

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

**Программа вступительного испытания по энергетическому
машиностроению
по направлению подготовки магистратуры
13.04.03 Энергетическое машиностроение
Образовательная программа «Проектирование и эксплуатация
двигателей для инновационного транспорта»**

Москва, 2025

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ О ПРОВЕДЕНИИ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ
по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» (образовательная программа «Проектирование и эксплуатация двигателей для инновационного транспорта») в Московский Политех

1. На вступительное испытание поступающие допускаются при наличии документа, удостоверяющего личность и гражданство (паспорта), и расписки о подаче документов.

2. Комплексные вступительные испытания проводятся по направлению подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» по магистерской программе обучения «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики».

3. Форма проведения вступительного испытания: **устный** комплексный междисциплинарный экзамен, который может быть принят очно, или в дистанционной форме с помощью соответствующих приложений, ссылка на которые дается заранее в расписании вступительных испытаний.

Время выполнения задания: 45 минут.

Задание на экзамен содержит 3 контрольных задания по базовым дисциплинам, указанным в разделе 2.

4. По результатам вступительного испытания заполняется протокол испытания, в котором поступающему выставляется оценка от нуля до 100 баллов. Минимальный положительный балл по 100-балльной системе составляет 40 баллов, ниже которого вступительное испытание считается несданным.

Итоговая оценка за вступительное испытание определяется по критериям:

Баллы	Критерий выставления оценки
81-100	Демонстрация отличных знаний по заданному вопросу. Умение иллюстрировать теоретические положения эскизами, графиками, формулами. Широкий кругозор по обсуждаемым вопросам.
61-80	Демонстрация хороших знаний по заданному вопросу. Наличие незначительных неточностей в ответе и в иллюстративном материале.
51-60	Неплохое знание вопроса, но с заметными ошибками.
41-50	Слабое знание и понимание рассматриваемого вопроса, со значительными ошибками.
0-40	Незнание и непонимание рассматриваемого вопроса.

5. Вступительные испытания проводятся по расписанию приёмной комиссии университета.

Экзаменационные аудитории по каждому направлению подготовки объявляются за 1 день до начала вступительного испытания, ссылки на дистанционные комнаты также вывешиваются за 1 день до начала

вступительного испытания.

6. Поступающий, нарушающий правила поведения на вступительном испытании, может быть удален из аудитории без предупреждения. У такого поступающего отбираются все экзаменационные материалы. Фамилия, имя, отчество удаленного из аудитории поступающего, и причина его удаления заносятся в протокол проведения вступительного испытания.
7. Поступающий, сдающий вступительные испытания дистанционно, также может быть досрочно удален из вебинарной комнаты в случае если обнаружится, что он находится в помещении не один и ему помогают третьи лица.
8. Поступающий, который планирует сдавать вступительные испытания дистанционно, должен быть обеспечен ПК с видеокамерой хорошего разрешения, микрофоном, и устойчивым интернет соединением, при этом если в процессе проведения испытаний у поступающего пропадает картинка или сигнал интернет соединения и оно будет разорвано, имеется не более 5 минут на повторное подключение, более этого времени испытание считается завершенным, поступающему ставится оценка по факту прошедшей беседы до времени отключения.
9. Поступающий очно, может покинуть аудиторию только полностью сдав все экзаменационные материалы.
10. При проведении вступительного испытания вопросы поступающих по содержанию экзаменационных вопросов членами экзаменационной комиссии не рассматриваются. При обнаружении опечатки или другой неточности какого-либо задания вступительного испытания, члены экзаменационной комиссии обязаны отметить этот факт в протоколе проведения вступительного испытания. Экзаменационной комиссией будут проанализированы все замечания, при признании вопроса не корректным он засчитывается поступающему, как выполненный правильно.
11. В ходе проведения собеседования могут быть затронуты следующие дисциплины:
«Конструирование, динамика и прочность турбомашин»; «Конструкция ДВС»; «Основы теории поршневых энергоустановок»; «Основы теории лопаточных машин, газотурбинных двигателей и установок»; «Агрегаты и устройства систем турбонаддува ДВС»; «Альтернативные и возобновляемые источники энергии»; «Альтернативные топлива для энергетических установок»; «Водородные технологии для энергоустановок будущего»; «Механика жидкости и газа для энергетических установок и их систем»; «Системы и агрегаты ГТУ и комбинированных двигателей»; «Горюче-смазочные материалы в энергоустановках»; «Диагностика, ремонт и техническая эксплуатация ДВС».

РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ МАГИСТРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» по магистерской программе обучения «Проектирование и эксплуатация двигателей для инновационного транспорта».

Для прохождения вступительного испытания в магистратуру по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» (образовательная программа «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики») абитуриент должен знать основные понятия по дисциплинам: **«Конструирование, динамика и прочность турбомашин»;** **«Конструкция ДВС»;** **«Основы теории поршневых энергоустановок»;** **«Основы теории лопаточных машин, газотурбинных двигателей и установок»;** **«Агрегаты и устройства систем турбонаддува ДВС»;** **«Альтернативные и возобновляемые источники энергии»;** **«Альтернативные топлива для энергетических установок»;** **«Механика жидкости и газа для энергетических установок и их систем»;** **«Современные конструкции газотурбинных двигателей»;** **«Горючесмазочные материалы в энергоустановках»;** **«Диагностика, ремонт и техническая эксплуатация ДВС».**

Содержание разделов дисциплины «Основы теории поршневых энергоустановок»:

Параметры рабочих циклов и процессы их связывающие. Термодинамический коэффициент полезного действия и среднее давление термодинамических циклов. Термодинамические циклы с различными способами подвода и отвода теплоты. Анализ качественных и количественных показателей циклов. Термодинамические циклы как прообраз действительных циклов комбинированных двигателей. Принципы распределения работы между поршневым двигателем и агрегатами наддува комбинированного двигателя.

Топлива и окислители. Теплофизические свойства газовых смесей. Процессы газообмена в двигателях. Процессы смесеобразования и сгорания. Основы теории горения топлив в камерах сгорания двигателей. Образование токсичных веществ и способы снижения их выбросов, шума и дымности. Индикаторные и эффективные показатели. Эксплуатационные режимы работы и характеристики двигателей. Тепловой баланс и теплообмен в двигателях. Сущность и способы наддува двигателей. Определение основных параметров наддува. Объемные компрессоры. Центробежные компрессоры. Механический наддув двигателей. Газовые турбины. Турбонаддув двигателей. Специальные вопросы наддува двигателей. Вторичное использование теплоты. Эксергетический метод анализа эффективности процессов. Математическое моделирование и оптимизация процессов в двигателях. Модульный принцип построения математических моделей сложных процессов. Однозонные и многозонные модели. Интегрированная математическая модель рабочего процесса двигателя. Математические модели элементарных процессов. Теплообмен в цилин-

драх, теплообмен во впускной и выпускной системах, теплообмен в кривошипной камере. Детонация. Моделирование впрыска и испарение топливного факела.

