

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МОРСКОЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Энергоустановки морских судов и сооружений»

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ. ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЯ

Методические указания
к практическим занятиям по программе
«Подготовка квалифицированного моториста»
в центре подготовки и аттестации плавсостава

Севастополь
СевГУ
2020

УДК 621.436.1: 656.5 (076.5)
ББК 39.455.5я73
О-75

Р е ц е н з е н т:

Г.В. Гоголев – к.т.н., доцент кафедры
«Энергоустановки морских судов и сооружений»

Ответственный за выпуск:

К.Ю. Федоровский – заведующий кафедрой
«Энергоустановки морских судов и сооружений»

Составители: С.Е. Бабышев, В.Ю. Латышев

О-75 Основные понятия и определения. Режимы работы дизеля.

Характеристики дизеля: методические указания к практическим занятиям по программе «Подготовка квалифицированного моториста» в центре подготовки и аттестации плавсостава / Сост. С.Е. Бабышев, В.Ю. Латышев ; Министерство науки и высшего образования РФ, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Морской институт. – Севастополь : СевГУ, 2020. – 26 с. – Текст : непосредственный.

Целью методических указаний является оказание студентам необходимой методической помощи при подготовке к практическим занятиям при подготовке квалифицированных мотористов морских судов для получения свидетельства «Квалифицированный моторист» в соответствии с требованиями Правила III/5 МК ПДНВ78 с поправками, Раздела А-III/5 и таблицы А-III/5 Кодекса ПДНВ.

УДК 621.436.1: 656.5 (076.5)
ББК 39.455.5я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Энергоустановки морских судов и сооружений» Морского института Севастопольского госуниверситета в качестве методических указаний, протокол заседания кафедры № 7 от 14 марта 2019 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

№ ПЗ	Тема ПЗ, номер раздела по УТП, выполняемые задания	Объем часов	Формируемые (оцениваемые) компетенции	Используемые ТСО
3	Основные понятия и определения. Режимы работы дизеля. Характеристики дизеля.	2	Подготовка квалифицированных мотористов морских судов для получения свидетельства «Квалифицированный моторист» в соответствии с требованиями Правила III/5 МК ПДНВ78 с поправками, раздела А-III/5 и таблицы А-III/5 Кодекса	Мультимедийный проектор, слайды, указка.

ТЕМА: Основные понятия и определения. Режимы работы дизеля. Характеристики дизеля

Достигаемые компетенции: Занятие направлено на формирование компетенции подготовка квалифицированных мотористов морских судов для получения свидетельства «Квалифицированный моторист» в соответствии с требованиями Правила III/5 МК ПДНВ78 с поправками, Раздела А-III/5 и таблицы А-III/5 Кодекса

Учебная цель: Условия, необходимые для пуска судового ДВС. Условия, необходимые для пуска судового ДВС. Виды блокировок в устройства

Ожидаемые результаты: формирование знаний о технических характеристиках и конструктивных особенностях двигателей серийных судов. Обслуживание дизеля во время работы. Обслуживание систем двигателя: масляной, охлаждения, топливной, реверсивно-пусковой, впуска воздуха и выпуска отходящих газов.

Техническое состояние – это совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств объекта, характеризующая его пригодность к использованию по назначению, определяющаяся в данный момент времени значениями параметров и качественными признаками, состав которых установлен НТД. Параметры технического состояния физические величины, которые обеспечивают исправность и работоспособность двигателя. Оценить (проверить) техническое состояние – это оценить степень соответствия

подверженных изменению в процессе эксплуатации параметров технического состояния объекта требованием нормативно-технической и конструкторской документации (НТКД). Различают несколько видов технического состояния: исправное и неисправное, работоспособное и неработоспособное, предельное техническое состояние. Работоспособное состояние (работоспособность) – состояние объекта, при котором значение всех параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции, соответствует требованиям НТКД. Несоответствие хотя бы одного такого параметра указанным требованиям переводит объект в неработоспособное состояние. Исправное состояние – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям НТКД. Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправности, но сохранении работоспособности объекта. Предельное состояние - состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно.

Режимом работы двигателя называются условия, характеризующиеся совокупностью основных показателей работы двигателя. Режим работы характеризуется нагрузкой и частотой вращения, а также законом изменения нагрузки, частоты вращения и других основных параметров работы дизеля (крутящего момента, мощности, удельного и часового расхода топлива, КПД).

В зависимости от назначения и особенностей использования изменяется и режим работы дизеля. Режим работы главного дизеля определяется преимущественно зависимостью мощности, потребляемой гребным винтом, от частоты вращения, т.е. свойствами потребителя энергии, а не самого дизеля. В связи с этим возникают специфические особенности эксплуатации судовых дизелей. Дизель, работающий на гребной винт, в отличие от стационарного практически всегда работает на переменных режимах в связи с постоянными изменениями внешних условий планирования судна.

Дизель чутко реагирует на все изменения внешней среды через пропульсивный комплекс (судно - движители - передача - главные двигатели) и, в частности, гребной винт, изменяющий свою винтовую характеристику, и через изменение массового заряда воздуха в цилиндрах.

Существует много факторов, которые либо внезапно, либо закономерно изменяют винтовую характеристику дизеля при эксплуатации судна.

К внезапным факторам можно отнести увеличение сопротивления движению судна от порывов ветра и во время шквалов, выход судна на мелководье, команды с мостика об изменении режима работы дизеля, обледенение корпуса и связанное с этим увеличение осадки судна, выключение из работы одного или нескольких цилиндров в аварийных ситуациях и т.п.

К факторам закономерным и предвидимым можно отнести обрастание и коррозию корпуса судна при плавании, особенно при длительных стоянках

и плавании в тропиках, изменение температуры забортной воды при плавании судна на линии север - юг, изменение температуры окружающего воздуха и его влажности и др.

Действие перечисленных и других факторов на изменение режимов рабочего процесса дизеля очевидно и его учитывают при проектировании и эксплуатации дизеля по накопленным и обработанным многолетним статистическим материалам. Действие случайных и закономерных факторов проявляется либо одновременно, либо не одновременно, но всегда изменяет рабочий режим дизеля, отклоняя рабочие параметры от номинальных значений.

В пропульсивном комплексе «судно - движители - передача - главные двигатели» определяющими элементами являются изменение сопротивления воды движению судна, изменение упора, приходящегося на гребной винт и, как следствие этого, изменение момента, необходимого для вращения гребного винта, и момента, развиваемого главным двигателем. Режимы работы главного судового дизеля разделяют на установившиеся и неуставившиеся (переходные).

Установившийся режим полагает постоянство во времени основных параметров рабочего процесса, частоты вращения гребного винта и теплового состояния дизеля. Этот режим характерен при плавании судна на глубокой воде в открытом море, при хороших походных условиях, когда дизель выведен на заданный режим и работает длительное время без его изменения.

Неуставившиеся (переходные) режимы возникают с изменением частоты вращения винта в зависимости от необходимости выполнения тех или иных маневров судна, при плавании в штормовую погоду, во льдах, в узкостях и на мелководье, при заходе судна в порт и пр. При этом рабочие параметры и тепловое состояние дизеля, динамическая и тепловая напряженность деталей переменны по времени, часто меняют свои значения от минимума до максимума. При переходных режимах (пуск, реверс) возможны значительные перегрузки дизеля по крутящему моменту, большие термические напряжения деталей, что нередко приводит к авариям деталей и узлов.

