

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

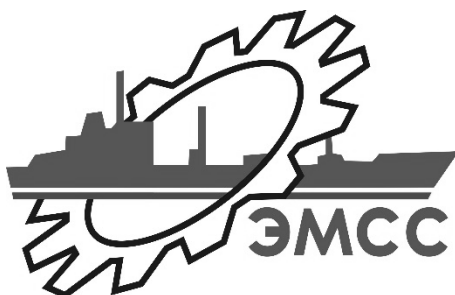
МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра энергоустановок морских судов и сооружений

**ТРЕНАЖЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ
(ГЛАВНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА)
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»
(ТРЕНАЖЕР МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ)**

Учебно-методическое пособие

для студентов очной и заочной форм обучения специальности
26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»
специализации «Эксплуатация главной судовой двигательной установки»



Севастополь
СевГУ
2023

УДК [629.5.03:378.162.3](076.5)

ББК 39.455-5*я73

Г52

Рецензент:

В.В. Ениватов - канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

Ответственный за выпуск:

К.Ю. Федоровский – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой ЭМСС

Составители: А.Р. Аблаев, Г.В. Гоголев, Е.В. Хромов

Г52 Тренажерный практикум (главная энергетическая установка) по дисциплине «Эксплуатация дизельных энергетических установок» (тренажер машинного отделения) : учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» специализации «Эксплуатация главной судовой двигательной установки» / Севастопольский государственный университет, Морской институт, кафедра «Энергоустановки морских судов и сооружений» ; сост.: А. Р. Аблаев, Г. В. Гоголев, Е. В. Хромов. – Севастополь : СевГУ, 2023. – 58 с. – Текст : электронный.

Целью пособия является получение необходимых сведений по тренажеру судовой главной энергетической установки и порядку работы на нем для приобретения и демонстрации стандарта компетентности А-III/1 Конвенции ПДНВ по функции: «Судовые механические установки».

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения Севастопольского государственного университета, Морского института, специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» специализации «Эксплуатация главной судовой двигательной установки».

Выполнение тренажерных занятий направлено на изучение следующих профессионально-специализированных компетенций (Конвенция ПДНВ):

ПК-5 – способен выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления.

ПК-6 - способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы.

УДК [629.5.03:378.162.3](076.5)

ББК 39.455-5*я73

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «Энергоустановки морских судов и сооружений», протокол № 8 от 20 мая 2023 года.

© Аблаев А.Р., Гоголев Г.В.,
Хромов Е.В., сост., 2023

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторный практикум № 1. Описание тренажера главной энергетической установки. Оснащение рабочего места обучающегося	5
Лабораторный практикум № 2. Эксплуатация системы охлаждения пресной и заборной водой ГД и ВД	11
Лабораторный практикум № 3. Эксплуатация системы смазки ГД	19
Лабораторный практикум № 4. Эксплуатация топливной системы ГД и ВД	29
Лабораторный практикум № 5. Контроль параметров безопасного функционирования	36
Лабораторный практикум № 6. Эксплуатация системы сигнализации и защиты	45
Лабораторный практикум № 7. Управление режимами работы ГД	51
Литература	58

ВВЕДЕНИЕ

Тренажер моделирует пропульсивную установку, электроэнергетическую установку судна, систему контроля и управления (CMS), вспомогательные системы, оборудование, агрегаты и механизмы танкера общего назначения LCC (большой нефтяной перевозчик). Прототипом для разработки является энергетическая установка танкера типа «Афрамакс» дедвейтом 115000 тонн с ГД 6S60MC-S.

Лабораторный практикум № 1

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ПРАВИЛАМИ РАБОТЫ НА ТРЕНАЖЕРЕ.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Тренажер ЭУ танкера имеет консоль Propulsion и виртуальную аппаратную консоль, включающую все дисплеи для управления и контроля над системами, агрегатами и механизмами судна.

Нижняя полоса экрана тренажера содержит кнопки с названиями страниц. Страницы состоят из дисплеев. Нажмите кнопку, чтобы открыть подменю страницы. Список отображений выбранной страницы открывается в выпадающем (фактически вытягивающемся) меню. Рисунки показывают тренажер Propulsion и консолей Virtual Hardware панели кнопок и пример меню страницы.

Панели кнопок консолей

Страницы (кнопки на панели кнопок) консоли Propulsion кратко описаны ниже:

- Отображения страницы ВСС моделирует пульт управления с мостика;
- Дисплеи (отображение) страницы ECR моделируют пульта управления ЦПУ;
- Отображение страницы MSB моделирует панели управления ГРЩ (Electrical Power Plant Main Switchboard control) ;
- Отображения страницы моделирует CMS (Control Monitoring System), систему дистанционного управления на пульте ECR (ЦПУ);
- Отображение страницы моделирует BMCS (Boiler Monitoring & Control System remote control), систему мониторинга и управления котлом на пульте ECR;
- Отображение страницы Diag моделирует диагностику цилиндра (индикаторные диаграммы главных двигателей и дизелей генераторов) и процесс горения;
- Дисплеи страницы SYS содержат мнемосхемы систем судна. Они моделируют ручное дистанционное и местное управление соответствующие узлы и механизмы.
- На следующих страницах моделируется управление оборудованием судна в машинном отделении:

- SG – страница помещения рулевого механизма (Steering Gear room);
- ER1 – машинное отделение 1 стр.;
- ER2 – Страница машинного отделения 2 ((Deck 2), палуба 2);
- ER3 – Страница машинного отделения 3 (верхняя палуба);
- ER4 – Страница машинного отделения 4 (палуба А);
- FFR – Страница пожарной части (Fire Fighting Room);
- EmG – страница помещения аварийного генератора;
- CCR – Страница диспетчерской службы грузов (Cargo Control Room).

Отображение меню страницы содержит имитацию локального меню. Панели управления Local Operating Panels (LOPs) узлов и механизмов, распределительные электрощиты (SWBD), щиты распределения питания (PDB) и т. д., а также трехмерные изображения МО и других помещений, где это применимо.

Страницы консоли виртуального оборудования: • GSP1 – стартовые панели группы №1; • GSP2 – стартовые панели группы № 2; • CCP – Пульт управления грузом; • EG – панель управления аварийным ДГ (EM'CY Generator Engine panel); • ESB – аварийный распределительный щит и панели береговых соединений; • G1 – верхняя и нижняя панели генератора 1; • G2 – верхняя и нижняя панели генератора 2; • FP1 – верхняя и нижняя панели фидера AC440V ГРЩ №1; • FP2 – верхняя и нижняя панели фидера AC440V ГРЩ № 2; • BUS – шинная соединительная панель; • ShG – верхняя и нижняя панели валогенератора ГРЩ; • Syn – верхняя и нижняя панели MSB Synchro; • TG – верхняя и нижняя панели турбогенератора MSB; • ECR – панели управления двигателем из ЦПУ ; • 220B – верхняя и нижняя панели MSB Feeder AC220V; • Полная – унифицированная схема системы.



Рис. 1.1. Нижняя панель консоли Propulsion (*Bottom bar of the Propulsion console*)



Рис. 1.2. Нижняя панель консоли виртуального оборудования
(*Bottom bar of the Virtual Hardware console*)

Тренажер ГЭУ представляет собой совокупность отдельных тренажеров, называемых в общем виде системами.

Тренажер предназначен для обучения вахтенного персонала навыкам грамотной эксплуатации судовой Главной энергетической установки:

- подготовку и ввод в работу обслуживающих механизмов и систем;
- контроль их работы по измеряемым параметрам с помощью системы сигнализации;
- действия по обнаружению и устранению неисправностей.

Кроме тренировки практических навыков, тренажер позволяет изучать основные принципы устройства, функционирования и взаимосвязи элементов и систем.

Состав систем тренажера соответствует стандартной судовой комплектации. Параметры и характеристики работы моделируемых механизмов и систем соответствуют реальным, так как тренажер моделирует все основные процессы (тепловые, механические, газо- и гидродинамические, электрические) во взаимосвязи.

Запуск программы



При включении компьютера после загрузки операционной системы на экране открывается окно рабочего места обучаемого «Trainee Workstation». Оно содержит название тренажера и окно запуска программы. В строку Trainee name окна введите с клавиатуры свое имя (например: Trainee), нажмите кнопку 'RUN'. Для этого подведите указатель курсора к кнопке и нажмите левую кнопку мыши. Выход из

программы выполняется по кнопке 'EXIT'.

Расположение объектов на дисплее

Системы, входящие в состав тренажера, с органами управления, индикаторами, аварийной сигнализацией размещены на экранных страницах. Все страницы имеют одинаковую структуру.

ЗАГОЛОВОК	КНОПКИ УПРАВЛЕНИЯУПРАЖНЕНИЕМ
МНЕМОСХЕМА	ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯСИСТЕМЫ
ПАНЕЛЬ ИНДИКАТОРОВ АВАРИЙНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОЙСИГНАЛИЗАЦИИ (АПС)	
КНОПКИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ СТРАНИЦ	

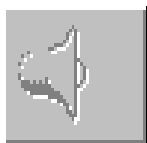
Рис. 1.3. Структура страниц тренажера

Заголовок и кнопки управления упражнением

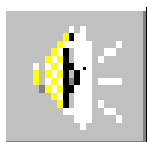
Верхняя строка экранной страницы содержит заголовок и кнопки управления упражнением. Заголовок включает следующие данные:

- имя обучаемого - Name;
- список систем, входящих в тренажер (по начальным буквам) - Ship;
- название сценария упражнения - Scenario (по умолчанию - Port);
- текущее время выполнения упражнения - Time.

Управление упражнением осуществляется с помощью набора кнопок:



Buzzer Off - выключение зуммера (при срабатывании звуковых алармов);



Sound OFF/ON - включение/выключение звука;



Load Exercise - загрузка упражнения;



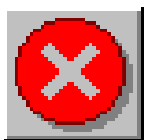
Hint - кнопка включения/выключения подсказки;



Reset Model - запуск упражнения сначала;



Pause - приостановка упражнения;



Abort - остановка упражнения (с подтверждением) и возвращение к окну запуска программы;



Save - сохранение текущей ситуации на рабочем месте Обучаемого в одном из упражнений. (Функция доступна при нажатой кнопке 'Pause'). Появляется диалог 'Select Exercise for saving', в котором можно указать в каком упражнении сохранить ситуацию, либо создать для этого новое упражнение, нажав кнопку 'New'. Для отмены функции и выхода из диалога нажмите кнопку 'Cancel';



Start Recording - включение/выключение записи выполнения упражнения для последующего просмотра в программе Debriefing.

Кнопки 'Load Exercise', 'Reset Model', 'Pause', 'Save' и 'Start Recording' доступны для Обучаемого только при работе без Инструктора.

Кнопки переключения страниц

Внизу экрана расположены кнопки переключения страниц «Open Page». Когда курсор находится на выбранной кнопке, она становится активной и содержит полное имя системы. Чтобы открыть нужную страницу, необходимо нажать любую соответствующую кнопку или функциональную клавишу <F1> - <F9>, <F11> на клавиатуре. Кнопки «Open Page» также служат индикаторами сигнализации. Если появится сигнал тревоги в любой из систем ГЭУ,

индикатор на кнопке этой системы начинает мигать красным цветом, извещая пользователя о неисправности в данной системе. Поэтому, независимо от того, какая система работает на данный момент, вы можете контролировать все системы ГЭУ. Эти кнопки обозначены начальными буквами по названиям систем тренажера, а именно:

- система управления двигателем - (Кнопка "ME" - <F1>);
- Система охлаждения пресной водой (Кнопка "FW" - <F2>);
- Система охлаждения забортной водой (Кнопка "SW" - <F3>);
- Система топливоподачи (кнопка " FOS " - <F4>)
- Система топливоперекачки (Кнопка "FOT" - <F5>)
- Система смазки и охлаждения поршней (кнопка "LO" - <F6>);
- система сжатого воздуха (Кнопка "CA" - <F7>);
- система наддува и газовыпуска (Кнопка "EXH" - <F8>);
- система сигнализации ("ALARM SUMMARY" - <F11>).

Использование мыши/трекбола

Как правило, все операции по управлению тренажером выполняются с помощью мыши.

При любом перемещении мыши по столу пользователь видит на экране соответствующее перемещение ее указателя (курсора). Стандартный вид курсора мыши - это наклонная стрелка с острием, направленным вверх. В тренажере курсор мыши при попадании на поле функциональной кнопки (переключателя) изменяет свое стрелочное изображение на изображение кисти руки с вытянутым указательным пальцем.

Как правило, для выполнения операций используется левая кнопка мыши. С помощью одиночного кратковременного нажатия (щелчка) левой кнопки мыши выполняется фиксация выбора той или иной функции, того или иного режима работы, тех или иных условий исходных данных.

Далее в тексте под нажатием какой-либо функциональной кнопки понимается следующее: «Перемещая мышшь по столу, подведите курсор мыши на экране к нужной кнопке и нажмите левую кнопку мыши».

Все кнопки на панелях управления при включении «подсвечиваются», а при выключении «гасятся».

Одиночное, но длительное нажатие левой кнопки мыши служит для «перетаскивания» ручек переключателей, задатчиков и указателей вращающихся рукояток. Для этого необходимо подвести курсор мыши к рукоятке переключателя, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместить рукоятку (указатель) в нужное положение (drag-and-drop). Иначе, можно просто подвести курсор мыши к нужному положению переключателя (вращающейся рукоятки) и нажать левую кнопку мыши (click).

Если Вы подведете курсор мыши к кнопке или переключателю на панели управления, то устройство, управляемое этой кнопкой (переключателем),

выделится на мнемосхеме белой рамкой. Данная функция отключается кнопкой «Hint» вверху экрана.

Работающие механизмы отмечаются на мнемосхемах включением соответствующих индикаторов зеленого цвета.

Цель и задачи тренажерного практикума

Целью тренажерного практикума является приобретение и демонстрация студентами стандарта компетентности А-III/1 Конвенции ПДНВ (в виде совокупности знаний, умений и навыков) по функциям: «Судовые механические установки» и «Техническое обслуживание и ремонт» применительно к Главной энергетической установке (ГЭУ).

Приобретение и демонстрация данного стандарта компетентности обеспечивается при изучении дисциплин специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» и включает знание:

- принципиальных схем систем, обслуживающих ГЭУ, назначения, конструкции и принципов действия их механизмов и оборудования;
- правил технической эксплуатации механизмов и оборудования ГЭУ; умение и навыки:
- подготовки к действию механизмов и оборудования ГЭУ;
- контроля работы механизмов и оборудования ГЭУ;
- обнаружения типовых неисправностей механизмов и оборудования ГЭУ и принятия мер по их предупреждению;
- управление эксплуатационными режимами работы ГЭУ.

Оснащение рабочего места обучаемого

Тренажер машинного отделения ERS 5000 представляет собой сетевой компьютерный класс, в котором рабочие места обучаемых управляются и контролируются с рабочего места инструктора.

Тренажер в полном виде разбит на подсистемы. Контроль и управление ими осуществляется с экрана компьютера, где отображаются как мнемосхемы систем, так и панели контроля и управления ими.

Более подробно общая характеристика тренажера машинного отделения, его структура, а также описание и эксплуатация тренажера судовой вспомогательной котельной установки изложены в приложениях А, Б, В и Г.

Лабораторный практикум № 2

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРЕСНОЙ И ЗАБОРТНОЙ ВОДОЙ ГД И ВД

Время – 2 часа.

Эксплуатация системы охлаждения пресной водой (1 час)

Система предназначена для охлаждения втулок и крышек цилиндров, газотурбонагнетателя главного двигателя (ГД) и вспомогательных двигателей (ВД). Пресная вода, охлажденная заборной водой в водяном охладителе циркулирует при включённом насосе прокачки.

Панель управления в правой части экрана содержит следующие блоки:

- управления давлением воды и ее расходом в системе;
- контроль положения клапана расхода воды и температуры воды.

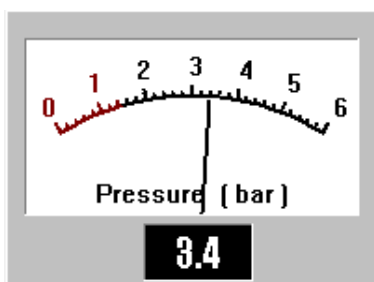
Блок управления давлением воды и ее расходом в системе включает переключатель, который имеет два положения:



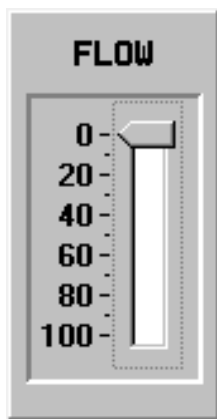
- AUTO - автоматический режим управления.
- MANUAL – ручной режим управления.

Справа от выключателя находятся кнопки пуск/остановка двух насосов: «PUMP1» и «PUMP2». Если кнопки не активны (не подсвечены), нажатие на кнопку запустит соответствующий насос (кнопки загораются зеленым цветом). При нажатии подсвеченной кнопки, насосы остановятся.

Кнопки «PUMP1» и «PUMP2» будут функциональны в режим управления насосами MANUAL (ручной). В - режиме «AUTO» система автоматически запускает насос при понижении давления в системе. Насос «PUMP1» запускается первым, и если его запуск не приведёт к повышению давления в системе, запускается насос «PUMP2». В автоматическом режиме кнопки вкл/выкл не функциональны.



Немного ниже в блоке управления давлением воды находится манометр (Pressure), который показывает давление воды в системе охлаждения.



Регулятор открытия клапана «FLOW» управляет расходом пресной воды и её давлением в системе.

Положение регулятора «0» соответствует закрытому положению клапана (в этом случае поток воды через дизель равен нулю, а давление максимальное).

Положение «100» соответствует полностью открытому клапану (поток воды через дизель при этом максимальный, а давление минимальное).

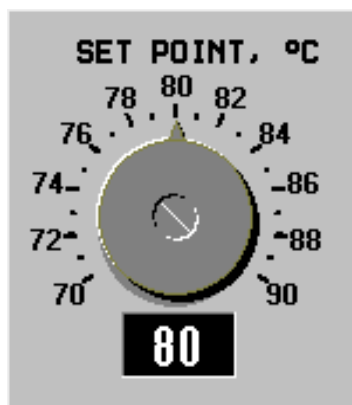
Блок управления клапаном находится в верхнем правом углу панели управления.

Блок терморегулятора воды в системе находится в правой части панели.

Он включает:

1. Переключатель режима управления терморегулятора «AUTO» - «MANUAL» (автоматический - ручной);

2. Регулятор рециркуляции, который используется для управления клапаном температуры воды в ручном режиме (MANUAL). Положение «0» соответствует максимальному расходу насоса заборной воды. Положение «100» соответствует полной рециркуляции насоса заборной воды.



3. Вращающаяся ручка установки температурного режима «SET POINT» предназначена для установки температуры в АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ. Установка рассчитана на диапазон температур в диапазоне с +70 °C до +90 °C.

На входе и выходе из ГД установлены датчики температуры воды (ME INLET и ME OUTLET) и откалиброваны от 0 до 110°C.

В левой части экрана расположена графическая панель, показывающая текущее состояние клапанов и насосов, а также:

- уровень воды в расширительном баке;
- расход воды через главный двигатель и через охладители воды, в м³/ч.

