

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

К.В. Филимонов, Н.В. Кузьмин

Мобильные энергетические средства

Часть 1. Конструкция двигателей

*Методические указания для самостоятельной
работы студентов*

Электронное издание

Красноярск 2020

Рецензент

*Ю.Ф. Кайзер, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой
«Авиационные горюче-смазочные материалы» Института нефти и газа
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»*

Филимонов, К.В.

Мобильные энергетические средства [Электронный ресурс]: метод. указания для самостоятельной работы студентов. Часть 1. Конструкция двигателей / К.В. Филимонов, Н.В. Кузьмин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 36 с.

Даны общие рекомендации по изучению курса «Мобильные энергетические средства», входящего в раздел «Конструкция тракторов и автомобилей» дисциплины «Тракторы и автомобили», рекомендации по организации самостоятельной работы студентов заочной формы обучения, содержание практических заданий и лабораторных работ. Приведены методические указания для выполнения контрольной работы, требования к ее оформлению и критерии оценки освоения программы.

Предназначено для самостоятельной работы студентов по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» заочной формы обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского государственного аграрного университета

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	5
2. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	7
3.1. Классификация и общее устройство мобильных энергетических средств	7
3.2. Общее устройство, принципы и показатели работы автотракторных ДВС	8
3.3. Кривошипно-шатунный механизм ДВС	9
3.4. Механизм газораспределения ДВС	10
3.5. Система смазки	11
3.6. Система охлаждения ДВС	12
3.7. Система питания дизельных ДВС	13
3.8. Общая схема электрооборудования. Источники тока	14
3.9. Система пуска ДВС	15
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	17
4.1. Структура контрольной работы, требования к ее оформлению	17
4.2. Выбор варианта контрольной работы	18
4.3. Перечень заданий к контрольной работе	19
4.3.1. <i>Классификация и общее устройство мобильных энергетических средств</i>	19
4.3.2. <i>Автотракторные двигатели. Кривошипно-шатунный механизм ДВС</i>	20
4.3.3. <i>Механизм газораспределения ДВС</i>	20
4.3.4. <i>Система смазки ДВС</i>	21
4.3.5. <i>Система охлаждения ДВС</i>	21
4.3.6. <i>Система питания дизельного двигателя</i>	22
4.3.7. <i>Общая схема электрооборудования. Источники тока</i>	23
4.3.8. <i>Система пуска ДВС</i>	23
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	24
Лабораторная работа 1 Классификация и общее устройство мобильных энергетических средств	24
Лабораторная работа 2 Автотракторные двигатели. Кривошипно-шатунный механизм ДВС	25
Лабораторная работа 3 Механизм газораспределения ДВС	26
Лабораторная работа 4 Система смазки ДВС	27
Лабораторная работа 5 Система охлаждения ДВС	28
Лабораторная работа 6 Система питания дизельных ДВС	29
Лабораторная работа 7 Общая схема электрооборудования. Источники тока	30
Лабораторная работа 8 Система пуска ДВС	32
ЛИТЕРАТУРА	34

ВВЕДЕНИЕ

В связи с совершенствованием сельскохозяйственного производства количество требований к трактору постоянно возрастает, а его функциональные возможности расширяются. Совершенствование конструкции трактора проводится с целью повышения его технического уровня, что улучшает технологические показатели и способствует внедрению прогрессивных технологических процессов.

Предмет изучения дисциплины «Мобильные энергетические средства» – взаимосвязь конструктивных параметров элементов тракторов, определяющих показатели их эксплуатационных свойств.

В ходе изучения раздела «Конструкция тракторов» дисциплины «Мобильные энергетические средства» студенты получают, закрепляют и углубляют теоретические знания, практические навыки использования технической литературы, определения и устранения неисправностей, проведения технического обслуживания, обращения с приборами, инструментами и материалами, применяемыми при обслуживании и ремонте тракторов; приобретают новые сведения, необходимые для выполнения курсового проекта и последующей практической деятельности.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основные разделы и темы дисциплины базируются на ранее полученных знаниях по дисциплинам: «Химия», «Физика», «Материаловедение. Технология конструкционных материалов», «Теория машин и механизмов», «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Детали машин и основы конструирования».

Программой дисциплины предусмотрена следующая последовательность освоения ее содержания:

1. Назначение, классификация, общее устройство мобильных энергетических средств (МЭС).
2. Общее устройство и работа ДВС.
3. Трансмиссия МЭС.
4. Ходовая часть МЭС.
5. Системы управления МЭС.
6. Рабочее и вспомогательное оборудование МЭС.
7. Автотракторное электрооборудование.

Структура дисциплины «Мобильные энергетические средства»

Раздел дисциплины	Количество часов			
	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа
Разделы «Общие сведения о МЭС. Двигатели внутреннего сгорания» «Мобильные энергетические средства», V, VI семестры				
	10	8	4	90
Контрольная работа, зачет				

2. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Выполнение планового объема аудиторных и самостоятельных занятий студента по освоению дисциплины оценивается в четыре этапа по приведенным критериям:

1. Посещение и работа на занятиях, заключающаяся в выполнении творческого задания, письменном ответе на заданный лектором вопрос по теме данной лекции или прошедшей **(0-2 балла за задание)**.

2. Самостоятельная подготовка. Оценивается качеством представленной на проверку контрольной работы **(0-50 баллов)**.

3. Лабораторные работы. Получаемые в ходе отработки студентом практических упражнений умения и навыки выявляются преподавателем путем обхода учебных мест **(0-5 баллов за тему)**.

4. Итоговый контроль успеваемости проводится в конце семестра в форме тестового контроля знаний. **(0-3 баллов за задание)**.

Для получения зачета необходимо выполнение обязательного минимума (отработка всех лабораторных работ и успешный, не менее 40 баллов, результат итогового контроля), средневзвешенная оценка по результатам периодического учета – не менее 60 баллов.

Невыполнение студентами заданного объема самостоятельной подготовки, низкое качество выполнения упражнений и несоблюдение правил техники безопасности могут служить причиной для переноса очередной лабораторной работы на дополнительные занятия.

3. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Классификация и общее устройство мобильных энергетических средств

Проследить основные этапы развития технической концепции трактора.

Рассмотреть географию расположения тракторостроительных заводов, базовые модели и модификации, технические характеристики выпускаемых тракторов.

