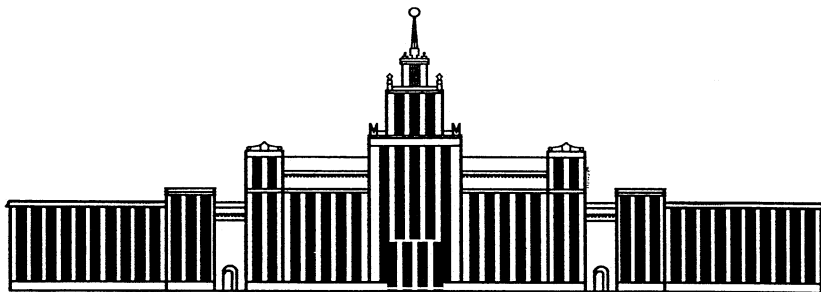


---

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---



---

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

620.9(07)  
Ш656

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ЭКЗАМЕНА  
(направление 141100.62 «Энергетическое  
машиностроение»)**

---

Челябинск  
2013

---

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Южно-Уральский государственный университет  
Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»

620.9(07)  
Ш656

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА  
(направление 141100.62 «Энергетическое машиностроение»)**

Челябинск  
Издательский центр ЮУрГУ  
2013

УДК 620.9.002(075.8)  
Ш656

*Одобрено*  
*учебно-методической комиссией автотракторного факультета*

*Рецензент А.В. Губарев*

**Программа государственного экзамена (направление 141100.62 Ш656 «Энергетическое машиностроение») / составитель В.В. Шишков. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 20 с.**

В программе представлена процедура проведения государственного экзамена, перечень дисциплин, выносимых на государственный экзамен по направлению подготовки 141100 «Энергетическое машиностроение» для итоговой аттестации бакалавров. По каждой дисциплине приведены темы, выносимые на экзамен, и литература для подготовки.

Программа составлена в соответствии с ФГОС-3. Программа может быть использована студентами направления 141100 «Энергетическое машиностроение» для подготовки к итоговой аттестации.

УДК 620.9.002(075.8)

## ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ ОБ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (утверждено приказом Минобрнауки России от 25.03.03 N 1155) к итоговым аттестационным испытаниям, входящим в состав итоговой государственной аттестации, допускается лицо, успешно завершившее в полном объеме освоение основной образовательной программы по направлению подготовки (специальности) высшего профессионального образования, разработанной высшим учебным заведением. При условии успешного прохождения всех установленных видов итоговых аттестационных испытаний, входящих в итоговую государственную аттестацию, выпускнику высшего учебного заведения присваивается соответствующая квалификация (степень) и выдается диплом государственного образца о высшем профессиональном образовании.

В соответствии с ФГОС по направлению 141100 «Энергетическое машиностроение» итоговая государственная аттестация включает защиту выпускной квалификационной работы. Государственный экзамен вводится по усмотрению вуза.

Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы, а также требования к государственному экзамену определяются высшим учебным заведением.

В соответствии с учебным планом образовательной программы по направлению 141100 «Энергетическое машиностроение» предусмотрено проведение государственного экзамена на 37 неделе четвертого года подготовки. На проведение непосредственно экзамена, для подготовки к государственному экзамену, проведению консультаций и предэкзаменационных лекций отводится одна неделя. Трудоемкость государственного экзамена оценивается в 1,5 зачетные единицы.

Итоговая государственная аттестация проводится с целью определения общекультурных и профессиональных компетенций выпускника по направлению подготовки 141100 «Энергетическое машиностроение», определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач, установленных ФГОС ВПО, способствующих его устойчивости на рынке труда и продолжению образования в магистратуре. Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой государственной аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе бакалавра по направлению подготовки 141100 «Энергетическое машиностроение», которую он освоил за время обучения.

# 1. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО НАПРАВЛЕНИЮ 141100.62 «ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»

## 1.1. Описательная часть

Выпускник должен обладать следующими **общекультурными компетенциями**: способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

способностью к письменной и устной коммуникации на государственном языке: умением логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; готовностью к использованию одного из иностранных языков (ОК-2);

способностью в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, готовностью приобретать новые знания, использовать различные средства и технологии обучения (ОК-6);

готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-7);

способностью научно анализировать социально значимые проблемы и процессы, готовностью использовать на практике методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности (ОК-10);

способностью и готовностью применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией (ОК-11);

способностью и готовностью к практическому анализу логики различного рода рассуждений, к публичным выступлениям, аргументации, ведению дискуссии и полемики (ОК-12);

способностью и готовностью понимать и анализировать экономические проблемы и общественные процессы, быть активным субъектом экономической деятельности (ОК-14).

