

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

Навчально-науковий інститут автоматики та електромеханіки

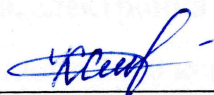
Кафедра електричної інженерії та електроніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему:

«Електрообладнання, електронна апаратура і системи
управління контейнеровоза місткістю 2450 контейнерів»

Виконавець



Кушніренко Станіслав Сергійович

Керівник



А.О. Дранкова

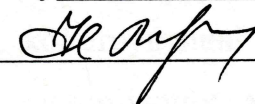
Нормоконтроль



Ю.С. Шевцов

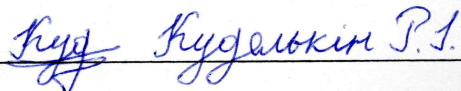
Допущений до захисту 15.06.21

Завідувач кафедри



М.Й. Муха

Рецензент



м. Одеса
2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

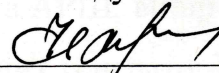
Навчально-науковий інститут автоматики та електромеханіки

Кафедра електричної інженерії та електроніки

Спеціальність: Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕІ та Е



М.Й. Муха

« 01 » 04 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу бакалавра

КУШНІРЕНКО СТАНІСЛАВА СЕРГІЙОВИЧА

за темою:

1. «Електрообладнання, електронна апаратура і системи управління контейнеровоза місткістю 2450 контейнерів» затверджена наказом ректора університету від 15.06 2021 р. № 819.
2. Термін здачі курсантом закінченої роботи до 11.06.2021 р.
3. Змістовна частина розділів дипломної роботи за напрямом підготовки 271 «Морський та річковий транспорт» зазначено нижче:
 - 3.1. Техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна, головної енергетичної установки, допоміжних механізмів і систем.
 - 3.2. Розрахунок режимів роботи та вибір електропривода одного із суднових механізмів (за вибором керівника дипломної роботи): розрахунок та вибір електродвигуна; вибір схеми живлення та управління (можливо комплектний електропривод) на підставі знаку автоматизації судна;

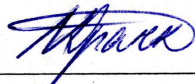
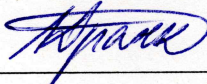
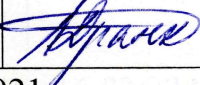
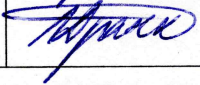
розрахунок та вибір комутаційно-захисної апаратури. *Графічна частина:* Принципова схема силової частини електроприводу і принципова або функціональна схема системи управління.

- 3.3. Розрахунок суднової електроенергетичної системи (СЕЕС): розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції (метод розрахунку за вибором керівника дипломної роботи); вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ; вибір генераторних автоматів; вибір системи збудження синхронних генераторів; розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії; перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги; вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС. *Графічна частина:* 1. Однолінійна схема ГРЩ і АРЩ. 2. Система збудження СГ. 3. Структурна або функціональна схема АСУ СЕЕС, алгоритм управління.
- 3.4. Аналіз систем та пристроїв управління судном: аналіз роботи системи управління одного із об'єктів суднової енергетичної установки (наприклад, ДАУ ГД, ДАУ ДГ, засоби автоматизації СЕЕС, системи управління допоміжними механізмами та загально судновими системами, тощо); технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю та сигналізації; технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв та радіозв'язку; ГМЗСБ і навігація. *Графічна частина:* 1. Принципова або структурна схема системи управління технічного об'єкту, граф-схема алгоритму функціонування.
- 3.5. Розробка технології і інструкції по експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації (за вибором керівника дипломної роботи).

3.6. Питання цивільного захисту судна.

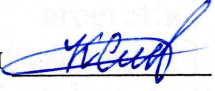
3.7. Питання охорони праці.

3.8. Консультанти розділів роботи:

Розділ роботи	Консультант	Підпис і дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Цивільний захист та охорона судна	Дранкова А.О.		
Охорона праці	Дранкова А.О.		

4. Дата видачі завдання на роботу: 01.03.2021р.

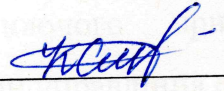
Керівник роботи  Дранкова А.О.

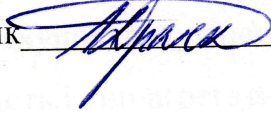
Завдання прийняв до виконання  Кушніренко С.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Розрахунок режимів роботи електропривода підрулюючого пристрою. Вибір двигуна. Розрахунок статичних та динамічних характеристик приводу. Спосіб пуску двигуна. Розробка схеми живлення та управління (комплектний електропривод) на підставі знаку автоматизації судна.	01.03.2021 — 15.03.2021	Виконано
2.	Розрахунок суднової електроенергетичної системи (СЕЕС). Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції (табличний метод); вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ; вибір генераторних автоматів. Вибір системи збудження генераторів. Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії; перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги. Вибір засобів автоматизації СЕЕС, Розробка структурної або функціональної схеми автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, розробка алгоритмів управління СЕЕС.	16.03.2021 — 05.04.2021	Виконано
3.	Аналіз систем та пристроїв управління судном. Засоби автоматизації СЕЕС. Технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судна, системи контролю та сигналізації; технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв та радіозв'язку. Розробка структурної схеми суднової комп'ютерної мережі інформаційних	06.04.2021 — 03.05.2021	Виконано

	та управляючих систем та засобу автоматизації.		
4.	Технологія та інструкція по експлуатації судового електрообладнання і засобів автоматизації.	04.05.2021 — 17.05.2021	Виконано
5.	Цивільний захист та охорона судна	18.05.2021 — 31.05.2021	Виконано
6.	Охорона праці	01.06.2021 — 11.06.2021	Виконано

Дипломник  Кушніренко С.С.

Керівник  Дранкова А.О.

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі зроблено розрахунок електрообладнання, електронної апаратури та системи управління контейнеровоза місткістю 2450 контейнерів. Наведені техніко-експлуатаційні характеристики та конструктивні особливості судна, головної енергетичної установки, допоміжних механізмів і систем.

У дипломній роботі проведено розрахунок режимів роботи та вибір електропривода підрулюючого пристрою. Розроблено принципову та структурну схеми системи управління електропривода.

Виконано розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибрана кількість і тип агрегатів суднової електростанції (табличний метод розрахунку); вибрана раціональна структура СЕЕС та розроблена однолінійна схема ГРЩ та АРЩ; вибрані генераторні автомати; обрана системи збудження синхронних генераторів; зроблено розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії та перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги. Обрані засоби автоматизації СЕЕС, розроблена функціональна схема автоматизованої системи управління (АСУ) СЕЕС, проведено розробку алгоритмів управління СЕЕС для характерних режимів роботи.

Проведено аналіз систем керування судновою електроенергетичною установкою.

Розглянуті питання технічної експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації, а також цивільного захисту та охорони судна.

Ключові слова: СУДНОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, СУДНОВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА, ГОЛОВНИЙ РОЗПОДІЛЬНИЙ ЩИТ, ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

ANNOTATION

In diploma work done calculation of electrical equipment, electronic apparatus, and control system container capacity of 2450 containers. A technical descriptions and structural features of ship, main power plant, ship's mechanisms and systems were resulted.

In diploma work made the calculation modes and choice of electric drive of electric Thruster. Developed a concept and a block diagram of the control system of the electric drive.

The calculation of power of PMS was executed for the characteristic modes of ship operations, chosen amount and type of power-station generators (tabular method of calculation); the rational structure of PMS was chosen and the one-line chart of MSB and ESB was developed; generator automats were chosen; select systems of excitation of synchronous generators and other electrical calculations were done. The PMS automation facilities were selected, the functional diagram of PMS was developed, the algorithms of PMS automation for ship's mode were development.

The analysis of control systems installation vessels electricity grid was carried out.

The questions of technical exploitation of ship electrical equipment and automation facilities, and civil defence and ship guard were considered.

Key words: SHIPS ELECTRICAL DRIVE, POWER MANAGEMENT SYSTEM, MAIN SWITCH BOARD, INTEGRATED CONTROL SYSTEM, MAINTENANCE

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АРЩ – аварійний розподільний щит
АДГ – аварійний дизель-генератор
АРН – автоматичний регулятор напруги
ГД – головний двигун
ГРЩ – головний розподільний щит
ДАУ – дистанційне автоматизоване управління
ДГ – дизель-генератор
КВП – контрольно - вимірювальний прилад
ККД – коефіцієнт корисної дії
МВ – машинне відділення
ПП – підрулюючий пристрій
ППП – пристрій плавного пуску
РЩ – розподільний щит
СЕЕС – суднова автоматизована електроенергетична система
СЕС – суднова електростанція
СЕУ – суднова енергетична установка
ЦПУ – центральний пост управління
ЩЖБ – щит живлення з берега
СТЗ - суднові технічні засоби
ЧП – частотний перетворювач

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

РЕФЕРАТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЗМІСТ.....	10
ВСТУП.....	12
1. ТЕХНІКО - ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА.....	14
2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПІДРУЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ.....	16
2.1 Вибір головного електродвигуна	16
2.2 Вибір пристрою плавного пуску та розробка системи управління двигуна підрулюючого пристрою	17
2.3 Сервопривод та система управління підрулюючим пристроєм	22
2.4 Розробка технології і інструкції по експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації.....	25
3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)..	34
3.1 Розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи судна, вибір кількості і типу агрегатів суднової електростанції	34
3.2 Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ	36
3.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів	43
3.4 Вибір системи збудження синхронних генераторів	46
3.5 Розрахунок провалу напруги СЕЕС під час пуску найбільш потужного споживача електроенергії	53
3.6 Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги.....	55
3.7 Розрахунок струмів короткого замикання.....	56

3.8 Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми АСУ СЕЕС	61
3.9 Мережа судового електричного освітлення, судові сигнально відмітні вогні, низьковольтне освітлення	63
4. АНАЛІЗ СИСТЕМ І ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ КОНТЕЙНЕРОВОЗОМ	66
4.1 Система управління СЕС.....	66
4.2 ГМЗЛБ і навігація (технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв, та радіозв'язку).....	76
5. ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	82
ВИСНОВКИ.....	97
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	98
Додаток А. Принципова схема системи управління ПП	
Додаток Б. Таблиця навантаження СЕЕС	
Додаток В. Принципова схема ГРЩ та АРЩ	

ВСТУП

В умовах сьогодення відбуваються швидкі зміни у рівні науки і техніки, які мають вплив на корінну перебудову усіх сфер суспільного і виробничого життя, а саме передбачають якісно новий рівень існування всього суспільства.

Судна транспортного флоту мають велику кількість різних електрифікованих механізмів, схем електроустаткування і автоматики, які вирізняються значною різноманітністю. Широке впровадження інформаційних технологій на судах дозволяють здійснювати комплексну автоматизацію суднових технічних засобів, що відкриває перед розробниками суднових систем управління багато нових можливостей та є важливою особливістю розвитку суднобудування. Інформаційні технології дозволяють застосовувати різноманітні технічні засоби збору, перетворення, передачі й відображення інформації, формування, передачі й реалізації керуючих впливів на технічні об'єкти.

Висока продуктивність програмованих логічних контролерів в поєднанні з малими габаритами і вартістю дають можливість використовувати на судні управляючі інформаційні мережі для аналізу стану суднових об'єктів і управління складними системами в режимі он-лайн. Такі управляючі комплекси забезпечують нормальне протікання технологічних процесів в керованих об'єктах, підтримують безаварійне та безпечне їх функціонування і дають можливість управляти рухом судна і всіма необхідними для цього технічними засобами без безпосередньої участі обслуговуючого персоналу.

Засоби забезпечення енергозбереження визнані найважливішим напрямком енергетичної політики в Україні. Особливе значення має використання раціональних способів керування технологічними процесами, які забезпечують мінімальне споживання електроенергії. Кардинальне поліпшення енергетичної ситуації шляхом рішення проблем енергозбереження зв'язано з ефективним з погляду високого рівня виробництва використанням електроенергії в перетвореному виді. На сьогоднішній день удосконалювання технологічних процесів і комплексна механізація й автоматизація виробництва вимагають

широкого впровадження регульованого електропривода, а саме частотних перетворювачів та пристроїв плавного пуску. Такі системи керування виконують функції автоматичного регулювання та управління, контролю та захисту, а також діагностування стану технічних засобів. Не зважаючи на первинні витрати на систему управління, а вони досить великі, такі системи з моменту експлуатації починають виправдовувати себе. По-перше значно економиться витрата електроенергії, а значить і палива. По-друге рекуперація енергії в суднову мережу забезпечує хороші енергетичні показники навіть у важких пуско-гальмівних режимах.

На сучасних судах кількість споживачів електроенергії суднової електростанції безупинно збільшується, потужності споживачів ростуть, відповідно ростуть і потужності суднових електричних станцій. Останнім часом підвищення рівня розвитку й удосконалювання електроустаткування суднових електростанцій відбувається у наступних напрямках:

- розширення застосування комплексної автоматизації суднових електростанцій і загально-суднових систем;
- підвищення надійності, гнучкості й економічності електричних установок;
- підвищення якості електричної енергії;
- удосконалення конструкцій машин, апаратури та приладів.

Застосування сучасних інформаційних технологій та повного об'єму автоматизації управління суднової енергетичною установкою судна, а також використання раціональних способів керування судновими технологічними процесами оказує найпотужніший вплив на безпеку мореплавання в цілому.

1. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДНА

Архітектурно - конструктивний тип судна: однопалубне, із баком, надбудовою і мініатюрним відділенням у кормі, із бульбоподібним носом і крейсерською кормою. Судно призначене для транспортування контейнерів розмірами 20 та 40 футів.

Загальні характеристики:

Довжина найбільша: $L_{нб}=208$ м;

Ширина: $B=29,8$ м;

Найбільша висота: $D=54$ м;

Осадка порожнем: $d_0=5,101$ м;

Осадка середня у вантажу: $d=12,032$ м;

Водо зміщення: $\Delta=44521$ т;

Дедвейт: $DW=33691$ т;

Швидкість у повному вантажу: $V=22$ вузлів;

Район плавання: необмежений;

Кількість трюмів: 5.

Енергетична установка

Головний двигун

Тип: дизель.

Марка: «MAN B&W 7L70MC ».

Потужність: 19810 кВт.

Частота обертання вала: 108 об/хв.

Тип передачі на гребний вал: пряма.

Керування двигуном: із ходової рубки і ЦПУ.

Кількість гвинтів: 1.

Тип: гребний гвинт фіксованого шагу.

Кількість лопастів: 6.

Крок: 6,7 м.

Діаметр: 6,7 м.

Матеріал: CuAl10Ni .

Підрулюючий пристрій

Тип: FRANZ WÖFER 400 L6.

Максимальна потужність: 850 кВт.

Напруга: 3х440 В.

Частота: 60 Гц.

Електростанція

Рід струму: змінний, 3-и фази.

Напруга силової мережі: 440 В.

Напруга мережі освітлення: 220 В.

Частота: 60 Гц.

Тип приводних двигунів генераторних агрегатів: дизель.

Кількість генераторів: 4.

Потужність: 4 x 1336 кВт (MaK.type 8M20)

Рульова машина

Тип: KGW, RA950-35.

Обертаючий момент: 950 кНм.

Аварійне обладнання

Аварійний дизель-генератор: 150 кВт.

Тип: MAN D2866E.

Аварійний пожежний насос: 180 м³/год.

Рятувальні пристрої судна - моторна рятувальна шлюпка вільного падіння із пластиковим корпусом, місткістю 24 особи, розташована в кормовій частині та двох рятувальних плотів місткістю по 25 осіб, розташованих правому та лівому бортах кожний і одного плоту на 6 чоловік, розташованого на носі.

На судні також встановлені установка для очищення і знезараження стічних вод, система кондиціонування, протипожежна система. Судно має два брашпиль, два якорі Холлу, чотири автоматичні швартовні лебідки, електрогідравлічну кермову машину і кермо напівбалансирного типу.

2. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПІДРУЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ

2.1. Вибір головного електродвигуна

Для підвищення маневрених якостей судна застосовують різного роду підрулюють пристрою. Встановлені в носовій або кормовій частинах, вони створюють поперечну силу, яка забезпечує швидкий розворот судна. За конструктивного оформлення підрулюють пристрої можна розділити на три види: навісні, тунельні та насосні.

Тунельне підрулюючий пристрій застосовується більш широко. Судна, обладнані ним, мають в носовій частині нижче ватерлінії тунель - прямий відкритий трубопровід, що йде від борту до борту, перпендикулярно діаметральній площині. Всередині тунелю поміщений гвинт, при роботі якого по тунелю перекачується вода, в результаті чого виникає поперечна сила. Зміна напрямку упору гвинта досягається реверсом двигуна або встановлюють гвинт регульованого кроку, в якому напрям упору змінюється поворотом лопатей.

В силу відсутності єдиного методу розрахунку приводу підрулюючого пристрою, виконаємо вибір електродвигуна враховуючи потужність суднового підрулюючого агрегату 850 кВт.

Виходячи з наведеної вище потужності, вибираємо електродвигун фірми "Franz Wölfer" типу MODK 400L-6 з наступним параметрами:

- Номінальна напруга $U_n = 450 \text{ В}$;
- Частота $f = 60 \text{ Гц}$;
- Номінальна потужність $P_{\text{ном}} = 850 \text{ кВт}$;
- Номінальний струм $I_n = 1260 \text{ А}$;
- Номінальна швидкість $n_{\text{ном}} = 1190 \text{ об/хв}$;
- $\cos\varphi = 0,86$.

Таким чином, подальший розрахунок автоматичної системи контролю пристрою базуватиметься вже даному підрулюючому пристрою потужністю 850 кВт.

2.2 Вибір пристрою плавного пуску та розробка системи управління двигуна підрулюючого пристрою

Виконаємо вибір пристрій плавного пуску для даного електродвигуна та розробимо схему управління приводом.

Для зменшення пускового струму раніше і сьогодні застосовуються пускові резистори або автотрансформатори. Ці звичайні методи дозволяють тільки дискретно зменшувати напругу, в той час як плавний пуск забезпечує плавне прискорення вала приводу за рахунок безперервного підвищення напруги на клеммах двигуна. Підрулюючий пристрій виготовлений з ВРШ, тому доцільно розглядати такого методу пуску як плавний. Плавний пуск забезпечує максимально можливий щадний режим для мережі живлення та електродвигуна та має наступні переваги:

- зниження пускового струму зменшує падіння напруги і провали в мережі;
- плавне прискорення приводної машини виключає механічний стрес обладнання або процес;
- збільшення терміну служби всіх механічних елементів, наприклад редукторів, зменшення зносу і поривів, і забезпечує економію коштів;
- захист приводу (відповідне продовження терміну його служби);
- економія витрат на обслуговування.

Вибираємо пристрій плавного пуску PST(B) фірми ABB з вбудованим байпасним контактором, що є стандартним продуктом з передовою технологією, безпечним, надійним і альтернативним рішенням для пуску приводів постійної швидкості обертання з плавним розгоном і зупинкою.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд

PSTB1050 фірми ABB має наступні характеристики та переваги:

- Широкий діапазон номінальної робочої напруги 208-690В змінного струму;
- Широкий діапазон напруги живлення 100-250 В, 50/60 Гц;
- Номінальний робочий струм 30-1050 А ;
- Обмеження та регулювання струму $(1,5-7)I_e$;
- Контроль обертаючого моменту ;
- Вбудований шунтуючий контактор для економії енергії;
- Додаток зовнішня клавіатура IP66;
- Захист РТС для захисту двигуна від перегріву;
- Міжмережевий зв'язок з використанням Profibus, Modbus, DeviceNet або CANopen;
- Подвійний захист двигуна від перевантаження з класами 10А, 10, 20 і 30;
- Програмовані функції попереднього попередження;
- Покриття плат дозволяє роботу в суворих умовах;
- Журнал подій з відміткою часу;
- Аналоговий вихід(0-10В, 0-20мА, 4-20мА), показуючи значення струму, напруги, коефіцієнта потужності і т.д.

головним електродвигуном підрулюючого пристрою на базі пристрою плавного пуску PSTB1050 фірми ABB.

Принцип роботи пристрою плавного пуску

Пристрій плавного пуску не змінюють частоту або швидкість як це робить ПЧ. Замість цього він плавно нарощує напругу, яка подається на двигун, від початкового значення до повного.

Спочатку напруга на двигуні при пуску настільки мала, що можна регулювати тільки зазор між зубчастими колесами або розтяжними привідними ремнями і т. д., що дозволяє уникнути різких ривків при пуску.