Изучить классификацию и типаж МЭС, достоинства и недостатки компоновочных схем колесных и гусеничных мобильных энергетических средств.

Уяснить понятия «технологическое пространство МЭС», «трактор тягово-энергетической концепции», «модульное энерготехнологическое средство», «блочно-модульный машинно-тракторный агрегат».

Проанализировать современные требования к конструкции мобильных энергетических средств и основные тенденции развития машинно-тракторных агрегатов.

Вопросы для самоконтроля

1. Назвать и кратко охарактеризовать основные этапы совершенствования технологических свойств трактора.

2. Перечислить тракторостроительные заводы России и марки базовых моделей тракторов, выпускаемых ими.

3. Как классифицируют тракторы по назначению?

4. Что такое номинальное тяговое усилие, как его определить?

5. Чем обусловлена необходимость соответствия трактора утвержденному типу?

6. Какие компоновочные схемы колесных МЭС вы знаете, чем они определяются?

7. Объяснить понятия: «колея», «база», «агротехнический просвет», «удельное давление на почву», «колесная формула».

8. В чем состоит назначение двигателя, несущей системы, трансмиссии, ходовой части, рабочего и вспомогательного оборудования трактора?

9. Как классифицируют МЭС по количеству технологических пространств?

10. Охарактеризовать трактор тягово-энергетической концепции.

3.2. Общее устройство, принципы и показатели работы автотракторных ДВС

Изучить принцип работы, классификацию и общее устройство поршневых двигателей внутреннего сгорания.

Уяснить понятия: «рабочий цикл», «мертвые точки», «такты», «ход поршня», «радиус кривошипа», «рабочий объем цилиндра», «объем камеры сгорания», «полный объем цилиндра», «степень сжатия», «литраж двигателя».

Проанализировать достоинства и недостатки рабочих циклов двигателей с внешним и внутренним смесеобразованием, двигателей двухтактных и четырехтактных.

Рассмотреть основные показатели работы двигателя: показатели эффективности, экономичности, токсичности, совершенства конструкции.

Проанализировать скоростные характеристики автомобильных и тракторных ДВС, характерные режимы работы, приспособляемость к изменению нагрузки.

Вопросы для самоконтроля

1. По каким признакам классифицируют поршневые двигатели?
2. Каково назначение механизмов и систем двигателя?
3. Объяснить различия в протекании рабочих циклов четырехтактного дизельного двигателя и двигателя с распределенным впрыскиванием бензина.
4. Изложить протекание рабочего цикла двухтактного двигателя с искровым зажиганием.
5. Объяснить принципы конструирования ДВС: выбор числа, расположения и порядка работы цилиндров.
6. Объяснить понятия: «степень сжатия», «компрессия», «эффективная номинальная мощность», «крутящий момент», «удельный расход топлива».
7. В чем состоит различие индикаторных и эффективных показателей двигателей?
8. Каковы достоинства и недостатки двухтактных ДВС?
9. Какие основные вредные вещества содержатся в отработавших газах ДВС?
10. Какие эксплуатационные факторы влияют на основные показатели ДВС? Каким образом?

3.3. Кривошипно-шатунный механизм ДВС

Рассмотреть назначение, общее устройство, схемы компоновок КШМ.

Изучить особенности конструкции картеров, блок-картеров; цилиндров индивидуального исполнения и блочной конструкции; головок цилиндров индивидуального исполнения и блочной конструкции с разделенными и неразделенными камерами сгорания.

Рассмотреть назначение, устройство, требования к конструкции поршней, поршневых пальцев и колец, шатунов, коленчатого вала, маховика.

Выяснить для каждой детали КШМ условия работы, применяемые материалы и способы изготовления, назначение конструктивных элементов, особенности монтажа, признаки неисправного состояния.

Изучить правила комплектации поршневой и шатунной группы с коленчатым валом. Обратить внимание на маркировку размерных групп деталей.

Рассмотреть требования к величине момента затяжки резьбовых соединений и способы их фиксации.

Изучить конструкцию гасителей крутильных колебаний и уравновешивающих механизмов.

Ознакомиться с характерными неисправностями КШМ и их влиянием на показатели работы двигателя.

Рассмотреть тенденции совершенствования конструкции поршневых ДВС.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие кинематические схемы кривошипно-шатунного механизма применяются в ДВС?
2. Какие требования предъявляются к комплектованию деталей цилиндропоршневой группы?
3. Каково назначение зазоров между поршнем и цилиндром, в замке поршневых колец?
4. Объяснить уплотняющее и насосное действие поршневых колец.
5. Какие конструкционные материалы применяются при изготовлении деталей КШМ?

6. Перечислить способы ограничения осевых перемещений коленчатого вала.

7. К каким последствиям могут привести повышенные зазоры в подшипниках коленчатого вала?

8. Какие неисправности могут возникать при нарушении порядка затяжки гаек головки цилиндров?

9. Какие механизмы уравнивания применяются в кривошипно-шатунных механизмах?

10. По каким показателям определяют техническое состояние кривошипно-шатунного механизма?

3.4. Механизм газораспределения ДВС

Изучить требования, предъявляемые к механизму газораспределения ДВС.

Рассмотреть особенности конструкции и принцип действия механизма газораспределения двухтактных и четырехтактных двигателей.

Провести сравнительную оценку различных схем привода ГРМ: с нижним расположением распределительного вала (ОНВ), одним (ОНС, Unicam) и двумя (ДОНС) верхними распредвалами.

Рассмотреть диаграммы фаз газораспределения двигателей различных типов, целесообразность и способы регулирования фаз, устройство и принцип действия систем управления фазами газораспределения.

Выяснить для каждой детали ГРМ: условия работы, применяемые материалы и способы изготовления, назначение конструктивных элементов, особенности монтажа, признаки неисправного состояния.

Ознакомиться с характерными неисправностями механизма газораспределения и способами их предупреждения.

Рассмотреть перспективные технические решения и провести анализ основных тенденций совершенствования конструкции механизма газораспределения ДВС.

Вопросы для самоконтроля

1. Основные типы механизмов газораспределения.
2. Особенности газораспределения в двухтактных двигателях с различными схемами газообмена.
3. Каковы правила сборки привода ГРМ различных типов?