Выпускник должен обладать следующими **профессиональными компетенциями**:

### **общепрофессиональными:**

способностью и готовностью использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области (ПК-1);

способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-2);

готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-3);

способностью и готовностью использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности (ПК-4);

способностью и готовностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);

способностью формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета с его публикацией (публичной защитой) (ПК-7);

**для проектно-конструкторской деятельности:**

способностью и готовностью применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем (ПК-8);

способностью к конструкторской деятельности в профессиональной сфере (ПК-9);

способностью принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения (ПК-10);

способностью и готовностью представлять техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-11);

способностью демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках (ПК-12);

способностью и готовностью осваивать техническую документацию и осуществлять проектно-конструкторскую деятельность в соответствии с техническим заданием в области профессиональной деятельности (ПК-13);

**для научно-исследовательской деятельности:**

способностью выполнять численные и экспериментальные исследования, проводить обработку и анализ результатов (ПК-14);

**для монтажно-наладочной и сервисно-эксплуатационной деятельности:**

способностью и готовностью проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности (ПК-19);

**для организационно-управленческой деятельности:**

способностью применять элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-22).

С учетом требований ФГОС к уровню подготовленности выпускника по направлению 141100 «Энергетическое машиностроение» государственный экзамен включает разделы (дисциплины) базовой части профессионального цикла и дисциплины вариативной части профессионального цикла:

- Безопасность жизнедеятельности;
- Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания;
- Конструирование двигателей;
- Динамика двигателей;
- Агрегаты наддува двигателей;
- Испытания двигателей;
- Системы двигателей.

## **1.2. Правила проведения государственного экзамена по направлению**

### **1.2.1. Общие положения**

Государственный экзамен является формой итоговой аттестации по направлению 141100 «Энергетическое машиностроение».

Государственный экзамен по направлению 141100 «Энергетическое машиностроение» проводится в письменной форме.

Государственный экзамен по направлению 141100 «Энергетическое машиностроение» проводится в соответствии с программой междисциплинарного государственного экзамена, утвержденной ЮУрГУ и Уральским отделением УМО по направлению «Энергетическое машиностроение».

Программа экзамена доводится до сведения студентов не менее чем за шесть месяцев до дня проведения государственного экзамена.

Для содействия студентам в подготовке к государственному экзамену по направлению проводятся консультации.

Государственный экзамен по направлению проводится по вариантам.

Государственный экзамен по направлению включает вопросы теоретического характера и задачи, решение которых предполагает развернутый и аргументированный ответ.

На проведение экзамена отводится 3 часа 30 минут.

Каждый вопрос задания оценивается по пятибалльной шкале. Итоговая оценка экзамена, в общем случае, определяется как среднее арифметическое по всем вопросам задания. Однако, неудовлетворительные оценки по трем и более вопросам из семи, влекут за собой выставление оценки «неудовлетворительно» за государственный экзамен.

### **1.2.2. Процедура проведения государственного экзамена**

Во время экзамена на столе, за которым сидит студент, могут находиться задания государственного экзамена, справочная литература, калькулятор, листы для предварительной работы (черновики), ручка, карандаш и иные канцелярские принадлежности.

Использование студентом на экзамене любых средств связи (компьютеров, ноутбуков, смартфонов, коммуникаторов, мобильных телефонов и др.) влечет за собой удаление с экзамена с последующим выставлением оценки «неудовлетворительно» за государственный экзамен.

Использование шпаргалок запрещается. Выявление факта использования студентом шпаргалки влечет за собой удаление с экзамена с последующим выставлением оценки «неудовлетворительно» за государственный экзамен.

Выход студента из аудитории во время проведения государственного экзамена возможен только с согласия преподавателя.

Результаты государственного экзамена по направлению объявляются не позднее чем через три рабочих дня после его проведения.

## 2. ИНФОРМАЦИЯ О ДИСЦИПЛИНАХ

### 2.1. Безопасность жизнедеятельности

#### Содержание дисциплины

Понятия об условиях труда и факторах, характеризующих трудовой процесс и рабочую среду. Производственный травматизм. Профессиональные заболевания и заболевания производственно обусловленные. Основные показатели микроклимата и их влияние на организм человека.