Поступово напруга і обертаючий момент збільшуються і двигун починає прискорюватися. Однією з переваг цього методу пуску є можливість точного регулювання крутного моменту в залежності від потреб, і наявності або відсутності навантаження. Використання пристрої плавного пуску дозволяє зменшити пусковий струм і тим самим уникнути падіння напруги в мережі. Також при цьому зменшується пусковий крутний момент і механічні дії на устаткування, що знижує необхідність в обслуговуванні і ремонті. Пристрій плавного пуску може виконувати плавну зупинку, усуваючи гідроудар і скачки тиску в насосних системах і дозволяючи уникнути пошкодження стрічкових конвеєрах.

Регулювання напруги здійснюється управлінням тиристорами. Таке управління забезпечує збільшення напруга на клеммах електродвигуна з певного заданого початкового рівня до напруги мережі живлення. Тим самим регулюється оптимальний пусковий струм і пусковий момент прискорення для конкретного застосування.

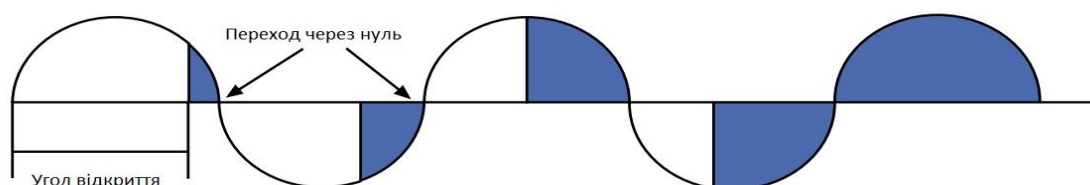


Рисунок 2.3 – Регулювання напруги кутом відкриття тиристора

Нижче показані варіанти найбільш поширених види пуску асинхронного двигуна – прямого, переключенням зірка/трикутник та використання пристрою

плавного пуску, а також приведені рисунки механічних і електромеханічних характеристик.

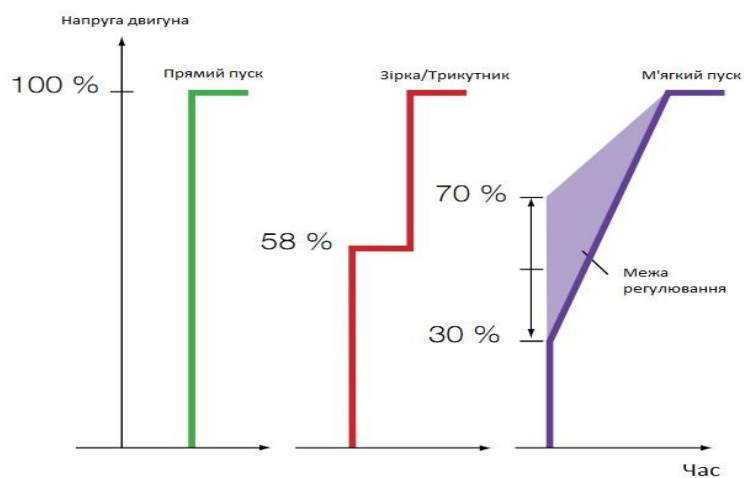


Рисунок 2.4 – Порівняльні характеристики пуску

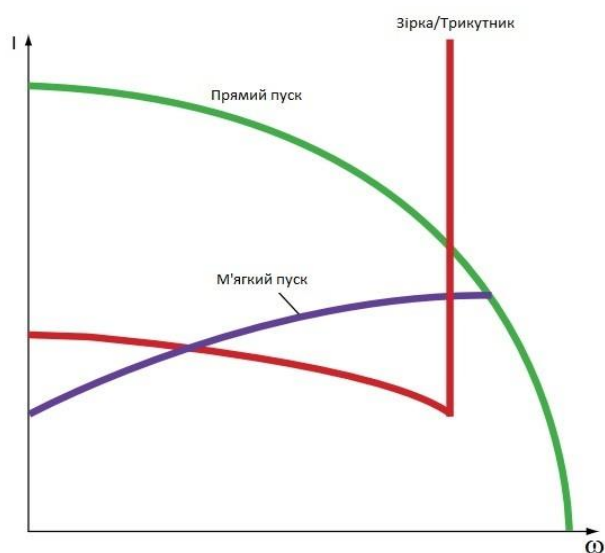


Рисунок 2.5 – Електромеханічні порівняльні характеристики пуску

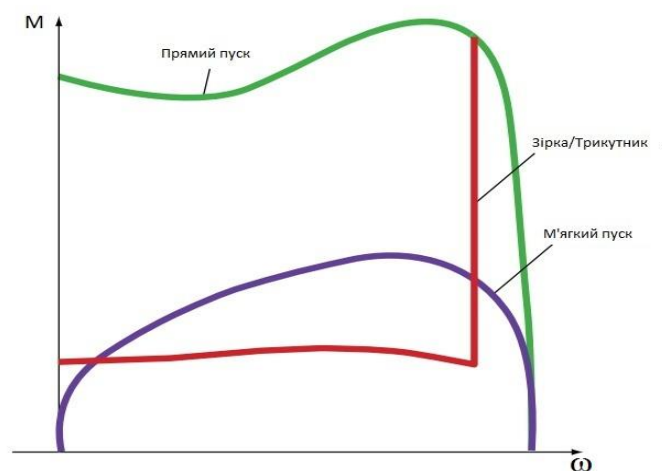


Рисунок 2.6 – Механічні порівняльні характеристики пуску

Пристрій PST(B) дозволяє регулювання параметрів плавного пуску та зупинки.

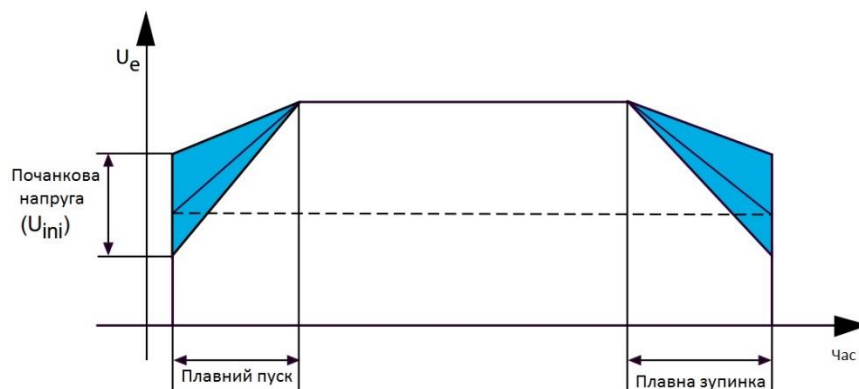


Рисунок 2.7 – Плавний пуск та зупинка

Початкова напруга іноді називають опорною. Це та точка, з якої пристрій плавного пуску починає збільшувати напругу. Крутний момент двигуна буде падати пропорційно квадрату напруги, а якщо напруга буде занадто низьким, наприклад 20%, то пусковий крутний момент буде дорівнює всього $0,22 = 0,04 = 4\%$, а двигун не зможе відразу запуститися.

2.3 Сервопривод та система управління підрулюючим пристроєм

Панель управління з'єднаний з блоком електроніки. Блок містить необхідні модулі живлення, PLC фірми BOSCH, запобіжники, реле і т.д.

Сервопривод (насосний агрегат) розташований в кімнаті підрулюючого

пристрою і містить серво насос потужністю 3,5 кВт, запобіжний клапан, пресостат для контролю тиска насоса, електромагнітний, пропорційний клапан завдання кроку гвинта . Останній з'єднаний з блоком управління на містку.

Блок управління отримує сигнал зворотного зв'язку за положенням від датчика, який вказує крок (кут повороту лапасті) гвинта підрулюючого пристрою і являє собою потенціометр.

Коли пропорційний клапан знаходиться в нейтральному положенні, в системі спостерігається циркуляція мастила з сталим тиском . Коли пропорційний клапан спрацював, тиск визначається навантаженням на механізм повороту лапасті гребного гвинта .

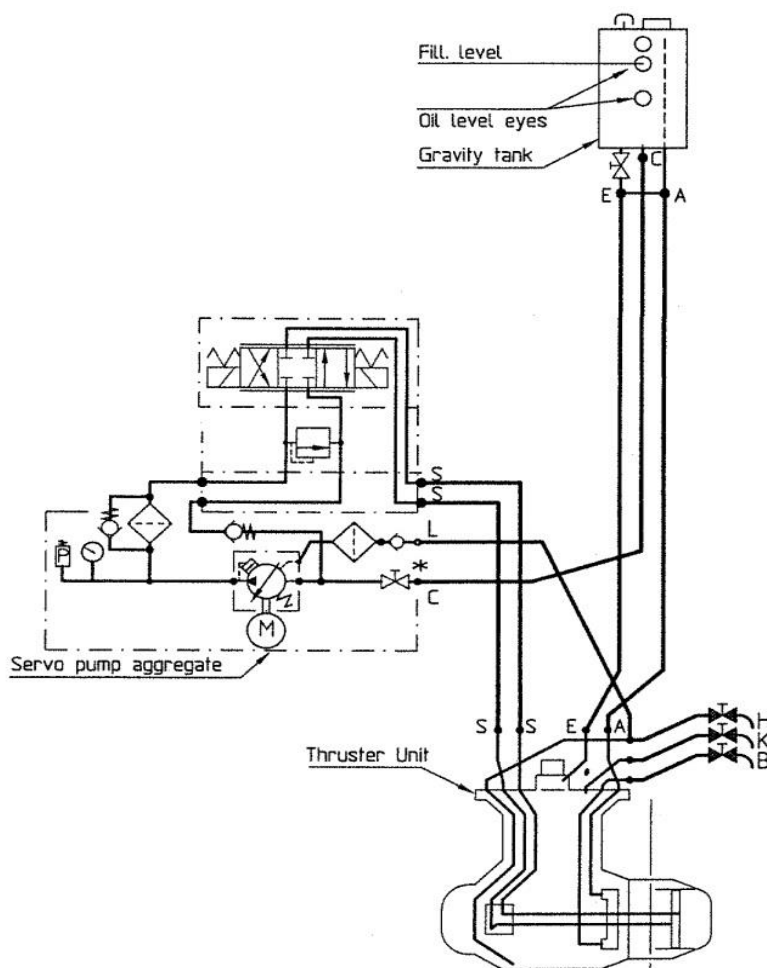


Рисунок 2.8 – Структурна гідравлічна схема системи завдання кроку та змащування

При встановленні кроку на бажане значення за допомогою потенціометра завдання , спрацює один із електромагнітних клапанів і виток в системі буде

повільно доводити механізм повороту лапасті гвинта до заданого значення кроку.

Потенціометр зворотного зв'язку прийме це відхилення та система управління буде виправляти крок гвинта так, щоб встановити і утримувати його на заданому з панелі управління значенні .

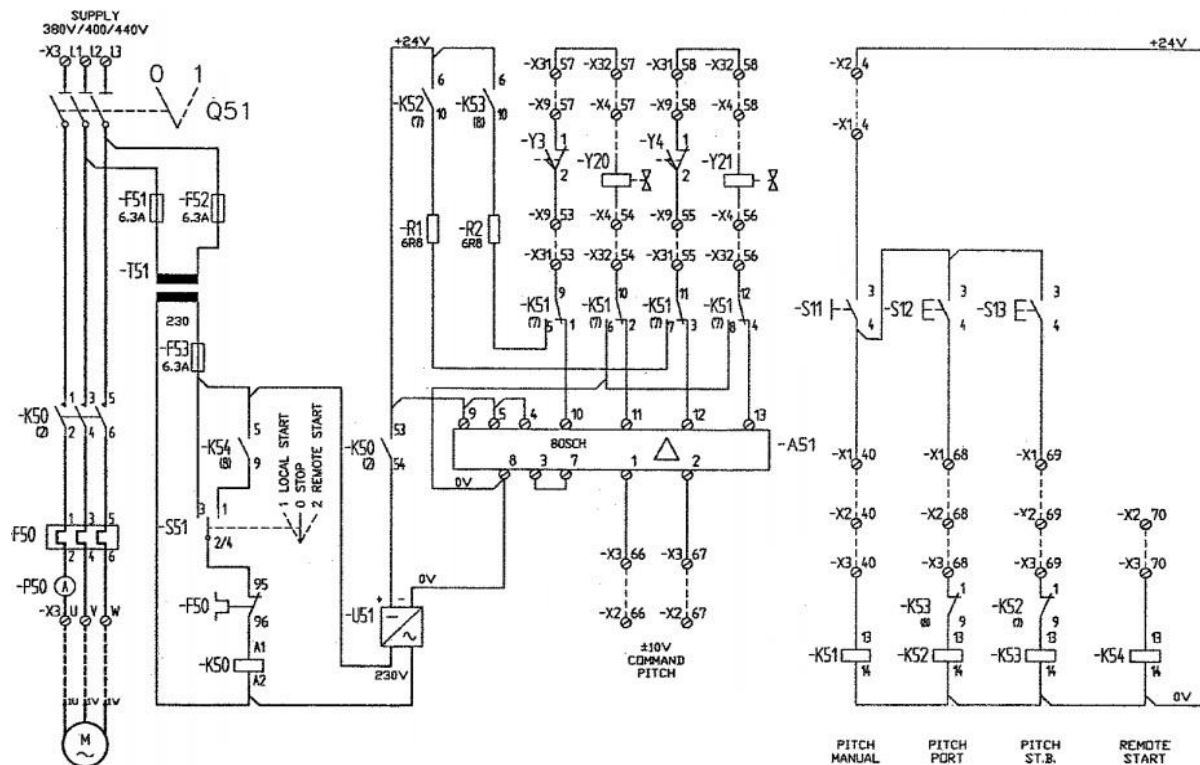


Рисунок 2.9 – Принципова схема управління сервонасосом та завдання кроку гвинта

Пропорційним клапаном можливо управляти вручну безпосередньо з містка в режимі аварійний і також в місці знаходження сервопривода.

2.4 Розробка технології і інструкції по експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматизації

2.4.1 Загальний нагляд та догляд

Електричні машини і апарати

Огляди суднового електроустаткування в загальному випадку можна підрозділити на три види: без розбирання, з частковим розбиранням і повним розбиранням. При огляді без розбирання роблять очищення поверхні, огляд кріплень і зчленувань, провертання ротора від руки, включення і вимикання, перевірку сигналізації і т.п. При огляді з частковим розбиранням виконують роботи з розкриттям оглядових отворів, лицьових панелей щитів, кришок і т.п. При цьому оглядають прилади й апарати, розташовані усередині захисних оболонок (корпусів), щіткові пристрої електричних машин, надійність контактів кабелів і проводів, кріплення шинопроводів і т.п.

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

При використанні електроприводів не рідше одного разу за вахту особам вахтової служби необхідно перевіряти:

- дію електронагрівальних приладів для підігріву масла в електрогідравлічних приводах (при наявності);
- стан електричної апаратури, електромагнітних клапанів й інших електроприводів;
- чистоту електроустаткування.

При використанні електрогідравлічних приводів всіх призначень уведення їх у дію й забезпечення справності гідравлічної частини, трубопроводів і гідравлічних засобів керування й автоматизації здійснюються механіками по завідуванню.

Відключення електроприводів відповідальних пристроїв допускається тільки з дозволу вахтового механіка, крім випадків, коли зволікання може викликати аварію судна або нещасний випадок. У таких випадках вахтовий

механік повинен бути негайно сповіщений про виконане відключення.

Головний і аварійний розподільні щити

В процесі експлуатації головного розподільного щита і генераторних агрегатів необхідно притримуватися послідовності операцій при пуску, зупинки і прийому навантаження, послідовність включення у паралельну роботу.

Споживачі електроенергії, які можуть одержувати живлення як безпосередньо від ГРЩ, так і через аварійний розподільний щит (АРЩ), повинні, як правило, одержувати живлення через АРЩ у всіх умовах експлуатації.

При плаванні в складних умовах не рекомендується без гострої потреби виконувати які-небудь перемикання й перевірки на ГРЩ, АРЩ.

Двері ГРЩ і розподільних щитів (РЩ) повинні бути замкнені. Ключі від ГРЩ й АРЩ повинні перебувати в старшого електромеханіка, а також безпосередньо в ГРЩ і АРЩ.

Включення й відключення автоматичний вимикачів (АВ) з ручним приводом повинні вироблятися безперервним рухом їхніх рукояток до крайніх положень (упорів). Не допускається залишати рукоятки АВ у проміжному положенні.

Необхідно слідкувати за ізоляцією мереж 440В і 220В. Крайня допустима ізоляція 0,5МОм. Але така ізоляція не є експлуатаційною. При таких параметрах потрібен догляд і ремонт для підвищення ізоляції.

Необхідно також слідкувати за сигнальними лампами (заміняти згорівши сигнальні лампи), які установлені на ГРЩ, для того щоб уникнути неправильності розпізнавання стану електрообладнання, яке сигналізують ці лампи. Також потрібно слідкувати за зовнішнім освітленням панелі ГРЩ. Дотримуватися чистоти як на зовнішніх панелях ГРЩ так і у внутрішніх частинах панелі.

Комплекс систем керування технічними засобами

Для кожного судна повинне бути визначене й строго дотримуватися оптимальне число генераторів, що включають на шини ГРЩ, у всіх режимах роботи судна, що забезпечує безпека плавання при мінімальних витратах на вироблення електроенергії. Тривалість паралельної роботи дизель-генераторів з

навантаженнями, що не перевищують 45-50% їхньої номінальної потужності, повинна бути мінімально можливою.

Для скорочення витрат на вироблення електроенергії необхідно забезпечувати максимально можливе використання валогенераторів (ВГ) і утилізаційних турбогенераторів (УГ).

При використанні ВГ й УГ резервні ГА з автономним приводом і засобу їхнього автоматичного запровадження в дію (при наявності) повинні перебувати в постійній готовності до дії.

При плаванні в складних умовах повинні бути завчасно підготовлені й при необхідності уведені в дію резервні генератори (генератор) залежно від конкретних умов плавання, комплектації електростанції, технічного стану ГА, ефективності засобів їхнього захисту й очікуваних змін навантаження. Необхідне число використовуваних генераторів визначається старшим механіком з урахуванням перерахованих умов.

У процесі експлуатації допоміжних механізмів й устаткування забороняється:

- уводити в дію механізми й устаткування при наявності несправностей і зазорів у з'єднаннях деталей, що перевищують гранично припустимі в експлуатації;

- застосовувати мастильні матеріали, характеристики яких не відповідають вказівкам заводської технічної документації, і використати допоміжні механізми й устаткування не по призначенню (за винятком аварійних випадків);

- робити на ходу механізму обтиск чепцевих втулок, завмер зазорів, регулювання паророзподілу, вибір слабину в деталях, що сполучають; наносити навіть легкі удари по трубопроводах, з і резервуарам, що перебувають під тиском. З появою стукотів й ударів, а також при помітному збільшенні вібрації необхідно зупинити вентилятор і перевірити його кріплення до фундаменту, стан амортизаторів, кріплення крилатки і її балансування, відсутність сторонніх предметів усередині вентилятора.

2.4.2 Обслуговування під час роботи

Підготовка до пуску і пуск генераторів

Для підготовки генератора до дії необхідно:

- встановити секційні роз'єднувачі (вимикачі) на головних розподільних щитах (ГРЩ) у відповідні положення;
- відключити зрівняльні зв'язки між увідними у дію й працюючими генераторами, якщо це не передбачено блокуванням.

Після впровадження в дію первинного двигуна й досягнення генератором номінальної частоти обертання необхідно:

- впевнитись у відсутності стороннього шуму й неприпустимої вібрації;
- ввімкнути ланцюг збудження, збудити генератор плавним виведенням ручного регулятора збудження й довести напругу генератора до номінальної (при ручному регулюванні напруги) або відрегулювати при необхідності пристроєм регулювання уставки АРН величину напруги генератора;
- ввімкнути (за узгодженням з вахтовим механіком) на ГРЩ автоматичний вимикач (АВ) генератора;
- ввімкнути навантаження, при необхідності підрегулювати частоту обертання й напругу генератора й переконатися в нормальній роботі його щіткового апарата.

У випадку появи якої-небудь несправності в роботі відключити навантаження, виявити й усунути причину несправності й знову навантажити генератор.

При роботі ГА без навантаження під час випробування на зниженій частоті обертання, що відрізняється від номінальної більш ніж на 5%, збудження синхронних генераторів рекомендується відключати.

Якщо генератор не збуджується, необхідно перевірити ланцюг його збудження й усунути причину несправності.

При розмагнічуванні, перемагнічуванні або зміні полярності кілець генератора його треба заново підмагнітити, при цьому генератор повинен бути відключений від мережі.

Підмагнічування синхронного генератора живиться від стороннього джерела постійного або випрямленого струму зниженої напруги, що підключається до системи збудження.

