МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА

КАФЕДРА ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине

**КОНСТРУКЦИИ И ОСНОВЫ РАСЧЕТА ДВИГАТЕЛЕЙ**

по направлению подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(Профиль «Организация транспортного обслуживания»)

Тип ООП: прикладной бакалавриат

Очная, заочная формы обучения

Составитель(и) Соломахин Ю.В., к.т.н., доц. каф ТПТ.

Yuriy.Solomahin57@vvsu.ru

Владивосток 2020

1. **Общие требования и критерии оценки лабораторных работ:**

**Требования к оборудованию:** Наличие разрезных учебных моделей, работающих двигателей с карбюраторной и системой впрыска топлива. Автомобили с механической и гидромеханической коробками передач.

**Рекомендации по выполнению:** задания выполняются с использованием офисного пакета приложений Microsoft Office. Результат работы демонстрируется преподавателю на практическом занятии и/или размещается для проверки на платформе Google Meet.

**Критерии оценки:**

|  |  |
| --- | --- |
| Балл | Описание |
| 3 | Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим и практическим материалом, отсутствуют ошибки, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы, с демонстрацией приобретенных навыков. |
| 2 | Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим и практическим материалом на минимально допустимом уровне, допуская ошибки, в том числе при ответах на дополнительные вопросы. |
| 1 | Работа выполнена не полностью. Студент владеет теоретическим и практическим материалом на минимально допустимом уровне, допуская ошибки, испытывает затруднения в формулировке выводов, неспособен ответить на дополнительные вопросы. |
| 0 | Работа не выполнена. |