Загрязнение воздушной среды вредными веществами и их действие на человека. Причины возникновения, источники и физические характеристики вибрации. Влияние вибрации на организм человека. Санитарно-гигиеническое нормирование вибрации. Мероприятия по уменьшению вредного воздействия вибрации на производстве и для потребителя.

Шум и его характеристики. Причины повышенных уровней шума машин. Шумовые характеристики машин и оборудования. Действие шума на человека. Нормирование шума. Контроль. Мероприятия по уменьшению шума. Ультразвук, инфразвук, вредное действие на организм человека. Нормирование. Защитные мероприятия.

Действие электрического тока на организм человека. Факторы, определяющие исход поражения электрическим током. Условия поражения человека электрическим током. Защита от электромагнитных полей токов промышленной частоты и радиочастотного диапазона, их нормирование. Статическое электричество, причины образования, способы снижения опасности.

Общие принципы анализа риска при конструировании безопасной техники и разработке технологических процессов. Опасные зоны и элементы оборудования. Установки аварийного выключения, функции, принципы проектирования.

Снижение риска для здоровья от вредных веществ, выделяющихся при эксплуатации машин. Обеспечение безопасности технологических процессов. Изложение требований безопасности в конструкторской, ремонтной и эксплуатационной документации.

Обеспечение безопасности при эксплуатации систем, работающих под давлением, подъемно-транспортных устройств, промышленных роботов, опасных производственных объектов (ОПО).

Требования к системе освещения помещений и рабочих мест. Требования к микроклимату и воздуху помещений. Требования к организации и оборудованию рабочих мест. Организация режима труда и отдыха.

Пожаро-взрывобезопасность веществ и материалов. Категории помещений и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Способы тушения пожаров. Огнегасительные вещества и составы.



Право работника на охрану труда. Обязанности работодателей и работников в области охраны труда.

Характеристика ЧС природного, техногенного и биолого-социального характера. Основные способы и средства защиты населения в ЧС и при терроризме. Основные положения по устойчивости работы отраслей и объектов экономики при ЧС. Силы и средства для выполнения спасательно-восстановительных работ на объектах при ЧС.

### **Литература для подготовки к экзамену**

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2008. – 606 с.

2. Губанов, В.М. Чрезвычайные ситуации социального характера и защита от них / В.М. Губанов. – М.: Дрофа, 2007. – 285 с.

3. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / под ред. А.И. Сидорова. – М.: КНОРУС, 2007. – 496 с.

4. Сидоров, А.И. Безопасность жизнедеятельности: конспект лекций / А.И. Сидоров, А.В. Хашковский. – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – Ч. I. – 71 с.

5. Горбунов, С.Е., Иноков, В.И., Матвеев, Г.И. Безопасность жизнедеятельности: конспект лекций / под ред. А.И. Сидорова. – Челябинск: ЧГТУ, 1993. – Ч. II. – 95 с.

## **2.2. Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания**

### **Содержание дисциплины**

Теоретические циклы тепловых машин. Понятие о рабочем теле тепловой машины. Термодинамический цикл. Основные типы (схемы) термодинамических циклов тепловых машин. Отличительные особенности теоретических циклов. Среднее давление цикла. КПД циклов. Циклы поршневых ДВС. Определение рабочего цикла поршневой машины. Краткий исторический обзор развития двигателестроения, совершенствования рабочего цикла и теории.

Классификация двигателей по характерным признакам рабочего цикла. Индикаторная диаграмма четырехтактного дизеля, четырехтактного бензинового двигателя и двухтактного дизеля с прямооточной клапанно-целевой продувкой. Индикаторные показатели цикла.

Процесс газообмена. Процесс впуска. Особенности процесса, фазы. Понятие о коэффициентах наполнения, остаточных газов. Влияние на наполнение конструктивных и эксплуатационных факторов. Расчет параметров рабочего тела в конце впуска. Процесс выпуска. Назначение процесса, его особенности. Характерные периоды процесса. Выбор параметров рабочего тела

(давления и температуры) в конце выпуска. Основы расчета газообмена. Задачи расчета. Уравнения расхода газа, давлений и температур для периодов свободного выпуска, принудительного выпуска, продувки, наполнения и дозарядки. Коэффициент расхода. Уравнение баланса масс. Показатели газообмена. Нарушения газообмена.

Процесс сжатия. Теплообмен при сжатии. Назначение процесса, особенности протекания. Расчет процесса сжатия. Выбор среднего показателя политропы сжатия.

