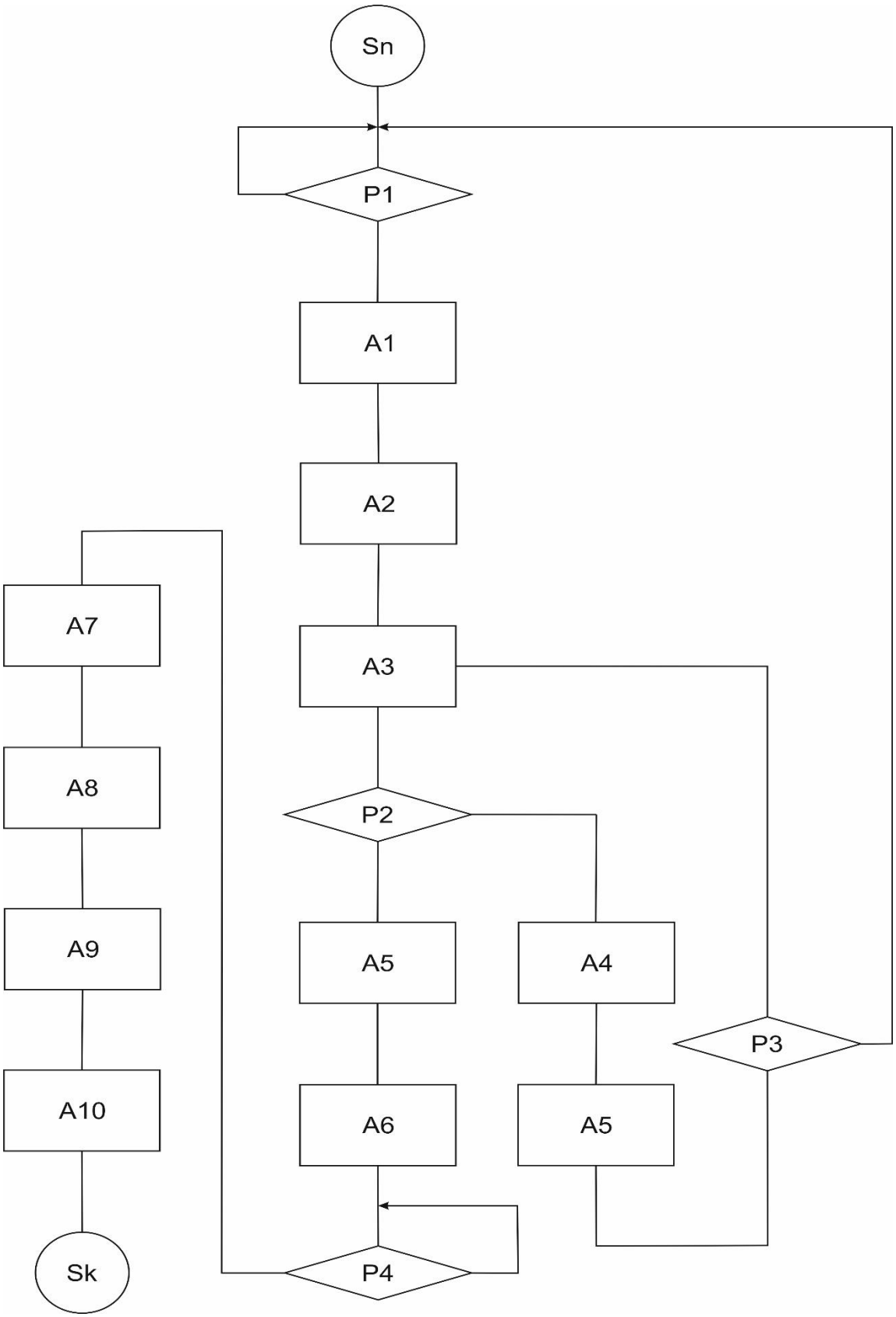

Рис.4.4 Алгоритм автоматичного пуску АДГ

Sн - початок роботи програми;

Р1 – спрацювали реле РК, електромагнітне реле контролю напруги

А1 - включення електродвигуна мастилопрокачування та паливопрокачування;

Р2 - перевірка вдалого пуску аварійного дизель-генератора протягом 3 с;

Р3 - перевірка числа спроб пуску;

А2 - вимикання електродвигуна мастилопрокачування та паливопрокачування;

А3 - включення стартера;

А4 - включення червоної лампи;

Р4 - перевірка якщо спрацював КВТ;

А5 - вимикання стартера;

А6 - включення електродвигуна паливоподачі;

А7 - включення електродвигуна паливоподачі;

А8 - включення контактора К1;

А9 - включення контактора К2;

А10 - включення зеленої лампи.

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

Машинний телеграф

Згідно Правилам Регістру кожний пост управління головними механізмами і рушіями повинен бути обладнаний двома засобами зв'язку з командним постом (ходовим мостиком), одним із яких є машинний телеграф, а другим — переговорний пристрій.

Машинні телеграфи служать для передачі розпоряджень про режими ходу судна с командних постів (ходового мостику) в виконавчий пост (машинне відділення) та відповіді з машинного відділення на командний пост про прийом розпорядження, крім того, для прийому в контрольних постах, як переданих наказів, так і прийнятих відповідей.

Машинний телеграф повинен одержувати живлення від ГРЩ або від щита навігаційних засобів. Всі машинні телеграфи обладнані автоматичною звуковою сигналізацією (в машинному відділенні, крім того, оптичною), яка спрацьовує при передачі розпоряджень і вимикається при правильній відповіді. При неправильній відповіді робота сигналізації повинна продовжуватися. Приймачі машинних телеграфів повинні бути забезпечені також сигналізацією про неправильне виконання команд «Вперед», «Назад».

На сучасних суднах, як правило, застосовують машинні телеграфи змінного струму індукційної системи.

Машинний телеграф складається з датчиків - приймачів на командних постах, приймачів - датчиків в машинному відділенні, контрольних приймачів, на контрольних постах (наприклад, в котельному відділенні), а також з'єднувальних ящиків та елементів сигналізації.

Тахометри гребного валу

Тахометри вимірюють частоту обертів будь-якої машини, механізму або гребного валу судна. Найбільш відповідальними на суднах є тахометри, які показують частоту і напрямок обертання гребного валу.

Електричні суднові тахометри по принципу дії вимірювальних приборів розділяють на: вольтметрові, сельсині, індукційні, компенсаційні, вібраційні;
по роду струму — на тахометри постійного і змінного струму.