**Общее описание лабораторных робот:**

Каждая Лабораторная работа состоит из трех частей. В первых двух частях задание приводится с описанием хода работы и подробными комментариями. В последней части нет инструкций по выполнению заданий, так как студенты закрепляют навык работы и демонстрируют умение применять приобретенные знания.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1  
ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ ДВСЦель работы: изучение общего устройства и принципа действия дизельных и бензиновых двигателей, основных параметров и понятий ДВС,  
назначения основных механизмов и систем.  
Содержание работыПри выполнении работы необходимо изучить следующие вопросы и  
отразить их в отчете.  
1. Общее устройство поршневых ДВС: принцип работы ДВС; назначение основных деталей (клапана, цилиндра, поршня, поршневого пальца, шатуна, коленчатого вала, картера, маховика); описание рабочего цикла двух- и четырехтактных двигателей; что такое наддув, его назначение.  
2. Классификация ДВС: по способу воспламенения, способу смесеобразования, числу тактов в цикле, компоновке, способу охлаждения, назначению; различия в конструкции двигателя в зависимости от назначения (автомобильный, тракторный).  
3. Основные понятия и определения: ход поршня, нижняя мертвая точка (НМТ), верхняя мертвая точка (ВМТ), такт, рабочий цикл, горючая смесь, рабочая смесь, свежий заряд, остаточные газы, рабочий и полный объемы цилиндра, степень сжатия (значения величины для дизельных и бензиновых двигателей, чем ограничивается), коэффициент избытка воздуха, индикаторная и эффективная мощности, механический и эффективный КПД (значения величины для дизельных и бензиновых двигателей), удельный эффективный расход топлива.  
4. Отличия рабочих циклов дизельного и бензинового двигателей:  
применяемое топливо, способы воспламенения и смесеобразования, в каком двигателе смесеобразование более качественное, максимальные давления и температуры, номинальная частота вращения коленчатого вала, какой двигатель (дизельный или бензиновый) имеет большее КПД, номинальную мощность, почему.  
5. Индикаторные диаграммы двух- и четырехтактных циклов: характерные точки, значения давления и температуры в этих точках.  
В отчете необходимо привести следующие схемы и рисунки: схемы работы двух- и четырехтактных ДВС, индикаторные диаграммы двух- и четырехтактных циклов, схемы различных компоновок ДВC.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2  
КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ. ЦИЛИНДРОПОРШНЕВАЯ ГРУППА.КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМЦель работы: изучение конструкции корпусных деталей двигателя, деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ) и кривошипно-шатунного механизма (КШМ), их назначения и условий работы.  
Содержание работыПри выполнении работы необходимо изучить следующие вопросы и отразить их в отчете.  
1. Блок цилиндров, блок-картер: силы, действующие в КШМ одноцилиндрового двигателя; применяемые материалы; силовые схемы; способы выполнения цилиндров; мероприятия, увеличивающие жесткость конструкции.  
2. Головка цилиндров: применяемые материалы, типы; крепление головки; способы уплотнения газового стыка.  
3. Поршень: применяемые материалы, конструкция головки и юбки поршня, их особенности (назначение температурных вставок, способ упрочнения верхней кольцевой канавки, высота жарового пояса, форма юбки, назначение вырезов на нерабочей части юбки и т.п.); способы охлаждения.  
4. Поршневые кольца: типы компрессионных и маслосъемных колец, применяемые материалы, формы поперечного сечения, график радиальных нагрузок на стенку цилиндра, количество, расположение на поршне.  
5. Поршневой палец: применяемые материалы, типы (указать преимущества и недостатки каждого типа), способ фиксации в осевом направлении, осуществление смазывания сопряжений палец – втулка шатуна и палец – бобышка поршня.  
6. Коленчатый вал: применяемые материалы, типы; угол смещения кривошипов, очередных по порядку работы цилиндров; перекрытие шеек вала; назначение противовесов, их расположение на коленчатом вале; фиксация коленчатого вала от смещений в осевом направлении; назначение и устройство гасителя крутильных колебаний (демпфера).  
7. Шатун: назначение, применяемые материалы, формы поперечного сечения стержня шатуна; типы разъема кривошипной головки; центрирование крышки относительно шатуна; конструкция шатунных болтов, способ фиксации гайки болта.  
8. Подшипники скольжения: их назначение, конструкция, нагруженность, установка в коренных и шатунных опорах; подвод масла к подшипникам. В отчете необходимо привести следующие схемы и рисунки: схему сил, действующих в КШМ одноцилиндрового двигателя; силовые схемы блока цилиндров; способы выполнения цилиндров; поршень с указанием его основных элементов; формы поперечного сечения компрессионных и маслосъемных колец; схемы крепления поршневого пальца в поршне и  
поршневой головке шатуна; формы поперечного сечения стержня шатуна; типы разъема кривошипной головки шатуна; схемы полно- и неполноопорного коленчатого вала.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3  
МЕХАНИЗМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯЦель работы: изучить назначение, работу, конструкцию, условия работы и конструктивные особенности деталей механизма газораспределения (МГР) двигателей.  
Содержание работыПри выполнении работы необходимо изучить следующие вопросы и отразить их в отчете.  
1. Типы МГР: классификация по расположению клапанов, количеству и расположению распределительных валов (распредвалов); преимущества и недостатки каждого типа.  
2. Фазы газораспределения: объяснить назначение характерных фаз (перекрытие фаз, углы опережения и запаздывания клапанов); регулируемые фазы газораспределения.  
3. Распределительный вал: способы привода (шестеренный, цепью, зубчатым ремнем), крепление и осевая фиксация; тип опор.  
4. Механизм привода клапанов: непосредственно от кулачка распределительного вала, через промежуточные детали; способ регулировки теплового зазора в случае различных приводов; недостатки и достоинства того или иного способа привода; назначение и устройство гидрокомпенсатора теплового зазора.  