Смесеобразование и сгорание в бензиновых двигателях. Состав горючей смеси. Высокотемпературное воспламенение электрической искрой. Распространение пламени. Влияние состава смеси на скорость сгорания и индикаторную мощность.

Концентрационные пределы горючей смеси. Камеры сгорания бензиновых двигателей. Нарушения нормального сгорания. Детонация, ее развитие. Теория возникновения детонации. Последствия детонации. Преждевременное воспламенение от нагретых поверхностей и от частиц нагара. Флюктуация процесса сгорания. Диссоциация продуктов сгорания. Пути улучшения процесса сгорания. Упрощенный расчет процесса сгорания в бензиновых двигателях.

Смесеобразование и сгорание в дизелях. Впрыск топлива форсункой, характеристика впрыскивания. Распыливание топлива. Распыленная топливная струя, её геометрические параметры и структура. Характеристики распыливания. Оценка качества распыливания по мелкости и однородности. Факторы, влияющие на распыливание. Способы смесеобразования и типы камер сгорания. Особенности смесеобразования при наддуве.

Воспламенение и сгорание. Процессы самовоспламенения физические и химические (низкотемпературные, многостадийные). Понятие температуры самовоспламенения, периода задержки воспламенения. Факторы, влияющие на задержку самовоспламенения. Нарушение сгорания в дизелях: дымление, жесткая работа, осмоление выпускного тракта. Причины нарушений и пути их устранения.

Упрощенный расчет процесса сгорания в дизелях. Моделирование процессов сгорания. Цель расчета. Недостатки упрощенного расчета процесса сгорания. Кинетический закон сгорания Вибе. Понятие о цепных реакциях. Вывод полуэмпирического уравнения выгорания в двигателях, уравнений скорости сгорания. Физический смысл условной продолжительности сгорания и показателя характера сгорания. Исползованная теплота и коэффициент эффективности сгорания. Уравнения давления и температуры в процессе сгорания. Теплоемкости продуктов сгорания. Выбор параметров и коэффициентов процесса сгорания.

Процесс расширения. Теплообмен в процессе расширения. Определение давлений, температур и работы газов в процессе расширения. Выбор среднего показателя политропы расширения при упрощенном и уточненном расчетах процесса сгорания.

Индикаторные показатели рабочего цикла. Уравнение среднего индикаторного давления и индикаторного КПД для упрощенных циклов со смешанным и изохорным подводом теплоты. Индикаторные показатели цикла с уточненным расчетом процесса сгорания. Примерные величины индикаторных показателей в двигателях.

Эффективные показатели двигателя. Механические потери. Эмпирические формулы среднего давления механических потерь. Механический КПД двигателя. Определение эффективного КПД, эффективного удельного расхода топлива. Определение диаметра цилиндра и хода поршня. Примерные величины эффективных показателей двигателей. Математическое моделирование рабочих процессов. Тепловой баланс.

Характеристики двигателей. Работа двигателя с потребителем. Эксплуатационные факторы и показатели двигателя. Понятие характеристики двигателя. Скоростные характеристики. Анализ скоростной характеристики.

Развернутое уравнение среднего индикаторного давления. Понятие коэффициентов приспособляемости по крутящему моменту, по частоте вращения коленчатого вала двигателя. Скоростные характеристики: внешняя, внешняя с регуляторной ветвью, внешняя дизеля постоянной мощности; частичная скоростная. Полуэмпирическое уравнение внешней скоростной характеристики.

Нагрузочная характеристика двигателя. Определение и анализ характеристики. Нагрузочно-скоростная характеристика, ее построение и анализ. Регулировочные характеристики двигателей по углу опережения зажигания, по углу опережения впрыска топлива (дизели), по составу смеси.

Вопросы охраны окружающей среды. Основные сведения о государственном законодательстве по вопросам охраны окружающей среды. Токсичность и дымность отработавших газов, их образование. Отраслевые, государственные и международные стандарты по нормированию и определению токсичности и дымности отработавших газов. Шум и вибрация в двигателях, их отрицательные последствия. Основные источники шума и вибраций. Пути снижения уровней шума и вибраций.

Методы повышения мощности двигателей. Уравнение мощности двигателя, его анализ. Наддув и охлаждение наддувочного воздуха – основные методы повышения мощности дизелей.