Подача живлення з берега на судову мережу

Електропостачання від берегових мереж змінного струму повинно виконуватися через установлені на причалах стандартні електроколонки. подача електроенергії від берегової електроколонки виконується через щит електроживлення з берега. Підключення судової мережі до берегової проводить по письмевій заявці старшого механіка судна черговий електрик порту. При електроживленні судна безпосередньо від мережі з наглухо заземленою нейтрально, заземлююча жила кабелю служить для надійного з'єднання корпусу судна з заземлюючими конструкціями електроколонки. На щиту живлення з берегу заземлюючу жилу кабелю з'єднують з корпусом судна, а на електроколонці до заземлюючого затискачу.

Перед підключенням кабелю живлення необхідно: перевірити опір ізоляції судової мережі і підключуваного кабелю; перевірити роботу блоків, вилучаючи одночасне підключення судових генераторів на шини ГРЩ і фідера електроживлення від берегової мережі; перевірити роботу захисту від обриву фази; вимкнути пристрій безперебійного контролю опору ізоляції судової мережі на час електроживлення судна від берегової мережі з глухо заземленою нейтраллю; вимкнути пристрій електрохімічного (катодного) захисту корпусу судна; на ГРЩ вимкнути фідери споживачів, які не будуть працювати від берегової мережі, окрім фідерів пожежних насосів; перевірити правильність порядку чергування фаз і значення лінійних напруг.

Підготовка до пуску і пуск електродвигунів

Пуск електродвигуна дозволяється після підготовки до дії його й механізму, що приводить у рух. Після пуску електродвигуна необхідно переконатися у відсутності його перевантаження, стороннього шуму й неприпустимої вібрації, а також іскріння під щітками електродвигунів постійного струму й асинхронних з фазним ротором.

При використанні електродвигунів особам вахтової служби необхідно не рідше одного разу за вахту перевіряти:

- навантаження електродвигунів по амперметрах;
- роботу щіткових апаратів;
- температуру нагрівання корпусів, підшипників й електромагнітних гальм;
- відсутність стороннього шуму й неприпустимої вібрації.

При мимовільній зупинці електродвигуна необхідно відключити живлення, з'ясувати і усунути причину зупинки. Повторювати пуск електродвигуна до усунення причин його зупинки забороняється, за винятком випадків, коли тривала зупинка електроповіду може викликати аварійну ситуацію.

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

При несправності вибухозахисного електродвигуна (у вибухозахисному або масло заповненому виконанні) він повинен бути негайно виведений з дії й ретельно оглянутий. При наявності тріщин, вм'ятин або відбитих країв поверхонь, що забезпечують вибухонепроникність з'єднань, ушкодження ущільнень й ослаблення з'єднань, які можуть порушити вибухозахист електродвигуна, уведення його в дію для використання в середовищі з вибухонебезпечною концентрацією газів до усунення несправності забороняється.

У маслозаповнених електродвигунах необхідно періодично контролювати рівень масла й відсутність течі. Температура масла не повинна перевищувати 80°C. При значному потемнінні масла його варто замінити свіжим.

2.4.3 Планово-попереджувальні ремонти

Огляди судових електричних машин в загальному випадку можна підрозділити на три види:

- без розбирання;

- з частковим розбиранням;
- з повним розбиранням.

При огляді без розбирання роблять очищення поверхні, огляд кріплень і зчленувань, повертання ротора від руки, включення і вимикання, перевірку сигналізації і т.п. Також виконують наступне:

- 1.1 Розкрити оглядові і вентиляційні отвори;
- 1.2 Оглянути контактні каблучки, щітковий апарат і обмотки статора і ротора;
- 1.3 Затягти контактні і кріпильні з'єднання;
- 1.4 Очистити доступні місця і фільтри від бруду;
- 1.5 Провіяти електричну машину сухим стиснутим повітрям із тиском не більш 0,2 МПа;
- 1.6 Розкрити контрольні отвори прибудованого гальма і виміряти зазори;
- 1.7 Закрити оглядові отвори, вентиляційні і контрольні отвори, перевірити електромашину в дії.

При огляді з частковим розбиранням виконують роботи з розкриттям оглядових отворів, лицьових панелей щитів, кришок і т.п. При цьому оглядають прилади й апарати, розташовані усередині захисних оболонок (корпусів), щіткові пристрої електричних машин, надійність контактів кабелів і проводів, кріплення шинопроводів і т.п. Також виконують наступні дії:

- 2.1 Розкрити й очистити коробки виведень і зовнішні кришки підшипникових щитів;
- 2.2 Протерти доступні місця дрантям, змоченим в рекомендованому миючому засобі;
- 2.3 Перевірити величину натиснення на щітки, замінити зношені щітки і притерти їх;
- 2.4 Просушити, при необхідності, обмотки і покрити зношені місця ізоляції емаллю;
- 2.5 Розкрити гальмо, очистити його, провіяти стиснутим повітрям, замінити при необхідності, зношені накладки, просушити котушки електромагніта,

відрегулювати зазори гальма і закрити його;

2.6 Оглянути підшипники і їхнє змащення, додати при необхідності мастило того ж сорту і закрити кришки підшипникових щитів;

2.7 Зібрати і перевірити електричну машину в дії.

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

3.1 Промити, при необхідності, обмотки й інші доступні місця рекомендованим миючим засобом;

3.2 Відремонтувати зношені місця ізоляції обмоток, просочити їх лаком і покрити емаллю, просушити обмотки;

3.3 Перевірити стан каблучок (колекторів) і контактних з'єднань усередині електричної машини;

3.4 Перевірити повільність ходу і чіткість фіксації АВ, пакетних вимикачів і перемикачів;

3.5 Перевірити відповідність плавких уставок (елементів) штатній номенклатурі і при необхідності замінити їх;

3.6 Перевірити стан наявних ущільнень.

Повну розбору електричних машин слід виконувати у наступному порядку:

- Виконати перед демонтажем вимірювання необхідних параметрів, занести результати у журнал технічного обліку;

- Промаркірувати відключувані кабелі, котушки збудження і положення траверси, відновити стерті або ушкоджені мітки;

- Від'єднати всі жили кабелів, закоротити їх і заземлити;

- Від'єднати машину від спареної з нею механізму;

- Відкрутити болти, які утримують машину на фундаменті, усунути установочні штифти;

- Промаркірувати прокладки під лапами машини;

- Зняти муфту за допомогою знімача;

- Зняти торцеві кришки підшипників;
- Зняти щити за допомогою віджимних болтів, слідкуючи за тим, щоб щіткотримачі не пошкодили колектор;
- Витягнути ротор із статора;
- Зняти підшипники;
- Видалити змазку з підшипників;
- Прийняти міри для попередження ушкодження ізоляції обмоток.

3. РОЗРАХУНОК СУДНОВОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ (СЕЕС)

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

Розрахунок виконаний відповідно до РД5.6168-92, «Методи розрахунків електричних навантажень», аналітичним методом постійних навантажень табличним способом.

У якості основних, прийняті наступні експлуатаційні режими:

- ходовий режим;
- маневровий режим з підрулюючим пристроєм;
- стоянка без вантажних операцій;
- стоянка з вантажними операціями;
- аварійний режим.

Графік роботи приймачів прийнятий з умови ймовірної потреби включення механізмів і пристроїв у відповідному режимі.

Розрахунок всіх режимів зроблений для періоду експлуатації судна при максимальному завантаженні системи вентиляції й кондиціонування повітря.

За «Аварійним режим» у розрахунку прийнятий режим, забезпечуваний роботою основної електростанції при гасінні пожежі у машинному відділенні.

Дані розрахунку (таблиця навантаження) необхідної потужності основних джерел електроенергії наведені в додатку Б.

Коефіцієнт одночасності для безупинно й періодично працюючих приймачів враховує ймовірність не збігу за часом максимального споживання електроенергії всіх працюючих приймачів.

Враховуючи вище приведені вимоги до вибору генераторів, вибираємо чотири дизель-генератора фірми «АВВ» потужністю по 1336кВт кожний та один аварійний дизель-генератор фірми «АВВ» потужністю 150кВт.

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

Таблиця 3.1 – Режими роботи СЕЕС

Режим роботи СЕС	Повна потужність	Кількість генераторів
Ходовий	1336	1(головних)
	•4008	3(головних)
Маневровий	2672	2(головних)
	•5160	4(головних)
Стоянка без вантажних операцій	1336	1(головних)
	•4008	3(головних)
Стоянка з вантажними операціями	1336	1(головних)
	•5344	4(головних)
Аварійний	150	1(аварійний)

• – використання рефрижераторних контейнерів

Таблиця 3.2 – Паспортні дані чотирьох генераторів фірми АВВ

Клас ізоляції	F
Тип збудження	Само збуджуючий, без щітковий
Тип	AMG 0450BB04 DBAM
Потужність	1336
Кількість фаз	3
Напруга	~ 440 В
Струм	2140 А
Частота	60 Гц
Кількість полюсів	4
Кількість оборотів	720 об/хв
Коефіцієнт потужності	0,8
Вага ротору	4030 кг
Вана генератора	12,2 т
Система збудження	Basler Electric DECS-300

Таблиця 3.4 – Паспортні дані аварійного дизель-генератора
фірми ABB

Тип	AMG 0250DD04 DBAM
Потужність	150 кВт
Напруга	~ 440 В
Частота	60 Гц
Частота обертання	1800 об/хв
Коефіцієнт потужності	0,75
Кількість фаз	3
Система збудження	Basler Electric SR32

3.2 Вибір раціональної структури СЕЕС та розробка однолінійної схеми ГРЩ та АРЩ

Для установки на судні вибираємо СЕЕС трифазного змінного струму. Це рішення зумовлене тим, що застосування привідних електродвигунів змінного струму має ряд переваг (простота конструкції, менші маса, габарити, висока надійність) в порівнянні з постійним струмом. Досвід проектування показує, що для великих транспортних судів (потужність електростанції >200 кВт) потрібно застосовувати напругу мережі 440 В, 60 Гц. Для живлення радіолокаційний, навігаційного обладнання змінним струмом частотою 400-500 Гц необхідно застосувати відповідні перетворювачі.

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

Згідно правилам Регістру розробляємо схему ГРЩ та АРЩ. ГРЩ складається з наступних секцій: секція управління, генераторна секція, фідерна

секція, стартова секція.

Будуємо станцію з вище приведеними вимогами. В центрі знаходяться секції керування (панель синхронізації), де виконується розподіл електроенергії між генераторами, синхронізація, зупинка та інші операції. Далі в сторони від центру йдуть перша, друга та третя генераторні панелі. Там розташовані прилади управління і захисту генераторів.

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

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

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

Для розподілу електроенергії та контролю роботи генераторів на судні встановлено:

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

Розподіл електроенергії на 440В та 220В по своїм споживачам проводиться при:

- тривалій одиночній роботі кожного генератора на загальні шини секцій 440 В;
- тривалій паралельній роботі генераторів на загальні шини секцій 440 В;
- тривалій роздільної роботі 4 генераторів на свої секції шин.

З секції 440 В ГРЩ(MSB) отримують живлення:

- головний агрегат підрулюючого пристрою;
- 2 трансформатори (TV) 440/220 В для секцій(DB) 220 В;

- насос змащувального масла ГД №1,2;
- насоси заборотної води охолодження ГД;
- насоси прісної води охолодження ГД;
- насос охолодження за сорочкового простору ГД;
- насос прокачки циркуляційного масла ГД;
- вентилятори ГД №1,2;
- компресори пускового повітря №1,2,3;
- пожежні насоси №1,2 ;
- баластно-осушувальні насоси №1,2;
- рульова машина;
- установка компенсації крену;
- брашпили якірні носові №1,2;
- швартовні лебідки №1,2,3,4;
- генератор прісної води;
- вентилятори МВ №1,2,3,4 ;
- вантажні крани №1,2,3;
- сплін керна система;
- катодний захист (ІССР)

Розподільний щит (РЩ) №1

1. Валоповоротний пристрій;
2. Каналізаційний насос;
3. Льяльний сепаратор;
4. Насос льяльного сепаратора;
5. Насос підігріву ГД;
6. Установка санітарної води.

Розподільний щит (РЩ) №2

7. Сепаратор мастила ГД;
8. Живлячий насос мастильного сепаратора ГД;
9. Сепаратор мастила ДД №1,2;
10. Сепаратор важкого палива №1,2;

11. Перекачувальний насос важкого палива №1;
12. Сепаратор дизельного палива.

Розподільний щит (РЩ) №3

13. Перекачувальний насос важкого палива №2;
14. Насос брудного мастила;
15. Перекачувальний насос дизельного палива;
16. Мастильний насос ДД;
17. Насос мастила циліндрів.

Розподільний щит (РЩ) №4

18. Токарний верстак;
19. Свердлувальний верстак;
20. Вертикальний свердлувальний верстак;
21. Точильний верстак;
22. Щит тестування електроприладів;
23. Верстак напів вологого точіння;
24. Компресор господарських потреб.

Розподільний щит (РЩ) №5

25. Лебідка трапа ЛБ, ПБ ;
26. Провізійний кран;
27. Кран лоцманських сходів ЛБ,ПБ;
28. Лебідка сходів надбудови ЛБ,ПБ;

Розподільний щит (РЩ) №6

29. Електрична плита;
30. Посудомийна машина;
31. Піч;
32. Пральна машина 5кг ;
33. Пральна машина 10кг;
34. Сушильна машина;
35. Фритюрниця;
36. Сміттєспалювач.

Розподільний щит (РЩ) №7

- 37. Вентилятор румпельного відділення;
- 38. Вентилятор електромайстерні №1,2;
- 39. Вентилятор майстерні;
- 40. Осушувальні вентилятор №1,2,3,4,5;

Розподільний щит (РЩ) №8

- 41. Кондиціонер повітря №1,2;
- 42. Вентилятор кімнати кондиціонерів;
- 43. Вентилятор складових приміщень №1,2;
- 44. Вентилятор приміщення зберігання інструментів №1,2.

Розподільний щит (РЩ) №9

- 45. Вентилятор вантажного трюму(1) №1,2;
- 46. Вентилятор трюму(2) №1,2,3;
- 47. Вентилятор приміщення підрулюючого пристрою;
- 48. Вентилятор комори фарб;
- 49. Вентилятор приміщення зберігання інструментів №1,2.

Розподільний щит (РЩ) №10

- 50. Вентилятор трюму(4) №1,2,3,4,5;
- 51. Вентилятор трюму(5) №1,2,3,4,5;
- 52. Вентилятор складських приміщень №1,2.

Розподільний щит (РЩ) №11

- 53. Вентилятор трюму(3) №1,2;
- 54. Вентилятор трюму(3) №3,4, 5.

Розподільний щит (РЩ) №12

- 55. Обігрівачі житлових приміщень.

Розподільний щит (РЩ) №13

- 56. Обігрівачі приміщень МВ.

Розподільний щит (РЩ) №14-26

- 57. Розетки рефрижераторних контейнерів.

3 секції 220 В ГРЩ (MSB) через понижуючий трансформатор 440/220

отримують живлення:

- 1) Зовнішнього освітлення;
- 2) Освітлення палуб;
- 3) Освітлення МВ;
- 4) Прожекторне освітлення;
- 5) Навігаційне освітлення;
- 6) Радіоапаратура;
- 7) Сигналізація;
- 8) Обігрівачі надбудови;
- 9) Камбуз.

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

Розподіл електроенергії від АРЩ (ESB) напругою 440 В та 220 В згідно з Правилами Регістру:

3 секції (DB) 440 В отримують живлення:

- 1) Рульова машина;
- 2) Аварійний пожежний насос;
- 3) Вентиляція кімнати CO₂;
- 4) Вентилятор сепараторної;
- 5) Мастилопрокачка ДГ №1,2,3,4.

3 секції (DB) 220 В) через понижуючий трансформатор 440В/220В отримують живлення:

- 1) Аварійне освітлення;
- 2) Навігаційні та сигнальні вогні;
- 3) Навігаційне обладнання;
- 4) Радіообладнання;
- 5) Телефонний зв'язок;

6) Сигналізація;

7) Схеми автоматики систем.

Генераторні панелі (ГП) призначені для керування і контролю роботою генераторів. На цих панелях встановлені автоматичні повітряні трьохполюсні автомати для комутації головного струму. Автомати оснащені максимальними розчеплювачами струму для захисту від перевантаження, котушкою що відключає і необхідна для дистанційного керування автоматом, реле зворотної потужності. Сигнальні лампи сигналізують про положення автомата генератора, вимірювальні трансформатори струму і напруги забезпечують роботу контрольно-вимірювальних приладів. На панелях установлені кнопки регулювання приводом серводвигуна для керування частотою і навантаженням генераторів, амперметри з перемикачами на 3 положення для контролю фазних струмів, вольтметри, частотоміри з додатковими пристроями, ватметри для контролю навантаження генераторів, амперметри і вольтметри постійного струму для контролю параметрів збудження, плата з запобіжниками для захисту контрольно-вимірювальної апаратури та апаратури керування. На цих панелях також установлені рукоятки автомата "гасіння поля".

Панель синхронізації призначена для керування і вмикання на рівнобіжну роботу генераторів або відключення одного із них. На панелі встановлений секційний трьохполюсний автоматичний вимикач із захистами аналогічними генераторним. Також установлені: синхроскоп, кнопки керування і лампи синхронізації генераторів, вимірювальний трансформатор напруги для роботи контрольної апаратури, по два вольтметра, частотоміра і ватметра з перемикачами на 3 положення для контролю параметрів працюючих і що підключаються на рівнобіжну роботу генераторів.

Панель ПНПП призначена для живлення підрулюючого пристрою. Встановлено амперметр з перемикачами на три положення і сигнальні лампи про положення автомату.

При розробці схеми ГРЩ передбачається комбінування збірних шин, тобто ділення їх на кілька незалежних секцій, кожна з котрих має один чи кілька своїх

джерел живлення, що збільшує живучість СЕС в цілому, при пошкодженні ділянки кола.

Для з'єднання секцій використовують автоматичні вимикачі, секційні роз'єднувачі. Встановлення вимикачів більш бажане, тому що в цьому випадку секція вимикається автоматично, що дозволяє зберігати без переривання живлення паралельну роботу споживачів, приєднаних до пошкодженої секції.

При розробці схеми СЕЕС має виконуватись вимога, при якій основні і відповідальні споживачі, механізми та агрегати мають бути розподілені між секціями збірних шин таким чином, щоб при виході зі строю однієї секції живлення цих споживачів забезпечувалось від непошкодженої секції шин.

Розробка мереж розподілення електроенергії СЕЕС проводиться після вибору генераторів і розміщенню всіх приймачів електричної енергії, які мають підключитися до електростанції. При цьому перш за все визначаються приймачі електроенергії, які будуть отримувати живлення безпосередньо від ГРЩ.

Користуючись переліком суднових споживачів електричної енергії справляють повний перелік електроспоживачів та їх технічні дані, вказавши в них кількість однойменних споживачів, їх номінальну потужність, коефіцієнт корисної дії і коефіцієнт потужності.

Однолінійна схема ГРЩ і АРЩ приведені в Додатку В.

3.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури ГРЩ, вибір генераторних автоматів

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

На судні, котре розглядається застосована фідерно-групова система розподілу електроенергії. У цьому випадку безпосередньо від ГРЩ(MSB) чи

АРЩ(ESB) розташовані самостійні лінії живлення (фідери) по всім відповідальним стумо приймачами і груповим РЩ(DB). Групові РЩ(DB) здійснюють розподіл електроенергії серед групи однакових або близьких за призначенням споживачів. Фідери призначенні для передачі електроенергії між двома будь-якими розподільними щитами чи між розподільним щитом і приймачем або джерелом електроенергії.

Підрулюючий пристрій отримує живлення по фідеру від ГРЩ(MSB). Групові щити кріплять на перегородках або бортових конструкціях. Не допускається установка щитів в місцях, де можливе скупчення кислотного випаровування, вибухонебезпечних газів і т.д. Для скорочення витрати кабелю групові РЩ(DB) розташовуються як можна ближче до приймачів електроенергії.

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

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

Для передачі електроенергії споживачам в силових мережах застосовуються трьохжильні кабелі марки НТРҮСҮ в оболонці з полівінілхлоридного пластика та при нерухомій прокладці.

Зробимо вибір кабелів, що відходять від ГРЩ марки НТРҮСҮ. Перетин кабелів вибираємо по величині струму навантаження, виходячи з роботи в найбільш важкому режимі.

Для вибору кабелю, що з'єднує генератор трифазного змінного струму з

ГРЩ, розрахунковий струм визначаємо по формулі:

$$I_{\text{зн}} = \frac{P_{\text{зн}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{зн}} \cdot \cos \phi} = \frac{1336000}{\sqrt{3} \cdot 450 \cdot 0,8} = 2142 \text{ A};$$

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

$$I_{\text{зн}} = \frac{P_{\text{зн}} \cdot k_3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{зн}} \cdot \eta_n \cos \phi}; \quad (3.1)$$

де k_3 - коефіцієнт завантаження споживача.

