

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ВМТ	–	верхняя мертвая точка
ДВС	–	двигатель внутреннего сгорания
КШМ	–	кривошипно-шатунный механизм
КПД	–	коэффициент полезного действия
МГР	–	механизм газораспределения
НВТ	–	непосредственное впрыскивание топлива
НМТ	–	нижняя мертвая точка
РВТ	–	распределенное впрыскивание топлива
ТНВД	–	топливный насос высокого давления
ЦВТ	–	центральное впрыскивание топлива
ЦПГ	–	цилиндро-поршневая группа
ЭДС	–	электродвижущая сила
ЭПХХ	–	экономайзер принудительного холостого хода

ВВЕДЕНИЕ

Цель занятий – изучение принципа работы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС) с принудительным воспламенением (бензиновые) и воспламенением от сжатия (дизельные), устройства их основных механизмов и систем.

При выполнении работ на занятиях используются двигатели, чертежи, наборы деталей и узлов, комплекты плакатов и учебная литература. Успешное выполнение работ предполагает предварительную самостоятельную подготовку к каждой работе по основной и дополнительной рекомендуемой литературе и конспектам лекций.

По каждой работе студент обязан ответить на контрольные вопросы, составить отчет и защитить его на очередном занятии.

Отчет о работе выполняется в соответствии с требованиями Стандарта предприятия (СТП 71.4-84. Общие положения, структура, требования и правила оформления отчетов о лабораторных работах). По содержа-

нию отчет должен **полностью** соответствовать содержанию выполняемой лабораторной работы, объем отчета должен быть не менее 4 страниц, обязательны рисунки и схемы, соответствующие рассматриваемой теме.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ ДВС

Цель работы: изучение общего устройства и принципа действия дизельных и бензиновых двигателей, основных параметров и понятий ДВС, назначения основных механизмов и систем.

Содержание работы

При 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 ДВС.

Контрольные вопросы

1. Что такое степень сжатия, чем ограничивается ее значение в бензиновых двигателях?

2. В чем состоит принципиальная разница смесеобразования в дизелях и бензиновых двигателях, в каком двигателе оно более совершенно?

3. Как называется рабочее тело, заполняющее цилиндры бензинового двигателя в такт впуска?

4. В чем отличие горючей смеси от рабочей?

5. В каком двигателе (бензиновом или дизельном) средняя и максимальная температуры выше, почему?

6. С какой целью применяется наддув в ДВС?

7. Объясните при помощи схемы работы и индикаторной диаграммы принцип действия двухтактного двигателя.

8. Объясните при помощи схемы работы и индикаторной диаграммы принцип действия четырехтактного двигателя.

9. Какие конструктивные отличия между автомобильным и тракторным двигателем?

10. Назовите основные преимущества и недостатки дизеля по сравнению с бензиновым двигателем.

11. Что называется рабочим циклом двигателя?

12. Что такое коэффициент избытка воздуха, как он определяется?

13. Что называется ходом поршня?

14. Какие положения кривошипно-шатунного механизма называются мертвыми точками?

15. Как называются рабочие процессы, совершаемые в течение одного хода поршня?

16. Дайте определение рабочего и полного объемов цилиндра.

17. Когда и кем был построен первый промышленный ДВС, каким он был?

18. Когда и кем был создан первый четырехтактный ДВС?

19. На каком топливе работали первые ДВС?

20. Когда и кем был построен первый двигатель с воспламенением смеси от сжатия?

21. Как называется рабочее тело, заполняющее цилиндры дизеля при такте впуска?

22. Какие значения степени сжатия применяются в дизелях, чем они обусловлены и почему выше, чем в бензиновых двигателях?

23. Какого вида еще известны двигатели, кроме двигателей внутреннего сгорания?

24. Как называется объем внутренней полости цилиндра при положении поршня в ВМТ?

25. Что такое действительная и геометрическая степени сжатия в двухтактных двигателях?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ. ЦИЛИНДРОПОРШНЕВАЯ ГРУППА. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ

Цель работы: изучение конструкции корпусных деталей двигателя, деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ) и кривошипно-шатунного механизма (КШМ), их назначения и условий работы.

Содержание работы

При 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 уплотнения 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.

Контрольные вопросы

1. Перечислите преимущества и недостатки цилиндров, расточенных непосредственно в блоке цилиндров, выполненных в виде сухих и мокрых гильз.

2. Назовите способы увеличения жесткости блока цилиндров, блок-картера.