Характеристики дизеля. Для оценки показателей двигателей при различных режимах их работы применяются так называемые характеристики двигателей, которые устанавливают зависимость между основными параметрами двигателей и факторами, влияющими на их работу.

Различают скоростные и нагрузочные характеристики двигателей.

Если за независимое переменное принято число оборотов вала двигателя, то зависимость мощности, удельного расхода топлива и других параметров от числа оборотов вала двигателя называется скоростной характеристикой.

Если же независимой переменной будет нагрузка двигателя, то зависимость мощности, удельного расхода топлива и других параметров от нагрузки двигателя называется нагрузочной характеристикой.

К скоростным характеристикам относятся: внешняя характеристика максимальных мощностей, внешняя характеристика эксплуатационных мощностей, внешняя характеристика при максимальном значении крутящего момента и винтовая характеристика. Все эти характеристики, кроме винтовой, являются собственно характеристиками двигателя, которые определяют все показатели его работы (мощность, удельный расход топлива и параметры цикла), как независимой от потребителя энергии (тепловая машина).

Винтовая же характеристика — зависимость мощности, развиваемой двигателем и числом оборотов вала его, определяется особенностью потребления энергии гребным винтом.

Внешней характеристикой двигателя называется зависимость мощности от числа оборотов коленчатого вала его при данном неизменном положении органа управления подачей топлива в цилиндры.

Внешние характеристики двигателей снимаются при стендовых испытаниях, когда при всех скоростных режимах работы двигателя (т. е. при различных числах оборотов вала) орган управления подачей топлива в цилиндры остается в неизменном положении. Если орган управления подачей топлива находится в положении максимальной подачи топлива, то замеренная зависимость между мощностью и числом оборотов вала двигателя будет являться внешней характеристикой двигателя максимальных мощностей. При установке органа управления подачей топлива в положение, соответствующее подаче топлива в цилиндры двигателя при номинальной мощности или при долевых нагрузках, снятая зависимость мощности и числа оборотов для каждого режима нагрузки будет являться внешней характеристикой эксплуатационных мощностей — номинальной и долевых мощностей.

При работе двигателя непосредственно на гребной винт мощность, потребляемая гребным винтом, зависит от скорости хода судна, от сопротивления корпуса судна, от глубины фарватера, от скорости и направления воды и ветра.

Регулирование дизеля.

Статическое регулирование (регулировка) дизеля. Динамическое регулирование (регулировка) дизеля.

Статическая регулировка производится на неработающем дизеле и состоит из проверки и регулировки следующих основных узлов: механизма газораспределения; топливной аппаратуры (насосов высокого давления ТНВД и форсунок); высоты и объема камеры сжатия; лубрикаторов цилиндровой смазки.

Проверка и регулировка механизма газораспределения. При сборке двигателя на заводе шестерни привода распределительного вала устанавливают в соответствии с маркировкой завода-изготовителя.

Положение шестерен маркируют так, чтобы зуб с меткой („керном”) одной шестерни находился между двумя отмеченными зубьями другой шестерни. Кулачные шайбы привода клапанов устанавливают на распределительном валу на шпонках либо отковывают совместно с валом, поэтому разрегулировка фаз газораспределения необходима только в случае замены отдельных шестерен или кулачных шайб.

У двухтактных двигателей с контурной продувкой моменты начала открытия впускных и выпускных окон проверяют после замены поршня или втулки. Контроль проводят через смотровые лючки или из подпоршневых полостей. Началом открытия (закрытия) принято считать угол поворота кривошипа при прохождении первого поршневого кольца (верхняя кромка) через плоскость верхней границы окон.

Проверка фаз газораспределения у двухтактных (с прямоточно-клапанной продувкой) и четырехтактных дизелей производится в следующем порядке: замеряют и устанавливают необходимые зазоры в приводе клапанов в соответствии с инструкцией завода-изготовителя; проверяют фазы газораспределения, для чего валоповоротным устройством медленно вращают коленчатый вал двигателя и определяют моменты открытия и закрытия клапанов. Принято считать, что клапан начинает открываться в момент набегания ролика толкателя на кулачную шайбу и закрывается в момент схода ролика с кулака.

Начало открытия клапанов определяют двумя способами:

1. В зазор между штоком клапана и рабочим полем рычага (коромысла) устанавливают пластину щупа толщиной 0,03 мм. В момент открытия клапана ударный болт рычага зажмет пластину, и она не сможет перемещаться. Угол поворота кривошипа определяют по маховику между неподвижным указателем и риской на маховике, при совпадении которой с указателем поршень устанавливается в ВМТ.

2. Поворачивают коленчатый вал так, чтобы ролик толкателя располагался на цилиндрической части кулачной шайбы и мог свободно (от руки) перемещаться. При медленном повороте коленчатого вала в момент открытия клапана ролик не будет вращаться. Начало закрытия клапанов будет соответствовать свободному перемещению щупа или ролика толкателя.

Фазы газораспределения не должны отклоняться от рекомендуемых заводом-изготовителем более чем на $\pm 3^\circ$ поворота коленчатого вала (ПКВ). Наиболее характерные дефекты механизма газораспределения, следующие: неплотное прилегание тарелки к седлу из-за коробления и наработки; обгорание клапана и гнезда; риски и забоины на рабочих поверхностях; заклинивание штока клапана в направляющей; поломка пружины, износ кулачных шайб.

Проверка и регулировка топливной аппаратуры. Регулирование количества топлива, подаваемого в цилиндр, достигается путем перепуска части топлива из надплунжерного пространства ТНВД во всасывающую полость насоса во время нагнетательного хода плунжера. По конструктивному исполнению регулирующих устройств ТНВД подразделяются на насосы клапанного, золотникового и клапанно-золотникового типов. В клапанном ТНВД перепуск топлива осуществляется с помощью всасывающих или перепускных клапанов, в золотниковом — с помощью регулировочных кромок на плунжере-золотнике. По способу изменения цикловой подачи топлива ТНВД подразделяются на насосы с регулированием по началу подачи (НП), концу подачи (КП) и с комбинированным по началу и концу подачи (НП и КП).

Проверка и предварительная «холодная» регулировка топливной аппаратуры включает следующие операции: опрессовку (проверку плотности) ТНВД; установку угла опережения подачи топлива; проверку и регулировку цикловой и, «нулевой» подачи топлива по цилиндрам; опрессовку и регулирование форсунок.

Плотность ТНВД судовых дизелей мощностью менее 5 тыс. кВт в сборе можно проверить следующим образом: установить топливную рукоятку поста управления на полную подачу топлива, ролик толкателя насоса на цилиндрическую часть кулачной шайбы; отсоединить нагнетательный трубопровод от штуцера ТНВД и снять нагнетательный клапан; прокачать и удалить воздух из насоса; установить на нагнетательный штуцер манометр или максиметр с поворотной головкой и создать ручным рычагом давление топлива в насосе, соответствующее рекомендованному заводской инструкцией. Если насос сохраняет это давление в течение 15...20 с для новых плунжерных пар и 5...7 с для плунжерных пар, находящихся в эксплуатации, то герметичность считается достаточной. На двигателях должны устанавливаться насосные пары с расхождением показаний по плотности не более чем на $\pm 10\%$ средней плотности плунжерных пар всех насосов.