Найбільше розповсюдження на суднах одержали тахометри вольтметрового і індукційного типів.

При управлінні машинами на відстані доцільно, щоб в чутливому елементі здійснювалось перетворювання вимірюємої величини в напругу. Це досягається за допомогою мініатюрних електричних генераторів змінного струму, в яких ротором являється постійний магніт, установлений нерухомо на валу, а статором — стальні нерухомі полоси.

Тахогенератори постійного струму замість обмоток збудження мають постійні магніти. В результаті великої кількості ламелів колектору і особливих форм вирізів канавок виробляється постійна напруга з невеликими

пульсаціями, яке пропорційно частоті обертів. Перевага датчиків постійного струму — одержання поляризованої напруги, тобто одночасно визначається і напрямок обертів; недолік — збої в роботі колектора. Однак сучасні тахогенератори мають термін служби до 10 тис. г. Застосовуються вони для вимірювання частоти обертів до 1500 об/хв. Передача від валу повинна бути без сковзання (шестерінчаста, цепна).

В тахогенераторах змінного струму це можливо тільки при наявності двох обмоток із зсувом фаз 90°. Змінна напруга повинна бути випрямлена в містковій схемі. Різниця напруги обох гальванічно розділених контурів виміряється прибором с двома поворотними котушками. Напруга на вивідках тахогенератора залежить від кількості підключених показуючих приладів. Тому в корпусі тахогенератора встановлюється навантажувальний резистор, який можна включати, або виключати. Є також резистор для підстроювання показів.

Тахометр К1803 — дистанційний, уніфікований, електронний, показуючий, аналоговий, зі шкальним відліком, з вихідним сигналом постійного струму 0—10 В. Він має два класу точності:

1,0—при роботі з реверсивним валом;

1,5—при роботі з нереверсивним валом.

Тахометр може бути використаним для визначення частоти обертів валу діаметром 30÷1125 мм; діапазон вимірювання 0÷4000 об/хв. Тахометр забезпечує безвідмовну роботу 5000 г. без обслуговування і контролю. В проміжках між періодами допускається обслуговування з використовуванням одиночного комплекту запасних інструментів та приладь без демонтажу, розцентровки та послідуючого регулювання основного обладнання.

Складові частини тахометра: первинний перетворювач, проміжний перетворювач, показуючий прилад, лічильник частоти обертів.

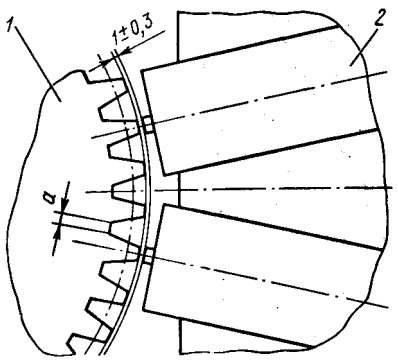

Рис.4.5. Схема установки первинних перетворювачів тахометру

На рис.4.5. приведена схема установки первинних перетворювачів *2* по відношенню до ротору (валу) 1 тахометра. Зазор *а* не повинен перевищувати 0,3 мм.

Судновий електричний зв'язок

Розрізняють прямий, командний та автоматичний телефонний зв'язок. Система командних комутаторів в судових умовах звичайно виконує зв'язок групи управління судном. Згідно Правилам Регістру телефони групи повинні забезпечити зв'язок рульової рубки з основними службовими приміщеннями і постами: ютом, румпельним відділенням, баком, постом спостереження на щоглі, приміщеннями аварійного джерела електроенергії і гірокомпасу, станцією об’ємного пожежогасіння, постом управління головними механізмами і котлами, радіорубкою та іншими приміщеннями, в яких розташовані пристрої, які забезпечують безпеку плавання судна.

Система командних комутаторів забезпечує централізоване управління з командного поста, де встановлюється комутатор-передатчик з виконавчими постами - приймачами, оснащеними телефонними апаратами. Достоїнства системи: швидкість і простота з’єднання з будь-яким приймачем; секретність переговорів; надійність роботи; можливість циркулярного зв’язку; постійна готовність приймачів до розмови з командним постом.

Для здійснення зв’язку між двома любими апаратами, з’єднують між собою лінії зв’язку за допомогою селективного перемикача, розміщеного в вихідному комутаторі.

Після цього посилається сигнал виклик - індуктор, який здійснюється обертанням рукоятки індуктора, незалежно від положення трубки вихідного комутатора. Якщо мікротелефон вхідного комутатора знаходиться на апараті, змінній викличний струм, висланий індуктором визивного абонента, проходячи по визивному ланцюгу, ініціює звуковий сигнал за допомогою дзвінка і оптичний виклик – індикаторна неонова лампа. При знятті викликаючим абонентом мікротелефону, відключається дзвінок и включається розмовний тракт вхідного комутатора.

Автоматичні телефонні станції (АТС) — це станції, на яких всі операції по з’єднанню абонентів вчиняються автоматично, без допомоги обслуговуючого персоналу.

Переваги АТС: можливість з’єднання з будь-яким абонентом станції; секретність переговорів; економічність в зв’язку з відсутністю телефоніста.

4.4 ГМЗСБ і навігація (технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо- навігаційних пристроїв, та радіозв'язку).

Основна концепція системи ГМЗСБ полягає в тому, що пошуково-рятувальні організації, а також судна в районі лиха повинні бути в як найкоротший термін сповіщені про лихо з тим, щоб взяти участь у скоординованій пошуково-рятувальної операції з мінімальними витратами часу.

Система також забезпечує зв'язок, що стосується безпеки та терміновості, передачу інформації, необхідну для безпеки мореплавства, включаючи навігаційні і метеорологічні попередження. Іншими словами, будь-яке судно, незалежно від району плавання, зможе здійснювати зв'язок, життєво важливу для безпеки самого судна та інших суден, що перебувають в даному районі.

В ГМЗСБ задіяні супутникові та наземні системи зв'язку.

ІНМАРСАТ- основана на використанні геостаціонарних супутників і працює а діапазонах частот 1,5 і 1,6 ГГц. Вона забезпечує оповіщення про лихо, яке

передається судном, з використанням суднової земної станції або супутникового аварійного радіобуя.