3. Перечислите наиболее горячие участки камеры сгорания.

4. Какие преимущества имеют детали из алюминиевых сплавов?

5. Чем объясняется бóльшая температурная напряженность поршней дизелей?
6. С какой целью на нерабочей части юбки поршня делают вырезы?
7. Из каких соображений выбирается длина юбки поршня?
8. Пути отвода теплоты от поршня.
9. Зачем юбку поршня выполняют овальной в поперечном сечении и бочкообразной в продольном?
10. Назовите основные факторы, определяющие число компрессионных колец.
11. Чем отличается первое компрессионное кольцо, как облегчить условия его работы?
12. Почему при применении в двигателе минерального масла температура в канавке первого компрессионного кольца не должна превышать 240 °С?
13. При помощи каких сил компрессионное кольцо прижимается к зеркалу цилиндра?
14. Назначение и типы компрессионных поршневых колец.
15. Чем обеспечивается быстрая приработка кольца к цилиндру?
16. С какой целью компрессионные кольца выполняют с грушевидной эпюрой радиального давления на стенку цилиндра?
17. Какова величина зазора в замке компрессионного кольца на прогретом двигателе?
18. Зачем юбка поршня покрывается тонким слоем олова или его заменителя?
19. Преимущества и недостатки поршневого пальца, запрессованного в головку шатуна.
20. Преимущества и недостатки поршневого пальца плавающего типа.
21. Условия сборки поршневого пальца с поршнем.
22. Способы уплотнения мокрых гильз.
23. Назначение и типы маслосъемных поршневых колец.
24. Какие факторы учитываются при выборе порядка работы цилиндров?
25. Как определить угол смещения кривошипов коленчатого вала, очередных по порядку работы цилиндров?
26. Какие силы действуют вдоль оси коленчатого вала? Способ осевой фиксации коленчатого вала.

27. Где целесообразнее размещение шестерен привода распределительного вала и топливного насоса высокого давления и т.п. – на носке или хвостовике вала, почему?
28. В чем назначение противовесов?
29. Преимущества и недостатки полноопорных коленчатых валов.
30. Какие силы действуют в КШМ одноцилиндрового двигателя?
31. Назначение и устройство гасителя крутильных колебаний (демпфера). Почему его необходимо устанавливать на носке коленчатого вала?
32. Каким способом передается крутящий момент от коленчатого вала на маховик?
33. С какой целью балансировка коленчатого вала осуществляется в сборе с маховиком?
34. Почему стержень шатуна, как правило, имеет двутавровое сечение?
35. Каким образом смазывается сопряжение втулки шатуна и поршневого пальца?
36. С какой целью уменьшают площадь опоры головки шатунного болта и его гайки?
37. С какой целью головка болта имеет уменьшенную высоту и срезается с наружной стороны?
38. С какой целью разъем кривошипной головки шатуна делается косым?
39. Почему кривошипная головка шатуна должна иметь большую жесткость?
40. Перечислите отличительные особенности резьбы шатунного болта.
41. Почему нельзя менять местами крышки разных шатунов?
42. Как обеспечивается плотное прилегание вкладыша к постели?
43. Какой шатунный вкладыш нагружен больше – верхний или нижний?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

МЕХАНИЗМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Цель работы: изучить назначение, работу, конструкцию, условия работы и конструктивные особенности деталей механизма газораспределения (МГР) двигателей.

Содержание работы

При 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.

Контрольные вопросы

1. Перечислите преимущества и недостатки верхнего расположения клапанов.
2. Как отличить впускной и выпускной каналы по размерам, почему они различаются?
3. Перечислите преимущества и недостатки нижнего расположения клапанов.
4. Почему невозможно применение нижнего расположения клапанов в дизелях?
5. Какая основная причина обуславливает верхнее расположение распределительного вала?
6. Как регулируется тепловой зазор при непосредственном приводе клапанов от распределительного вала?
7. Перечислите преимущества наклонного расположения клапанов по отношению к оси цилиндра.
8. Почему в двигателях с ременным приводом распределительного вала в поршнях предусматриваются специальные углубления?
9. С какой скоростью вращается распределительный вал двух- и четырехтактного двигателя по отношению к коленчатому валу?
10. С какой целью применяется неравномерное чередование впускных и выпускных каналов в головке цилиндров?
11. Почему для дизельного двигателя предпочтительным является расположение впускных и выпускных каналов на противоположных сторонах головки цилиндров?
12. Зачем в бензиновых двигателях впускной коллектор располагают над выпускным?
13. Преимущество многоклапанных МГР.
14. Что называется фазами газораспределения?
15. За счет чего при опережении открытия впускного клапана улучшается наполнение цилиндров?
16. Объясните назначение и принцип работы гидрокомпенсаторов.
17. С какой целью устанавливается запаздывание закрытия впускного клапана?
18. Что достигают применением устройства для изменения фаз газораспределения при изменении режима работы двигателя?
19. Что дает опережение открытия выпускного клапана?