Содержание разделов дисциплины «Основы теории лопаточных машин, газотурбинных двигателей и установок»:

Основные понятия и определения теории лопаточных машин. Схема и принцип действия газотурбинной силовой установки. Простейший цикл ГТУ. Изменение параметров газа по тракту ГТУ. Принципы работы турбомашин. Описание газодинамических и термодинамических процессов, проходящих в узлах газотурбинного двигателя. Реальные и идеальные термодинамические процессы в тепловых двигателях. Анализ термодинамических циклов работы газотурбинных двигателей различных схем. Вариантные и тепловые расчёты газотурбинных двигателей. Теоретические основы теплового и вариантного расчётов. Возможность автоматизации расчётов при использовании компьютера. Подбор оптимальных параметров газотурбинного двигателя по результатам расчётов. Термодинамический процесс сжатия газа в ступени лопаточного компрессора в $p-v$ и $T-S$ диаграммах, расчёт работ, расчёт КПД. Возможные треугольники скоростей на входе и на выходе из рабочего колеса компрессора. Теория и расчет газовых турбин. Термодинамический процесс расширения газа в ступени турбины в $p-v$ и $T-S$ диаграммах, расчёт работ, расчёт КПД. Камеры сгорания. Принцип работы, классификация камер сгорания. Основные характеристики камер сгорания. Требования, предъявляемые к камерам сгорания. Токсичность камер сгорания, методы снижения токсичности. Выбор геометрии камеры сгорания в зависимости от назначения газотурбинного двигателя. Теплообменные аппараты. Принцип работы, классификация, основные требования. Степень регенерации теплообменного аппарата. Выбор конструктивной схемы теплообменного аппарата.

Содержание разделов дисциплины «Конструирование, динамика и прочность турбомашин»:

Центробежные и осевые компрессора. Осевые компрессора и турбины. Профилирование центробежного компрессора. Профилирование лопаток осевых компрессора и турбины. Профилирование радиальных турбин. Механические свойства материалов, используемых в турбомашин. Расчет на прочность лопаток осевых компрессоров и турбин. Расчет на прочность радиальных турбин. Расчет температурных полей в дисках турбомашин. Расчет на прочность дисков турбомашин. Расчет на прочность дисков с учетом пластических деформаций и ползучести. Запасы прочности лопаток и дисков турбомашин. Эпюры радиальных и окружных напряжений в дисках осевых компрессоров и турбин. Эпюры радиальных напряжений в лопатках осевых турбин и компрессоров. Метод конечных элементов для прочностных расчетов лопаточных машин

Критическая частота вращения роторов турбомашин. Жесткие и гибкие валы. Расчет критической частоты вращения роторов ГТУ. Влияние на критическую частоту жесткости опор роторов.

Содержание разделов дисциплины «Конструкция ДВС»:

Условия эксплуатации, режимы работы и требования, предъявляемые к ДВС автомобилей и тракторов. Сравнение двигателей внутреннего сгорания с силовыми установками нетрадиционных типов и схем. Индикаторная диаграмма четырехтактного бензинового двигателя. Индикаторная диаграмма четырехтактного дизеля. Основные параметры ДВС. Назначение кривошипно-шатунного механизма, его подвижные и неподвижные детали. Силы и моменты, действующие в механизме. Назначение механизма газораспределения. Клапанные и золотниковые механизмы, их преимущества и недостатки, области применения. Нижнеклапанные и верхнеклапанные механизмы газораспределения, их схемы, преимущества и недостатки, энергетические, экономические и габаритные показатели двигателей с этими механизмами. Назначение системы охлаждения, последствия перегрева и переохлаждения двигателя. Жидкостное и воздушное охлаждения, их преимущества и недостатки. Назначение системы смазки. Классификации и схемы систем смазки, её агрегаты. Масляные насосы с внешним и внутренним зацеплением шестерён, маслоприемники насосов. Назначение систем. Карбюраторная система питания. Центральный впрыск. Распределенный впрыск. Непосредственный впрыск в цилиндр. Способы смесеобразования в дизелях, их схемы, преимущества и недостатки, области применения. Требования к качеству распыливания топлива при различных способах смесеобразования. Традиционные системы топливоподачи разделенного типа. Аккумуляторные системы высокого давления. Насос-форсунки. Наддув, как наиболее эффективный способ повышения энергетических и других показателей двигателей. Схемы наддува дизелей и бензиновых двигателей с помощью компрессора с механическим приводом и турбокомпрессора, схема и принцип динамического наддува. Закрытые и открытые, вытяжные и приточно-вытяжные системы вентиляции, их схемы. Способы ввода картерных газов во впускной тракт двигателя. Системы и устройства для снижения токсичности двигателей. Токсичные компоненты отработавших газов двигателей и их влияние на организм человека. Схема и принцип работы роторно-поршневого двигателя. Экономические, габаритные и весовые показатели, долговечность и токсичность отработавших газов роторно-поршневых двигателей по сравнению с аналогичными параметрами поршневых двигателей.

Содержание разделов дисциплины «Агрегаты и устройства систем турбонаддува ДВС»

Термодинамические параметры состояния и функции процесса
Основные термодинамические законы и процессы

Диаграммы состояния и термодинамические циклы
Способы реализации цикла Брайтона
Основные характеристики и показатели работы газотурбинной установки
Общие принципы компоновки и конструкции
Повышение эффективности работы газотурбинного двигателя
Принципы работы газовой турбины
Классификация газовых турбин
Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней турбин
Использование модуля «Rital» для получения предварительной геометрии ступени турбины
Основные методики построения и оптимизации ступени турбины в программе «AxCent»
Расчётное исследование течения потока в ступени турбины с использованием программного комплекса «Numesa»
Расчёт ступени турбины на прочность, связь газодинамического, термического и прочностного расчётов.
Принципы работы компрессоров
Классификация компрессоров
Программное обеспечение, используемое при проектировании ступеней компрессоров
Использование модуля «Compal» для получения предварительной геометрии ступени турбины
Основные методики построения и оптимизации ступени компрессора в программе «AxCent»
Расчётное исследование течения потока в ступени компрессора с использованием программного комплекса «Numesa»
Расчёт ступени компрессора на прочность
Критическая частота вращения ротора Диаграмма Кэмпбелла
Использование программного обеспечения для модального анализа
Принципы работы камер сгорания
Классификация камер сгорания
Требования, предъявляемые к камерам сгорания
Способы уменьшения количества вредных выбросов из камер сгорания
Принципы работы теплообменных аппаратов
Классификация теплообменных аппаратов
Теплообменные аппараты рекуперативного типа
Теплообменные аппараты регенеративного типа
Использование теплообменных аппаратов в газотурбинных двигателях
Оценка эффективности работы теплообменных аппаратов
Способы повышения эффективности работы теплообменных аппаратов
Вспомогательные системы и механизмы
Рабочие режимы газотурбинных установок
Статические характеристики газотурбинных установок
Режимы пуска и остановки

Способы регулирования газотурбинных установок
Управление работой газотурбинных установок
Сравнение газотурбинных установок с другими тепловыми двигателями
Технические требования к энергетическим газотурбинным установкам
Наддув поршневого двигателя
Газотурбинный наддув
Согласование турбокомпрессора с поршневым двигателем
Режимы работы турбонаддува
Карта характеристик компрессора турбонаддува

Содержание разделов дисциплины «Альтернативные и возобновляемые источники энергии»

Тема 1. Нетрадиционные источники энергии - как основа энергосберегающих технологий.
Возобновляемые источники энергии в мире.
Биогаз как замена АЭС
Потенциал возобновляемых энергетических ресурсов. Использование вторичных энергоресурсов.
Тема 2. Анализ путей экологического совершенствования и транспортного комплекса.
Проблема энергетического обеспечения транспорта
Проблема экологической безопасности на транспорте
Экологический стандарт евро
Традиционные пути уменьшения негативного воздействия на окружающую среду автотранспорта
Биоэнергетика как важнейший фактор в решении проблем экологической и энергетической безопасности на транспорте.
Тема 3. Правовые, экологические и социально-экономические аспекты производства и потребления биологических видов топлива
Законодательные меры по стимулированию развития производства и использования биологических топлив
Нормативная классификация биотоплив по агрегатному состоянию
Твердое биотопливо
Жидкое биотопливо
Газообразное биотопливо
Нормативная классификация видов биотоплив по поколениям
Биотоплива первого поколения
Биотоплива второго поколения
Биотоплива третьего поколения
Тема 4. Энергия ветра.
Особенности использования энергии ветра.
Теория ветроэнергетических установок
Мощность ВЭУ
Лобовое давление на ветроколесо