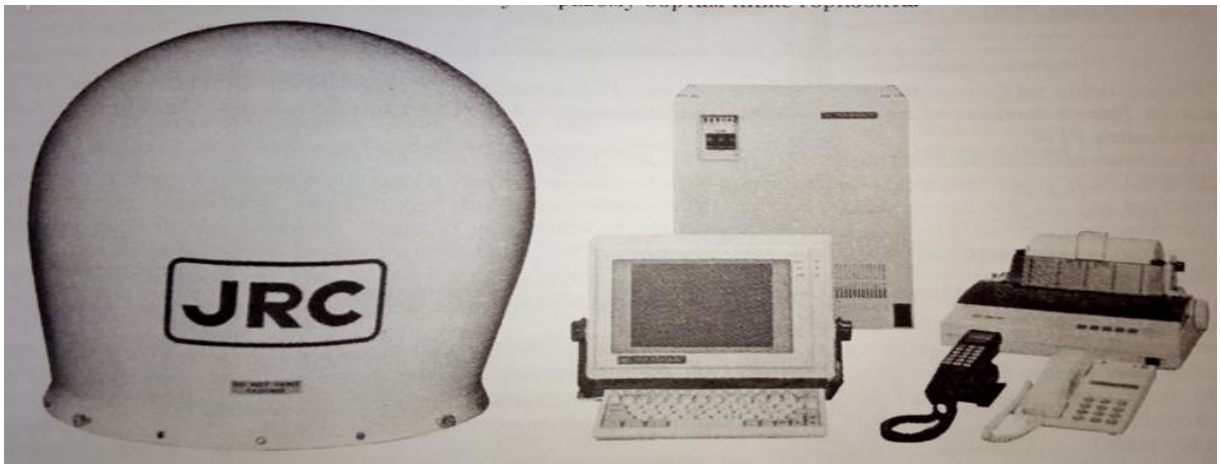

Рис.4.6. Система **ІНМАРСАТ**

КОМПАС-SARSAT- космічна система пошуку судна, яке терпить лихо. Вона призначена для виявлення, ідентифікації і визначення координат судна, за допомогою аварійних радіобуїв (АРБ). Система базується на основі низькоорбітальних супутників. Система виявляється навігаційною системою і базується на вимірюванні здвигу частоти радіосигналу, випромінюваного АРБ. Визначення координат судна проводиться на борту супутника і на земних станціях.

АРБ – забезпечує передачу оповіщень про лихо в діапазоні частоти 406 МГц через низькоорбітальні супутники. Даний радіобуй придатний для судна любого району плавання. В склад аварійного повідомлення буя входять ідентифікаційний номер, який прошивається в пам’яті радіобуя і вказується на формулярі виробу. По цьому номеру виконується впізнання судна рятувальним центром. В якості цього ідентифікатора використовується дев’ятизначний ідентифікатор.

УКВ радіоустановка з радіотелефоном і ЦВВ – забезпечує радіотелефоний зв’язок і цифровий виборчий виклик(ЦВВ) на відстані 20-30 морських миль. Вона складається з :

- приймача з антеною, блоком управління, мікрофоном;
- пристрою ЦВВ для несення безперервної вахти.

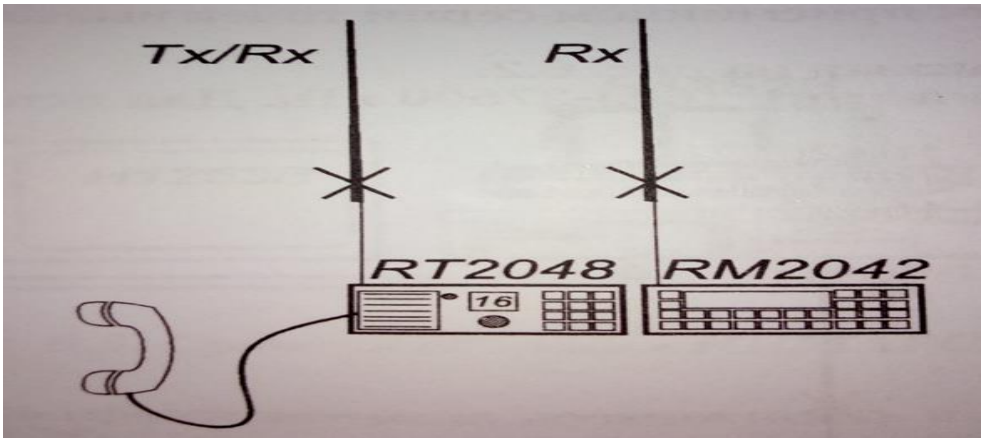

Рис.4.7. УКВ- радіоустановка з ЦВВ

Радіолокаційний відповідач – забезпечує визначення місцезнаходження судна, які терплять лихо, за допомогою передачі сигналів, які на екрані радіолокаційної станції представленні серією точок, розташованих на рівній відстані друг від друга в радіальному направленні. РЛО повинні бути розташовані в таких місцях, звідки вони можуть бути швидко перенесенні в рятувальну шлюпку.

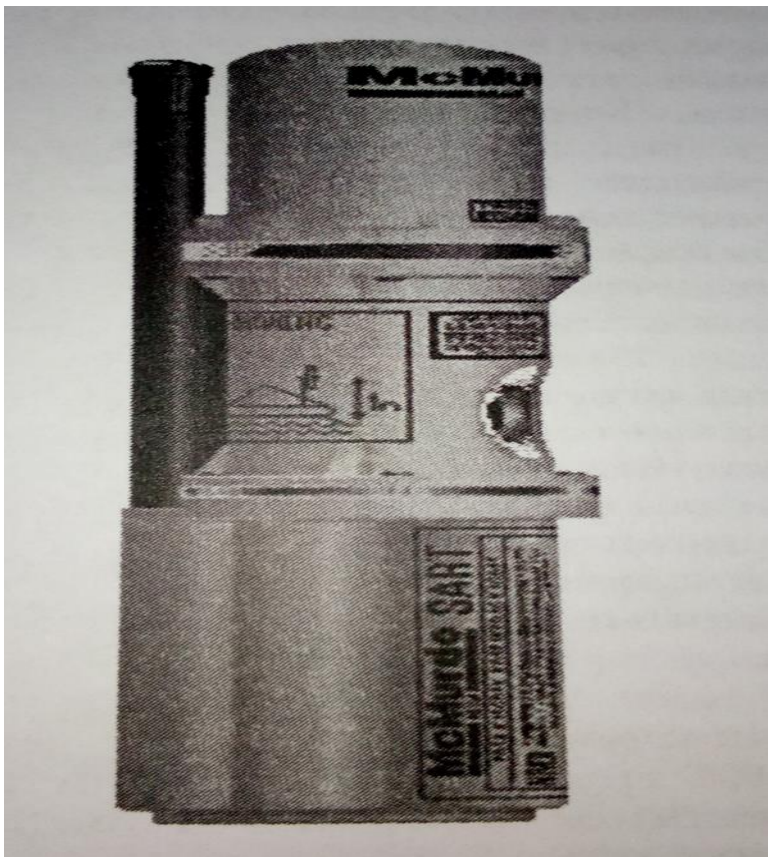

Рис.4.8. Радіолокаційний відповідач

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

Окрім основної задачі місцеположення РНС можуть забезпечувати об’єкти навігаційною інформацією о параметрах їх руху, елементах їх сумарного зносу під дією сукупності різних факторів, реалізувати функції контролю за фактичним переміщенням судна відносно до обраної траєкторії руху.