20. В чем назначение перекрытия фаз?
21. Какие силы действуют вдоль оси распределительного вала?
22. Преимущества и недостатки косозубых шестерен в приводе распределительного вала.
23. Преимущества и недостатки цепной и ременной передач в приводе распределительного вала.
24. Способы осевой фиксации распределительного вала.
25. С какой целью на деталях привода распределительного вала ставят метки?
26. Назначение теплового зазора в приводе клапана, почему его необходимо регулировать в процессе эксплуатации двигателя?
27. Каково основное назначение пружины клапана?
28. С какой целью применяют по две пружины на один клапан?
29. Как отразится на работе двигателя поломка одной из пружин?
30. К каким последствиям приведет отсутствие теплового зазора в приводе клапана?
31. Почему впускной клапан выполняется бóльшим по диаметру тарелки, чем выпускной?
32. Почему плечо коромысла, обращенное к клапану, больше, чем плечо, обращенное к распределительному валу?
33. Зачем при работе двигателя необходимо поворачивать клапан вокруг оси, как это делается?
34. Как влияет величина угла фаски клапана на размер площади проходного сечения клапанной щели?
35. Зачем применяется противоположное направление навивки внутренней и наружной пружин?
36. Какие детали привода клапана смазываются под давлением?
37. Как определить положение клапана при регулировке теплового зазора?
38. Почему штанга выполняется полой?
39. В конструкции какой детали МГР заложены фазы газораспределения?
40. Почему при увеличении теплового зазора сверх положенного ухудшаются показатели двигателя?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

Цель работы: изучить системы жидкостного и воздушного охлаждения двигателей, устройство и работу основных узлов и деталей.

Содержание работы

При 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 охлаждения

2. 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 охлаждения

9. Система воздушного охлаждения: конструкция; форма ребрения 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.

Контрольные вопросы

1. В чем назначение системы охлаждения?
2. Преимущества и недостатки систем жидкостного охлаждения.
3. Преимущества и недостатки систем воздушного охлаждения.
4. Принцип работы жидкостного насоса центробежного типа.
5. Назначение контрольного отверстия в корпусе жидкостного насоса.
6. Недостатки и преимущества воды как охлаждающей жидкости.
7. С какой целью лопасти крыльчатки насоса изготавливают по специальному профилю?
8. Зачем во время работы двигателя в системе жидкостного охлаждения поддерживается избыточное охлаждение?
9. С какой целью радиатор оснащен пластинами?
10. Какое расположение трубок в радиаторе обеспечивает большую теплопередачу?
11. Назначение расширительного бачка.
12. Назначения парового и воздушного клапанов крышки радиатора.
13. Почему при отсутствии крышки радиатора жидкость в системе охлаждения легче закипает?
14. Почему при работе двигателя без термостата увеличивается расход топлива?
15. Назначение, устройство и работа термостата.
16. Зачем к твердому наполнителю термостата добавляют медные опилки?
17. С какой целью в приводе вентилятора применяют гидромуфту или электродвигатель?

18. Какой вентилятор потребляет меньшую мощность – большого диаметра с малой частотой вращения или небольшого диаметра с большой частотой вращения?
19. Вентилятор с какими лопастями имеет больший КПД – литыми или клепаными?
20. Назначение направляющего аппарата вентилятора осевого типа.
21. Зачем ребра охлаждения цилиндров воздушного охлаждения выполняются асимметричными?
22. Назначение дефлекторов в системе воздушного охлаждения.
23. Объясните, почему при повышении рабочей температуры охлаждающей жидкости увеличивается КПД двигателя?
24. Применение какого устройства обязательно в случае шестеренного привода вентилятора?
25. Каким образом приводится жидкостный насос?
26. Каков состав антифризов?
27. К каким последствиям приводит перегрев двигателя?
28. Как влияет на экономичность двигателя его работа при низких температурах охлаждающей жидкости?
29. Какая часть теплоты (примерно) отводится системой охлаждения?
30. Какой узел системы охлаждения ускоряет прогрев двигателя после его пуска?
31. Тепловая напряженность деталей (поршень, головка цилиндров) каких двигателей выше – дизелей или карбюраторных, двух- или четырехтактных?
32. Какие явления произойдут в двигателе при обрыве ремня привода вентилятора, при отказе жидкостного насоса?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 СИСТЕМА СМАЗКИ

Цель работы: изучить системы смазки автомобильных и тракторных двигателей, назначение и устройство основных узлов и деталей.