4. Какие требования предъявляются к клапанным пружинам?
5. Какие параметры клапанного механизма оказывают влияние на величину объема газа, протекающего через переменное проходное сечение клапана?
6. Что называют фазами газораспределения, от чего они зависят?
7. Описать конструкцию и принцип работы устройств, автоматически обеспечивающих рациональные фазы газораспределения.
8. С какой целью и как обеспечивается поворот клапанов при работе двигателя?
9. Каково назначение гидрокомпенсатора теплового зазора?
10. Как влияют регулировки механизма газораспределения и его техническое состояние на эффективные показатели ДВС?

3.5. Система смазки

Рассмотреть ассортимент и эксплуатационные свойства применяемых в ДВС смазочных материалов.

Уяснить функциональное назначение системы смазки двигателя.

Рассмотреть способы подачи масла к контактирующим поверхностям взаимодействующих деталей двигателя и компоновочные схемы смазочных систем: циркуляционной с мокрым картером, циркуляционной с сухим картером, «раздельной» двухтактных ДВС.

Изучить конструкцию и принцип действия агрегатов систем смазки и вентиляции картерного пространства. Особое внимание обратить на процесс очистки масла.

Рассмотреть конструкцию устройств, применяемых для автоматического регулирования параметров и контроля за работоспособностью системы смазки.

Ознакомиться с характерными неисправностями смазочных систем и способами их предупреждения.

Рассмотреть перспективные технические решения, направленные на снижение затрат мощности на привод системы смазки.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие бывают виды трения?
2. Перечислить способы подвода масла к трущимся поверхностям.

3. Для каких двигателей рекомендуется применять масло, обозначенное как SAE10W40 API SJ/CF?
4. Объяснить назначение и работу клапанов, установленных в смазочной системе ДВС.
5. Какие конструкции маслоочистителей и радиаторов применяют в ДВС?
6. От каких факторов зависит давление масла в смазочной системе?
7. Каковы причины пониженного давления масла в системе?
8. Какие из систем вентиляции картера обеспечивают лучшие экологические показатели ДВС?
9. Признаки нарушения нормальной работы системы смазки ДВС.
10. Перечислить способы снижения затрат мощности на привод системы смазки.

3.6. Система охлаждения ДВС

Рассмотреть ассортимент и эксплуатационные свойства охлаждающих жидкостей.

Рассмотреть необходимость и способы поддержания заданного теплового режима работы двигателя, устройство, принцип действия, достоинства и недостатки систем воздушного и жидкостного охлаждения.

Изучить конструкцию элементов систем охлаждения различных типов: вентиляторов, дефлекторов, трубопроводов, теплообменников, жидкостных насосов, предпусковых подогревателей. Особое внимание обратить на условия работы отдельных деталей и их материал.

Изучить конструкцию устройств, применяемых для автоматического регулирования параметров системы охлаждения (электромагнитные и гидромолфты привода вентилятора, электровентиляторы, термостаты) и контроля за ее работоспособностью.

Ознакомиться с характерными неисправностями систем охлаждения и способами их предупреждения.

Рассмотреть перспективные технические решения, направленные на снижение затрат мощности на привод системы охлаждения.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислить последствия перегрева и переохлаждения двигателя.

2. От каких факторов зависит стабилизация теплового состояния двигателя?
3. Какие требования предъявляются к охлаждающим жидкостям?
4. Какие существуют способы регулирования температурного режима ДВС?
5. Как контролируется температурное состояние двигателей?
6. Объяснить назначение и действие клапанов в системах охлаждения.
7. Перечислить способы привода вентилятора и насоса.
8. Каково назначение автономных отопителей-подогревателей? Как они работают?
9. Признаки нарушения нормальной работы системы охлаждения ДВС.
10. Перечислить способы снижения затрат мощности на привод системы охлаждения.

3.7. Система питания дизельных ДВС

Рассмотреть ассортимент и эксплуатационные свойства топлива для дизельных двигателей.

Рассмотреть компоновочные схемы системы питания дизельных двигателей, особое внимание уделить структурной схеме микропроцессорного управления подачей топлива типа «Common rail».

Изучить конструкцию топливных насосов низкого давления, топливных насосов высокого давления секционного и распределительного типов, устройство и работу форсунок, плунжерных пар, нагнетательных клапанов. Выяснить влияние параметров элементов системы и эксплуатационных условий на подачу топлива и особенности смесеобразования.

Изучить требования к составу рабочей смеси и конструкцию устройств, применяемых для его регулирования в зависимости от режимов работы ДВС.

Уяснить понятия: «цикловая подача», «угол опережения впрыскивания топлива».

Рассмотреть конструкцию приводов топливных насосов и влияние угла опережения впрыскивания топлива на показатели работы двигателя.

Ознакомиться с характерными неисправностями систем питания дизельных ДВС и способами их предупреждения.

Рассмотреть достоинства и недостатки применения наддува как способа форсирования ДВС. Ознакомиться с модификациями механизмов и систем двигателя, вызванными применением наддува. Изучить методы организации наддува, устройство, принцип действия и параметры компрессоров.

Проанализировать возможность применения альтернативных видов топлива в системах питания дизельных ДВС.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие требования предъявляются к топливу для дизельных ДВС? Расшифруйте одну из марок топлива.

2. Провести обзор конструкций компрессоров, применяемых для повышения массового заряда цилиндра воздухом.

3. Как осуществляется дозирование топлива в системе «Common rail»?

4. Что такое «рабочий ход плунжера», «цикловая подача», «момент начала подачи»?

5. Перечислить причины снижения давления начала впрыскивания топлива.

6. Какие конструкции распылителей форсунок вы знаете?

7. Чем регулируется величина цикловой подачи в насосах секционного и распределительного типов?

8. Перечислить последствия эксплуатации двигателя с превышенным и заниженным углом опережения впрыскивания топлива.

9. Объяснить принцип действия центробежного всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала.

10. Объяснить различие рабочих процессов всережимного и двухрежимного регулятора.

3.8. Общая схема электрооборудования. Источники тока

Повторить основные понятия из электротехники: «постоянный ток», «переменный ток», «электромагнетизм», «полупроводники».

Изучить принципы построения схем питания автотракторного электрооборудования и меры по предупреждению их неисправностей.