В основу будування всіх сучасних РНС покладено відому властивість радіохвиль – розповсюджується по найкоротшому шляху з кінцевою швидкістю, значення якої вважається відомим відносно даних умов. Тому, використовуючи випромінювачі як навігаційні орієнтири з відомими координатами, можна вирішити задачу місце визначення об’єкту за рахунок вимірювання у його бортовому ПІ тією чи іншою сукупністю параметрів

спеціальним чином сформованим випромінювачами високо стабільного електромагнітного поля.

Гірокомпас

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

Ехолот

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

Лаг

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

5. Питання цивільного захисту та охорони праці

5.1. Безпека людини на морі

Особливості забезпечення боротьби за живучість контейнеровоза.

Живучість судна - це здатність судна протистояти аварійним ушкодженням, зберігаючи, підтримуючи чи відновлюючи у своїй можливій мірі мореходні якості.

Основні види аварійних пошкоджень, як правило, пов'язані з надходженнями води до корпусу, з пожежами та пошкодженнями технічних засобів.

Живучість судна забезпечується конструктивними елементами, організаційно-технічними заходами, що здійснюються під час експлуатації, та боротьбою за живучість судна, що проводиться екіпажом під час аварії.

Конструктивні заходи проводяться проектними та суднобудівними організаціями на стадії проектування та спорудження судна з метою забезпечення його живучості.

Організаційно-технічні заходи проводяться екіпажам з метою запобігання надходженню води, виникнення пожеж та аварій технічних засобів, а також підтримці у справності та готовності засобів, призначених для боротьби за живучість судна.

У момент аварії успіх боротьби за живучість судна здебільшого визначається високим моральним духом, доброю підготовленістю та чіткими діями членів екіпажу.

Трюми контейнеровоза спроектовані таким чином, щоб максимально використовувати їх місткість на кратне число контейнерів. Тому коефіцієнт проникності таких трюмів при затопленні невеликий. Однак останнім часом з'явилися контейнери не 8 фут, а 8 фут 6 дюймів за висотою, тому верхній ряд контейнерів трюм не поміщається. Можливий проміжний варіант

завантаження, у якому трюм завантажений контейнерами за висотою в повному обсязі. Тому при затопленні відсіку рівень води може виявитися вищим за контейнери і вільна поверхня води буде працювати, як при порожньому трюмі. Це дуже небезпечна ситуація, тому що при цьому підвищується центр тяжкості судна за рахунок наявності контейнерів у нижніх рівнях і, отже, відсутності мас води у цих обсягах. Іншими словами, води недостатньо, щоб відчутно знизити центр тяжкості судна, але достатньо для утворення моменту, що кренить, від впливу вільної поверхні. Стан судна при пробоїні посилюється наявністю штабелю палубних контейнерів.

У разі неповного завантаження трюму перед виходом у рейс необхідно мати попередні розрахунки на можливі випадки затоплення, які в першу чергу повинні містити відповіді на запитання: чи можливе перевищення рівня води при затопленні над верхнім ярусом контейнерів не повністю завантаженого трюму, як це позначиться на стійкості пошкодженого судна при відсіку третьої та другої категорії відповідно. Контейнеровоз принаймні в кінцевих трюмах має подвійний борт, що захищає його при зіткненнях від розгерметизації. При боротьбі з водою, крім сказаного, особливістю є крайня обмеженість на верхній палубі, тому що майже вся вона зайнята палубними контейнерами і залишаються лише вузькі проходи вздовж борту. Це суттєво ускладнює роботу із заведення пластиру. Крім того, на контейнеровозі, як відомо, немає вантажного пристрою (стріл та кранів), тому немає і лебідок, які використовують при обтягуванні оснастки пластиру. Для цього доводиться протягувати підкільні кінці на брашпіль або кормовий шпиль зі складною системою каніфас-блоків, що ускладнює цю операцію. У контейнерах досить часто перевозиться небезпечний вантаж і у разі виникнення пожежі в якому-небудь з них дістатися до контейнера, що горить, а тим більше проникнути в нього немає жодної можливості. Єдиний засіб - герметизація трюму та створення в ньому агресивного для вогню середовища, а на палубі-охолодження водою. Контейнер герметичний, тому запас повітря в ньому обмежений і виник всередині вогнище займання повинен згаснути сам собою, якщо не відбудеться прогоряння або деформаційний.

5.2. Охорона праці

Правила техніки безпеки при вантажних операціях на контейнеровозах.

Організація безпеки праці та керівництво вантажно-розвантажувальними операціями покладається на судні на одного з помічників капітана (зазвичай другого). У роботі він повинен керуватися правилами техніки безпеки на судах морського флоту, правилами техніки безпеки в морських портах.

Перш ніж приступити до вантажних операцій, керівник робіт повинен переконатися у справності вантажопідіймальних пристроїв, пристосувань та такелажу, розставити по робочих місцях добре проінструктований та навчений персонал, визначити необхідну кількість стропальників та сигнальників. У процесі роботи необхідно звертати особливу увагу на неприпустимість навантаження стріл, кранів та інших вантажопідіймальних пристроїв; на правильність обв'язування та кріплення вантажів; на дотримання чинними правил техніки безпеки та застосування ними захисних та запобіжних засобів.

У районі виконання робіт палубу необхідно звільнити від предметів, які можуть заважати виконанню робіт та відкриванню люків, у нічний час забезпечити відповідне освітлення і лише після цього відкрити люкові закриття вантажних трюмів. При відкритті та закриванні люків члени екіпажу повинні знаходитися від них, а також від канатів та блоків на безпечній відстані.