Схема высокотемпературного контура системы охлаждения ГД (HT Cooling System)

Нажмите кнопку HT COOLING SYSTEM в нижнем меню CMS, чтобы открыть дисплей низкотемпературной системы охлаждения.

Аномальные условия могут привести к поломке агрегата, выходу из строя, тревога или неисправность, введенная инструктором.

Мнемосхема содержит:

- Поперечное сечение главного двигателя с индикатором работы и параметры пресной воды охлаждения цилиндров ГД (M/E J.C.W.) на входе: температура и давление;
- Блок подогрева пресной воды, охлаждающей цилиндры ГД;
- Насосы № 1, № 2 охлаждающей пресной воды ГД, управление насосами (кнопки готовности ST-BY; метка индикатора NORM, которая становится красной ABNORM, когда происходит поломка насоса);
- Таблицу, отображающую фактическую температуру на выходе каждого цилиндра (OUTLET TEMP);
- Расширительную цистерну (FW EXPN TK 1,3 м³) с индикатором НОРМАЛЬНО (NORM), которая загорается красным цветом ABNORM, когда возникает аварийный сигнал уровня;
- Опреснитель (F.W.G);
- Трубопроводы с регулируемой арматурой, измерительными приборами и связи с судовыми системами. Насосами можно управлять с пусковых панелей и кнопками.

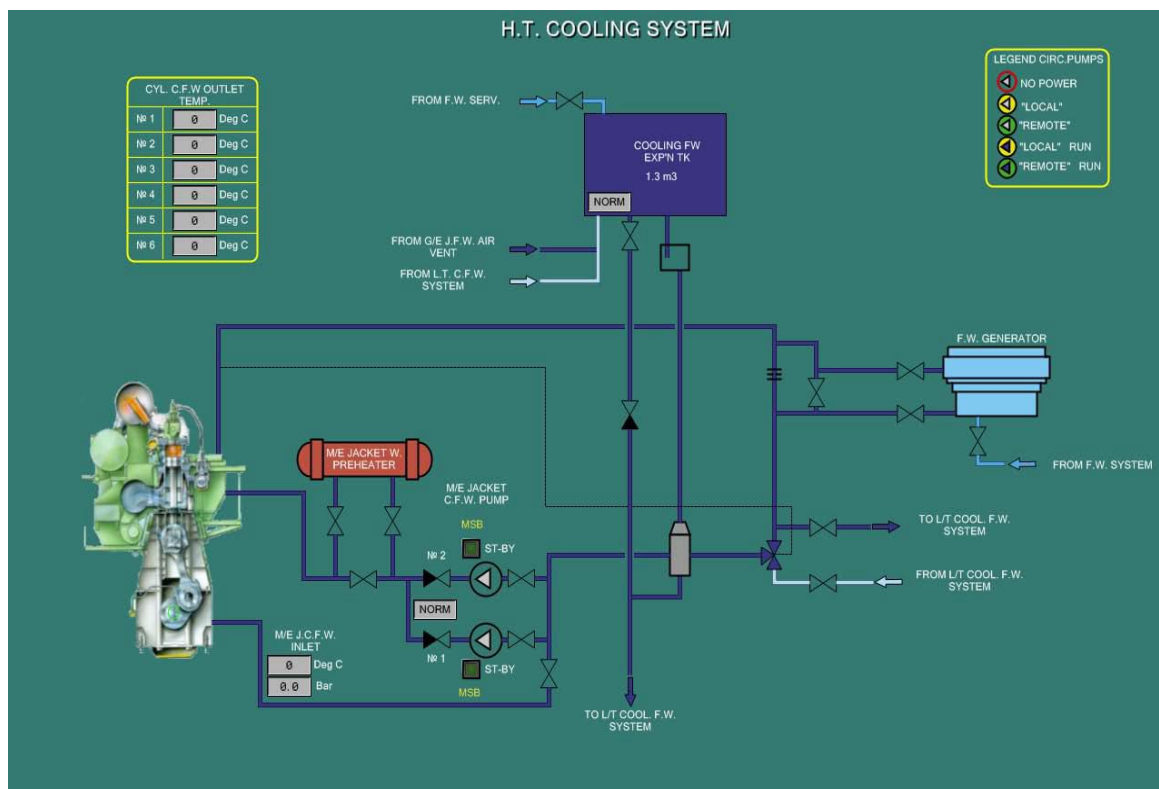


Рис. 2.1. Высокотемпературный контур системы охлаждения ГД (HT Cooling System)

Система охлаждения пресной водой низкотемпературного контура

Нажмите кнопку L/T COOLING F.W. SYSTEM в нижней части CMS. меню, чтобы открыть дисплей на странице Низкотемпературная система охлаждения пресной воды. Аномальные условия могут привести к поломке агрегата, выходу из строя.

Мнемосхема содержит:

- Компрессоры сжатого воздуха ГД (MAIN AIR COMPRESSOR) № 2 и № 1; блок управления ими;
- теплообменники провизионных рефустановок № 2 и № 1;
- теплообменники установок кондиционирования воздуха № 2 и № 1;
- охладитель масла ГД; • охладители подшипников волопровода;
- секция охладителя наддувочного воздуха ГД;
- охладители масла турбогенератора (TURBO-GEN LO CLR); W.B.P.T. LO CLR; охладители масла ВДГ №3, №2 и №1.
- Управление насосами низкотемпературного контура LT C.F.W.P/P №2 и №1(кнопки ST-BY, метка индикатора NORM, которая становится красной ABNORM, когда происходит поломка насоса;
- Блоки центрального охладителя пресной воды № 2 и № 1;
- Трубопроводы с регулируемой арматурой, измерительными приборами и связи с судовыми системами. Насосами можно управлять с пусковых панелей и кнопками).

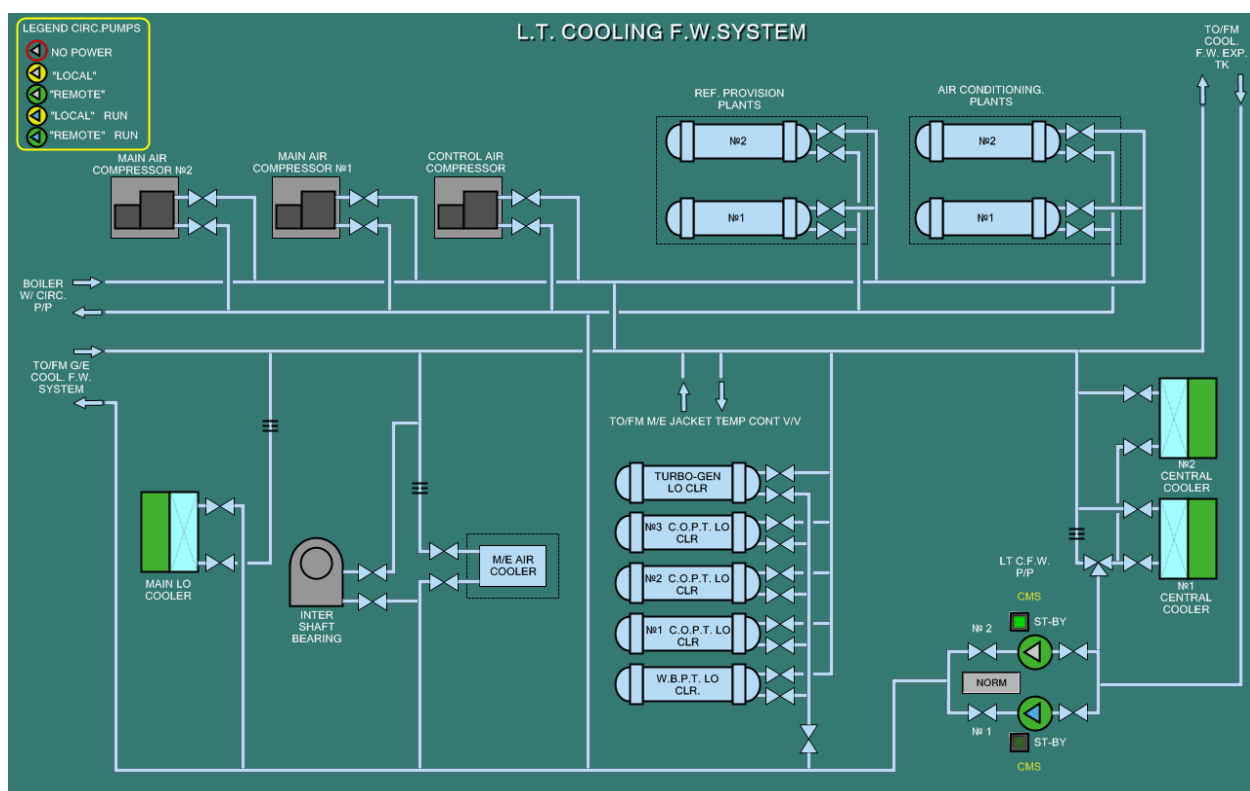


Рис. 2.2. Схема низкотемпературной системы охлаждения пресной водой
(Система охлаждения пресной водой низкотемпературного контура)

Инструкция по эксплуатации системы пресной воды главного дизеля

Подготовка системы и ввод её в эксплуатацию

1. Проверьте уровень воды в расширительном баке. При необходимости пополните (TANK MAKE UP VALVE);
2. Запустите насос (насос 1 или насос 2) в ручном режиме;

3. Используйте обратный клапан ME FLOW для регулировки давления на входе в дизель, убедитесь, что вода циркулирует через дизель;
4. Переключите управление насосами в автоматический режим;
5. Переключите регулятор температуры в автоматический режим;
6. Сделайте уставку регулятора температуры;
7. Откройте клапаны одного из охладителей: (COOLER1, COOLER2);
8. Убедитесь в отсутствии предупредительных сигналов в системе (по аварийной индикации).

Контроль работы системы

1. Проверьте давление воды на входе в дизель;
2. Проверьте циркуляцию воды через дизель;
3. Проверьте температуру воды на выходе из цилиндров, а также на выходе из турбокомпрессора;
4. Проверьте температуру воды на входе в дизель;
5. Проверьте правильность работы терморегулятора;
6. Проверьте уровень в расширительном бачке;
7. Убедитесь в отсутствии предупредительных сигналов.

Работа системы в стояночном режиме

1. Продолжайте циркуляцию системы в течении 40 - 60 минут после остановки дизеля;
2. Переключите управление насосами ручной режим;
3. Остановите насос;
4. Используйте кнопку PORT MODE для переключения подогрева главного двигателя от системы охлаждения дизель-генераторов;
5. Убедитесь в циркуляции воды через главный двигатель;
6. Проверьте уровень воды в расширительном баке. При необходимости пополните (TANK MAKE UP VALVE).

Перечень неисправностей в системе охлаждения, их причины и способы устранения

Ниже приведён перечень неисправностей в системе охлаждения, а также их причины и способы устранения (табл. 2.1).

Таблица 2.1 - Причины неисправностей

Причины	Способ устранения
<i>Температура охлаждающей (пресной) воды на входе в дизель повышена</i>	
1. Терморегулятор неисправен или увеличено открытие перепускных клапанов водоохладителей	Устранить неисправность терморегулятора или уменьшить открытие перепускных клапанов
2. Водоохладители засорены или загрязнены поверхности охлаждения	Уменьшить нагрузку дизеля
3. Количество охлаждающей воды, поступающей на водоохладители недостаточно	1. Очистить водоохладитель. 2. Увеличить подачу воды

Продолжение таблицы 2.1

Причины	Способ устранения
<i>Температура воды (масла), выходящей из дизеля, отдельных цилиндров или поршней, повышена</i>	
1. Дизель (цилиндр) перегружен	Снизить нагрузку дизеля (цилиндра)
2. Количество масла, выходящей из поршней, уменьшилось из-за снижения давления в системе охлаждения либо засорения каналов в головках поршней	Довести давление в системе до нормального. Если это не дает результата, снизить нагрузку на цилиндр или выключить его
3. Клапан на трубопроводе, подводящем масло к цилиндрам (поршням), открыт неполностью	Открыть клапан
4. Газы попадают в охлаждающую воду через сквозные трещины в крышках и втулках цилиндров или неплотности в местах установки арматуры на крышках (из вентиляционных трубок идет вода с пузырьками газа)	Снизить нагрузку дизеля. Если это не дает результата, дизель остановить и заменить дефектную крышку или втулку.
5. Количество забортной воды, поступающей на охладитель пресной воды недостаточна или её температура повышена	Увеличить подачу забортной воды. Продуть кингстоны, если они загрязнены. Проверить наличие протекторов биологической защиты.
<i>Температура масла, выходящей из поршней отдельных цилиндров, резко понизилась</i>	
1. Нарушились условия охлаждения поршней (трещина в направляющей вставке головки поршня, в подводящей трубе и т.п.) Трещина в поршне. Поломка вставки в поршне	Выключить топливо на цилиндр. При первой возможности устранить дефект

Контрольные задания для демонстрации компетентности

Устройство систем управления и защиты, системы охлаждения пресной водой

1. Нарисуйте схему системы охлаждения машинного отделения.
2. Укажите назначение конструктивных элементов системы охлаждения (расширительного бачка, терморегулятора, насосов и т.д.).
3. Перечислите элементы системы управления и защиты пропульсивной установки.
4. В каких случаях предусмотрена аварийная остановка главного дизеля.
5. В каких случаях предусмотрено автоматическое снижение нагрузки (оборотов) главного дизеля.

Эксплуатация систем системы охлаждения пресной водой

1. Перечислите операции ввода в действие системы охлаждения пресной водой в ходовом режиме эксплуатации
2. Перечислите операции ввода в действие системы охлаждения пресной водой в стояночном режиме эксплуатации
3. Укажите причины повышенной температуры охлаждающей воды на входе в дизель и способы их устранения.
4. Укажите причины резкого понижения температуры пресной воды, выходящей из поршней отдельных цилиндров и способы их устранения.

5. Укажите причины повышенной температуры охлаждающей воды на выходе из дизеля и способы их устранения.

Тренажерный практикум по эксплуатации системы охлаждения пресной водой

1. Продемонстрируйте ввод в действие системы управления и защиты.
2. Продемонстрируйте ввод в действие системы охлаждения пресной водой.
3. Продемонстрируйте регулирование температуры охлаждающей воды.
4. Продемонстрируйте работу системы охлаждения пресной водой в стояночном режиме.

Содержание отчёта по лабораторному практикуму

1. Рисунок или фотокопия системы охлаждения пресной водой с перечнем всех средств контроля и контролируемых параметров.
2. Перечень рабочих пределов контролируемых параметров.
3. Порядок ввода установки в действие.

ТИ системы охлаждения забортной водой

Нажмите на кнопку СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ в нижней части CMS меню, чтобы открыть дисплей S.W. COOLING & SERVICE SYSTEM. Аномальные условия могут привести к поломке агрегата, выходу из строя, тревога или неисправность, введенная инструктором.

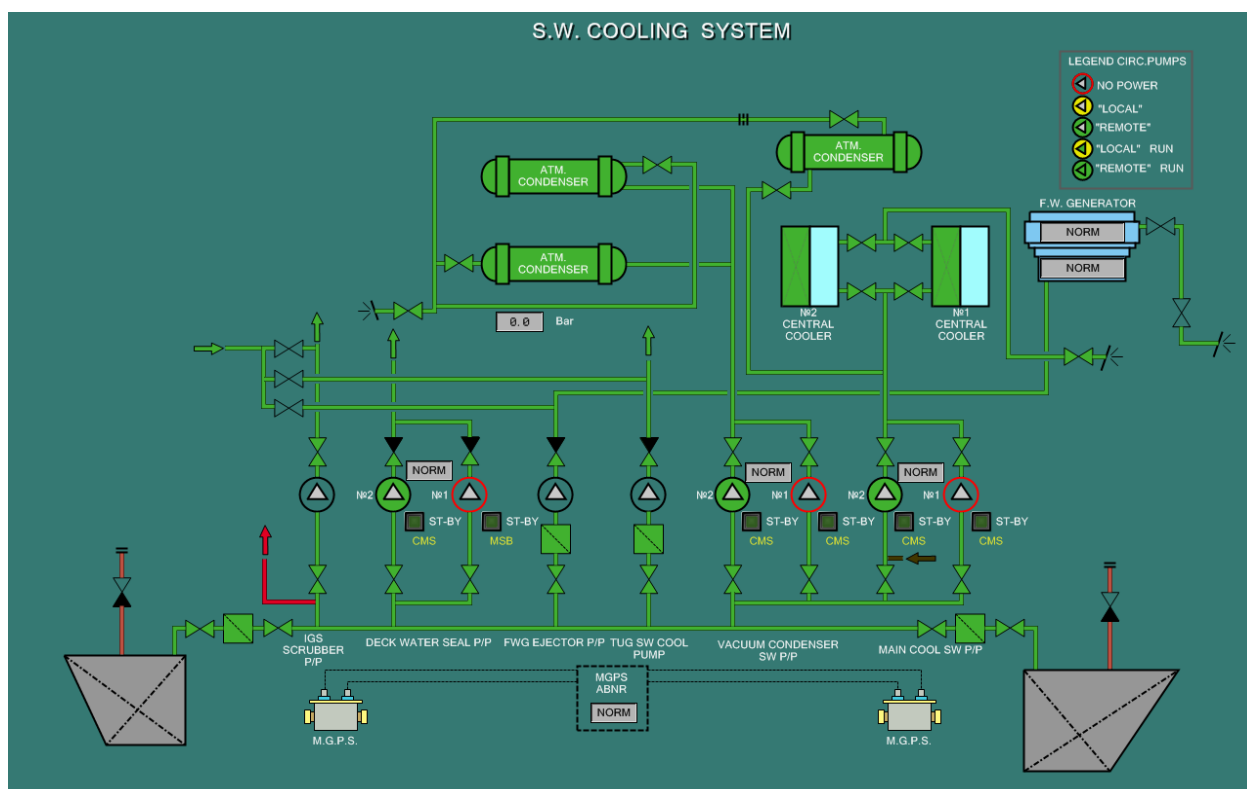


Рис. 2.3. Схема системы охлаждения забортной водой

Мнемосхема содержит:

- Водоопреснитель; верхний индикатор тревоги NORM, который переключается на ABNORM красный, когда отображается сигнал тревоги

высокой солености дистиллята; нижний индикатор тревоги NORM, который становится красным, когда на панели FWG возникает любая из 3-х тревог;

- конденсатор;
- Центральные охладители № 1, № 2;
- Насосы: скруббера, палубные № 2, № 1; эжектора водоопреснительной установки (FWG); Насос охлаждения TUG SW; вакуумного конденсатора по П/П № 2, № 1; главные насосы забортной воды № 2, № 1.
- два кингстона морских сундука с сигнализацией; Индикатор MGPS ABNR: метка ^NORM становится красной на ABNORM, когда происходит загрязнение;
- Трубопроводы с регулируемой арматурой, измерительными приборами и связи с судовыми системами. Пары насосов (№ 2, № 1) с кнопками ST-BY работают в дежурном режиме. дежурный режим; метка индикатора NORM становится красной на ABNORM, когда происходит поломка насоса. Насосами можно управлять с пусковых панелей; MGPS панели защиты от обрастания открыты.