Изучить назначение, устройство и принцип действия аккумуляторных батарей.

Рассмотреть химические реакции, протекающие при зарядке и разрядке аккумулятора, характеристики батарей и их маркировку.

Ознакомиться с правилами эксплуатации, технического обслуживания и хранения аккумуляторных батарей.

Изучить назначение, классификацию, принцип действия, особенности конструкции и применения генераторных установок различных типов.

Рассмотреть основные показатели и технические характеристики автотракторных генераторов и реле-регуляторов.

Ознакомиться с правилами эксплуатации, возможными неисправностями генераторных установок и способами их устранения.

Рассмотреть тенденции совершенствования конструкции приборов системы электроснабжения МЭС и АТС.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем определяется схема подключения источников и потребителей тока?

2. Какие преимущества и недостатки имеет однопроводная система электрооборудования?

3. Почему при разряде батареи плотность электролита уменьшается, а при заряде – наоборот?

4. Какие показатели характеризуют аккумуляторную батарею?

5. Чем отличаются ЭДС и напряжение аккумуляторной батареи?

6. Каким образом аккумуляторную батарею предохраняют от разряда при неработающих двигателе и генераторе?

7. В чем состоит принцип регулирования напряжения, создаваемого генератором?

8. Как изменяется сила тока возбуждения при изменении скоростного и нагрузочного режимов работы генераторов?

9. Что является основным чувствительным элементом транзисторного регулятора напряжения?

10. Перспективы повышения напряжения в бортовой сети МЭС и АТС.

3.9. Система пуска ДВС

Рассмотреть условия, необходимые для надежного пуска ДВС, и требования, предъявляемые к системе пуска.

Изучить классификацию, принцип действия, компоновочные схемы, особенности применения, достоинства и недостатки систем пуска различных типов.

Изучить принцип действия и конструкцию электрического стартера: электродвигателя, механизма привода, системы управления.

Проанализировать преимущества применения редукторов в механизме привода.

Выяснить для каждой сборочной единицы стартера: условия работы, применяемые материалы и способы изготовления, назначение конструктивных элементов, особенности монтажа, признаки неисправного состояния.

Изучить устройство и принцип действия передаточного механизма пускового двигателя. Рассмотреть последовательность операций пуска дизеля пусковым двигателем.

Уяснить необходимость применения систем блокировки пуска ДВС.

Ознакомиться с характерными неисправностями системы электрического пуска и способами их предупреждения.

Рассмотреть способы и средства облегчения пуска ДВС при низких температурах окружающего воздуха.

Изучить электрические схемы подключения электрофакельного и предпускового подогревателей.

Рассмотреть тенденции совершенствования конструкции систем пуска ДВС.

Вопросы для самоконтроля

1. От чего зависит момент сопротивления прокручивания коленчатого вала при пуске?
2. Из каких элементов состоит система электрического пуска ДВС?
3. Как зависят характеристики стартера от характеристик аккумуляторной батареи?
4. Перечислить факторы, определяющие момент сопротивления двигателя при пуске.
5. Для чего предназначено реле включения стартера?
6. Через какие детали передается движение от поршня пускового двигателя к маховику дизеля?
7. Устройство и работа муфты свободного хода пускового двигателя и стартера.
8. Устройство и работа свечей накаливания.
9. При включении стартера слышен скрежет шестерни привода, которая не входит в зацепление с венцом маховика. В чем причина?
10. Перечислить мероприятия по повышению характеристик электропусковой системы в условиях низких температур.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная подготовка студента включает в себя ознакомление с методическими указаниями, глубокое изучение учебного материала лекций, учебных пособий, соответствующих разделов рекомендуемой технической литературы, литературы по новой технике и опыту работы современных предприятий отрасли.

Контрольная работа выполняется только после изучения полного объема учебного материала по соответствующим разделам дисциплины. Качество освоения может быть проверено путем самоконтроля по вопросам, представленным в конце каждой темы.

Контрольная работа заключается в письменных ответах на вопросы индивидуального задания. Ответы могут состоять из текстовых, табличных и графических материалов. Ответы должны быть содержательными, а их изложение – системным.

4.1. Структура контрольной работы, требования к ее оформлению

Контрольная работа должна иметь:

- титульный лист;
- содержание с указанием разделов;
- разделы основной части работы;
- список использованных источников;
- приложения.

Текст пишут чернилами одного цвета без помарок на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Размеры полей: левого, правого, верхнего и нижнего – 20 мм. При компьютерном наборе размеры полей должны быть те же, шрифт Times New Roman № 14, межстрочный интервал – 1.

Текст должен быть технически и литературно грамотным, содержать ссылки на источники информации, соответствующие их порядковым номерам в прилагаемом списке.

Нумерация страниц и таблиц должна быть сквозной. Схемы, диаграммы, технические рисунки должны также иметь сквозную нумерацию и подрисуночный текст, содержащий название и расшифровку позиций или условных обозначений.

В расчетах и указаниях каких-либо параметров величин следует использовать только систему СИ.

Графический материал необходимо выполнять в соответствии со стандартами ЕСКД. Недопустимо использовать ксерокопии схем, графиков, рисунков, вырезки из печатных изданий.

4.2. Выбор варианта контрольной работы

Индивидуальное задание выбирается в соответствии с цифрами зачетной книжки студента. По шифру определяют модели тракторов (колесного и гусеничного), применительно к которым необходимо подготовить ответы на задания. Перечень заданий – единый для всех вариантов.

Вариант контрольной работы выбирается по двум последним цифрам шифра (табл. 1).