Так як вантажні операції відносяться до категорії робіт підвищеної небезпеки, до суднових вантажопідйомних пристроїв пред'являються спеціальні вимоги при їх виготовленні та експлуатації. Усі суднові вантажопідйомні пристрої та канати приймаються в експлуатацію лише після огляду та випробування. У проміжках між щорічними оглядами поточний нагляд за вантажопідйомними пристроями, їх деталями та канатами здійснює судова адміністрація за участю представників судової профспілкової організації. У разі виявлення найменших ознак пошкоджень канатів, а також деталей вантажопідіймальних пристроїв вони вилучаються з обігу та замінюються на нові. Безпека вантажних робіт великою мірою залежить від кваліфікації та дисциплінованості матросів. Тому до управління механізмами допускаються

лише особи, які мають відповідні посвідчення, які пройшли спеціальне навчання, інструктаж.

Піднімати вантажі за допомогою вантажної стріли можна лише при вертикальному положенні вантажного шкентелі, так як при косому його натягу виникають сили, що змінюють характер зусиль у вантажному пристрої, через що може статися аварія. Якщо вантаж розхитався, необхідно зупинити за допомогою відтяжок.

Правилами техніки безпеки забороняється підтягувати вантажі кранами та лебідками шляхом косого натягу каната без застосування каніфас-блоку або повороту стріли, оскільки це може призвести до аварії. Аварія може також статися при великому розгоні або раптовому гальмуванні механізму повороту, зміні вильоту або пересуванні стріли, а також порушення правил роботи спареними стрілами. Необхідно стежити, щоб кут між вантажними шкентелями спарених стріл, укріпленими на вантажній ланці, не перевищував 120° (якщо конструктивно не передбачено інше), інакше можуть виникнути перенапруги в елементах вантажопідйомного пристрою.

Роботи з розвантаження та навантаження великовагових вантажів за допомогою суднових засобів повинні проводитися під безпосереднім керівництвом капітана або старшого помічника, у відповідності до правил техніки безпеки. Допускаються до роботи на великовагових вантажних стрілах спеціально підготовлені для цього члени екіпажу, оголошені наказом судна після складання іспиту.

Після закінчення вантажних операцій усі механізми мають бути вимкнені, а важелі керування поставлені на стопори. Забороняється залишати у підвішеному стані вантаж, грейфери та інші вантажозахоплювальні пристрої.

При перевезенні палубних вантажів необхідно вживати додаткових заходів безпеки. Під час укладання вантажів слід передбачити безпечні проходи для екіпажу та вільний прохід до небезпечних вантажів, засобів пожежогасіння, розташованих на палубі, а також до трапів, шлюпок та лебідок.

Усі палубні вантажі повинні бути надійно закріплені канатами, пропущеними крізь спеціально призначені для цього рими та обухи, та обтягнуті талрепами або спеціальними захватними важелями. Для запобігання

усунення вантажу рекомендується встановлювати спеціальні упори. Не дозволено кріпити палубний вантаж, у тому числі техніку та контейнери, сталевими жорсткими та рослинними канатами, дротом, а також застосовувати закрутки замість талрепів або захватних важелів. Найтови слід заводити таким чином, щоб була можливість безпечної та швидкої їхньої віддачі. При отриманні несприятливого прогнозу погоди, посиленні вітру або хибу треба провести позачерговий огляд стану кріплення палубного вантажу та за необхідності посилити кріплення.

Останніми роками широкого застосування отримали прогресивні способи навантаження вантажів на спеціалізованих судах: контейнеровозах, пакетовозах, ролкерах тощо. Для забезпечення безпеки праці при вантажних операціях цих судах є спеціальні інструкції. При перевезенні контейнерів на неспеціалізованих суднах необхідно керуватися правилами безпеки під час транспортування звичайних вантажів з дотриманням деяких додаткових вимог.

При перевезенні контейнерів найбільш підготовлені члени екіпажу судна повинні регулярно перевіряти стан кріплень контейнерів. Підніматися під час ходу судна на верхній ярус контейнерів можна лише у разі нагальної потреби з дозволу капітана та за умови гарної погоди.

На зледенілі контейнери підніматися не дозволяється.

Підніматися на дахи контейнерів або спускатися з них слід за стаціонарними судновими конструкціями або пристроями, спеціально призначеними для безпечного переходу з них на будь-який ярус контейнерів. Для доступу на перший ярус контейнерів дозволяється застосовувати переносні трапи, що мають протиковзкі черевики та пристрої для кріплення за контейнери.

Усі роботи, які проводяться на контейнерах, розглядаються як роботи, що виконуються на висоті, з дотриманням відповідних заходів безпеки.

5.3. Протипожежний захист судна.

Класифікація пожеж

Пожежа - складне явище, основу якого складає неконтрольований процес горіння, в місці, для цього не призначеному, і приводить до знищення матеріальних цінностей, а іноді і до загибелі людей і суден.

Пожежа - раптове і грізна подія на судні, часто переростає в трагедію. Вона завжди виникає несподівано і по самій неймовірній причини. Пожежі на суднах - відносно рідкісне явище (близько 5-6% від усіх аварій), проте це лихо має важкі наслідки.

Як стверджує статистика - в 25 з 100 зареєстрованих випадків, загибель суден відбувається саме від пожеж.

Більшість фахівців в області протипожежного захисту суден, впевнені в тому, що пожежі в 70% випадків, виникають з вини суднового екіпажу.

З досвіду встановлено, що критичний термін боротьби з вогнем на судні становить 15 - 20 хвилин. Якщо протягом цього часу пожежу не вдалося локалізувати і взяти під контроль, подальший розвиток пожежі веде до формування в аварійному приміщенні середовища, небезпечного для перебування людей без засобів захисту. Особливо небезпечні пожежі в машинних відділеннях (МВ), де знаходиться багато горючих матеріалів. Вогонь в МВ виводить з ладу основні системи енергозабезпечення, судно втрачає можливість руху, нерідко пошкодження отримують і засоби пожежогасіння.

Основним вражаючим чинником для людей при пожежах є не теплове випромінювання, а задуха, викликана утворенням густого диму при горінні різних матеріалів.

Для успішного гасіння пожеж необхідно застосування найбільш ефективних вогнегасних засобів, питання про вибір яких має бути вирішено дуже швидко. Правильний вибір вогнегасних засобів дозволить полегшити

швидке припинення горіння, зменшить небезпеку для екіпажу зменшити пошкодження судна.