Крутящий момент.
Сила лобового сопротивления Классификация ветроустановок
Прогнозная оценка потребности в ветроустановках Российской Федерации.
Примеры ВЭУ
Выбор мощности ВЭУ в составе автономной системы
Тема 5. Использование энергии Солнца
Использование энергии Солнца
Физические основы процессов преобразования солнечной энергии
Солнечные батареи.
Расчет параметров солнечной батареи.
Нагревание жидкости солнечным излучением.
Открытые нагреватели
Закрытые нагреватели.
Тема 6. Геотермальная энергия и энергия волн Геотермальная энергия
Волновое движение
Энергия и мощность волны и устройства, отслеживающие профиль волны.
Колеблющийся водяной столб
Подводные устройства и системы, улавливающие волны
Энергия приливов и отливов и энергия морских течений
Океанические тепловые электрические станции.
Тема 7. Эксплуатационные свойства основных видов биотоплива и проблемы их адаптации к условиям работы двс
Влияния свойств моторных топлив на основе растительных масел на показатели работы двигателей
Влияния свойств моторных топлив на основе простейших спиртов на показатели работы двигателей
Меры по совершенствованию химмотологических характеристик биологических топлив
Средства реализация концепции способа
Оценка эффекта повышения химической энергии альтернативного топлива на примере метанола
Эффективность энергопреобразования топлива
Показатель эффективности использования энергии топлива в ДВС.
Тема 8. Общая характеристика способов переработки биомассы в топливо .
Агрохимический метод переработки биомассы
Технология производства спиртовых биотоплив Технология производства топливного биоэтанола
Технология производства топливного биометанола
Технология производства топливного биобутанола
Сырье и технология производства топливных эфиров
Технология производства диметилового эфира
Технология производства метилового эфира
Экологические аспекты производства метилового эфира

Содержание разделов дисциплины «Альтернативные топлива для энер-

гетических установок»

Раздел 1. Анализ путей энергетического обеспечения и экологического совершенствования транспортного комплекса.

Проблема энергетического обеспечения транспорта; Проблема экологической безопасности на транспорте, Экологический стандарт ЕВРО; Традиционные пути снижения негативного воздействия на окружающую среду автотранспорта; Биоэнергетика как важнейший фактор в решении проблем экологической и энергетической безопасности на транспорте; Обзор альтернативных топлив; Газовое топливо (сжатый и сжиженный газы); Водород и водосодержащие топливо; Метанольное топливо; Диметиловый эфир.

Раздел 2. Правовые, экологические и социально-экономические аспекты производства и потребления биологических видов топлива

Законодательные меры по стимулированию развития производства и использования биологических топлив; Нормативная классификация видов биотоплив по агрегатному состоянию; Твердое биотопливо; Жидкое биотопливо; Газообразное биотопливо; Нормативная классификация видов биотоплив по поколениям; Биотопливо первого поколения; Биотопливо второго поколения; Биотопливо третьего поколения.

Раздел 3. Современное состояние и перспективы развития производства и потребления биотоплив в сфере транспортной энергетики

Твёрдые биотоплива; Жидкие биотоплива; Газообразные биотоплива; Проблемы и перспективы развития транспортной биоэнергетики.

Раздел 4. Общая характеристика способов переработки биомассы в топливо.

Способы переработки биомассы в топливо; Технологические методы термохимической переработки биомассы; Пиролиз; Газификация; Технологические методы биохимической переработки биомассы; Анаэробное разложение; Спиртовая ферментация; Фотолиз; Экологические аспекты производства биологических топлив; Агрохимические методы переработки биомассы в топливо; Технологии производства спиртовых топлив; Технология производства топливного биоэтанола; Технология производства топливного биометанола; Технология производства топливного биобутанола; Сырьё и технология производства топливных эфиров; Технология производства диметилового эфира; Технология производства метилового эфира; Экологические аспекты производства метилового эфира; Технология производства биотоплива из касторового масла; Технология производства биотоплива из масла водорослей; Биотехнология получения водородного топлива; Технология процесса переработки биометанола в водородный газ; Обоснование концепции процесса; Расчётный анализ параметров процесса Лабораторное исследование параметров процесса; Организация процесса получения водородосодержащего топлива из биометанола в составе системы питания двигателя;

Раздел 5. Эксплуатационные свойства основных видов биотоплива и проблемы их адаптации к условиям работы ДВС

Анализ исследований по изучению влияния свойств биологических топлив на показатели работы двигателей; Влияния свойств моторных топлив на ос-

нове простейших спиртов на показатели работы двигателей; Влияния свойств моторных топлив на основе растительных масел на показатели работы двигателей; Меры по совершенствованию химмотологических характеристик биологических топлив; Проблемы совместимости основных видов биологических топлив с конструкционными материалами ДВС и их систем; Меры по обеспечению необходимой технологической и функциональной адаптации свойств биотоплив к условиям работы транспортных ДВС;

Раздел 6. Предварительная оценка экономической и экологической целесообразности применения биотоплив на транспорте.

Анализ топливно-ресурсной проблемы; Анализ экологической проблемы; Техничко-экономическая целесообразность развития биоэнергетики в сельскохозяйственно производстве России; Опытная апробация технико-экономической целесообразность использования биологических топлив.

Раздел 7. Методологические принципы оценки эффективности мер по эколого-экономическому совершенствованию ДВС в полном жизненном цикле Воздействие на рабочий процесс; Нейтрализация отработавших газов Применение альтернативных (биологических) топлив.

Раздел 8. Направления развития биоэнергетики на транспорте

Направления развития моторных топлив из твердой биомассы; Направления развития моторных топлив на основе масличных культур; Направления развития эффективных биологических топлив с использованием активирующих средств – оксигенатов; Направления развития спиртовых топлив для транспорта; Применение и направления развития моторных топлив на основе биометанола; Применение и направления развития моторных топлив на основе биоэтанола; Перспективы развития моторных топлив на основе бутилового спирта; Разработка и перспективы развития моторных топлив на основе диметилового эфира; Разработка и перспективы развития моторных топлив на основе метилового эфира; Направления и перспективы развития моторных топлив на основе биогаза; Перспективы развития моторных топлив на основе биологического и синтезированного водорода; Водород как моторное топливо; Использование водородного топлива, синтезированного из биометанола.

Содержание разделов дисциплины «Механика жидкости и газа для энергетических установок и их систем»

Введение в газовую динамику и ее специфика применительно к расчетам и проектированию тепловых двигателей.

Параметры состояния газовой среды. Уравнение состояния. Закон трения Ньютона применительно к тепловым двигателям.

Моделирование перемещения газообразной частицы в тракте газотурбинного двигателя. Скорость угловой деформации и угловая скорость потока газа при расчете турбомашин. Линейные деформации для потока газа в тракте ГТУ. Уравнение неразрывности для тепловых машин.

Уравнение Эйлера и преобразование Громеки-Лэмба применительно к тепловым двигателям.