Таблица 1

Модели тракторов

Последние цифры шифра	Модель колесного трактора	Модель гусеничного трактора
01	Т-30А-80	ВТ-150
02	К-744Р1	ДТ-75М
03	БТЗ-243К	Т-4А
04	БЕЛАРУС-82.1	БТЗ-181
05	ЛТЗ-155	Агромаш 90ТГ
06	ЛТЗ-55А (Т-40)	Агромаш ТГ150
07	СШ-2540 (ВТЗ-30 СШ)	ВТ-150
08	БЕЛАРУС-1221	ДТ-75М
09	К-744Р2	Т-4А
10	К-744Р3	БТЗ-181
11	К-744Р4	Агромаш 90ТГ
12	К-424Р	Агромаш ТГ150
13	БЕЛАРУС-920	ВТ-150
14	БЕЛАРУС-320.4	ДТ-75М
15	БЕЛАРУС-1523	Т-4А
16	TERRION АТМ 3180	БТЗ-181
17	TERRION АТМ 4200	Агромаш 90ТГ
18	TERRION АТМ 5280	Агромаш ТГ150
19	TERRION АТМ 7260	ВТ-150
20	Агромаш 85ТК	ДТ-75М
21	Агромаш 60ТК	Т-4А

Последние цифры шифра	Модель колесного трактора	Модель гусеничного трактора
22	Агромаш 50ТК	БТЗ-181
23	Агромаш 180ТК	Агромаш 90ТГ
24	Агромаш 30ТК	Агромаш ТГ150
25	Агромаш 30СШ	ВТ-150
26	Т-30А-80	ДТ-75М
27	К-744Р1	Т-4А
28	БТЗ-243К	БТЗ-181
29	БЕЛАРУС-82.1	Агромаш 90ТГ
30	ЛТЗ-155	Агромаш ТГ150

4.3. Перечень заданий к контрольной работе

4.3.1. Классификация и общее устройство мобильных энергетических средств

1. Используя справочные материалы, заполнить таблицу 2.

Таблица 2

Техническая характеристика тракторов

Показатель	Колесный	Гусеничный
Завод-изготовитель		
Тип по назначению		
Тяговый класс		
Эксплуатационная масса, кг		
Распределение сцепного веса, Н, по осям: передняя / задняя		
Двигатель: марка / мощность, кВт		
Энергонасыщенность, Вт/кг		
Минимальный радиус поворота, м		
Колея / база / дорожный просвет, м		
Модификации трактора		

2. Привести компоновочные схемы заданных колесных и гусеничных мобильных энергетических средств, указать их достоинства и недостатки.

3. Объяснить понятия: «типаж тракторов», «технологическое пространство МЭС», «колесный трактор тягово-энергетической концепции», «модульное энерготехнологическое средство», «блочно-модульный МТА».

4.3.2. Автотракторные двигатели. Кривошипно-шатунный механизм ДВС

1. Используя справочные материалы, заполнить таблицу 3.

Таблица 3

Общие сведения о двигателях внутреннего сгорания

Показатель	Колесный	Гусеничный
Завод-изготовитель		
Марка применяемого топлива		
Способ смесеобразования		
Тактность / число / расположение цилиндров		
Диаметр цилиндра, мм / ход поршня, мм		
Литраж, дм ³		
Степень сжатия		
Эксплуатационная мощность, кВт / при частоте вращения к.в., мин ⁻¹		
Крутящий момент, Нм / при частоте вращения к.в., мин ⁻¹		
Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч)		
Литровая мощность, кВт/дм ³		

2. Перечислить конструкционные материалы, применяющиеся для изготовления деталей кривошипно-шатунного механизма.

3. Составить таблицы чередования тактов для рассматриваемых двигателей.

4.3.3. Механизм газораспределения ДВС

1. Выполнить принципиальные схемы механизма газораспределения двигателя и его привода с описанием общего устройства и указанием регулировочных параметров.

2. Изложить причины и возможные последствия несовпадения установочных меток привода механизма газораспределения выбранного двигателя.

4.3.4. Система смазки ДВС

1. Используя справочные материалы, заполнить таблицу 4.

Таблица 4

Техническая характеристика системы смазки ДВС

Показатель	Колесный	Гусеничный
Тип системы		
Емкость системы, л		
Марка масла		
Периодичность замены масла		
Давление в системе: минимально допустимое / рабочее, МПа		
Рабочая температура масла, °С		
Тип применяемых фильтров		

2. Изобразить схемы работы клапанов в системе смазки ДВС.

3. Перечислить факторы, влияющие на величину давления в системе смазки ДВС.

4.3.5. Система охлаждения ДВС

1. Используя справочные материалы, заполнить таблицу 5.

Таблица 5

Техническая характеристика системы охлаждения ДВС

Показатель	Колесный	Гусеничный
Тип системы		
Емкость системы, л		
Тип охлаждающей жидкости		
Рабочая температура охлаждающей жидкости, °С		
Способы регулирования теплового режима		

2. Изобразить схемы привода вентилятора и насоса, способствующие снижению затрат мощности на привод системы охлаждения.

3. Перечислить возможные последствия неправильной настройки парового и воздушного клапанов системы охлаждения выбранного дизеля.

4.3.6. Система питания дизельного двигателя

1. Изобразить компоновочную схему системы питания рассматриваемого дизельного двигателя.

2. Заполнить таблицу 6, выделяя особенности конструкции, характерные для топливного насоса высокого давления выбранного ДВС.

Таблица 6

Характеристика топливного насоса высокого давления _____

Показатель	Характеристика
Тип насоса	1. Рядный 2. V-образный 3. Распределительного типа
Число секций	
Способ смазки	1. Автономная с разбрызгиванием 2. Циркуляционная с подачей от системы смазки ДВС
Способ регулирования подачи топлива секциями	1. Поворотом плунжера (хвостовиком, втулкой хвостовика) 2. Поворотом гильзы плунжера 3. Ходом дозатора
Профиль кулачка распределительного вала	1. Симметричный (треугольный, тангенциальный) 2. Ассиметричный
Тип подшипников распределительного вала	1. Радиальные 2. Радиально-упорные 3. Радиально-конические 4. Роликовые конические с автоматической регулировкой
Тип толкателей	1. Регулируемые винтом 2. Регулируемые подбором шайб 3. Нерегулируемые
Тип нагнетательных клапанов	1. Грибовидные с разгрузочным пояском 2. Составной (тарельчатый с обратным клапаном) 3. Корректирующий с разгрузочным пояском
Тип регулятора	1. Прямого действия 2. Непрямого действия 3. Всережимный 4. Двухрежимный
Тип корректора	1. Регулируемый при эксплуатации 2. Нерегулируемый 3. Регулируемый при проверке и ремонте ТНВД
Наличие пневмокорректора	

3. Описать причины снижения приемистости двигателя с турбонаддувом на переходных режимах работы.

4.3.7. Общая схема электрооборудования. Источники тока

1. Выполнить электрическую схему подключения (на выбор): двигателя вентилятора системы отопления салона, двигателя стеклоочистителей, двигателя стеклоподъемника.