Це завдання може значно полегшитись запровадженням класифікації пожеж. Міжнародною організацією стандартів запроваджується п'ять класів пожеж:

Пожежі класу А – горіння твердих горючих матеріалів. До таких матеріалів відноситься дерево та вироби з нього, тканини, папір, гума, деякі пластмаси та ін. Гасіння цих матеріалів проводиться в основному водою, водними розчинами, піною.

Пожежі класу Б - горіння рідких речовин, їх сумішей та сполук. До цього класу речовин відносяться нафта та рідкі нафтопродукти, жири, фарби та розчинники. Гасіння таких пожеж проводиться переважно за допомогою піни шляхом покриття її шаром поверхні горючої рідини, відокремлюючи її таким чином від зони горіння та окислювача. Крім того, ГР можна гасити розпорошеною водою, порошками, вуглекислотою.

Пожежі класу В – горіння газоподібних речовин та матеріалів. До цього класу речовин відносяться горючі гази, що використовуються на морських суднах як технологічне постачання, а також горючі гази, що перевозяться морськими суднами, як вантаж (метан, водень, аміак та ін.) Гасіння горючих газів проводиться компактними струменями води або за допомогою вогнегасних порошків.

Пожежі класу Д — загоряння, пов'язані з лужними та подібними металами та їх сполуками при контакті з водою. До таких речовин відносяться натрій, калій, магній, титан, алюміній та ін. Для гасіння таких пожеж використовують теплопоглинаючі вогнегасні речовини, наприклад деякі порошки, що не вступають у реакцію з матеріалами, що горять.

Пожежі класу Е - горіння, що виникає при займанні електрообладнання, провідників або електроустановок, що знаходиться під напругою. Для боротьби з такими пожежами використовують вогнегасні речовини, що не є провідниками електрики.

5.4. Охорона навколишнього середовища

Запобігання забрудненню моря шкідливими речовинами, які перевозяться в упаковці, вантажних контейнерах, знімних танках. Вимоги до пакування та маркування.

Категорія шкідливості речовин, що перевозяться як вантаж в упаковці та навалом, вказана в Правилах морського перевезення небезпечних вантажів (МОПОГ).

До перевезення не допускаються шкідливі речовини, не зазначені в "Переліку речовин, шкідливих для здоров'я людей або для живих ресурсів моря, скидання яких забороняється", а також розділах 17 та 18 МКГ і на які не встановлено норми гранично допустимих концентрацій цих речовин у сумішах, що скидаються.

Вимоги до упаковки та маркування. Порожні ємності, вантажні контейнери, знімні танки тощо, які раніше використовувалися для перевезення шкідливих речовин, слід розглядати як джерело забруднення, якщо не було вжито належних запобіжних заходів, які забезпечують відсутність у них будь-якого залишку, що становить небезпеку для морського середовища.

Упаковка з урахуванням умов перевезення і властивості шкідливої речовини, що міститься в ній, повинна бути такою, щоб виключити небезпеку забруднення морського середовища як при перевезенні, так і при перевантажувальних роботах в портах.

Кожна упаковка, що містить шкідливу речовину, повинна мати маркування з правильним технічним найменуванням шкідливої речовини та відмітний ярлик, що вказує на шкідливі властивості речовини, що міститься в ній. Маркування має бути нанесене фарбами, стійкими до впливу морського середовища як мінімум протягом трьох місяців, та відповідати

вимогам МАРПОЛ 73/78 або ГОСТ 14192-77 "Маркування вантажів".

Капітан судна або старший помічник перед завантаженням шкідливих речовин в упаковці та навалом повинен проінструктувати членів екіпажу про властивості цих речовин, ступінь їхньої шкідливості для живих ресурсів моря та людини.

Завантаження упакованих шкідливих речовин у трюми судна або вивантаження з трюмів повинно проводитись під безпосереднім наглядом відповідальної особи, спеціально призначеної для цього капітаном судна.

Навантаження та вивантаження шкідливих речовин повинні проводитись за робочими технологічними картами, розробленими портом відповідно до характеристик та властивостей цих речовин.

Капітан судна, що перевозить шкідливу речовину в упаковці та навалом, повинен забезпечити протягом усього часу знаходження вищезгаданої шкідливої речовини на борту належний контроль за станом упаковки, укладання та кріплення вантажу, загазованістю та температурою у вантажних приміщеннях (якщо речовина має властивості самонагріву та утворення небезпечних концентрацій) газів та парів) згідно з регламентом перевезення.

Після закінчення вантажних операцій із шкідливими речовинами, перевезеними на судні в упаковці та навалом, трюми та палуби повинні ретельно очищатися від залишків шкідливих речовин, а при необхідності дегазуватися.

Невеликі кількості шкідливих речовин, які були прокидані або пролиті в трюмі судна, а також після сухої зачистки після перевезення навалом, повинні бути прибрані в окрему ємність, а залишки - змиті в лляла або колодязі з наступним відкачуванням до збірної цистерни або іншого пристрою для попереднього зниження концентрації шкідливих речовин перед скиданням.

5.5. Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об’єкті морського транспорту

5.5.1. Вихідні дані (сценарій виникнення надзвичайної ситуації на об’єкті морського транспорту)

Вантажне судно «Glasgow Maersk» стоїть в порту Сяминь (Китай) біля причалу № 6 під вантаженням.

Отримано повідомлення про інцидент з токсичною рідиною: на відстані 0,5 км від судна при проведенні швартових операцій танкер-хімовоз здійснив навал на причальну споруду. В результаті пошкодження вантажної ємкості на танкері-хімовозі стався розлив сірковуглецю, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). Кількість СДОР, що розлилася, – 12 т, характер розливу - «вільно».

Метеорологічні умови на момент аварії: час доби – день, 16.00, температура повітря 20^0, швидкість вітру 10 м/с, вітер – зустрічний, суцільна хмарність. Характер місцевості – територія порту.

Виконати оперативний прогноз хімічної обстановки на час через 1 годину після аварії.

Запропонувати заходи по зменшенню можливих втрат серед екіпажу судна.

5.5.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

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

а) Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 10 м/с, суцільна хмарність) визначаємо по таблиці 5.1 ступень вертикальної стійкості повітря - ізотермія.