Уравнение Навье-Стокса и его применение при газодинамических расчетах турбомашин.

Уравнения движения элементарной струйки газа и его применение при расчете газотурбинных установок. Уравнение Эйлера о количестве движения и уравнение Эйлера о моменте количества движения для расчетов тепловых двигателей. "Турбинное" уравнение Эйлера. Схема плоского вихря и турбулентное течение для тепловых машин.

Уравнение энергии элементарной струйки газа для тепловых двигателей. Уравнение энергии в механической форме и в форме энтальпии. Параметры торможения потока газа в турбомашинах. Газодинамические функции параметров торможения для турбомашин.

Уравнение обращения воздействий для газотурбинных двигателей. Геометрическое, расходное, механическое, тепловое воздействия и воздействие трения для турбомашин.

Гидравлические сопротивления для воздуха и газа в трактах тепловых двигателей и их фильтрах.

Местные сопротивления для тепловых двигателей. Квадратичные сопротивления для тепловых двигателей. Комбинированные сопротивления для тепловых двигателей. Линейные сопротивления для тепловых двигателей.

Уравнение расхода в газодинамической форме для турбомашин. Уравнение импульсов, преобразование Б.М.Киселёва для циклических двигателей. Газодинамические функции потока массы и потока импульса при тепловых расчетах турбомашин.

Расчёт течений в соплах и диффузорах газотурбинных установок, и агрегатов наддува.

Сопло Лавалья и его применение при проектировании турбомашин. Расчётное и нерасчётное истечение рабочего тела из сопла Лавалья и анализ течений при расчетах турбомашин.

Сверхзвуковые течения при расчетах осевых и центробежных компрессоров. Ударная волна, помпаж при расчете турбокомпрессора. Прямые скачки уплотнения (ПСУ) при расчетах турбомашин. Основные кинематическое и динамическое соотношения для ПСУ при расчетах проточных частей газотурбинных двигателей. Изменение параметров потока при переходе через ПСУ при вариантных расчетах турбомашин.

Косые скачки уплотнения (КСУ) при расчетах турбомашин. Фронт КСУ для расчета турбомашин.

Слабые возмущения и конус Маха при газодинамических расчетах турбомашин. Сверхзвуковые диффузоры газотурбинных двигателей.

Обтекание внешнего тупого угла сверхзвуковым потоком (течение Прандтля-Майера) при проектировании проточных частей газотурбинных двигателей.

Основы теории плоского потока для рабочего тела теплового двигателя. Циркуляция скорости потока газа в проточной части турбокомпрессора.

Теорема Жуковского о подъёмной силе применительно к турбореактивным двигателям. Постулат Жуковского-Чаплыгина для тепловых двигателей. Об-

текание решётки профилей в рабочих колесах турбомашин.

Основные положения теории пограничного слоя при выполнении газодинамических расчетов рабочих колес турбомашин. Дифференциальные уравнения пограничного слоя Л. Прандтля для турбомашин. Условные толщины пограничного слоя – толщина вытеснения и толщина потери импульса для выполнения газодинамического расчета газотурбинного двигателя.

Расчёт ламинарного пограничного слоя на плоской пластине в теплообменниках тепловых двигателей. Точное решение Блазиуса применительно к тепловым двигателям. Интегральное соотношение Кармана для расчета турбомашин. Основные понятия турбулентности при течении рабочих тел в проточных частях турбомашин. Турбулентный пограничный слой при расчете течений в компрессоре и турбине ГТУ.

Основные понятия о струйных течениях применительно к тепловым двигателям.

Содержание разделов дисциплины «Горюче-смазочные материалы в энергоустановках»

Раздел 1. Общие сведения о топливах. Значение развития нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности в обеспеченности автомобильного и тракторного парка России современными эксплуатационными материалами. Химмотология, как наука о применении топлив, смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей. Российская школа химмотологов, ее основоположники и перспективы дальнейшего развития. Значение курса и его место в подготовке современных специалистов в области автомобиле- и тракторостроения. Краткие методические рекомендации к изучению курса и дальнейшему поддержанию необходимого уровня профессиональной подготовки в области химмотологии. Классификация топлив, применяемых для двигателей внутреннего сгорания. Краткие сведения о нефти, ее происхождении, уровне и способе добычи, фракционном, элементарном и групповом химическом составе. Ресурсы сырья и перспективы применения нефтяных, композиционных, синтетических и альтернативных видов моторных топлив (спиртов, водорода, скипидара, аммиака и др.). Энергетический потенциал моторных топлив.

Раздел 2. Основные способы получения моторных топлив. Классификация способов получения моторных топлив. Основные принципы получения компонентов товарных топлив. Первичная (прямая) перегонка нефти. Фракции, получаемые на атмосферных и атмосферно-вакуумных установках. Вторичная переработка методами термоциклической деструктуризации и синтеза. Термический крекинг, каталитический крекинг, каталитический реформинг, каталитическое алкилирование, гидрокрекинг (гидрогенизация). Влияние методов переработки на эксплуатационно-экономические показатели получаемых продуктов. Способы очистки, лигирования и получения товарных марок топлив. Получение газообразных топлив. Получение синтетических топлив и топлив из нефтяного сырья.

Раздел 3. Топлива для двигателей с искровым зажиганием. Топ-

лива для двигателей с искровым зажиганием. Эксплуатационно-технические требования к топливам. Свойства топлив, влияющих на их подачу (прокачиваемость), испарение и смесеобразование, Детонационная стойкость топлив, методы ее определения и влияние на энергоэкономические показатели двигателей. Способы повышения детонационной стойкости топлив и их влияние на эксплуатационные свойства (токсичность самих топлив и отработавших газов, воздействие на каталитические нейтрализаторы и др.) Свойства топлив, влияющих на коррозию двигателей и их систем. Химическая стабильность топлив и ее влияние на интенсивность образования смолистых отложений и нагара. Бензины, как основной вид топлива для двигателей с принудительным зажиганием. Их маркировка, сортамент, и основные показатели качества. Перспективы применения топливных композиций (например, бензино-спиртовых смесей, бензино-водяных эмульсий и т.п.)

Раздел 4. Дизельные топлива. Свойства топлив, влияющие на их подачу и смесеобразование (вязкостно-температурные свойства, фильтруемость, фракционный состав). Особенности рабочего процесса дизелей и влияние физико-химических свойств дизельных топлив на энергоэкономические показатели двигателей, ресурс и надежность их работы. Особенности воспламенения и сгорания топлив в дизеле. Задержка воспламенения и скорость нарастания давления. Метод ее количественной оценки (цетановое число). Влияние группового химического состава топлив на их цетановое число. Влияние свойств топлива на токсичность отработавших газов. Коррозионное воздействие дизельного топлива на двигатель и способы ограничения этого воздействия. Свойства дизельного топлива, влияющие на образование нагара, закоксовываемость форсунки и повышенный износ топливоподающей аппаратуры. Специфические требования, предъявляемые к топливам для автомобильных, тракторных, судовых, тепловозных и других видов транспортных и стационарных дизелей. Присадки, улучшающие эксплуатационные показатели качества дизельных топлив. Топлива широкого фракционного состава (ШФС), их особенности и перспективы применения. Специальные жидкости для облегчения пуска дизелей. Маркировка и номенклатура дизельных топлив. Основные (стандартизуемые) показатели качества дизельных топлив. Взаимозаменяемость и рекомендации применения различных марок дизельного топлива. Топлива, применяемые для транспортных и стационарных газотурбинных двигателей, их основные показатели качества и предъявляемые требования. Маркировка и номенклатура.