Контрольные задания для демонстрации компетентности

Устройство систем управления и защиты, системы охлаждения забортной водой

1. Нарисуйте схему системы охлаждения забортной водой.
2. Укажите назначение конструктивных элементов системы охлаждения.
3. Перечислите элементы системы управления и защиты системы забортной воды.

Эксплуатация систем управления и защиты, системы охлаждения забортной водой

1. Перечислите операции ввода в действие системы забортной воды.
2. Укажите причины повышенной температуры охлаждающей воды на входе в дизель и способы их устранения.
3. Укажите причины резкого понижения температуры пресной воды, выходящей из поршней отдельных цилиндров и способы их устранения.
4. Укажите причины повышенной температуры охлаждающей воды на выходе из дизеля и способы их устранения.

Тренажерный практикум пол эксплуатации системы охлаждения забортной водой

1. Продемонстрируйте ввод в действие системы забортной воды.
2. Продемонстрируйте ввод в действие системы охлаждения забортной водой.
3. Продемонстрируйте регулирование температуры охлаждающей воды.

Содержание отчёта по лабораторному практикуму

1. Рисунок или фотокопия мнемосхемы управления и защиты системы забортной воды с перечнем элементов схемы.
2. Рисунок или фотокопия системы охлаждения пресной водой с перечнем всех средств контроля и контролируемых параметров.
3. Перечень рабочих пределов контролируемых параметров.
4. Порядок ввода установки в действие.

Лабораторный практикум № 3

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ГД

Время – 2 часа.

Назначение системы

Система смазки состоит из объединённой системы циркуляционной смазки охлаждения поршней, а также цилиндровой системы смазки высокого давления.

Назначение системы циркуляционной смазки и охлаждения поршней

Циркуляционная система смазки предназначена для смазывания подшипников и охлаждения поршней дизеля. Масло при определенной температуре подается под давлением в точки циркуляционной смазки, откуда стекает в маслосборник и далее отводится в днищевой танк.

Часть масла используется для охлаждения подшипников крейцкопфа и поршней. Отсюда оно стекает через трубу днищевой танк.

Назначение системы лубрикаторной (цилиндровой) смазки

Система цилиндровой смазки является автономной и предназначена для смазывания цилиндров дизеля под давлением ≥ 50 бар. Масло под высоким давлением при помощи лубрикаторов подается на рабочие поверхности гильз цилиндров, чем обеспечивает их надёжную работу. Работа лубрикаторов синхронизирована с движением поршня.

Состав системы

Основные элементы одной из систем показаны на рис. 3.1. К ним относятся:

- циркуляционный масляный танк – маслосборник расположен под дизелем, куда масло стекает самотёком. Всасывающий трубопровод подводится из маслосборника к циркуляционным насосам. Переполнительная труба отводит масло в переливной бак;

- маслоподкачивающий насос используется для заполнения циркуляционного масляного танка от танка запаса масла;

- циркуляционные винтовые насосы № 1 и № 2 (один из них резервный) обеспечивают необходимое давление и расход в системе смазки. Редукционный клапан насосов обеспечивает поддержание постоянного давления и подачи;

- маслоохладители пластинчатого типа № 1 и № 2, через которые прокачивается забортная вода служат для поддержания необходимой температуры смазочного масла на входе в дизель. По мере роста температуры, вязкость масла уменьшается, в результате чего падает давление в точках циркуляционной смазки, что негативно сказывается условия работы трущихся пар;

- регулятор температуры и трехходовой клапан (включается контроллером или вручную), поддерживает температуру масла на входе в дизель путём частичного или полного перепуска масла мимо маслоохладителя. Уставка контроллера может регулироваться в диапазоне от 30 до 50 °С. Аналогичные регуляторы температуры масла установлены на вспомогательных двигателях;

- сдвоенный масляный фильтр грубой очистки, который очищает масла от частиц более 50 мкм находится прямо перед дизелем. Падение давления на чистом

фильтре не превышает 0,2 бар. При перепаде давления выше 0,5 бар необходимо перейти на резервный фильтр, а загрязнённый должен быть очищен;

– сепаратор очищает масло от воды и механических примесей. Масло из циркуляционного танка поступает на сепаратор и после очистки возвращается обратно в циркуляционный танк.

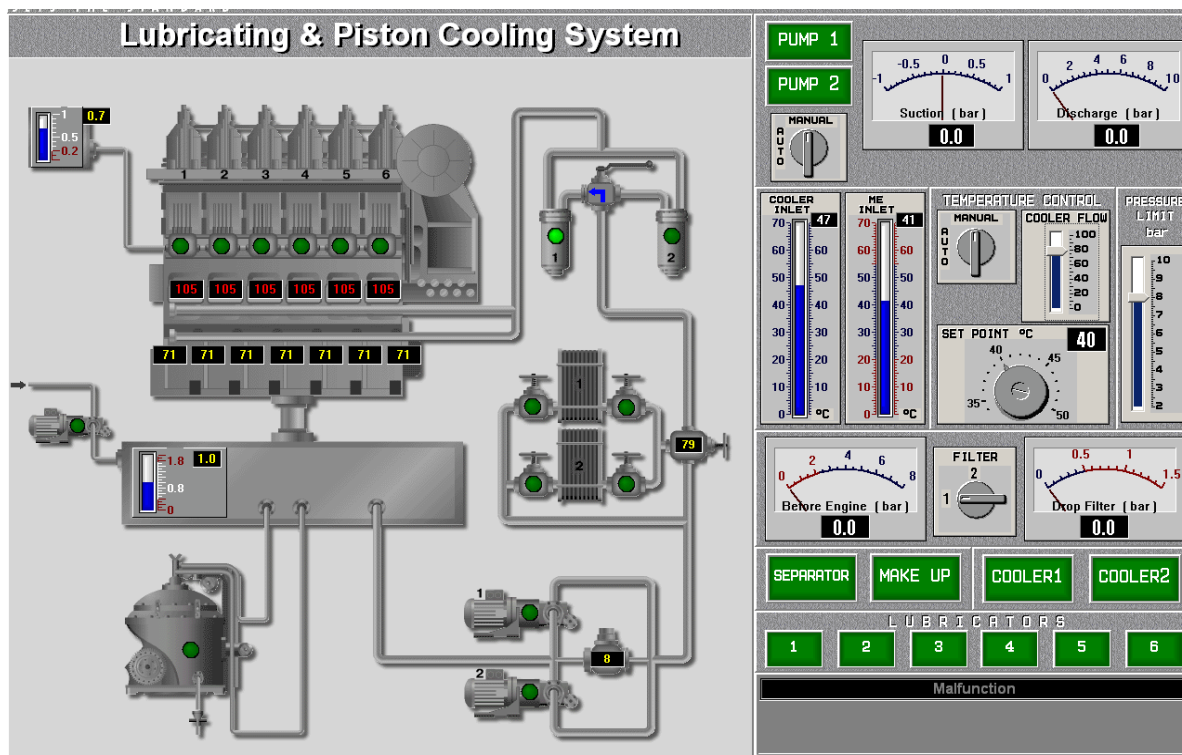


Рис. 3.1. Система смазки главного дизеля (принципиальная схема)

Панель управления

На панели управления расположены следующие элементы:

- кнопки запуска/остановки (Start/Stop) циркуляционных масляных насосов № 1, № 2;
- Переключатель для режима работы насосов (для автоматического режима);
- Контроль перепускных клапанов маслоохладителей № 1, № 2;
- переключатель режима работы терморегулятора Автоматический/ручной (Auto/manual);
- уставщик терморегулятора в автоматическом режиме;
- уставщик терморегулятора в ручном режиме;
- переключатель фильтров № 1, № 2;
- Кнопка Start/Stop маслоподкачивающего насоса для пополнения циркуляционного танка;
- Кнопка Start/Stop сепаратора масла;
- регулятор высокого давления масляных насосов.

Индикация контролируемых параметров

На панели управления осуществляется следующая индикация контролируемых параметров:

- световые индикаторы работы насосов № 1, № 2;
- световой индикатор работы маслоподкачивающего насоса;
- световые индикаторы состояния запорной арматуры охладителей масла № 1, № 2;

- световой индикатор работающего масляного фильтра;
- световой индикатор работы сепаратора;
- датчик уровня масла в циркуляционном танке;
- датчики давления до и после масляных насосов;
- Датчики температуры масла до и после охладителя;
- Датчики температуры масла на выходе из каждого поршня;
- Датчик перепада давления на фильтре;
- Датчик давления масла перед дизелем.

Аварийные параметры

Ниже перечислены аварийные параметры срабатывания сигнализации:

- низкий/высокий уровень масла в циркуляционном танке;
- Низкая/высокая температура масла до двигателя;
- низкое давление масла перед дизелем;
- низкое давление масла для охлаждения поршней;
- высокая температура масла на выходе из поршней;
- наличие масляного тумана в картере дизеля;
- падение давления на сепараторе масла;
- загрязнение масляного фильтра.

Параметры срабатывания защиты

Система защиты срабатывает в следующих случаях:

- дизель автоматически будет остановлен при падении давления перед дизелем ниже нормы;
- при высокой температуре охлаждающего масла автоматически будет снижена нагрузка;
- при наличии масляного тумана в картере автоматически будет снижена нагрузка на дизель.

Система смазочного масла двигателя 6S60 MC-C (L.O. SERVICE SYSTEM)

Нажмите на кнопку **L.O. SERVICE SYSTEM** внизу CMS меню, чтобы открыть дисплей LO SERVICE SYSTEM для ME и S/T.

Аномальные условия могут привести к поломке агрегата, выходу из строя, тревога или неисправность, введенная инструктором.

Мнемосхема содержит:

- Сечение ГД и цифровые индикаторы смазки двигателя фактические значения параметров;
- Танки:
 - танк хранения масла 46,9 м³;
 - дренажный танк подпоршневого пространства SCAV. AIR BOX DRAIN TK 0,4 м³;
 - циркуляционная сточная цистерна (MAIN LO SUMP TANK) 28 м³.

- блок АЛЬФА лубрикатора с местами сигнализации и управления (MAIN LO SUMP TANK);
- STERN TUBE LO PUMPS № 2, № 1 (метки индикатора NORM становятся красными в столбце ABNORM когда возникает соответствующий сигнал тревоги);
- Органы управления насосами смазки № 2, № 1 и кнопки ST-BY (CYL. OIL BOOSTER UNIT); метка индикатора NORM, которая становится красной ABNORM, когда происходит поломка насоса;
- таблица смазки и температуры по цилиндрам ГД на выходе; метки индикатора NORM становятся красными в столбце ABNORM, когда возникает соответствующий сигнал тревоги; NON-FLOW – когда засорение труб LO вызывает повышение температура подшипников; наружная температура.
- главные маслонасосы (MAIN LO P/P № 2, № 1) и кнопки ST-BY (управление логика описана в п. 1.2.4 на стр. 56); НОРМА - метка индикатора, которая становится красной ABNORM, когда происходит поломка насоса.

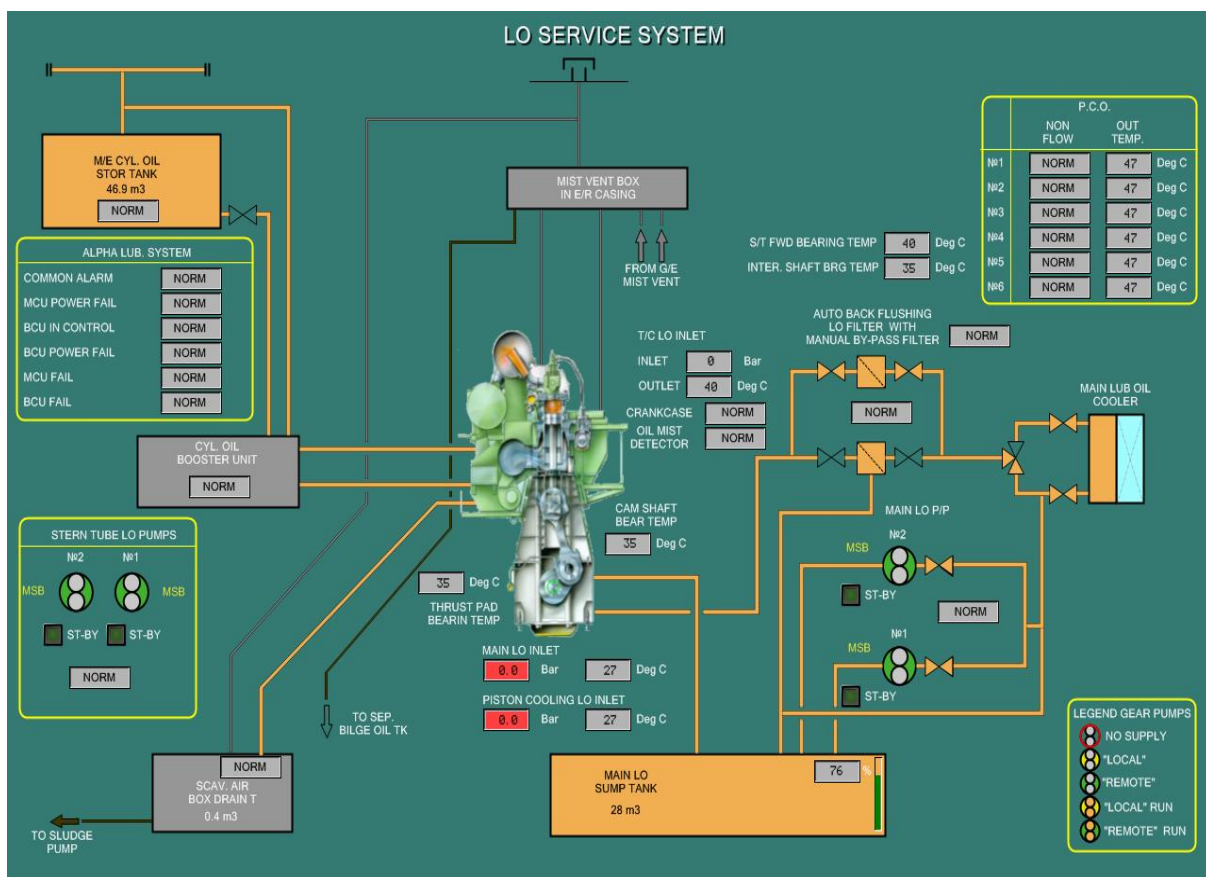


Рис. 3.2. Система смазки

- фильтр с автоматической обратной промывкой и с ручным байпасом (AUTO BACKFLUSHING LO FILTER WITH MANUAL BY-PASS FILTER), метка индикатора NORM, которая превращается в ABNORM красный при загрязнении фильтра;
- MAIN LUB OIL COOLER;
- Трубопроводы с регулируемой арматурой, измерительными приборами и связи с судовыми системами.

Резервуары снабжены управляемыми QCV; индикаторы тревоги, которые загораются красным цветом ABNORM, когда возникает аварийный сигнал уровня.

Система хранения, транспортировки и очистки масла

Система предназначена для бункеровки смазочного масла с берега, хранения и перекачки в системы обслуживания двигателей. Все резервуары для хранения наполняются от соединений на бункерной станции верхней палубы.

Нажмите на пункт меню LO Transfer & Purifying System на странице SYS, чтобы открыть схему системы.

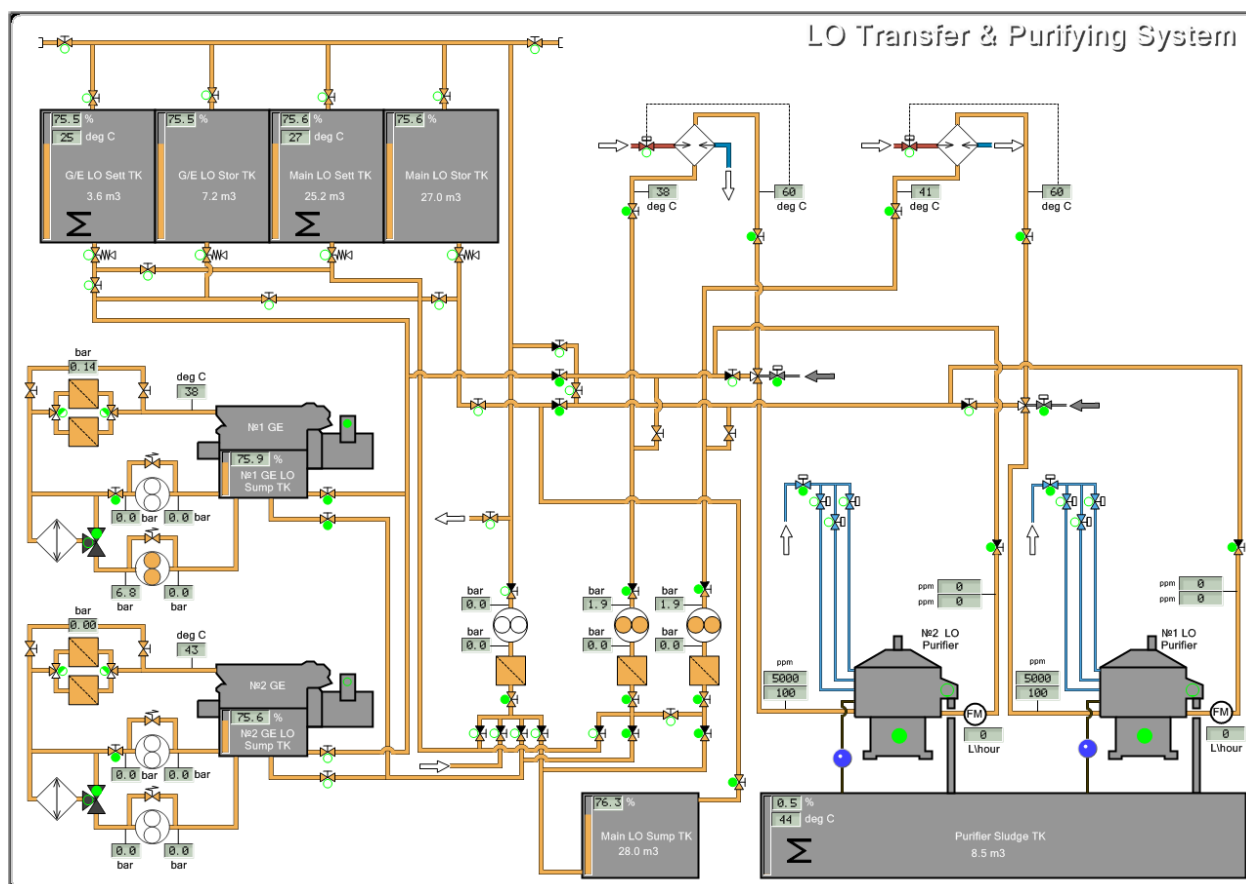


Рис. 3.3. Система хранения, транспортировки и очистки масла

Состав:

- № 1 (№ 2, № 3) агрегаты GE; каждый блок включает в себя: запуск двигателя; индикатор; насосы; фильтры GE LO; охладитель GE LO;

Объемы танков в м³:

Танк запаса масла для ГД (LO Main LO Storage) - 27,0

Отстойный танк масла (Main LO Settling Tank) - 25.2

Цистерна для хранения масла ДГ (G/E LO Storage Tank) - 7.2

Отстойная цистерна масла ДГ (G/E LO Settling Tank) - 3.6

Цистерна циркуляционного масла ГД (Main LO Sump Tank) - 28.0

Две циркуляционных цистерны ДГ (GE LO Sump Tank) - 1.0

Сточная цистерна (шламовая) сепаратора (Purifier Sludge Tank) - 8.5

- 1. №1(№2) насосы предварительной маслопрокачки (GE LO Pre-lube Pump) – 2,6 м³/ч x 1,5 кг/см²;
- 2. приводные маслonaсосы ДГ №1,№2 (GE LO Driving Pump) – 17,2 м³/ч x 7,8 кг/см²;
- 3. Перекачивающий маслonaсос (LO Transfer Pump) – 5 м³/ч x 3 кг/см²;
- Блоки сепараторов №1 (№2), каждый с индикатором открытия сепаратора и индикатор работы;
- 4 № 1 (№ 2) Питательный насос сепаратора – 2 м³/ч x 3 кг/см²;
- Подогреватели сепараторов №1 (№ 2);
- Трубопроводы с вентилями, фильтрами, измерительными приборами.