Содержание работы

При 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).

Контрольные вопросы

1. Назначение системы смазки.
2. Какие существуют типы систем смазки, в каких случаях применяется тот или иной тип?
3. Каковы рабочие величины давления и температуры масла, каким образом осуществляется его охлаждение?
4. В чем основное отличие свойств минеральных, полусинтетических и синтетических масел?
5. К каким сопряжениям деталей двигателя масло подается под давлением, разбрызгиванием, самотеком?
6. Почему к деталям МГР масло чаще всего подается пульсирующей струей, каким образом это обеспечивается?

7. Какой клапан служит для ограничения давления масла в системе?
8. Какой клапан предотвращает повреждение масляного радиатора при его засорении и повышении давления масла?
9. Какой клапан предотвращает недостаток масла в главной магистрали при засорении фильтра тонкой очистки?
10. Назначение дифференциального (сливного) клапана.
11. Перечислите узлы в системе смазки, где фильтруется масло.
12. Покажите путь масла в корпусе шестеренного масляного насоса.
13. За счет чего осуществляется забор масла в насос и за счет чего в насосе повышается давление масла?
14. Каким способом осуществляется смазка поршневой группы двухтактного двигателя?
15. Каким образом предотвращается поломка зубьев шестерен насоса при сжатии масла в замкнутой полости впадины зуба?
16. С какой целью применяют двух- и многосекционные масляные насосы?
17. Объясните устройство и работу центробежного фильтра, его преимущества и недостатки.
18. Какие загрязнения, находящиеся в масле, не задерживаются центробежным фильтром, величина рабочей частоты вращения его ротора?
19. Назначение вентиляции картера.
20. Преимущества закрытой (принудительной) вентиляции картера.
21. Какие нежелательные явления будут происходить в двигателе при неисправной системе вентиляции картера?
22. Как происходит очистка масла в фильтрах с бумажным и картонным фильтрующими элементами?
23. Из каких соображений определяется необходимый расход масла через систему смазки?
24. Каким способом смазываются сопряжения поршневого пальца с бобышкой поршня, втулки шатуна с поршневым пальцем?
25. Назовите возможные причины уменьшения давления масла в системе смазки.
26. В чем заключается опасность эксплуатации двигателя с малым давлением масла?
27. С какой целью бумажный фильтрующий элемент складывается “гармошкой”?
28. Какова глубина очистки масла в фильтрах различного типа?

29. Способы подачи масла к сопряжению толкателя и кулачка распределительного вала.

30. В каком узле двигателя, кроме центрифуги, осуществляется центробежная очистка масла?

31. Путь масла к регулировочным винтам коромысел и верхним накопечникам штанг (в двигателях с нижним расположением распределительного вала).

32. Почему необходимо проверять уровень масла в поддоне картера, как это делается?

33. Почему нельзя заливать масло в двигатель выше метки на щупе?

34. Каким образом смазываются шестерни привода МГР?

35. Как осуществляется привод масляного насоса?

36. Каким способом смазываются шатунные подшипники?

37. Каким образом осуществляется охлаждение поршня маслом?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

СИСТЕМА ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучить системы питания бензиновых двигателей, назначение, устройство и принцип работы основных узлов и деталей.

Содержание работы

При 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, топливodosирующий орган, впускной и выпускной трубопроводы, резонатор, глушитель); типы различных систем питания (карбюраторная, с впрыскиванием топлива), их преимущества и недостатки.

Карбюраторная система питания

2. 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 разрежения); назначение и принцип работы основных систем карбюратора, какой состав топливоздушной 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 топлива

7. 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, ус-

корительного насоса, экономайзера, эконостата), систем впрыскивания (центрального, распределенного, непосредственного).