Розрахунковий струм кабелю розподільного щита, який живить групу споживачів, знаходимо по формулі:

$$I_{\Sigma} = k_0 \sqrt{\Sigma I_a^2 + \Sigma I_r^2} \quad (3.2)$$

$\Sigma I_a = I_{a1} + I_{a2} + \dots + I_{an}$ - сумарний активний струм;

$\Sigma I_r = I_{r1} + I_{r2} + \dots + I_{rn}$ - сумарний реактивний струм.

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

Для трифазної лінії при визначенні втрати ΔU напруги користуємося формулою:

$$\Delta U = \frac{2PL}{\gamma S U^2} \cdot 100 \% ; \quad (3.3)$$

де L - довжина кабелю;

S - площа поперечного розрізу;

γ - коефіцієнт провідності (для міді $\gamma = 48$).

Вибираємо два трижильних кабелі марки НТРҮСҮ з перетином жили 205 мм².

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

$$\Delta U = \frac{2PL}{\gamma S U^2} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 1336 \cdot 35}{48 \cdot 0,205 \cdot 450^2} \cdot 100 = 4,7 \%$$

Розрахунок інших кабелів проводимо аналогічно.

Після вибору кабелів зробимо вибір автоматичних вимикачів споживачів,

які одержують живлення від ГРЩ. При цьому необхідно дотримуватися наступних двох умов:

$$U_n \geq U_{раб}, I_n \geq I_{раб} \quad (3.4)$$

де U_n , $U_{раб}$, I_n , $I_{раб}$ - номінальні та робочі для даної схеми включення значення напруги та струму.

Автоматичні вимикачі обираємо за струмами, які розраховуємо по формулі:

$$I_{ав} \geq k_0 \sum I_i + k I_n \quad (3.5)$$

Причому коефіцієнт завантаження споживачів - K_3 приймаємо рівним одиниці: $K_3 = 1$.

Зробимо вибір генераторних автоматів. Генераторні автомати ДГ:

$$I_{ГА} = 2142 \text{ А}$$

Вибираємо автоматичні вимикачі фірми АВВ типу Tmax T8-2500, з наступними параметрами:

- номінальний струм автомата - 2500 А;
- номінальна напруга - 440 В;
- допустимий струм короткого замикання:
 - а) ударний струм - 160000 А;
 - б) діюче значення - 60000 А;
- межі уставок на струм спрацювання - $(2:8) I_n$ розчіплювача;
- уставка на час спрацювання - 0.40 с;



Рисунок 3.1 – Генераторний автомат

Перевірку вибраного автомата зробимо за допомогою комп'ютерної програми MelShort. А саме, сконструюємо наочну віртуальну модель і побудуємо струмо-часову діаграму.

3.4 Вибір системи збудження синхронних генераторів

Вибираємо систему збудження для синхронних без щіткових генераторів фірми Basler Electric типу DECS-300. DECS-300 забезпечує функції регулювання напруги, управління коефіцієнтом потужності і реактивною потужністю, а також регулювання струму збудження. DECS-300, пропонований в конфігурації для стійки 19 дюймів, включає аналогові/цифрові входи/виходи, що дозволяють виділити аварійний сигнал, управління і спрацьовування системи збудження.

Користувач може проводити роздільну настройку збудження, вибирати режими роботи, програмувати і калібрувати операції. Зручні для читання індикатори на світлодіодах видають своєчасну інформацію про конкретні умови функціонування. На передній панелі розташований великий дисплей на рідких кристалах, що відображає в режимі реального часу заміряні інформаційні дані, стан органів, що управляють, і входів/виходів.

Функціональний опис

DECS-300 є цифровим регулятором, який управляє картою збудження, призначеною для управління мостом потужності транзисторного (IGBT) або тиристора типу. Він призначений для використання в системах збудження статичного типу або на діодах, що обертаються. Випрямний міст визначає рівень збудження системи. DECS-300 працює в різноманітних режимах, що надає великі можливості для управління синхронними машинами. У режимі регулювання напруги, що дозволяє досягати точності 0.25%, регулятор дає швидкий перехідний сигнал у разі виникнення порушень. Стабільність забезпечується програмою PID, яка управляє змінами параметрів генератора для оптимального у відповідь сигналу (характеристики).

Властивості DECS-300

Система збудження типу DECS-300 має також функцію управління

реактивними вольт-амперами (варами), коефіцієнтом потужності, а також вирівнювання напруги. Струм збудження також може регулюватися; ця функція дуже зручна при запуску генератора або у разі проведення тестів.

Властивості DECS-300:

- З'єднання Modbus™;
- Вимірювання в режимі реального часу;
- Мікропроцесор 32 біта;
- Незалежна флеш-пам'ять;
- 40 типів кривих стійкості регулювання напруги з точністю до 0.25%

(режим AVR);

- Програмована функція лінійно наростаючого включення напруги;
- Програмований поріг нижнього значення частоти;
- Вимірювання дійсної напруги (RMS), однофазне або трифазне;
- Регулювання струму збудження;
- Однофазне вимірювання напруги мережі;
- Компенсація кола зворотного зв'язку струму;
- Межа збудження (верхній і нижній);
- Регулювання коефіцієнта потужності і VAR;
- Автоматичний вибір всіх робочих режимів;
- Контроль налаштувань;
- Управління через вхідний роз'єм, або з'єднання через послідовний

порт (RS232 і RS485);

- Світловий індикатор роботи через контакти загального аварійного сигналу або комунікаційного порту RS-485.

Наявний захист від:

- наднизької і надвисокої напруги генератора;
- наднизької частоти генератора;
- надвисокої напруги збудження;
- надвисокого струму збудження;
- втрати вимірювання напруги.

Захисні функції DECS-300

Обмежувачі збудження забезпечують корекцію первинного контролера для зниження струму збудження, якщо наднизьке або надвисоке значення збудження має причиною дуже низьку частоту. Наднизьке або надвисоке збудження може привести до перевантаження або до виникнення надвисокої напруги на генераторі. Регулятор також включає обмежувач наднизької частоти, а також функції захисту від наднизької і надвисокої напруги. При спрацьовуванні обмежувачів система аварійного сповіщення визначає причину, виводячи її вказівку на ЖК екран, і дані можуть передаватися через комунікаційний порт.

Комунікаційна програма DECS-300

Якщо перезбуджування приводить до не нормальних умови функціонування, то система управління генератором зупинить машину для забезпечення повної безпеки.

Користувачі можуть управляти генератором різними способами. Локальний контроль може виконуватися через ЖК екран і управлятися клавішами на передній панелі DECS-300, дистанційне керування – через вхідні роз'єми або послідовний порт RS-485. Індикатор стану системи є на комунікаційному порту, на якому дані вимірювань генератора прямують в протокол Modbus в режим реального часу, як те аварійні сигнали і стан.

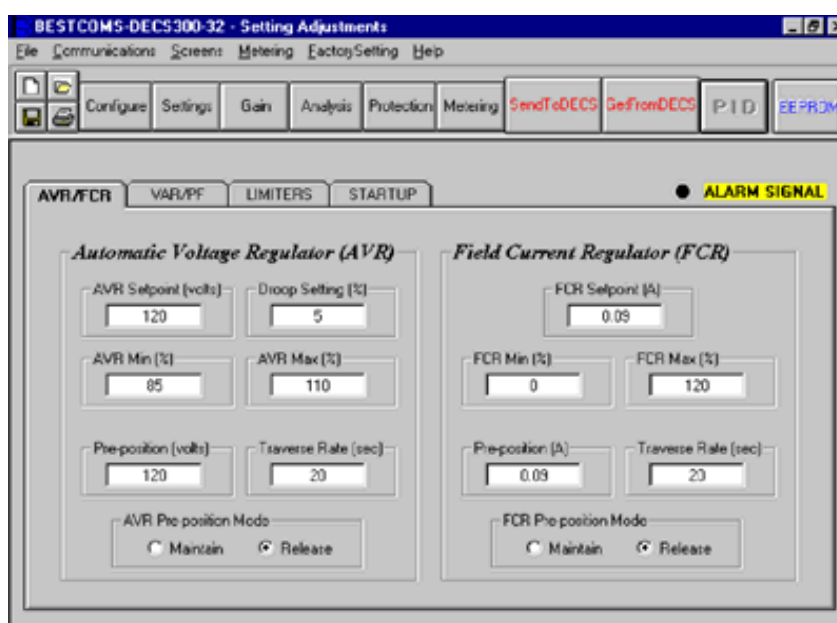


Рисунок 3.4 – Панель налаштування

Вхідна потужність від джерела електроживлення AC або DC забезпечує робочу напругу для системи DECS-300. Система DECS-300 прочитує напругу генератора і струм через трансформатори напруги і струму. Напруга і струм збудження прочитуються за допомогою ізоляційних модулів (Isolation Module) і перетворюються в сигнали аналогової напруги за систему DECS-300.

Згідно робочому стану системи, DECS-300 передає аналоговий сигнал, що управляє, до схеми запалення. Це аналоговий сигнал (від 4 до 20 мА, від 0 до 10 В (VDC) або + 10 В (VDC)), що управляє фазовим кутом імпульсів запалення SCR, вироблюваних в схемі запалення.

DECS-300 може управляти електричними мостами, які мають різну потужність вихідного струму в діапазоні від 20 до 5.000 А DC на рівнях номінальної напруги від 32 до 3.75 V DC. Ці мости можуть бути наполовину керованими або повністю керованими. Повністю керовані мости забезпечують швидше самозбудження генератора або поля збудника для того, щоб досягти швидше, ненавантажено, перехідне відновлення.

Ізоляційний модуль (transducer) прочитує поле напруги і струму і розвиває аналогову напругу для системи DECS-300. Він теж ізолює систему DECS-300 від поля. Ці аналогові сигнали напруги приводять до системи DECS-300 через кабель, зв'язаний між обома з'єднувачами (P1 у системи DECS-300 і J1 у ізоляційного модуля). Робоча напруга для схем в ізоляційному модулі приводиться від системи DECS-300 через той же самий кабель.

Кожна система DECS-300 має інтегровані обмежувачі перезбуджування і недозбудження. Обмежувачі перезбуджування є як на зв'язаних, так і на незв'язаних рівнях. Ця функція забезпечує максимальний захист від перезбуджування, оскільки вона має різні значення установки для незв'язаної операції. Під час незв'язаної роботи потрібні нижчі значення установки обмежувачів для правильного захисту генератора.

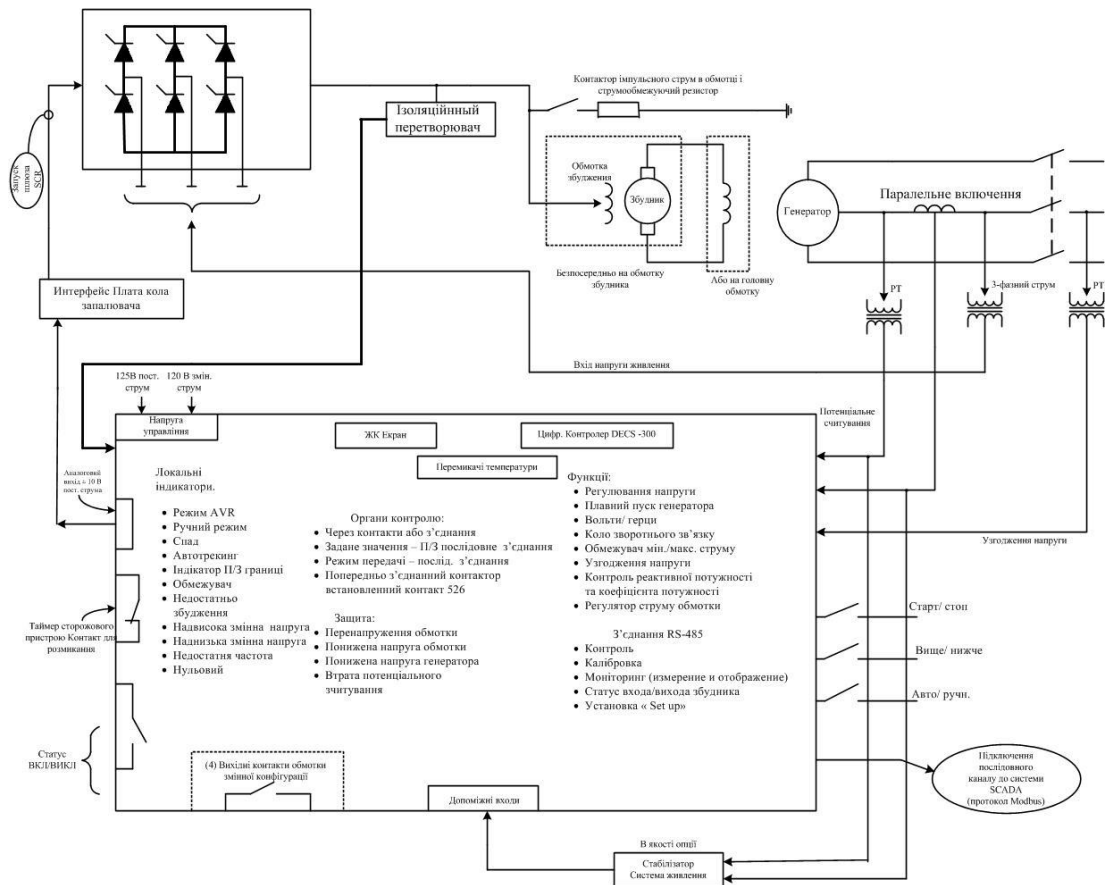


Рисунок 3.5 – Схема системи збудження

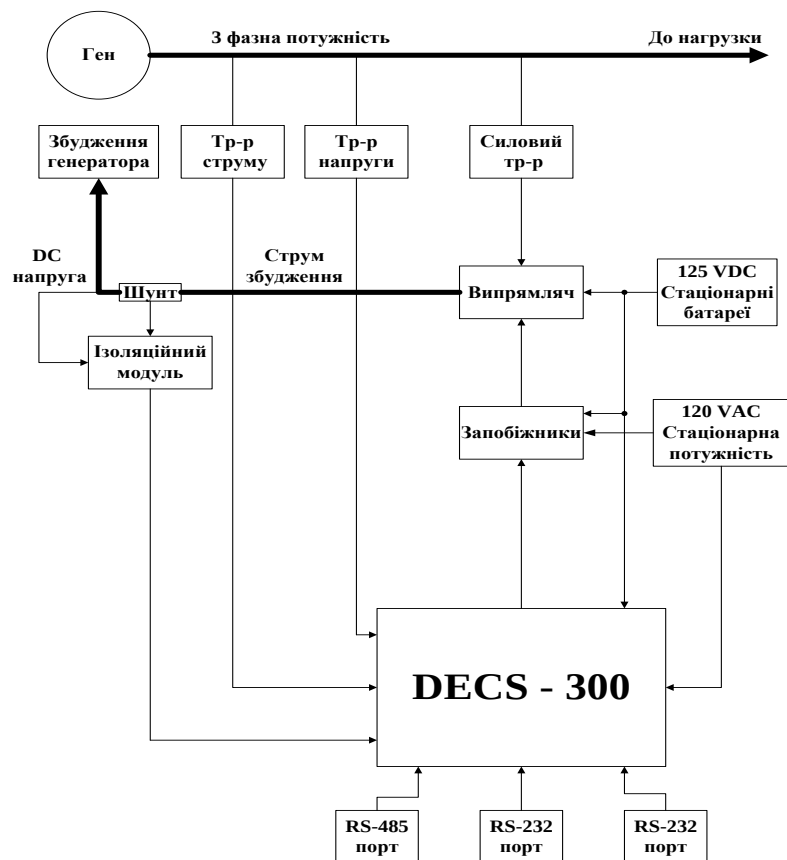


Рисунок 3.6 – Структурна схема типової системи збудження DECS-300

Система DECS-300 має багато функцій, які можуть бути пристосовані до потреб користувачів з метою виконання різних вимог систем виробництва електроенергії. Пристрої управління VAR/коефіцієнтом потужності надаються для застосування генератора паралельно з постачанням електроенергії (utility). Інша функція - 20 стандартних заздалегідь програмованих параметрів стабілізації, які можуть бути вибрані користувачем для застосувань поля збудження, 20 стандартних параметрів стабілізації для застосувань головного поля збудження, і один параметр стабілізації, який може бути заздалегідь запрограмований користувачем. Вона має програмовані вихідні контакти для індикації різних операційних і захисних функцій системи DECS-300. Система DECS-300 може бути запрограмована з метою надійної роботи у разі відмови причитування.

Для критичних застосувань, де генератор не може працювати в результаті відмови системи збудження, резервна (redundant) система DECS-300 може бути використана для забезпечення управління допоміжним збудженням. Резервні системи збудження повинні бути налагоджені необхідним чином для правильного виведення системи, що вийшла з ладу, а також для правильного запуску допоміжної системи. Крім того, повинні бути прийняті заходи для періодичної перевірки допоміжної системи з метою забезпечення її готовності експлуатації і можливості пуску в експлуатацію без попереджувального сигналу. DECS-300 забезпечує резервне підстрахування системи збудження шляхом автоматичного стеження і перемикання між контрольними модулями. У разі окремого застосування DECS-300, система DECS-300 може бути налагоджена таким чином, що неактивні операційні режими системи DECS-300 слідує активному операційному режиму.

Якщо система збудження зазвичай працює зв'язаним чином в автоматичному режимі, і при цьому виникає відмова прочитання, то можна перейти до ручного режиму роботи пристрою, де відмова прочитання не робить шкідливого впливу на здатність збудника забезпечувати правильні рівні збудження. Під час проведення стандартного обслуговування система DECS-300 в резервному режимі внутрішнього стеження дозволяє перемикання в неактивний

режим, який не приводить до перешкод системи. DECS-300 також забезпечує стеження між пристроями DECS-300. Резервний пристрій DECS-300 може бути програмований для того, щоб примусити будь-який з операційних режимів слідувати первинному операційному режиму системи DECS-300.

DECS-300 сумісний з Modbus™ через порт RS-485.

Лицьова панель на комунікаційному порту RS 232 підтримує програмне забезпечення BESTCOMS PC. Система BESTCOMS забезпечує зручне для користувача програмування заданих значень і діапазонів і дозволяє ступінчасті зміни для полегшення правильного програмування стабілізації. BESTCOMS забезпечує легке управління запуском та зупинкою і настройку системи збудження оператором в реальному масштабі часу. Каталогний номер програмного забезпечення - BESTCOMS-DECS300-32. BESTCOMS поставляється разом з системою DECS-300 у складі пакету Software/Manual Package.

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

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

Характер зміни напруги генератора при набросі індуктивної загрузки (пуску асинхронного двигуна) можна представити як накладення процесів зниження

напруги генератора без регулятора и підвищення напруги генератора під дією регулятора.

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

Розрахунок будемо виконувати для генератору типа АВВ, потужністю 1336 кВт, номінальною напругою 440В;

Параметри асинхронного двигуна: $U_n = 440 \text{ В}$; $I_n = 1260 \text{ А}$, кратність пускового струму $K_n = 3$.

Розрахунок виконуємо за для двигуна ПП потужністю 850 кВт, з коефіцієнтом потужності 0,8 та живленням 440 В.

Визначимо реактивний опір двигуна

$$x_D = \frac{S_{n.c}}{K_n \cdot S_{n.d}} \left(\frac{U_{n.d}}{U_{n.c}} \right)^2; \quad (3.5)$$

де $S_{i.d}$, $S_{i.c}$ - номінальна потужність генератора і двигуна згідно.

$$x_D = \frac{3 \cdot 1670}{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 440 \cdot 1260} \left(\frac{440}{440} \right)^2 = 1,73.$$

Початкова напруга

$$U_{поч} = \frac{x_D}{(x_D + x'd)}; \quad (3.6)$$

$$U_{поч} = \frac{1,73}{(1,73 + 0,104)} = 0,94.$$

Установлена напруга

$$U_{уст} = \frac{x_D}{(x_D + x_d)}; \quad (3.7)$$

$$U_{уст} = \frac{1,73}{(1,73 + 1,3)} = 0,56.$$

Постійна часу обмотки збудження генератору при замкнутій обмотці статора на опір $x_{\bar{A}}$

$$\tau'd = \tau'd_0 \frac{x_D + x'd}{x_D + x_d}; \quad (3.8)$$

$$\tau'd = 1,03 \cdot \frac{1,73 + 0,104}{1,73 + 1,3} = 0,6.$$

Час досягнення мінімального значення напруги

$$t_{\min} = \tau' d \cdot 2,3 \lg \left(\frac{U_{\text{ноч}} - U_{\text{уст}}}{U_{\text{уст}} \cdot K \cdot \tau' d} + 2,72^{t_1 / \tau' d} \right); \quad (3.9)$$

$$t_{\min} = 0,47 \cdot 2,3 \cdot \lg \left(\frac{0,94 - 0,56}{0,56 \cdot 5 \cdot 0,6} + 2,72^{0,05/0,104} \right) = 0,166 \text{ (с)}.$$

Значення мінімальної напруги

$$U_{\min} = U_{\text{уст}} + (U_{\text{нач}} - U_{\text{уст}}) \cdot 2,72^{-t_{\min} / \tau' d} + U_{\text{уст}} \cdot K \cdot \left[(t_{\min} - t_1) - \tau' d (1 - 2,72^{-(t_{\min} - t_1) / \tau' d}) \right]; \quad (3.10)$$

$$U_{\min} = 0,56 + (0,94 - 0,56) \cdot 2,72^{-0,166/0,6} + 0,56 \cdot 5 \cdot \left[(0,366 - 0,05) - 0,6 (1 - 2,72^{-(0,166 - 0,05)/0,6}) \right] = 0,83$$

Максимальний провал напруги

$$\Delta U_{\max} = (1 - U_{\min}) \cdot 100; \quad (3.11)$$

$$\Delta U_{\max} = (1 - 0,83) \cdot 100 = 17\%.$$

З розрахунків видно, що падіння напруги при пуску асинхронного двигуна ПП буде складати 17%, що є згідно Регістра не допустимою нормою миттєвого падіння напруги. Саме тому задля пуску ПП використовується ППП.

3.6 Перевірка кабелю одного з найбільш віддаленого електропривода на втрату напруги

Допустиме струмове навантаження кабелю можна визначити по формулі:

$$I_K = I_1 \cdot k_n \cdot k_{\text{реж}} \cdot k_T^0 \cdot k_{\text{Пр}}; \quad (3.12)$$

де: I_1 -тривало допустиме струмове навантаження для одножильного кабелю; k_n - поправочний коефіцієнт, враховуючий кількість жил в кабелю; $k_{\text{реж}}$ - поправочний коефіцієнт, враховуючий режим роботи живленого споживача електроенергії; k_T - поправочний коефіцієнт, враховуючий температуру навколишнього середовища; $k_{\text{Пр}}$ - поправочний коефіцієнт, враховуючий спосіб прокладки кабелю.

Вибираємо кабель з ізоляцією з бутилової гуми перерізом 120 мм² з наступними характеристиками: $I_1=350,5$ А, $k_n=0,7$ для трижильного кабелю, $k_{\text{реж}}=1,3$ для ПВ 40% при $I_1=100$ А, $k_T=1$ для температури 45°C, $k_{\text{Пр}}=0,85$ для випадку коли доступ повітря утруднений, у нашому випадку прокладка кабелю проходить у кабельній трасі:

$$I_K = 350,5 \cdot 0,7 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,85 = 271,1 \text{ A.}$$

Для визначення падіння напруги у кабелях у суднових колах трифазного змінного струму користуються формулою:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{роз} \cdot l}{\gamma \cdot U_H \cdot s} \cdot 100\%; \quad (3.13)$$

де: ΔU - падіння напруги, %; l - довжина лінії, м; $I_{роз}$ - розрахунковий струм споживача, А; U_H - номінальна напруга кола, В; s - переріз струмопровідних жил, мм²;

Визначимо падіння напруги для вибраного кабелю: $s=120 \text{ мм}^2$, $U_H=440\text{В}$, $I_{роз}=290\text{А}$, $l=195 \text{ м}$.

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 290 \cdot 195}{48 \cdot 440 \cdot 120} \cdot 100\% = 3,86\%.$$

Кабель вибрано вірно тому, що падіння напруги на лінії складає приблизно 3,86 %, а це менше, ніж встановлено Регістром (максимальне 6%).

3.7 Розрахунок струмів короткого замикання

Величина струму короткого замикання визначає вибір комутаційної і захисної апаратури на розподільних пристроях, а також міцність конструкції розподільних пристроїв і окремих елементів. При цьому особливу увагу слід приділяти величині ударного струму короткого замикання, яка визначає електродинамічну стійкість апаратури і шин розподільних пристроїв. У зв'язку з цим при виборі комутаційної і захисної апаратури в судових електроенергетичних системах проводиться перевірка на електродинамічну стійкість від дії ударного струму короткого замикання.

При виконанні розрахунків струмів короткого замикання приймають наступні основні умови:

- розглядається трифазне глухе коротке замикання;

- віддалення точки короткого замикання на фідерах від розподільних пристроїв приймається рівним 10м;
- опір дуги у точці короткого замикання не враховується;
- максимальна величина струму короткого замикання визначається з урахуванням підживлення точки короткого замикання підключеним еквівалентним навантаженням;
- ураховуються еквівалентні активний і реактивний опір окремих елементів та участків кабельної силової мережі;
- опір окремих елементів і участків мережі приводяться до відносних базисних одиниць;
- за базисну потужність прийнята сумарна потужність генераторів електричних станцій, працюючих у паралель в даному режимі.

Розрахунок виконується по методиці визначення періодичної складової струму короткого замикання в залежності від усього опору цепі короткого замикання по кривим затухання періодичної складової струму короткого замикання. Криві затухання періодичної складової струму короткого замикання побудовані по середнім параметрам генераторів з самозбудженням (рис.3.7).

Початкові дані для розрахунку:

$S = 1670$ кВА – повна потужність генераторів;

$x'd = 0,104$ – над перехідний реактивний опір по прокольній осі;

$r_a = 0,01614$ Ом – активний опір обмотки статора генератора;

$r_{aa} = 0,00021$ Ом – активний опір автоматів;

$r_e = 0,00054$ Ом – активний опір ділянки кабельної мережі;

$x_e = 0,000296$ Ом – реактивний опір ділянки кабельної мережі;

$r_0 = 0,00004$ Ом – активний опір ділянки шини на розподільних пристроях;

$x_0 = 0,00028$ Ом – реактивний опір ділянки шини на розподільних пристроях;

$r_{l.e} = 0,000037$ Ом – активний опір перехідних контактів;

$r_T = 0,004$ Ом – активний опір трансформаторів;

$x_T = 0,00034$ Ом - реактивний опір трансформаторів;

$n=2$ – кількість генераторів.

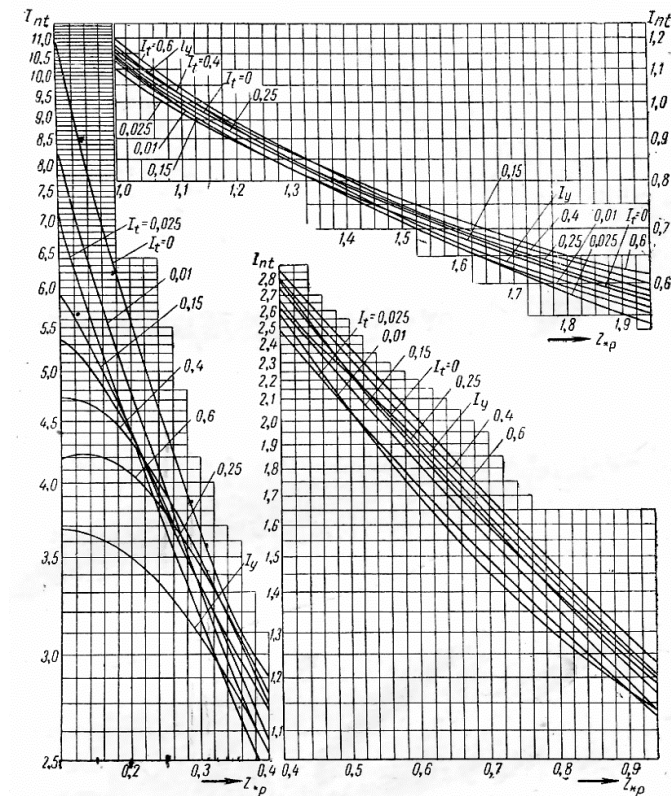


Рисунок 3.7 – Розрахункові криві струму короткого замикання для генератора з самозбудженням

Визначення базисних величин:

Базисна потужність

$$P_{\bar{o}} = P \cdot n ; \quad (3.13)$$

$$P_{\bar{o}} = 1670 \cdot 2 = 3340 \text{ (кВА)};$$

Базисна напруга

$$U_{\bar{o}} = 440 \text{ В.}$$

Базисний струм

$$I_{\bar{o}} = \frac{P_{\bar{o}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\bar{o}}} ; \quad (3.14)$$

$$I_{\bar{o}} = \frac{3340000}{\sqrt{3} \cdot 440} = 4387.8 \text{ (А)}.$$

Сумарний реактивний опір

$$X_{\Sigma} = X_{\kappa} + X_{ui} + X_T ; \quad (3.15)$$

$$X_{\Sigma} = 0,000296 + 0,00028 + 0,00034 = 0,000916 \text{ (Ом)}.$$

Сумарний активний опір

$$R_{\Sigma} = r_k + r_{ll} + r_{n,k} + r_{a,b} + r_T; \quad (3.16)$$

$$R_{\Sigma} = 0,00054 + 0,00004 + 0,000065 + 0,00021 + 0,004 = 0,00485 \text{ (Ом)}.$$

Базисний реактивний опір

$$X_{\delta} = \frac{X_{\Sigma} \cdot \sqrt{3} \cdot I_{\delta}}{U_{\delta}}; \quad (3.17)$$

$$X_{\delta} = \frac{0,000916 \cdot \sqrt{3} \cdot 4387,8}{440} = 0,0158 \text{ (Ом)}.$$

Базисний активний опір

$$R_{\delta} = \frac{R \cdot \sqrt{3} \cdot I_{\delta}}{U_{\delta}}; \quad (3.18)$$

$$R_{\delta} = \frac{0,00485 \cdot \sqrt{3} \cdot 4387,8}{440} = 0,0836 \text{ (Ом)}.$$

Приводимо над перехідний реактивний опір генератора по прокольній осі до базисної величини

$$X''_{d1\delta} = X''_{d2\delta} = X''_{d3\delta} = \frac{X''_{d1} \cdot P_{\delta}}{P}; \quad (3.19)$$

$$X''_{d1\delta} = X''_{d2\delta} = X''_{d3\delta} = \frac{0,109 \cdot 3340}{1670} = 0,218;$$

$$r''_{a1\delta} = r''_{a2\delta} = r''_{a3\delta} = \frac{r_{a1} \cdot P_{\delta}}{P}; \quad (3.20)$$

$$r''_{a1\delta} = r''_{a2\delta} = r''_{a3\delta} = \frac{0,011 \cdot 3340}{1670} = 0,022.$$

Визначимо повний опір кожного променя трипроменевої схеми

$$Z_{1\delta} = r''_{a1\delta} + jX''_{d1\delta} + r_{\delta} + jX_{\delta}; \quad (3.21)$$

$$Z_{1\delta} = 0,022 + j0,218 + 0,0836 + j0,0158 = 0,1056 + j0,2338.$$

Приведемо трипроменеву схему до двопроменевої, бо ЕДС всіх паралельно працюючих генераторів при розрахунку струмів короткого замикання прийняті однакові. Отже повний опір:

$$Z_{1,2\delta} = \frac{(r_{1\delta} + jX_{1\delta})(r_{2\delta} + jX_{2\delta})}{(r_{1\delta} + jX_{1\delta}) + (r_{2\delta} + jX_{2\delta})}; \quad (3.22)$$

$$Z_{1,2\phi} = \frac{(0,1056 + j0,2338)(0,1056 + j0,2338)}{(0,1056 + j0,2338) + (0,1056 + j0,2338)} = 0,0576 + j0,1162.$$

Приведемо двопротеневу схему до однопротеневої

$$Z_{1,2,3\phi} = \frac{Z_{1,2\phi} \cdot Z_{3\phi}}{Z_{1,2\phi} + Z_{3\phi}}; \quad (3.23)$$

$$Z_{1,2,3\phi} = \frac{(0,0576 + j0,1162)(0,1056 + j0,2338)}{(0,0576 + j0,1162) + (0,1056 + j0,2338)} = 0,0378 + j0,0645.$$

Визначимо розрахунковий опір

$$Z_{расч} = Z_{1,2,3\phi} \cdot \frac{P_{\Sigma}}{P_{\phi}} = \sqrt{(r_{1,2,3\phi})^2 + (X_{1,2,3\phi})^2} \cdot \frac{P_{\Sigma}}{P_{\phi}}; \quad (3.24)$$

$$Z_{расч} = Z_{1,2,3\phi} \cdot \frac{P_{\Sigma}}{P_{\phi}} = \sqrt{(0,0378^2 + 0,0645^2)} \cdot \frac{3340}{1670} = 0,0112 \text{ (Ом)}.$$

Із графіка (рис.3.7) по кривим затухання $I_{nt} = f(Z_{\delta\delta\pi\pi})$ для $Z_{\delta\delta\pi\pi} = 0,0944$ Ом знаходимо кратність величини періодичної складної струму короткого замикання для часу $t=0$ сек: $I''_{nt=0} = 3,6$.

Ударний коефіцієнт k_y визначається по графіку (рис.3.8).

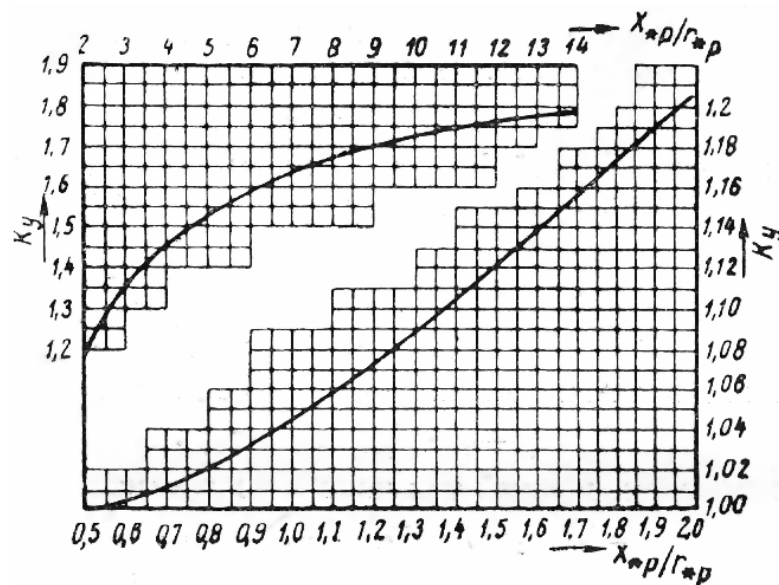


Рисунок 3.8 – Графік кривих змінення ударного коефіцієнту

k_y в залежності від величини $\frac{X_{\text{екв.б}}}{r_{\text{екв.б}}}$.

Визначимо відношення

$$\frac{X_{\text{екв.б}}}{r_{\text{екв.б}}} = \frac{0,0645}{0,0378} = 1,7;$$

Згідно графіку $k_y = 1,157$.

Ударний струм короткого замикання визначається за формулою

$$i_{pe} = k_y \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{pt=0} \cdot I_0; \quad (3.25)$$

$$i_{pe} = 1,157 \cdot \sqrt{2} \cdot 3,6 \cdot 4387,8 = 25846,3 \text{ (A)}.$$

Таким чином ударний струм короткого замикання на відстані точки короткого замикання на фідерах від розподільних пристроїв 10м при паралельній роботі двох генераторів складає $i_{pe} = 25846,3 \text{ A}$.

3.8 Вибір засобів автоматизації СЕЕС, розробка структурної або функціональної схеми АСУ СЕЕС

РРМ є дуже гнучкою стандартною системою управління електростанцією для морських об'єктів. У процесі її створення враховувалася необхідність оптимізувати витрату палива. Використання мікропроцесорів дозволило отримати дуже ефективне і в той же час економічне рішення. Багатогранна система РРМ може бути використана для автоматизації електростанцій різних типів суден і морських платформ. До складу електростанції, під управлінням контролера РРМ можуть входити до 16-ти дизель - генераторів плюс один аварійний - дизель генератор, до 2-х вводів живлення з берега і до 8-ми секційних вимикачів. Програмне забезпечення для налаштування дозволяє наочно і просто конфігурувати систему. Вбудований інструментарій дозволяє використовувати, визначені користувачем додаткові функції. Додаткові панелі оператора розширюють можливості взаємодії з системою. Використання режиму конфігурації електростанції дозволяє швидко реалізувати необхідні алгоритми управління.

Кожен контролер системи підтримує підключення додаткових дисплеїв і панелей оператора, що дозволяє організувати контроль і управління електростанції з будь-якого місця на судні. Всі перемикання відбуваються в автоматичному режимі по одній команді оператора.

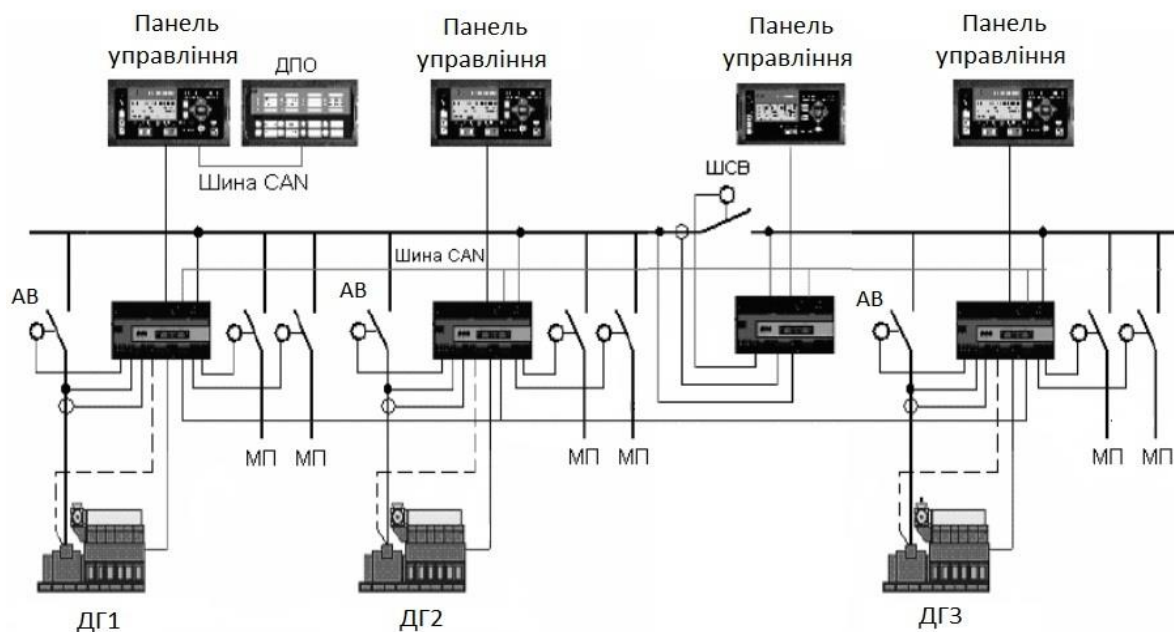


Рисунок 3.9 – Структурна схема СЕС на базі контролера PPM

Контролери PPM можуть застосовуватися для наступних типів електростанцій:

- Паралельна робота декількох ДГ на загальні шини ГРЩ;
- Робота ДГ на секціоновані шини ГРЩ;
- Робота ДГ на кільцеві шини ГРЩ;
- Робота ДГ з береговим вимикачем;
- Управління секційними вимикачами;
- Керування аварійним / стоянковим ДГ;
- Комплексна система управління електростанцією
- Можливість збільшення входів і виходів
- Інтеграція в систему АПС судна
- Зв'язок з контролером двигуна J1939
- USB порт для підключення та налаштування
- Кілька дисплейних блоків
- Кілька панелей оператора
- Журнали аварій та подій
- Ethernet порт для дистанційного моніторингу через TCP / IP, SMS / email.

Багатофункціональність гнучка система управління РРМ дозволяє просто і швидко автоматизувати електростанції різної складності і вимагає мінімального місця в ГРЩ. Конфігуруванні аварії та події, входи і виходи системи роблять її просту в налаштуванні і управлінні. Кожен контролер системи має виносний дисплей, що робить його зручним для монтажу в ГРЩ. Кожен контролер системи має плату з незалежним живленням і мікропроцесором для функцій контролю, захисту та управління двигуном.

Детальніше автоматизація станції буде розглянено в розділі IV даної дипломної роботи.

3.9 Мережа судового електричного освітлення, судові сигнально відмітні вогні, низьковольтне освітлення

Світлотехнічний розрахунок освітленості судового приміщення.

Суднове електричне освітлення складається з наступних самостійних кіл:

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

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

- двох районних щитів;
- дванадцяти групових щитів однофазного струму;
- освітлювальної апаратури;
- з'єднувальних кабелів.

Мережа основного внутрішнього освітлення отримує живлення від секції 220 В ГРЩ. Живлення від ГРЩ подається на районні секції. Світильники ламп

основного освітлення отримують живлення від групових щитів, автомати котрих забезпечують підключення та захист від КЗ будь-якої групи. Освітлення кают, каюти-компанії, суднової канцелярії, спортзалу, навігаційної рубки, ЦПК, коридорів житлової частини судна та камбузу виконано світильниками люмінесцентних ламп. У коридорах систем, у тамбурах сходу, у приміщеннях прийому палива, горловинах цистерн та коморі легко запалювальних рідин встановлені вибухобезпечні світильники ВЗГ-100, а в акумуляторній - світильники В4А-60.

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

Мережа великого аварійного освітлення складається з:

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

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

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

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

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

- одного районного щита з автоматами НіМС-50;
- п'яти групових щитів однофазного струму
- освітлювальної установчої апаратури та з'єднувальних кабелів.

Мережа зовнішнього та трюмного освітлення отримує живлення від секції

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

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

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

Мережа отримує живлення від мережі АКБ, з'єднаних послідовно. Місткість АКБ підібрана з розрахунку живлення мережі в течії часу не менше ніж за 30 хвилин. Через контактори від АКБ отримують живлення розподільні коробки, які живлять мережу аварійного освітлення, авральну та пожежну сигналізацію, клинкетні двері.

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

4. АНАЛІЗ СИСТЕМ ТА ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ КОНТЕЙНЕРОВОЗОМ

4.1 Система управління СЕС

Система управління електростанцією RPM являє собою мікропроцесорні контролери, що містять широкий набір функцій, необхідний для управління судновою електростанцією. Система забезпечує функції управління, контролю та захисту основних і аварійних дизель-генераторів, берегових та секційних вимикачів, а також проводить вимірювання всіх необхідних параметрів електростанції з відображенням на ЖК дисплеї.

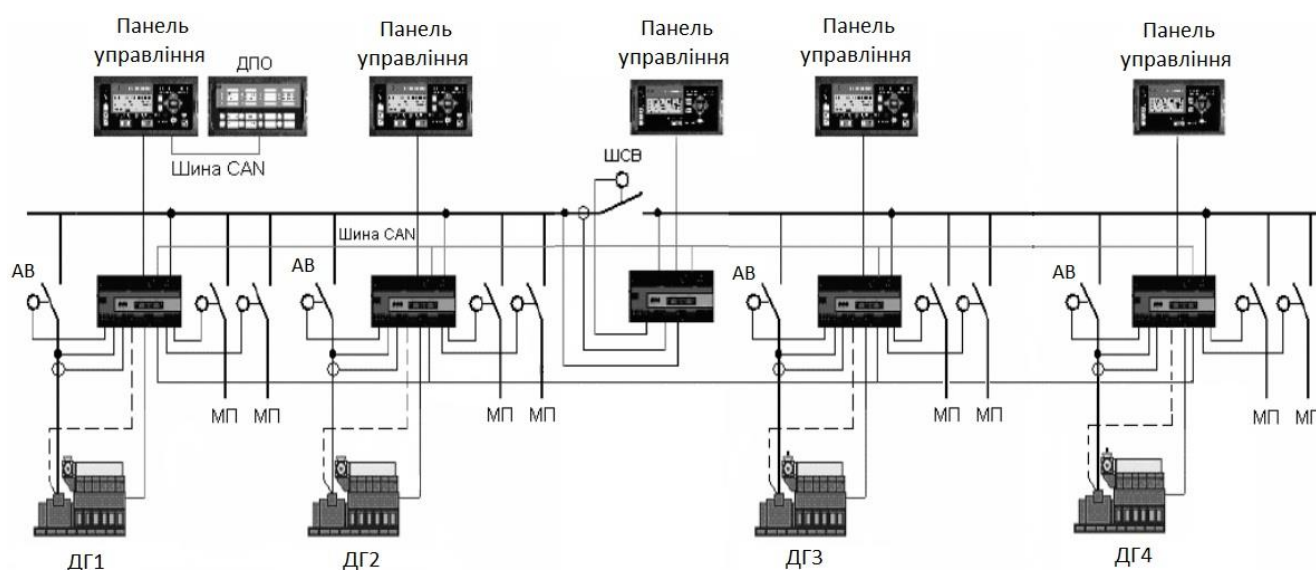


Рисунок 4.1 – Структурна схема автоматизованої СЕС на базі МК RPM

Опис режимів управління

Кожен контролер має два режими управління і один режим ручного управління з ГРЩ.

Напівавтоматичний (SEMI-AUTO)

При запуску генераторного агрегату в режимі SEMI-AUTO робочі параметри відповідають номінальним значенням. Напівавтоматичне управління вимагає команд оператора при цьому режим являє собою автоматизоване управління і вимагає мінімального втручання оператора в роботу електростанції - подача команд пуску / зупинки ДГ, команд управління вимикачами. ДГ в цьому

режимі не буде управлятися функцією автоматичного пуску / зупинки по навантаженню, так як вона блокована. Всі доступні ДГ можуть бути запуснені, зупинені, синхронізовані, розвантажені натисканням відповідної кнопки на лицьовій панелі кожного блоку генератора. СУЕС відстежує навантаження генераторів і у разі їх перевантаження будуть відключені другорядні споживачі для підтримки напруги на шинах щита. Якщо надходить запит на запуск потужного споживача, система обчислює, чи достатньо потужності працюючих ДГ для цього запуску. Якщо ні, система не видає дозвіл на пуск споживача.

Автоматичний режим (AUTO)

Система управління електростанції (СУЕС) працює у автоматичному режимі відповідно до заданого режимом роботи. Кнопки управління агрегатом заблоковані для оператора. Система виробляє автоматичний пуск / зупинку ДГ залежно від навантаження на шинах електростанції. За командою оператора перемикання між різними режимами роботи відбувається автоматично. Всі доступні блоки ДГ управляються СУЕС, пуск і зупинка виконується згідно заданим пріоритетам і залежно від поточного навантаження електростанції. У випадку, якщо від працюючого генератора приходить сигнал про його несправність або аварії, СУЕС запустить наступний ДГ і підключить його на шини щита. В той же час, СУЕС відстежує навантаження генераторів і в разі їх перевантаження будуть відключені другорядні споживачі для підтримки напруги на шинах ГРЩ. Якщо в СУЕС надходить запит на запуск потужного споживача, система обчислює, чи достатньо потужності працюючих ДГ для цього запуску. Якщо ні, система запускає і підключає на шини додатковий генератор перед тим, як видати дозвіл на запуск потужного споживача. Функція зупинки по низькому навантаженні може бути заблокована як цифровим входом, так і запитом на запуск потужного споживача. У випадку, якщо вимикач перемички (ВП) між аварійними і головними шинами відключений (внутрішній статус), всі аварійні сигнали на блоці АДГ автоматично стають «Попередження» (змінюється клас аварії). Виняток становлять сигнали з класом аварії «Коротке замикання», аварія «Перевищення обертів» і цифровий вхід «Аварійний стоп».

Якщо вимикач перемички замкнутий, аварійний ДГ розглядається як звичайний ДГ і функція блокування аварійного відключення не активна.

У разі знеструмлення головних шин (в ГРЩ), вимикач перемички (ВП) буде відключений своїм мінімальним розцеплювачем, додатково блок РРМ АДГ подасть команду на відключення ВП. Через 15 секунд (заводська настройка, регулюється від 0 до 60 сек.) Запуститься аварійний ДГ і включиться вимикач генератора на знеструмлені шини як тільки напруга / частота будуть в нормі. Функція знеструмлення активна в режимі АВТО і ПОЛУ-АВТО. Якщо знеструмлення сталося в режимі ТЕСТ, блок РРМ-3-АДГ автоматично завершить режим тестування і запустить послідовність запуску по знеструмленню.

Ручне управління із ГРЩ (SWBD)

При запуску в ручному режимі блок не забезпечує регулювання параметрів генераторного агрегату, включення вимикача - повинно проводитися вручну з ГРЩ. Функції захисту залишаються активними. Ручне управління (управління з ГРЩ) деактивує всі функції управління системи. Функції за щити і контролю параметрів залишаються активними.

Управління електростанцією

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

Режими роботи електростанції:

- Паралельна робота ДГ з автоматичним розподілом навантаження.
- Режим фіксованої потужності (дизель - генератор).
- Переклад навантаження між ДГ і валогенератором.
- Переклад навантаження між ДГ і берегом.
- Робота на роздільні секції шин.

Система РРМ3 підтримує наступні варіанти електростанції:

- Живлення від декількох ДГ.
- Живлення від валогенератора.

- Живлення з берега.
- Живлення роздільних секцій ГРЩ.
- Переходи на аварійний / стояночний ДГ.

Режими роботи електростанції задаються розробником при конфігурації системи і можуть вибиратися при експлуатації. Шини ГРЩ можуть бути розділені на секції декількома вимикачами. Система дозволяє реалізувати різні режими управління для кожної секції.

Управління підключених потужних споживачів

Ця функція призначена для автоматичного створення необхідного резерву потужності на шинах ГРЩ перед підключенням потужного споживача. Система підтримує підключення двох типів потужних приймачів – з фіксованим або змінним навантаженням. Необхідний резерв потужності задається для кожного споживача окремо і забезпечується запуском додаткового ДГ. Ця функція дозволяє автоматизувати дії оператора і уникнути знеструмлення електростанції.

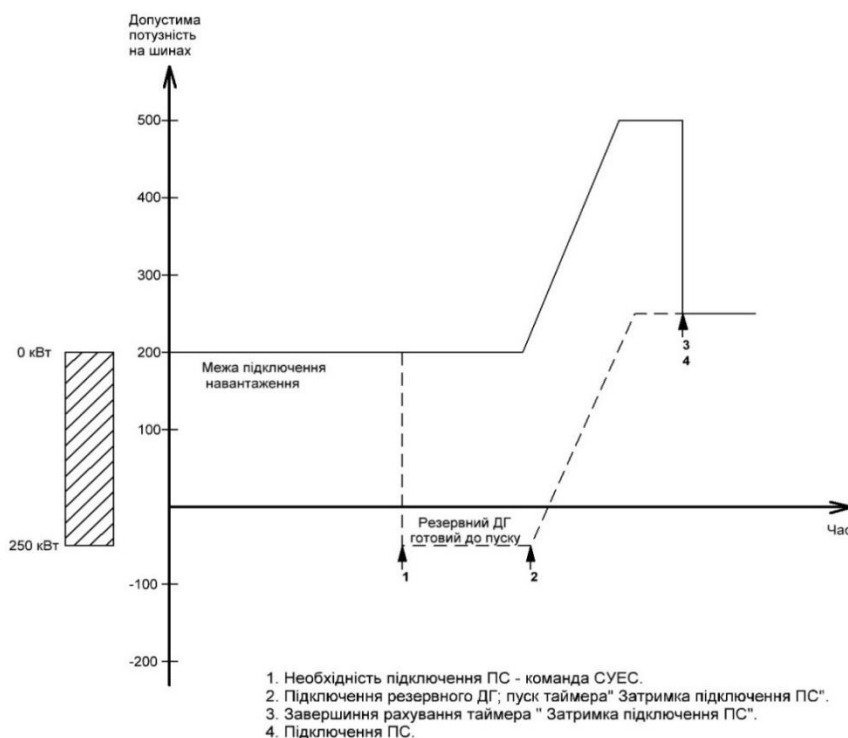


Рисунок 4.2 – Резервування потужності на шинах перед пуском потужного споживача (ПС)

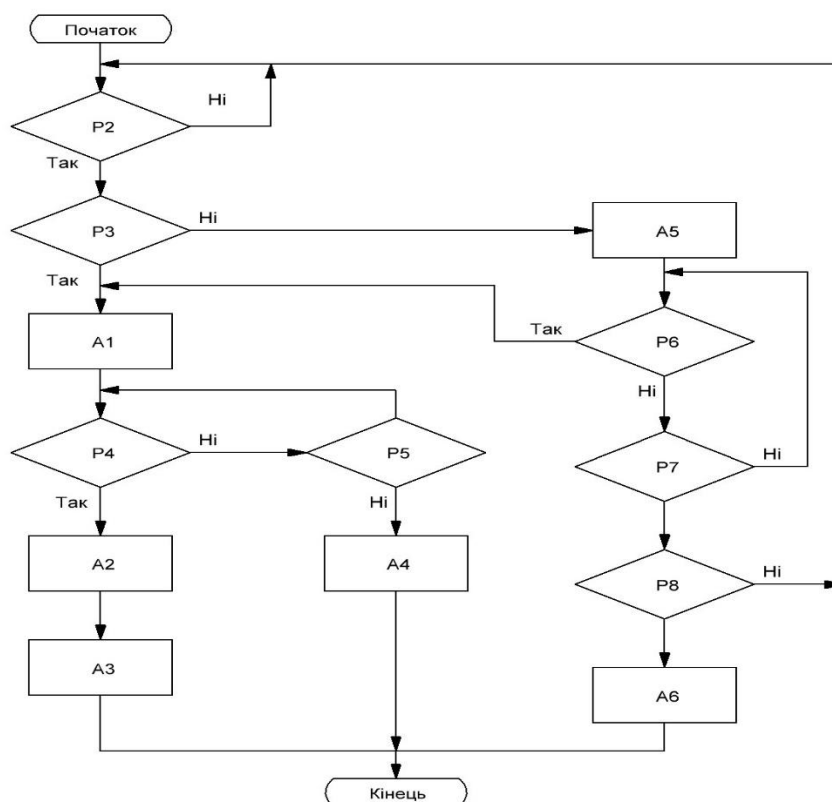


Рисунок 4.3 – Блок-схема алгоритм пуску по навантаженню

Початок

P1 - Доступна потужність дуже мала?

P2 - Наявність блокування пуску від СУЕС'?

A1 - Таймер "Пуск по ВН" починає відлік.

P3 - Таймер минув?

A2 - Найти наступний по пріоритету пуску.

A3 - Відсилення команди Пуск резервному ДГ.

P4 - Доступна потужність дуже мала?

A4 - Відміна пуску по ВН від СУЕС.

A5 - Таймер "Пуск по ВН" починає відлік.

P5 - Наявність блокування пуску від СУЕС?

P6 - Таймер минув?

P7 - Доступна потужність дуже мала?

A6 - Аварія (доступна потужність дуже мала)

Кінець

Вибір пріоритетності пуску

Вибір пріоритетності пуску виконується вручну або автоматично, виходячи з годин напруження генераторних агрегатів. Функція пріоритетності пуску безперервно призначає параметри "Пріоритетність пуску СУЕС" і "Пріоритетність зупинки СУЕС" окремих генераторних агрегатів на основі програмованої послідовності пріоритетності і даних про функціональний стан генераторів.

Пуск/зупинка по навантаженню

Ця функція управляє запуском / зупинкою ДГ залежно від навантаження на шини, забезпечуючи роботу генераторів системи з оптимальним завантаженням. Запуск наступного ДГ проводиться при зниженні доступної потужності нижче значення уставки. Зупинка ДГ відбувається при перевищенні заданої уставки доступної потужності.

Розподіл навантаження

Коли працює системи управління потужністю, розподіл навантаження між ДГ здійснюється по шині CAN. Якщо використовуються обидва порти CAN шини, то блок РРМ автоматично перемикається на інший порт при несправності працюючого. Якщо обидві CAN шини несправні або відключені, блоки РРМ перемикаються на аналогову лінію розподілу навантажень. Це означає, що при відмові СУЕС, ДГ будуть продовжувати стабільно працювати.

Аналогова лінія розподілу навантаження дозволяє блоку рівномірно розподіляти активну і реактивну потужність (опція D1) у відсотках від номінальної потужності. Аналогова лінія розподілу потужності активна, коли обидві внутрішні шини CAN відключені, ДГ працює в ізолюваному режимі (island mode). В лінію розподілу навантаження подається напруга, відповідне величині навантаження ДГ. Коли потужність генератора 0%, подається 0 В постійного струму. Коли навантаження 100%, напруга в лінії буде 4 В(Рис.4.4).

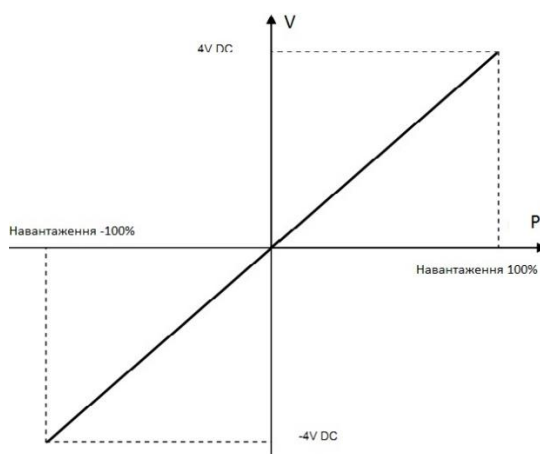


Рисунок 4.4 – Характеристика аналогової лінії розподілу навантаження

Блок управління подає напругу в лінії розподілу навантаження, пропорційне поточної величині навантаження ДГ. Ця напруга подається від внутрішнього перетворювача потужності. У той же час, вимірюється поточна напруга на лінії.

Якщо виміряне значення напруги вище, ніж на внутрішньому перетворювачі потужності, блок дає команду на збільшення навантаження.

Якщо виміряне значення напруги нижче, ніж на внутрішньому перетворювачі потужності, блок дає команду на зменшення навантаження.

Напруга на лінії розподілу навантаження буде відрізнятися від напруги на внутрішньому перетворювачі потужності в тому випадку, якщо два або більше блоків РРМ-3 підключені до лінії розподілу навантаження.

Два генератора працюють паралельно. Навантаження генераторів:

Генератор	Поточна потужність	Напруга на лінії розподілу навантаження
ДГ1	100%	4V DC
ДГ2	0%	0V DC

Напруга на лінії розподілу навантаження (РН):

$$ULS: (4 + 0) / 2 = 2.0V DC$$

Тепер генератор 1 зменшує потужність, а генератор 2 збільшує потужність, щоб напруга внутрішнього перетворювача кожного блоку РРМ-3 відповідало напрузі на лінії (тут до 2.0 В пост. струму).

Нова ситуація на лінії розподілу навантаження:

Генератор	Поточна потужність	Напруга на лінії розподілу навантаження
ДГ1	50%	2V DC
ДГ2	50%	2V DC

Регулятор розподілення навантаження

Регулятор РН - це ПІД-регулятор, який частоту ДГ та управляє потужністю. Першочерговим завданням ПІД-регулятора є управління частотою ДГ, оскільки частота ДГ змінюється в системі розподілу навантаження, як і вироблена потужність окремого генератора тоді на ПІД-регулятор може впливати регулятор потужності. Цей вплив задається параметром Pweight. Таким чином, відхилення регулювання регулятора потужності може чинити більший або менший вплив на ПІД-регулятор. Нульове значення (0%) означає, що управління потужністю відключено. Налаштування в 100% означає, що управління потужністю не обмежується ваговими коефіцієнтом. Можливо будь-яка настройка вагового коефіцієнта від 0 до 100%. Різниця між великим і малим ваговим коефіцієнтом в тому, як швидко усувається відхилення по потужності. Таким чином, якщо необхідно точний розподіл навантаження, ваговий коефіцієнт повинен мати велике значення. Очікуваним недоліком великого вагового коефіцієнта є те, що коли є відхилення по частоті і по потужності, відбуватимуться коливання (збільшення / зменшення параметрів).

Пристрої розподілу навантаження

Блоки розподілу навантаження застосовуються для комплексної автоматизації управління і захисту генераторів, як на судах, так і на берегових установках. Для кожного генератора встановлюється один блок. Навантаження розподіляється рівномірно (у відсотках від активного навантаження), навіть між паралельно працюючими генераторами різної потужності. При виведенні одного з генераторів з роботи (для розвантаження використовується спеціальний вихід блоку), навантаження рівномірно розподіляється між рештою в роботі генераторами. На додаток до функцій LSU-112DG, LSU-113DG забезпечує

відключення автоматичного вимикача генератора при переході генератора в руховий режим з наступними параметрами:

- $P > 5\%$, стаціонар. затримка: 5сек. або
- $P > 5\%$, стаціонар. затримка: 10сек. або
- $P > 10\%$, стаціонар. затримка: 5сек. або
- $P > 10\%$, стаціонар. затримка: 10сек.

Також LSU-113DG може здійснювати відключення автоматичного вимикача з попередньою розвантаженням генератора, якщо вхід "UNLOAD" (розвантаження) активований (відключення відбувається, коли потужність генератора не перевищує 5% від номінальної).

Вимірювальні перетворювачі

Перетворювачі напруги типу TAV-311DG і TAV-321DG призначені для вимірювання синусоїдальної змінної напруги, перетвореного в сигнал постійного струму, пропорційного вимірюваній величині в

однофазної або трифазної мережі. Параметри вихідного сигналу дозволяють використовувати його в ланцюгах управління програмованих контролерів, комп'ютерів, в мікропроцесорних індикаторних пристроях, в блоках аварійної сигналізації і т.д.

Принцип вимірювання

Прилад вимірює середнє значення величини. Вимірювальне коло складається з трансформатора, який забезпечує гальванічну розв'язку між входом і виходом. Сигнал випрямляється, згладжується і посилюється перед подачею на струмовий вихід або вихід напруги постійного струму (A DC або V DC виходи). Для моделі TAV-311DG, в якій передбачено регулювання нульового рівня, потрібно допоміжний джерело живлення. Джерело також ізольований від входу за допомогою трансформатора

Перетворювачі струму

Перетворювачі струму типу TAC-311DG і TAC-321 ДГ призначені для вимірювання синусоїдального змінного струму, перетвореного в сигнал постійного струму, пропорційного вимірюваній величині в однофазної або

трифазної мережі. Параметри вихідного сигналу дозволяють використовувати його в ланцюгах управління програмованих контролерів, комп'ютерів, в мікропроцесорних індикаторних пристроях, в блоках аварійної сигналізації і т.д. Прилад вимірює середнє значення величини. Вимірювальне коло складається з трансформатора, який забезпечує гальванічну розв'язку між входом і виходом. Сигнал випрямляється, згладжується і посилюється перед подачею на вихід. Для моделі TAC-311DG, в якій передбачена регулювання нульового рівня, потрібно допоміжний джерело живлення. Джерело також ізольований від входу за допомогою трансформатора

Синхронізатор

FAS-113DG застосовується для синхронізації генератора з мережею і видачі команди на включення автоматичного вимикача, коли різниця напруги, частота биття і різниця фазової напруги мережі і генератора знаходяться в заданих межах. Синхронізатор може застосовуватися для управління різними типами приводних двигунів генераторів, так як характеристики його керуючих імпульсів можуть бути встановлені в залежності від типу і характеристик приводних двигунів: від повільно реагуючих дизельних двигунів до швидко реагуючих газових турбін. Для того, щоб визначити синхронізм між генератором і шинами, синхронізатор обчислює різницю фазових кутів напруги генератора і шин з урахуванням частоти биття. Коли різниця кутів фаз знаходиться в допустимих межах, синхронізатор посилає команду включення на автоматичний вимикач. Для тестування синхронізатора забезпечений функцією блокування включення автоматичного вимикача. Синхронізатор також реалізує функцію захисту від рухового режиму за рахунок того, що команда на включення автоматичного вимикача видається тільки якщо частота генератора більше частоти шин. FAS-113DG забезпечений крім того аналоговим частотним виходом, призначеним для загального контролю частоти в приладах DEIF, а також для одночасної синхронізації всіх генераторів електростанції до шин.

Динамічна синхронізація

При динамічній синхронізації використовується регулятор '2050 fSYNC

controller' під час всього процесу синхронізації. Одна з переваг динамічної синхронізації - це відносно швидкий процес синхронізації. Для прискорення процесу синхронізації, на генератор подається команда «обороти більше» між точками синхронного включення («на 12 годин»). Зазвичай, різниця частот в 0,1 Гц дає синхронізм кожні 10 сек., Проте в системі зі стійким двигуном час між точками синхронізму зменшується.

Статична синхронізація

При старті синхронізації включається регулятор '2050 fSYNC controller' і частота генератора підганяється під частоту шин / мережі. Фазовий регулятор приймає на себе управління, коли різниця частот настільки мала, що можливо управляти фазовим кутом.

Фазовий регулятор

При роботі статичної синхронізації, регулятор частоти підганяє частоту ДГ до частоти шин. Як тільки частота ДГ відрізняється від частоти шин на 60 Гц, регулятор частоти відключається. Фазовий регулятор використовує різницю по куту між ДГ і шинами в якості контрольованого параметра. Це показано в прикладі вище, коли фазовий регулятор підігнав фазовий кут з 30 до 0.

4.2 ГМЗЛБ і навігація (технічні характеристики та конструктивні особливості електро-радіо-навігаційних пристроїв, та радіозв'язку)

Імпульсні суднові навігаційні РЛС (ИСНРЛС) використовуються в судноводінні для виявлення, визначення координат і параметрів руху різних надводних і берегових об'єктів, берегової лінії й інших перешкод, здатних відбивати енергію зондувальних сигналів убік РЛС. Імпульсні суднові навігаційні РЛС (ИСНРЛС) використовуються в судноводінні для виявлення, визначення координат і параметрів руху різних надводних і берегових об'єктів, берегової лінії й інших перешкод, здатних відбивати енергію зондувальних сигналів убік РЛС. Рішення цих завдань дозволяє забезпечити безпека мореплавання при знаходженні судів в вузькостях і інших стиснутих умовах; безпечна розбіжність

судів при зниженій або обмеженій видимості; визначення місця судна по відомих берегових або плавучих орієнтирах і за допомогою спеціально встановлюваних РМО. ИСНРЛС повинні мати достатню розв'язну здатність, точністю виміру відстаней і напрямків на виявляють об'єкти, що, мінімальними габаритними розмірами й масою всієї установки, забезпечуючи при цьому:

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

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

- надійне виявлення як більших, так і малих низько-розташованих надводних об'єктів (буї, шлюпки, різні перешкоди) при наявності перешкод від схвильованої морської поверхні, гідрометеорів (дощ, туман, сніг та ін.);

- дальність виявлення об'єктів незалежно від амплітуди хитами судна;

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

Лаг

Індукційний лаг ИЭЛ-2М призначений для виміру швидкості судна й пройденої відстані. Він є відносним вимірником швидкості для індикації швидкості судна й пройденої відстані. Обидва індикатори постачені дистанційною передачею.

Ехолот

У комплект ехолота входять наступні прилади:

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

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

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

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

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

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

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

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

Прилад Р - ревун, призначений для подачі звукового сигналу про вихід судна на задану глибину.

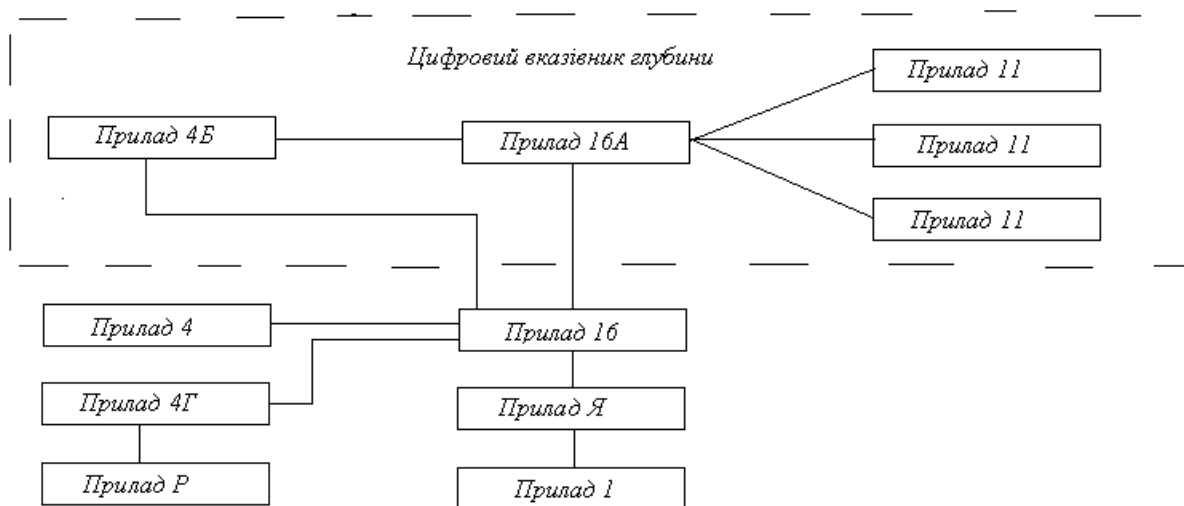


Рис. 4.5 – Склад комплексу ехолоту

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

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

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

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

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

діапазон 0-500 м - наявність тільки нульової лінії.

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

Радіолокатор

Вибір радіолокаційного обладнання робиться з урахуванням вимог Конвенції СОЛАС - 74. На даному судні представлене радіолокаційне обладнання фірми KRUPP ATLAS 8600 й DATA BRIDGE. Це обладнання дозволяє також вести автоматичну радіолокаційну прокладку, включаючи спостереження на шкалах далекого огляду. Сучасні засоби автоматизованої радіолокаційної прокладки - САРП являють собою електронні пристрої обробки радіолокаційних даних, призначені для попередження зіткнень суден і рішення навігаційних завдань. Застосування САРП на судах морського флоту регламентовано виправленням до правила 12 глави 5 Міжнародної Конвенції по охороні людського життя на морі, 1974 р.

Система автоматизованої радіолокаційної прокладки «DB-7»

Найпоширенішою закордонною САРП, використовуваною на судах морського флоту, є система DB-7 («Data-bridge-7») виробництва норвезької фірми «Нор-контрол».

Як й «Бриз-І», вона ставиться до класу систем з автономним індикатором ситуацій і векторною формою відображення руху цілей. Вона може сполучатися з тими ж РЛС і датчиками навігаційної інформації, що й «Бриз-Е».

Особливістю DB-7 є можливість її використання для вирішення таких навігаційних завдань, як визначення поточних географічних координат свого судна, параметрів його зносу, а також для контролю за переміщенням судна по заданому фарватері. Відповідні програми обчислювального пристрою засновані на безперервному автоматичному супроводженні нерухомих орієнтирів з відомими координатами. Інша особливість складається в можливості відтворення на екрані індикатора: ліній, що обмежують фарватер; крапок поворотів; спрощених радіолокаційних карт часто відвідуваних районів, що зберігаються в пам'яті обчислювального пристрою (до чотирьох).

САРП DB-7 забезпечує ручне й автоматичне введення цілей на автосупровід. На відміну від інших ЗАРП автозахоплення цілей виробляється в зоні захоплення, конструюємої самим оператором. Для побудови зони захвата оператором вибирається й уводиться ширина зони пошуку, мінімальна зона виявлення й тіньових секторів. Максимальна дальність пошуку за курсом становить 24 милі. Ця особливість дозволяє виключити переповнення пам'яті обчислювального пристрою ЗАРП при плаванні в стиснутих водах і при наявності надмірно великої кількості цілей. Берегові маси в зоні пошуку можуть бути виділені бар'єрними лініями, що вводять оператором вручну.

При ручному захопленні забезпечується автосупроводження до 20 цілей, при автоматичному - до 50 цілей. У системі передбачене автоматичне регулювання розмірів строби автосупроводження з метою підвищити надійність супроводу цілей.

Крім зазначеної вище навігаційної інформації, на екрані індикатора ситуацій відображаються:

- первинна радіолокаційна обстановка (що дозволяє використовувати DB-7 у режимі звичайної РЛС у випадку виходу з ладу обчислювального пристрою). Передбачено ручний й автоматичний захист від перешкод внаслідок дощу й

морського хвилювання, а також перешкод, створюваних сусідніми РЛС; символи супроводжуваних цілей; вектори цілей (до 20) у режимах відносного або широго руху.

Орієнтація зображення може здійснюватися стосовно меридіана, ДП і заданому курсу (у режимі відносного руху); стосовно меридіана й заданого курсу (у режимі широго руху).

Центр розгорнення може бути зміщений на відстань до 70% від величини шкали дальності. В DB-7 передбачені шкали дальності: 3/8; 3/4; 1,5; 3; 6; 12; 24; 48 й 96 милі й нерухомі кола дальності: 1/8; 1/4; 3/8; 1/2; 1; 2; 4; 8; 16 миль.

На відміну від ЗАРП «Бриз-І» у системі DB-7 вся результуюча інформація відображається на окремому буквено-цифровому табло. Формат відображення складається з 6 рядків по 40 знаків. У випадку небезпечної ситуації (ознакою чого служить відхилення Дкр й Ткр від введених оператором граничних значень), а також при втраті цілей спрацьовують візуальна й звукова сигналізації.

Передісторія руху цілей відображається у вигляді послідовності п'яти останніх позицій мети, розділених рівними інтервалами часу. Передбачено можливість дворазового послідовного програвання маневру свого судна курсом і швидкістю для вибору маневру на розбіжність. У випадку якщо в режимі програвання якою-небудь метою будуть порушені попередньо задані установки Дкр, Ткр, спрацьовує попереджувальна сигналізація.

5. ПИТАННЯ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1 Прогнозування наслідків надзвичайної ситуації на об'єкті морського транспорту

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

Судно-контейнеровоз "NYK Vega" стоїть на якорі в районі зовнішнього рейду порту Сінгапур (Сінгапур). Отримано повідомлення про інцидент із зрідженим газом: при виході з порту зіткнулися два судна - паром і танкер-хімовоз. В результаті аварії на танкері-хімовозі пошкоджена вантажна ємність з хлором, що є сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР). З пошкодженої ємності вилилося 0,25 т СДОР, характер розливу - "вільно".

Метеорологічні умови на момент виникнення надзвичайної ситуації: час 13.00, температура повітря 20°, швидкість вітру 2 м/с, вітер зустрічний, суцільна хмарність. Відстань від судна до місця аварії - 1 км. Місцевість відкрита, характер - водна поверхня.

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

5.1.2. Оцінка масштабів хімічного зараження території

Виконання розрахунків ведеться за допомогою формул і таблиць, наведених у Методиці прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах морського транспорту.

1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

За заданими метеорологічними умовами (час доби - день, швидкість вітру 2 м/с, суцільна хмарність) за допомогою таблиці 5.1 визначаємо: на момент виникнення надзвичайної ситуації ступінь вертикальної стійкості повітря 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
0,6-2,0	конvekція	конvekція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія

2. Розрахунок еквівалентної кількості СДОР у первинній хмарі.

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

Еквівалентна кількість Q_{E1} (т) речовини у первинній хмарі визначається за формулою

$$Q_{E1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7^1 \cdot Q_0, \quad (5.1)$$

де K_1 – коефіцієнт, залежний від умов зберігання СДОР (табл. 5.2);

K_3 – коефіцієнт, рівний відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози СДОР (табл. 5.2);

K_5 – коефіцієнт, враховуючий рівень вертикальної стійкості повітря (для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії – 0,23, для конvekції – 0,08);

K_7^1 – коефіцієнт, враховуючий вплив температури повітря на швидкість виникнення первинної хмари (табл. 5.2);

Q_0 – кількість виходу (розливу) СДОР.

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			К1	К2	К3	К7 ^I /К7 ^{II} для температури повітря (°С)
								20
Хлор	0,006 2	1,55 8	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	$\frac{1}{1}$
Данні для розрахунку								
К ₁		К ₃		К ₅		К7 ^I		Q _o
0,18		1,0		0,23		1		0,25 т.

Розрахунок

$$Q_{E1} = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 0,25 = 0,01 \text{ т.}$$

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

3.1. Площа розливу S_p (m^2) СДОР дорівнює

$$S_p = \frac{V_p}{h} = \frac{Q_0/\rho}{h} = \frac{0,25/1,558}{0,05} = 3,21 \text{ (} m^2 \text{)}, \quad (5.2)$$

де V_p – об'єм СДОР, що розлився, m^3 ;

Q_0 – кількість СДОР, що розлився при аварії;

ρ – щільність СДОР (табл. 6.2);

h – товщина шару СДОР.

Розраховуємо тривалість вражаючої дії T (год.) СДОР

$$T = \frac{h \cdot p}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^{II}} + \frac{1}{K_M \cdot V_n}, \quad (5.3)$$

де K_2 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР (табл. 5.2);

K_4 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 5.3);

K_7^{II} – коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього повітря на швидкість утворення вторинної хмари (табл. 5.2);

K_M – коефіцієнт, що враховує вплив місцевості на швидкість поширення хмари СДОР (табл. 5.4);

V_n – швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря (табл. 5.5).

Таблиця 5.3 - Значення коефіцієнту K_4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру(u), м/с	1≤	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_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 K_M залежно від впливу характеру місцевості

Рельєф місцевості, вид рослинності і забудови	Вертикальна стійкість повітря		
	конвекція	ізотермія	інверсія
Водна поверхня, відкрита місцевість	1	1	1

Таблиця 5.5 - Швидкість (км/год.) перенесення V_{Π} переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

Ступень вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру (u), м/с									
	$1 \leq$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59
Данні для розрахунків										
h	p	K_2	K_4	K_7^{Π}	K_M	V_{Π}				
0,05	1,558	0,052	1,33	1	1	12				

Розрахунок

$$T = \frac{0,05 \cdot 1,558}{0,052 \cdot 1,33 \cdot 1} + \frac{1}{1 \cdot 12} = 1,21 \text{ (год)} = 12 \text{ год } 13 \text{ хв.},$$

Розраховуємо еквівалентну кількість СДОР Q_{E2} (т) у вторинній хмарі

$$Q_{E2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{\Pi} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot \rho}, \quad (5.4)$$

де $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_7^{\Pi}$ – коефіцієнти в формулах

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

Данні для розрахунків									
K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7^{Π}	Q_0	p	h
0,18	0,052	1,0	1,33	0,23	1	1	12,0	1,558	0,05

Розрахунок

$$Q_{E2} = (1 - 0,18) \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 1,33 \cdot 0,23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{0,25}{0,05 \cdot 1,558} = 0,04. \text{ (т)}$$

4. 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.

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
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44

Первинна хмара $Q_{E1} = 0,01$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с глибина зони зараження буде дорівнювати: $\Gamma_1 = 0,26$ км.

Для $Q_{E2} = 0,04$ т та швидкості вітру $u = 2$ м/с визначаємо глибину зони зараження вторинною хмарою СДОР: $\Gamma_2 = 0,51$ км.

Визначаємо повну глибину зони зараження Γ_{Σ} (км), що обумовлена дією первинної і вторинної хмари СДОР

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'' = 0,51 + 0,5 \cdot 0,26 = 0,64 \text{ км}, \quad (5.5)$$

де Γ' - найбільший, Γ'' - найменший з розмірів Γ_1 и Γ_2 .

Визначаємо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас Γ_{Π} (км)

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot v_{\Pi}, \quad (5.6)$$

де N – час від початку аварії;

V_{Π} – швидкість переносу переднього фронту зараженого повітря при даній швидкості повітря і степені вертикальної стійкості повітря, км/г (таблиця 5.5)

Данні для розрахунку	
N	V_{Π}
1	12

Розрахунок

$$\Gamma_{\Pi} = 1 \cdot 12 = 12 \text{ км}.$$

За остаточну розрахункову глибину зони зараження Γ (км) приймаємо менше з двох порівнюваних між собою значень Γ_{Σ} и Γ_{Π}

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{matrix} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{matrix} \right\} = 0,64 \text{ км}. \quad (5.7)$$

Визначаємо площу зони можливого зараження S_b (км²) хмарою СДОР

$$S_b = \pi \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi / 360^\circ = 3,14 \cdot 0,64^2 \cdot 90^\circ / 360^\circ = 0,32 \text{ км}^2, \quad (5.8)$$

де Γ – розрахункова глибина зони зараження;

φ^0 - кутовий розмір зони зараження (табл. 5.7).

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

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

Визначаємо площу зони фактичного зараження $S\varphi$ (км²)

$$S\varphi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2} = 0,133 \cdot 0,64^2 \cdot 1^{0,2} = 0,05 \text{ км}^2, \quad (5.9)$$

де K_8 – коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря – ізотермії (при інверсії приймається 0,081; при ізотермії – 0,133; при конвекції – 0,235).

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

Територія можливого хімічного зараження представляє собою сектор, що має кутовий розмір $\varphi = 90^0$ (табл. 5.7) і радіус, який дорівнює значенню розрахунковій глибині зони зараження $\Gamma = 0,64$ км. Центр сектора співпадає з джерелом зараження – місцем розливу СДОР. Бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари та орієнтована по напрямку вітру.

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

Розраховуємо глибину зони смертельних уражень Γ_1 (км)

$$\Gamma_1 = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_E}{D_1} \right)^\Psi, \quad (5.10)$$

де λ , Ψ – коефіцієнти, що залежать від швидкості вітру (табл. 5.8);

$Q_E = Q_{E1} + Q_{E2}$ – загальна еквівалентна кількість СДОР, що перейшла в первинну і вторинну хмару;

D_1 = мг.хв/л – летальна токсодоза для хлору.

Данні для розрахунку				
K_M	Q_E	D_1	λ	Ψ
1	0,05	6	2,31	0,58

Розрахунок

$$\Gamma_1 = 2,31 \cdot 1 \cdot (2,5/6,0)^{0,58} = 1,39 \text{ км.}$$

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

Коефіцієнти	Швидкість вітру (u), м/с							
	1 и 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 $\Gamma_{0,4}$ (км):

$$\Gamma_{0,4l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_E}{D_{0,4l}} \right)^{\psi}, \quad (5.11)$$

де $D_{0,4l}$ мг.хв/л – значення токсодози, що відповідає 40% летальної токсодози для хлору.

Розрахунок

$$\Gamma_{0,4} = 2,31 \cdot 1 \cdot (0,05/2,4)^{0,58} = 0,24 \text{ км,}$$

Розраховуємо глибину зони уражень середньої важкості $\Gamma_{0,2}$ (км)

$$\Gamma_{0,2l} = \lambda \cdot K_M \cdot \left(\frac{Q_E}{D_{0,2l}} \right)^{\psi}, \quad (5.12)$$

Розрахунок

$$\Gamma_{0,2} = 2,31 \cdot 1 \cdot (0,05/1,2)^{0,58} = 0,37 \text{ км,}$$

де $D_{0,2l}$ мг.хв/л – значення токсодози, що відповідає 20% летальної токсодози для хлору.

Глибина зони легких уражень відповідає значенню розрахункової глибини зони зараження.

6. 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

$$T = \frac{X}{K_M \cdot V_{II}}, \quad (5.13)$$

де x , км – відстань від джерела зараження до заданного об'єкту.

$$T = 1,0 / (1 \cdot 12) = 0,083 \text{ г} = 5 \text{ хвилин.}$$

5.1.3. Висновки і рекомендовані заходи для зменшення людських втрат

Проведена оцінка масштабів хімічного зараження території в результаті аварійного розливу хлору показала, що хмара зараженого повітря не досягне межі житлової надбудови судна, де укритися екіпаж.

Для підвищення безпеки пропонується виконати наступні заходи:

- попередити людей про аварійний випадок;
- встановити контроль концентрації СДОР на відкритому повітрі і в повітрі приміщень судна;
- при необхідності прибрати усіх людей з палуби всередину надбудови судна та максимально герметизувати усі приміщення в надбудові судна, в яких укритися екіпаж.

5.2 Дії суднового екіпажу за тривоною "Людина за бортом"

Першочергові дії при виявленні падіння людини за борт

На палубі:

Перший, який помітив падіння людини за борт, повинен негайно виконати дії, керуючись правилом: "Коло, Тривога, Спостереження":

1. Кинути впа в за борт людині найближчий рятувальний круг (Коло).
2. Якнайшвидше повідомити на місток про падіння людини за борт (Тривога).
3. Безперервно вести спостереження і не випускати з уваги, що впала за борт (Спостереження).
4. Якщо необхідно скинути за борт другий рятувальний круг.

Дії вахтового помічника

Вахтовий помічник, отримавши повідомлення про падіння людини за борт повинен негайно виконати наступні дії:

1. Перекласти кермо на той борт, з якого впала людина і якщо можливо зупинити машину, щоб відвести корму судна і не затягнути людину в струмінь від гвинта.

2. Скинути за борт рятувальний круг зі світло-димлячим буюм з борта падіння людини за борт.

3. Оголосити тривогу «Людина за бортом», подачею трьох довгих звукових сигналів.

4. На GPS, AIS, електронній карті, радіолокаторі натиснути кнопку «МОВ» (Men over board), для індикації на дисплеї і збереженні координат місця падіння людини за борт.

5. На УКХ подати сигнал терміновості "Пан-Пан", щоб інформувати знаходяться поблизу суду. По можливості також дати вказівку вахтовому матросу підняти прапор «Оскар» Міжнародного зводу сигналів. Якщо поблизу знаходяться інші судна, то подати судновим свистком звуковий сигнал - "три довгих гудка".

6. Встановити безперервне спостереження за впав за борт людиною. У темну пору доби освітлювати впала за борт прожектором.

7. Виконати маневр для повернення судна до місця падіння людини за борт.

8. Інформувати вахтового механіка.

9. Якщо дозволяють погодні умови приступити до спуску рятувальної шлюпки.

10. Залежно від погодних умов обладнати трап або рятувальну сітку.

Маневри судна по тривозі "Людина за бортом"

Залежно від переважаючих обставин і умов, а також від типу судна і часу виявлення, що людина впала за борт, виконуються різні типи маневру судна для виходу судна в точку падіння людини за борт. Залежно від того, скільки часу пройшло з моменту падіння людини за борт до моменту виявлення, розрізняють наступні ситуації:

1. Падіння людини за борт бачили вахтові в ходовій рубці. У цьому випадку вони починають виконувати маневр практично в момент падіння людини за борт.

2. Доповідь вахтовому в ходову рубку про падіння людини за борт надійшов від очевидця. В цьому випадку з моменту падіння людини за борт і початком маневру пройде якийсь час і судно відійде від впала за борт на деяку відстань, тобто маневр буде виконаний з деякою затримкою.

3. Буде виявлено відсутність людини та зроблено припущення, що він впав за борт. В цьому випадку проміжок часу з моменту падіння людини за борт і до початку маневру може бути значним, і судно буде перебувати від нього на великій відстані.

Для повернення судна до місця падіння людини за борт застосовують три основних типи маневру:

Одиночний розворот (розворот на 270°).

Розворот способом Вільямсона.

Розворот способом Шарнова.

Розворот Андерсона

Застосовується в момент виявлення падіння людини за борт

а) Перекладають кермо на борт, з якого відбулося падіння людини за борт.

б) Після одвороту судна на курсовий кут 250° від початкового курсу, ставлять кермо в положення «прямо» і починають зупиняти судно.

Розворот способом Вільямсона

Застосовується в момент виявлення падіння людини за борт

а) Перекласти кермо на борт (Якщо цей маневр виконується відразу після падіння людини за борт, то кермо необхідно перекласти на борт, з якого людина впала за борт).

б) Після того як судно відверне від початкового курсу на 60° , кермо перекладають на протилежний борт.

в) Коли судно поверне на курс, на 20° менше контркурсів, кермо перекладають в положення «прямо» і призводять судно на контркурсах.

Розворот способом Шарнова

Застосовується, коли після падіння людини за борт до моменту виявлення, пройшов якийсь час.

- а) Перекласти кермо на борт.
- б) Після того як судно відверне від початкового курсу на 240°, кермо перекладають на протилежний борт.
- в) Коли судно поверне на курс, на 20° менше контркурсах, кермо перекладають в положення «прямо» і призводять судно на контркурсах.

5.3 Дії екіпажу при виявленні вогнища пожежі на судні

Це дії, які повинні бути виконані до початку фактичних операцій на судні по боротьбі з пожежею.

Найбільш важливими з них є подача сигналу тривоги і повідомлення про місце виникнення пожежі.

Подача сигналу тривоги. Член екіпажу, який виявив пожежу або його ознаки, повинен негайно подати сигнал тривоги. Затримка подачі сигналу тривоги тягне за собою блискавичне поширення пожежі. Жоден член екіпажу не повинен починати боротьбу з пожежею, яким би незначним він йому ні здався, поки не буде подано сигнал тривоги.

При виявленні пожежі двома або кількома членами екіпажу, одному з них слід подати сигнал тривоги, а інші одночасно повинні спробувати загасити пожежу наявними під рукою засобами.

Наприклад, невелика пожежа в металевій урні можна припинити, закривши її негорючої кришкою, поки член екіпажу, який знайшов його, відлучиться для сповіщення про пожежу.

Повідомляти слід про всіх пожежах, навіть якщо вони припинилися самі собою в зв'язку з відсутністю пального матеріалу або кисню. Дослідження причин їх виникнення допоможе розкрити дефекти або умови, усунення яких запобіжить подібні пожежі в подальшому.

Повідомлення про місце виникнення пожежі. Член екіпажу, який подає сигнал тривоги, повинен бути впевнений в тому, що він повідомляє точне місце виникнення пожежі (приміщення і рівень палуби).

Це важливо з кількох причин:

по-перше, тим самим визначається конкретне місце роботи пожежної групи;
по-друге, дається інформація про тип пожежі, до боротьби з яким слід підготуватися;

по-третє, знання точного місця виникнення пожежі може підказати необхідність відключення певних систем вентиляції.

І нарешті, воно дозволить встановити, які двері і люки слід закрити для локалізації пожежі.

Запобіжні заходи. При спробі встановити точне місцезнаходження пожежі слід дотримуватися певних запобіжних заходів. Перш ніж відкрити двері в приміщення, щоб перевірити, чи немає в ньому пожежі, її потрібно оглянути.

Потемніла або тріснута фарба вказує на наявність вогню за цими дверима. Дим, що виходить через тріщини в ущільненні двері або в місцях проходу кабелю через перегородку, також є ознакою пожежі.

Коли місцезнаходження прихованого пожежі встановлено, двері в дане приміщення не слід відкривати до тих пір, поки не настигне допомога і не буде доставлений рукав для гасіння пожежі.

На горіння в закритому приміщенні витрачається кисень, що знаходиться всередині цього приміщення. Для збільшення вогнища пожежі потрібно додатковий кисень, а при відкриванні дверей він надходить у великій кількості.

Язики полум'я і нагріті гази інтенсивно викидаються через відкриті двері. Людина, що опинився на їхньому шляху, може отримати важкі опіки. Якщо на вогонь не буде направлений струмінь води, він стане поширюватися з величезною швидкістю. Чим пізніше виявлена пожежа, тим небезпечнішою може виявитися ситуація. Тому перш ніж відкрити двері, охолодіть її водою. Завжди відкривайте двері з місця, що знаходиться в стороні від дверного отвору.

Далі приступають до дій відповідно до оперативного плану по боротьбі з пожежею. Знижують або зупиняють рух судна, при необхідності змінюють курс таким чином, щоб вогонь був з навітряного боку. Відключають електроенергію в районі пожежі, ізолюють район вогню, локалізують пожежу.

Пускають у хід всі технічні засоби пожежогасіння. Старший помічник

капітана повинен отримати детальну інформацію про пожежу і проаналізувати ситуацію.

Керівник операцій з гасіння пожежі, що знаходиться на місці пожежі, повинен по можливості швидко визначити тип пожежі (які горючі матеріали горять), вогнегасна речовина, необхідний спосіб атаки, спосіб запобігання поширенню вогню, необхідне для гасіння пожежі кількість людей і інші конкретні завдання.

Невелика пожежа може бути погашена декількома членами екіпажу, які першими прибули до місця пожежі; цілком можливо, що вони зможуть, попередньо оцінивши ситуацію, приступити до боротьби з вогнем.

Для гасіння більш серйозних пожеж потрібні координовані дії, ефективне використання людей і техніки, чітке визначення поставлених завдань.

При оцінці умов пожежі або по можливості відразу після цього повинна бути налагоджена зв'язок і визначено місце зосередження людей і техніки. Для зв'язку краще використовувати посильних, оскільки телефонні лінії можуть бути пошкоджені пожежею, а пожежні безперервно переміщуються.

При наявності системи внутрішньої двостороннього радіозв'язку нею можна користуватися для координації дій по боротьбі з пожежею на судні.

Місце зосередження людей і техніки. Місце зосередження людей і техніки повинно вибиратися в незадимленої зоні, по можливості ближче до місця пожежі. Ідеальним є місце на відкритій палубі з навітряного боку пожежі.

Однак якщо пожежа виникла в нижній частині судна, людей і техніку слід зосередити нижче палуби, поблизу суднового телефону, що значно полегшить встановлення зв'язку. Однак місце зосередження людей і техніки не повинно розташовуватися там, де існує загроза пожежі.

Всі засоби боротьби з пожежею (в тому числі і запасні рукави, стовбури і сокири, запасні балони для дихальних апаратів і переносні ліхтарі) повинні бути доставлені до місця зосередження людей і техніки, куди також має бути доставлено все необхідне для надання першої допомоги постраждалим.

Капітан передає повідомлення в компанію і постійно підтримує з нею зв'язок.

Старший помічник на підставі отриманої інформації оцінює загрозу пасажирам (на пасажирських суднах), судну, вантажу, екіпажу і при необхідності готує рятувальні засоби до спуску.

Він разом зі старшим механіком визначає і віддає наказ про застосування найбільш ефективних способів гасіння пожежі. Капітан при необхідності прохання про допомогу у найближчих судів або рятувальників.

При знаходженні в порту готуються шланги і перехідники для підключення берегової пожежної магістралі, викликається берегова пожежна допомога.

При виникненні на судні будь-якої аварійної ситуації, в тому числі і пожежі, капітан при першій нагоді повідомляє про неї партнерам компанії, таким як фрахтувальник судна або агент, страхова компанія, яка здійснює страхування, класифікаційне товариство, під наглядом якого перебуває судно.

Ці партнери з відповідними даними про види зв'язку містяться в судовому Плані дій в аварійних ситуаціях (Shipboard Emergency Plan) відповідно до Міжнародного Кодексу з управління безпечною експлуатацією суден і запобігання забрудненню (МКУБ).

5.4 Вимоги до судових інсинераторів

Посилаючись на статтю 38 а) Конвенції про Міжнародну морську організацію, що стосується функцій Комітету по захисту морського середовища (Комітет), покладених на нього міжнародними конвенціями щодо запобігання забрудненню моря та боротьбі з ним,

Посилаючись також на те, що на своїй сороковій сесії Комітет прийняв резолюцією МЕРС.76 (40) Стандартні технічні вимоги до судових інсинератор, що стосуються правила 16.6.1 і Доповнення IV до Додатка VI до Конвенції МАРПОЛ,

Відзначаючи, що на своїй сорок п'ятої сесії Комітет прийняв резолюцією МЕРС.93 (45) Поправки до стандартних технічних вимогам до судових інсинератор,

Відзначаючи також, що на своїй шістдесят четвертій сесії Комітет ухвалив,

що інсинератори потужністю 1500 - 4000 кВт можуть отримувати схвалення типу відповідно до існуючих стандартним вимогам до суднових інсинератор,

З огляду на необхідністю оновити розділ з визначеннями, а також посилення на Конвенцію СОЛАС і Стандарти МЕК в стандартні технічні вимоги до суднових інсинератор,

Розглянувши на своїй шістдесят шостій сесії Стандартні технічні вимоги до суднових інсинератор 2014 року,

1. Стандартні технічні вимоги до суднових інсинератор 2014 року, викладені в додатку до цієї резолюції;

2. Адміністраціям враховувати додаються Стандартні технічні вимоги при сертифікації суднових інсинератор;

3. Пропонують урядам взяти до відома, що, з огляду на правило 16.5.2 Додатка VI до Конвенції МАРПОЛ, стандартні технічні вимоги до суднових інсинератор не поширюються на проектування, встановлення та експлуатацію альтернативних конструкцій суднових пристроїв для термічної обробки відходів, включаючи ті, які використовують теплові процеси для перетворення утворюються на судах відходів в газ;

4. Просить Сторони Додатка VI до Конвенції МАРПОЛ і інші уряди держав-членів довести додаються стандартні технічні вимоги до відома власників суден, операторів суден, суднобудівників, виробників суднових інсинератор і будь-яких інших зацікавлених груп;

5. Скасовує Стандартні технічні вимоги до суднових інсинератор, прийняті резолюцією МЕРС.76 (40) з поправками, внесеними резолюцією МЕРС.93 (45).

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі за темою «Електрообладнання, електронна апаратура і системи управління контейнеровоза місткістю 2450 контейнерів» було проведено аналіз вимог до механізму та електроприводу підрулюючого пристрою, були проведені розрахунки для визначення необхідної потужності електропривода, було визначено параметри двигуна та пристрою плавного пуску. Користуючись каталогами було обрано тип двигуна та пристрій плавного пуску фірми АВВ типу РТСВ1050, що забезпечують працездатність системи. Враховуючи проведені заходи наполягаємо на тому, що спроектована система електроприводу повністю відповідає вимогам Регістру до електроприводів підрулюючих пристроїв.

Підчас розрахунку суднової електроенергетичної системи зроблено розрахунок потужності СЕЕС для характерних режимів роботи контейнеровоза. Проведено аналіз раціональної структури СЕЕС та створена однолінійна схема ГРЩ та АРЩ. Обрана комутаційно-захисна апаратура ГРЩ та система збудження генераторів. Розраховано провал напруги СЕЕС підчас пуску найбільш потужнішого споживача електроенергії та перевірено на втрату напруги в кабелі віддаленого електропривода.

Здійснено аналіз системи автоматичного управління судовою електростанцією на базі контролера фірми DEIF PPM.

В дипломній роботі наведені технічні характеристики та конструктивні особливості основних пристроїв управління судном. Також розроблено інструкцію по технічній експлуатації судових технічних засобів, електричних систем і комплексів.

Розглянуті питання охорони праці та цивільного захисту судна.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Воскобович В.Ю., Королева Т.Н., Павлова В.А. Электроэнергетические установки и силовая электроника транспортных средств. / Под ред. Ю.А. Лукомского. // Учебное издание. – СПб.: «Элмор», 2001. – 384с.
2. Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины. Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1990. – 342 с.
3. Тимофеев Ю.К. Системы управления судовыми энергетическими процессами. Учеб. для вузов, - СПб.: Судостроение, 1994. – 257 с.
4. Бурков А.Т. Электронная техника и преобразователи: Учебное пособие. – М.: Транспорт, 2001. – 464с.
5. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.: ил.
6. Водовозов А.М. Микроконтроллеры для систем автоматики: Учебное пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 123 с.
7. Судовые электроприводы: Справочник /А.П. Богословский, Е.М. Певзнер, И.Р. Фрейдзон, А.Г. Яуре – 2-е изд., переаб. и дополн. в двух томах. – Л.: Судостроение 1983. Т1 – 322 с., Т2 – 384 с., ил.
8. Фрейдзон И.Р. Судовые автоматизированные электроприводы и системы: Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1988. – 472 с.: ил.
9. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.; За ред.. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
10. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. Том 1-3. НД N 2-020101-056. – СПб.: 2010. – Т.1 – 506 с., Т.2 – 724с., Т.3 – 69 с.
11. Российский морской регистр судоходства. Правила по оборудованию морских судов. НД N 2-020101-057. – СПб.: 2010. – 437 с.

12. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. КНД31.2.002.01-96. Утверждено приказом Государственного департамента морского и речного транспорта Украины от 02.09.96. Приказ №270.
13. РД5.6168–92. Методы расчетов электрических нагрузок. – 18 с.
14. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода: Учебник для вузов. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 1994. – 496 с.
15. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. / Под общ. ред. И. П. Копылова и Б. К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат. Т. 1. – 1988. – 456 с.
16. Фираго Б.И., Павлячик Л.Б. Регулируемый электропривод переменного тока. – Мн.: ЗАО «Техноперспектива», 2006. – 336 с.
17. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. КНД31.2.002.01-96. Утверждено приказом Государственного департамента морского и речного транспорта Украины от 02.09.96. Приказ №270.
18. Клевцов А.В. Преобразователи частоты для электропривода переменного тока. Практическое пособие для инженеров. – Тула: Гриф и К, 2008. – 224 с.
19. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: учеб. пособие для вузов / М.П. Белов, О.И. Зементов, А.Е. Козярук и др.; под ред. В.А. Новикова, Л.М. Чернигова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368 с.
20. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. пособие для вузов/ И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков; Под ред. И.Я. Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.
21. Системы управления электроприводов: Учебник для вузов/ В.М. Терехов, О.И. Осипов; Под ред. В.М. Терехова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 304 с.
22. С. Рама Редди. Основы силовой электроники. – М.: Техносфера, 2006. – 288 с.

23. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.
24. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для вузов /М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – 2-е изд.. стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 576 с.
25. Моделювання електроприводів: Навч. Посібник /Л.Д. Костинюк, В.І. Мороз. Я.С. Паранчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 404 с.
26. Онищенко Г.Б. Электрический привод: учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 288 с.
27. Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник / И. Х. Евзеров, А. С. Горобец, Б. И. Мошкович и др.; Под ред. В. М. Перельмутера. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 319 с.
28. Муха Н.И. Теория электропривода. Методические указания по курсовому проектированию. – Одесса: ОНМА, 2010. – 117 с.
29. Методичні вказівки по виконанню розділу дипломних проектів (робіт) «Цивільний захист/оборона» / В. Б. Терновський, С. Н. Стреминовський - Одеса: ОНМА, – 2011. – 49 с.
30. Прогнозирование и оценка. Детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы: Учеб. пособие./Под ред. А.И. Попова. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2000. 124с.
31. Международный кодекс морской перевозки опасных грузов (МК МПОГ).
32. Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск: Учебное пособие. - М.: Изд-во Химия, фак. Моск. ун-та, 2003. - 254 с.