Плотность топливных насосов судовых дизелей мощностью свыше 5 тыс. кВт проверяют в следующем порядке: устанавливают топливную рукоятку на полную подачу топлива; отсоединяют нагнетательный трубопровод от штуцера насоса и после прокачки и удаления воздуха из насоса ставят манометр или максиметр с поворотной головкой; затем проворачивают несколько раз двигатель валоповоротным устройством и записывают максимальное давление по манометру (максиметру), которое и принимают за условный показатель плотности насоса. Клапаны ТНВД обычно на герметичность не испытывают. При регулярном осмотре и притирке их плотность длительное время поддерживается на достаточном уровне. В случаях, когда причины неплотности ТНВД выяснить не удастся, клапан в сборе подвергают опрессовке непосредственно на дизеле, для чего к штуцеру насоса подсоединяют манометр и прокачивают ТНВД. Падение

давления от 50 до 40 МПа должно продолжаться не менее 300 с, а с 30 до 20 МПа - 600 с.

Угол опережения подачи топлива устанавливают следующим образом:

1. Топливную рукоятку поста управления (рейку-валик ТНВД) ставят в крайнее положение полной подачи топлива.

2. На штуцере нагнетания топлива в форсунку закрепляют моментоскоп.

3. Прокачивают ТНВД вручную до удаления из него воздуха и заполнения трубки моментоскопа на половину уровня.

4. Медленно вращают коленчатый вал, по страгиванию топливного мениска определяют угол опережения подачи топлива до ВМТ цилиндра по меткам на маховике. Проверку повторяют 2-3 раза и определяют среднее значение.

5. При необходимости регулировку угла опережения производят поворотом кулачной шайбы распределительного вал а, для чего необходимо: отметить (накернить) первоначальное положение шайбы; отжать крепление шайбы, вывести ее из зацепления и повернуть на необходимый угол в соответствии с требованиями заводской инструкции; закрепить шайбу на валу и произвести контрольное определение угла опережения подачи топлива.

Равномерность цикловой подачи топлива по цилиндрам проверяют в следующем порядке:

1. Устанавливают рукоятку поста управления в крайнее положение полной подачи топлива, прокачивают ТНВД.

2. На нагнетательном штуцере ТНВД одного цилиндра закрепляют топливную трубку с эталонной форсункой, собранной и отрегулированной в соответствии с заводской инструкцией; форсунку помещают в оттарированную мерную емкость.

3. Производят ручную 10 резких прокачек ТНВД, замеряют объем в мензурке, определяют среднюю цикловую подачу (за одну прокачку) и сопоставляют с расчетными данными или заводской инструкцией.

Для проверки „нулевой” подачи топлива необходимо:

1. Установить рукоятку поста управления в положение „Стоп”.

2. Прокачать ТНВД вручную, при этом топливо не должно поступать из нагнетательного штуцера насоса.

3. При необходимости произвести соответствующий разворот плунжера-золотника или регулировку открытия отсечного клапана путем изменения длины толкателя.

Проверка и регулировка форсунок. Выполняется на специальном стенде, которым комплектуются суда после постройки. При отсутствии

стенда для опрессовки форсунок может быть использован запасной топливный насос двигателя.

Проверку и регулировку форсунок необходимо проводить в четыре этапа.

I. Проверка движения иглы в направляющей на отсутствие заеданий.

1. Наклонить распылитель под углом 45° , выдвинуть иглу на $1/3$ длины и отпустить. Игла должна плавно опуститься.
2. Проверку проводить при нескольких положениях иглы, поворачивая ее на $60 \dots 90^\circ$ по окружности.

II. Регулировка давления открытия иглы форсунки.

1. Создать давление насосом стенда и по манометру зафиксировать момент впрыска топлива.
2. После дополнительной затяжки пружины форсунки подкачкой топлива создать давление в системе опрессовки на $3 \dots 5$ МПа больше номинального давления впрыска.
3. При падении давления в системе до давления впрыска - включить секундомер и измерять время, в течение которого давление упадет на 5 МПа. Нормальной считается плотность, при которой давление снижается в течение $7 \dots 30$ с.

Высота камеры сжатия определяется с помощью свинцовых кубиков, которые укладывают на днище поршня до установки цилиндровой крышки или вводят в цилиндр через форсуночное отверстие. Поворачивая вал двигателя, переводят поршень через ВМТ, затем вынимают кубики и измеряют их высоту, которая должна быть равна высоте камеры сжатия. Ряд дизелестроительных фирм указывает в инструкциях по эксплуатации ДВС объем камеры сжатия.

Для определения объема камеры сжатия снимают цилиндровую крышку, устанавливают поршень в ВМТ, замазывают техническим вазелином зазор между поршнем и втулкой. После монтажа цилиндровой крышки через форсуночное отверстие в камеру сжатия заливают моторное масло из оттарированной емкости. Когда уровень масла поднимется до нижней кромки форсуночного отверстия, заливку прекращают и измеряют оставшийся объем масла. Разность начального и оставшегося количества масла в мерной емкости даст искомый объем камеры сжатия.

Динамическая регулировка дизельного двигателя на судне. Цель динамической регулировки — проверка и доведение основных эксплуатационных и экономических показателей работы двигателя до значений, установленных заводом-изготовителем или ПТЭ. Согласно требованиям ПТЭ дизелей, отклонения основных рабочих параметров отдельных цилиндров от средних значений для дизеля Показатели P_z (давление сгорания) характеризуют нагрузку цилиндра и являются функцией многих эксплуатационных параметров, однако при прочих равных условиях

зависят только от цикловой подачи топлива. Способы регулировки P_z — в сторону увеличения — зависят от конструкции ТНВД:

- для клапанных ТНВД с началом подачи — уменьшают длину толкателя регулирующего клапана; для клапанных ТНВД с концом подачи — увеличивают зазор между толкателем и шпинделем регулирующего (отсечного) клапана;

- для золотниковых ТНВД с концом подачи — увеличивают длину талрепной тяги, соединяющей отсечной механизм с поводком поворотной втулки насоса; изменяют положение зубчатой рейки, связанной с поворотной втулкой плунжера насоса;

- для клапанно-золотниковых ТНВД с концом подачи — уменьшают длину толкателя плунжера.

Давление в конце сжатия P_c при прочих равных условиях зависит только от степени сжатия ϵ . Регулируют P_c изменением толщины прокладок под крышкой цилиндра или под пяткой шатуна.

Максимальное давление сгорания P_z находится в прямой зависимости от P_c . На установившемся режиме работы дизеля (нагрузка и частота вращения коленчатого вала постоянны) давление газов по цилиндрам регулируют в небольших пределах изменением момента впрыска.

Регулировка P_z (в сторону увеличения) производится за счет изменения угла опережения впрыска топлива и зависит от конструкции ТНВД:

- для клапанных ТНВД с началом подачи — поворачивают кулачную шайбу по направлению вращения распределительного вала;

- для золотниковых ТНВД с концом подачи — поворачивают кулачную шайбу по направлению вращения распределительного вала; увеличивают длину толкателя насоса или уменьшают толщину прокладки под его корпусом; опускают втулку насоса относительно плунжера.