Контрольные вопросы

1. В чем назначение вентиляции бензобака?
2. Зачем в топливном баке выполняют перегородки?
3. Расположение топливных фильтров в системе питания, их число.
4. С какой целью топливо тщательно фильтруется, какова глубина его очистки?
5. Дайте определение коэффициента избытка воздуха.
6. Почему чаще применяют многокамерные, а не однокамерные карбюраторы?
7. Чем обеспечивается постоянство давления топлива на выходе из диафрагменного бензонасоса независимо от режима работы двигателя?
8. Объясните по схеме принцип работы диафрагменного бензонасоса. В чем назначение его ручного привода?
9. Назовите основные преимущества систем впрыскивания перед карбюратором.
10. Почему необходимо поддерживать стехиометрический состав смеси, если двигатель оборудован каталитическим нейтрализатором?
11. Объясните принцип действия инерционно-масляного воздухоочистителя.
12. Сравните преимущества и недостатки инерционно-масляного воздухоочистителя и фильтра с сухим фильтрующим элементом.
13. Почему для пуска холодного двигателя необходима обогащенная горючая смесь?
14. Чем объяснить необходимость обогащения смеси при работе двигателя на холостом ходу?
15. Чем отличается рабочая смесь от горючей смеси?
16. Каково назначение верхнего выходного канала системы холостого хода в зоне дроссельной заслонки.
17. Почему в поплавковой камере необходимо поддерживать постоянный уровень топлива?
18. Как отрегулировать уровень топлива в поплавковой камере?
19. Назначение диффузора в смесительной камере карбюратора. Зачем устанавливают второй диффузор?
20. Объясните назначение и принцип работы ЭПХХ.

21. Расскажите принцип действия ускорительного насоса, назначение его двух клапанов и пружины над поршнем.
22. Какие системы, кроме главной дозирующей, снабжены распылителем?
23. Назовите три основных фактора, обеспечивающие обедненную смесь, поступающую через главную дозирующую систему.
24. Каким образом можно проверить наличие топлива в поплавковой камере без ее вскрытия?
25. Почему воздушная заслонка асимметрична относительно оси?
26. Как отразится на работе двигателя поломка привода ускорительного насоса?
27. Объясните принцип действия электромагнитной форсунки, как с ее помощью дозируется топливо на различных режимах работы двигателя?
28. Какая из систем впрыскивания является наиболее совершенной, объясните почему?
29. Экономайзер и эконостат обогащают горючую смесь, в чем их принципиальная разница?
30. Возможная причина остановки двигателя при переходе с режима холостого хода к средней нагрузке?
31. Какое свойство бензина оценивается его октановым числом, как оно определяется?
32. С какой целью в этилированный бензин вводят красители?
33. О каких составах горючей смеси свидетельствуют хлопки в карбюраторе или глушителе?
34. При каком составе горючей смеси обеспечивается максимальная мощность двигателя и почему?
35. С помощью какой детали карбюратора регулируется количество горючей смеси, подаваемой в цилиндры двигателя?
36. Какая деталь карбюратора дозирует количество топлива, поступающего в смесительную камеру карбюратора?
37. Какое устройство карбюратора обогащает горючую смесь при резком открытии дроссельной заслонки?
38. Основной недостаток “простейшего” карбюратора.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучить принцип действия системы питания дизельного двигателя (дизеля), конструкцию основных узлов и деталей.

Содержание работы

При 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 насос-форсунками, аккумуляторной; схемы топливоподкачивающего насоса и работы секции ТНВД; схемы форсунки (закрытого типа) и различных типов распылителей; схема всережимного регулятора частоты вращения.

Контрольные вопросы

1. Назовите причины, обуславливающие необходимость высокого давления впрыскивания в дизеле. Каковы величины этого давления?

2. Чем вызвана необходимость слива отстоявшейся воды из топливного бака и фильтров?

3. Почему качество фильтрации топлива в дизеле должно быть более высоким, чем в бензиновом двигателе? Какова глубина его очистки?

4. Почему в надплунжерных пространствах секций насоса высокого давления необходимо поддерживать постоянное давление?

5. Назначение ручного подкачивающего насоса.

6. Назовите три основные задачи первого круга обратной циркуляции топлива от фильтра тонкой очистки в бак.

7. Назначение сливного клапана отсечного канала насоса высокого давления.

8. Какова величина давления топлива на входе в насос высокого давления?

9. При каком давлении топлива открывается нагнетательный клапан секции насоса высокого давления?

10. При каком давлении топлива поднимается игла форсунки, открывая отверстие распылителя?

11. Что такое многофазное впрыскивание, его назначение?

12. Назовите значения температуры и давления воздуха в цилиндре к моменту начала впрыскивания топлива.

13. Почему топливо впрыскивается в цилиндр до прихода поршня в ВМТ?

14. Зачем необходимо увеличивать угол опережения впрыскивания при увеличении частоты вращения коленчатого вала?
15. Чем смазываются плунжерные пары насоса высокого давления?
16. Каким образом смазываются подшипники кулачкового вала насоса высокого давления?
17. Как осуществляется привод подкачивающего насоса низкого давления?
18. Каков диаметральный зазор между гильзой и плунжером?
19. Как образуются излишки топлива в насосе высокого давления, которые потом отводятся в бак?
20. Назовите преимущества и недостатки систем питания с насос-форсунками.
21. Каким образом изменяется величина цикловой подачи топлива для изменения режима работы дизеля?
22. Как обеспечить равенство цикловых подач топлива во всех секциях насоса?
23. Назовите причины, обуславливающие установку ТНВД блочного или распределительного типа.
24. Назначение цилиндрического пояска на нагнетательном клапане.
25. Как обеспечивается одинаковая величина опережения впрыскивания в каждый цилиндр двигателя?
26. Чем трубки высокого давления отличаются от трубок низкого давления?
27. Почему попадание воздуха в систему питания дизеля недопустимо?
28. Как осуществляется привод ТНВД?
29. Назовите преимущества и недостатки аккумуляторных систем питания.
30. Каким образом можно удалить воздух из системы питания дизеля?
31. Привод центробежного регулятора частоты вращения.
32. Число отверстий распылителя форсунки, их диаметр.
33. Какой тип распылителя форсунки обеспечивает наилучший распыл топлива?
34. За счет чего при перемещении поршня подкачивающего насоса в сторону клапанов топливо перемещается под поршень?
35. Какие существуют способы регулировки давления подъема иглы форсунки (начала впрыскивания)?
36. Чем обеспечивается постоянство контакта ролика толкателя ТНВД с эксцентриком кулачкового вала?

37. Назовите основные виды стратегий смесеобразования в дизелях, какие типы камер сгорания и величины давлений впрыскивания согласуются с ними?
38. За счет чего поднимается игла форсунки?
39. Какова величина степени сжатия в дизелях, чем ограничивается ее нижняя и верхняя величины?
40. С какой целью предусматривается отвод топлива от форсунки в бак?
41. Способы крепления форсунки на головке цилиндров.
42. Какие преимущества обеспечивает дизелю электронное управление топливоподачей?
43. Каким образом компенсируется разность линейного расширения материала головки и форсунки при нагревании?
44. Назначение и принцип работы автоматической муфты опережения впрыскивания.
45. На каких режимах ухудшится работа дизеля, не оснащенного муфтой опережения впрыскивания?
46. В какой детали ТНВД заложен закон подачи топлива в цилиндр в процессе впрыскивания?
47. Объясните, пользуясь схемой, принцип действия всережимного регулятора частоты вращения.
48. К чему приведет заедание рейки насоса высокого давления в положении максимальной подачи?
49. С какой целью повышают частоту вращения вала регулятора по сравнению с частотой вращения кулачкового вала насоса?
50. На каком режиме рейка насоса устанавливается в положение максимальной подачи топлива?
51. Какая деталь регулятора отслеживает величину хода педали управления подачей топлива?
52. Может ли дизель работать без регулятора?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

Цель работы: изучить принцип действия систем зажигания различного типа, назначение и устройство их приборов.

Содержание работы

При 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.

Контрольные вопросы

1. Назовите величину давления в цилиндре к концу такта сжатия и необходимое напряжение между электродами свечи для возникновения электрического разряда (искры).
2. Принцип работы свинцово-кислотного аккумулятора.
3. Что служит вторым проводом в системе электрооборудования?
4. Какова величина ЭДС одного свинцово-кислотного аккумулятора?
5. Каким образом аккумуляторы соединены в батарее?
6. Каковы состав и плотность (в заряженном и разряженном состояниях) электролита аккумулятора?
7. Какой тип электрического генератора используется в электрической системе, почему?
8. Какое устройство согласовывает работу генератора и аккумулятора?
9. Каким образом обеспечивается системой зажигания порядок работы цилиндров?
10. Как осуществляется привод прерывателя-распределителя?
11. Как отрегулировать зазор между контактами прерывателя?
12. Какими устройствами регулируется угол опережения зажигания?
13. В чем назначение конденсатора, установленного параллельно контактам прерывателя? Как отразится на работе контактов прерывателя его неисправность?
14. Каким образом образуется ЭДС высокого напряжения (20...25 тыс. В) при постоянном напряжении в первичной цепи 12 В?
15. В чем отличие электронных систем (показать по принципиальным схемам) от “классической” контактной.
16. Назначение и работа вариатора (дополнительного сопротивления).
17. Объясните по схеме работу и устройство батарейной контактной системы зажигания.
18. В чем назначение центробежного регулятора угла опережения зажигания?
19. С какого участка впускного тракта разряжение передается на вакуумный регулятор угла опережения зажигания?
20. Каково назначение октан-корректора?
21. По какому признаку различают “холодные” и “горячие” свечи зажигания?