Раздел 5. Газообразные топлива. Классификация газообразных топлив. Сырьевые ресурсы и способы получения. Перспективы и особенности применения отдельных видов газообразных топлив. Теплотворная способность, детонационная стойкость, влияние на мощностные и экономические показатели двигателей, их износ и токсичность отработавших газов. Экономический аспект применения газообразных топлив. Горючие газы, применяемые в сжатом состоянии. Горючие газы, сжижаемые при

низких температурах. Горючие газы, сжижаемые без понижения температуры. Применение водорода в качестве топлива для поршневых и газотурбинных двигателей.

Раздел 6. Смазочные материалы. Основные сведения о трении. Механизм действия смазочных материалов и определяющие его условия. Граничное трение и маслянистость смазочных материалов. Гидродинамическое трение и определяющие его факторы. Внутреннее трение (вязкость) жидких смазочных материалов и методы его определения. Классификация смазочных материалов по назначению и механизму действия. Жидкие смазочные материалы (масла) и основные принципы их производства. Технологические принципы получения масел из нефтяного сырья (вакуумная перегонка мазута). Способы очистки масел. Деасфальтизация масел. Назначение и механизм действия различных присадок к маслам. Принципы производства синтетических масел, перспективы их применения. Экономика применения масел и пути ее повышения.

Раздел 7. Масла для двигателей внутреннего сгорания. Основные эксплуатационно-технические требования, предъявляемые к моторным маслам. Методы их определения и контроля. Смазочные свойства масел. Противоизносные свойства. Термоокислительная стабильность. Моющие свойства. Свойства масел, влияющие на коррозию и износ двигателей. Свойства масел, влияющие на холодный пуск двигателей, их прокачиваемость и фильтруемость (вязкостно-температурные свойства и их улучшение, понижение температуры застывания). Влияние свойств моторных масел на мощностные, экономические показатели двигателей, их долговечность и токсичное влияние на окружающую среду. Современные методы испытаний моторных масел. Специфические требования, предъявляемые к моторным маслам для бензиновых двигателей, дизелей (транспортных и стационарных) и газотурбинных двигателей. Методы маркировки и сортамент отечественных и зарубежных моторных масел.

Раздел 8. Изменение свойств моторных масел в процессе их работы. Основные факторы, влияющие на изменение физико-химических свойств масел в процессе их применения. Процессы окислительной полимеризации и их влияние на показатели качества масел. Влияние вентиляции картера и угара масла на его эксплуатационные показатели. Факторы, влияющие на накопление в масле продуктов износа и неорганических примесей и их влияние на показатели качества масла. Влияние различных присадок к маслу на динамику и уровень поддержания его работоспособности.

Раздел 9. Трансмиссионные масла. Условия работы, назначение и эксплуатационно-технические требования к трансмиссионным маслам. Вязкостно-температурные и низкотемпературные свойства трансмиссионных масел.

Маслянистость и противозадирные свойства. Защитные и коррозионные свойства. Принципы получения современных и перспективных трансмиссионных масел. Механизм действия присадок к трансмиссионным

маслам. Изменение показателей качества трансмиссионных масел в процессе их применения. Маркировка, ассортимент и взаимозаменяемость масел различных марок. Экономический аспект применения трансмиссионных масел.

Раздел 10. Смазочные материалы на базе синтетических соединений. Смазочные материалы на базе кремниевых, полиэфирных и других соединений. Характерные особенности, основные показатели качества и перспективы применения. Экономический аспект применения синтетических смазочных материалов в качестве моторных масел.

Раздел 11. Пластичные смазочные материалы. Области применения и общие сведения о структуре и составе пластичных смазок. Принцип приготовления смазок и его влияние на показатели качества. Основные показатели качества смазок (вязкостно-температурные свойства и влияние на них градиента скорости сдвига). Предел прочности, теплостойкость, коллоидная стабильность. Водостойкость. Защитные свойства. Антифрикционные защитные и уплотнительные смазки, их маркировка, сортамент и рекомендации по применению.

Раздел 12. Твердые смазки и самосмазывающиеся материалы. Механизм действия и физико-химические свойства твердых смазок и самосмазывающихся материалов. Твердые смазки на основе слоистых смазочных материалов (графит, дисульфиды вольфрама и молибдена, иодиды кадмия, свинца и др.) Области применения. Металлические пленки, их применение в качестве смазочных материалов. Самосмазывающиеся конструкционные материалы. Полимеры и их самосмазывающиеся свойства. Металлокерамические самосмазывающиеся материалы. Особенности применения твердых и самосмазывающихся материалов в узлах двигателей внутреннего сгорания и механизмах трансмиссии транспортных средств.

Раздел 13. Охлаждающие жидкости. Назначение и основные требования к охлаждающим жидкостям для двигателей внутреннего сгорания. Вода. Основные физико-химические свойства воды. Жесткость воды, ее разновидности, методы и единицы измерения. Влияние жесткости воды на ее свойства как охлаждающей жидкости. Классификация жесткости и способы ее понижения. Способы уменьшения образования и удаления накипи в системах охлаждения двигателей. Методы контроля качества воды и состояния поверхностей системы охлаждения. Низкозамерзающие (всесезонные) охлаждающие жидкости. Основные эксплуатационные требования. Физико-химические свойства низкозамерзающих жидкостей, используемых в системах охлаждения двигателей. Маркировка, состав и рекомендации применения.

Раздел 14. Жидкости для гидравлических и тормозных систем. Основные технические требования. Вязкостно-температурные и низкотемпературные свойства. Химическая и физическая стабильность жидкостей в процессе их работы. Смазывающие и противокоррозионные свойства. Противопенные свойства. Маркировка и рекомендации к применению.

Раздел 15. Жидкости для гидравлических амортизаторов. Основные технические требования. Вязкостно-температурные и низко температурные свойства. Физическая и химическая стабильность. Противокоррозионные, смазывающие и противопенные свойства. Воздействие на неметаллические материалы. Маркировка и рекомендации к применению.

Раздел 16. Экологический и экономический аспект применения различных видов топлив и смазочных материалов. Экологические свойства топлив, смазочных материалов и охлаждающих жидкостей. Пути экономии топлив, смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей.

Содержание разделов дисциплины «Современные конструкции газотурбинных двигателей»

Основные конструктивные схемы энергоустановок на основе тепловых двигателей. Классификация тепловых двигателей для энергоустановок.

Основы нетрадиционной энергетики. Схемы и принцип работы энергоустановок нетрадиционных схем.

Основы конструкции и основные элементы энергоустановок на основе поршневых силовых установок.

Основы конструкции и основные элементы энергоустановок на основе газотурбинных силовых установок.

Основы конструкции и основные элементы энергоустановок на основе паротурбинных силовых установок.

Понятие гибридной энергоустановки для транспорта.

Схемы и конструкции энергоустановок транспортного назначения.

Введение. Основы конструкции и схемы судовых энергоустановок различной мощности.

Основы конструкции мобильных энергоустановок для энергоснабжения. ТЭЦ, на базе газотурбинных двигателей. Основы конструкции, схемы и перспективы развития.

Энергоустановки с двигателями Стирлинга. Проблемы создания и перспективы развития.

Особенности энергоустановок на базе ГТД со свободной турбиной. Микротурбинные силовые установки для работы в качестве энергоустановки стационарного назначения для малой энергетики.

Энергоустановки вспомогательного назначения для промышленных предприятий и объектов специального назначения.