Характерные неисправности системы смазки и их причины

Ниже в табл. 3 перечислены характерные неисправности системы смазки и их причины.

Таблица 3.1

Параметр	Неисправность	Причина
Температура циркуляционного масла	1. Температура на выходе выше нормальной	1. Перегрев отдельных узлов дизеля 2. Неполадки в работе терморегулятора
	2. Температура масла на входе выше нормальной	1. Недостаточная подача охлаждающей воды в холодильник 2. Интенсивно работает подогрев масла в танке 3. Неполадки в работе терморегулятора
	3. Температура масла на входе ниже нормальной	1. Неполадки в работе терморегулятора 2. Слишком большая производительность маслоохладителя
Температура масла, охлаждающего поршни	1 Температура резко понизилась	1. Неисправен термометр 2. Нарушение циркуляции масла
	2. Температура повысилась	1. Засорение каналов подвода масла 2. Снизилась производительность масляного насоса
Давление масла на входе в двигатель	1. Давление слишком высокое	1. Нагнетательный клапан прикрыт 2. Клапан обвода зажат в закрытом положении 3. Недостаточно прогрето масло 4. Высокая вязкость масла 5. Неисправность регулятора температуры 6. Засорение трубопровода подвода масла к дизелю
	2. Давление масла падает, температура резко растет.	1. Снижение производительности масляного насоса
	3. Давление масла низкое, вибрация	1. Частично закрылся клапан 2. Уровень масла в месте забора насосом слишком низкий
	4. Срабатывание детектора масляного тумана.	1. Износ поршневых колец отдельных цилиндров 2. Повреждение вкладышей рамовых

		подшипников 3. Забиты трубопроводы вентиляции картера 4. Неисправность детектора масляного тумана
Перепад давлений масла на фильтрах	1. Перепад слишком низкий	Разрыв фильтра
	2. Перепад слишком высокий	Фильтр загрязнён
Уровень масла в циркуляционном танке	1. Уровень понижается	1. Разрыв трубопровода 2. Нарушение герметичности трубок охладителя масла 3. Изменение дифферента (в корму)
	2. Уровень повышается	1. Попадание воды в масло 2. Попадание топлива в масло 3. Дифферент изменился (увеличился в нос)
Работоспособность лубрикаторной системы, поршневых колец и клапанов	1. Заброс масла в подпоршневую полость 2. Резкое уменьшение количества масла, сбрасываемого в подпоршневую полость и, соответственно, в сточную цистерну.	1. Слишком большая подача масла 2. Неисправность лубрикатора 3. Малая подача лубрикаторного масла (неисправен или не отрегулирован лубрикатор)
	Залегание и прогорание колец и прогорание выпускных клапанов	Завышенная подача лубрикатора.
	3. Недостаток смазки	1. Не отрегулирован лубрикатор. 2. Засорение каналов подвода смазки
Контроль дозировки лубрикаторного масла	Уровень масла в лубрикаторе низкий	Засорение дозатора

Инструкция по эксплуатации системы смазки главного дизеля

Подготовка системы и ввод её в эксплуатацию

1. Проверьте уровень масла в сточных цистернах или в картерах дизеля и редуктора, в маслосборниках и гравитационных цистернах турбокомпрессоров наддува, в масляных сервомоторах, в лубрикаторах, в регуляторе частоты вращения, в корпусе упорного подшипника, в цистерне смазки распределительного вала. При необходимости пополнить их маслом.

2. Убедитесь в исправности устройств автоматического пополнения и поддержания уровня масла в цистернах, лубрикаторах.

3. Перед проворачиванием дизеля подать масло в рабочие цилиндры и к другим местам лубрикаторной смазки, а также ко всем точкам ручной смазки.

4. Подготовьте к работе масляные фильтры и маслоохладители, установить клапаны на трубопроводах в рабочее положение. Пуск дизеля и его работа с

неисправными масляными фильтрами запрещается. Дистанционно управляемые клапаны должны быть опробованы в действии.

5. При температуре масла ниже рекомендованной инструкцией по эксплуатации его необходимо подогреть. Температура масла при прогреве не должна превышать +45 °С.

6. Подготовьте к работе и пустить автономные масляные насосы дизеля, турбокомпрессоров. Проверить действие средств автоматизированного (дистанционного) управления основными и резервными масляными насосами, выпустить из системы воздух. Убедиться в наличии показаний всех контрольно-измерительных приборов системы, а также в наличии потока в смотровых стеклах. Прокачивание маслом производить в течение всего времени подготовки дизеля (при ручной прокачке ДГ - перед проворачиванием и непосредственно перед пуском).

7. Убедитесь в отсутствии предупредительных сигналов в системе.

Контроль работы системы

1. Следует постоянно поддерживать установленное давление и температуру масла в системах смазки дизеля, турбокомпрессора, подшипников валопровода.

2. При внезапном падении давления или чрезмерном повышении температуры масла в циркуляционной системе дизель необходимо остановить для выяснения и устранения причин неисправности.

При снижении давления и росте температуры масла необходимо сначала снижать нагрузку и частоту вращения, перейти на резервный ГМН и потом останавливать двигатель, если указанные параметры по-прежнему выходят за рекомендованные пределы. При аварийной остановке ВДГ необходимо предварительно временно отключить менее ответственные потребители (камбуз, кондиционирование и т.п.) чтобы предотвратить перегрузку параллельно работающего ВДГ.

3. Не реже одного раза в час следует контролировать уровень масла в картере, сточных и напорных цистернах дизелей, турбокомпрессоров, лубрикаторов, подшипников валопровода и при необходимости добавлять масло. При наличии автоматической сигнализации по уровню масла периодичность контроля может быть изменена старшим механиком.

4. Периодически (не реже одного раза в месяц) следует проверять часовой и удельный расход цилиндрического масла и распределение его по точкам смазки. При необходимости отрегулировать лубрикаторы в соответствии с указаниями инструкции. Недостаточная или чрезмерно избыточная подача масла в цилиндры дизеля недопустима. Лубрикаторы цилиндрической смазки должны быть отрегулированы так, чтобы удельный расход масла, отнесенный к фактической мощности на эксплуатационном режиме работы дизеля, был не меньше удельного расхода, указанного в инструкции завода-изготовителя или судовладельца для номинального режима.

5. Необходимо периодически подавать смазку к узлам, смазываемым вручную, пополнять колпачковые и пресс-масленки, быть уверенным, что масло поступает к смазываемым поверхностям.

6. Необходимо периодически выпускать воздух из масляных полостей маслоохладителей, фильтров.

7. Давление циркуляционного масла должно поддерживаться выше давления охлаждающей воды в маслоохладителе.

8. При увеличении перепада давления до и после фильтра сверх установленного инструкцией по эксплуатации необходимо переключить систему на резервный фильтр. Периодически (один раз за вахту) контролировать работу автоматических устройств очистки фильтров. При резком уменьшении перепада давления следует заменить фильтрующий элемент. Работа дизеля с неисправными масляными фильтрами запрещается.

9. Во время работы дизеля циркуляционное масло должно периодически или непрерывно очищаться сепараторами (фильтрами). Сепарация масел, содержащих присадки, должна осуществляться без промывки водой.

Необходимо контролировать состояние масла (вязкость, содержание воды, топлива, продуктов износа, сажи, температуру вспышки). При снижении температуры вспышки до 190 °С (обычно у свежих масел температура вспышки лежит в пределах 220...240 °С) эксплуатацию двигателя следует прекратить

10. Необходимо контролировать отсутствие воды в сточных цистернах смазочного масла турбокомпрессоров. При наличии воды принять меры к ее удалению, выяснить и устранить причину попадания воды.

11. Убедитесь в отсутствии предупредительных сигналов в системе.

Работа системы в стояночном режиме

- при выведении двигателя из действия циркуляционная масляная система продолжает работать для равномерного охлаждения деталей двигателя;
- переключите управление насосами в ручной режим;
- установите минимальное давление на редукционном клапане;
- по мере понижения температуры масла на выходе из двигателя необходимо уменьшить подачу охлаждающей воды на маслоохладитель до полного ее прекращения;
- прокачивание маслом можно прекратить, когда разность температур масла на входе в двигатель и на выходе из него станет близкой к нулю;
- остановите насос.

Контрольные задания для демонстрации компетентности

Устройство систем управления и защиты, системы топливоподачи

1. Нарисуйте схему системы смазки.
2. Укажите назначение конструктивных элементов системы.
3. Перечислите элементы системы управления и защиты системы.

Эксплуатация системы смазки

1. Перечислите операции ввода в действие системы смазки.
2. Укажите причины повышенной температуры масла на входе в дизель и способы их устранения.
3. Укажите причины понижения давления масла и способы их устранения.

4. Укажите причины повышения перепада давления на фильтре и способы их устранения.

Тренажерный практикум по эксплуатации системы смазки

1. Продемонстрируйте ввод в действие системы.
2. Продемонстрируйте регулирование температуры масла в системе.
3. Продемонстрируйте регулирование давления масла в системе.

Содержание отчёта по лабораторному практикуму

1. Рисунок или фотокопия системы смазки с перечнем элементов схемы .
2. Рисунок или фотокопия панели управления системой.
3. Перечень рабочих пределов контролируемых параметров.
4. Порядок ввода установки в действие.

Лабораторный практикум № 4 ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ТОПЛИВОПОДАЧИ ГД И ВД

Время – 2 часа.

Система топливоподачи ГД и ВД (FO ME & GE Service System)

Система предназначена для питания ГД и дизель-генераторов. дизельные двигатели (ДЭ) соответствующей обработки мазута или дизельного топлива.

Двигатели могут нормально работать на тяжелом топливе, включая пуск, остановки и непрерывную работу. MDO будет использоваться только в портах с высокими экологическими требованиями или в случае чрезвычайной ситуации (например, отключение электроэнергии) или для запуска DE, когда паровая установка еще не работает.

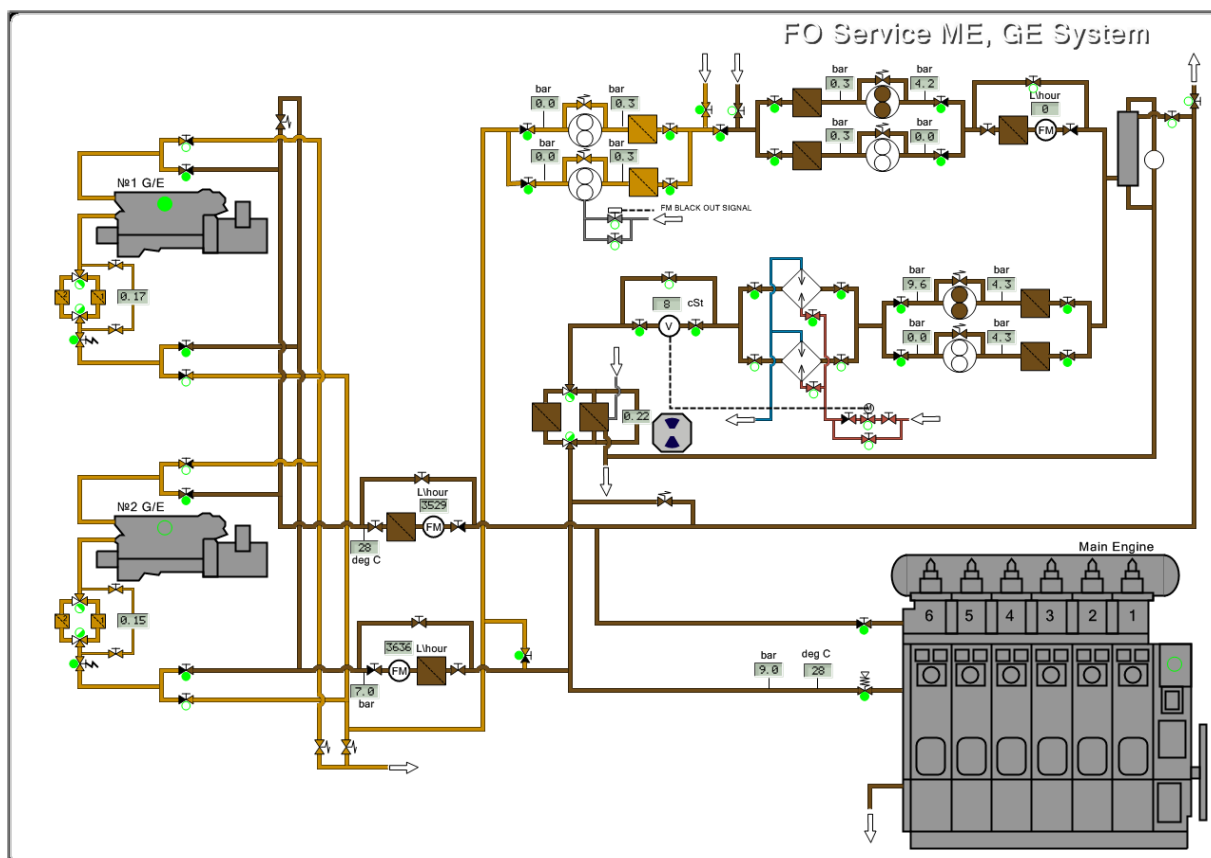


Рис. 4.1. Схема системы топливоподачи

Щелкните пункт меню FO ME, GE Service System на странице SYS, чтобы открыть схему системы.

Состав системы:

- 1. ГД и ДГ №1, ДГ №2 с индикаторами работы;
- 2. Насос подачи топлива 1(2) – $3,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ х $4 \text{ кг}/\text{см}^2$;
- 3. Циркуляционный топливоподкачивающий насос 1 (2) – $7,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ х $6 \text{ кг}/\text{см}^2$;
- 4. Насосы подачи топлива MDO к ДГ – $1,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ х $7 \text{ кг}/\text{см}^2$;

- насос GE EM'CY MDO (с пневматическим приводом) – 0,2 м³/ч х 5 кг/см²;
- топливные фильтрующие блоки FO дизель-генераторов, каждый с контролируемой 3-сторонней сменой; перепускные клапаны и запорный клапан EM'CY;
- нагреватели тяжелого топлива ME/GE HFO Heater 1(2);
- 5. Автоматический фильтр топлива;
- 9. Впускной клапан деаэрационной колонны (Fuel Oil Venting Box Inlet Valve);
- невозвратный возвратный клапан HFO;
- клапаны и приборы системы вязкости;
- Трубопроводы с вентилями, фильтрами, измерительными приборами.

Управление системой

Элементы управления на диаграмме:

8. От MDO к клапану установки FO, HFO от клапана сервисных резервуаров и MDO From Service Tank Valve используются для выбора HFO или поставка MDO для главного двигателя.

6. Впускной клапан ME FO и обратный клапан ME FO используются для подачи топлива в двигатель.

7. Впускной клапан ДГ №1 (№2) МДО (HFO) и ДГ №1 (№2) МДО (HFO) обратный клапан используется для питания соответствующего ДГ.

9. Впускной клапан коробки вентиляции топливного масла используется для открытия потока в вентиляцию короба.

10. Обратный клапан HFO Н.З. используется для управления рециркуляцией HFO.

Загрязнение топливного фильтра 5. Автоматический фильтр отображается двумя синими секторами. Сектора обращаются в красный, чтобы указать на загрязнение. Условия загрязнения задаются инструктором.

Включить питание 440 В автоматических фильтров на №4 GROUP STARTER PANEL (используйте пункт меню GSP 4 страницы ER3) с помощью автоматического переключателя G/E FO. AUTOFILTER и M/E FO.

Топливоподкачивающие и циркуляционные насосы (FO Supply & Circulating Pumps)

Общее описание кнопочного блока и органов управления стартовой панели приведено ниже в разделе «Введение» 5 на стр. 12.

Нажмите на пункт меню GPBP-6 страницы ER3, чтобы открыть панель нажатием кнопки топливоподкачивающих насосов (№ 1 ME & GE F.O. Supply Pump, № 2 ME & GE F.O. Supply Pump) и циркуляционных насосов (№ 1 ME & GE F.O. Circ. Pump, № 2 ME & GE F.O. Circ. Pump)

Установите двухпозиционный переключатель режимов в положение REMOTE, чтобы включить дистанционное управление насосом от MSB или CMS.

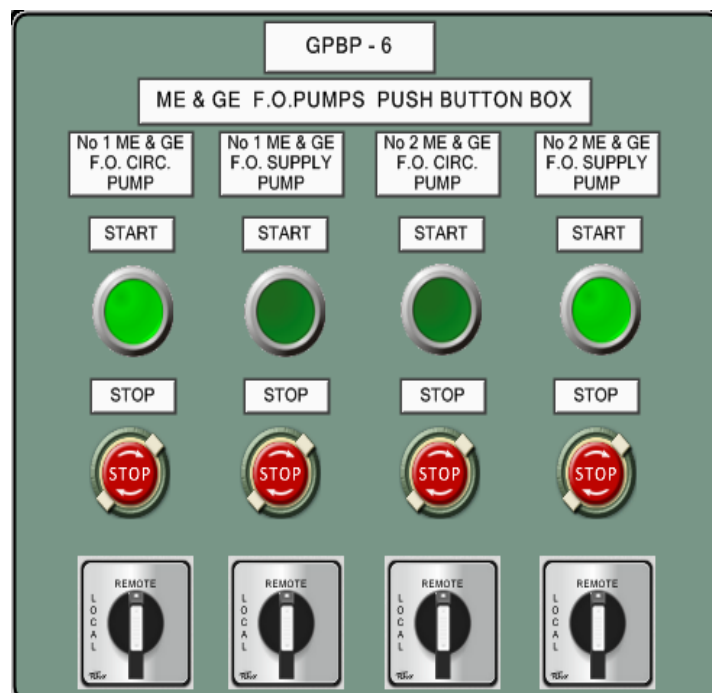


Рис. 4.2. Панель управления насосами

Щелкните пункт меню MSB No 1/2 GSP страницы MSB, чтобы открыть дисплей с номером 1 M/E & G/E F.O. SUP. PUMP и № 1 M/E и G/E F.O CIRC. Pump. на пусковой панели насоса.