Таблиця 5.1- Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря за прогнозом погоди

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

б) Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі

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

При розливі токсичних рідин первинна хмара не утворюється, тому еквівалентна кількість $Q_{э1}$ (т) речовини у первинній хмарі:

$$Q_{э1} = 0 \text{ т.}$$

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

Площа розливу S_p (м^2) сірковуглецю дорівнює:

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_o / \rho}{h} = \frac{12 / 1{,}263}{0{,}05} = 190 \text{ м}^2 ,$$

де: V_p - об’єм сірковуглецю, що розлився, м^3;

$Q_o = 12$ - кількість сірковуглецю, що розлився при аварії, т.

$\rho = 1{,}263$ - щільність сірковуглецю, т/м^3 (таблиця 5.2);

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

Таблиця 5.2 - Характеристики СДОР і значення допоміжних коефіцієнтів

Найме-нування СДОР	Щільність СДОР, т/ м^3		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг·хв/л	Значення допоміжних коефіцієнтів							
	Газ	Рідина			K_1	K_2	K_3	K_7 для температури повітря (°С)				
								-40	-20	0	20	40
Сіркову глець	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1

Примітка:

1. У таблиці наведені значення K_7 для вторинної хмари, тобто $K_7 = K_7^{II}$

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

Розраховуємо тривалість вражаючої дії Т (год.) сірковуглецю:

$$T = \frac{h \cdot \rho}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}} + \frac{1}{K_м \cdot v_п} = \frac{0{,}05 \cdot 1{,}263}{0{,}021 \cdot 4 \cdot 1} + \frac{1}{0{,}2 \cdot 59} = 0{,}84 \text{ год.} \approx 50 \text{ хв.},$$

де: K_2 = 0,021 - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей сірковуглецю (таблиця 5.2);

K_4 = 4 - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (таблиця 5.3);

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

$K_м$ = 0,2 - коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари сірковуглецю (таблиця 5.4);

$v_п$ = 59 - швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год. (таблиця 5.5).

Таблиця 5.3 - Значення коефіцієнту $К_4$залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (*u*), м/с	1≤	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$К_4$	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0

Таблиця 5.4 - Значення коефіцієнту $К_м$ залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Міська (промислова) забудова	0,2	0,2	0,3
Територія порту	0,2	0,2	0,3

Таблиця 5.5 - Швидкість (км/год.) перенесення $v_п$ переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

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

Розраховуємо еквівалентну кількість сірковуглецю $Q_{э2}$ (т) у вторинній хмарі:

$$Q_{э2} = (1-К_1)\cdot К_2\cdot К_3\cdot К_4\cdot К_5\cdot К_6\cdot К_7^{II}\cdot\frac{Q_o}{h\cdot\rho} = 1\cdot 0{,}021\cdot 0{,}013\cdot 4\cdot 0{,}23\cdot 1\cdot 1\cdot\frac{12}{0{,}05\cdot 1{,}263} =$$

= 0,05 т,

де: $К_1$ = 0 - коефіцієнт, що залежить від умов зберігання СДОР (таблиця 5.2);

$К_3$ = 0,013 - коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози сірковуглецю (таблиця 5.2);

$К_5$ = 0,23 - коефіцієнт, який враховує ступень вертикальної стійкості повітря для ізотермії (п. 3.2. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту);

$К_6 = N^{0,8} = 1^{0,8}$ = 1- коефіцієнт, що залежить від часу N, що пройшов з моменту початку аварії; за умовами завдання N= 1 год.

г) Визначення глибини і площі зони зараження

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

Так як первинна хмара відсутня, то для $Q_{э1}$ = 0,0 т та швидкості вітру u = 10 м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $Г_1$ = 0,0 км.

Для $Q_{э2}$ = 0,05 т та швидкості вітру u = 10 м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою сірковуглецю: $Г_2$ = 0,26 км.

Визначаємо повну глибину зони зараження $Г_\Sigma$ (км), що обумовлена дією первинної і вторинної хмари СДОР:

$$Г_\Sigma = Г' + 0,5 \cdot Г'' = 0,26 + 0,5 \cdot 0,0 = 0,26 \text{ км} ,$$

де: Г' - найбільший, Г'' - найменший з розмірів $Г_1$ и $Г_2$.

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас $Г_п$ (км):

$$Г_п = N \cdot v_п = 1 \cdot 59 = 59 \text{ км}.$$

За остаточну розрахункову глибину зони зараження Г (км) приймаємо менше з двох порівнюваних між собою значень $Г_\Sigma$ и $Г_п$:

$$Г = min\begin{cases} Г_\Sigma \\ Г_п \end{cases} = 0,26 \text{ км} .$$

Таблиця 5.6 - Глибина (км) зони зараження

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 і менше	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31

Визначаємо площу зони можливого зараження $S_в$ (км^2) хмарою сірковуглецю:

$$S_в = \pi \cdot Г^2 \cdot \varphi / 360^0 = 3{,}14 \cdot 0{,}26^2 \cdot 45^0 / 360^0 = 0{,}027 \text{ км}^2 ,$$

де: Г= 0,26 - розрахункова глибина зони зараження, км;

$\varphi = 45^0$ - кутовий розмір зони зараження, град (таблиця 6.7).

Визначаємо площу зони фактичного зараження $S_ф$ (км^2):

$$S_ф = К_8 \cdot Г^2 \cdot N^{0,2} = 0{,}133 \cdot 0{,}26^2 \cdot 1^{0,2} = 0{,}009 \text{ км}^2 ,$$

де: $К_8$ = 0,133 - коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря - ізотермії (п. 3.4. Методики прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об’єктах морського транспорту).

Таблиця 5.7 - Кутові розміри зони можливого зараження СДОР залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру (*u*), м/с	≤ 0,5	0,6 - 1	1,1 - 2	>2
φ , град	360	180	90	45

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

Територія можливого хімічного зараження умовно представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 45^0$ (таблиця 7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження Г= 0,26 км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження - місцем розливу сірковуглецю. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напряму вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Гι (км):

$$Гι = \lambda \cdot К_М \cdot \left(\frac{Qэ}{Дι}\right)^{\psi} = 0{,}92 \cdot 0{,}2 \cdot \left(\frac{0{,}05}{6}\right)^{0{,}515} = 0{,}016 \text{ км},$$

де: $\lambda = 0{,}92$; $\Psi = 0{,}515$ - коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (таблиця 5.8);

$Q_э = Q_{э1} + Q_{э2} = 0{,}0 + 0{,}05 = 0{,}05$ - загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару, т;

Дι = 6 - летальна токсодоза для хлору, мг.хв/л.