Одновременную регулировку P_z для всех цилиндров двигателя осуществляют разворотом распределительного вала относительно коленчатого вала. При наличии у реверсивных дизелей симметричных кулачных шайб уменьшение угла опережения впрыска на передний ход вызывает его увеличение при работе дизеля на задний ход. Учитывая кратковременность работы дизеля на задний ход оптимальный угол опережения устанавливают для работы на передний ход. В процессе динамической регулировки дизеля положение кулачной шайбы на распределительном валу целесообразно изменять только в случае несоответствия углов начала и конца подачи насосов паспортным значениям или при переходе на другой сорт топлива.

Температура отработавших газов по цилиндрам при прочих равных условиях зависит от цикловой подачи топлива и угла опережения.

Динамическая регулировка дизеля проводится последовательно на режимах нагрузки 25, 50, 75 и 100 % номинальной мощности (63, 80, 91 и 100 % номинальной частоты вращения коленчатого вала).

На каждом режиме регулируются определенные параметры.

На первом режиме проверяют наличие вспышек во всех цилиндрах двигателя и проводят предварительную оценку равномерности подачи топлива по цилиндрам методом последовательного отключения цилиндров двигателя и замера снижения частоты вращения при отключении ТНВД. Затем при установившемся тепловом режиме и 50 %-й мощности снимают диаграммы-гребенки и определяют максимальное давление сгорания P_z . Если значения P_z соответствуют указанным в формуляре (инструкции) завода-изготовителя пределам для этого режима, то нагружают двигатель до 75 %.

На третьем режиме снимают: нормальные и смещенные индикаторные диаграммы, диаграммы-гребенки давления P_z , P_t диаграммы давления в конце сжатия P_c .

На четвертом режиме при $N = N_{e_{ном}}$ определяют для каждого цилиндра значения P_z , P_c P_t рассчитывают средние значения параметров в целом по двигателю и соответствующие отклонения параметров отдельных цилиндров от средних значений.

Для вспомогательных дизелей, не имеющих индикаторного привода, рабочий процесс в цилиндрах проверяют с помощью пиметра, которым измеряют среднее давление по времени P_t , а также P_z и P_c .

Блочные ТНВД высокооборотных двигателей, не имеющих индикаторных кранов, регулируют на стенде в процессе статической регулировки на равномерность цикловой подачи и по началу подачи. После установки ТНВД на двигатель регулировку контролируют сравнением температур отработавших газов T_g по цилиндрам.

Управление дизельной установкой. Подготовка к действию, пуск, ввод в режим. Обслуживание во время работы. Требования безопасности при обслуживании дизельной установки. Оценка технического состояния дизеля во время работы. Основные неисправности в работе. Системы автоматического контроля. Техническое диагностирование.

Для пуска, контроля работы и остановки главного двигателя служит специальный пост управления, расположенный сбоку на двигателе или на его торцевой стенке.

К посту управления относится машинный телеграф (рис. 1), системы пуска и обеспечения работы двигателя (рукоятка управления системой пускового сжатого воздуха и т.д.), а также ряд КИП – контрольно-измерительных приборов (манометры, термометры, указатель частоты вращения коленчатого вала и др.), с помощью которых необходимо контролировать работу СЭУ.

Машинный телеграф служит для передачи команд в машинное отделение – выбранная на ходовом мостике скорость судна передается в машинное отделение в виде команды телеграфом. При этом звучит звонок, перекрывающий шум работающих машин. Выполнение команды отражается на пульте ходового мостика, при этом происходит согласование назначенной

и действительной скорости, и звуковой сигнал в машинном отделении прекращается.

С развитием судостроения и усовершенствованием судовых двигателей пост управления судном постоянно оснащался все большим количеством приборов. С целью улучшения условий работы в машинном отделении и защиты работающих в нем людей от высоких температур и шума стали устанавливать на судах отдельные звуко- и теплоизолированные посты управления механизмами с установками кондиционирования воздуха.

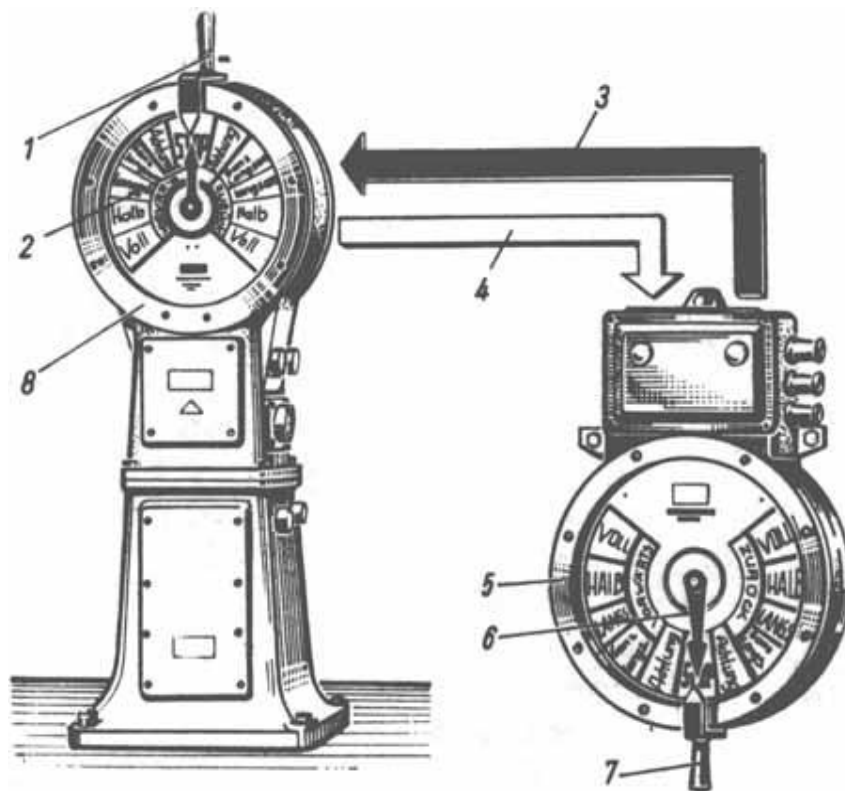


Рис. 1. Машинный телеграф:

1 — рукоятка; 2 — квитирующий указатель; 3 — подтверждение: «машина-мостик»; 4 — сообщение: «мостик-машина»; 5 — приемник; 6 — указатель команд; 7 — квитирующий рычаг; 8 — датчик

Стремление к сокращению команды судна способствовало внедрению систем автоматического управления судовой энергетикой.

На современных судах главные двигатели, а часто и вспомогательные дизель-генераторы, оснащаются системами дистанционного автоматического управления (ДАУ).

Система ДАУ — это комплекс устройств, обеспечивающих работу всех механизмов, обслуживающих главный двигатель, пуск двигателя, его прогрев, вывод на эксплуатационную нагрузку, реверсирование, изменение оборотов, текущий контроль работы дизеля, а также его установку.

По виду используемой энергии для исполнения операций системы ДАУ могут быть пневматическими (работающими под действием сжатого воздуха), гидравлическими, электрическими и комбинированными. В так называемых «интеллектуальных ГЭУ» применяются электронные системы управления и диагностики с внедрением компьютерной техники. Они находят все более широкое применение на современных судах.

Основные функции системы ДАУ:

- обеспечение заданной последовательности операций по управлению движением;
- предпусковое проворачивание двигателя;
- изменение рабочих режимов двигателя в зависимости от изменения условий плавания;
- обеспечение защиты двигателя путем снижения оборотов или остановки в аварийных ситуациях;
- контроль состояния систем, обслуживающих двигателя и самой системы ДАУ;
- аварийная остановка двигателя по команде с ходового мостика (с центрального поста управления), из рулевой рубки.

Дополнительные функции системы ДАУ:

- программированный выход главного двигателя на заданный режим;
- обеспечение трех попыток пуска;
- прохождение зоны критических оборотов;
- выполнение экстренных маневров по следующим программам: контрпуск при повышенном числе оборотов; пуск с повышенной подачей топлива; выход на режим по ускоренной программе; задание максимальной нагрузки с кратковременной перегрузкой; аварийная остановка при возникновении опасности для судна.

1. **Ручное управление** совмещается с рукояткой машинного телеграфа. При этом система питания машинного телеграфа является автономной (от системы питания ДАУ);

2. Обеспечивается резервное управление главным двигателем из машинного отделения, которое может быть ручным, дистанционным или автоматическим.

3. Переключение постов управления осуществляется из машинного отделения.

4. Помимо основного поста управления в рулевой рубке могут устанавливаться дублирующие посты управления на крыльях ходового мостика.

5. Система ДАУ в случае нарушения питания сохраняет заданный режим работы двигателей в течение не менее 5 минут.

6. При исчезновении питания автоматически включается резервное (аварийное) питание.

Подготовка дизеля к пуску является ответственной операцией, требующей от мотористов хороших знаний устройства дизеля и инструкций по их обслуживанию.

До подготовки дизельной установки к действию необходимо:

- проверить действие машинного телеграфа и всех средств связи МКО и мостика;
- проверить показания часов МКО и мостика;
- проверить действие средств аварийного освещения;
- проверить наличие и исправность средств пожаротушения.

При подготовке дизеля его тщательно осматривают снаружи. Проверяются все приводы поста управления. Включают питание на приборы и убеждаются в исправности системы аварийно-предупредительной сигнализации и защиты.

Подготавливаются и проверяются:

- система охлаждения пресной и забортной воды;
- топливная система;
- система циркуляционной и цилиндровой смазки;
- воздушная система;
- валопровод.

Производится проворачивание дизеля валоповоротным устройством при открытых индикаторных клапанах и при наличии давления масла в циркуляционной системе смазки дизеля, потом проворачивают воздухом, после чего закрывают индикаторные клапаны.

Перед включением валоповоротного устройства двигателя необходимо убедиться в том, что:

- а) отсутствуют посторонние предметы на крышках цилиндров;
- б) открыты индикаторные краны;
- в) отключена подача топлива;
- г) рукоятка управления дизелем установлена в положение «СТОП»;
- д) клапаны пускового воздуха на пусковых баллонах и трубопроводах закрыты;
- е) в картере дизеля отсутствуют люди;
- ж) на посту управления и в ЦПУ на пульте вывешены таблички «Валоповоротное устройство включено. Дизель не пускать»;
- з) блокировочный клапан или (электроблокировка) валоповоротного устройства в исправном состоянии.

Проворачивание дизеля валоповоротным устройством можно производить:

- а) с прямой передачей мощности на винт (при отсутствии разобщительных муфт) – только с разрешения вахтенного помощника капитана;
- б) с передачей мощности на винт через разобщительные муфты – при отключенной муфте без разрешения вахтенного помощника.

Проворачивание главного двигателя валоповоротным устройством необходимо производить с разрешения и под руководством 2-го механика.

Проворачивание дизель-генераторов валоповоротным устройством необходимо производить с разрешения вахтенного механика и с ведома электромеханика или лица, отвечающего за эксплуатацию электрооборудования (мор. практика).

В целях соблюдения безопасности при проворачивании двигателя валоповоротным устройством запрещается находиться на верхних решетках на уровне цилиндровых крышек.

При запуске дизеля установить пусковую ручку в положение "ПУСК", после того, как дизель разовьет пусковые обороты, ручку переводят в положение "РАБОТА" и устанавливают по тахометру требуемое число оборотов.

Как только дизель начнет устойчиво работать, проверяют по показаниям приборов давление и температуру смазочного масла, охлаждающей воды, продувочного и наддувочного воздуха, отходящих газов, давление топлива после топливоподкачивающего насоса и вязкость его перед поступлением в двигатель. Проверяют валопровод, следят за работой трущихся деталей дизеля.

Перед остановкой дизеля постепенно снижают его обороты. Дизель останавливают, выключая топливные насосы поворотом рукоятки управления на "СТОП", перед этим включив насос предварительной прокачки дизеля маслом. После полной остановки дизеля открывают индикаторные клапаны и включают валоповоротное устройство. Затем закрывают клапаны на системах, обслуживающих дизель. Прокачивание двигателя маслом прекращается, когда температура масла на выходе из дизеля понизится до 35...40 °С.

Во время работы установки вахтенный механик и мотористы должны следить за показаниями контрольно измерительных и аварийно-предупредительных приборов, состоянием работающего дизеля и обслуживающих его механизмов и принимать необходимые меры при обнаружении неисправностей.

Важным условием безопасной работы является предупреждение перегрузки двигателя в целом и каждого цилиндра в отдельности. Для этого вахтенный механик должен контролировать распределение нагрузки по цилиндрам, так как недогрузка одного цилиндра вызывает перегрузку остальных. При необходимости отключения одного из цилиндров нагрузка на двигатель должна быть понижена.

При изменении частоты вращения необходимо быстро проходить критическую зону во избежание сильной вибрации двигателя и судового корпуса, а также в целях предупреждения перегрузки деталей.

Во время работы запрещается подкачивать вручную топливо в цилиндры, так как это может привести к взрывам.

Под особым контролем должна быть работа топливной аппаратуры и трубопроводов топлива высокого давления. Зависание иглы может быть причиной резкого роста термических напряжений в деталях ЦПГ, а разрыв форсуночной трубки – причиной пожара. Устранять дефекты топливной аппаратуры и регулировать ее на ходу двигателя запрещается.

Система смазки должна работать без перебоев, с параметрами, оговоренными инструкцией по эксплуатации. При падении давления смазки следует понизить частоту вращения и перейти на резервный насос. В случае резкого падения давления в системе смазки двигатель нужно остановить. Аналогичные требования предъявляются к системе охлаждения.

Нарушение смазки и охлаждения может явиться причиной серьезных аварий двигателя, представляющих большую опасность для обслуживающего персонала.

Во время работы двигателя следует по специальным приборам контролировать концентрацию масляных паров в картере и при повышении ее до предельных норм понизить частоту вращения, а при получении разрешения с мостика остановить двигатель. При повышении концентрации масляных паров может возникнуть опасность взрыва. Поэтому причину перегрева картерного масла следует своевременно устранять.

Те же действия выполняют в том случае, если увеличивается выход масляных паров через вентиляционные устройства или через клапаны на крышках картерных люков.

Необходимо следить за работой навешенных на двигатель механизмов, креплением трубопроводов, устранять их вибрацию, не допуская утечек. Запрещается обжатие гаек, чистка, обтирка, крепление частей работающего двигателя и вспомогательных механизмов. Поддоны под механизмами и устройствами для сбора утечек топлива и масла необходимо очищать каждую вахту.

Во время работы установки в машинном отделении не должно быть лишнего шума, не должны выполняться посторонние работы.

Маневры и вывод установки из действия. На маневрах в связи с работой двигателя в неблагоприятных условиях переходных режимов требуется особое внимание обслуживающего персонала.

Резервное оборудование должно быть подготовлено к действию. Реверсы двигателя должны совершаться в полном соответствии с инструкцией после полной остановки двигателя. Перемещать рукоятку управления на положение «Работа» можно только тогда, когда вал двигателя начнет вращаться в требуемом направлении.

Остановку двигателя и вывод установки из действия производят в соответствии с инструкцией по обслуживанию. Неправильное выполнение приемов по остановке двигателя может привести к разрушению его деталей при очередном запуске. Поэтому двигатель следует останавливать при равномерном охлаждении рабочих деталей, для чего системы смазки и охлаждения должны продолжать работу после полной остановки машины.

Топливная система и система пускового воздуха должны быть надежно отключены закрытием соответствующих клапанов во избежание произвольного проворачивания двигателя. С помощью валоповоротного устройства следует провернуть двигатель при открытых индикаторных кранах, после чего их следует закрыть.

Ответственным за соблюдение правил техники безопасности и производственной санитарии при эксплуатации дизельной установки является старший механик. За соблюдение правил техники безопасности в МКО при несении вахт отвечает вахтенный механик.

К несению вахты допускаются лица, имеющие удостоверение о прохождении квалификационной и медицинской комиссий, ознакомленные с правилами техники безопасности для экипажей судов морского флота и прошедшие соответствующий инструктаж на рабочем месте.

Подготовка установки к действию. Основой безопасности и безаварийной работы установки является знание персоналом устройства дизеля и обслуживающих его систем, а также строгое соблюдение правил технического обслуживания установки.

Приступая к подготовке установки к действию, вахтенный механик должен позаботиться о том, чтобы из машинного отделения были вынесены посторонние предметы, уложены на предназначенные места и укреплены запчасти и инструменты. Машинное отделение должно быть убрано, плиты и трапы очищены и насухо протерты.

При наружном осмотре главного двигателя и обслуживающих его механизмов следует убедиться в отсутствии посторонних предметов поблизости от движущихся деталей механизмов, подготавливаемых к пуску, осмотреть крепление деталей, убедиться в отсутствии признаков повреждения контрольно-измерительных, сигнальных, предохранительных и автоматических устройств, проверить положение клапанов, кранов и пробок на системах.

Для проверки свободного вращения вала его проворачивают валоповоротным устройством на два полных оборота. При этом необходимо:

- предупредить о проворачивании присутствующий в машинном отделении обслуживающий персонал;
- открыть индикаторные краны, проверить, включены ли топливные насосы и закрыты ли клапаны на пусковых баллонах и трубопроводе пускового воздуха.

Затем следует провернуть двигатель на воздухе при открытых индикаторных кранах (с разрешения вахтенного штурмана, который должен убедиться в том, что за кормой нет людей и шлюпок).

Пуск дизеля.

Без предварительной подготовки пуск дизеля запрещен во избежание поломок и разрушения его деталей, что может явиться причиной несчастных случаев.

Пуск дизеля разрешается только по сигналу с мостика. Пусковые баллоны для подачи пускового воздуха к двигателю открывают медленно, чтобы предотвратить разрыв трубопроводов. После пуска следует убедиться в закрытии пусковых клапанов, так как в случае их зависания может произойти взрыв в пусковом трубопроводе.

Если после пуска в дизеле выявлены отклонения от нормальной работы (появление стуков, пропуски газов и т.д.), его следует остановить и сообщить об этом на мостик. Новый пуск возможен только после устранения неисправностей.

Дизель выводят на режим в строгом соответствии с инструкцией во избежание термических и механических перегрузок деталей, что может явиться причиной их поломки.

Техника безопасности при обслуживании пневматических пусковых систем сводится к мерам предупреждения взрывов в воздушных трубопроводах.

Из ресивера и выхлопных коллекторов двигателя нужно своевременно удалять масло через спускные краны (особенно при длительной работе двигателя на малой частоте вращения). Это предотвратит возникновение пожара в ресивере и подпоршневых полостях крейцкопфных двигателей и взрывы в цилиндрах в результате заброса туда скопившегося в ресивере масла. Если этого не делать, то при повышении частоты вращения может произойти воспламенение скопившегося масла, заброс пламени в газовые турбины и повреждение их проточной части.

Картерные щиты должны быть плотно закрыты и не должны допускать вытекания наружу масла и выхода газов.

Большинство дефектов судовых дизелей возникают и развиваются постепенно и только в течение времени могут принять резко нарастающий угрожающий характер, поэтому правильная оценка технического состояния дизеля, основанная на объективных показателях, является важным условием надежности его работы. Существуют различные методы оценки технического состояния дизеля.

По показаниям штатных контрольно-измерительных приборов можно с достаточной точностью судить о техническом состоянии дизеля. К наиболее важным контролируемым параметрам относятся: частота вращения, температура выпускных газов, давление и температура в системах, обслуживающих дизель. Отклонение любого из параметров за допустимые пределы свидетельствует о какой-то неисправности и требует немедленного выяснения причин и принятия необходимых мер.

Оценка технического состояния по показаниям контрольно-измерительных приборов требует от обслуживающего персонала высокой квалификации, так как изменение конкретного параметра может произойти вследствие множества причин. Например, повышение температуры выпускных газов может быть вызвано: ухудшением компрессии в цилиндре, ухудшением работы топливной аппаратуры, поздней подачей топлива,

перегрузкой цилиндра, большой вязкостью топлива, загрязнением продувочно-выпускного тракта, высокой температурой или низким давлением продувочного воздуха, возникновением пожара в подпоршневой полости. Задача правильного определения причин усложняется дефицитом времени.

По расходу топлива и смазки: минимальный удельный эффективный расход топлива достигается только при тщательной отладке систем газообмена, наддува и топливоподачи, а также высоком качестве процессов смесеобразования и сгорания топлива. Износ деталей ЦПГ, повреждения топливной аппаратуры, отложения в продувочно-выпускном тракте, а другие отклонения от нормального технического состояния дизеля приводят к повышению удельного эффективного расхода топлива.

Повышенный расход масла в тронковых дизелях свидетельствует об износе деталей ЦПГ и в первую очередь маслосъемных колец.

Важным критерием технического состояния дизеля является и характер изменения эксплуатационных свойств масел:

- увеличенное содержание металлических частиц в масле свидетельствует об интенсивном изнашивании трущихся узлов, резкое повышение вязкости - о загрязнения масла в картере вследствие износа поршневых колец и втулок цилиндра,

- помутнение и серая окраска - о пропусках воды в уплотнении цилиндровых втулок,

- чрезмерное содержание механических примесей - о нарушениях в работе фильтров и сепараторов.

По результатам индицирования можно получить полную информацию о качестве рабочего процесса, что было освещено при рассмотрении вопросов динамического регулирования двигателя.

По результатам осмотров и вскрытий: традиционные методы технического обслуживания заключаются в плановых осмотрах с разборкой узлов и систем двигателя, с выполнением больших объемов работ и значительными затратами. Результаты осмотров и замеров дают возможность оценить техническое состояние двигателя достаточно объективно. Но последующая сборка рабочих узлов даже при строгом соблюдении технологических требований отрицательно влияет на состояние двигателя, требует назначения режима приработки, в период которого наблюдается повышенное изнашивание прирабатываемых поверхностей. Кроме того, статистические данные говорят о том, что 50 %, а по отдельным двигателям 70 % вскрытий проводятся преждевременно. Все это ставит задачу перехода к техническому обслуживанию по фактическому состоянию дизеля с применением методов неразрушающего контроля без разборки рабочих узлов.