5. Клапаны и детали их крепления: количество; применяемые материалы для впускных и выпускных клапанов, формы головки клапана, угол рабочей фаски, соотношение диаметров впускных и выпускных клапанов; конструкция пружинного узла; назначения пружины, тарелки, сухарей, седла клапана, направляющей втулки и уплотнительных манжет.  
В отчете необходимо привести следующие схемы и рисунки: схемы типов МГР с нижним расположением распредвала и клапанов; с нижним расположением распредвала и верхним – клапанов; с верхним расположением распредвала и клапанов при непосредственном и опосредованном приводе клапанов); круговую диаграмму фаз газораспределения; схему  
гидрокомпенсатора теплового зазора; схему пружинного узла.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4  
СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯЦель работы: изучить системы жидкостного и воздушного охлаждения двигателей, устройство и работу основных узлов и деталей.  
Содержание работыПри выполнении работы необходимо изучить следующие вопросы и отразить их в отчете.  
1. Назначение системы охлаждения; типы систем охлаждения, преимущества и недостатки каждого типа.  
Система жидкостного охлаждения2. Рубашка системы охлаждения: конструкция; способы охлаждения цилиндров и головки, их недостатки и преимущества; малый и большой круг циркуляции.  
3. Применяемые охлаждающие жидкости, их преимущества и недостатки; состав, характеристики.  
4. Жидкостный насос: назначение, устройство и работа, способы привода, типы профиля лопастей (радиальные, специальные); расположение и назначение контрольного отверстия; уплотняющее устройство; обслуживание.  
5. Радиатор: применяемые материалы; тип охлаждающей решетки (пластинчатая, трубчато-пластинчатая, трубчато-ленточная); направление течения жидкости, расположение трубок; назначение пароотводящей трубки и расширительного бачка.  
6. Вентилятор: назначение, конструкция, способы привода и управления.  
7. Крышка радиатора (расширительного бачка): назначение, конструкция и работа парового (выпускного) и воздушного (впускного) клапанов.  
8. Термостат: назначение, конструкция и принцип работы, расположение, количество, применяемые типы наполнителей чувствительного элемента, количество клапанов.  
Система воздушного охлаждения9. Система воздушного охлаждения: конструкция; форма оребрения цилиндра и головки, размеры ребер, асимметрия ребер охлаждения; назначение дефлекторов.  
10. Вентилятор: назначение, применяемые типы, способы изготовления лопастей (штампованные, литые, прессованные); назначение направляющего аппарата; преимущества и недостатки различных способов привода вентилятора (ременный, шестеренный, автономный, с помощью гидромуфты).  
В отчете необходимо привести следующие схемы и рисунки: схемы систем охлаждения (жидкостной и воздушной), жидкостного насоса, крышки радиатора (расширительного бачка), термостата, гидромуфты привода вентилятора.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5  
СИСТЕМА СМАЗКИЦель работы: изучить системы смазки автомобильных и тракторных двигателей, назначение и устройство основных узлов и деталей.  
Содержание работыПри выполнении работы необходимо изучить следующие вопросы и отразить их в отчете.  
1. Принципиальная схема системы смазки: типы (принудительная, разбрызгиванием); путь масла; сопряжения, смазывающиеся под давлением, разбрызгиванием и самотеком; предохранительный, перепускной, дифференциальный (сливной) клапаны; главный и радиаторный контуры; устройства охлаждения поршня маслом; система смазки двухтактных двигателей.  
2. Масляный насос: назначение, тип, принцип действия; конструкция и расположение предохранительного клапана; многосекционность; привод насоса.  
3. Масляные фильтры: применяемые типы (“бумажные”, центробежные), принципы действия; материалы фильтрующего элемента; глубина очистки; преимущества и недостатки центрифуги как фильтра тонкой очистки; назначение и конструкция маслозаборника.  
4. Масляный радиатор: тип, назначение, конструкция, место установки, назначение предохранительного клапана; преимущества и недостатки различных схем включения радиатора в систему (от радиаторной секции насоса, от главной масляной магистрали).  
5. Система вентиляции картера: назначение, типы (открытая, закрытая); путь картерных газов при их удалении из картера; назначение и конструкция маслоуловителя.  
В отчете необходимо привести следующие схемы и рисунки: принципиальные схемы систем смазки с “мокрым” и “сухим” картером, масляных шестеренных насосов внешнего и внутреннего зацепления, фильтров очистки масла (“бумажного” и центробежного типов).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6  
СИСТЕМА ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯЦель работы: изучить системы питания бензиновых двигателей, назначение, устройство и принцип работы основных узлов и деталей.  
Содержание работыПри выполнении работы необходимо изучить следующие вопросы и отразить их в отчете.  
1. Назначение системы питания и ее основных узлов (топливный бак, топливный и воздушный фильтры, бензонасос, топливодозирующий орган, впускной и выпускной трубопроводы, резонатор, глушитель); типы различных систем питания (карбюраторная, с впрыскиванием топлива), их преимущества и недостатки.  
Карбюраторная система питания2. Топливный бак: применяемые материалы, конструкция, устройство пробки бака, назначение вентиляции.  
3. Воздушный и топливный фильтры: типы, основные требования к фильтрам, преимущества и недостатки различных типов.  
4. Бензонасос: тип, принцип действия, привод.  
5. Система выпуска: резонатор и глушитель шума выпуска, их назначение, принципиальная схема.  
6. Карбюратор: назначение, характеристики “простейшего” и “идеального” карбюраторов, конструктивные особенности (многокамерность, положение смесительных камер, диффузоры постоянного и переменного разряжения); назначение и принцип работы основных систем карбюратора, какой состав топливовоздушной смеси должна обеспечивать каждая система:  
6.1) главная дозирующая система (назначение топливного и воздушного жиклеров, распылителя, эмульсионной трубки, второго “маленького” диффузора);  
6.2) система холостого хода (назначение топливного и воздушного жиклеров, выходных каналов, винтов регулирования качества и количества горючей смеси);  