Таблиця 5.8 – Коефіцієнти λ и ψ, що залежать від швидкості вітру

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 і менше	2	3	4	5	6	7	10
λ	3,73	2,31	1,80	1,52	1,34	1,20	1,11	0,92
ψ	0,606	0,580	0,563	0,551	0,542	0,537	0,531	0,515

Розраховуємо глибину зони важких уражень Г0,4 ι (км):

$$Г0{,}4ι = \lambda \cdot К_М \cdot \left(\frac{Qэ}{Д0{,}4ι}\right)^{\psi} = 0{,}92 \cdot 0{,}2 \cdot \left(\frac{0{,}05}{2{,}4}\right)^{0{,}515} = 0{,}026 \text{ км},$$

де: Д0,4ι = 0,4 ·Дι = 0,4 · 6 = 2,4 - значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості Г0,2 ι (км):

$$Г0{,}2ι = \lambda \cdot К_м \cdot \left(\frac{Qэ}{Д0{,}2ι}\right)^{ψ} = 0{,}92 \cdot 0{,}2 \cdot \left(\frac{0{,}05}{1{,}2}\right)^{0{,}515} = 0{,}036 \text{ км},$$

де: $Д0{,}2ι = 0{,}2 \cdot Дι = 0{,}2 \cdot 6 = 1{,}2$ - значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору, мг.хв/л.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахунковій глибині зони зараження Г = 0,26 км.

е) Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкту (до надбудови судна)

Час підходу хмари СДОР до заданого об'єкту t (год.) залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t = \frac{x}{К_м \cdot v_п} = \frac{0{,}5}{0{,}2 \cdot 59} = 0{,}04 \text{ год.} \approx 2{,}5 \text{ хв.},$$

де: *x* – відстань від джерела зараження до заданого об'єкту, км.

5.5.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного на території порту показала, що судно «Glasgow Maersk» знаходиться за межами зони хімічного ураження.

Для уникнення можливих втрат серед екіпажу судна пропонуються наступні заходи:

- попередити людей про надзвичайну ситуацію, що трапилась в порту;

- зв'язатися з аварійними службами порту для отримання оперативної інформації про розвиток аварії та концентрацію СДОР в повітрі;

- не допускати, щоб люди наближалися до небезпечної зони протягом часу дії вражаючих концентрацій СДОР (50 хв.).

ВИСНОВОК

У даній роботі був проведений розрахунок потужності, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції (табличний метод); вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ; вибір генераторних автоматів; вибір системи самозбудження синхронних генераторів; розробка алгоритму автоматизації СЕЕС; розробка електроприводу компресора пускового повітря; розрахунок та вибір електродвигуна ЕП; розрахунок схеми управління; приведені питання технічної експлуатації суднових електричних систем і комплексів; Також було вибрано комутаційно-захисну апаратуру для електроприводу компресору пускового повітря головного двигуна. Були наведені правила техніки безпеки при експлуатації судового електрообладнання.

При дослідженні системи управління допоміжним ДГ, я переконався, що будь-яка система має свої недоліки і переваги. Дана система виконана на підставі системи GPM500, що дозволяє здійснювати автоматичне управління агрегатом практично без участі людини. Дана система є сучасною і ефективною.

Список використаної літератури

1. Піпченко А.Н. розрахунок суднових електроенергетичних систем. Навчальний посібник з курсового і дипломного проектування.–М.: У/ПРО “Мортехінформ-реклама”,1998
2. Довідник суднового електротехніка, 1,2 том /під ред. Китаєнко Г.І. / –Л.: Суднобудування,1980
3. Довідник “Суднові електроприводи”, 1,2 том /під ред. Богословського А.П./–Л.:Суднобудування,1983
4. Лейкін В.С. “Суднові електростанції і мережі” – М.:Транспорт,1973
5. Правила техніки безпеки на судах морського флоту. РД 31.81.10–85.М.: У/ПРО “Мортехінформреклама”, 1985
6. Іванов Б.И. Техніка безпеки на судах морського флоту. Навчальний посібник. М.: У/ПРО “Мортехінформреклама”, 1985
7. Коноваленко Л.К. Техніка безпеки при експлуатації електроустановок на морському транспорті.-М.: Транспорт,2002
8. Морський Регістр Правила будування і класифікації морських судів- Л : Транспорт. Лен-і отд.. 1985- 928 з
9. Силова електроніка і перетворювальна техніка: Методичні вказівки і завдання для розрахунково-графічний, контрольних і лабораторних робот / Будашко В.В. - Одеса: ОНМА, 2005. - 32 с.
10. Яковлев Г.С. Суднові електроенергетичні системи. Підручник. – Видання 4-е, Редакція – Л.: Суднобудування, 1980 – 288с.
11. Суднова документація .
12. Асинхронні двигуни серії 4А : Довідник / А90 А.Е.Кравчік , М.М. Шлаф , В.І. Афонін , Е.А. Соболенская . - М. : Енергоіздат , 1982 . - 504 с. , Мул.
13. Суднові електроприводи : Довідник / А.П. Богословський , Е.М. Певзнер , І.Р. Фрейдзон , А.Г. Яуре . - 2 -е вид. , Перераб . І доп. У двох томах. Т. 2 . - Л. : Суднобудування , 1983 . - 384 с. , Мул.

14. Теплов Ю.І. Міжнародні позначення елементів у принципових електричних схемах /Довідкова допомога. Одеса : ГПАРПУ - 2001 . - 54 с.
15. Толстов А.А. Системи самозбудження суднових синхронних генераторів: Навч. посібник. -Одеса: ОНМА , 2006 - 150 с.
16. Technical Documentation for piston compressor J.P.Sauer&Sohn W271 L
17. Конспект лекцій з предмету « Судовій автоматизований електропривод »
18. Методичні вказівки по виконанню розділу дипломних проектів (робіт) «Цивільний захист/оборона» / В. Б. Терновський, С. Н. Стреминовський - Одеса: ОНМА, 2011.- 49 с.
19. Іванов Б.Н., Колегаєв М.А., Касилов Ю.И., Іванов А.И., Основи охорони праці на морському транспорті. Вид. Компас. Одесса 2003г.
20. Колегаєв М.А., Іванов Б.Н., Басанець Н.Г., «Безпека життєдіяльності та виживання на морі». Вид. КП ОМД 2007 г.