По результатам прослушивания: многие неисправности и нарушения в работе дизеля приводят к появлению ненормальных стуков и шумов. Так, стуки в цилиндре могут свидетельствовать о перегрузке цилиндра,

увеличенном зазоре в подшипниках или между поршнем и втулкой, большом угле опережения подачи топлива, начавшемся задире поршня; характерный шум газотурбокомпрессора вызывается помпажем; причинами стуков и шума в зубчатых или цепных передачах являются слабое натяжение цепи, износ шестерен, недостаточная смазка; при стуках в клапанах надо убедиться в правильности регулирования тепловых зазоров, отсутствии заедания клапанов в направляющих, нормальном состоянии пружин клапанов.

По температуре рабочих узлов дизеля можно получить детальную информацию о качестве рабочего процесса, состоянии трущихся пар и теплонапряженности. Любое повышение температуры отдельных узлов не должно оставаться без внимания обслуживающего персонала: необходимо понизить частоту вращения и нагрузку дизеля, усилить контроль, при возможности увеличить подачу масла к греющемуся узлу. При перегреве какого-либо узла не допускать его резкого охлаждения, так как это может привести к более серьезному дефекту (например, выплавлению подшипника с налипанием баббита на шейку вала).

Окраска выпускных газов может служить критерием качества рабочего процесса: темная - ухудшение процесса сгорания, голубая - избыточное смазывание цилиндров, белая - попадание воды в цилиндры.

Устойчивая работа на минимальной частоте вращения подтверждает хорошее техническое состояние деталей ЦПГ и высокое качество рабочего процесса.

Основные неисправности в работе. Обслуживание двигателя регламентируется правилами и инструкциями и требует внимательного отношения, так как отступление от правил технической эксплуатации, правил техники безопасности неизбежно приводит к авариям и несчастным случаям с обслуживающим персоналом. Наиболее характерными авариями и причинами, порождающими их, являются обрывы шатунных болтов, гидравлические удары в рабочих цилиндрах, взрывы пусковых баллонов, клапанов, заедание поршней, поломка коленчатого вала и др. Многие из перечисленных аварий сопровождаются несчастными случаями. Меры, направленные на предотвращение аварий, являются в то же время мерами, предупреждающими несчастные случаи при обслуживании двигателей.

С целью предупреждения разрыва шатунных болтов при каждой разборке двигателя необходимо выяснить — нет ли у болтов трещин. При наличии трещин болты должны заменяться немедленно. Для обнаружения трещин болты следует промыть керосином и опустить, приблизительно на час, в подогретое масло. Затем их следует вынуть, вытереть насухо, натереть мелом и несколько нагреть. Если через некоторое время выступит наружу масло в виде коричневой полоски на набеленной поверхности болта — в болту имеется трещина.

Гидравлические удары могут быть причиной серьезных аварий двигателя. Возникновение их обусловлено тем, что попавшая по какой-либо причине в цилиндр вода, толкаемая поршнем, с силой ударяет в крышку

цилиндра и может ее разбить, а отраженный удар – изогнуть кривошипно-шатунный механизм двигателя. Вода в цилиндр может попасть при наличии трещин в цилиндровой крышке или цилиндровой втулке.

Меры борьбы с гидравлическими ударами сводятся к предотвращению возможности попадания воды в рабочие полости цилиндров. При наличии небольших трещин в крышках или цилиндровых втулках имеет место скопление воды в цилиндрах двигателя во время стоянки двигателя. Поэтому перед пуском двигатель необходимо проворачивать, затем, чтобы при проходе поршнем мертвых точек иметь возможность через индикаторные краны, которые должны быть при проворачивании открыты, удалить из цилиндров воду.

Заедание поршней может являться причиной обрыва шатунных болтов и поломок кривошипно-шатунного механизма, что может вызвать не только серьезную аварию двигателя, но и несчастные случаи с обслуживающим персоналом. Как показывает практика эксплуатации судовых двигателей, поршень, наряду с цилиндровой крышкой, больше других частей двигателя подвержен повреждениям и авариям, так как он испытывает высокие напряжения от давления газов и резкого изменения температур за один ход.

Дизельный двигатель не останавливается при переводе рукояти (штурвала) управления в положение “СТОП”. Причины: неправильное установление или нарушение нулевой подачи ТНВД; неправильная установка или заедание привода от регулятора к насосам; неисправность регулятора.

Дизельный двигатель внезапно останавливается. Причины: срабатывание регулятора безопасности или системы защиты дизельного двигателя по давлению масла или воды; не поступление топлива в ТНВД из-за его отсутствия в расходной цистерне; попадание в топливо воды, воздуха или газов.

Дизельный двигатель идет “вразнос”. Причины: наличие топлива или масла в ресивере надувочного воздуха; заедание или обрыв привода от регулятора к ТНВД при одновременном сбросе нагрузки.

Выпускные газы дизельного двигателя имеют темную окраску. Повышенная температура выпускных газов всех цилиндров. Причины: перегрузка дизельного двигателя; закоксовывание выпускных и продувочных окон; плохое распыливание топлива из-за неисправности топливной аппаратуры; воспламенение масла в подпоршневом пространстве; возрастание сопротивления выпускного тракта.

Сильные стуки и шум во время работы дизельного двигателя. Причины: перегрузка цилиндра; увеличение угла опережения подачи топлива; заедание одного из поршней; большие зазоры в шатунных подшипниках; неправильное натяжение цепи, работа в зоне опасных крутильных колебаний, нарушение центровки или плохая смазка.

Система автоматического контроля показаний двигателя и гидравлики предназначена для слежения за температурой и давлением в цилиндрах

судового двигателя и элементах гидравлической системы, на основании данных получаемых от соответствующих датчиков.

Основные функции:

Отображение показания температурных датчиков в виде индикаторов в главном окне программы. Программа использует данные от одного до 8 измерителей температуры, в каждом из которых контролируется 8 отдельных каналов измерения температур.

Отображение показаний датчиков давления.

Сигнализация при выходе показаний за установленные ограничения.

Ведение протокола событий выхода показаний датчиков за установленные ограничения и возвращения их в допустимые пределы.

Просмотр и статистическая обработка протокола событий.

Ведение архива показаний датчиков в формате совместимом с MS Excel.

Отображение показаний датчиков в виде графика.

Система позволяет выявить проблему на ранней стадии, при помощи анализа графиков, построенных на основании данных архива показаний датчиков, а также получить сигнал о недопустимом значении в реальном времени.

Автоматический контроль. На современных судах выполняются автоматический контроль и защита агрегатов судовой электростанции и сети при помощи системы с применением микро ЭВМ. Система осуществляет: контроль и защиту генераторов; контроль и защиту первичных двигателей; контроль и защиту сетей; индикацию результатов контроля и неисправностей.

Основными элементами микро ЭВМ являются: микропроцессор с программируемой логикой; оперативная память; устройства управления вводом-выводом. Система выполнена в виде функционально законченных блоков, объединенных в устройства по каждому объекту электростанции. Реализация различных операций по времени в микро ЭВМ выполняется на принципе программируемой логики числоимпульсным методом. Блоки имеют некоторое число структурных схем программируемых каналов, каждый из которых предназначен для контроля одного параметра или для защиты агрегата от какой-то одной неисправности. В каждом канале используются сигналы различной частоты через определенные временные интервалы. Временная программа сигналов предназначена для защиты от помех и от ложных срабатываний датчиков.

Блок защиты генераторов обеспечивает защиту каждого генератора от перегрузки по току, тока короткого замыкания и обратной мощности при параллельной работе. Блок защиты судовой сети предохраняет от обрыва фаз, перенапряжения, снижения напряжения и частоты тока. Блок защиты первичных двигателей осуществляет контроль и защиту дизелей при отклонении параметров работы их систем и ответственных узлов.

Система предусматривает деление всех контролируемых неисправностей на две группы. К первой группе относятся отклонения технического состояния дизеля, которые требуют ускоренного его выключения из работы (например, упало давление масла в смазочной системе дизеля). В результате система контроля и защиты меняет режим работы всей электростанции с автоматическим запуском резервного дизель-генератора. К второй группе относятся неисправности, допускающие определенную задержку включения резервного дизель-генератора.

Световая сигнализация осуществляется светодиодами. При появлении сигнала о неисправности или при отклонении параметра на соответствующий светодиод поступает пульсирующее напряжение частотой 1 Гц, сигнализируя мигающим светом.

Система с применением микро ЭВМ имеет автоматическую проверку состояния электроники основных блоков при помощи тактовых импульсов повышенной частоты с часовым интервалом следования. По импульсу на все каналы подаются контрольные сигналы, имитирующие предельные значения рабочих параметров электронных элементов. Через промежуток времени, предусмотренный для процесса проверки, автоматически прекращается контроль состояния элементов, и система возвращается в обычный рабочий режим.

Задачи и методы технической диагностики. Основной задачей диагностирования инженерных объектов является определение их технического состояния. С ней связаны задачи сравнительной оценки текущего технического состояния с эталонным (полностью нормальным, соответствующим номинальным паспортным характеристикам) и последующего заключения о допустимости дальнейшей эксплуатации объекта, сроках и режимах эксплуатации или о характере необходимого ремонта.

Операции технического диагностирования производятся без какого-либо демонтажа (разборки) объекта — это является принципиальным признаком метода.

В этом же заключается и смысл технической диагностики: правильное применение эффективной диагностической системы снизит число аварий и отказов и удлинит межремонтные периоды эксплуатации, обеспечивая назначение ремонтов по устанавливаемой фактической необходимости в них.

Метод технического диагностирования дизелей состоит в систематическом определении всех параметров, характеризующих режим нагрузки, внешние условия, применяемые топливо и масла, протекание рабочего процесса, технического состояния нагруженных узлов и деталей и функционирование обслуживающих систем и содержит в себе устройство для автоматизированного анализа всей собираемой информации по специально разработанному правилу.

Результат анализа выдается устройством в простом случае в виде сигнала о нормальном или ненормальном техническом состоянии дизеля.

Более сложные системы отмечают причину ненормальности, степень ее аварийной опасности, допустимое время работы дизеля в текущем режиме нагрузки.

Основное, отличие диагностической системы от обычной системы автоматизированного технического контроля, – это высокий уровень оснащения дизеля и его систем различного рода индикаторами (датчиками) как в количественном, так и в качественном отношении.

Важнейшей составной частью диагностической системы является устройство, собирающее и систематизирующее информацию о текущем техническом состоянии дизеля, а также сравнивающее ее с аналогичной информацией, соответствующей нормальной работе на сходном режиме нагружения нового дизеля.

Номинальные (эталонные) значения параметров и их определенных совокупностей (корреляционных функций) должны быть определены с учетом возможного изменения внешних условий, применяемых сортов топлива и масел и режимов нагрузки дизеля. Соответствующие изменения этих значений должны быть представлены в табличном или графическом виде и введены в память анализирующего устройства диагностической системы.

Диагностическая система должна быть надежной, по крайней мере, в такой же степени, как и обслуживаемый ею объект. Основными признаками надежности диагностической системы являются адекватность и устойчивая воспроизводимость всех результатов ее действия. Ресурс надежной работы диагностической системы (или отдельных ее частей) может быть и значительно меньшим, чем ресурс объекта. Значительный вклад в инструментальное обеспечение диагностической системы (индикаторы рабочего процесса и технического состояния дизелей) сделан специализированными западноевропейскими, особенно скандинавскими, фирмами (АСЕА, «Аутроника», «Норконтрол»).

Тензометрирование как средство измерения температурных деформаций в настоящее время не освоено до уровня широкого распространения в технической эксплуатации судовой дизельной установки. Измерение температуры рабочих тел и деталей, в том числе и наиболее нагретых деталей (ЦПГ), обычно производится с помощью термопар (хромель — копель, хромель — алюмель, медь — константан и т.п.) с использованием серийной усиливающей и регистрирующей электронной аппаратуры (КСП-4, Ф-30 и др.).

С помощью термодатчиков можно регистрировать не только степень нагрева деталей, но и состояние поршневых колец. Для этого две-три термопары заделываются в одном круговом поясе на определенной высоте цилиндровой втулки и на расстоянии 2...4 мм от ее внутренней поверхности. Целесообразно термопары располагать в поясе между первым и вторым поршневыми кольцами при положении поршня в ВМТ. При прохождении замка первого кольца по образующей с термопарой последняя показывает

повышенную температуру. Перемещение такого «горба» температуры на бумаге самописца (рис. 3, а) указывает на подвижность кольца, отсутствие такого перемещения – на залегание кольца (рис. 3, б, в). Заметное искажение обычной формы термограмм свидетельствует о поломке кольца. В связи с этим описанный простой комплект термопар можно рассматривать как вполне надежное диагностическое устройство, элемент диагностической системы. В меньшей степени отработаны датчики износа (задира) цилиндровой втулки (скаффинг-датчики).

Электроизмерительное устройство К-748 предназначено для использования в составе системы контроля и диагностики дистанционного управления по параметрам рабочего процесса в условиях эксплуатации. Устройство рассчитано для работы с двумя дизелями, имеет входы для подключения двух измерительных преобразователей давления газа в цилиндре дизеля, двух измерительных преобразователей давления наддувочного воздуха и двух датчиков угла ПКВ.

Критерии оценивания правильности выполнения: инструктор на основе ответов на контрольные вопросы и практической демонстрации навыков оценивает результат выполнения поставленных задач и делает вывод об успешности занятия.

Форма занятия – практический семинар.

Время занятия – 2 часа.

Рекомендации по подготовке к выполнению заданий или упражнений: при подготовке к выполнению заданий обучающимся рекомендуется дополнительно изучить материалы лекций и справочный материал настоящих методических указаний.

Контрольные вопросы

1. Статическая регулировка.
2. Динамическая регулировка дизельного двигателя.
3. Техническое диагностирование.

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.
РЕЖИМЫ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ.
ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЯ**

*Методические указания
к практическим занятиям по программе
«Подготовка квалифицированного моториста»
в центре подготовки и аттестации плавсостава*

*Составители: **Бабышев** Сергей Евгеньевич,
Латышев Василий Юрьевич*

В авторской редакции

Изд. № 153/19. Объем 1,75 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»