2. Описать устройство и объяснить принцип действия аккумуляторной батареи.

3. Изложить методы проверки генераторной установки на стенде.

4.3.8. Система пуска ДВС

1. Выполнить электрическую схему системы пуска дизельного двигателя.

2. Описать устройство и принцип работы элементов редукторной части пускового двигателя. Изложение сопроводить необходимыми схемами.

3. Описать способы и средства облегчения пуска ДВС при низких температурах окружающего воздуха.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Выполнение лабораторных работ требует самостоятельности и высокой творческой активности студентов. Особое внимание должно уделяться вопросам качества выполнения работы, экономии трудовых и материальных затрат.

Каждая из 8 работ рассчитана на один-два часа самостоятельной работы и одно двух- или трехчасовое лабораторно-практическое занятие.

Занятия проходят по расписанию в лабораториях и проводятся одновременно двумя преподавателями. Для проведения лабораторных работ учебную группу разделяют на две подгруппы, которые, в свою очередь, делятся на звенья по двое-трое студентов.

В целях обеспечения безопасности к проведению работ допускаются лишь студенты, прослушавшие инструктаж по охране труда на рабочих местах, о чем делается соответствующая запись в журнале. К каждой работе прилагается краткая инструкция по технике безопасности, отражающая специфику ее проведения.

Лабораторная работа 1 Классификация и общее устройство мобильных энергетических средств

Цель работы: изучить назначение, классификацию и общее устройство мобильных энергетических средств.

Материально-техническое обеспечение: колесные и гусеничные тракторы, их агрегаты, плакаты по общему устройству и фотографии отечественных и зарубежных тракторов, таблицы «Классификация мобильных энергетических средств» и «Технические характеристики отечественных тракторов», справочные материалы.

Правила техники безопасности

1. При знакомстве с парком тракторов будьте внимательны и осторожны. Берегитесь маневрирующих машин, действующих стендов и приспособлений.

2. Осматривая трактор, затормозите его стояночным тормозом и противооткатными упорами, остерегайтесь скользких мест (пятна воды и масла на полу, металлические предметы), канав и колодцев.

Задание 1. Ознакомиться с моделями мобильных энергетических средств, их техническими характеристиками, функциональным назначением.

Классифицировать каждый трактор по параметрам: назначение, тяговый класс, энергетическая концепция, тип ходовой системы, количество технологических пространств.

Задание 2. Осматривая трактор, выяснить назначение, расположение, способ и места крепления двигателя, муфты сцепления, коробки передач, раздаточной коробки, карданной передачи, главной передачи, мостов и подвески, рабочего оборудования, приборов освещения и сигнализации.

Задание 3. Под руководством инструктора изучить расположение, назначение и действие органов управления гусеничного трактора.

Выполнить следующие действия при неработающем двигателе:

1. Энергично нажать и плавно отпустить педаль сцепления.
2. Переключить передачи в восходящем и нисходящем порядке, выдерживая рычаг в течение 2 секунд в нейтральном положении.
3. Плавно переместить рычаг управления регулятором топливного насоса, увеличивая и уменьшая подачу топлива.
4. Воздействуя на рычаги и педали управления механизмом поворота, имитировать плавные повороты, резкие повороты, разворот машины, служебное торможение, экстренное торможение, включение стояночного тормоза.

Лабораторная работа 2

Автотракторные двигатели. Кривошипно-шатунный механизм ДВС

Цель работы: углубить и расширить знания об общем устройстве, принципе работы, и классификации двигателей внутреннего сгорания. Изучить особенности устройства и работы кривошипно-шатунного механизма двигателей МЭС.

Материально-техническое обеспечение: учебные тракторы и автотракторные двигатели в разрезе на поворотных стендах, действующий макет двигателя, бывшие в эксплуатации и новые детали КШМ, комплект слесарных инструментов, монтажные типовые спецприспособления и инструмент, измерительный инструмент, стенд «Основные показатели современных ДВС», комплекс учебных плакатов и справочные материалы.

Правила техники безопасности

1. Осматривая подвижные макеты ДВС и их детали, будьте осторожны и предупредительны к действиям товарища.
2. При сборочно-разборочных операциях остерегайтесь острых кромок, заусенцев, попадания горюче-смазочных материалов на кожу.
3. Монтажно-демонтажные работы выполняйте только специальными исправными приспособлениями и инструментом.

Задание 1. На действующем макете двигателя определить количество, расположение и порядок работы цилиндров, направление вращения коленчатого и распределительного валов; продемонстрировать его работу, поясняя взаимодействие механизмов и систем.

Задание 2. Частично разобрать двигатель (снять крышку распределительных шестерен, головку цилиндров и поддон картера с их прокладками). При осмотре деталей обратить внимание на их расположение, способы установки и фиксацию в картере. Измерить ход поршня и диаметр цилиндра, вычислить литраж двигателя и объем камеры сгорания, сопоставить результаты со справочными данными.

Задание 3. Проверив клейма, снять крышки шатунных и коренных подшипников, вынуть из картера коленчатый вал, из цилиндра – поршень с шатуном.

Внешним осмотром определить техническое состояние деталей КШМ, сделать выводы о влиянии обнаруженных неисправностей на показатели работы двигателя.

Используя спецприспособления и инструмент, собрать кривошипно-шатунный механизм и двигатель в последовательности, обратной разборке.

Лабораторная работа 3 Механизм газораспределения ДВС

Цель работы: изучить особенности устройства и работы механизма газораспределения ДВС.

Материально-техническое обеспечение: учебные тракторы и автотракторные двигатели в разрезе на поворотных стендах, действующий макет двигателя, бывшие в эксплуатации и новые детали ГРМ, комплект слесарных инструментов, спецприспособления и инструмент, измерительный инструмент, комплекс учебных плакатов и справочные материалы.

Правила техники безопасности

1. Выполнять задания 2 и 3 разрешено только в присутствии и под наблюдением инструктора.

2. Будьте осторожны при снятии и установке клапана! Надежно удерживайте в руках съемник и не нагибайтесь над клапаном, так как сорвавшаяся пружина или шайба могут вас поранить.