6.3) пусковое устройство (конструкция воздушной заслонки и ее привод);  
6.4) ускорительный насос (привод, назначение пружины, обратного и нагнетательного клапанов);  
6.5) экономайзер (механический и пневматический привод);  
6.6) эконостат;  
6.7) экономайзер принудительного холостого хода (ЭПХХ).  
Система питания с впрыскиванием топлива7. Топливный бак: изменения в конструкции бака по сравнению с карбюраторной системой питания.  
8. Воздушный и топливный фильтры: типы, основные требования к фильтрам  
9. Бензонасос: тип, принцип действия, места размещения.  
10. Каталитический нейтрализатор отработавших газов: назначение и принцип работы.  
11. Система впрыскивания топлива: типы (центрального, распределенного, непосредственного), основные отличия, преимущества и недостатки каждого типа; устройства, входящие в состав системы; рабочее давление впрыскивания; принцип действия электромагнитной форсунки.  
В отчете необходимо привести следующие схемы и рисунки: принципиальные схемы системы питания, бензонасоса (механического и электрического), “простейшего” карбюратора с характеристикой его работы, систем карбюратора (главной дозирующей, холостого хода, пусковой, ускорительного насоса, экономайзера, эконостата), систем впрыскивания (центрального, распределенного, непосредственного).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7  
СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯЦель работы: изучить принцип действия системы питания дизельного двигателя (дизеля), конструкцию основных узлов и деталей.  
Содержание работыПри выполнении работы необходимо изучить следующие вопросы и отразить их в отчете.  
1. Принципиальная схема системы питания дизеля (с насосным  
впрыскиванием), назначение ее основных узлов; назначение контуров обратного слива топлива в бак – от фильтра тонкой очистки, от отсечного канала насоса высокого давления, от форсунок; численные значения давления топлива после подкачивающего насоса, в надплунжерных пространствах секций насоса высокого давления, в трубопроводах высокого давления,  
в форсунках. Насос-форсунки, назначение и конструкция. Аккумуляторные системы питания: принципиальная схема, преимущества и недостатки по сравнению с “классической” схемой.  
2. Топливоподкачивающий насос: тип, принцип действия, конструкция, привод; назначение насоса с ручным приводом.  
3. Фильтры грубой и тонкой очистки топлива: принципиальная схема, материал фильтрующего элемента, глубина очистки, техническое обслуживание.  
4. Топливный насос высокого давления (ТНВД): назначение; типы (блочные и распределительные), преимущества и недостатки каждого типа; конструкция плунжерной пары, расположение винтовых канавок на плунжере, принципиальная схема работы секции насоса: заполнение топливом надплунжерного пространства, начало повышения давления, отсечка; механизм регулирования цикловой подачи, начала подачи; назначение  
и работа нагнетательного клапана.  
5. Форсунка: типы, принцип действия; конструкция распылителя; способ регулирования давления впрыскивания; назначение дополнительного фильтра; отвод топлива из форсунки; крепление.  
6. Автоматическая муфта опережения впрыскивания: назначение, принцип действия; привод; почему и как надо изменять угол опережения впрыскивания при изменении частоты вращения.  
7. Регулятор частоты вращения: назначение, принципиальная схема, расположение и привод; каким образом регулятор управляет ТНВД; как ограничиваются минимальная и максимальная частоты вращения.  
8. Электронное управление топливоподачей: какие элементы системы питания управляются с помощью электроники, каким образом; какие преимущества обеспечиваются при этом.  
В отчете необходимо привести следующие рисунки: принципиальные схемы систем питания дизеля: с “классическим” ТНВД, с насосфорсунками, аккумуляторной; схемы топливоподкачивающего насоса и работы секции ТНВД; схемы форсунки (закрытого типа) и различных типов распылителей; схема всережимного регулятора частоты вращения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8  
СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯЦель работы: изучить принцип действия систем зажигания различного типа, назначение и устройство их приборов.  
Содержание работыПри выполнении работы необходимо изучить следующие вопросы и отразить их в отчете.  
1. Принцип работы контактной системы зажигания: назначение элементов, входящих в батарейную систему; величины напряжений в первичной и вторичной цепи, способ получения высокого напряжения во вторичной цепи; явление самоиндукции в первичной цепи, в чем состоит отрицательное последствие этого явления, способ его устранения. Система зажигания от магнето: отличия от батарейной системы, преимущества и недостатки такой системы.  
2. Бортовые источники электрической энергии: аккумуляторная батарея – тип, устройство, электродвижущая сила (ЭДС), состав и плотность электролита, материал положительных и отрицательных пластин, максимальная величина силы тока; генератор – тип, привод, способ включения в систему.  
3. Катушка зажигания: электрическая схема, конструкция, работа вариатора (дополнительного сопротивления).  
4. Прерыватель-распределитель: основные узлы, входящие в его состав, привод; величина зазора между контактами, как регулируется; устройство и работа автоматических регуляторов угла опережения зажигания (центробежного и вакуумного), назначение и работа октан-корректора; проверка правильности установки угла опережения зажигания.  
5. Свечи зажигания: конструкция; калильное число; материалы корпуса, изолятора, центрального и бокового электродов; зазор между электродами.  
6. Провода высокого напряжения: устройство, защита от излучения радиопомех.  
7. Электронные системы зажигания: электронная контактная (транзисторная), электронная бесконтактная, микропроцессорная – отличия от “классической” контактной системы, преимущества и недостатки таких систем.  
В отчете необходимо привести следующие рисунки: принципиальные схемы батарейных систем зажигания (контактной, электронной контактной (транзисторной), электронной бесконтактной, микропроцессорной), принципиальную электрическую схему катушки зажигания; схему конструкции свечи зажигания.