Энергоустановки для станций воздухоснабжения и компрессорные установки. Перспективные схемы и тенденции развития энергомашиностроения в мире.

Содержание разделов дисциплины «Диагностика, ремонт и техническая эксплуатация ДВС»

Раздел 1. Инструменты, крепеж и техника безопасности при выполнении работ
Принцип работы и типы двигателей

Принцип работы и методы диагностики системы смазки двигателя
Принцип работы и диагностика системы электроснабжения и электрического пуска
Принцип работы и диагностика системы зажигания
Принцип работы и диагностика топливной системы и системы снижения токсичности выхлопных газов
Принцип работы и диагностика системы охлаждения Диагностика состояния двигателя
Демонтаж и разборка двигателя
Очистка двигателя, дефектоскопия и ремонт трещин в деталях двигателя Измерения и расчеты, выполняемые при ремонте двигателей
Впускной и выпускной коллекторы
Техническое обслуживание головки блока цилиндров и направляющей втулки клапана
Техническое обслуживание клапана и седла клапана
Техническое обслуживание распределительного вала и клапанного механизма Конструкция и техническое обслуживание блока цилиндров
Поршни, поршневые кольца и шатуны
Коленчатые валы и подшипники
Сборка двигателя
Установка двигателя в автомобиль и подготовка к работе
Инструменты, крепеж и техника безопасности при выполнении работ
Резьбовой крепеж
Болты с метрической резьбой
Класс прочности болта
Гайки
Шайбы
Перечень основных инструментов
Названия инструмента, используемые в обиходе
Правила техники безопасности при работе с ручным инструментом
Правила техники безопасности для механиков
Правила техники безопасности при подъеме автомобиля
Опасные вещества
Информаций о характеристиках и правилах обращения с опасными веществами и материалами

Раздел 2. Принцип работы и типы двигателей Четырехтактный рабочий цикл
720 градусный цикл
Классификация двигателем
Таблица кодировки года выпуска

Классификация типов двигателем
Направление вращения вала двигателя
Внутренним диаметр цилиндра
Ход поршня
Укороченный ход и удлинённым ход
Рабочим объём двигателя
Рабочий объём и мощность двигателя
Степень сжатия смеси
Из что тратится энергия Ватт и лошадиная сила
Налоговая мощность двигателя
Соотношение между метрической и эффективной мощностью
Соотношение между мощностью по стандарту DIN и мощностью по стандарту SAE
Соотношение между мощностью по стандарту JIS и мощностью по стандарту SAE
Зависимость мощности двигателя от высоты над уровнем моря

Раздел 3. Принцип работы и методы диагностики системы смазки двигателя

Принцип работы смазки
Системы смазки двигателем
Характеристики моторного масла
Классификация масел по стандарту SAE
Классификация API
Классификация масел по стандарту ILSAC
Европейская классификация масел Японская классификация масел
Присадки к моторным маслам
Моторные масла, повышающие экономичность двигателя
Взаимозаменяемость масел различных торговых марок
Синтетическое масло
Температура масла
Периодичность замены масла
Процедура замены масла
Масляные фильтры
Замена масла в двигателе с турбонаддувом
Масляные насосы
Регулирование давления масла
Факторы, влияющие на давление масла в системе смазки
Проверка состояния масляного насоса
Маслопроводы в блоке двигателя
Смазка клапанного механизма

Масляные поддоны
Масляные радиаторы
Система принудительной вентиляции картера
Раздел 4. Принцип работы и диагностика системы электроснабжения и электрического пуска
Назначение аккумуляторной батареи
Как работает аккумуляторная батарея
Плотность электролита
Паспортные характеристики аккумуляторных батарей
Техническое обслуживание аккумуляторной батареи
Пуск двигателя от аккумуляторной батареи, стоящей в другом автомобиле
Система электрического пуска двигателя
Выявление и устранение неисправностей системы электрического пуска
Проверка тока потребления стартера
Проверка на стенде
Генераторы переменного тока
Принцип работы и диагностика системы зажигания
Принцип работы системы зажигания
Бесконтактные системы зажигания
Система зажигания типа "катушка на свече"
Проверка системы зажигания на искру
Проверка магнитоэлектрического датчика
Осмотр крышки и ротора распределителя зажигания
Проверка высоковольтного провода свечи зажигания
Порядок зажигания
Техническое обслуживание искровой свечи зажигания
Угол опережения зажигания
Раздел 5.
Принцип работы и диагностика топливной системы и системы снижения токсичности выхлопных газов
Бензин
Испаряемость
Проблемы, связанные с испаряемостью бензина
Нормальный и нарушенный режимы сгорания смеси
Исследовательский и моторный методы определения октанового числа
Октановые числа различных сортов бензина
Кислородосодержащие топлива
Химия сгорания топлива
Ускоренный износ клапана при использовании не этилированного бензина

Бензин улучшенного композиционного состава
Эталонное топливо, используемое при государственных испытаниях двигателей
Общие рекомендации по использованию бензина в двигателях
Принцип действия топливной системы
Механические топливные насосы
Особенности работы электронных систем впрыска топлива
Система центрального впрыска топлива в дроссельную камеру
Система распределенного впрыска топлива во впускные окна головки блока цилиндров
Зачем необходима система снижения токсичности выбросов двигателя
Система принудительной вентиляции картера
Проверка правильности работы системы принудительной вентиляции картера
Система нагнетания воздуха
Система улавливания испарений бензина
Система рециркуляции отработавших газов Каталитические нейтрализаторы
Раздел 7. Принцип работы и диагностика системы охлаждения
Назначение и принцип работы системы охлаждения
Проблемы, возникающие в двигателе при низких рабочих температурах
Проблемы, возникающие в двигателе при высоких рабочих температурах
Конструкция системы охлаждения
Как термостат регулирует температуру
Проверка термостата
Замена термостата Антифриз
Охлаждающая жидкость на основе органических добавок
Антифриз на основе пропиленгликоля
Антифриз, в котором отсутствуют фосфаты
Антифризы замерзают
Проверка охлаждающей жидкости с помощью ареометра
Регенерированная охлаждающая жидкость
Хранение отработанной охлаждающей жидкости
Радиатор
Гермопробка радиатора
Метрические гермопробки радиаторов
Система рекуперации охлаждающей жидкости
Испытание под давлением
Выявление утечек методом капиллярной дефектоскопии
Принцип работы водяного насоса
Движение потока охлаждающей жидкости в двигателе
Техническое обслуживание водяного насоса
Вентиляторы охлаждения

Терморегулируемые вентиляторы охлаждения
Теплообменник отопителя салона
Диагностика причин неисправности отопителя салона
Аварийный сигнал перегрева охлаждающей жидкости
Распространенные причины перегрева двигателя
Текущее техническое обслуживание системы охлаждения
Промывка и заполнение системы охлаждения
Удаление воздуха из системы охлаждения
Шланги
Очистка радиатора обратной промывкой
Очистка радиатора снаружи
Раздел 8. Диагностика состояния двигателя
Типичные жалобы на нарушение работы двигателя
Диагностика по выхлопным газам
Кто лучше самого водителя знает свой автомобиль
Осмотр
Диагностика причины шумов в двигателе
Проверка давления масла
Лампочка аварийной сигнализации падения давления масла
Анализ масла
Как берется проба масла
Анализ результатов анализа
Проверка компрессии в двигателе 'Мокрая' проверка компрессии в двигателе
Проверка компрессии в двигателе на рабочем ходу
Проверка цилиндров на утечку
Проверка баланса мощности цилиндров
Методика выполнения измерения при проверке баланса мощности цилиндров Проверка разрежения
Проверка пропускной способности системы выпуска
Проверка величины противодавления с помощью вакуумметра
Проверка величины противодавления с помощью манометра
Диагностика состояния цепи привода распределительного вала
Анализ состава выхлопных газов и полнота сгорания смеси
Двуокись углерода
Диагностика неисправности уплотнительной прокладки головки блока цилиндров
Лампы аварийной сигнализации на приборной панели
Индикатор падения давления масла
Раздел 8. Демонтаж и разборка двигателя Замена неисправных деталей