Задание 1. Снять картер (защитную крышку) привода распределительного вала. Рассмотреть расположение и уяснить назначение каждого элемента привода. Проконтролировать совпадение установочных меток, отрегулировать привод. Сделать выводы о причинах и возможных последствиях несовпадения установочных меток привода механизма газораспределения.

Задание 2. Рассмотреть устройство головки цилиндров одного из двигателей: расположение впускных и выпускных каналов, способы крепления впускных и выпускных трубопроводов, клапанных гнезд и втулок.

Разобрать клапанный механизм (снять пружины и вынуть из втулок клапаны).

При осмотре деталей обратить внимание на наличие трещин, рисок и задиров на рабочих поверхностях, определить техническое состояние деталей и их сопряжений.

Собрать клапанный механизм в последовательности, обратной разборке.

Задание 3. Определить компрессию в цилиндрах двигателя. Сделать выводы о возможных неисправностях механизмов двигателя, их влиянии на показатели его работы.

Лабораторная работа 4 Система смазки ДВС

Цель работы: изучить особенности устройства и работы системы смазки ДВС.

Материально-техническое обеспечение: учебные тракторы и автотракторные двигатели в разрезе на поворотных стендах, действующий макет двигателя, гидравлический стенд для испытания агрегатов системы смазки, бывшие в эксплуатации и новые агрегаты системы смазки, комплект слесарных инструментов, измерительный ин-

струмент, мягкая проволока, комплекс учебных плакатов и справочные материалы.

Правила техники безопасности

При сборочно-разборочных операциях остерегаться острых кромок, заусенцев, попадания горюче-смазочных материалов на кожу.

Задание 1. Осматривая двигатель, выяснить расположение, крепление и взаимосвязь агрегатов смазочной системы; расположение заправочной горловины, сливной пробки, датчиков.

Проследить по плакату путь масла из поддона к взаимодействующим деталям механизмов.

Задание 2. Снять с двигателя и разобрать масляный насос (снять шестерню привода, снять и разобрать редукционный клапан, разобрать корпус, вынуть шестерни), внешним осмотром определить техническое состояние деталей. Сделать выводы о причинах и возможных последствиях обнаруженных неисправностей.

Собрать насос в последовательности, обратной разборке.

Задание 3. Разобрать фильтр центробежной очистки масла одного из двигателей. При необходимости очистить ротор и отверстия форсунок. Изучить пути движения масла через фильтр, прощупывая проволокой каналы в корпусе и оси ротора.

Лабораторная работа 5 Система охлаждения ДВС

Цель работы: изучить особенности устройства и работы системы охлаждения ДВС.

Материально-техническое обеспечение: учебные тракторы и автотракторные двигатели в разрезе на поворотных стендах, действующий макет двигателя, стенд для проверки паровых и воздушных клапанов, приспособление КИ-8920, бывшие в эксплуатации и новые агрегаты системы охлаждения, комплект слесарных инструментов, измерительный инструмент, комплекс учебных плакатов и справочные материалы.

Правила техники безопасности

1. При сборочно-разборочных операциях остерегаться острых кромок, заусенцев, попадания горюче-смазочных материалов на кожу.

2. Проверая работоспособность термостата, будьте осторожны! Во избежание ожогов надежно удерживайте термостат приспособлением.

Задание 1. На учебном тракторе рассмотреть расположение, крепление и взаимосвязь агрегатов системы охлаждения; расположение заправочной горловины, сливных кранов, датчиков и указателей.

Проследить по плакату пути циркуляции охлаждающей жидкости.

Задание 2. Проследить действие термостата, помещая его поочередно в горячую и холодную воду. Определить температуру открытия и ход клапана, сопоставить их с техническими требованиями, сделать выводы о влиянии возможных неисправностей на показатели работы двигателя.

Задание 3. На специальном стенде определить давление срабатывания парового и воздушного клапана крышки радиатора. Проанализировать возможные последствия неправильной настройки клапанов.

Лабораторная работа 6 Система питания дизельных ДВС

Цель работы: изучить устройство и работу системы питания дизельных двигателей.

Материально-техническое обеспечение: учебные тракторы и автотракторные дизельные двигатели в разрезе на поворотных стендах, учебные стенды: «Топливные насосы», «Форсунки автотракторных ДВС», образцы турбокомпрессоров, стенды: КИ-22205, КИ-921М, КИ-15706, комплект слесарных инструментов, комплекс учебных плакатов и справочные материалы.

Правила техники безопасности

1. Будьте осторожны при работах, требующих вращения деталей регулятора или турбокомпрессора! Опасайтесь зажатия пальцев между деталями или корпусом.

2. При демонстрации взаимодействия деталей пользуйтесь указками.

Задание 1. Продемонстрировать взаимодействие деталей регулятора учебного топливного насоса высокого давления с объяснением причин изменения цикловой подачи топлива на различных режимах работы дизеля.

Задание 2. Рассмотреть на стенде «Форсунки автотракторных ДВС» конструкцию форсунок. Определить их сходства и различия. Снять с двигателя форсунку и установить ее на стенд КИ-15706. Определить давление начала впрыскивания топлива, при необходимости отрегулировать.

Задание 3. По плакату и на разрезанном турбокомпрессоре проследить путь движения отработавших газов и воздуха, определить направление вращения турбины. Рассмотреть системы смазки и охлаждения деталей компрессора.

Лабораторная работа 7

Общая схема электрооборудования. Источники тока

Цель работы: изучить назначение, устройство и работу приборов системы электроснабжения МЭС, определить их основные показатели.

Материально-техническое обеспечение: учебные тракторы, стенд универсальный контрольно-испытательный КИ-968, стенд «Автотракторные генераторные установки», монтажная аккумуляторная батарея, приспособление для переноса аккумуляторных батарей, денсиметр, ртутный термометр, плакаты, схемы, комплект слесарных инструментов, справочные материалы.

Правила техники безопасности

1. При изучении конструкции и испытании приборов электрооборудования необходимо пользоваться спецодеждой и индивидуальными средствами защиты.

2. Во избежание травм у работающих и повреждения контрольно-испытательных стендов следует проводить тщательное центрирование и надежное крепление элементов проверяемого электрооборудования.

Задание 1. Рассмотреть расположение и крепление аккумуляторной батареи и генераторной установки на автомобиле, тракторе.

Рассмотреть маркировку аккумуляторных батарей, принципиальную схему подключения батарей трактора «Кировец».