22. Почему в электронной контактной системе зажигания срок службы контактов прерывателя в несколько раз больше, чем в обычной?

23. Каким образом должна изменяться величина оптимального угла опережения зажигания при увеличении частоты вращения, при открытии дроссельной заслонки (увеличении нагрузки)?

24. Почему провода, соединяющие аккумулятор и стартер, имеют большое сечение?

25. Какими элементами системы зажигания устраняются радиопомехи?

СПИСОК ОСНОВНОЙ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильные двигатели : учеб. для вузов / под ред. М. С. Ховаха. – М. : Машиностроение, 1977. – 591 с.
2. Автомобильные и тракторные двигатели : учеб. для вузов в 2 ч. / под ред. И. М. Ленина. – М. : Высш. шк., 1976. – Ч. 1. – 368 с. ; Ч. 2. – 280 с.
3. Аппаратура впрыска легкого топлива автомобильных двигателей / под ред. Ю. И. Будыко. – Л. : Машиностроение, 1982. – 144 с.
4. Балакин, В. П. Топливная аппаратура быстроходных дизелей / В. П. Балакин, А. Ф. Ефремов, Б. Н. Семенов. – Л. : Машиностроение, 1967. – 300 с.
5. Белов, П. М. Двигатели армейских машин : В 2 ч / П. М. Белов, В. Р. Бурячко, Е. И. Акатов. – М., 1971. – Ч. 1. – 512 с. ; М., 1972. – Ч. 2. – 568 с.
6. Глезер, Г. Н. Автомобильные электронные системы зажигания / Г. Н. Глезер, И. М. Опарин. – М. : Машиностроение, 1977. – 144 с.
7. Григорьев, М. А. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания / М. А. Григорьев, Г. В. Борисова. – М. : Машиностроение, 1991. – 208 с. – ISBN 5-217-01386-9.
8. Григорьев, М. А. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания. – М. : Машиностроение, 1983. – 148 с.
9. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей : учеб. для вузов / под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. – М. : Машиностроение, 1985. – 456 с.
11. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей : учеб. для вузов / под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. – 4-е изд. – М. : Машиностроение, 1990. – 288 с. – ISBN 5-217-00117-8.
12. Дизели : справочник / Б. П. Байков, В. А. Ванштейдт [и др.] ; под общ. ред. В. А. Ванштейдта [и др.]. – М. : Машиностроение, 1977. – 480 с.
13. Дмитриевский, А. В. Карбюраторы автомобильных двигателей / А. В. Дмитриевский, В. Ф. Каменев. – М. : Машиностроение, 1990. – 224 с. – ISBN 5-217-00635-8.
14. Дмитриевский, А. В. Бензиновые двигатели / А. В. Дмитриевский, А. С. Тюфяков. – М. : Машиностроение, 1986. – 216 с.

15. Райков, И. Я. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания : учеб. для вузов / И. Я. Райков, Г. Н. Рытвинский. – М. : Высш. шк., 1970. – 432 с.

16. Электронное управление автомобильными двигателями / Г. П. Покровский, Е. А. Белов, С. Г. Драгомиров [и др.]; под общ. ред. Г. П. Покровского. – М. : Машиностроение, 1994. – 336 с. – ISBN 5-217-02522-0.

17. Эфрос, В. В. Двухтактные бензиновые двигатели внутреннего сгорания : учеб. пособие / В. В. Эфрос, В. В. Панов, В. В. Белов ; Владим. гос. ун-т. – Владимир, 1998. – 260 с. – ISBN 5-89368-079-0.

СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильные двигатели. Системы управления и впрыска топлива : руководство – СПб. : Алфамер Паблишинг, 2000. – 200 с. – ISBN 5-93392-021-5.

2. Баландин, С. С. Бесшатунные двигатели внутреннего сгорания. – М. : Машиностроение, 1968. – 152 с.

3. Венцель, С. В. Смазка и долговечность двигателей внутреннего сгорания. – Киев : Техніка, 1977. – 207 с.

4. Вешкельский, С. А. Техническая эксплуатация двигателей внутреннего сгорания : учеб. для техникумов / С. А. Вешкельский, Б. С. Лукьянченко. – Л. : Машиностроение, 1986. – 136 с.

5. Генкин, К. И. Газовые двигатели. – М. : Машиностроение, 1977. – 196 с.

6. Голубков, Л. Н. Топливные насосы распределительного типа : учеб. пособие / Л. Н. Голубков, А. А. Савастенко, М. В. Эмиль. – М. : Легион Автодата, 2003. – 192 с. – ISBN 5-88850-090-9.

7. Горбунов, В. В. Токсичность двигателей внутреннего сгорания : учеб. пособие / В. В. Горбунов, Н. Н. Патрахальцев. – М. : Изд-во РУДН, 1998. – 214 с. – ISBN 5-209-00912-2.

8. Грей, Д. А. Малогабаритные двигатели внутреннего сгорания / Д. А. Грей, Р. В. Барроу ; пер. с англ. А. М. Школьника. – М. : Машиностроение, 1979. – 168 с.

9. Двигатели ЗМЗ-406 автомобилей ГАЗ и УАЗ. Конструктивные особенности. Диагностика. Техническое обслуживание. Ремонт / А. К. Ги-

рявец, П. А. Голубев, Ю. Ж. Кузнецов [и др.]. – Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2001. – 315 с. – ISBN 5-85746-291-6.

10. Двигатели ЯМЗ 236, ЯМЗ-238 / Г. Д. Чернышев, М. В. Ершов, Д. Н. Крашенинников [и др.] ; под общ. ред. Г. Д. Чернышева. – М. : Машиностроение, 1968. – 230 с.

11. Двигатели внутреннего сгорания. Достижения в области развития ДВС // Серия «Итоги науки и техники». – М. : ВИНТИ, 1975. – Т. 1. – 208 с.

12. Демидов, В. П. Двигатели с переменной степенью сжатия. – М. : Машиностроение, 1978. – 136 с.

13. Дизели с воздушным охлаждением Владимирского тракторного завода / В. В. Эфрос, Н. Г. Ерохин, Р. И. Кульчицкий, П. И. Чирик [и др.]. – М. : Машиностроение, 1976. – 277 с.

14. Дмитриевский, А. В. Автомобильные бензиновые двигатели. – М. : АСТ, 2003. – 128 с. – ISBN 5-170-17673-2.

15. Ерохов, В. И. Карбюраторы легковых автомобилей. Устройство и эксплуатация. – М. : Транспорт, 1996. – 97 с. – ISBN 5-277-02028-4.

16. Жидкостное охлаждение автомобильных двигателей / А. М. Кригер, М. Е. Дискин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 176 с.

17. Казедорф, Ю. Системы впрыска зарубежных автомобилей. Устройство, регулировки, ремонт : пер. с нем. / Ю. Казедорф, Э. Войзетшлегер. – М. : Изд-во «За рулем», 2000. – 256 с. – ISBN 5-85907-161-2.

18. Опарин, И. М. Электронные системы зажигания / И. М. Опарин, Ю. А. Купеев, Е. А. Белов. – М. : Машиностроение, 1987. – 200 с.

19. Орлин, А. С. Комбинированные двухтактные двигатели / А. С. Орлин, М. Г. Круглов. – М. : Машиностроение, 1968. – 576 с.

20. Орлов, В. А. Автомобильные карбюраторы / В. А. Орлов, В. Е. Лосев. – Л. : Машиностроение, 1977. – 248 с.

21. Пospelов, Д. Р. Конструкция двигателей внутреннего сгорания с воздушным охлаждением. – М. : Машиностроение, 1973. – 352 с.

22. Тракторные дизели : справочник / Б. А. Взоров, А. В. Адамович, А. Г. Аграбян [и др.] ; под общ. ред. Б. А. Взорова. – М. : Машиностроение, 1981. – 535 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ.....	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ ДВС.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ. ЦИЛИНДРОПОРШНЕВАЯ ГРУППА. КРИВОШИПНО- ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ.....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. МЕХАНИЗМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ.....	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ.	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. СИСТЕМА СМАЗКИ.....	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. СИСТЕМА ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ.....	25
СПИСОК ОСНОВНОЙ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	29
СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	30