Обработка клапанов
Частичная переборка двигателя
Полная переборка двигателя
Неполный блок
Подобранный блок
Полный блок
Двигатели повторной сборки
Демонтаж двигателя
Разборка двигателя
Удаление уступа, образовавшегося на стенке цилиндра
Демонтаж шатунно- поршневых узлов
Состояние поршня
Разборка вращающегося узла двигателя
Раздел 10. Очистка двигателя, дефектоскопия и ремонт трещин в деталях двигателя
Механическая очистка
Химические средства очистки Водные моющие растворы Струйная промывка
Очистка паром Термическая очистка
Очистка погружением в неподогреваемый «моющий раствор»
Очистка погружением в подогреваемый моющий раствор
Очистка в парах растворителя
Ультразвуковая очистка
Вибрационная очистка
Дробеструйная обработка
Визуальный контроль
Магнитная дефектоскопия трещин
Контроль методом проникающего красителя
Контроль методом проникающего флуоресцентного вещества
Контроль повышенным давлением
Ремонт трещин
Заваривание трещин в чугунных деталях
Заваривание трещин в алюминиевых деталях
Ремонт трещин путем зачеканивания пробками
Раздел 11. Измерения и расчеты, выполняемые при ремонте двигателей Микрометр
Измерение геометрических параметров коленчатого вала
Телескопический щуп
Измеритель диаметра узких отверстий
Штангенциркуль с циферблатным нониусом

Калиберный щуп
Поверочная линейка
Измеритель смещения с циферблатной шкалой Микрометрический нутромер с циферблатной шкалой
Расчеты и формулы, необходимые при техническом обслуживании двигателя

Раздел 12. Впускной и выпускной коллекторы

Впускные коллекторы карбюраторных двигателей и двигателей с системой центрального впрыска топлива

Коллекторы открытого и закрытого типа

Обогрев коллектора

Автомат холодного пуска

Впускные коллекторы двигателей, оснащенных системой распределенного впрыска топлива во впускные окна головки блока цилиндров

Пластмассовые впускные коллекторы

Рециркуляция отработавших газов Уплотнительные прокладки впускных коллекторов Турбонаддув

Принцип действия перепускного клапана турбокомпрессора

Неисправности турбокомпрессора

Компрессорный наддув

Наддув создается за счет ограниченной пропускной способности коллектора

Конструкция выпускного коллектора

Уплотнительные прокладки выпускных коллекторов

В чем заключаются преимущества коллекторной головки

Тепловые заслонки

Каталитические нейтрализаторы Глушители

Раздел 13 Техническое обслуживание головки блока цилиндров и направляющей втулки клапана

Полусферическая камера сгорания

Клиновидная камера сгорания

Поверхностное охлаждение смеси

Камера сгорания со слоистой структурой топливной смеси

Многоклапанная камера сгорания

Четырех клапанная головка

Впускное и выпускное окна

Каналы охлаждения в головке блока цилиндров

Смазка верхних клапанов

Демонтаж верхнего распределительного вала

Разборка головки блока цилиндров

Последовательность ремонта головки блока цилиндров

Восстановление поверхности головки
Выпрямление алюминиевой головки
Методы выравнивания поверхности головки
Чистота поверхности
Коррекция соосности впускного коллектора
Направляющие втулки клапанов
Зазор между стержнем и направляющей втулкой клапана
Измерение и износа направляющей втулки клапана
Клапаны со стержнем увеличенного диаметра
Замена направляющей втулки клапана
Ремонтные гильзы направляющей втулки клапана
Спиральная бронзовая гильза
Раздел 14. Техническое обслуживание клапана и седла клапана
Впускные и выпускные клапаны
Конструкции клапанов
Материалы, из которых изготавливаются клапаны
Клапаны с полым стержнем, заполненным металлическим натрием
Седла клапанов
Осмотр клапана
Пружины клапанов
Проверка качества пружины клапана
Замок клапана
Механизмы поворота клапана
Процедуре ремонта клапана
Шлифовка рабочей фаски клапана
Восстановление седла клапана
Пилоты (направляющие стержни) для обработки клапанных седел
Шлифовальные камни для обработки седел
Правка шлифовального камня
Шлифовка седла клапана
Сужение седла клапана
Фрезы для восстановления седел клапанов
Испытания седел клапанов
Замена седла клапана
Выступление стержня клапана
Проверка монтажной высоты клапана
Уплотнения стержня клапана
Установка клапанов
Испытания головок на утечку

Расход воздуха и мощность двигателя
Раздел 15. Техническое обслуживание распределительного вала и клапанного механизма
Назначение распределительного вала
Размещение распределительного вала
Диагностика распределительного вала Демонтаж распределительного вала
Конструкция распределительного вала
Распределительные валы смешанной конструкции
Смазка распределительного вала
Эксцентрики привода топливного насоса
Типы приводов распределительного вала
Цепные приводы распределительного вала
Ременные приводы распределительного вала
Скручивающее усилие и в распределительном валу
Осевой люфт распределительного вала
Вращение толкателя клапана
Высота вершины кулачка (код) распределительного вала
Клапанные коромысла
Штанги толкателей клапанов Д
лина штанги толкателя
Продолжительность действия кулачков распределительного вала
Перекрытие клапанов
Разворот кулачков
Определение угла разворота кулачков
Нормы временных характеристик распределительного вала
Впускной клапан
Выпускной клапан
Диаграмма рабочего цикла распределительного вала
Восстановление распределительных валов Установка распределительного вала
Угловая градуировка распределительного вала
Толкатели клапанов
Нерегулируемые механические толкатели
Гидравлические толкатели
Предварительный натяг гидравлических толкателей
Установка предварительного натяга гидравлического толкателя клапана
Проверка соответствия рабочего хода гидравлического толкателя клапана техническим требованиям
Диагностика шума, создаваемого клапанным механизмом
Техническое обслуживание механического толкателя клапана

Техническое обслуживание гидравлического толкателя клапана
Установка гидравлического толкателя клапана
Удаление воздуха из гидравлических толкателей клапанов
Раздел 16. Конструкция и техническое обслуживание блока цилиндров
Технология производства блоков цилиндров
Идентификационный номер отливки
Механическая обработка блоков цилиндров
Алюминиевые блоки цилиндров
Проверка состояния блока цилиндров
Конструкции блоков цилиндров уменьшенной высоты
Плита блока цилиндров
Юбки цилиндров
Каналы охлаждения
Маслопроводы системы смазки
Крышки постелей коренных подшипников
Техническое обслуживание блока цилиндров
Центрирование постелей коренных подшипников
Механическая обработка плиты блока цилиндров
Растачивание цилиндров
Ремонт цилиндров с помощью ремонтных гильз
Хонингование цилиндра
Чистота поверхности цилиндра
Плосковершинное хонингование
Очистка цилиндров
Сплошная очистка блока цилиндров
Раздел 17. Поршни, поршневые кольца и шатуны
Назначение и принцип работы поршней, поршневых колец и шатунов
Демонтаж поршня и шатуна
Конструкция поршня
Головка поршня
Канавки поршневых колец
Поршни с овальной юбкой
Размер головки поршня
Использование заэвтектических сплавов для изготовления поршней
Штампованные поршни
Чистота поверхности юбки
Балансировка поршня
Техническое обслуживание поршней
Поршневые пальцы
Смещение поршневого пальца
Посадка поршневого пальца в поршне
Способы фиксации поршневого пальца в поршне

Техническое обслуживание поршневого пальца
Поршневые кольца
Компрессионные кольца
Силы, действующие на поршневое кольцо
Зазор в замке поршневого кольца
Поперечное сечение поршневых колец
Хромированные поршневые кольца
Поршневые кольца с молибденовым покрытием
Поршневые кольца с хромисто молибденово-карбидным покрытием
Маслосъемные кольца
Шатуны
Шатуны, спеченные из порошкового металла
Конструкция шатуна
Спиральное искривление шатуна
Техническое обслуживание шатуна
Подгонка по массе поршней и шатунов
Сборка шатунно-поршневого узла
Техническое обслуживание поршневых колец
Раздел 18. Коленчатые валы и подшипники
Назначение и принцип работы коленчатого вала Кованые коленчатые валы
Литые коленчатые валы
Коленчатые валы шестицилиндровых двигателей
Коленчатые валы восьмицилиндровых V образных двигателем
Коленчатые валы четырехцилиндровых двигателей
Коленчатые валы гол и цилиндровых двигателей
Коленчатые валы трехцилиндровых двигателей
Коленчатые валы шестицилиндровых V образных двигателей с 90 градусным углом развала цилиндров и неравномерным распределением рабочих ходок по углу поворота вала
Коленчатые валы шестицилиндровых V-образных двигателей с 90 градусным углом развала цилиндров и равномерным распределением рабочих ходов по углу поворота вала
Коленчатые валы шестицилиндровых V образных двигателей с 60-градусным углом развала цилиндров
Смазочные каналы в коленчатом валу
Отверстий, предназначенные для облегчения коленчатого вала
Силы, действующие на коленчатый вал
Балансировка коленчатого вала
Осевой упор коленчатого вала
Проверка состояния коленчатого вала

Шлифование коленчатого вала
Наваривание коленчатого вала
Уравновешивание коленчатого вала
Снятие напряжений в коленчатом валу
Вспомогательные валы
Балансировочные валы
Причины неуравновешенности двигателя
Подшипники двигателя
Рабочие нагрузки подшипников
Усталостное разрушение подшипников
Прирабатываемость подшипников
Способность подшипников к поглощению абразивных частиц
Задиростойкость подшипников
Антифрикционные материалы подшипников
Производство подшипников
Размеры подшипников
Зазор в подшипнике
Посадка подшипников в постели
Подшипники распределительного вала

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Меркулов В. И. «Современные энергосберегающие технологии» курс лекций, изд. МГТУ «МАМИ», Москва 2012 г.
2. Меркулов В.И., Кустарев Ю.С. «Энергетические машины и установки», учебное пособие МГТУ «МАМИ» Москва, 2011 г.
3. Костюк А.Г. и др. «Паровые и газовые турбины для электростанций» Москва, 2008 г.
4. Меркулов В. И. «Энергоустановки с нетрадиционными источниками энергии», учебное пособие изд. МГТУ «МАМИ» Москва 2012 г.
5. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» Москва, 2010 г.
6. Каталог энергетического оборудования том1, том 2, изд. Рыбинск, 2010 г.
7. Меркулов В. И. «Техническая термодинамик» учебное пособие МГТУ «МАМИ», Москва 2010 г.
8. Удалов С.Н. «Возобновляемые источники энергии» изд. НГУ, Новосибирск, 2007 г.
9. Мазур И. «Энергия будущего», изд. Елима, Москва, 2006 г.
- 10.Цанев С.В., В.Д. Буров, А.Н.Ремезов «газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций» изд. МЭИ, Москва, 2006 г.
- 11.Коровин Н.В. «Топливные элементы и электрохимические энергоустановки», изд. МЭИ, 2006 г.

12. Лищенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыдичев М.Т. «Хрестоматия энергосбережения» книга 1 и 2 изд. «Теплотехник», Москва, 2005 г.
13. Елисеев и др. «Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок» 2-ое издание, изд. МГТУ им Н.Э. Баумана, Москва, 2000 г.
14. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов: Учеб./ В.Н.Луканин, К.А.Морозов, А.С.Хачиян и др.; Учебник для вузов/ Под ред. В.Н.Луканина и М.Г.Шатрова. – 4-е изд., испр.- М.: Высш.шк., 2010. 479 с.
15. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 3. Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС: Учебник для вузов/ В.Н.Луканин, М.Г.Шатров, Т.Ю.Кричевская и др.; Под ред. В.Н.Луканина и М.Г.Шатрова. – 3-е изд., перераб. и испр. - М.: Высш.шк., 2007. 414 с.
16. Автомобильные двигатели: учебник для студ. высш. учеб. заведений [М.Г.Шатров, К.А.Морозов, И.В. Алексеев и др.]; под ред. М.Г.Шатрова. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 464 с.
17. Автомобильные двигатели: учебник для студ. высш. учеб. заведений [М.Г.Шатров, К.А.Морозов, И.В. Алексеев и др.]; под ред. М.Г.Шатрова. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 464 с.
18. Двигатели внутреннего сгорания. В 4 кн. Кн.3. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей: Учеб. по специальности "Двигатели внутреннего сгорания"/Вырубов Д.Н., Ефимов С.И., Иващенко Н.А. и др.; Под ред Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е издание, переработанное и дополненное. М., Машиностроение, 1984. - 384 с.
19. Теплотехника: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [М.Г.Шатров, И.Е.Иванов, С.А.Пришвин и др.]; под ред. М.Г.Шатрова. - М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 288 с.
20. Теплотехника. Учеб. для вузов/ В.Н.Луканин, М.Г.Шатров, Г.М.Камфер и др.; Под ред. В.Н.Луканина. 7-е изд., испр. М.: Высш.шк., 2009. 671 с.

Дополнительная литература:

1. Хачиян А.С., Синявский В.В. Дизели современных легковых автомобилей. Особенности рабочих процессов и систем. Монография. – М. Техполиграфцентр. 2009. – 128 с.
2. Голубков Л.Н., Савастенко А.А., Эммиль М.В. Топливные насосы распределительного типа. Учебно-практическое пособие. – М.: Изд-во «Легион», 1998. – 112 с.
3. Морозов К.А., Пришвин С.А., Сафронов П.В. Топливные системы двигателей с искровым зажиганием: Учебное пособие / МАДИ (ГТУ) – М.: 2001. – 68 с.
4. Грехов Л.В. Топливная аппаратура с электронным управлением дизелей и двигателей с непосредственным впрыском бензина. Учебно-практическое

- пособие. – М.: Изд-во «Легион-Автодата». 2001. – 176 с.
5. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. – М.: Легион - Автодата, 2004. – 344 с.
 6. ГОСТ 14846-81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. М.: Издательство стандартов. 1984. – 54 с.
 7. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. М.: Издательство стандартов. 1988. – 58 с.
 8. Астахов И.В. и др. Топливные системы и экономичность дизелей. М.: Машиностроение, 1990 - 288 с.
 9. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление ДВС. - М.: Машиностроение, 1989. - 416 с.