Пользуясь стендом «Автотракторные генераторные установки» и плакатами, рассмотреть расположение и взаимодействие составных частей генераторов различных типов.

Задание 2. Определить техническое состояние аккумуляторной батареи по параметрам, приведенным в таблице 7. Сделать заключение об их соответствии нормам, а при отклонении описать способы восстановления работоспособности батареи.

Таблица 7

Результаты проверки аккумуляторной батареи _____

Параметр	Результат проверки аккумуляторов						Норма
	1	2	3	4	5	6	
Температура электролита, °С							
Плотность электролита, г/см ³							
Плотность, приведенная к _____ °С							
ЭДС, В							
Напряжение при нагрузке, В							
Степень разряда аккумулятора							

Задание 3. С помощью стенда КИ-968 определить техническое состояние генераторной установки по параметрам, приведенным в таблице 8. Сделать заключение об их соответствии нормам, а при отклонении описать способы восстановления работоспособности генератора.

Результаты проверки генераторной установки _____

Параметр	Значение	Норма
Номинальное напряжение, В		
Частота вращения ротора, при которой достигается номинальное напряжение, мин ⁻¹		
Сила тока контрольной нагрузки, А		
Частота вращения ротора при контрольной нагрузке, мин ⁻¹		

Лабораторная работа 8 Система пуска ДВС

Цель работы: изучить устройство и работу системы пуска ДВС.

Материально-техническое обеспечение: учебные тракторы и автотракторные двигатели в разрезе на поворотных стендах, бывшие в эксплуатации детали и узлы системы пуска, образцы стартеров, стенд универсальный контрольно-испытательный КИ-968, динамометрический ключ, динамометр, оборудование для проверки электрических цепей стартера, комплект слесарных инструментов, комплекс учебных плакатов и справочные материалы.

Правила техники безопасности

1. Перед выполнением задания 1 убедиться в том, что трактор заторможен противооткатными упорами и стояночным тормозом, передача в КП выключена, на выхлопную трубу надет газоотводящий рукав.

2. Запрещается проводить проверку состояния изоляции испытуемого оборудования без диэлектрических перчаток.

Задание 1. Рассмотреть расположение, крепление и взаимосвязь элементов системы пуска дизельного ДВС вспомогательным двигателем.

Провести пуск двигателя, контролируя показания контрольно-измерительных приборов.

Задание 2. Разобрать стартер, определить техническое состояние деталей и узлов:

1. Измерить высоту щеток и усилие их прижатия пружинами.
2. Проверить изоляцию щеткодержателей стартера.
3. Проверить обмотку возбуждения на замыкание с корпусом.
4. Проверить обмотку якоря на замыкание с корпусом.
5. Проверить муфту свободного хода на пробуксовывание.
6. Проверить втягивающую и удерживающую обмотки тягового реле на обрыв.
7. Собрать стартер.

Задание 3. Снять с двигателя и проверить работоспособность средств облегчения его пуска.

Установить демонтированные элементы на место.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Анилович, В.Я. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов / В.Я. Анилович, Ю.Т. Водолажченко. – М.: Машиностроение, 1976. – 455 с.
2. Богатырев, А.В. Автомобили / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский. – М.: Колос, 2001. – 493 с.
3. Болотов, А.К. Конструкция тракторов и автомобилей / А.К. Болотов, А.А. Лопарев, В.И. Студницын. – М.: КолосС, 2006. – 352 с.
4. Гельман, Б.М. Сельскохозяйственные тракторы и автомобили / Б.М. Гельман, А.М. Москвин. – Кн. 1. Двигатели. – М.: Колос, 1996. – 319 с.
5. Гельман, Б.М. Сельскохозяйственные тракторы и автомобили / Б.М. Гельман, А.М. Москвин. – Кн. 2. Шасси и оборудование. – М.: Колос, 1996. – 415 с.
6. Ксенович, И.П. Тракторы. Конструкция / И.П. Ксенович. – М.: Машиностроение, 2000. – 821 с.
7. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства / Г.М. Кутьков. – М.: КолосС, 2004. – 504 с.
8. Панов, Ю.В. Установка и эксплуатация газобаллонного оборудования автомобилей / Ю.В. Панов. – М.: Академия, 2003. – 160 с.
9. Патрахальцев, Н.Н. Форсирование двигателей внутреннего сгорания наддувом / Н.Н. Патрахальцев, А.А. Савастенко. – М.: Легион-Автодата, 2004. – 176 с.
10. Роговцев, В.Л. Устройство и эксплуатация автотранспортных средств / В.Л. Роговцев, А.Г. Пузанков, В.Д. Олдфильд. – М.: Транспорт, 1994. – 430 с.
11. Росс, Т. Системы впрыска бензина. Устройство, обслуживание, ремонт / Т. Росс. – М.: За рулем, 2004. – 144 с.
12. Тимофеев, Ю.Л. Электрооборудование автомобилей: устранение и предупреждение неисправностей / Ю.Л. Тимофеев, Н.М. Ильин, Г.Л. Тимофеев. – М.: Транспорт, 1994. – 300 с.

Дополнительная

1. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов [и др.]; под ред. В.М. Приходько. – М.: Машиностроение, 2004. – 779 с.

2. Богатырев, А.В. Автомобили / А.В. Богатырев, В.Р. Лехтер. – М.: КолосС, 2005. – 400 с.

3. Морев, А.П. Эксплуатация и техническое обслуживание газобаллонных автомобилей / А.П. Морев, В.П. Ерохов. – М.: Транспорт, 1988. – 184 с.

4. Нагайцев, М.В. Автоматические коробки передач современных легковых автомобилей / М.В. Нагайцев. – М.: Легион-Автодата, 2000. – 125 с.

5. Хрулев, А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей / А.Э. Хрулев. – М.: За рулем, 2000. – 440 с.

Журналы «За рулем», «Автомобильная промышленность», «Автомобильная промышленность США» и др.

Мобильные энергетические средства

Часть 1. Конструкция двигателей

*Методические указания для самостоятельной
работы студентов*

**Филимонов Константин Владимирович
Кузьмин Николай Владимирович**

Электронное издание

Редактор Л.Э. Трибис

Подписано в свет 20.01.2020. Регистрационный номер 216
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru