

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Кафедра «Експлуатація суднового електрообладнання
і засобів автоматики»**

**Комбіновані електроенергетичні
пропульсивні комплекси.**

Методичні вказівки до лабораторних робіт

Спеціальність 271 «Морський та внутрішній водний транспорт»
Спеціалізація «Експлуатація суднового електрообладнання
і засобів автоматики»

Одеса 2023

Методичні вказівки розроблені професором Яровенко Володимиром Олексійовичем завідуючим кафедри «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» Одеського національного морського університету, та Машиним Володимиром Миколайовичем – старшим викладачем цієї ж кафедри.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт розглянуто та схвалено кафедрою «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» 25.05.2023 року. Протокол №_10 - 22/2023

ЗМІСТ

Введення	
1. Суднова електроенергетична система (СЕЕС)	
1.1. Система захисту	
1.2. Суднова електрична мережа і споживачі електроенергії	
1.2.1. Автоматичні вимикачі	
1.2.2. Генераторні автомати	
1.3 Контроль ізоляції	
1.4. Дизель-генератор	
1.5. Валогенератор	
1.6. Аварійний дизель-генератор	
1.7. Щит живлення з берегу	
1.8. Головний розподільний щит (ГРЩ)	
1.9. Аварійний розподільний щит (АРЩ)	
1.10. Допоміжний дизель-генератор	
1.11. Привід валогенератора	
1.12. Аварійний дизель-генератор	
2. Панелі керування тренажера	
2.1. Панель “Дизель генератор 1 (2)” (DG 1 (2))	
2.2. Панель “Валогенератор” (SG)	
2.3. Панель “Аварійний дизель-генератор” (EG)	
2.4. Панель “Синхронізація” (SYN)	
2.5. Панель “Споживачі” (DISTR)	
2.6. Панель “Аварійний розподільний щит” (ES)	
2.7. Панель “Схема головного струму” (MCD)	
2.8. Панель “АПС” (ASD)	
3. Керування СЕЕС	
3.1. Керування СЕЕС у ручному і у автоматичному режимах	
3.2. Керування дизелем 1, 2	
3.2.1. Підготовка до пуску	
3.2.2. Штатний пуск	
3.2.3. Екстрений пуск	
3.2.4. Штатна зупинка	
3.2.5. Екстрена зупинка	
3.3. Керування приводом валогенератора	
3.3.1. Штатне включення муфти ,	
3.3.2. Екстрене включення муфти	
3.3.3. Вимкнення муфти	
3.4. Керування дизель-генераторами 1, 2	
3.4.1. Включення до шин знеструмленого ГРЩ	
3.4.2. Включення на паралельну роботу (ГРЩ під напругою)	

3.4.3. Розподіл активного навантаження при паралельній роботі	
3.4.4. Розподіл реактивного навантаження при паралельній роботі	
3.4.5. Вивід з паралельної роботи	
3.5. Керування валогенератором	
3.5.1. Включення на шини знеструмленого ГРЩ	
3.5.2. Включення на паралельну роботу (ГРЩ під напругою)	
3.5.3. Вивід з роботи	
3.6. Керування аварійним дизель-генератором	
3.6.1. Автоматичний режим роботи	
3.6.2. Ручний режим роботи	
3.7. Керування процесом живленням з берега	
3.7.1. Підключення на шини ГРЩ живлення з берега	
3.7.2. Зняття берегового живлення з ГРЩ	

ВЕДЕННЯ

Модуль “Суднова електроенергетична система” тренажера ERS 4000 призначений для навчання студентів навикам грамотної експлуатації суднової електроенергетичної системи (СЕЕС) включаючи:

- підготовку, введення в роботу і виводу з роботи механізмів і систем;
- контроль їх роботи за змінними параметрами;
- дії по виявленню і усуненню несправностей.

Окрім тренування практичних навиків, тренажер дозволяє вивчати основні принципи пристрою, функціонування і взаємозв'язку елементів і систем СЕЕС.

Склад тренажера відповідає стандартній комплектації СЕЕС. Параметри і характеристики роботи модельованих механізмів і систем відповідають реальним аналогам.

Моделюється СЕЕС багатоцільового сухогруза – контейнеровоза (“General Cargo”) 12,000 т DWT з двотактним головним реверсивним дизельним двигуном з турбонаддувом, з прямою передачею на гвинт фіксованого кроку (ВФК).

1. СУДНОВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА (СЕЕС)

Суднова електроенергетична система, призначена для забезпечення потреб судна в електроенергії в нормальних і аварійних режимах роботи.

СЕЕС складається з суднової електростанції (СЕС), суднової електромережі і споживачів електроенергії. Суднова електромережа у свою чергу складається з розподільних щитів (РЩ) і електрокабелів (фідерів).

СЕС включає: головний розподільний щит (ГРЩ), два дизель-генератора (ДГ), один валогенератор (ВГ), аварійний РЩ (АРЩ), аварійний дизель-генератор (АДГ), щит живлення з берега (ЩЖБ) і силові трансформатори.

Електростанція судна з ГД із малою частотою обертання має два ДГ потужністю по 1000 кВА ($n=1000$ об/хв.) кожний, ВГ потужністю 1375 кВА ($n=1000$ об/хв.), АДГ потужністю 121 кВА ($n=1000$ об/хв.), берегове живлення до 400А, трансформатори Т1, Т2 і Т3 по 160 кВА і трансформатори Т4 і Т5 по 63 кВА. Конструктивно тренажер СЕЕС виконаний у вигляді набору панелей контролю і керування і електростанцією в ЦПУ, набору панелей контролю і керування ГРЩ і набору панелей контролю і керування АРЩ.

Керування СЕС забезпечується в ручному і автоматичному режимах в штатних і аварійних ситуаціях.

В ручному режимі керування вахтовий механік може штатно або екстрено запускати і зупиняти ДГ, вводити генератори у паралельну роботу, переходити на берегове живлення через знеструмлення станції або навпаки з берегового живлення на ДГ. Паралельна робота одного ДГ і ВГ допустима лише короткочасно (до 15 хвилин) і в ручному режимі керування СЕС.

На СЕС забезпечено ручне і автоматичне введення генераторів в паралельну роботу (синхронізація генераторів). Автоматична синхронізація генераторів можлива як при ручному, так і при автоматичному режимах керування СЕС.

При автоматичній синхронізації генераторів забезпечується “підгонка” (вирівнювання) частот генераторів, так щоб частота того генератора, що синхронізується, була більше частоти мережі на деяке значення, залежне від навантаження СЕС і не перевищує 0,3 Гц (різницева частота). У момент включення генератора на шини ГРЩ забезпечуються наступні умови: різниця фаз ГРЩ і генератора, що синхронізується, менше 20° ; а відхилення частоти генератора (з урахуванням різницевої частоти), що синхронізується, від частоти ГРЩ не повинне перевищувати 0,1 Гц.

Перехід з ВГ на ДГ і назад здійснюється в ручному режимі керування СЕС.

В автоматичному режимі керування СЕС працює з одним або двома ДГ.

При роботі з ДГ передбачені наступні режими роботи:

- режим рівних потужностей ДГ;
- режим оптимального завантаження ДГ;
- режим циклічного завантаження ДГ;
- режим рівних потужностей й підтримки постійної частоти.

У режимі рівних потужностей генератори завантажуються однаково.

У режимі оптимального навантаження між працюючими генераторами розподіляється таким чином:

- якщо сумарне навантаження станції більше $2 \times 80\%$ потужності будь-якого з двох генераторів (сумарне навантаження станції рівне $2 \times 80\%$), то навантаження між генераторами розподіляється порівну;

- якщо ж сумарне навантаження станції в межах від $2 \times 25\%$ до $2 \times 80\%$, то пріоритетний генератор бере на себе 80% потужності. Залишок потужності віддається другому генератору. Якщо таким чином обчислена частина, що віддається другому генератору, складає менше 25% , то йому віддається навантаження рівне 25% його потужності, а пріоритетному ГА – потужність, що залишилася (більше 25%). У разі сумарного навантаження менше за $2 \times 25\%$, ДГ, що не є пріоритетним, виводиться з паралельної роботи з витримкою за часом (на початку – відключається генераторний автомат (ГА), потім – зупиняється дизель).

У режимі циклічного розподілу навантаження між працюючими генераторами навантаження розподіляється як у режимі оптимального навантаження, але пріоритет генераторів змінюється за встановленим періодом. У режимі підтримки постійної частоти забезпечується рівне навантаження між ДГ при більш точній стабілізації частоти струму в межах (49-50) Гц. У цьому режимі регулятор частоти обертання (РЧО) пріоритетного ДГ забезпечує стабілізацію частоти, а система розподілу активного навантаження другого ДГ забезпечує рівномірний розподіл навантаження.

Якщо сумарне навантаження на станцію менше $2 \times 25\%$ (один ДГ навантажений менше ніж на 25%), ДГ, який не є пріоритетним, виводиться з роботи із затримкою у часі. Введення в паралельну роботу другого ДГ проводиться у разі, коли працюючий ДГ навантажений на 80% і більш.

У разі повного знеструмлення на шинах СЕС система автоматики забезпечує запуск і підключення до мережі пріоритетного ДГ. Електростанція забезпечує наступні режими руху судна:

- режим роботи підрулюючого пристрою (ПП) забезпечують два паралельно працюючих ДГ або один ВГ;

- режим плавання у відкритому морі забезпечує один ДГ або один ВГ.

Тривала паралельна робота ДГ з ВГ не передбачена (дозволена не більше 15 хвилин).

Паралельна робота з береговим живленням не передбачена. Перехід на берегове живлення і навпаки – з берегового живлення на живлення з суднової електростанції відбувається через знеструмлення станції. При включеному генераторному автоматі (ГА) включення берегового живлення неможливе. При обриві фаз або неправильному порядку чергування фаз включення берегового живлення також неможливе. Підрулюючий пристрій (ПУ) може бути запущений тільки за умовами одночасної роботи двох ДГ або при роботі валогенератора.

Задані потужності споживачів є фіксованими і не змінюються при зміні режиму руху судна (хід, маневрування, стоянка).

1.1 Система захисту

Система захисту суднової електростанції включає декілька рівнів захисту: відключення по перевантаженню конкретних споживачів, відключення по перевантаженню груп споживачів, захист генераторних автоматів (ГА), захист генераторів і систему захисту приводів генераторів. Системи автоматики і захисту електростанції (рис. 1).

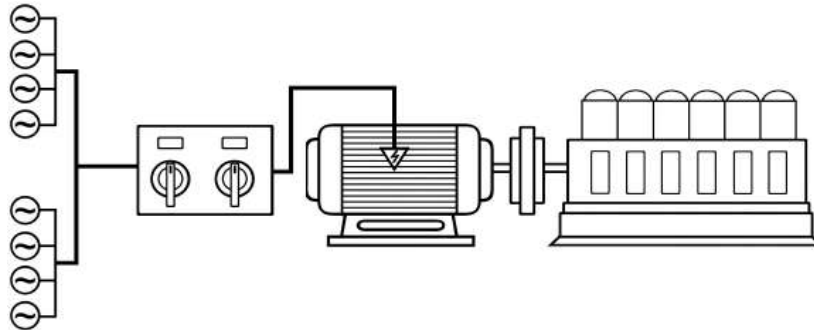


Рис. 1. Схема системи автоматики і захисту СЕЕС

Системи захисту суднової електростанції при роботі дизель-генератора вказані у таблиці 1.

Таблиця 1.

Захист електромережі	Уставки захисту генераторного автомата (ГА)	Захист генератора	Захист дизеля
Відключення споживачів	Відключення ГА		Зупинка дизеля, відключення ГА
$I > I_{ном}$ 1 черга* 15 с; 2 черга** 15 с.	$U < 300 \text{ В} - 5 \text{ с}$ $I > 1,21 I_{ном} - 60 \text{ с}$ $I > 3 I_{ном} - 0,4 \text{ с}$ $I > 10 I_{ном} - 0 \text{ с}$ $I_{обр.} > 0,1 I_{ном} - 10 \text{ с}$	$U < 320 \text{ В} - 3 \text{ с}$ $U > 440 \text{ В} - 3 \text{ с}$ $I > 1,21 I_{ном} - 40 \text{ с}$ $I > 3 I_{ном} - 0,2 \text{ с}$ $I_{обр.} > 0,08$ $I_{ном} - 6 \text{ с}$ $f < 45 \text{ Гц} - 4 \text{ с}$	Температура охол. води (на виході) $> 95^{\circ}\text{C}$ Тиск масла $< 1,1 \text{ бар}$. Частота обертання $> 110\%$

Системи захисту суднової електростанції при роботі валогенератора вказані у таблиці 2.

Таблиця 2.

Захист електромережі	Уставки захистів (ГА)	Захист (ВГ)	Захист дизеля
Відключення споживачів	Відключення ГА		Відкл. муфти ВГ, відкл. ГА
I>I _{ном} 1 черга* 15с; 2 черга ** 15с.	U<300 В - 5с I>1,21 I _{ном} - 60с I>3 I _{ном} - 0,4с I>10 I _{ном} - 0с I _{обр.} >0,1 I _{ном} - 10с	U<320 В - 3с U>440 В - 3с I>1,21 I _{ном} - 40с I>3 I _{ном} - 0.2с I _{обр.} >0,08 I _{ном} - 6с f < 45 Гц - 4с	Температура масла в редукторі > 60°C Тиск масла < 1,5 бар

Системи захисту суднової електростанції при підключенні до берегового живлення (БЖ) вказані у таблиці 3.

Таблиця 3.

Захист електромережі	Уставки захистів автоматичного вимикача (АВ)	Захист щита БЖ
-	Відключення АВ	Відключення АВ
	U<300 В - 5с I>1.21 I _{ном} - 60 с I>3 I _{ном} – 0,38 с I>10 I _{ном} - 0,19 с Захист за обривом фази	Неправильно включена фаза

*— потужність першої черги споживачів судна що відключається – 422,7кВт. Потужність другої черги споживачів що відключається – 388,7кВт.

**— уставки захисту ГА наведені до номінальних струмів I_{ном} генераторних автоматів.

Системи захисту суднової електростанції при роботі аварійного дизель-генератора (АДГ) вказані у таблиці 4.

Таблиця 4.

Захист електромережі	Уставки захистів (ГА)	Захист генератора	Захист дизеля
-	Відключення ГА		Зупинка дизеля, відключення ГА
-	U<300 В - 6с. I>1,2 I _{ном} - 120 с. I>10 I _{ном} - 0.19 с.	-	Тиск масла < 0,8 бар. Частота обертання >110%

Всі споживачі що відключаються, розбиті на три черги по ступеню важливості з урахуванням їх потужностей. Черги споживачів відключаються

таким чином: через 5с відключається перша черга; якщо генератор залишається в переобтяженому стані, через 15с відключається друга черга. Потужність черг, що відключаються, складає відповідно: перша черга – 422,7 кВт, друга черга – 388,7 кВт.

На судні є споживачі, які не відключаються. Вони забезпечують роботу головної енергетичної установки. Відповідно до вимог класифікаційних суспільств, у разі знеструмлення станції вони автоматично підключаються до АРЩ.

Автоматичні вимикачі споживачів мають витримки за часом менші з порівнянням з ГА. Вони забезпечують відключення несправних споживачів електроенергії без відключення ГА. Організований таким чином захист електростанції – є селективним.

1.2 СУДНОВА ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА І СПОЖИВАЧІ

Суднова електромережа призначена для підведення електроенергії від СЕС до споживачів. Суднова електромережа забезпечує живлення споживачів 3-х фазним змінним струмом 50Гц, напругою 380В і 220В і постійним струмом 24В.

Суднова електромережа складається з розподільних щитів (РЩ) і електричних кабелів (фідерів). Все РЩ і фідери мають автоматичні вмикачі.

Параметри споживачів електроенергії для судна з дизелем із малою частотою обертання і черговість відключення споживачів приведені у таблиці 5.

Таблиця 5.

Назва	Напруга, В	№ черги на відключення	Секція ГРЩ	Потужність, кВт
Bow Thruster	380	Auto run	SBB	750
Warp. Winch	380	2	MBB3-380	84.4
Tr. Ref. containers	380	2	MBB1-380	160
ME L. Про. Pump (1)	380	Auto run	MBB2-380	76.7
Ranges	380	1	MBB2-380	40
Ship Ventilation	380	1	MBB2-380	162
MS Ventilation	380	2	MBB3-380	71
Air Conditional Deck	380	1	MBB4-380	150
Main Air Compressor (1)	380	Auto run	MBB2-380	28.7
ME Fresh Water Pump (1)	380	Auto run	MBB1-380	28.2
ME Fuel Supply Pump (1)	380	Auto run	MBB3-380	3.1
ME Fuel Circulating Pump (1)	380	Auto run	MBB1-380	6,2
Steering gear pump (1)	380	Auto run	MBB1-380	15
Fire Pump (1)	380	Auto run	MBB1-380	38.9
Culinary Water plant	380	1	MBB1-380	1,3
Switch Board	380	1	MBB3-380	10
Defroster Bow	380	1	MBB3-380	6,7
Cargo Space Ventilation	380	1	MBB3-380	35.1
Steering Gear Pump (2)	380	Auto run	EmBB-380	15
Fire Pump (2)	380	Auto run	EmBB-380	38.9

Продовження таблиці 5.

1	2	3	4	5
ME L.O. Pump (2)	380	Auto run	EmBB-380	76,7
Navigational lighting	220	Auto run	EmBB-220	2,2
Bridge light	220	Auto run	EmBB-220	1
Marine Radio	220	Auto run	EmBB-220	13,1
Anti-panic lighting	220	Auto run	EmBB-220	25,2
Provision. Chambers Ventilation	220	1	MBB1-220	17,6
Machinery Space Light	220	Auto run	MBB1-220	32
Switchboard No.6	220	3	MBB1-220	5
Switchboard No.7	220	3	MBB1-220	5
Simulated load Instructor	380	Auto run		0-720
ME Fresh Water Pump (2)	380	Auto run	EmBB-380	28,2
ME Sea Water Pump (1,2)	380	Auto run	EmBB-380 (1) MBB2-380 (2)	60
ME Sea Water Pump aux.	380	2	MBB1-380	10
ME Fuel Supply Pump (2)	380	Auto run	EmBB-380	3,1
ME Fuel Circulating Pump (2)	380	Auto run	EmBB-380	6,2
Heavy Fuel Oil Transfer Pump	380	2	MBB3-380	5,2
Diesel Oil Transfer Pump	380	2	MBB1-380	5,2
Heavy Fuel Oil Separator	380	2	MBB2-380	23
ME LO Pump (2)	380	Auto run	EmBB-380	76,7
ME LO Separator	380	2	MBB3-380	14
Air Compressor (2)	380	Auto run	EmBB-380	35,1
Emergency Air Compressor	380	ESB	EmBB-380	4
ME Aux. Blower	380	Auto run	EmBB-380	62,2
Bilge Water Pump	380	Auto run	MBB1-380	9,34
Steam Plant Feed Water Pump (1,2)	380	Auto run	MBB2-380	6

Закінчення таблиці 5.

1	2	3	4	5
Steam Plant Burner unit (1,2)	380	Auto run	EmBB-380 (1) MBB3-380 (2)	1
Steam Plant Burner Fan	380	Auto run	MBB2-380	8,3
De- salinator (1,2)	380	2	MBB1-380	15,9
Refrigerating Plant	380	Auto run	MBB2-380	25
ME Automatic	24	Auto run	BB-24	1
DG 1, 2 Automatic	24	Auto run	BB-24	1
ME Safety System	24	Auto run	BB-24	1
Engine Telegraph	24	Auto run	BB-24	1
Emergency Lighting	24	Auto run	BB-24	1

1.2.1 АВТОМАТИЧНІ ВИМИКАЧІ

За допомогою автоматичних вимикачів можна подавати або знімати електроживлення окремих споживачів від Розподільних Щитів (РЩ) і фідерів. Параметри автоматичних вимикачів для судна з дизелем із малою частотою обертання наведені у таблиці 7.

Таблиця 7.

Назва споживача	Номинальний струм автоматичного вимикача
Diesel Generator 1	1600
Diesel Generator 2	1600
Shaft Generator	2500
Emergency Generator	250
Shore Supply	400
Bow Thruster	1600
Warp. Winch	160
Tr. Ref. Containers	320
ME LO Pump (1)	160
Ranges	80
Ship Ventilation	320
MS Ventilation	160
Air Condition Deck	320

Продовження таблиці 7.

Air Compressor (1)	63
ME FW Pump (1)	63
ME Fuel Supply Pump (1)	20
ME Fuel Circulating Pump (1)	20
Steering gear pump (1)	32
Fire Pump	80
Culinary Water	20
Switch Board	20
Refrigeration plant	20
Cargo Space Ventilation	80
Steering Gear pump (2)	32
Fire Pump (2)	80
ME LO Pump (2)	160
Navigational lighting	20
Bridge light	20
Marine Radio	25
Anti-panic lighting	50
Provision Chambers Ventilation	32
Machinery Space Light	63
Switchboard №6	20
Switchboard №7	20

1.2.2. ГЕНЕРАТОРНІ АВТОМАТИ

Автоматичні силові вимикачі (генераторні автомати – ГА) застосовуються для захисту генераторів.

Генераторний автомат складається з:

- теплового реле побічно працюючого через мінімальний розчепитель напруги на вал вимикача, що розмикає;
- розчепитель швидкої дії;
- механічного сповільнювача;
- незалежного розчепителя;
- пружин включення і електродвигуна для їх автоматичного взводу;
- кнопок включення і виключення ГА;
- вимикача живлення ГА.

Генераторний автомат включається автоматично по досягненні напруги на клеммах генератора $0,85U_{ном}$. Пружини зводяться електродвигуном

автоматично при включенні ГА. ГА відключається незалежним розчепителем при появі напруги на шинах ГРЩ.

ГА аварійного генератора має наступні захисти:

- нульовий захист (лінійна напруга менше 300В ($0,75U_{ном}$); спрацьовує через 6с);

- захист по перевантаженню генератора ($I=1,2I_{ном}$; спрацьовує через 120с);

- захист по КЗ ($I=10I_{ном}$; спрацьовує через 0,19с).

ГА берегового живлення має наступні захисти:

- нульовий захист (лінійна напруга менше 300В ($0,75U_{ном}$); спрацьовує через 5с);

- захист по перевантаженню генератора ($I=1,2I_{ном}$; спрацьовує через 60с);

- захист по перевантаженню в зоні КЗ ($I=3I_{ном}$; спрацьовує через 0,38с);

- захист по КЗ ($I=10I_{ном}$; спрацьовує через 0,19с);

- захист по обриву фази (спрацьовує без затримки за часом).

Органи керування ГА розміщені на секції АРЩ і включають:

- вимикач живлення ГА;

- кнопку “Connect” з підсвічуванням для включення ГА;

- кнопку “Disconnect” з підсвічуванням для виключення ГА.

1.3. КОНТРОЛЬ ІЗОЛЯЦІЇ

Прилади контролю ізоляції призначені для контролю ізоляції секцій ДГ1, ДГ2, ВГ, АДГ, секції синхронізації, споживачів 380В, що підключені на шини МВВ 1 і споживачів, що підключені на шини 220В.

Контроль ізоляції забезпечується двома мегомметрами з перемикачами. Перший мегомметр призначений для контролю ізоляції споживачів 380В, ДГ1, ДГ2, другий – для контролю ізоляції ВГ, АДГ і секції синхронізації. Для перемикачів мегомметрів використовуються перемикачі на чотири позиції з можливістю відключати прилад.

Окремий мегомметр для контролю ізоляції споживачів 220В. Він розташований на щиті 220В. Опір ізоляції повинен бути в межах 0,1 – 0,5 МОм.

1.4. ДІЗЕЛЬГЕНЕРАТОР

Дизель-генератор (ДГ) призначений для вироблення електроенергії на судні.

В судновій електростанції використані трифазні синхронні генератори з неявнополюсним ротором без щіток (напруга 400 В, частота 50 Гц, $\cos \varphi = 0,8$). Синхронний генератор має збудник трифазного струму із зовнішніми полюсами, випрямний агрегат, електронний пристрій збудження і регулювання для збудника, обмежувач напруги і систему обігріву при стоянки. Обігрів автоматично відключається при підключенні генераторів на шини. Потужність генераторів залежить від типу і потужності головної енергетичної установки.

Електростанція судна з ГД із малою частотою обертання має два ДГ потужністю 1000кВА ($n=1000\text{об/хв}$) кожний.

Система керування ДГ, розташована на генераторній секції ГРЩ, і включає:

- задатчик автоматичного регулятора напруги (АРН), що дозволяє змінювати напругу генератора від 370В до 430В;
- кнопки (“Більше” – “Менше”) зміни заданої частоти обертання дизеля, що дозволяють змінювати швидкість обертання дизеля в межах $\pm 10\%$ від номінальної;
- кнопки керування ГА, кнопку “гасіння” електромагнітного поля “Demagnetization” (автомат “гасіння” поля), захищену від випадкового натиснення.

Система контролю ДГ включає наступні вимірювальні прилади:

- амперметр з перемикачем фаз;
- вольтметр з перемикачем лінійної напруги;
- частотомір;
- ватметр для вимірювання активної потужності;
- вимірник реактивної потужності.

В систему контролю також входять наступні лампи-індикатори:

- індикатор стану дизеля (Stop – Run – швидкість обертання дизеля більше 80% номінальної);
- індикатор типу живлення на шинах ГРЩ (Нормальне – працюють ДГ або ВГ, Аварійне – працює АДГ і Берегове – ГРЩ підключено до живлення з берегу).

Система АПС ДГ включає наступні індикатори:

- індикатор падіння напруги на клеммах генератора (лінійна напруга менше 320В ($0,8U_{ном}$) протягом 1с (витримка часу));
- перевантаження генератора (струм генератора більше $I_{ном}$ протягом 1с);
- висока температура статора (температура заліза статора вище 65°C протягом 30с);
- коротке замикання обмоток генератора (струм генератора більше $3I_{ном}$),
- генератор перейшов в руховий режим і навантажує електростанцію (зворотна потужність генератора більше $0,08P_{ном}$ протягом 1с);
- дизель не є прогрітим (температура прісної води на виході дизеля або змащувального масла менше 35°C).

Система захисту (СЗ) генератора ДГ вимикає ГА у випадку:

- коли генератор перейшов в руховий режим і навантажує електростанцію (зворотна потужність генератора більше $0,08P_{ном}$ протягом 6с);
- лінійна напруга менше 320В ($0,8U_{ном}$) більше 3с;
- лінійна напруга більше 440В ($1,1U_{ном}$) більше 3с;
- перевантаження генератора (струм генератора більше $1,21I_{ном}$ протягом 40с);

- короткого замикання генератора (струм генератора більше $3I_{ном}$ протягом 0,2с);
- зниження частоти обертання генератора (частота електричного струму менше 45Гц без затримки часу).

Генератор ДГ захищається також системою захисту ГА. ГА не може бути включений якщо має місце живлення з берега.

1.5. ВАЛОГЕНЕРАТОР

Валогенератор (ВГ) призначений для вироблення електроенергії від ГД.

В судновій електростанції у якості ВГ використаний бесщіточний трифазний синхронний генератор з неявнополюсним ротором (напруга 400В, частота 50Гц, $\cos \varphi = 0,8$, $n = 1000 \text{ об/хв.}$). Синхронний генератор має збудник трифазного струму із зовнішніми полюсами, випрямний агрегат, електронний пристрій збудження і регулювання для збудника, обмежувач напруги і прилад обігріву при стоянці. Обігрів стоянки автоматично відключається при підключенні генераторів на шини. Потужність ВГ залежить від типу і потужності головної енергетичної установки. Електростанція судна має ВГ потужністю 1375кВА ($n = 1000 \text{ об/хв.}$).

Система керування ВГ розташована на щиті ВГ і включає в себе:

- задатчик автоматичного регулятора напруги (АРН);
- кнопки керування ГА;
- кнопку “гасіння” електромагнітного поля (автомат “гасіння” поля), “Demagnetization”, що захищена від випадкового натиснення;
- кнопки включення – виключення збудження ВГ.

Система контролю ВГ включає наступні вимірювальні прилади:

- амперметр з перемикачем фаз;
- вольтметр з перемикачем лінійних напруг;
- частотомір;
- ватметр для вимірювання активної потужності;
- вимірник реактивної потужності.

В систему контролю також входять лампи-індикатори типу напруги (типу живлення) на шинах ГРЩ (Нормальне, Аварійне і Берегове).

Система АПС генератора ВГ включає наступні індикатори:

- індикатор падіння напруги на клеммах генератора (лінійна напруга менше 320В ($0,8U_{ном}$) протягом 1с (витримка часу));
- коротке замикання обмоток генератора (струм генератора більше $3I_{ном}$);
- перевантаження генератора (струм генератора більше $I_{ном}$ протягом 1с);
- висока температура статора (температура заліза статора вище 65°C протягом 30с);
- генератор перейшов в руховий режим і навантажує електростанцію (зворотна потужність генератора більше $0,08P_{ном}$ протягом 1с).

СЗ генератора ВГ вимикає ГА у випадку:

- коли генератор перейшов в руховий режим і навантажує електростанцію (зворотна потужність генератора більше $0,08P_{ном}$ протягом 6с);
- лінійна напруга менше 320В ($0,8U_{ном}$) більше 3с;
- лінійна напруга більше 440В ($1,1U_{ном}$) більше 3с;
- перевантаження генератора (струм генератора більше $1,2I_{ном}$ протягом 40с);
- коротке замикання генератора (струм генератора більше $3I_{ном}$ протягом 0,2с);
- знижується частота обертання генератора (частота електричного струму менше 45Гц без затримки часу).

ГА не може бути включений при живленні ГРЩ з берега.

1.6. АВАРІЙНИЙ ДІЗЕЛЬГЕНЕРАТОР

Аварійний дизель-генератор (АДГ) призначений для вироблення електроенергії на судні в аварійній ситуації (у разі відмови основних джерел – ДГ1, ДГ2 і ВГ).

В судновій електростанції в якості аварійного генератора (АГ) електроенергії використаний бесщіточний трифазний синхронний генератор з неявнополюсним ротором (напруга 400В, частота 50Гц, $\cos \varphi = 0,8$, $n=1000$ об/хв.). Синхронний генератор має збудник трифазного струму із зовнішніми полюсами, випрямний агрегат, електронний пристрій збудження і регулювання для збудника, обмежувач напруги і прилад обігріву при стоянці. Обігрів автоматично відключається при підключенні генераторів на шини. Потужність АГ залежить від типу і потужності головної енергетичної установки. Електростанція судна має АГ потужністю 121кВА ($n=1000$ об/хв.).

Система керування АГ, розташована на АРЩ, включає кнопки керування ГА.

Система контролю АГ включає наступні вимірювальні прилади:

- амперметр з перемикачем фаз;
- вольтметр з перемикачем лінійних напруг;
- частотомір;
- ватметр для вимірювання активної потужності.

Система АПС генератора АГ включає наступні індикатори:

- індикатор падіння напруги на пусковій акумуляторній батареї (менш 21,5В);
- індикатор падіння напруги на клеммах генератора (лінійна напруга менше 320В ($0,8U_{ном}$) протягом 1с);
- перевантаження генератора (струм генератора більше $I_{ном}$ протягом 1с);
- висока температура статора (температура заліза статора вище 65°C протягом 30с);
- коротке замикання обмоток генератора (струм генератора більше $3I_{ном}$).

СЗ у аварійного генератора відсутній. Захист АГ забезпечується автоматичним відключенням ГА. Генераторний автомат АГ також відключається незалежним розчепителем по зовнішньому сигналу при підвищенні напруги на ГРЩ ($U > 340\text{В}$) без затримки часу.

1.7. ЩИТ БЕРЕГОВОГО ЖИВЛЕННЯ

Берегове живлення може використовуватися для живлення суднових споживачів під час стоянки біля причалу.

Берегове живлення складається з щита берегового живлення і електрокабеля підключення до берега. Електростанція судна має щит берегового живлення, розрахований на 400А навантаження.

Органи керування живленням з берега знаходяться на щиті берегового живлення і включають:

- кнопки включення і виключення автомата берегового живлення “Connect” і “Disconnect” з підсвічуванням;
- вмикач автомата берегового живлення.

При наявності живлення на ГРЩ включити живлення з берега неможливо.

Система контролю роботи берегового живлення включає наступні вимірники і індикатори:

- вольтметр берегового живлення;
- амперметр берегового живлення;
- лампи-індикатори правильного або неправильного включення фаз берегового живлення “Right” і “Wrong”;
- індикатори стану (кнопки, що підсвічуються) автомата берегового живлення “Connect” і “Disconnect”;
- індикатор напруги на шинах ГРЩ (“Power ON”).

АПС включає індикатор обриву фази і індикатор короткого замикання.

Система захисту берегового живлення забезпечує неможливість включення автомата берегового живлення в наступних випадках:

- неправильно включена фаза;
- на шинах ГРЩ присутнє живлення (напруга на шинах ГРЩ більше 340В). Також автомат берегового живлення відключається по спрацьовуванню свого власного захисту.

1.8. ГОЛОВНИЙ РОЗПОДІЛЬНИЙ ЩИТ (ГРЩ)

ГРЩ є центральним пунктом розподілу електроенергії між судовими споживачами.

ГРЩ складається з генераторних секції ДГ1, ДГ2, ВГ, секції синхронізації і секцій споживачів на 220В і на 380В.

АРЩ призначений для живлення певної частини судових споживачів від АДГ.

АРЩ складається з генераторної секції АДГ, секцій споживачів на 24В, на 220В і на 380В а також секції зарядного пристрою акумуляторних батарей (АБ).

Органи керування включають:

- вимикачі підключення – відключення батарей (№1, №2, №3, №4,) до зарядного пристрою;

- кнопку пуску – зупинки вентилятора акумуляторної кімнати;

- рукоятку регулювання струму зарядки батарей.

Система контролю зарядного пристрою АБ включає:

- вольтметр з перемикачем для контролю місткості батарей;

- амперметр з перемикачем для контролю струму зарядки батарей.

АПС включає індикатор струму короткого замикання.

1.10. ДОПОМІЖНИЙ ДИЗЕЛЬ

Дизель є привідним двигуном генератора і призначений для обертання ротора генератора. У якості привідного двигуна використовується нереверсивний середньооборотний дизель з турбонаддувом, працюючий на легкому або важкому паливі. Кількість і потужність цих двигунів визначається конфігурацією і потужністю електроенергетичної установки судна.

Двигун складається з власне дизельного двигуна та систем, що його обслуговують. До них відносяться:

- система керування дизелем;

- система пускового повітря;

- система змащувального масла;

- паливна система;

- система охолодження прісною водою;

- система охолодження забортною водою.

Електростанція судна має два допоміжні дизелі потужністю 883 кВт ($n=1000\text{об/хв.}$) кожний.

Система керування дизеля складається з системи дистанційного автоматизованого керування (ДАК), що включає підсистеми підготовки до пуску, пуску і зупинки двигуна, регулятора частоти обертання (РЧО) двигуна, системи захисту (СЗ) двигуна і системи аварійно-попереджувальної сигналізації (АПС).

- попередній прогрів непрацюючого дизеля;

- попереднє періодичне або постійне мастило непрацюючого дизеля;

- штатний або екстрений (прискорений) пуск – зупинка дизеля.

Попередній прогрів непрацюючого дизеля проводиться шляхом відкриття відсічних клапанів і підключення системи охолоджуючої прісної води допоміжного дизеля до єдиної системи охолоджуючої прісної води. Швидкість прогрівання дизеля і величина досягнутої температури залежатиме від температури і тиску прісної води на вході в дизель.

Попереднє змащування непрацюючого дизеля проводиться шляхом постійного (режим “Run”) або періодичного включення (режим “Auto”)

електронасоса попереднього помпування масла, що встановлений на допоміжному дизелі.

Штатний (нормальний) пуск дизеля проводиться за умовами, що тиск масла не менше 2 кгс/см. При тиску масла менше 2 кгс/см включається насос попереднього прокачування масла. При тиску масла не менше 2 кгс/см і температурі прісної води і змащувального масла не менше 20°C проводиться подача пускового повітря. При досягненні швидкості обертання дизеля 20% від номінальної проводиться подача палива і швидкість обертання виходить на 80% від номінальної (обороті прогріву на холостому ходу).

На цій швидкості проводиться прогрівання охолоджуючої води і змащувального масла дизеля до 35°C. Після досягши цієї температури швидкість обертання підвищується до номінальної і двигун є готовим до прийому 50% навантаження. Після ще 2 хвилин роботи двигун є готовим до прийому 100% навантаження. При екстреному пуску контроль тиску масла і температури прісної води на етапі пуску відключається. При екстреному пуску також відсутня попередня помпування двигуна маслом і прогрів двигуна на проміжній частоті.

У разі трьох невдалих спроб пуску автоматичний пуск блокується.

Невдалою спробою пуску вважається ситуація, якщо:

- дизель за 15 с не набирає 20% номінальної швидкості обертання при роботі на пусковому повітрі;
- дизель після подачі палива зупиняється;
- дизель за 15 с не набирає 80% номінальної швидкості обертання після подачі палива.

Штатна зупинка дизеля можлива тільки при відключеному ГА. При штатній зупинці дизель виводиться 80% номінальній швидкості обертання і втримується на цій частоті 2 хвилини. Потім двигун зупиняється шляхом відсічення подачі палива.

При екстреній зупинці дизеля відключається ГА і проводиться відсічення палива.

Система контролю роботи дизеля включає наступні прилади:

- вимірник частоти обертання колінчастого валу дизеля;
- манометр тиску масла в останній змащувальній крапці;
- манометр тиску в магістралі пускового повітря на вході в дизель;
- манометр тиску прісної води на вході в дизель;
- манометр тиску в контурі охолоджуючої заборотної води;
- вимірник температури прісної води на виході з дизеля.

АПС дизеля включає наступні індикатори:

- температура прісної води на виході дизеля більш 90°C;
- температура змащувального масла (SAE40) до масляного холодильника більш 75°C;
- тиск змащувального масла менше 1,5 бар;
- температура відпрацьованих газів за турбіною газотурбонагнітача більш 465°C;
- тиск пускового повітря менше 8 бар;

- відмова пуску дизеля (3 невдалі спроби пуску);
- низький рівень масла у витратній цистерні;
- низький рівень палива у витратній цистерні.

Останній сигнал поступає в АПС дизеля з єдиної паливної системи судна.

Система захисту дизеля (СЗ) включає наступні датчики:

- температура прісної води на виході дизеля більш 95°C;
- тиск масла менше 1,1 бар;
- частота обертання колінчастого валу двигуна більше 110% від номінальної.

По сигналах цих датчиків СЗ відключає ГА і зупиняє двигун шляхом припинення подачі палива, а у разі зупинці за перевищенням швидкості також припиняється подача наддувочного повітря. Активізація (включення) СЗ проводиться досягши швидкості обертання дизеля 60% від номінальної. Відновлення (Reset) СЗ після спрацьовування проводиться натисненням кнопки “Reset”.

1.11. ПРИВІД ВАЛОГЕНЕРАТОРА

Привід валогенератора (ВГ) призначений для приводу ВГ від головного двигуна (ГД).

Привід ВГ складається з редуктора-мультиплікатора, що підвищує частоту обертання, еластичної муфти з пневмоприводом і ВГ.

Система керування приводом ВГ, розташована на пульті ЦПУ, включає кнопки включення – виключення муфти (подачі – відключення управляючого повітря).

Включення муфти повинне проводитися при частоті обертання ГД, відповідній найменшому або малому ходу судна.

Система контролю приводу ВГ включає наступні прилади і індикатори:

- манометр тиску масла в редукторі;
- вимірник температури масла в редукторі;
- вимірник швидкості обертання ротора ВГ;
- індикатор готовності муфти до включення (тиск масла в редукторі більше 2 бар; температура більше 30°C);
- індикатор готовності ВГ до синхронізації (відхилення швидкості обертання ВГ знаходиться в межах 5% від номінальної і збудження генератора включено).

АПС приводу ВГ включає наступні індикатори:

- індикатор несправності муфти (відмова включення або роз'єднування муфти);
- індикатор неприпустимо низької швидкості обертання ротора ВГ (швидкість обертання ротора ВГ менше 90% від номінальної).

СЗ включає наступні датчики:

- температура масла в редукторі більше 60°C;
- тиск масла менше 1,5 бар.

По сигналах цих датчиків СЗ відключає ГА, відключає (роз'єднує) муфту і виводить редуктор із зачеплення з ВГ. Активізація (включення) СЗ проводиться при досягненні швидкості обертання ротора ВГ до 60% від номінальної. Відновлення СЗ після спрацьовування проводиться натисненням кнопки "Reset".

1.12. АВАРІЙНИЙ ДИЗЕЛЬ

Аварійний дизель призначений для приводу аварійного генератора. У якості аварійного дизеля використовується нереверсивний дизель із середньою частотою обертання з турбонаддувом, працюючий на легкому паливі. Потужність аварійного дизеля визначається потужністю електроенергетичної установки судна.

Дизель аварійного агрегату складається з власне дизеля і систем, що його обслуговують. До них відносяться:

- система керування дизелем;
- система змащування;
- паливна система;
- система охолодження прісною водою;
- система охолодження забортною водою.

Всі ці системи є автономними.

Електростанція судна з ГД із малою частотою обертання має аварійний дизель потужністю 92,7 кВт ($n=1000\text{об/хв.}$).

Система керування дизеля АДГ складається з:

- системи ДАК, що включає підсистеми пуску і зупинки;
- регулятора частоти обертання дизеля (РЧО);
- системи захисту дизеля;
- системи АПС.

Дизель аварійного агрегату знаходиться в приміщенні що опалюється з температурою не нижче 25-30°C, тому попередній прогрів і періодичне прокачування змащувального масла не потрібні.

Пуск дизеля проводиться при умові зникненні напруги на ГРЩ (напруга менше 300В ($0,75U_{ном}$) протягом 3с). Для дизеля аварійного генератора передбачений пуск електростартером. Повністю заряджена акумуляторна батарея забезпечує 5 послідовних пусків. Дизель зупиняється після відключення ГА, який у свою чергу, відключається при появі напруги на шинах ГРЩ більше 340В. При зупинці дизель виводиться на 80% від номінальній швидкості обертання і втримується на цій частоті протягом 1 хвилини. Потім двигун зупиняється шляхом відсічення подачі палива. У разі трьох невдалих спроб пуску автоматичний пуск блокується.

Невдалою спробою пуску вважається ситуація, коли:

- дизель після пуску не набирає за 15 с 20% номінальної частоти обертання колінчастого валу;
- дизель після подачі палива зупиняється;

- дизель після подачі палива за 15 с не набирає 80% номінальної частоти обертання колінчастого валу.

Система контролю роботи дизеля включає наступні прилади:

- вимірник частоти обертання;
- манометр тиску масла в останній змащувальній крапці;
- манометр тиску прісної води на вході в дизель;
- манометр тиску в контурі охолоджуючої заборотної води.

АПС включає наступні максимальні і мінімальні індикатори:

- готовність до пуску (напруга АБ більш 21,5В);
- напруги в системі автоматики менше 21В;
- тиск змащувального масла менше 1,5 бар;
- відмова пуску дизеля (три невдалі спроби пуску);
- температура прісної води на виході дизеля більш 90°C;
- низький рівень масла; низький рівень палива у витратній цистерні;
- температура змащувального масла (SAE40) до масляного холодильника більш 75°C;
- температура відпрацьованих газів за турбіною газотурбонагнітача більш 465°C.

Система захисту включає:

- датчик мінімального тиску масла (тиск змащувального масла менше 0,8 бар);
- датчик максимальної швидкості обертання двигуна (швидкість обертання двигуна більше 110% від номінальної).

По сигналах цих датчиків СЗ відключає ГА і зупиняє двигун шляхом припинення подачі палива, а у разі зупинки по перевищенню швидкості також припиняється подача повітря. Активізація (включення) СЗ проводиться після досягнення швидкості обертання дизеля 60% від номінальної. Відновлення СЗ після спрацьовування проводиться натисненням кнопки "Reset".

2. ПАНЕЛІ КЕРУВАННЯ ТРЕНАЖЕРА

Органи керування СЕЕС, індикатори, аварійна сигналізація розподілені по системах на декількох екранних сторінках тренажера, також на окремих сторінках представлена схема головного струму і зведена інформація про спрацювання аварійно-попереджувальної сигналізації по всіх системах.

2.1. ПАНЕЛЬ “ДИЗЕЛЬ ГЕНЕРАТОР 1 (2)” (DG 1 (2))

Зовнішній вигляд сторінки “дизель-генератор 1”, реалізованої в тренажері рис. 2

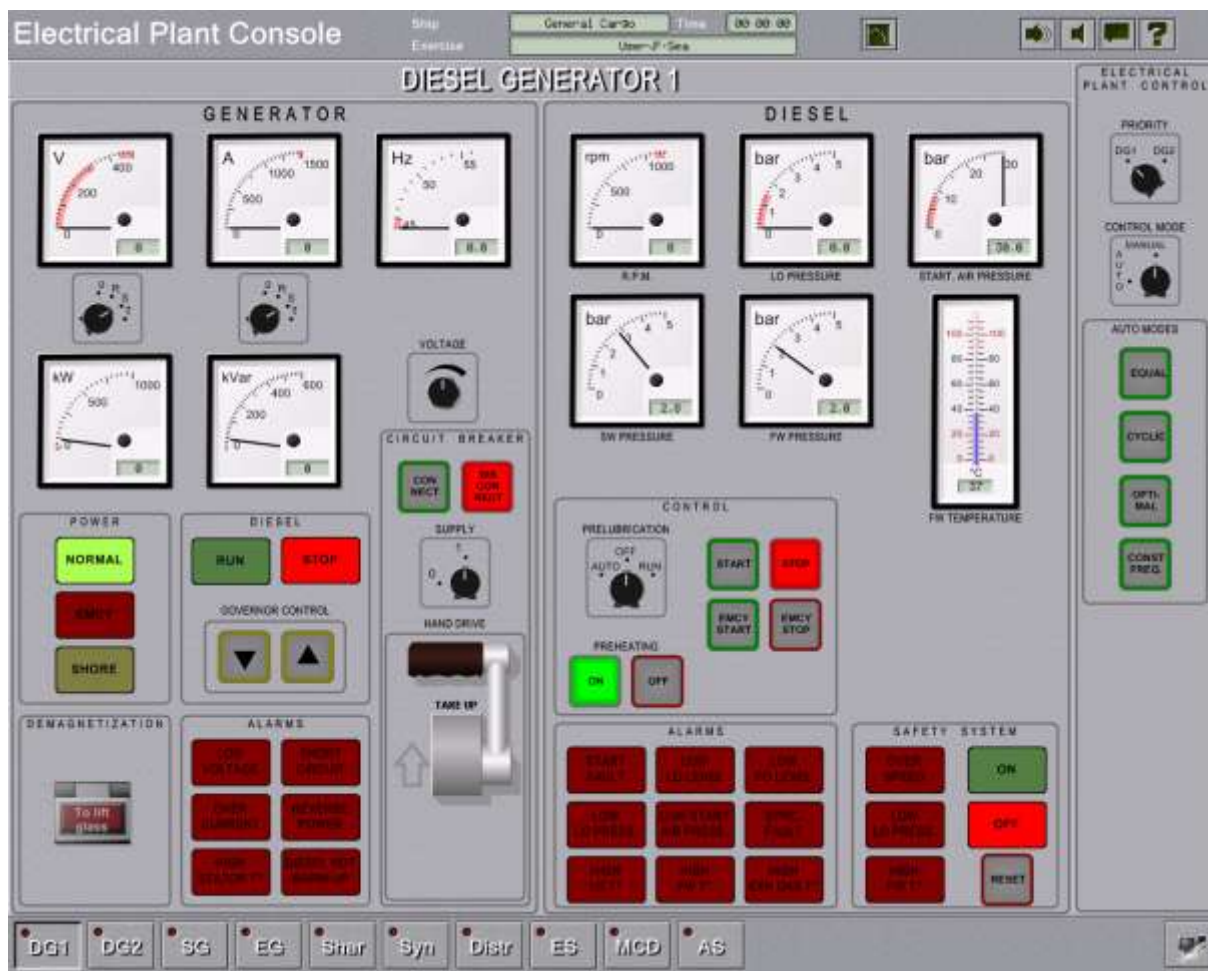


Рис. 2. Вікно сторінки тренажера “Дизель генератор 1”

Панель керування СЕЕС (Electric Plant Control)

Панель керування СЕЕС (Electric Plant Control) призначена для завдання режиму роботи СЕЕС.

До складу панелі керування входять:

- перемикач режиму керування (CONTROL MODE);
- перемикач пріоритету включення дизель-генератор (PRIORITY);

- кнопки вибору сумісного режиму роботи генераторних агрегатів СЕЕС при автоматичному режимі її керування (AUTO MODES – EQUAL, OPTIMAL, CYCLIC, CONST FREQ).

Перемикач стану станції (CONTROL MODE) призначений для переходу з ручного керування СЕЕС на автоматичне керування і назад.

Перемикач “CONTROL MODE” має два положення:

- AUTO – автоматичний режим керування станцією;
- MANUAL – ручний режим керування станцією.

Перемикач пріоритету (PRIORITY) включення дизель-генераторів призначений для вибору пріоритетного (того, котрий стартує першим) дизель-генератора (ДГ1 або ДГ2) при роботі СЕЕС в автоматичному режимі.

Перемикач “PRIORITY” має два положення:

- DG1 – пріоритетним вибраний дизель-генератор 1;
- DG2 – пріоритетним вибраний другий дизель-генератор 2.

Кнопки вибору режимів автоматичного керування СЕЕС (AUTO MODES) призначені для вибору режиму завантаження генераторів в автоматичному режимі (тобто, кнопки активні тільки у разі, коли вибраний автоматичний режим роботи СЕЕС).

Система автоматичної роботи електростанції може знаходитися наступних режимах:

- EQUAL – режим рівних потужностей, тобто режим в якому генератори завантажені рівномірно;
- OPTIMAL – режим оптимального завантаження генераторів. В цьому режимі пріоритетний генератор завантажений більше, ніж не пріоритетний;
- CYCLIC – режим циклічного завантаження. В цьому режимі генератори завантажені також, як і в режимі OPTIMAL, але пріоритет генераторів міняється відповідно до встановленого періоду;
- CONST FREQ. – режим постійної частоти. В цьому режимі генератори рівномірно розподіляють навантаження при більш точній стабілізації частоти струму в межах (49-50)Гц. В цьому режимі регулятор частоти обертання (РЧО) пріоритетного ДГ забезпечує стабілізацію частоти, а РЧО залишився ДГ забезпечує розподіл навантаження.

Панель керування дизелем дизель-генератора (DISEL)

Панель керування дизеля (DISEL) призначена для:

- контролю над параметрами дизеля;
- передпускового прогрівання дизеля;
- передпусковий помпування дизеля маслом;
- пуску дизеля (штатного і екстреного);
- зупинки дизеля (штатної і екстреної).

Для виконання даних функцій панель містить:

- органи керування дизеля;
- прилади контролю стану дизеля;
- систему АПС;

- систему захисту (C3).

Панель керування системами дизеля містить:

- перемикач режиму керування попереднім прокачуванням масла (PRELUBRICATION) – режими Off – Auto – Run;
- кнопки керування попереднім прогріванням дизеля (PREHEATING) – On-Off;
- кнопки штатного і екстреного пуску дизеля – Start і Emergency Start і кнопки штатної і екстреної зупинки дизеля – Stop і Emergency Stop.

Перемикач режиму попереднього прокачування масла (PRELUBRICATION) призначений для встановлення режиму роботи електричного насоса попереднього прокачування і має три положення: OFF, RUN, AUTO. Для завдання режиму роботи насоса попереднього прокачування необхідно за допомогою миші перевести перемикач в бажане положення:

- в режимі OFF – насос попереднього прокачування масла не працює;
- в режимі RUN – насос попереднього прокачування масла включається і доводить тиск масла до 2.5 Bar;
- в режимі AUTO – насос попередньої прокачування працює періодично (прокачує масло 5 хвилин з перервою в 20 хвилин).

Кнопки керування попереднім прогріванням дизеля (PREHEATING) призначені для керування попереднім прогріванням дизеля. Кнопка “ON” забезпечує відкриття відсічного клапана прісної води і підключення системи охолоджуючої прісної води дизеля до єдиної (з головним двигуном) системи охолоджуючої прісної води. Кнопка “OFF” призначена для закриття відсічного клапана.

Пуск і зупинка дизеля здійснюється чотирма кнопками.

Для штатного (нормального) пуску дизеля необхідно натиснути кнопку “START”. При цьому, якщо тиск в масляній системі нижче 2.0 Bar, то перед подачею пускового повітря буде включений електричний насос попереднього прокачування. Після досягнення вказаного тиску проводиться пуск дизеля. Для здійснення екстреного пуску дизеля необхідно натиснути кнопку “EMCY START”. При цьому пуск дизеля відбудеться без перевірки початкового тиску масла і дизель вийде на номінальні обороти за мінімальний час.

Штатна зупинка дизеля проводиться клавішею “STOP” тільки при відключеному генераторному автоматі (ГА). При штатній зупинці дизель виводиться на 80% номінальній швидкості обертання і втримується на цій частоті 1 хвилину. Потім двигун зупиняється шляхом відсічення подачі палива. Екстрена зупинка дизеля проводиться кнопкою “EMCY STOP”, при цьому автоматично відключається ГА і проводиться негайне відсічення палива. Кнопки “EMCY START”, “EMCY STOP” мають вищий пріоритет. При включенні спочатку кнопки “START”, а потім “EMCY START”, пуск дизеля здійсниться за програмою Emergency START з моменту натиснення кнопки “EMCY START”. В цьому випадку повернення до програми штатного пуску не можливе. Аналогічно працюють кнопки “STOP” і “EMCY STOP”. Панель системи захисту дизеля Система захисту (C3) дизеля (SAFETY SYSTEM) служить для захисту дизеля від поломок.

Включення (взвод) СЗ відбувається після запуску дизеля при наборі їм частоти обертання колінчастого валу 60% від номінальної. Стан системи захисту контролюється індикаторами ON (система зведена і готова до роботи) і OFF (система відключена або спрацювала). При спрацюванні системи захисту вона здійснює аварійну зупинку дизеля. При цьому подається звуковий сигнал, після чого система блокує повторні пуски дизеля. Розблокувати систему захисту після спрацювання можна кнопкою “RESET”.

Система захисту спрацює за наступних умов:

- обороти допоміжного дизеля вище 110% від номіналу (індикатор OVER SPEED);
- тиск змащувального масла в останній змащувальній крапці нижче 1,5 Bar (індикатор LOW LO PRESS);
- температура прісної води в системі охолодження на виході з дизеля вище 95°C (індикатор HIGH FW T°).

Прилади контролю стану дизеля

Прилади контролю стану дизеля служать для контролю значень найважливіших параметрів працюючого або зупиненого дизеля і включають:

- тахометр **R.P.M** – показує обороти дизеля (об/хв.);
- манометр **LO Pressure** – показує тиск масла в останній змащувальній крапці (Bar);
- манометр **Starting Air Pressure** – показує тиск в магістралі пускового повітря на вході в двигун (Bar);
- манометр **FW Pressure** – показує тиск прісної води на вході в дизель;
- манометр **SW Pressure** – показує тиск в контурі охолоджуючої забортної води (Bar);
- термометр **FW Temperature** – показує температуру прісної води після дизеля (°C).

Панель індикаторів системи АПС дизеля (ALARMS)

Індикатори АПС указують користувачу на те, що якісь параметри роботи дизеля вийшли за межі робочого діапазону.

АПС дизеля працює тільки у разі роботи самого дизеля (за винятком індикатора мінімального тиску пускового повітря) і включає наступні індикатори:

- SYNC. FAULT – неможливість синхронізації в автоматичному режимі більше 2 хвилини (поступає від системи автоматичного керування синхронізацією);
- LOW LO PRESS. – тиск змащувального масла нижче 2 Bar;
- LOW START AIR PRESS. – тиск пускового повітря нижче 8 Bar;
- HIGH LO T° – температура масла на виході з дизеля і до охолоджувача масла більш 75°C;

- HIGH EXH. GAS T° – температура відпрацьованих газів за турбіною газотурбонагнітача більш 465°C;
 - LOW LO LEVEL – низький рівень змащувального масла у витратній цистерні;
 - LOW FO LEVEL – низький рівень палива у витратній цистерні (сигнал поступає в АПС дизеля з тренажерного модуля дизельної пропульсивної установки судна);
 - START FAULT – відмова пуску дизеля (дизель за 15 с не набирає 20% номінальної швидкості при роботі на пусковому повітрі або дизель після подачі палива зупиняється або дизель не набирає 80% номінальних оборотів за 15 с);
 - HIGH FW T° – температура прісної води на виході з дизеля більш 90°C.
- При виході контрольованих параметрів за межі робочого діапазону відповідні індикатори (одночасно із звуковою сигналізацією) починають мигати, повідомляючи про то, що виникли (і ще не «сквітовані») сигнали системи АПС. Після «квітування» звуковий сигнал знімається, але індикатори або продовжують горіти постійним світлом (якщо причина, спрацьовування АПС присутня – параметр як і раніше знаходиться зовні робочого діапазону), або гаснуть (якщо причина спрацьовування АПС зникла – параметр повернувся в робочий діапазон).

Генераторна секція ГРЩ (GENERATOR)

Генераторна секція ГРЩ призначена для:

- підключення генератора на шини електростанції;
- регулювання частоти електричного струму;
- керування напруженням генератора.

Для виконання даних функцій на панелі знаходяться:

- органи керування генератором і допоміжним дизелем;
- органи аварійного керування генератором;
- прилади контролю електричних параметрів;
- панель АПС генератора;
- панель СЗ генератора.

Генераторний автомат

Генераторний автомат (ГА) (CIRCUIT BREAKER) призначений для підключення генератора на шини СЕЕС і захисту генератора. Керування ГА складається з вмикача живлення (SUPPLY), кнопок включення/виключення ГА з підсвічуванням (CONNECT/DISCONNECT) і рукоятки ручного взводу пружини (HAND DRIVE). Вмикач живлення ГА (SUPPLY) може знаходитися в двох положеннях:

- 0 - на генераторний автомат живлення не подано;
- 1 - на генераторний автомат подано живлення.

Кнопки включення/виключення ГА “CONNECT” і “DISCONNECT”, активні тільки у разі, коли вимикач живлення знаходиться в положенні 1, в

іншому випадку горить підсвічування кнопки “DISCONNECT”. При перекладі вмикача живлення ГА (SUPPLY) з положення 1 в положення 0 відбувається відключення ГА (спалахує підсвічування кнопки “DISCONNECT”).

ГА автоматично вимикається (тобто генератор відключається від шин) в наступних випадках:

- лінійна напруга на клеммах генератора нижче 300В протягом 5с;
- має місце перевантаження генератора по струму (струм генератора більше $1.2I_{ном}$ протягом 60с);
- перевантаження генератора по струму в зоні короткого замикання (струм генератора більше $3I_{ном}$ протягом 0,4с);
- коротке замикання генератора (струм генератора більше $10I_{ном}$, спрацьовує без затримки часу);
- генератор перейшов в руховий режим (зворотний струм генератора більше $0.1I_{ном}$ протягом 10с).

ГА не може бути включений (блокується) за наявності живленні ГРЩ з берега.

У разі роботи СЕЕС в автоматичному режимі, ручне включення/виключення ГА блокується і підключення генератора на шини проводиться тільки автоматикою (при поданому на ГА живленні). ГА включається в два етапи: взвод пружин і включення.

Взвод пружин здійснюється або автоматично, після відключення ГА кнопкою “Disconnect”, вбудованим електродвигуном (автоматичний взвод) або уручну, після спрацьовування вбудованого захисту ГА, за допомогою рукоятки HAND DRIVE. В первинному, початковому стані ГА пружини не зведені і потрібен їх ручний взвод. Включення ГА можливо кнопкою “Connect” тільки після подачі на нього живлення і взводу його пружини.

Органи керування

Органи керування генератором і допоміжним дизелем включають:

- автомат “гасіння” магнітного поля (DEMAGNETIZATION) як елемент аварійного керування;
- керування регулятором частоти обертання (РЧО) дизеля (GOVERNOR CONTROL) – кнопки “Більше”/“Менше”;
- задатчик автоматичного регулятора напруги (APH) – рукоятка “VOLTAGE”.

Автомат “гасіння” поля (DEMAGNETIZATION) призначений для екстреного зниження напруги генератора, шляхом замикання обмотки збудження. Вимикач автомата обладнаний захисною кришкою (від випадкового натиснення), що відкривається клацанням лівої кнопки миші (To lift glass). Вимикач може натискувати, в цьому випадку обмотка збудження –замикається закоротко і магнітне поле збудження падає. Керування РЧО (GOVERNOR CONTROL) призначено для завдання і зміни частоти обертання колінчастого дизеля, а отже і частоти обертання ротора генератора. Цей же орган керування також використовується і системою розподілу активного навантаження між

паралельно працюючими генераторами. Контроль за зміною частоти здійснюється за допомогою частотоміра (Hz) на генераторній секції. Для зміни швидкості обертання дизеля (ручного розподілу активної потужності) служать кнопки-стрілки:

–▼ швидкість обертання дизеля плавно знижується до мінімальної ($0,9 \omega_{\text{ном}}$);

–▲ швидкість обертання дизеля плавно підвищується до максимальної ($1,1 \omega_{\text{ном}}$).

Керування РЧО від описаних кнопок блокується якщо електростанція працює в автоматичному режимі або при ручному режимі роботи електростанції вибраний режим автоматичної синхронізації.

Автоматичний регулятор напруги (АРН) призначений для керування величиною напруги працюючого генератора. Контроль напруги здійснюється за допомогою вольтметра (V) на генераторній панелі ГРЩ. Ручка задатчика напруги знаходиться також на генераторній панелі і дозволяє міняти напругу генератора від мінімального ($0,93U_{\text{ном}}$), до максимального ($1,07 U_{\text{ном}}$) та / або використовується при розподілі реактивного навантаження уручну.

Ручне керування АРН блокується якщо електростанція працює в автоматичному режимі.

Прилади контролю параметрів генератора

Прилади контролю параметрів генератора служать для визначення значень основних електричних параметрів генератора і включають:

- вольтметр V – показує напругу між фазами генератора залежно від положення перемикача фаз R-S-T;
- амперметр A – показує струм на кожній фазі генератора залежно від положення перемикача фаз R-S-T;
- частотомір Hz – показує частоту струму генератора;
- ватметр kW – виміряє активну потужність споживачів електричної енергії;
- вимірник реактивної потужності kVAr – виміряє реактивну потужність споживачів електричної енергії.

Індикатори стану дизеля і живлення шин СЕЕС

Індикатори призначені для контролю стану допоміжного дизеля (приводу генератора) і для контролю електричної енергії на шинах СЕЕС. Індикатори контролю (DIESEL) включають два індикатори – RUN і STOP.

Індикатор RUN спалахує, коли частота обертання дизеля досягає 80% від номіналу, в іншому випадку горить лампа STOP.

Індикатор живлення POWER призначений для вказівки джерела живлення шин ГРЩ і складається з трьох індикаторів – NORMAL, EMCY і SHORE (з трьох завжди горить тільки один індикатор).

Індикатор NORMAL указує, що шини ГРЩ живлять від дизель-генераторів або від валогенератора.

Індикатор EMCY указує, що живлять тільки шини АРЩ від АДГ.

Індикатор SHORE указує, що електроживлення здійснюється з берега (берегове живлення).

Панель індикаторів АПС і СЗ генератора (ALARMS)

Індикатори панелі АПС указують користувачу на те, які параметри роботи генератора вийшли за межі робочого діапазону. Система АПС і СЗ генератора включається досягши 90% номінальної частоти обертання генератора із затримкою за часом 25с.

Панель АПС генератора включає наступні індикатори:

- LOW VOLTAGE – напруга на шинах дизеля нижче 320В (0,8 $U_{ном}$) протягом 1с;
- OVER CURRENT – струм генератора більше $I_{ном}$ 1с;
- SHORT CIRCUIT – коротке замикання (струм генератора більше 3 $I_{ном}$ протягом 0.1с);
- HIGH STATOR T° – температура статора вище 65°C протягом 30с;
- REVERSE POWER – зворотна потужність більш 0,08 $P_{ном}$ протягом 1с;
- DIESEL NOT WARM-UP – дизель запущений, але температура прісної води на виході з дизеля менш 35°C.

СЗ генератора відключає ГА при виході параметрів за встановлені межі. При виході контрольованих параметрів за межі робочого діапазону відповідні індикатори, одночасно із звуковою сигналізацією, починають мигати, повідомляючи про виниклих і ще не сквітованих сигналах системи АПС. Після квітування знімається звуковий сигнал, а індикатори або починають горіти постійним світлом, якщо причина спрацьовування АПС присутня (параметр як і раніше знаходиться зовні робочого діапазону), або гаснуть, якщо причина спрацьовування АПС зникла (параметр повернувся в робочий діапазон).

2. 2 Панель “Валогенератор” (SG)

Зовнішній вигляд сторінки “валогенератор”, реалізованої в тренажері
рис. 3

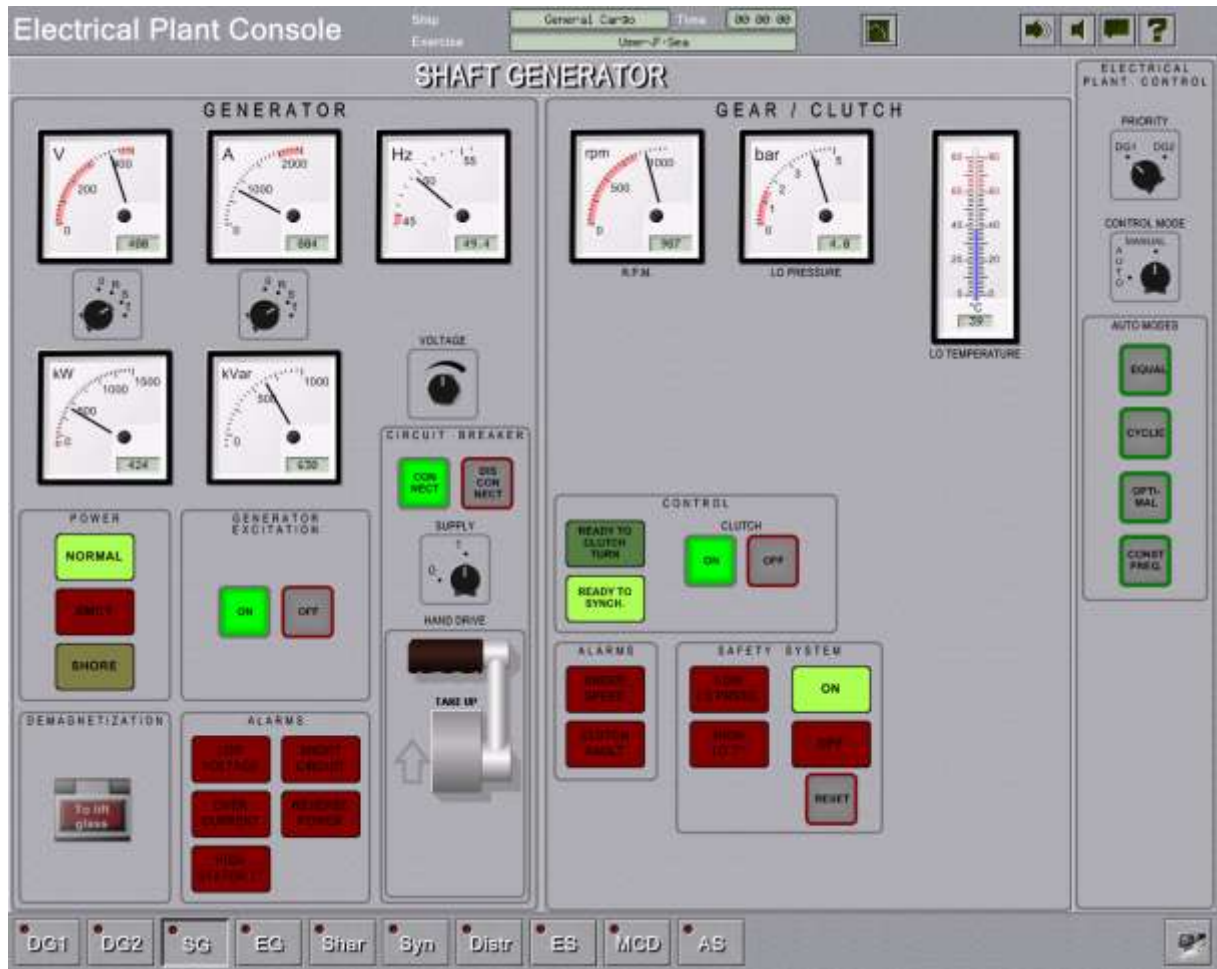


Рис. 3. Вікно сторінки тренажера “Валогенератор”

Панель керування СЕЕС (Electric Plant Control)

Панель керування СЕЕС (Electric Plant Control) така ж, як і для дизель-генераторів 1, 2.

Панель керування приводом валогенератора (GEAR CLUTCH)

Панель керування приводом валогенератора (ВГ), призначена для з'єднання і від'єднання муфти і контролю стану редуктора.

Панель керування містить:

- кнопки включення/виключення муфти;
- індикатори і прилади контролю стану муфти і редуктора;
- індикатори АПС;
- панель системи захисту.

Панель керування (Control)

Панель керування приводом ВГ містить:

- кнопки керування з'єднанням муфти (**CLUTCH – ON, CLUTCH – OFF**);
- індикатор готовності муфти до включення (**READY TO CLUTCH TURN**);
- індикатор готовності ВГ до синхронізації (**READY TO SYNCH.**).

Кнопки керування з'єднанням муфти призначені для включення і виключення (подачі/відключення управляючого повітря) муфти ВГ. Керування здійснюється двома кнопками (“ON”) і (“OFF”). У разі натиснення кнопки “ON муфта” буде сполучена. У разі натиснення кнопки “OFF муфта” буде роз'єднана і редуктор виводиться з того, що зачіпляє з валогенератором. Підключення муфти можливо після активізації індикатора READY TO CLUTCH TURN (при тиску масла в редукторі більше 2 Bar та температурі масла більш 30°C). Індикатор READY TO SYNCH. спалахує, коли відхилення швидкості обертання редуктора знаходиться в межах 5% від номінальної і збудження ВГ включено.

Панель системи захисту (C3) редуктора ВГ (SAFETY SYSTEM)

C3 редуктора валогенератора служить для захисту його від поломок при роботі. Включення (взвод) системи відбувається при досягненні швидкості обертання ротора ВГ до 60% від номінальної. Стан системи захисту контролюється індикаторами ON (система зведена і готова до роботи), OFF (система захисту відключена або спрацювала). При спрацьовуванні системи захисту вона здійснює від'єднання муфти і від'єднання редуктора від валу ГД. При цьому подається звуковий сигнал, після чого система блокує повторні з'єднання муфти. Розблокувати систему захисту після спрацьовування можна кнопкою “RESET”.

Система захисту спрацьовує в наступних умовах:

- тиск змащувального масла в редукторі нижче 2 Bar (індикатор LOW LO PRESS.);
- температура змащувального масла в редукторі вище 65°C (індикатор HIGH LO T°).

Прилади контролю стану приводу валогенератора

Прилади контролю приводу валогенератора служать для контролю значень основних параметрів і включають:

- тахометр R.P.M – показує обороти редуктора (об/хв.);
- манометр LO Pressure – показує тиск масла в редукторі (Bar);
- термометр Oil Temperature – показує температуру змащувального масла в редукторі (°C).

Панель АПС приводу валогенератора (ALARMS)

Індикатори АПС указують користувачу на те, що якісь параметри вийшли за межі робочого діапазону. Панель АПС містить наступні індикатори:

- UNDER SPEED – швидкість обертання редуктора нижче 90% від номінальної;
- CLUTCH FAULT – індикатор відмови включення муфти або роз'єднування муфти.

При виході параметрів, що контролюють за межі робочого діапазону, починають мигати відповідні індикатори (одночасно із звуковою сигналізацією), повідомляючи про те, що виниклі і ще не сквітовані сигнали системи АПС. Після квітування знімається звуковий сигнал, а індикатори або починають горіти постійним світлом (якщо причина спрацьовування АПС присутня – параметр як і раніше знаходиться зовні робочого діапазону), або гаснуть (якщо причина спрацьовування АПС зникла – параметр повернувся у робочий діапазон).

Валогенераторна секція ГРЩ (GENERATOR)

Валогенераторна секція ГРЩ призначена:

- для підключення ВГ на шини електростанції;
- управління напругою генератора.

Для виконання даних функцій на панелі знаходяться:

- органи керування генератором і його приводом;
- органи аварійного керування генератором;
- прилади контролю електричних параметрів;
- панель АПС генератора;
- панель СЗ генератора.

Генераторний автомат

Генераторний автомат (ГА) (CIRCUIT BREAKER) призначений для підключення генератора на шини СЕЕС і захисту генератора. Керування ГА складається з вмикача живлення ГА (SUPPLY), кнопок включення/виключення ГА з підсвічуванням (CONNECT/DISCONNECT) і рукоятки ручного взводу пружини автомата (HAND DRIVE). Вмикач живлення ГА (SUPPLY) може знаходитися в двох положеннях:

- 0 – на генераторний автомат живлення не подано;
- 1 – на генераторний автомат подано живлення.

Кнопки включення/виключення CONNECT і DISCONNECT активні тільки у тому разі, коли вмикач живлення знаходиться в положенні 1. В іншому випадку горить підсвічування кнопки “DISCONNECT”. При переключенні вмикача живлення ГА (SUPPLY) з положення 1 в положення 0 відбувається відключення ГА (спалахує підсвічування кнопки “DISCONNECT”). ГА

автоматично вимикається (тобто генератор відключається від шин) в наступних випадках:

- лінійна напруга на клеммах генератора нижче 300V протягом 5с;
- перевантаження генератора по струму (струм генератора більше 1,2I_{ном} протягом 60с);
- перевантаження генератора по струму в зоні короткого замикання (струм генератора більше 3I_{ном} протягом 0,4с);
- коротке замикання генератора (струм генератора більше 10I_{ном}, спрацьовує без затримки часу);
- генератор перейшов в руховий режим (зворотний струм генератора більше 0,1I_{ном} протягом 10с).

ГА не може бути включений (блокується) за наявності живлення ГРЩ з берега.

У разі роботи СЕЕС в автоматичному режимі, ручне включення/виключення ГА блокується і підключення генератора на шини проводиться тільки автоматикою (при поданому на ГА живленні). ГА включається у два етапи: взвод пружин і включення.

Взвод пружин здійснюється або автоматично (після відключення ГА кнопкою “Disconnect”) вбудованим електродвигуном (автоматичний взвод) або уручну, (після спрацьовування вбудованого захисту ГА) за допомогою рукоятки HAND DRIVE. У початковому стані ГА пружини не зведені і потрібен їх ручний взвод.

Органи керування валогенератором:

- автомат “гасіння” магнітного поля (**DEMAGNETIZATION**) як елемент аварійного керування;
- кнопки включення/виключення збудження генератора (**GENERATOR EXCITATION**);
- датчик автоматичного регулятора напруги (APH) – рукоятка (**VOLTAGE**).

Автомат “гасіння” поля (**DEMAGNETIZATION**) призначений для екстреного зниження напруги генератора, шляхом замикання обмотки збудження. Вимикач автомата обладнаний захисною кришкою (від випадкового натиснення), котра відкривається клацанням лівої кнопки миші (To lift **glass**). **Вимикач** може натискувати, в цьому випадку обмотка збудження закорачується і магнітне поле збудження падає. Кнопки включення/виключення збудження (**GENERATOR EXCITATION**) **призначені** для подачі/зняття напруги з обмотки збудження ВГ.

Автоматичний регулятор напруги (APH) призначений для керування величиною напруги працюючого генератора. Контроль напруги здійснюється за допомогою вольтметра (V) на генераторній панелі ГРЩ. Ручка датчика напруги знаходиться також на генераторній панелі і дозволяє міняти напругу генератора від мінімального (0,93U_{ном}), до максимального (1,07 U_{ном}) значень, та / або використовується при розподілі реактивного навантаження уручну.

Ручне керування АРН блокується якщо електростанція працює в автоматичному режимі.

Прилади контролю роботи валогенератора

Прилади контролю ВГ служать для визначення значень найважливіших параметрів генератора і включають:

- вольтметр V – показує напругу між фазами генератора залежно від положення перемикача фаз R-S-T;
- амперметр A – показує струм на кожній фазі генератора в залежності від положення перемикача фаз R-S-T;
- частотомір Hz – показує частоту струму генератора;
- ватметр kW – виміряє активну потужність споживачів електричної енергії;
- вимірник реактивної потужності kVAr – виміряє реактивну потужність споживачів електричної енергії.

Індикатори напруги на ГРЩ (POWER)

Індикатор живлення POWER призначений для вказівки джерела живлення шин ГРЩ і складається з трьох індикаторів – NORMAL, EMCY і SHORE (з трьох завжди горить тільки один індикатор).

Індикатор NORMAL указує, що електроживлення здійснюється від дизель-генераторов або валогенератора.

Індикатор EMCY указує, що електроживлення здійснюється від АДГ.

Індикатор SHORE указує, що електроживлення здійснюється з берега (берегове живлення).

Панель індикаторів АПС і СЗ генератора (ALARMS)

Індикатори панелі АПС указують користувачу на те, які параметри роботи генератора вийшли за межі робочого діапазону. Системи АПС і СЗ валогенератора активізуються досягнення швидкості обертання ВГ 90% номінальної, через 25 с після включення збудження ВГ.

АПС генератора включає наступні індикатори:

- LOW VOLTAGE – напруга на шинах дизеля нижче 320В (0,8 $U_{ном}$) протягом 1с;
- OVER CURRENT – струм генератора більше $I_{ном}$ протягом 1с;
- SHORT CIRCUIT – коротке замикання (струм генератора більше 3 $I_{ном}$ протягом 0,1с);
- HIGH STATOR T° – температура статора вище 65°C протягом 30с;
- REVERSE POWER – зворотна потужність більш 0,08 $P_{ном}$ протягом 1с.

Система захисту відключає ВГ при виході параметрів за встановлені межі.

При виході контрольованих параметрів за межі робочого діапазону відповідні індикатори починають мигати (одночасно із звуковою сигналізацією), повідомляючи про виниклі і ще не сквітовані сигнали системи АПС. Після квітування знімається звуковий сигнал, а індикатори або продовжують горіти постійним світлом (якщо причина спрацьовування АПС присутня – параметр як і раніше знаходиться зовні робочого діапазону), або гаснуть (якщо причина спрацьовування АПС зникла – параметр повернувся в робочий діапазон).

2.3. ПАНЕЛЬ “АВАРІЙНИЙ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОР” (EG)

Зовнішній вигляд сторінки “аварійний дизель-генератор”, що реалізована на тренажері, наданий на рис. 4

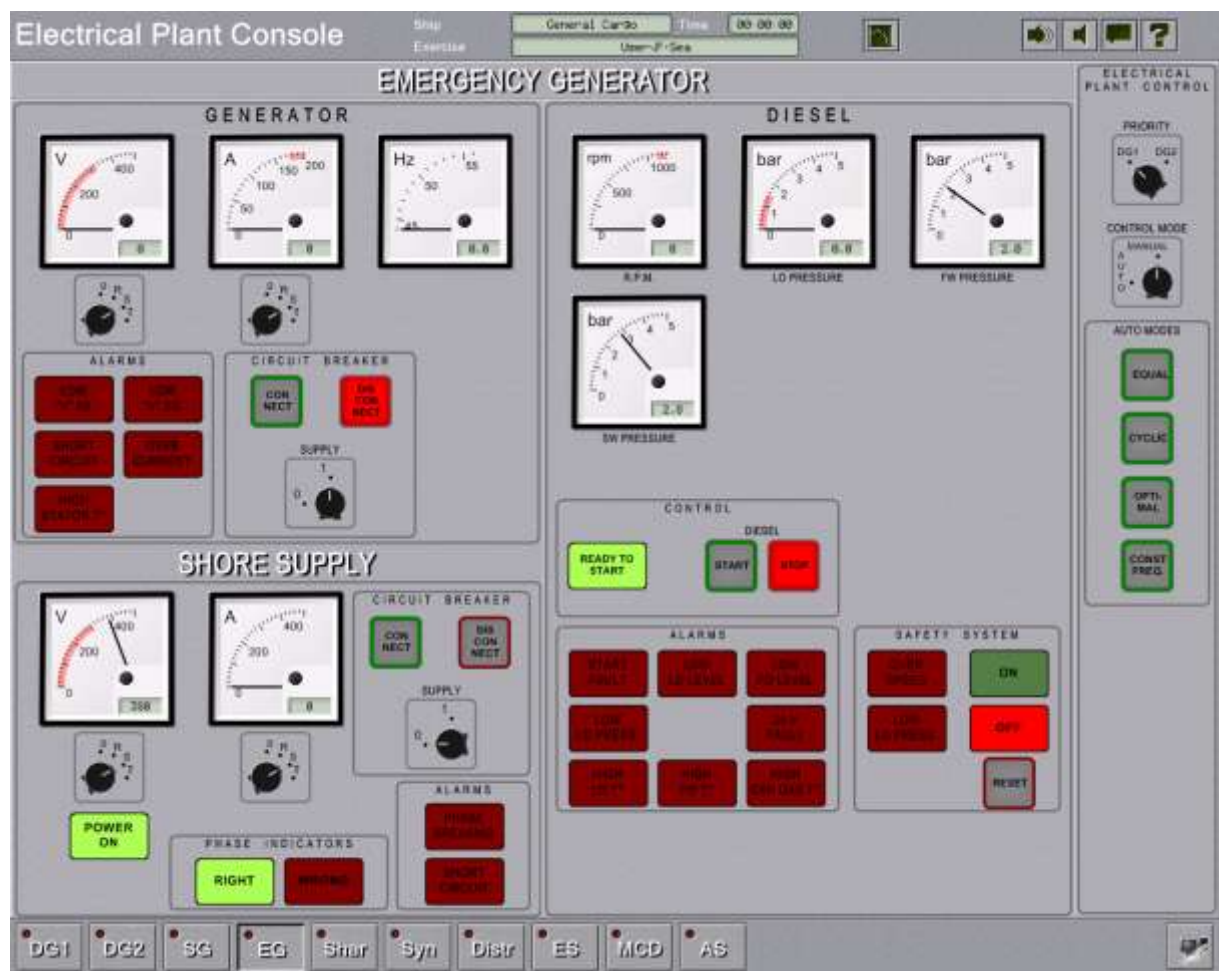


Рис. 4. Вікно сторінки тренажера “Аварійний дизель-генератор”

Панель керування дизелем аварійного дизель-генератора

Панель керування дизелем аварійного дизель-генератора призначена для керування дизелем і контролю його роботи.

Для виконання даних функцій панель містить в собі:

- органи керування дизеля;
- прилади контролю за параметрами дизеля;
- панель АПС;
- панель системи захисту (СЗ).

Панель керування дизелем аварійного генератора (**CONTROL**) містить:

- кнопки «пуск / зупинка» дизеля (**“START/STOP”**); індикатор готовності дизеля аварійного генератора до пуску (**READY TO START**).

Індикатор готовності дизеля до пуску активізується тоді, коли напруга пускової батареї більше 21.5 В.

Панель системи захисту дизеля (SAFETY SYSTEM)

СЗ дизеля служить для захисту дизеля від поломок при його роботі.

Включення (взвод) СЗ відбувається при наборі дизелем частоти більше, ніж 60% від номінальної. Стан системи захисту контролюється індикаторами ON (система зведена і готова до роботи), OFF (система відключена або спрацювала). При спрацюванні системи захисту вона здійснює аварійну зупинку дизеля. При цьому подається звуковий сигнал, після чого система блокує повторні пуски дизеля. Розблокувати систему захисту після спрацювання можна кнопкою **“RESET”**.

Система захисту активізується за наступних умов:

- обороти допоміжного дизеля перевищили 110% від номінальних оборотів (індикатор OVER SPEED);
- тиск змащувального масла в останній змащувальній крапці нижче 0,8 Bar (індикатор LOW LO PRESS).

Прилади контролю параметрів дизеля

Прилади служать для контролю значень основних параметрів працюючого або зупиненого дизеля і включають:

- тахометр R.P.M – показує обороти колінчастого валу дизеля (об/хв.);
- манометр LO Pressure – показує тиск масла в останній змащувальній крапці (Bar);
- манометр FW Pressure – показує тиск прісної води на вході в дизель;
- манометр SW Pressure – показує тиск у контурі охолоджуючої заборотної води (Bar).

Панель системи АПС дизеля (ALARMS)

Індикатори АПС указують користувачу на те, що якісь параметри роботи дизеля вийшли за межі робочого діапазону.

АПС дизеля активна тільки при його роботі (за винятком індикатора мінімальної напруги пускової (аккумуляторної) батареї) і включає наступні індикатори:

- 24V FAULT – напруга в системі автоматики менше 21В;

- LOW LO PRESS. – тиск змащувального масла нижче 2 Bar;
- HIGH LO T° – температура змащувального масла до охолоджувача масла більш 75°C;
- HIGH EXH. GAS T° – температура відпрацьованих газів за турбіною газотурбонагнітача більш 465°C;
- LOW LO LEVEL – низький рівень масла у витратній цистерні;
- LOW FO LEVEL – низький рівень палива у витратній цистерні;
- START FAULT – відмова пуску дизеля (відбулося 3 невдалих спроби пуску). Спроба вважається невдалою, якщо дизель за 15 с не набирає 20% номінальної частоти обертання при запуску електростартером, або дизель після подачі палива зупиняється, або дизель не набирає 80% номінальної частоти обертання за 15 с;
- HIGH FW T° – температура прісної води на виході дизеля більш 90°C.

При виході контрольованих параметрів за межі робочого діапазону відповідні індикатори починають мигати, одночасно із звуковою сигналізацією, повідомляючи про те, що виникли і ще не «сквітовані» сигнали системи АПС. Після квітування знімається звуковий сигнал, а індикатори або починають горіти постійним світлом, якщо причина спрацьовування АПС присутня (параметр як і раніше знаходиться зовні робочого діапазону), або гаснуть, якщо причина спрацьовування АПС зникла (параметр повернувся в робочий діапазон).

Аварійний розподільний щит (АРЩ).

Секція Аварійного генератора призначена:

- для підключення аварійного генератора (АГ) на шини АРЩ;
- для контролю за роботою АГ.

Для виконання даних функцій на панелі знаходяться:

- прилади контролю стану АГ;
- індикатори АПС і СЗ АГ.

Генераторний автомат

ГА (CIRCUIT BREAKER) призначений для підключення генератора на шини СЕЕС і захисту генератора від аварії. Керування ГА складається з вмикача живлення ГА (SUPPLY) і кнопок «включення/виключення» ГА з підсвічуванням (“CONNECT”, “DISCONNECT”). Вмикач живлення ГА (SUPPLY) може знаходитися в двох положеннях:

- 1 – на генераторний автомат подане живлення;
- 0 – генераторний автомат знеструмлений.

Кнопки «включення/виключення» ГА “CONNECT” і “DISCONNECT”, активні тільки у разі, коли вимикач живлення стоїть у положенні «1». В іншому випадку горить кнопка DISCONNECT. При переводі вмикача живлення ГА (SUPPLY) з положення «1» в положення «0» відбувається автоматичне

відключення ГА (горить кнопка “DISCONNECT”). ГА автоматично вимикається (АГ відключається від шин) в наступних випадках:

- лінійна напруга на клеммах генератора нижче 300V протягом 6с;
- перевантаження генератора по струму (струм генератора більше $1,21I_{\text{ном}}$ протягом 120с);
- коротке замикання генератора (струм генератора більше $10I_{\text{ном}}$ протягом 0,19с).

Система автоматичного керування АГ при зниканні напруги на ГРЩ підключає АГ на шини АРЩ, а при появі напруги на шинах ГРЩ – відключає АГ. Включення АГ блокується за наявності напруги на шинах ГРЩ.

Прилади контролю роботи аварійного генератора

Прилади контролю АГ служать для визначення значень найважливіших параметрів генератора і включають:

- вольтметр V – показує напругу між фазами генератора в залежності від положення перемикача R-S-T;
- амперметр A – показує струм на кожній фазі генератора в залежності від положення перемикача R-S-T;
- частотомір Hz – показує частоту струму генератора (Гц).

Панель індикаторів систем АПС і СЗ генератора (ALARMS)

Індикатори систем АПС і СЗ генератора указують користувачу на те, які параметри генератора вийшли за межі робочого діапазону або на факт спрацювання СЗ. Системи АПС і СЗ генератора включаються при досягненні 90% номінальної частоти обертання колінчастого валу дизеля, із затримкою за часом в 25с, і відключається при зупинці аварійного дизеля.

АПС АГ включає наступні індикатори:

- LOW “V” AB – напруга на клеммах акумуляторних батарей менше 21В;
- LOW “V” EG – напруга на шинах генератора нижче 320В ($0,8U_{\text{ном}}$) протягом 1с;
- OVER CURRENT – струм генератора більше $I_{\text{ном}}$ протягом 1с;
- SHORT CIRCUIT – коротке замикання (струм генератора більше $3I_{\text{ном}}$ протягом 0,1с);
- HIGH STATOR T° – температура статора вище 65°C протягом 30с.

Система захисту відключає ГА при виході параметрів за встановлені межі. При виході контрольованих параметрів за межі робочого діапазону відповідні індикатори починають мигати одночасно із звуковою сигналізацією, повідомляючи про те, що виникли і ще не сквитовані сигнали системи АПС. Після квітування знімається звуковий сигнал, а індикатори або починають горіти постійним світлом, якщо причина спрацювання АПС ще присутня (параметр як і раніше знаходиться зовні робочого діапазону), або гаснуть, якщо причина спрацювання АПС зникла (параметр повернувся в робочий діапазон).

Щит живлення з берега (SHORE SUPPLY)

Щит живлення з берега призначений для підключення суднової електростанції до берегової електромережі.

Для виконання даних функцій на щиті живлення з берега знаходяться:

- органи керування;
- прилади контролю;
- індикатори порядку чергування фаз у берегової мережі;
- АПС.

Автоматичний вимикач

Автоматичний вимикач (CIRCUIT BREAKER) призначений для підключення живлення з берега на шини СЕС і захисту СЕС від неправильного підключення. Автоматичний вимикач (AB) забезпечує також захист берегової мережі від перевантаження і короткого замикання (К.З.) Керування АВ складається з вмикача живлення (SUPPLY), кнопок «включення/виключення» ГА з підсвічуванням (CONNECT, DISCONNECT).

Вмикач живлення (SUPPLY) може знаходитися в двох положеннях:

- 1 – на генераторний автомат подане живлення;
- 0 – генераторний автомат знеструмлений.

Кнопки «включення/виключення» “CONNECT” і “DISCONNECT” активні тільки тоді, коли вимикач живлення знаходиться у положенні «1», в іншому випадку горить кнопка “DISCONNECT”. При переводі вмикача живлення АВ (SUPPLY) з положення «1» у положення «0» відбувається автоматичне відключення АВ (спалахує кнопка “DISCONNECT”).

АВ живлення з берега не можна включити за наявності напруги на ГРЩ (лінійна напруга більше 50В) – для цього є відповідне блокування. АВ живлення з берега автоматично вимикається (тобто берегове живлення відключається від ГРЩ) в наступних випадках:

- лінійна напруга берегового живлення нижче 300V протягом 5с;
- перевантаження по струму (струм АВ більше $1.2I_{ном}$ протягом 60с);
- коротке замикання (струм АВ більше $3I_{ном}$ протягом 0,38с);
- коротке замикання (струм АВ більше $10I_{ном}$ протягом 0,19с);
- обрив фази.

Прилади контролю

Прилади контролю живлення з берега служать для визначення значень найважливіших параметрів берегового живлення і включають:

- індикатор POWER ON – указує, що на ГРЩ подано живлення з берега;
- вольтметр V – показує напругу між фазами залежно від положення перемикача R-S-T;
- амперметр A – показує струм на кожній фазі залежно від положення перемикача R-S-T.

Індикатори порядку підключення фаз живлення з берега

Індикатори (PHASE INDICATORS) призначені для контролю порядку чергування фаз при підключенні живлення з берега. Індикатор RIGHT “горить”, коли фази включені правильно, в іншому випадку горить лампа WRONG. У випадку, якщо берегове живлення неприступне і напруга нульова, лампи RIGHT і WRONG не горять.

Панель індикаторів АПС (ALARMS)

Індикатори АПС (ALARMS) призначені для контролю роботи СЕЕС при живленні з берега.

Індикатор PHASE BREAKING указує на неправильний порядок чергування фаз.

Індикатор SHORT CIRCUIT указує, що АВ живлення з берега спрацював по перевантаженню або по короткому замиканню (К.З.).

2.4. ПАНЕЛЬ “СИНХРОНІЗАЦІЯ” (SYN)

Зовнішній вигляд сторінки “синхронізація”, що реалізована на тренажері, наданий на рис. 5

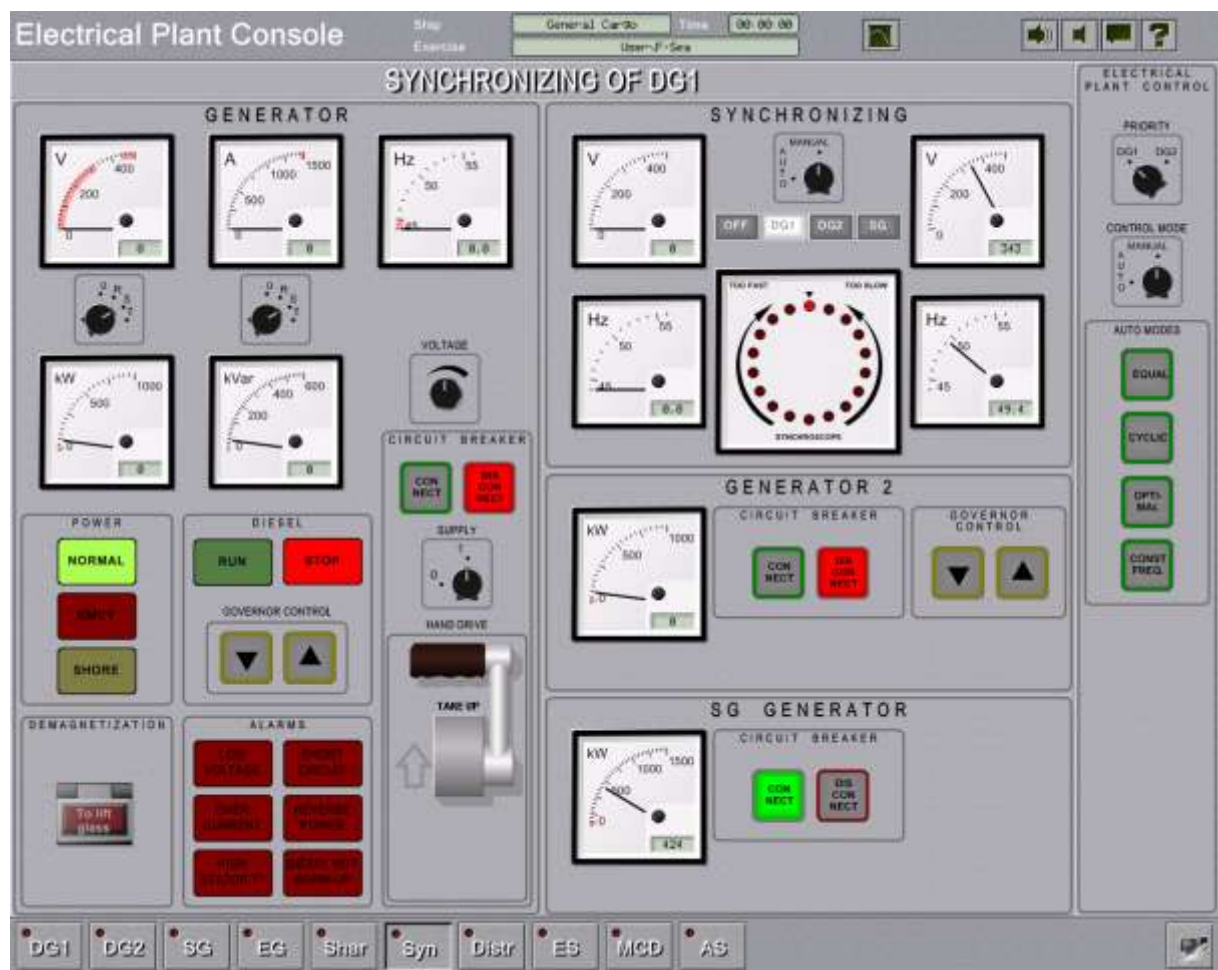


Рис. 5. Вікно сторінки тренажера “Синхронізація”

Секція синхронізації

Секція синхронізації призначена:

- для вибору генератора, що синхронізується;
 - для контролю різниці у фазах напруги на шинах ГРШ і напруги на клеммах генератора, що підключається на паралельну роботу;
 - для включення генераторів на паралельну роботу.
- Для виконання даних функцій на панелі знаходяться:
- органи керування;
 - прилади контролю напруги і частоти на шинах ГРЩ і клеммах генератора;
 - синхроноскоп.

Органи керування

Органи керування секції синхронізації включають:

- перемикач режиму синхронізації (MANUAL-AUTO);
- кнопки вибору генератора, що синхронізується.

Перемикач режиму синхронізації призначений для завдання режиму роботи системи синхронізації і має два положення:

- AUTO – автоматичний режим синхронізації;
- MANUAL – ручний режим синхронізації.

Кнопки вибору генератора що синхронізується (кнопки OFF, DG1, DG2 і SG), призначені для вибору генератора, котрий має бути підключеним на паралельну роботу. У вибраного генератора (DG1, DG2 або SG) повинне бути подано живлення на ГА (Кнопки «включення/виключення» “CONNECT” і “DISCONNECT”). Тоді після включенні автоматичного режиму синхронізації (AUTO) відбувається автоматична синхронізація вибраного генератора з підключенням його на шини електростанції. Після цього перемикач режиму синхронізації автоматично повертається в положення MANUAL.

Прилади контролю

Прилади контролю забезпечують контроль напруги і частоти на ГРЩ (прилади розташовані справа) і на генераторі, що підключається (прилади розташовані зліва).

На секції синхронізації встановлений синхроноскоп. Індикатори синхроноскопа червоного кольору розташовані по колу і їх робота реалізована за принципом хвилі, що біжить. Можливо поперемінне свічення індикаторів за годинниковою стрілкою, або проти годинникової стрілки. Якщо виконані умови синхронізації (допустимо підключення генератора на паралельну роботу), то світиться тільки верхній індикатор синхроноскопа (“12 годин”). У разі, коли індикатори світяться зліва, або світлова хвиля з індикаторів «біжить» проти стрілки годинника – умови синхронізації не виконані: частота струму генератора, що синхронізується, менше ніж частота струму на ГРЩ (TOO SLOW). Якщо індикатори світяться справа, або світлова хвиля “біжить” за

стрілкою годинника достатнє швидко – умови синхронізації теж не виконані: частота струму генератора, що синхронізується, значне більше ніж частота струму на ГРЩ (TOO FAST).

2.5. ПАНЕЛЬ “СПОЖИВАЧІ” (DISTR)

Зовнішній вигляд сторінки “споживачі”, що реалізована на тренажері, наданий на рис. 6

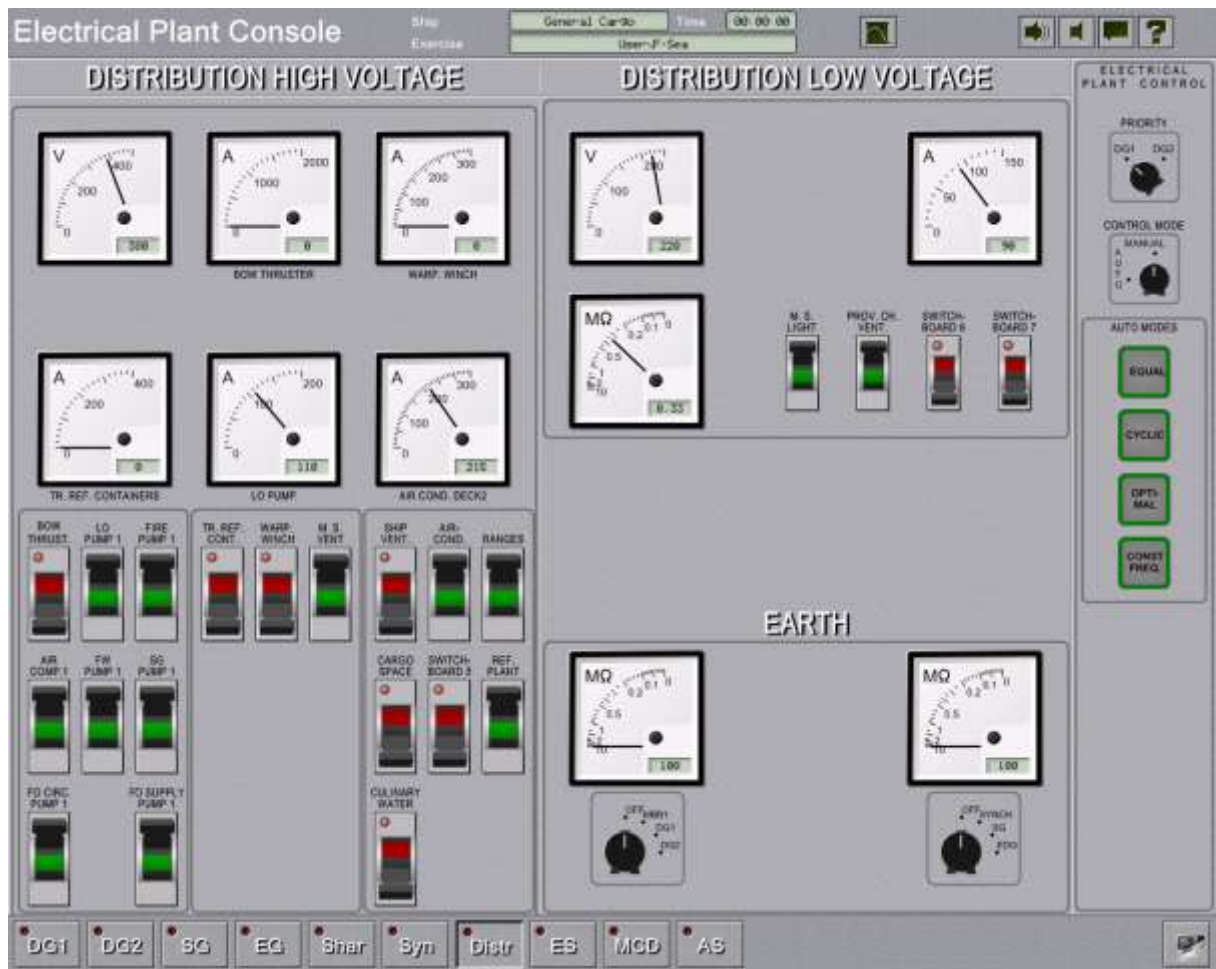


Рис. 6. Вікно сторінки тренажера “Споживачі”

Щит споживачів на 380V (DISTRIBUTION HIGH VOLTAGE)

Щит споживачів на 380В (силова мережа) призначений для контролю силової мережі подачі/зняття живлення із споживачів.

Для виконання даних функцій на щиті споживачів на 380В знаходяться:

- органи керування;
- прилади контролю.

Органи керування

Органами керування є вмикачі, за допомогою яких подається живлення на споживачі. Вимикачі з'єднані в групи: відповідальні/невідповідальні споживачі; потужні/малопотужні споживачі. Системою захисту реалізований селективний захист споживачів. Вимикачі мають вбудований захист від перевантаження. При спрацьовуванні захисту відбувається відключення споживача. У верхньому лівому кутку кожного вимикача є індикатор червоного кольору для підтвердження факту спрацьовування вбудованого захисту.

Прилади контролю

Прилади контролю служать для контролю напруги силової мережі і струму споживання. На щиті споживачів, що розраховані на 380В, знаходяться:

- вольтметр V – показує лінійну напругу на щиті;
- амперметр A (Bow Thruster) – показує струм споживання підрулюючого пристрою;
- амперметр A (Tr.Ref.Containers) – показує струм споживання трансформатора рефрижераторних контейнерів;
- амперметр A (LO Pump) – показує струм споживання циркуляційного насоса змащувального масла;
- амперметр A (Warp Winch) – показує струм споживання швартовної лебідки;
- амперметр A (Air Cond. Deck 2) – показує струм споживання системи кондиціонування 2 -ої палуби.

Щит споживачів на 220V (DISTRIBUTION LOW VOLTAGE)

Щит споживачів на 220В призначений для контролю мережі і подачі/зняття живлення із споживачів на 220В.

Для виконання даних функцій на щиті споживачів на 220В знаходяться:

- органи керування;
- прилади контролю.

Органи керування

Органами керування є вимикачі, за допомогою яких подається живлення на споживачі. Конструктивно вимикачі аналогічні вимикачам споживачів 380В.

Прилади контролю

Прилади контролю служать для контролю напруги мережі 220В і струму споживання. На щиті споживачів на 220В знаходяться:

- вольтметр V – показує лінійну напругу між фазами;
- амперметр A – показує сумарний струм споживання;
- мегомметр MΩ – показує опір ізоляції в мережі 220В.

Щит контролю ізоляції (EARTH)

Щит контролю ізоляції призначений для контролю ізоляції генераторів і силової мережі і включає два мегомметра ($M\Omega$) з 4-х позиційними перемикачами. Лівий мегомметр забезпечує контроль ізоляції силової мережі (380V), MBV1 і дизель-генераторів DG1 та DG2. Правий мегомметр призначений для контролю ізоляції секції синхронізації, валогенератора і аварійного генератора.

2.6. ПАНЕЛЬ “АВАРІЙНИЙ РОЗПОДІЛЬНИЙ ЩИТ” (ES)

Зовнішній вигляд сторінки “аварійний розподільний щит” що реалізована на тренажері, наданий на рис. 7.

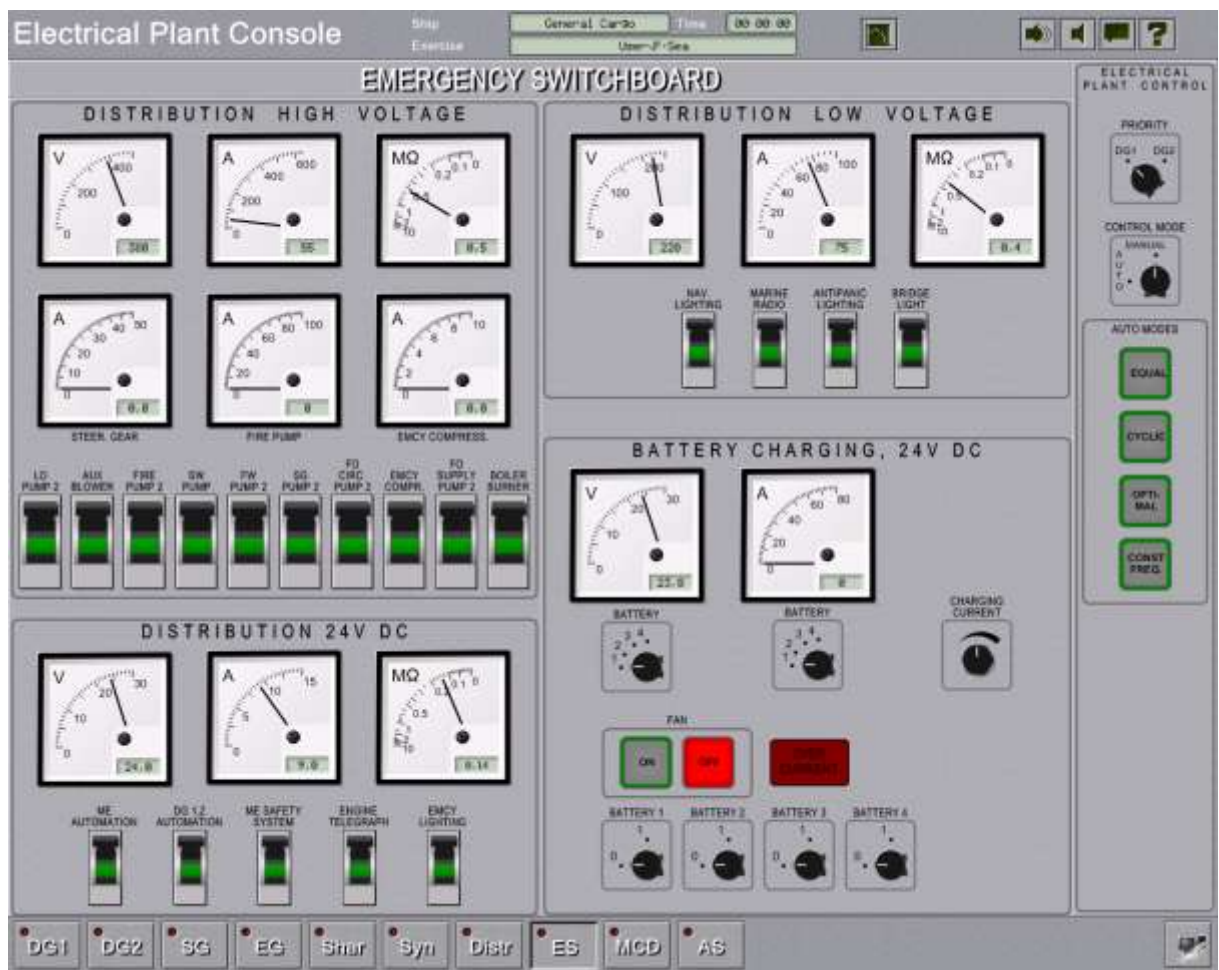


Рис. 7. Вікно сторінки тренажера “Аварійний розподільний щит”

Секція споживачів 380V(DISTRIBUTION HIGH VOLTAGE)

Секція АРЩ споживачів 380В отримає живлення від аварійного дизель-генератора якщо зникає живлення на ГРЩ.

Для виконання даних функції на аварійному щиті споживачів на 380В знаходяться:

- органи керування;
- прилади контролю.

Органи керування

Органами керування є вмикачі, за допомогою яких подається живлення на різні споживачі.

Прилади контролю

Прилади контролю служать для контролю напруги силової мережі і струму споживання. На аварійному щиті споживачів на 380В знаходяться:

- вольтметр V – показує лінійну напругу на щиті;
- амперметр A (Steer. Gear) – показує струм споживання насоса № 2 привода керма;
- амперметр A (Fire Pump) – показує струм споживання пожежного насоса № 2;
- амперметр A (EMCY Compress.) – показує струм споживання аварійного компресора стислого повітря;
- амперметр A – показує струм споживання рештою групою споживачів;
- мегомметр MΩ – показує опір ізоляції секції.

Секція споживачів 220V (DISTRIBUTION LOW VOLTAGE)

Секція АРЩ споживачів 220В отримає живлення від аварійного дизель-генератора якщо зникає живлення з шин ГРЩ.

Для виконання цієї функції на щиті споживачів на 220В знаходяться:

- органи керування;
- прилади контролю.

Органи керування

Органами керування є вмикачі, за допомогою яких подається живлення на різні споживачі.

Прилади контролю

Прилади контролю служать для контролю напруги мережі 220В і струму споживання. На щиті споживачів на 220В знаходяться:

- вольтметр V – показує лінійну напругу між фазами;
- амперметр A – показує сумарний струм споживання;
- мегомметр MΩ – показує опір ізоляції секції.

Секція споживачів 24V (DISTRIBUTION 24 DC)

Секція АРІЩ споживачів постійного струму на напругу у 24В призначена для контролю мережі та подачі/зняття живлення споживачів.

Для виконання даних функцій на щиті споживачів на 24В знаходяться:

- органи керування;
- прилади контролю.

Органи керування

Органами керування є вмикачі, за допомогою яких подається живлення на різні споживачі.

Прилади контролю

Прилади контролю служать для контролю напруги в мережі 24В і струму споживання. На щиті споживачів на 24В знаходяться:

- вольтметр V – показує лінійну напругу на щиті;
- амперметр A – показує сумарний струм споживання;
- мегомметр MΩ – показує опір ізоляції в мережі 24В.

Зарядний пристрій акумуляторних батарей (АКБ) (BATTERY CHAGING, 24V DC)

Зарядний пристрій призначений для забезпечення зарядки акумуляторних батарей на 24В для контролю рівня заряду АКБ.

Для виконання даної функції на панелі зарядного пристрою знаходяться:

- органи керування;
- прилади контролю.

Органи керування

Органами керування є:

- вимикачі, за допомогою яких та або інша батарея, підключається до зарядного пристрою;
- кнопки «пуск/зупинка» вентилятора у приміщенні АКБ;
- регулятор струму заряду АКБ.

Прилади контролю

На панелі зарядного пристрою знаходиться:

- вольтметр V із перемикачем 1-2-3-4 – показує лінійну напругу на тій або іншій батареї;
- амперметр A із перемикачем 1-2-3-4 – показує струм заряду відповідної батареї.

Панель індикатора АПС

Індикатор АПС зарядного пристрою призначений для контролю струму зарядки батарей. Індикатор OVER CURRENT указує кидок струму зарядки батарей.

2.7. ПАНЕЛЬ “СХЕМА ГОЛОВНОГО СТРУМУ” (MCD)

Зовнішній вигляд сторінки “схема головного струму”, реалізованої в тренажері, наданий на рис. 8.

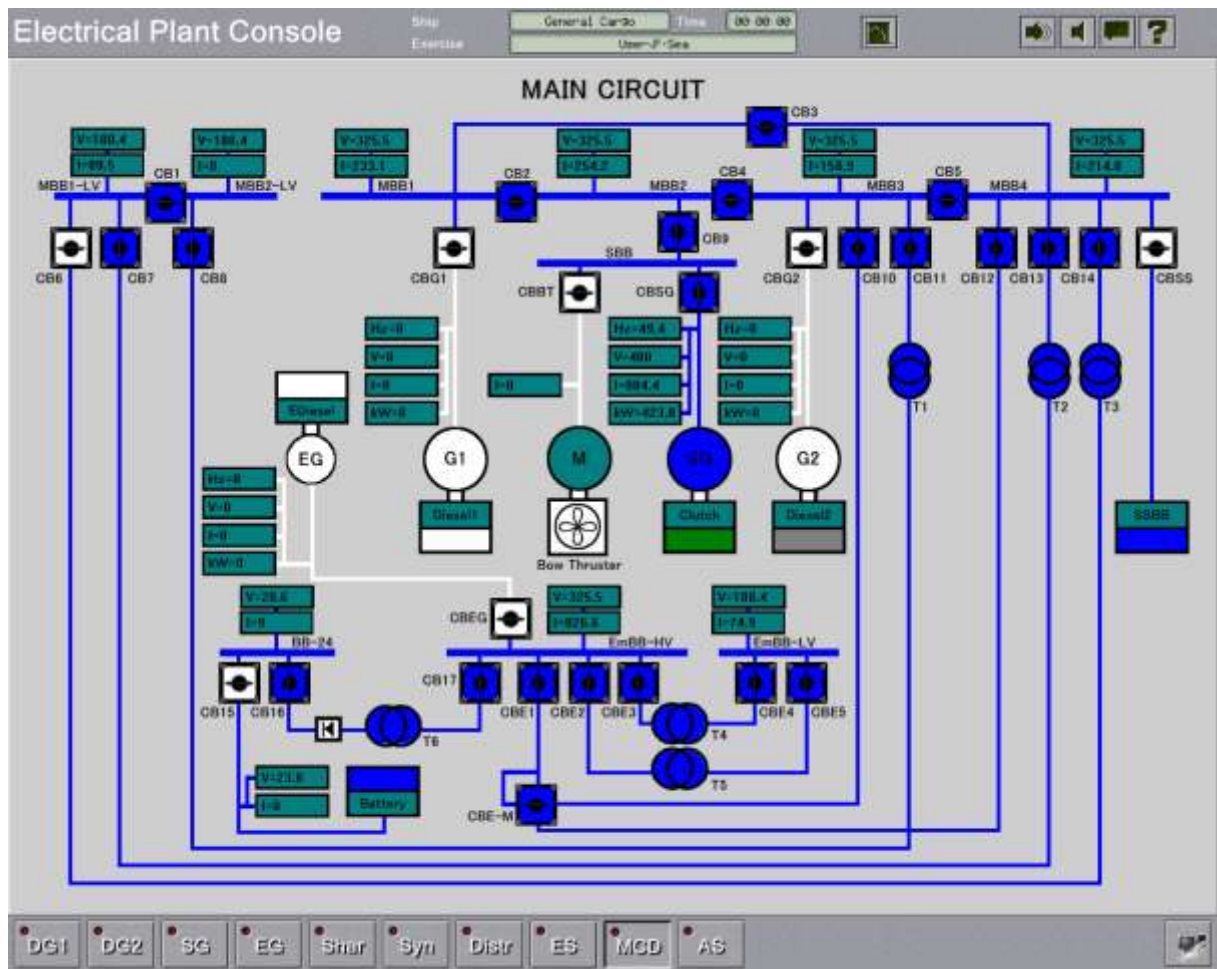


Рис. 8. Вікно сторінки тренажера “Схема головного струму”

В сучасних суднових системах контролю і керування об’єднана інформація про електростанцію – конфігурація, стан генераторів, основні електричні параметри та інш. – надана на моніторі системи і має назву «Схема головного струму».

Активні (під напругою) елементи (шини, фідери, замкнуті вимикачі та інш.) висвічуються на схемі синім кольором. У спеціальних вікнах відображаються електричні параметри – напруга, струм, частота, потужність.

На додаток до інформаційної складової сторінки, в тренажері також реалізована можливість керувати (за допомогою маніпулятора “миша”) частиною міжсекційних вимикачів шин ГРЩ/АРЩ, що не представлені на панелях керування тренажера.

2.8. ПАНЕЛЬ “АПС” (ASD)

Зовнішній вигляд сторінки “АПС”, що пореалізована у тренажері, показаний на рис. 9.

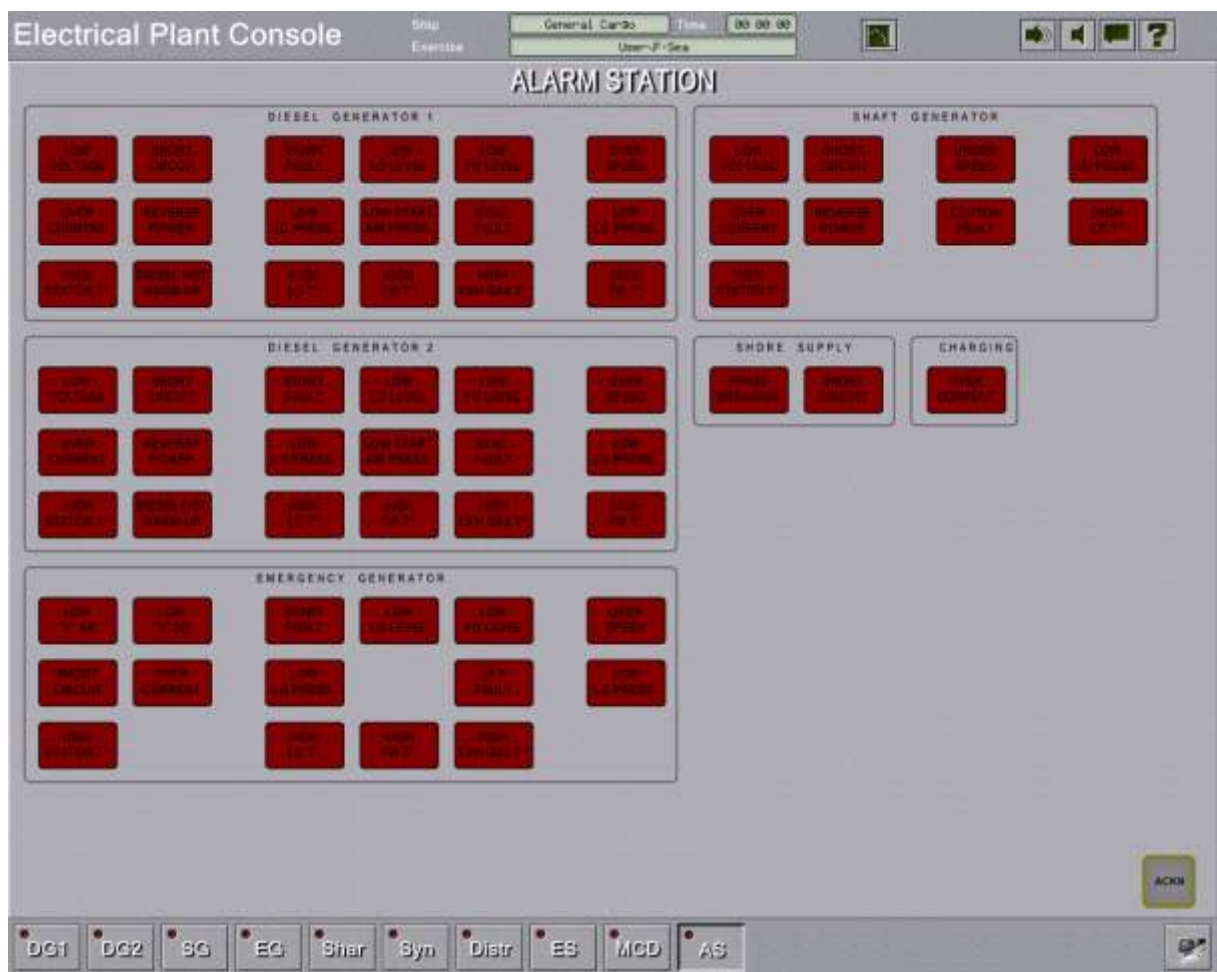


Рис. 9. Вікно сторінки тренажера “АПС”

На панель АПС виведені індикатори систем АПС:

- дизель-генератора 1;
- дизель-генератора 2;
- валогенератора;
- аварійного генератора;
- живлення з берегу;
- зарядного пристрою.

3. КЕРУВАННЯ СЕЕС

Керування СЕЕС в ручному режимі:

1. Поставити перемикач CONTROL MODE у положення MANUAL.
2. Керування генераторами і споживачами на щитах розподілу 24В постійного струму, 220В і 380В змінного струму здійснювати в ручному режимі.

Керування СЕЕС в автоматичному режимі:

1. Поставити перемикач CONTROL MODE в положення AUTO.
2. Подати живлення на генераторні автомати дизель-генераторів (поставити перемикач CIRCUIT BREAKER SUPPLY у положення “1”);
3. Вибрати один з режимів автоматичного керування СЕЕС (EQUAL, CYCLIC, OPTIMAL або CONST FREQ).
4. Керування споживачами на щитах розподілу 24В постійного струму, 220В і 380В змінного струму здійснювати в ручному режимі.

3.2. КЕРУВАННЯ ДИЗЕЛЕМ 1, 2

3.2.1 ПІДГОТОВКА ДО ПУСКУ

- Включити насос попереднього прокачування масла (перемикач PRELUBRICATION перевести в положення RUN);
- Включити попередній підігрів дизеля (відкрити відсічний клапан в системі прісної води) (натискувати кнопку PREHEATING “ON”).

3.2.2. ШТАТНИЙ ПУСК

Натиснути кнопку “START”. Якщо тиск в масляній системі нижче 2.0 Bar, то перед подачею пускового повітря буде включений насос попереднього маслопомпування. Після досягнення вказаного тиску проводиться пуск дизеля. Дизель виводиться на 80% номінальній швидкості обертання і утримується на цій частоті для прогрівання води, що охолоджує і змащувального масла дизеля до 35 °С. Після цього швидкість обертання доводиться до номінальної швидкості і дизель є готовим до прийому навантаження у 50%. По закінченні ще 2 хвилин двигун готовий до прийому навантаження у 100%.

3.2.3. ЕКСТРЕНИЙ ПУСК

Натиснути кнопку “EMCY START”. При цьому пуск дизеля відбудеться без перевірки початкового тиску змащувального масла і дизель вийде на номінальні обороти за мінімальний час.

Після запуску спалахують індикатори:

- SAFETY SYSTEM ON;
- DIESEL RUN.

3.2.4. ШТАТНА ЗУПИНКА

- Відключити генератор від шин ГРЩ кнопкою “DISCONNECT” генераторного автомата.

- Натиснути кнопку “STOP”. При штатній зупинці дизель виводиться на 80% номінальній швидкості обертання і утримується на цій частоті на протязі 1 хвилини. Потім дизель буде зупинений шляхом відсічення подачі палива.

3.2.5. ЕКСТРЕНА ЗУПИНКА

Натиснути кнопку “EMCY STOP”. При цьому автоматично відключиться генераторний автомат і відбудеться відсічення палива. Кнопки “EMCY START”, “EMCY STOP” мають пріоритет. При включенні спочатку кнопки “START”, а потім “EMCY START” пуск дизеля здійсниться за програмою екстреного пуску з моменту натиснення кнопки “EMCY START”. В цьому випадку повернення до програми штатного пуску вже не можливе. Аналогічно працюють кнопки “STOP” і “EMCY STOP”.

3.3. КЕРУВАННЯ ПРИВОДОМ ВАЛОГЕНЕРАТОРА

3.3.1. ШТАТНЕ ВКЛЮЧЕННЯ МУФТИ

- Підключення муфти можливо якщо горить індикатор READY TO CLUTCH TURN, (це означає, що тиск масла в редукторі більше 2 Бар, а температура більш 30°C);

- При швидкості обертання редуктора не вище 400 об/хв натиснути кнопку “CLUTCH ON”.

3.3.2. ЕКСТРЕНЕ ВКЛЮЧЕННЯ МУФТИ

Натискувати кнопку “CLUTCH ON”.

3.3.3. ВИКЛЮЧЕННЯ МУФТИ

Натискувати кнопку “CLUTCH OFF”.

3.4. КЕРУВАННЯ ДІЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРАМИ

3.4.1. ВКЛЮЧЕННЯ НА ШИНИ ЗНЕСТРУМЛЕНОГО ГРЩ

- Пустити дизель.

- Перевірити, що частота генератора досягла 50Гц (дизель прогрівся й набрав 100% номінальної швидкості обертання) і напруга на генераторі досягла 400В.

- При необхідності можливо регулювання напруги - регулятором Voltage до номінального значення 400 В.
- Якщо частота генератора більше (чи менше) 50 Гц необхідне використовувати GOVERNOR CONTROL для установки номінальної частоти на рівні 50 Гц.
- Подати живлення на ГА (CIRCUIT BREAKER SUPPLY перевести у положення 1);
- Звести ГА, якщо це потрібне (рукоятку HAND DRIVE перевести у верхнє положення);
- Натискувати кнопку "CONNECT".

3.4.2. ВКЛЮЧЕННЯ НА ПАРАЛЕЛЬНУ РОБОТУ (ГРЩ ПІД НАПРУГОЮ)

- Пустити дизель;
- Перевірити, що частота генератора досягла 50Гц (дизель прогрівся і набрав 100% номінальної швидкості обертання) і напруга на генераторі досягла 400В;
- Подати живлення на ГА (CIRCUIT BREAKER SUPPLY перевести у положенні 1);
- Звести ГА, якщо це потрібне (рукоятку HAND DRIVE перевести у верхнє положення);
- Провести синхронізацію генератора, що підключається, з шинами ГРЩ в ручному режимі або автоматично.

При синхронізації в ручному режимі:

- Використовуючи кнопки "Більше/Менше" системи регулювання частоти обертання ДГ (GOVERNOR CONTROL) підігнати частоту генератора, що підключається, до частоти струму на ГРЩ. Частота генератора, що підключається, повинна бути трохи більше частоти на ГРЩ. Контроль здійснюється за допомогою частотомірів на секції синхронізації.
- Використовуючи кнопки "Більше/Менше" системи регулювання частоти обертання ДГ (GOVERNOR CONTROL) зменшити різницю (зсув) фаз напруги генератора, що підключається, і напруги на шинах ГРЩ. Контроль здійснюється за допомогою синхроскопа;
- У момент нульового (на синхроскопе горить індикатор на "12 годинах") або мінімального зсуву фаз натиснути кнопку "CONNECT" генераторного агрегата, що синхронізується.

При автоматичній синхронізації:

- На секції синхронізації натиснути кнопку вибору генератора, що синхронізується (DG1, DG2).
 - Перевести перемикач режиму синхронізації у положення AUTO.
- Момент переключення перемикача режиму синхронізації в положення AUTO є початком процесу синхронізації.

Після завершення процесу синхронізації генератор, що синхронізується, буде підключений на шини ГРЩ. Після цього перемикач вибору режиму

синхронізації автоматично повернеться з положення AUTO у положення MANUAL.

3.4.3. РОЗПОДІЛ АКТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНІЙ РОБОТІ

Використовуючи кнопки “Більше/Менше” системи регулювання частоти обертання ДГ (GOVERNOR CONTROL) змінити активну потужність генератора. Із збільшенням частоти струму активне навантаження збільшується. Контроль активного навантаження здійснюється по ватметру на генераторній секції ГРЩ.

3.4.4. РОЗПОДІЛ РЕАКТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНІЙ РОБОТІ

Регулювання напруги генератора здійснюється за допомогою рукоятки задатчика автоматичного регулятора напруги (VOLTAGE). Із збільшенням напруги реактивне навантаження збільшується. Контроль реактивного навантаження здійснюється по вимірнику реактивної потужності на генераторній секції ГРЩ.

3.4.5. ВИВЕДЕННЯ З ПАРАЛЕЛЬНОЇ РОБОТИ

- Використовуючи кнопки “Більше/Менше” системи регулювання частоти обертання ДГ (GOVERNOR CONTROL) зменшити навантаження генератора до 50-100кВт. Із зменшенням частоти активне навантаження зменшується. Контроль активного навантаження здійснюється по ватметру на генераторній секції ГРЩ;

- Натиснути кнопку “DISCONNECT генераторного автомата”.

3.5. КЕРУВАННЯ ВАЛОГЕНЕРАТОРОМ

3.5.1. ВКЛЮЧЕННЯ НА ШИНІ ЗНЕСТРУМЛЕНОГО ГРЩ

- Включити муфту приводу ВГ;
- При досягненні частоти обертання ВГ від 47.5Гц до 50Гц натиснути кнопку “GENERATOR EXCITATION ON”, тобто подати живлення на обмотку збудження генератора;
- Переконатися, що напруга на генераторі досягла 400В;
- Подати живлення на ГА (CIRCUIT BREAKER SUPPLY);
- Звести пружини ГА (HAND DRIVE), якщо це потрібно;
- Натискувати кнопку “CONNECT”.

3.5.2. ВКЛЮЧЕННЯ НА ПАРАЛЕЛЬНУ РОБОТУ (ГРЩ ПІД НАПРУГОЮ)

- Включити муфту приводу ВГ;
- При Досягненні частоти обертання ВГ від 47.5Гц до 50Гц подати живлення на обмотку збудження (натискувати кнопку “GENERATOR EXCITATION ON”);
- Переконавшись, що напруга на генераторі досягла 400В;
- Подати живлення на га (CIRCUIT BREAKER SUPPLY);
- Звести ГА, якщо це потрібне (HAND DRIVE);
- Провести синхронізацію валогенератора з шинами ГРЩ (уручну або автоматично).

При синхронізації уручну:

- Використовуючи кнопки “Більше/Менше” системи регулювання частоти обертання одного або обох дизель-генераторів (GOVERNOR CONTROL), підігнати частоту напруги на шинах ГРЩ до частоти напруги валогенератора. Частота напруги генераторного агрегату, що підключається повинна бути трохи більше частоти напруги на ГРЩ. Контроль здійснюється по частотомірах на секції синхронізації.

- Використовуючи кнопки “Більше/Менше системи” регулювання частоти обертання дизель-генератора (дизель-генераторів) (GOVERNOR CONTROL) зменшити різницю (зсув) фаз напруги валогенератора, що підключається і напруги на шинах ГРЩ.

- У момент нульового (на синхроскопі горить індикатор на “12 годинах”) або мінімального зсуву фаз натискувати кнопку “CONNECT” ГА валогенератора.

При автоматичній синхронізації:

- На секції синхронізації натиснути кнопку вибору генератора, що синхронізується, а саме – валогенератора.

- Перевести перемикач режиму синхронізації в положення AUTO.

Момент переключення перемикача режиму синхронізації в положення AUTO є початком процесу синхронізації.

Після завершення процесу синхронізації генератор, що синхронізується, буде підключений на шини ГРЩ. Після цього перемикач вибору режиму синхронізації автоматично повернеться з положення AUTO в положення MANUAL.

- Використовуючи кнопки зміни заданої частоти зменшити до 50-100кВт навантаження дизель-генератора (дизель-генераторов).

- Відключити ГА дизель-генератора (дизель-генераторов).

3.5.3. ВИВЕДЕННЯ З РОБОТИ

- Ввести дизель-генератор (дизель-генератори) в паралельну роботу з ВГ.
- Використовуючи кнопки зміни частоти дизель-генератора (дизель-генераторів) збільшити його (їх) навантаження, з тим щоб зменшити навантаження валогенератора до 50-100 кВт;
- Натискувати кнопку “DISCONNECT” генераторного автомата валогенератора.

3.6. КЕРУВАННЯ АВАРІЙНИМ ДІЗЕЛЬГЕНЕРАТОРОМ

3.6.1. АВТОМАТИЧНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ

Автоматичний пуск і підключення на шини АРЩ

- Пуск дизеля АГ проводиться за умови зникнення напруги на шинах ГРЩ в перебігу часу більше 3 с;
- Підключення на шини проводиться автоматично при подачі напруги на генераторний автомат АГ.

Автоматичне відключення від шин АРЩ і зупинка АГ

- Відключення аварійного ГА від шин проводиться автоматично при появі напруги на шинах ГРЩ від основних джерел електроенергії;
- Дизель АГ зупиняється після відключення генераторного автомата. При зупинці дизель виводиться на 80% від номінальної швидкості обертання і утримується на цій частоті обертання протягом 1 хв. Потім двигун зупиняється.

3.6.2. РУЧНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ

Пуск дизеля

Натиснути на пульті керування аварійним дизелем кнопку “START”. Пуск дизеля можливий, якщо горить індикатор готовності АГ до пуску READY TO START.

Підключення на шини АРЩ

- Перемикач живлення генераторного автомата АГ (перемикач CIRCUIT BREAKER SUPPLY) перевести в положення 1.
- Включити генераторний автомат АГ, для чого – натиснути кнопку “CONNECT”.

Відключення від шин АРЩ

- Відключити генераторний автомат АГ (натиснути кнопку “DISCONNECT”).
- відключити живлення з генераторного автомата АГ (CIRCUIT BREAKER SUPPLY).

Зупинка дизеля

Натиснути на пульті керування аварійним дизелем кнопку "STOP". При цьому дизель виводиться на 80% від номінальній швидкості обертання і утримується на цій частоті протягом 1 хв. Потім двигун зупиняється.

3.7. КЕРУВАННЯ ЖИВЛЕННЯМ ГРЩ З БЕРЕГА

3.7.1. ПІДКЛЮЧЕННЯ НА ШИНИ ГРЩ ЖИВЛЕННЯ З БЕРЕГА

- Перевірити значення напруги берегового живлення по вольтметру (номінальна напруга – 380В) на секції живлення з берега SHORE SUPPLY;
- Перевірити правильність підключення фаз. Повинна "горіти" лампа RIGHT. Якщо "горить" лампа WRONG, слід змінити порядок підключення фаз (запитати Інструктора тренажера);
- Підключити автоматичний вимикач берегового живлення (CIRCUIT BREAKER SUPPLY).
- Підключення до берегового живлення можливо тільки через повне знеструмлення судна. Тому, слід відключити генераторні автомати всіх підключених до ГРЩ генераторів на генераторних секціях.
- Включити автоматичний вимикач на щиті берегового живлення (натискувати кнопку "CONNECT").

3.7.2. ЗНЯТТЯ БЕРЕГОВОГО ЖИВЛЕННЯ З ГРЩ

- Натискувати кнопку "DISCONNECT" на щиті берегового живлення.
- Відключити живлення з автоматичного вимикача берегового живлення (CIRCUIT BREAKER SUPPLY).