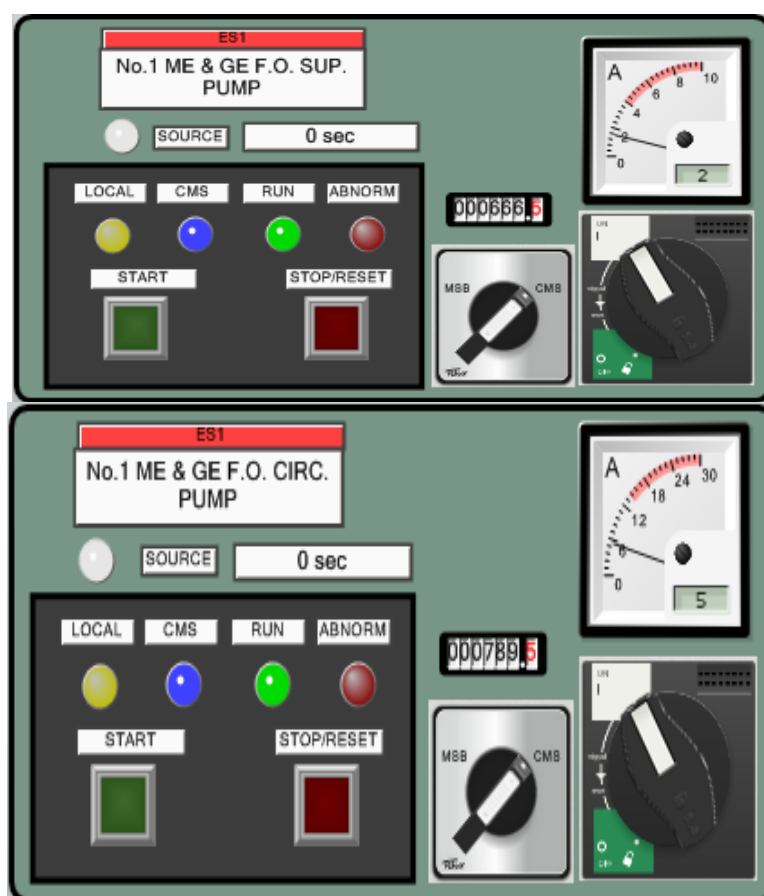


Рис. 4.3. Панель управления насосами с индикацией нагрузки

Щелкните пункт меню MSB № 2/1 GSP на странице MSB, чтобы открыть дисплей с № 2 M/E и G/E F.O. и №2 M/E и G/E F.O. CIRC.PUMP. на пусковой панели насоса.

Подающий и циркуляционный насосы работают в режиме резервной конфигурация.

Топливные насосы MDO (MDO Pumps)

Общее описание пусковой панели и кнопочного блока элементы управления приведены в разделе «Введение» 5 на стр. 12.

Щелкните пункт меню MSB No 2/1 GSP на странице MSB, чтобы открыть дисплей с помощью EM'CY D.O. насос (пневматический) на пусковой панели.

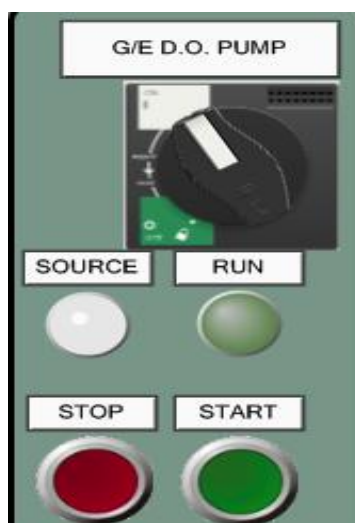


Рис. 4.4. Панель управления насосами MDO

С помощью двухпозиционного переключателя режимов установите:

- РУЧНОЙ режим управления насосом с этой панели;
- Режим AUTO для автоматического запуска насоса после потери электропитания (EPP blackout).

Нажмите пункт меню GSP 4 на странице ER3, чтобы открыть стартовую панель топливного насоса ДГ (GE D.O. PUMP).

Включить питание 440 В групповой пусковой панели №4 (No. 4 GROUP STARTER PANEL) для насоса на EM'CY AC440v FEEDER PANEL ESB

(используйте пункт меню ESB Consumers страницы EmG) посредством автоматического выключателя GSP №4 (GE MDO PUMP).

Инструкция по эксплуатации топливной системы СДЭУ

Техническое использование топливной системы должно осуществляться в соответствии с инструкцией по эксплуатации завода-изготовителя. Основные общие требования при использовании системы при подготовке и работе дизеля изложены также в [3].

Подготовка системы и ввод её в эксплуатацию

При подготовке к работе надо проверить уровни топлива в цистернах, спустить с них отстой, при необходимости пополнить их и обеспечить подогрев, установить клапаны в рабочее положение, проверив в действии дистанционно управляемые клапаны, подготовить к работе фильтры, подогреватели, сепараторы, регуляторы вязкости и другое оборудование. Необходимо запустить топливopодкачивающие насосы и насос охлаждения форсунок, обратив внимание на потребляемый приводным электродвигателем ток. Если проводились работы, связанные с разгерметизацией системы, то необходимо удалить воздух из системы, прокачивая ее топливом. При отсутствии воздуха в системе после ее герметизации при ручном прокачивании будет ощущаться значительное сопротивление.

Подогрев средневязкого или высоковязкого топлива должен быть по возможности медленным. Скорость подогрева средневязкого или высоковязкого топлива не должна превышать 2 град/мин, а время циркуляции подогреваемого топлива в системе перед пуском дизеля не должно быть менее 1 ч, если в инструкции по эксплуатации нет других указаний. Для пуска дизеля вязкость топлива должна находиться в пределах от 9 до 15 сСт, что обеспечивает необходимое качество распыления. При подогреве температура топлива в цистернах должна быть не менее, чем на 10 °С ниже температуры вспышки, определённой в закрытом тигле.

Топливо в отстойных цистернах подогревают для ускорения отстаивания, причем режим подогрева должен быть стабильным, чтобы не образовывались конвективные потоки внутри цистерны, препятствующие процессу осаждения примесей. Для разрушения образовавшихся стойких водотопливных эмульсий целесообразно использовать антиэмульгирующие присадки. Датчики предельных верхнего и нижнего уровней и датчик максимальной температуры должны быть исправны.

Обслуживание топливной системы при работе двигателя

При обслуживании топливной системы помимо выполнения изложенных в стандартных процедурах по поддержанию давления и температуры топлива, периодическому спуску отстоя, контролю перепада давлений до и после фильтров, пополнению цистерн, устранению протечек, контролю работы сепараторов целесообразно чаще производить очистку расходных и отстойных цистерн от осадков, контролировать при приемке топлива расчетный углеродно-ароматический показатель ССАІ, увеличивая при необходимости расход цилиндрического масла при выходе ССАІ на граничные значения: 870 для крейцкопфных ГД и 850 для СОД.

Особое внимание следует уделить обеспечению эффективной работы сепаратора для удаления, прежде всего, твердых частиц катализатора (алюмосиликатов), размеры которых лежат в пределах от 15 до 5 и менее мкм. Сепараторы значительно эффективнее, чем фильтры удаляют эти частицы. Количество удаленных сепаратором частиц размером менее 4 мкм составляет 65...85 %, тогда как фильтры задерживают только 5...10 % таких частиц. Количество удаленных каталитических фракций составляет 60...90 %, натрия –

40...50 %, железа – 40...60 %, тогда как фильтры удаляют лишь приблизительно 5 %. Эти данные получены по усредненным образцам с 44 судов [5].

Для повышения эффективности сепарацию тяжелых топлив надо производить при как можно более низкой вязкости топлива (не более 40 сСт). Для этого необходимо топливо предварительно нагревать до возможно более высоких температур, не превышающих, однако, 98 °С. Важно также, чтобы топливо как можно дольше находилось в барабане сепаратора, что достигается работой сепараторов с пониженной пропускной способностью.

Во избежание разрушения водяного затвора или попадания воды в очищенное топливо, нужно следить за соответствием технических параметров гравитационного диска плотности сепарируемого топлива.

Наилучших результатов очистки можно достигнуть, если сепарацию топлива осуществлять в двух параллельно работающих на малой подаче сепараторах, настроенных на режим пурификации, и через последовательно с ними включенный, кларификатор.

Согласно рекомендаций ISO избежать интенсивных износов ЦПГ можно, если осуществлять сепарацию тяжелых топлив из отстойной цистерны в расходную в режиме пурификации и осуществлять постоянную рециркуляцию топлива в расходной цистерне сепаратором в режиме кларификации.

В штормовую погоду расходовать не более 2/3 вместимости расходной цистерны и производить подачу топлива к дизелю через верхний штормовой клапан, если он имеется.

Замена форсунки при вращающемся коленчатом вале дизеля запрещается.

Работа дизеля с неисправными фильтрами топлива запрещается.

Перевод дизеля с маловязкого топлива на средневязкое или высоковязкое или наоборот надо производить при сниженной мощности дизеля (от 50 до 60% номинальной), если топливная система не снабжена смесительной цистерной или другим устройством, позволяющим переходить с одного вида топлива на другой без снижения нагрузки. Скорость изменения температуры топлива перед ТНВД в процессе перевода не должна превышать 2 град/мин. Последовательность операций по переводу с одного вида топлива на другой должна соответствовать указаниям инструкции по эксплуатации.

Подготовка топливной системы к остановке

Для подготовки системы к остановке необходимо:

- остановить топливopодкачивающий насос;
- закрыть запорные клапаны на топливных расходных цистернах и топливном трубопроводе;
- остановить насос охлаждения форсунок и закрыть клапаны на системе охлаждения форсунок;
- сепаратор можно остановить после заполнения расходных цистерн до верхнего уровня.

Контрольные задания для демонстрации компетентности

Устройство систем управления и защиты, системы топливоподачи

1. Нарисуйте схему системы топливоподачи.
2. Укажите назначение конструктивных элементов системы.
3. Перечислите элементы системы управления и защиты системы.

Эксплуатация систем управления и защиты, системы топливоподачи

1. Перечислите операции ввода в действие системы топливоподачи.
2. Укажите причины повышенной температуры топлива на входе в дизель.
3. Укажите причины резкого понижения температуры и способы их устранения.
4. Укажите причины повышения перепада давления на фильтре и способы их устранения.

Тренажерный практикум по эксплуатации системы топливоподачи

1. Продемонстрируйте ввод в действие системы топливоподачи при работе на тяжёлом топливе.
2. Продемонстрируйте перевод системы на дизельное топливо.
3. Продемонстрируйте регулирование температуры топлива в системе.
4. Продемонстрируйте перевод системы топливоподачи в кратковременный стояночный режим.
5. Продемонстрируйте перевод системы топливоподачи в длительный стояночный режим.

Содержание отчёта по лабораторному практикуму

1. Рисунок или фотокопия топливоподачи с перечнем элементов схемы .
2. Рисунок или фотокопия панели управления системой топливоподачи.
3. Перечень рабочих пределов контролируемых параметров.
4. Порядок ввода установки в действие.

Лабораторный практикум № 5

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Время – 2 часа.

Панель для управления и контроля процесса сгорания в цилиндрах

Панель предназначена:

- для отображения кривой давления в цилиндре двигателя по отношению к углу поворота коленчатого вала, так называемая индикаторная диаграмма;
- регулировки системы впрыскивания в отношении к количеству топлива, поступающего в каждый цилиндр;
- регулировки системы впрыскивания в отношении угла поступи впрыскивания в каждом цилиндре;
- сравнение параметров процесса сгорания топлива в цилиндрах дизеля.

Управление графиком

Левая часть экрана предназначена для отображения индикаторных диаграмм всех цилиндров ГД. Нужно отметить, что экран отображает индикаторные диаграммы тех цилиндров, которые выбраны на панели датчика давления, расположенного в правом верхнем углу экрана. Каждому цилиндру соответствует свой цвет на кривой индикаторной диаграммы.

Следующие возможности предоставляются для обработки данных индикаторных диаграмм:

- изменение диапазона х-координаты от -180 до 180 градусов поворота коленчатого вала. Это дает возможность шкалировать диаграмму по оси X;
- изменение диапазона у-координаты от 0 до 200 бар. Ось Y шкалирована. Органы управления шкалами осей X и Y находятся в правом нижнем углу экрана;
- для возвращения в исходное состояние шкал осей X и Y, используйте кнопку RESET, расположенную на панели изменения шкалы оси;
- ввод произвольного фиксированного значения угла поворота коленчатого вала в диапазоне от -180 до 180 градусов поворота коленчатого вала с автоматическим дисплеем значения давления в каждом цилиндре в этой точке, нижней строке таблицы расположен в правой части экрана (строка P).

Регулировка цилиндровых процессов

В верхней правой части экрана расположены органы управления **Fuel Portion Control**. Диапазон изменения подачи доли топлива находится в пределах $-10\ldots+10\%$, но не больше 60г за один цикл в цилиндре. Ручка управления откалибрована от -15 до $+15$ единиц.

Цикловая подача топлива регулируется в следующих случаях:

- для настройки номинальных параметров ГД;
- во время ремонтных работ, мощность каждого цилиндра выравнивается для обеспечения равномерного кручения;

– в случае неравномерного износа топливного оборудования, доля топлива корректируется для каждого цилиндра.

В процессе корректировки необходимо использовать индикаторную диаграмму цикла обращения (обозначена REF на панели датчика давления).

Переместите ручку управления вправо или влево до тех пор, пока диаграмма индикатора исходного положения не совпадет с индикаторной диаграммой выбранного цилиндра двигателя. Отклонения в мощности цилиндров отображаются на странице ГД: панель отклонения мощности.

Ниже расположены органы управления углом опережения впрыскивания топлива в каждом цилиндре: Timing correction. Механизм изменения аналогичен VIT rack. При частичной нагрузке от 45 % до 85 %, угол опережения впрыскивания топлива изменяется в зависимости от нагрузки дизеля. При нагрузке от 85 % до 100 % механизм изменения угла опережения впрыскивания автоматически устанавливает угол опережения таким образом, чтобы поддерживать давление сгорания в цикле (P_z) на максимально допустимом уровне.

Диапазон изменения угла опережения впрыскивания топлива – от -2,5 до 3,5 градусов поворота коленчатого вала дизеля. Калибровка ручки управления – от -5 до +5 единиц.

Угол опережения впрыскивания топлива регулируется в следующих случаях:

- во время ремонтных работ для ограничения давления сгорания в каждом цилиндре;
- для настройки наиболее эффективного режима работы ГД;
- во время ремонтных работ угол поступи впрыскивания в каждом цилиндре выравнивается для обеспечения равномерного кручения.

Для регулировки настроек, необходимо использовать индикаторную диаграмму цикла обращения (обозначена REF на панели датчика давления). Переместите ручку управления вправо или влево до тех пор, пока диаграмма индикатора исходного положения не совпадет с индикаторной диаграммой выбранного цилиндра двигателя.

Таблица параметров

Справа, в центральной части экрана, расположена таблица, определяющая параметры цикла, соответствующие каждому цилиндру, в то время как колонка REF показывает значения параметра процессов индикатора исходного положения.

Таблица предоставляет следующие параметры:

- среднее индикаторное давление – P_i (бар);
- значение максимального давления сгорания – P_z (бар);
- значение давления в конце процессе сжатия – P_c (бар);
- максимальное значение угла – φ_{Pz} (градусы угла коленчатого вала);
- значение угла начала видимого сгорания в цилиндре φ_{ign} (градусы угла коленчатого вала);

- степень повышения давления P_z/P_c (бар)
- значение давления в выбранной точке диаграммы P_ϕ (бар).

Контроль и регулировка параметров рабочего процесса

Контроль параметров рабочего процесса

Помимо систематического контроля рабочих параметров дизеля, предусмотренных п.2.1.1, необходимо периодически осуществлять углубленный контроль с применением специализированных приборов (индикаторов, максиметров, торсиометров, расходомеров, диагностической аппаратуры).

Индицирование дизеля (где это технически возможно) должно производиться:

1. периодически, но не реже одного раза в месяц;
2. при обнаружении ненормальностей в работе отдельных цилиндров;
3. после регулировки или замены топливных насосов, форсунок, ремонта или замены узлов цилиндро-поршневой группы;
4. после перехода на другой сорт топлива;
5. при значительном изменении осадки судна, резком увеличении сопротивления движению судна (при обрастании или повреждении корпуса, при буксировке и др.), повреждении гребного винта.

Индикаторные диаграммы должны сниматься при установившемся режиме дизеля. Если имеется техническая возможность, во время индицирования главного дизеля органы, управляющие подачей топлива в цилиндры, должны быть неподвижны (выставлены на упор). Шаг винта регулируемого шага должен оставаться постоянным. В этом случае при съемке диаграмм допускается колебание частоты вращения вала, вызванное качкой или волнением, не более 2,5 % среднего значения. При индицировании дизеля, управляемого через однорежимный или всережимный регулятор, необходимо следить за устойчивостью нагрузки по индексам топливных насосов или положению других органов, управляющих цикловой подачей топлива.

Проверку равномерности распределения нагрузки по цилиндрам следует производить:

1. по среднему индикаторному давлению, если дизель оборудован индикаторными кранами и имеются средства для измерения среднего индикаторного давления (механический или другой индикатор);
2. по максимальному давлению в цилиндрах и температуре выпускных газов за цилиндрами, если имеются индикаторные краны, но нет средств для измерения среднего индикаторного давления;
3. по температуре выпускных газов за цилиндрами и падению частоты вращения вала при поочередном отключении цилиндров, если нет индикаторных кранов.

В случае отклонения параметров рабочего процесса и удельного расхода топлива за пределы, указанные в инструкции по эксплуатации, должны быть выяснены причины и при необходимости произведена регулировка дизеля.

Регулировка параметров рабочего процесса

Регулирование параметров рабочего процесса путем изменения цикловой подачи топлива или угла опережения подачи топлива допускается только в тех случаях, когда имеется уверенность в исправной работе топливной аппаратуры (топливных насосов и форсунок), механизма газораспределения, а также в исправности контрольно-измерительных приборов. Регулировка на основании случайных замеров или замеров на кратковременных недостаточно установившихся режимах запрещается. Запись о регулировке должна быть внесена в машинный журнал.

Неравномерность распределения параметров рабочего процесса по цилиндрам, характеризуемая отклонением от среднего значения, не должна превышать указанных ниже значений, если в инструкции по эксплуатации не оговорены другие отклонения:

1. среднее индикаторное давление $\pm 2,5\%$;
2. максимальное давление сгорания $\pm 3,5\%$;
3. давление конца сжатия $\pm 2,5\%$;
4. температура выпускных газов $\pm 5\%$.

Примечание. При контроле температуры выпускных газов на дизеле с импульсной системой наддува следует ориентироваться на ее отклонение не от среднего значения по цилиндрам, а на отклонение от результатов стендовых или ходовых испытаний.

После выполнения регулировочных работ, связанных с возможностью нарушения нулевой подачи топливных насосов высокого давления, она должна быть проверена и установлена до пуска дизеля.

Контроль параметров функционирования СЭУ танкера осуществляется системой управления (ECS). Дистанционная система управления пропульсивной установкой из ЦПУ (ECR) содержит соответствующие панели Room Control Console (ECC) А, В, С сверху и С снизу, отображающие работу двигателя.

Возможно также отображение работы пожарной и аварийной сигнализации и мониторинг с мостика, а также мониторинг генератора инертного газа.

Управление силовой установкой осуществляется с пультов В и С и поста управления у двигателя ECC (Engine Control Console).

Использование консоли управления ECR, секция В

Щелкните пункт меню ECC В на странице ECR, чтобы открыть дисплей.

Консоль содержит:

Давление пускового воздуха (M/E STARTING AIR PRESSURE);

Давление масла на входе ГД (M/E L.O. INLET PRESSURE);

Давление управляющего воздуха ГД;

Давление топлива на входе (M/E F.O. INLET PRESSURE);

Давление наддува ГД;

Давление пресной воды охлаждения цилиндрических втулок на входе (M/E JACKET C.F.W. INLET).

Манометры давления;

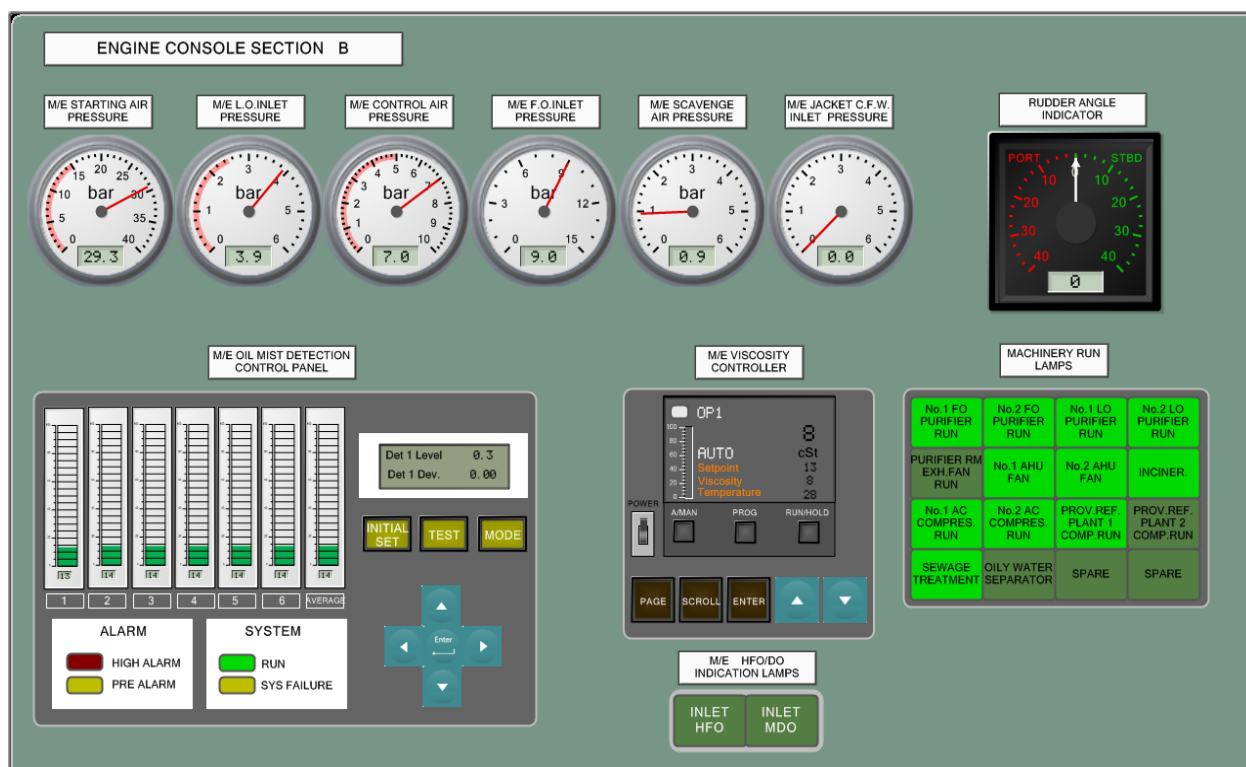


Рис. 5.1. Панель управления из ЦПУ секция В (ECR Control Console Section B)

- Указатель угла руля (зеленый – левый (STBD), красный – правый (PORT));
- Панель детектора масляного тумана ГД (М/Е), состоящая:
 - из шкалы и цифровые индикаторы содержания масляного тумана в каждом цилиндре М/Е и среднее значение;
 - индикаторы ALARM для HIGH ALARM (значение > 1,5 – медленный нерабочее состояние) и PRE ALARM (отклонение > 0,4 или значение > 1,5 на любом из детекторов);
 - индикатор SYSTEM для индикации RUN;
 - индикатор SYS FAILURE не моделируется;
 - ЖК-экран с индикацией уровня и отклонение значения в датчиках масляного тумана;
 - начальная настройка, ТЕСТ, РЕЖИМ и кнопки со стрелками вправо и влево не моделируются;
 - кнопки со стрелками ВВЕРХ и ВНИЗ для просмотра списка детекторы на ЖК-экране.
- панель вискозиметра ГД (М/Е) (см. описание в пункт 3.1.1 на странице 21);
- индикаторные лампы HFO/DO для отображения фактического М/Е FO подача: вход HFO, вход MDO;
- лампы индикаторы работы механизмов для включения, когда соответствующие работают системы:
 - No.1 FO сепаратор в работе; No.2 FO сепаратор в работе;
 - сепаратор масла No 1 в работе; сепаратор масла No 2 в работе;

- PURIFIER RM EXH.FAN RUN;
- вентилятор кондиционера № 1; вентилятор кондиционерного оборудования № 2;
- инсинератор;
- компрессор № 1 в работе; компрессор № 2 в работе;
- компрессор № 1 провизионная рефустановка работает; компрессор № 2 провизионной установки работает;
- установка очистки сточных вод; (SEWAGE TREATMENT)
- установка очистки нефтесодержащих вод (OILY WATER SEPARATOR).

Консоль управления ECR/Секция С, верхняя панель

Щелкните пункт меню ECC С Top Panel на странице ECR, чтобы открыть отображение системы дистанционного управления главным двигателем (RCS).

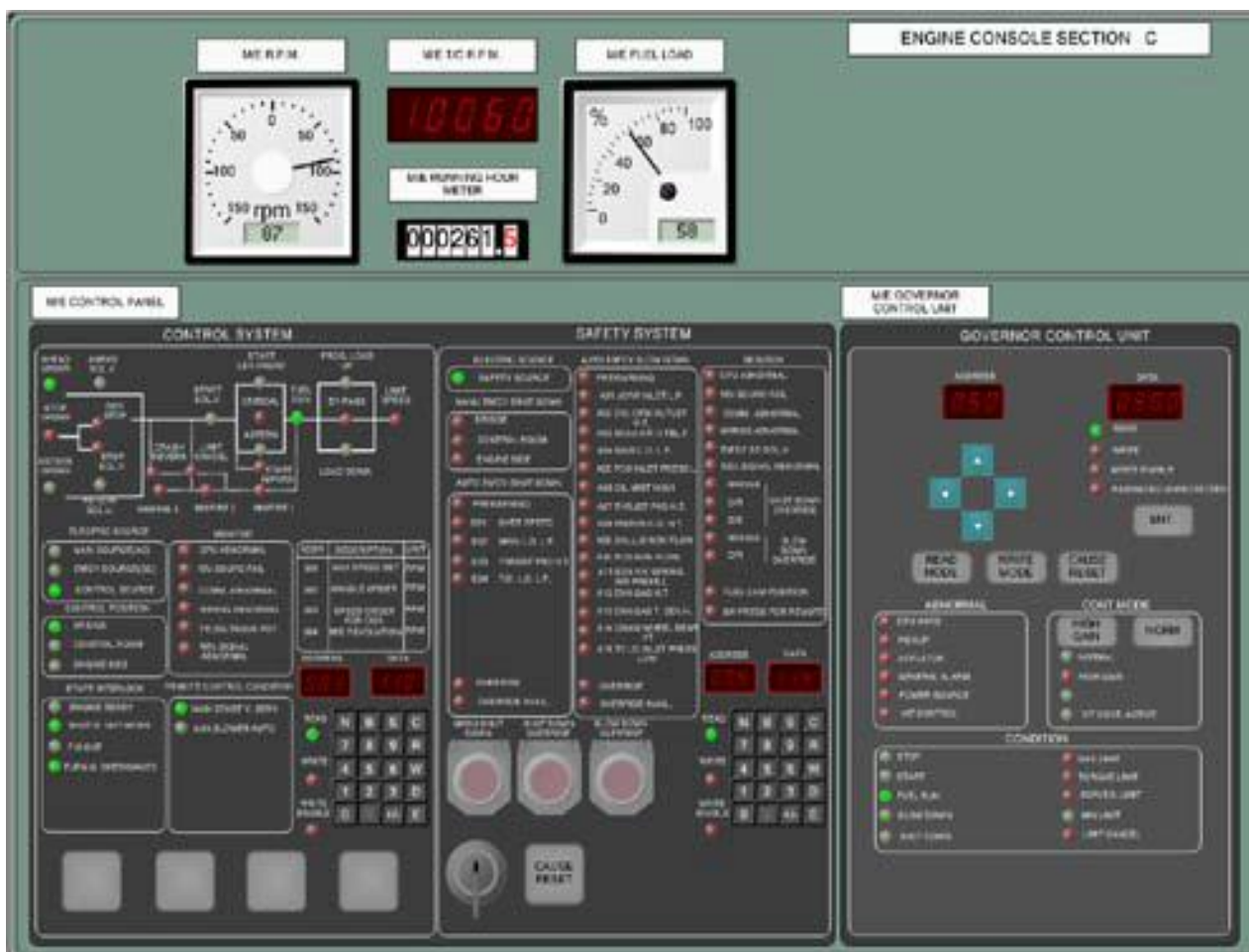


Рис. 5.2. Консоль управления ECR, секция С, верхняя панель (Control System Panel)

Консоль содержит:

- М/Е об/мин. приборы;
- М/Е Т/С об/мин. цифровой манометр;
- счетчик часов наработки ГД (M/E RUNNING HOUR METER);
- Датчик подачи топлива (M/E FUEL LOAD);

- панель управления ГД, включающая панель системы управления и панель системы безопасности (описаны ниже);
- Панель управления оборотами ГД (M/E GOVERNOR CONTROL UNIT) (описана ниже).

Панель системы дистанционного управления (Remote Control System Panel)

Панель СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ (CONTROL SYSTEM) содержит:

- Схема системы с индикаторными лампами;
- Индикаторы ELECTRIC SOURCE загораются при наличии питания:
 - главный источник (MAIN SOURCE (AC));
 - аварийный источник (EM'CY SOURCE (DC));
 - источник управления (CONTROL SOURCE).
- контрольные лампы, указывающие откуда управление: мостик, ЦПУ, у двигателя (CONTROL POSITION: BRIDGE; ECR, ENGINE SIDE).

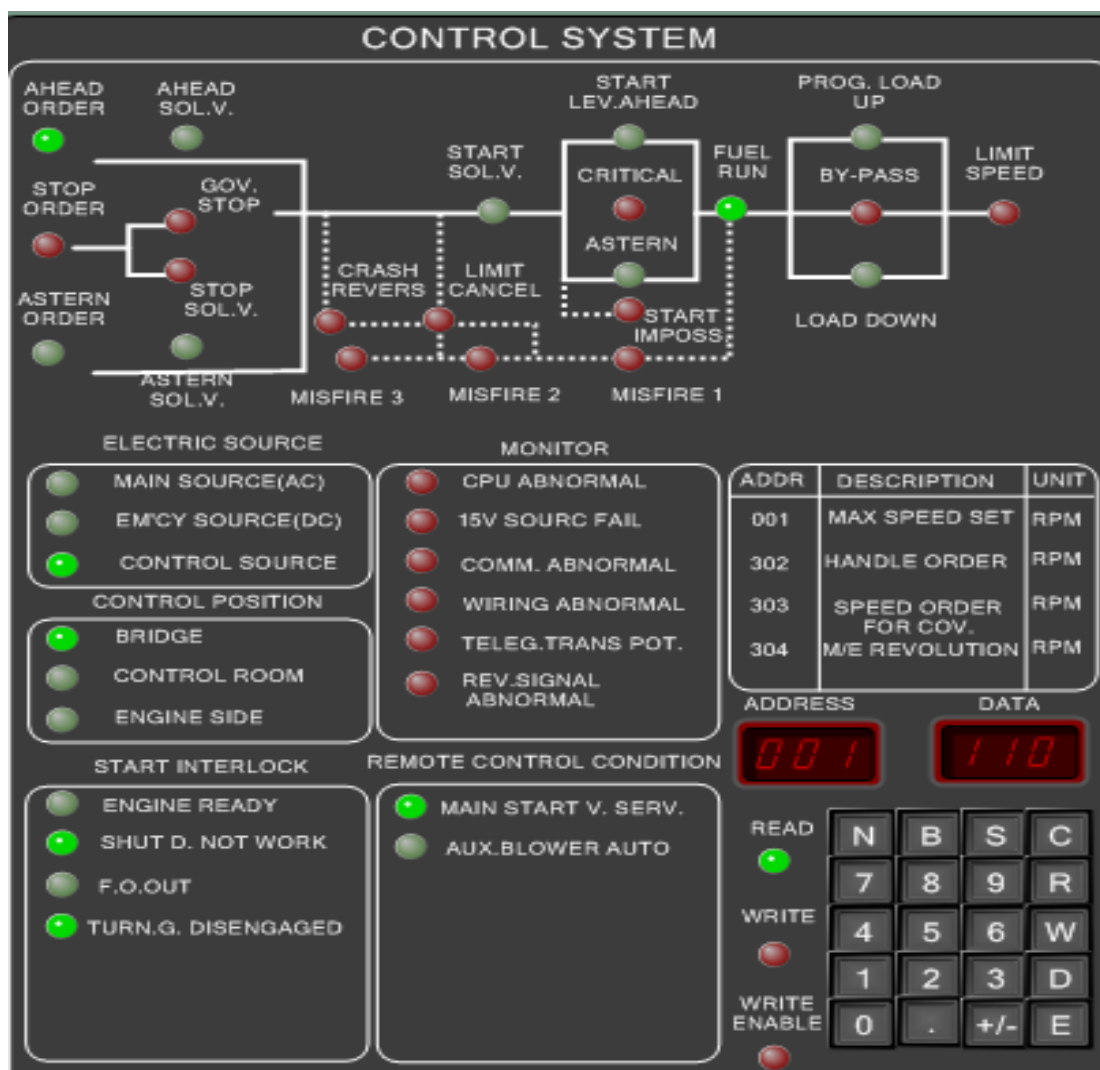


Рис. 5.3. Панель системы дистанционного управления (Remote Control System Panel)

Сигнальные лампы МОНИТОР:

- CPU ABNORMAL / 15V SOURCE FAIL / TELEG. TRANS POT
- ошибки инструктора;
- неисправность проводки любой из вышеперечисленных аварийных сигналов; на ВСС В сигнальная лампа CONTROL SYSTEM ABNORMAL освещает.
- Лампы START BLOCK CONDITION загораются, указывая на состояние блокировки запуска:
 - ГД готов (ENGINE READY);
 - НЕ РАБОТАЕТ (SHUT DOWN, NOT WORK);
 - F.O. OUT ;
- Лампы СОСТОЯНИЯ ГОТОВНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ (ENGINE READY CONDITION lamps) загораются, указывая на состояние готовности к запуску:
 - пусковой воздух в норме (MAIN START V. SERV. NOR).
 - валоповоротное устройство отключено (TURN. G. DISENGAGED);
 - START DIST.V. OPEN .
- АДРЕС | ОПИСАНИЕ | Таблица UNIT и плата TEN-KEY (см. описание в параграфе 3.2.4 на стр. 25 ниже).

Панель диагностики сгорания в цилиндре (Cylinder Combustion Diagnosis Panel)

Нажмите на пункт меню Cylinder Combustion process на странице Diag, чтобы открыть интерактивную схему главного двигателя, что позволяет наблюдать эффективность горения, недостатки. Также возможно влияние на процесс горения путем внесения онлайн-корректировок или внесения ошибок напрямую.

Диаграмма содержит: • 1 шестипозиционный переключатель – для выбора нужного цилиндра; • 2 индикаторы выхлопных газов ГД; • 3 регулятора вращения (ползунки) – для установки указанного параметра значения для внесения ошибок; • Цифровые индикаторы для отображения фактического отклика ME системные параметры; • 4 кнопка CID – для открытия графиков индикатора в плавающем окне над дисплеем (схемы описаны в пункт 7.1.1 на странице 45).

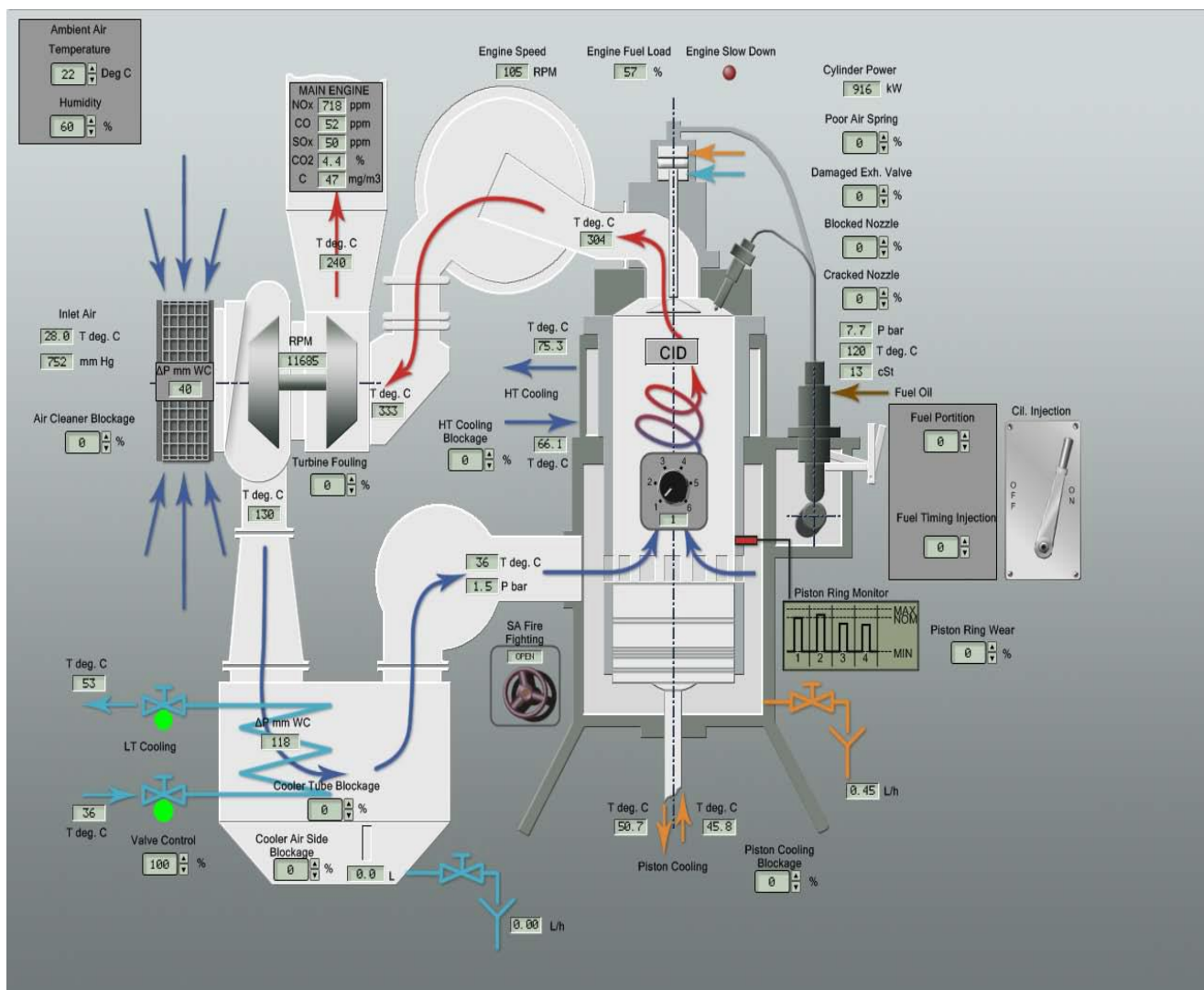


Рис. 5.4. Диаграмма диагностики двигателя

Практикум по эксплуатации системы контроля параметров ГД

1. Продемонстрируйте ввод в действие системы контроля параметров ГД.

Содержание отчёта по лабораторному практикуму

1. Рисунок или фотокопия мнемосхемы системы.
2. Рисунок или фотокопия панели управления системой.
3. Перечень рабочих пределов контролируемых параметров

Лабораторный практикум № 6

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ И ЗАЩИТЫ ГД

Время – 2 часа.

Системы сигнализации и защиты входят в состав систем ДАУ как функционально независимые системы защиты ГД, имеющие отдельные источники питания. Системы защиты двухуровневые. Защита первого уровня подает команду на снижение нагрузки ГД, второго уровня – на остановку ГД. Перечни параметров, по которым осуществляется защита, устанавливаются классификационными обществами и практически мало отличаются, так как международные классификационные общества придерживаются, в целом, единых требований в отношении контролируемых параметров и защит.

Двигатель останавливается автоматически при достижении предельных значений параметров в следующих случаях:

- превышение частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- снижение давления смазочного масла на входе в рамовые и упорный подшипники;
- снижение давления смазочного масла распредвала;
- высокая температура упорного подшипника двигателя;
- снижение давления охлаждающего масла на входе в поршень;
- снижение давления масла на входе в ТК.

При срабатывании защиты по снижению давления масла и увеличению температуры упорного подшипника включается световой сигнал и звучит зуммер, ГД будет работать еще 7 секунд, но его можно оставить в работе, отключив защиту.

Аварийная остановка ГД в ДАУ Autochief-III осуществляется путем подачи электропитания на двухпозиционный клапан, который направляет управляющий воздух на установку нулевой подачи топливных насосов.

Защита первого уровня путем снижения нагрузки может осуществляться в следующих случаях:

- снижение давления смазочного масла на входе в рамовые и упорный подшипники;
- снижение смазки распредвала;
- прерывание потока охлаждающего масла на выходе из поршней;
- высокая температура охлаждающего масла на выходе из поршней;
- высокая температура сегментов упорного подшипника;
- низкое давление охлаждающей воды ГД;
- высокая температура пресной воды на выходе из цилиндра;
- высокая температура наддувочного воздуха;
- высокая температура газов на выходе из цилиндров;
- высокая температура масла на входе в распредвал;
- высокая температура в подпоршневой полости;
- высокая плотность масляного тумана в картере;

- высокие температуры подшипников распредвала;
- высокая осевая вибрация;
- большая разница температур выхлопных газов.

По ряду параметров защиту первого уровня можно при необходимости отключить.

Система сигнализации и защиты предназначена для контроля работы систем и механизмов SDPP (рис. 6.1).

Она подаёт предупредительные сигналы о том, что некоторые параметры работы дизеля выходят за пределы нормы (настроек). О такой ситуации сообщают индикаторы предупредительной сигнализации, которые распределены между системами SDPP (страницами).

Кроме того, общее представление о неправильной работе SDPP можно получить на отдельной странице: «ENGINE ROOM ALARM STATION».

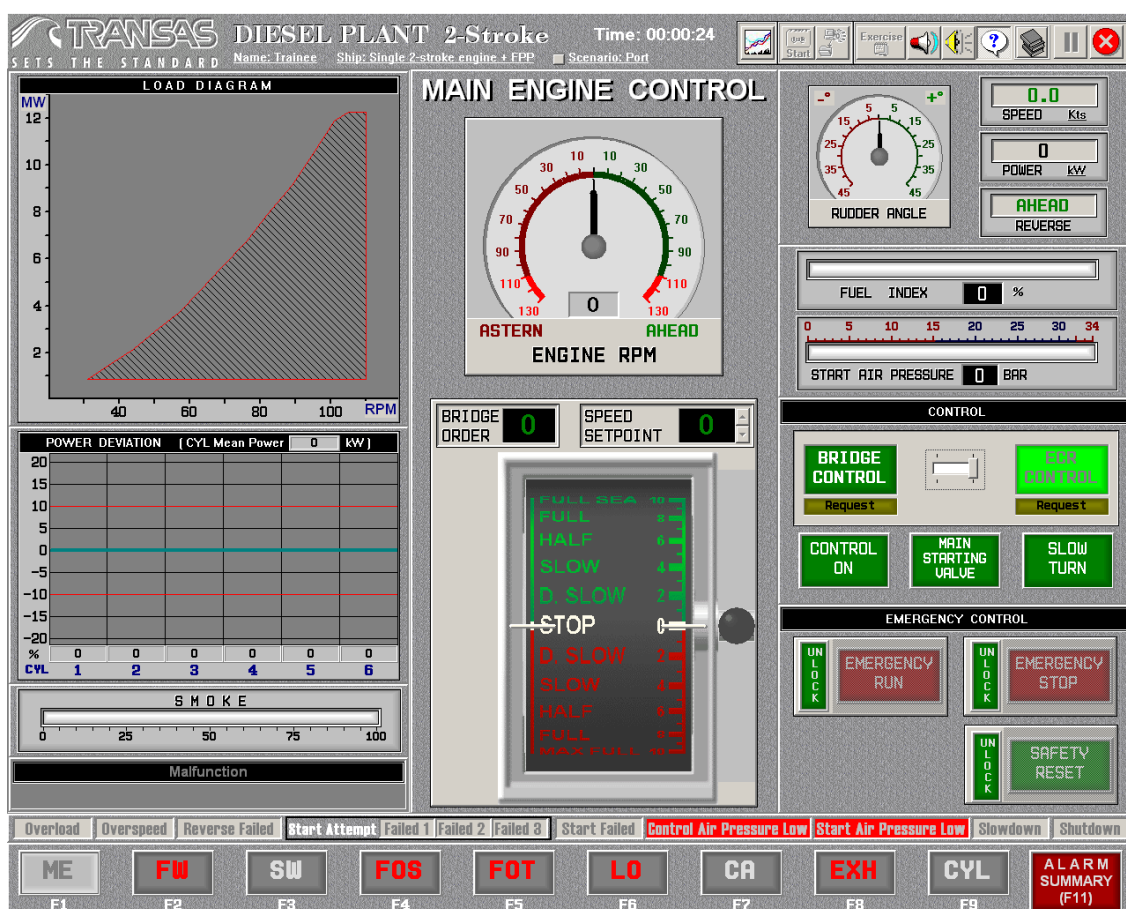


Рис. 6.1. Панель управления главным двигателем

Работа с системой сигнализации и защиты

В тренажере есть два вида сигнализации: звуковая и световая.

В случае звуковой сигнализации включается звуковой сигнал, который выключается нажатием кнопки «Buzzer Off», которая находится в правом верхнем углу каждой страницы.

Световая сигнализация представлена панелью индикатора тревоги, которая расположена в нижней части экранной страницы системы SDPP (см. рис. 6.1).

Каждый индикатор тревоги обозначен именем параметра, который может превышать настройки. Параметры систем дизеля могут иметь нижние («Low») и верхние («High») настройки, или и те и другие. На приборах и шкалах, включенных в панель управления системы SDPP, они обозначены красным цветом.

На каждой странице, не только индикаторные панели, но и кнопки переключения страниц служат индикаторами сигнала тревоги. Если в какой-то из систем отключен сигнал тревоги во время выполнения упражнения, включится красный мигающий огонек на индикаторе системы, и кнопка вызова сообщит пользователю о новообразованной, неподтвержденной тревоге в данной системе. Таким образом, независимо от того, с какой системой вы работаете в данный момент, вы можете контролировать все системы SDPP, используя эти индикаторы систем.

Чтобы получить краткую информацию о распределении активных тревог среди систем, вы можете обратиться к разделу «Engine Room Alarm Station» (станция сигнализации и защиты ГД), нажав кнопку «Alarm Summary», находящуюся среди кнопок переключения страниц, или нажав клавишу <F11> на клавиатуре.

Примечание: если на рабочем месте стажера два монитора, «Engine Room Alarm Station» установлена на втором мониторе, так что вы не найдете кнопку «Alarm Summary» среди кнопок переключения страниц.

Есть 4 способа подтвердить сигнал тревоги:

- щелкните левой клавишей мыши по его индикатору на панели;
- щелкните левой клавишей мыши по его индикатору на странице «Alarm Indicators» в системе «Engine Room Alarm Station»;
- щелкните левой клавишей мыши по кнопке «New» параметра «Status» в соответствующем ряде кнопок на странице «Actual Alarm List» вышеупомянутой системы;
- щелкните левой клавишей мыши по кнопке «Ackn. ALL» (подтвердить все) в верхнем правом углу. Эта кнопка подтвердит все образованные сигналы тревоги одновременно.

Подтвержденный индикатор сигнала тревоги прекратит мигать.

Система «станция сигнализации и защиты машинного отделения»

Индикаторы предупредительной сигнализации

Страница «Alarm Indicators» (индикаторы предупредительной сигнализации) собирает индикаторы предупредительной сигнализации всех систем SDPP. Индикаторы могут быть в одном из трех состояний:

- положение «выключено» (соответствующее значению параметра, не превышающего значение, заданного в настройках);
- красный мигающий свет (значение параметра превышает значение, заданное в настройках: новообразованный, неподтвержденный сигнал тревоги);
- немигающий красный свет (значение параметра выходит за пределы значений, заданных в настройках: наличие активного подтвержденного сигнала тревоги).

Аварийная сводка

Страница «Alarm Indicators» также содержит табличные статистические данные распространения активных сигналов тревоги по системам: Аварийная сводка.

Информация включает в себя:

- Total (всего) – общее количество сигналов тревоги;
- Actual (фактически) – количество активных сигналов тревоги;
- New (новые) – количество неподтвержденных сигналов тревоги.

Фактический список аварийных сигналов

Страница «Actual Alarm List» состоит из списка активных сигналов тревоги со следующей информацией:

- N – номер сигнала тревоги в списке (в порядке образования сигналов тревоги);
- Sys. – имя системы, в которой образовался сигнал тревоги;
- Message – имя параметра, который вызвал срабатывание сигнализации;
- Appear – время образования сигнала тревоги;
- Low Lim – значение нижнего предела параметра (настройки);
- Value – значение текущего параметра;
- High Lim – значение верхнего предела параметра (настройки);
- Duration – продолжительность активного статуса сигнала тревоги;
- Status – показывает, подтвердил или не подтвердил стажер сигнал тревоги. Поле подтвержденного сигнала тревоги имеет значение «Ackn» (подтверждено), если сигнал не подтвержден, на поле появляется кнопка «New» (новое). Как было сказано выше, чтобы подтвердить сигнал, стажер может щелкнуть мышью прямо по кнопке «New».

Панель контроля и защиты СЭУ танкера (Safety System Panel)

Эта панель содержит:

- ELECTRIC SOURCE indicator lamp SAFETY SOURCE – system power ON;
- MANU EM'CY SHUT DOWN indicator lamps to indicate the actual PP control place: BRIDGE / CONTROL ROOM / ENGINE SIDE.
- AUTO EM'CY SHUT DOWN indicator lamps:
 - PREWARNING flashes during timer set; lights steadily when shut down occurred;
 - SD1 OVERSPEED – speed > 114.5 rpm;
 - SD2 MAIN L.O. L.P. – ME LO inlet pressure < 1.0 bar;
 - SD3 THRUST PAD H.T. – temperature > 90 °C;
 - SD4 T/C L.O. L.P. – TC LO inlet pressure < 0.7 bar;
 - OVERRIDE emergency run condition;
 - OVERRIDE AVAIL. is available for SD2, SD3.
- AUTO EM'CY SLOW DOWN indicator lamps:
 - PREWARNING flashes during;
 - A01 JACKET CFW L.P. – inlet pressure < 2.0 bar;

- A02 JACKET CFW H.T. – outlet temp. > 95 °C;
- A03 SCAV.AIR H.T.&L.T. – temp. < 15 °C & temp. > 120 °C;
- A04 MAIN L.O. L.P. – ME LO inlet pressure < 1.2 bar;
- A05 PCO INLET PRESS LOW – pressure < 1.2 bar;
- A06 OIL MIST HIGH – crankcase oil mist high;
- A07 THRUST PAD H.T. – temperature > 80 °C;
- A08 PISTON C.O. H.T. – cooling oil temp. > 75 °C;
- A09 CYL.L.O. NON FLOW – cylinder LO non flow;
- A10 PCO NON FLOW – piston cool. oil non flow;
- A11 EXH V/V SPRING AIR PRESS. L – exhaust valve spring air pressure < 4.5 bar;

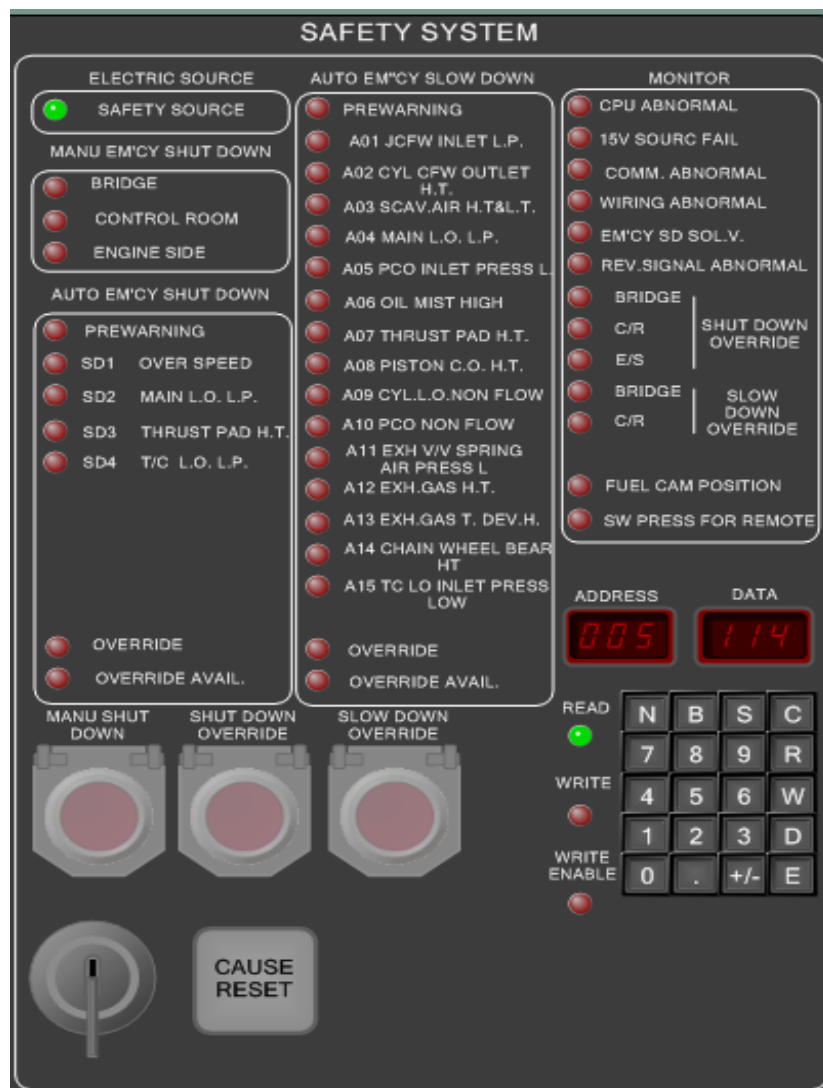


Рис. 6.2. Панель контроля и защиты СЭУ танкера (Safety System Panel)

- A12 EXH.GAS H.T. – outlet temperature > 450 °C;
- A13 EXH.GAS T. DEV. H. – temperature deviation > 70 °C;
- A14 CAM.BEAR.L.O. H.T. – temperature > 75 °C;
- A15 TC LO INLET PRESS LOW – press.ure < 1.2 bar;
- OVERRIDE emergency run condition;

- OVERRIDE AVAIL. is available when any of slow down conditions occur except A06, A07.
- MONITOR alarm lamps:
 - SHUT DOWN OVERRIDE on: BRIDGE; C/R; E/S – the override button pressed at respective control place;
 - SLOW DOWN OVERRIDE on: BRIDGE; C/R – the override button pressed at respective control place;
 - FUEL CAM POSITION – is illuminated if any cylinder reverse operation failed (introduced fault by instructor).
- Buttons with protection cover (click once to open the cover, click second time to push the button):
 - РУЧНОЕ ВЫКЛЮЧЕНИЕ (**MANU SHUT DOWN**);
 - ОТКЛЮЧЕНИЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ (**SHUT DOWN OVERRIDE**);
 - ; - ОТМЕНА ЗАМЕДЛЕНИЯ (**SLOW DOWN OVERRIDE**).
- TEN-KEY board (see the description in *paragraph 3.2.4 onpage 25*);
- CAUSE RESET button – not modeled.

Тренажерный практикум по эксплуатации системы сигнализации и защиты ГД

1. Продемонстрируйте ввод в действие системы сигнализации и защиты ГД.
2. Продемонстрируйте перевод системы сигнализации и защиты ГД в длительный стояночный режим.

Содержание отчёта по лабораторному практикуму

1. Рисунок или фотокопия мнемосхемы системы.
2. Рисунок или фотокопия панели управления системой.
3. Перечень рабочих пределов контролируемых параметров.
4. Порядок ввода системы в действие.

Лабораторный практикум № 7

УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Безопасные режимы работы ГД

При любых режимах работы дизеля его механическая и тепловая напряженность не должна превышать номинальных значений.

Современные главные малооборотные и среднеоборотные двигатели основных ведущих дизелестроительных фирм при определенных настройках и согласованиях параметров обеспечивают незначительное изменение удельных расходов топлива в достаточно широких диапазонах изменения мощностей и частот вращения двигателей. Указанные диапазоны называются полем (зоной) спецификационных режимов.

Таблица 7.1 - Границы поля спецификационных режимов двигателей «MAN Diesel & Turbo» серии MC

Границы поля режимов	Среднее эффективное давление p_e , %	Частота вращения n , %	Эффективная мощность N_e , %
L_1	100	100	100
L_2	80	100	80
L_3	100	82	82
L_4	80	82	65,5

Выбор режимов, допускаемых в эксплуатации, осуществляется на основе параметров определяющих механическую, тепловую напряженность и безопасность эксплуатации ГД.

Номинальная мощность ГД, которая потом потребляется гребным винтом и другими элементами ПК, вырабатывается только на номинальных оборотах. Однако условия эксплуатации часто меняются. ГД эпизодически работают на пониженных оборотах вплоть до минимально устойчивых.

Пределы изменения величин параметров работы дизеля во всем диапазоне частот вращения вала, гарантирующие надежность его работы, представленные в виде графических зависимостей, называются ограничительными характеристиками.

Ограничительная характеристика при любой частоте вращения в диапазоне от минимальной до максимальной определяет максимально допустимые для длительной работы значения эффективной мощности, которые двигатель может развивать на данном скоростном режиме.

При увеличении сопротивления движению судна и сохранении неизменной величины цикловой подачи топлива частота вращения дизеля, работающего по внешней или частичной характеристике, существенно снизится.

Снизится располагаемый теплоперепад на турбине ГТН и расход выпускных газов. Снижение количества поступающего в двигатель воздуха приведет к уменьшению коэффициента избытка воздуха α , от величины которого зависит индикаторный КПД дизеля. Снижение индикаторных

показателей (P_i и N_i) будет тем больше, чем больше будет снижение α . При малых цикловых подачах с уменьшением относительных оборотов $\bar{n}$ снижение среднего индикаторного давления P_i будет еще значительнее.

Недостаточное количество воздуха, помимо ухудшения сгорания и увеличения удельного расхода топлива, приведет к ухудшению охлаждения деталей, образующих камеру сгорания. Тепловые напряжения в деталях ЦПГ и крышек цилиндров возрастут.

При работе ГД по регуляторной характеристике эти напряжения будут еще значительнее, так как регулятор увеличит подачу топлива и коэффициент избытка воздуха станет еще меньше. Большинство ГД при сложных погодных условиях работают по регуляторной или комбинированной характеристикам, с целью предотвращения значительных забросов по частоте вращения. Очевидно, что для предотвращения перегрузки ГД необходимо снижать цикловую подачу топлива. При работе на переходных режимах снижение коэффициента избытка воздуха связано и с инерционностью компрессора. Повышение давления наддува запаздывает по сравнению с увеличением подачи топлива.

Обоснованная ограничительная характеристика по теплонапряженности (воздухоснабжению) определяется только на основании опыта завода-изготовителя в процессе доводочных работ и сдаточных испытаний и при непосредственной технической эксплуатации дизеля, так как каждый тип двигателей имеет особенности конструкции деталей и разные по эффективности способы и конструктивные исполнения систем охлаждения теплонапряженных деталей двигателя.

При эксплуатации СДУ используют ограничительные характеристики, содержащиеся в инструкциях заводов-изготовителей.

Типичная диаграмма нагрузок МОД MAN B&W имеет вид, изображенный на рис. 7.1.

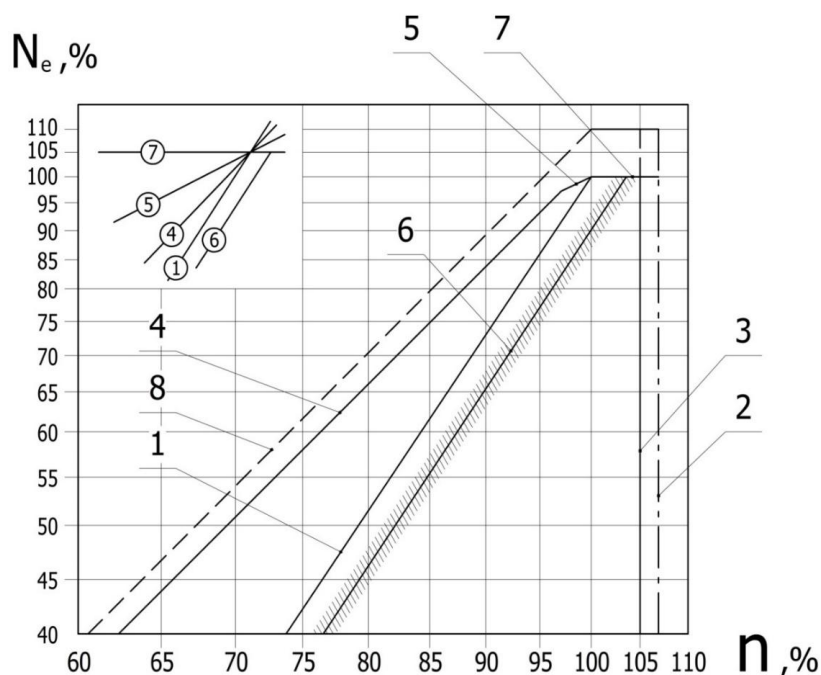


Рис. 7.1. Диаграмма нагрузок:

- 1 – теоретическая винтовая характеристика (проходит через точку МДМ);
- 2 – предельная характеристика по частоте вращения 107% $n_{ном}$; 3 – максимальная кратковременная частота вращения; 4 - ограничительная характеристика по теплонапряженности; 5 – ограничительная характеристика по максимальному крутящему моменту (максимальному среднему эффективному давлению P_e);
- 6 – облегченные винтовые характеристики (чистый корпус, хорошие погодные условия, плавание в балласте); 7 – ограничительная характеристика по мощности при работе на повышенных частотах вращения, линия ограничения длительной мощности;
- 8 – кратковременная максимальная перегрузочная мощность

На ней изображены ограничительные характеристики по механической 5 и тепловой 4 напряженности и по частоте вращения (линии 3 и 2). Линия 1 соответствует обросшему корпусу и штормовым условиям. Линия 8 соответствует кратковременной максимальной перегрузочной мощности.

Управление частотой вращения (Governor Control Unit Panel)

Панель управления частотой вращения ГД (GOVERNOR CONTROL UNIT panel) содержит:

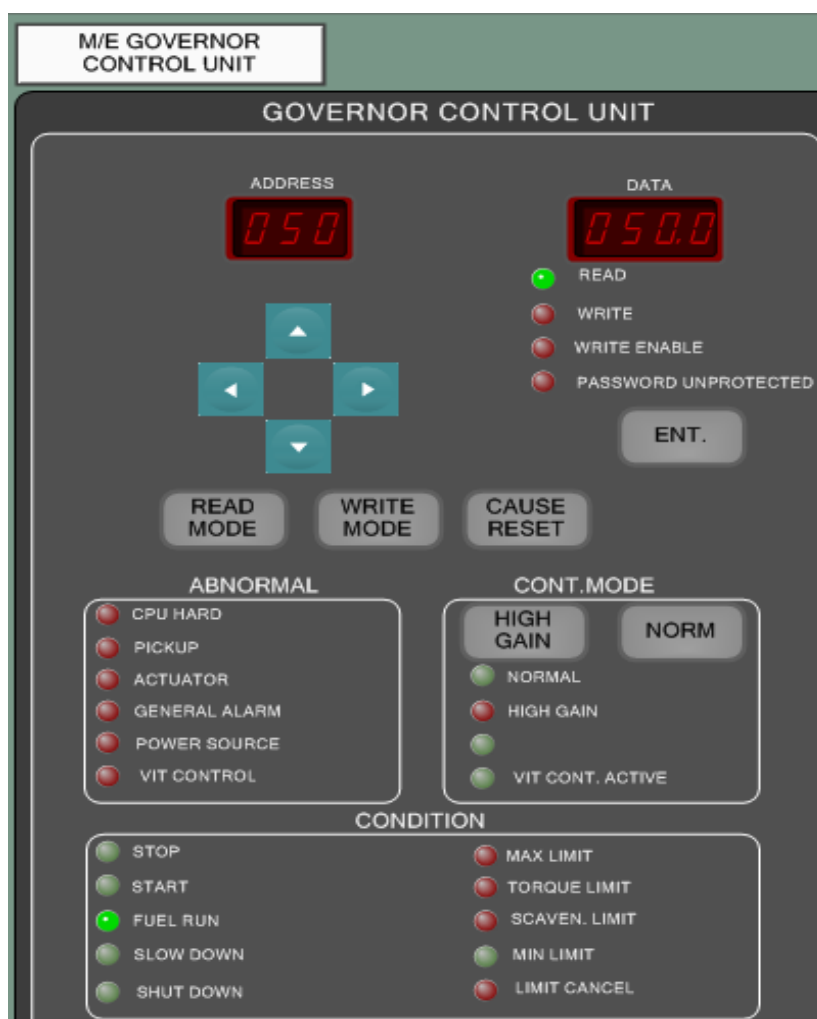


Рис. 7.2. Панель управления частотой вращения ГД

- TEN-KEY board (см. параграф 3.2.4 на стр.25 в источнике [1]);
- ABNORMAL alarm lamp: ACTUATOR – instructor fault;
- CONDITION indicator lamps:
STOP ; START ; FUEL RUN ; SLOW DOWN ; SHUT DOWN ;
MAX LIMIT when speed limit alarm is activated; TORQUE LIMIT;
LIMIT CANCEL – **LIMIT CANCEL** button is pressed on ECC C. Bottom panel (see paragraph 3.3.2 on page 26).

Addresses of GCU TEN-KEY board implemented in the simulator ADDR
DESCRIPTION

050 Actuator START set point (low level) in %, mm

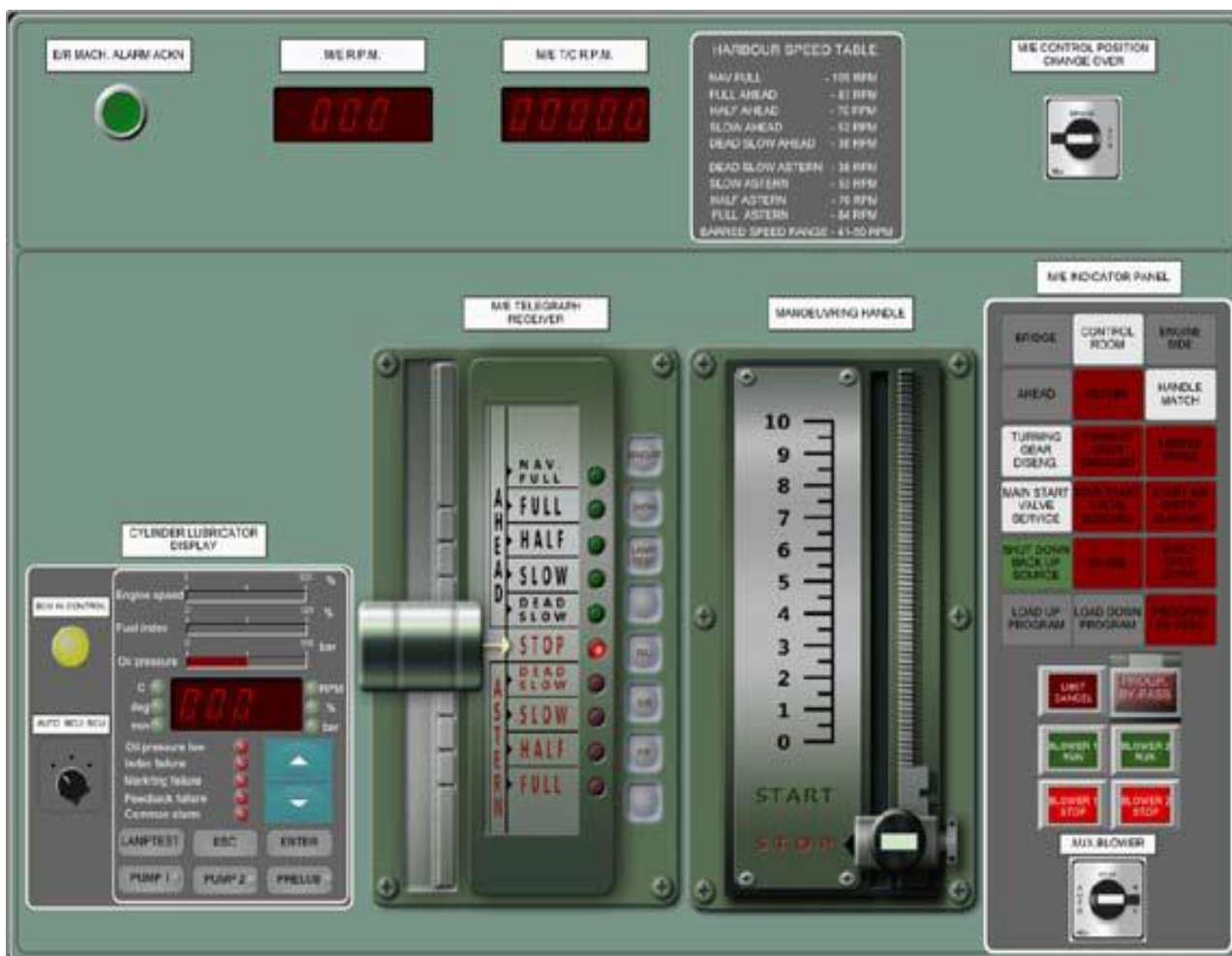
112 PID-F.G. proportional gain

117 PID-F.G. integral time (timing) 122 PID-F.G. differential time

Панель управления ECR, секция С, нижняя панель
(ECR Control Console Section C Bottom Panel)

Щелкните элемент меню ECC C Bottom Panel на странице ECR, чтобы открыть дисплей. Консоль содержит:

- кнопка ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ТРЕВОГИ (E/R MACH. ALARM ACKN);
- таблица скорости в порту для справки;
- переключатель (M/E CONTROL POSITION CHANGE OVER) для установки места управления (МОСТИК или ЦПУ), инструкции по переключению приведены в параграфе 3.3.4 на странице 28;
- дисплей цилиндровой смазки (CYLINDER LUBRICATOR DISPLAY) (см. описание ниже);
- ТЕЛЕГРАФНЫЙ ПРИЕМНИК ГД (M/E TELEGRAPH RECEIVER; функции и работа аналогичны к телеграфному передатчику на пульте мостика ВСС В (см. параграф 2.1.2 на стр. 19); используется для установки направления движения, когда управление находится в ECR, и принимать команды мостика, когда управление находится на мостике;
- РУЧКА МАНЕВРИРОВАНИЯ (MANOEUVRING HANDLE); см. описание ниже;
- панель индикаторов ГД (M/E INDICATOR PANEL); см. описание ниже.



Индикаторы ГД (ME Indicators)

LOAD UP PROGRAM; LOAD DOWN PROGRAM; PROGRAM BYPASS – работает соответствующая программа.

Используйте кнопку LIMIT CANCEL для отмены всех ограничений.

Используйте ПРОГР. Кнопка BY-PASS с защитной крышкой для включения by-pass режима; щелкните дважды, чтобы открыть крышку, и нажмите кнопку

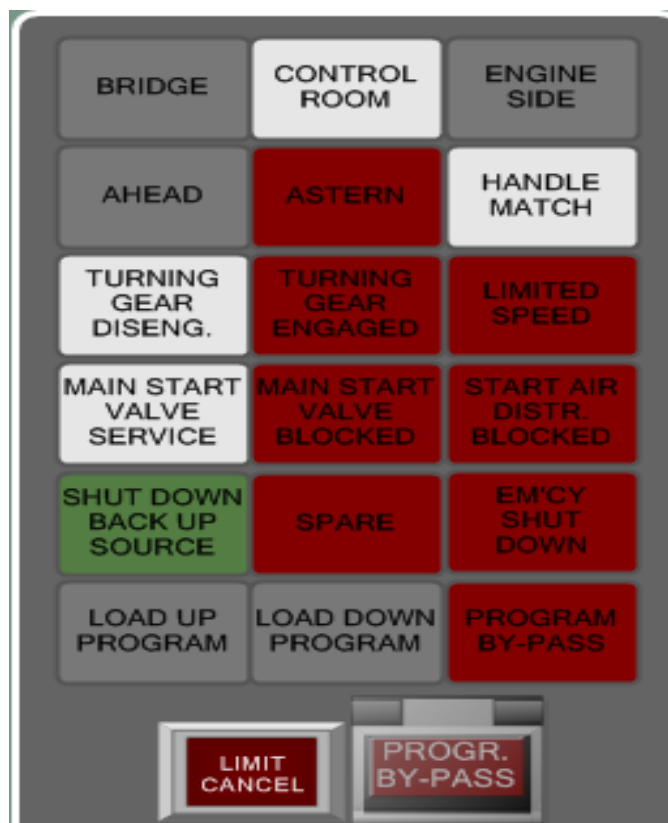


Рис. 7.4. Панель индикаторов ГД (M/E INDICATOR PANEL)

Рукоятка для маневрирования (Operating Manoeuvring Handle)

Перетащите ручку (ползунок) мышью, чтобы установить ее в нужное положение на шкале. 0 на шкале соответствует минимальным стабильным оборотам. 10 – максимальные обороты для режима плавания.

Фактическое значение отображается в поле в верхней части ручки.

Используйте маленькие стрелки вверх и вниз на рукоятке, чтобы отрегулировать скорость вращения на 1 об/мин.

Используются два фиксированных положения:

- СТАРТ (START) – активировать программу запуска ГД;
- STOP – для активации программы остановки ГД (ME).

Тренажерный практикум по управлению параметрами ГД

1. Продемонстрируйте ввод в действие ГД.
2. Продемонстрируйте управление режимами работы ГД в различных ситуациях и неисправностях в соответствии с заданием преподавателя.

3. Продемонстрируйте регулирование максимального давления сгорания по цилиндрам путём изменения угла опережения впрыска топлива

4. Продемонстрируйте регулирование максимального давления сгорания по цилиндрам путём изменения цикловой подачи топлива

ЛИТЕРАТУРА

1. ERS 5000 TechSim MAN B&W 6S60MC-C Diesel Engine – Tanker LCC (Aframax) Trainee Manual, MAN B&W 6S60MC-C Diesel Engine – Tanker LCC. Trainee Manual, Issue Date: December 2016 – 258 p.
2. Engine Selection Guide Two-stroke MC/MC-C Engines. 5th Edition, February 2000 - 25 p.
3. Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций: РД 31.21.30-97 : нормативно-технический материал / М-во трансп. Рос. Федерации, Центр. науч.-исследоват. ин-т мор. флота. - 2002. - 324 с. - Текст : непосредственный.
4. Гоголев, Г. В. Техническая эксплуатация судовых дизельных установок : учебное пособие для студентов (курсантов) вузов, обучающихся по специальности 26.05.06 "Эксплуатация судовых энергетических установок" / Г. В. Гоголев, Ю. А. Лисняк. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2017. - 372 с. : ил. ; 20 см. - Список сокращений: с. 8-9. - Библиография: с. 366-368. - 300 экз.. - ISBN 978-5-9907603-5-6. - Текст : непосредственный.
5. Возницкий, И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. В 2 томах. Т. 2. Теория и эксплуатация двигателей : учебник по специальности 180403.65 "Эксплуатация судовых энергетических установок" / И. В. Возницкий, А. С. Пунда. - 2-е издание, переработанное и дополненное. - Москва : Моркнига, 2010. - 381 с. : ил. - Библиография: с. 256. - ISBN 978-5-903081-09-7. - Текст : непосредственный.

Учебное издание

**ТРЕНАЖЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ
(ГЛАВНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА)
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»
(ТРЕНАЖЕР МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ)**

Учебно-методическое пособие

Составители: Аблаев А.Р., Гоголев Г.В., Хромов Е.В.

В авторской редакции

Изд. № 76/2023. Объем 3,75 п.л. Усл. печ. л. 3,49. Уч.-изд. л. 3,675.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»