Перспективы и методы улучшения показателей двигателей. Сравнительные показатели двигателей: поршневая и литровая мощности, литровая и удельная массы двигателя, удельный объем, другие удельные показатели. Развернутое уравнение литровой мощности. Пути повышения мощности, снижения механической и тепловой напряженности.

## Литература для подготовки к экзамену

1. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей: учебник для вузов / под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1983. – 375 с.

2. Шароглазов, Б.А. Поршневые двигатели: теория, моделирование и расчет процессов: учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» по специальности 140501 «Двигатели внутреннего сгорания» направления подготовки 140500 «Энергомашиностроение» / Б.А. Шароглазов, В.В. Шишков. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 524 с.

3. Фарафонов, М.Ф. Автомобильные двигатели: учебное пособие для студентов-заочников / М.Ф. Фарафонов. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1990. – 70 с.

4. Шароглазов, Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов: учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 382 с.

5. Шароглазов, Б.А. Теория рабочих процессов ДВС: учебное пособие к решению задач / Б.А. Шароглазов, В.В. Клементьев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 33 с.

### 2.3. Конструирование двигателей

#### Содержание дисциплины

Основы конструирования двигателей внутреннего сгорания. Общие принципы конструирования и расчетов. Компоновочные схемы двигателей. Основные показатели, характеризующие конструкцию двигателя. Выбор исходных данных при проектировании двигателя. Этапы проектирования двигателя. Автоматизация проектирования двигателя.

Поршневая группа (поршень, палец, кольца). Условия работы. Материалы. Расчет поршня. Расчет поршневого пальца. Расчет кольца с построением эпюры давления кольца на стенку цилиндра. Расчет напряженно-деформированного и теплового состояния поршня.

Шатуны, штоки и крейцкопфы. Стержни шатунов. Поршневая и кривошипная головки шатунов, шатунные болты. Особенности конструкции шатунной группы крейцкопфных двигателей. Материалы шатунов. Расчет на прочность шатунов и шатунных болтов.

Анализ конструкций коленчатых валов. Способы повышения прочности коленчатых валов. Материалы коленчатых валов. Расчет коленчатого вала на прочность. Маховики.

Подшипники (скольжения, качения). Возможные конструкции. Материалы. Гидродинамический расчет подшипника скольжения коленчатого вала. Расчет подшипников качения.

Система газораспределения. Компоновка клапанных механизмов. Анализ конструкций деталей механизма газораспределения. Материалы деталей механизма газораспределения. Профилирование кулачков. Силы, действующие в клапанном механизме. Расчет деталей газораспределения на прочность. Конструирование органов распределения двухтактных двигателей. Золотниковое газораспределение.

Корпусные детали. Фундаментные рамы. Стойки и станины. Картеры и поддоны. Расчет на прочность корпусных деталей и элементов их соединения. Цилиндры и блоки цилиндров. Втулки цилиндров. Головки цилиндров. Основы расчета теплового и напряженно-деформированного состояния втулок и крышек цилиндров.

Анализ конструкций двигателей. Автомобильные и тракторные двигатели. Форсированные, тепловозные и судовые двигатели.

### **Литература для подготовки к экзамену**

1. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневого и комбинированного двигателя: учебник / В.П. Алексеев, Н.А. Иващенко, и др. Под редакцией А.С. Орлина, М.Г. Круглова – 3-е издание. – М.: Машиностроение, 1980. – 288 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей: учебник / Д.Н. Вырубов, С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко и др. Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е издание. – М.: Машиностроение, 1984. -388 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: учебник: В 3 кн./ В.Н. Луканин, И.В. Алексеев, М.Г. Шатров и др.; Под редакцией В.Н. Луканина, М.Г. Шатрова. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Высшая школа. Кн.2: Динамика и конструирование. – 2005. – 399 с.

4. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для ВУЗов / А.И. Колчин. – 5-е издание перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 495 с.

5. Бунов, В.М. Программное обеспечение по курсу «Конструирование и расчет ДВС» Ч. 1: учебное пособие / – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 34 с.

## **2.4. Динамика двигателей**

### **Содержание дисциплины**

Схемы кривошипно-шатунных механизмов (КШМ) поршневых ДВС, достоинства и недостатки. Методы создания дезаксиала в КШМ поршневых двигателей. Выбор и обоснование численных значений дезаксиала

Кинематика КШМ. Перемещение поршня. Средняя скорость поршня, максимальная скорость поршня. Скорость поршня первого и второго порядка. Ускорение поршня первого и второго порядка. Угловое перемещение, угловая скорость и угловое ускорение шатуна.

Принципы приведения движущихся масс. Определение численных значений приведенных масс.

Силы, действующие в КШМ. Выбор порядка работы цилиндров и кривошипной схемы коленчатого вала. Силы, действующие на шатунную шейку коленчатого вала. Схема сил и моментов, действующих в одноцилиндровом двигателе. Схема сил и моментов, действующих в V-образном двигателе. Полярная диаграмма сил, действующих на шатунную шейку одноцилиндрового двигателя. Полярная диаграмма сил, действующих на шатунную шейку двигателя с прицепным шатуном. Полярная диаграмма сил, действующих на шатунный подшипник. Развернутая диаграмма сил, действующих на шатунную шейку. Удельные нагрузки на шатунный подшипник. Диаграмма предполагаемого износа шатунной шейки.

Схемы КШМ двухцилиндровых двигателей. Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя с кривошипами, направленными в одну сторону. Уравновешивание двухцилиндрового рядного двигателя с противоположным расположением кривошипов. Уравновешивание двухцилиндрового V-образного двигателя с углом развала 90 град. Уравновешивание двухцилиндрового V-образного двигателя с углом развала 180 град. Уравновешивание двухцилиндрового V-образного двигателя с углом развала 180 градусов и противоположно расположенными кривошипами.

Уравновешивание четырехцилиндрового однорядном двигателе с кривошипами под углом 180 градусов. Уравновешивание сил инерции первого порядка возвратно-поступательно движущихся масс в одноцилиндровом двигателе. Уравновешивание сил инерции второго порядка возвратно-поступательно движущихся масс в одноцилиндровом двигателе.

Суммарный крутящий момент двигателя. Суммарный средний крутящий момент двигателя. Избыточная работа крутящего момента. Коэффициент неравномерности крутящего момента. Степень неравномерности хода двигателя.

Схемы механизмов газораспределения. Профили кулачков механизма газораспределения. Типы толкателей механизма газораспределения.

Эквивалентная система коленчатого вала. Формы колебаний крутильной системы. Этапы выполнения расчета коленчатого вала на крутильные колебания. Гармонический анализ крутящего момента. Резонансный режим работы двигателя. Способы снижения напряжений в коленчатых валах от крутильных колебаний. Демпферы и гасители крутильных колебаний.

Изгибные колебания в коленчатых валах ДВС.

## Литература для подготовки к экзамену

1. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для студентов ВУЗов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / Д.Н. Вырубов, С.Н. Ефимов, Н.А. Иващенко и др. / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 388 с.

2. Чистяков, В.К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие для машиностроительных ВУЗов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания». – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с.

3. Попык, К.Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей: учебник для ВУЗов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания». – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1970. – 328 с.

4. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для ВУЗов / А.И. Колчин. – 5-е издание перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 495 с.

5. Динамика двигателей внутреннего сгорания: методические указания к лабораторным работам / Сос.: В.В. Панов, С.Г. Драгомиров, А.Н. Гоц, А.М. Шарапов – Владимир: Владимирский гос. ун-т, 2003. – 60 с.  
[http://window.edu.ru/window\\_catalog/files/r65813/din\\_dvs.pdf](http://window.edu.ru/window_catalog/files/r65813/din_dvs.pdf)

### 2.5. Агрегаты наддува двигателей

Агрегаты наддува и их классификация. Приводные компрессоры. Турбокомпрессоры. Назначение и основные элементы агрегатов наддува: компрессоры и турбины. Схемы и перспективы развития агрегатов наддува комбинированных ДВС.

Компрессионные устройства в ДВС – воздушные компрессоры. Общие сведения о компрессорах. Классификация компрессоров. Типы компрессоров, применяемых в агрегатах наддува ДВС.

Объемные компрессоры. Общая характеристика и особенности работы. Поршневые компрессоры. Схемы и принцип действия. Теоретический процесс сжатия газа в поршневом компрессоре, работа сжатия. Вредное пространство. Объемный КПД, коэффициенты наполнения и подачи. Работа действительного процесса сжатия газа, коэффициенты полезного действия. Мощность, затрачиваемая на привод компрессора.

Роторные компрессоры. Типы роторных компрессоров. Роторно-шестеренчатый компрессор. Схема и принцип действия. Теоретический и действительный процессы сжатия. Объемный КПД и теоретическая производительность. Относительный адиабатный КПД. Утечки и коэффициент подачи. Гидравлические потери и коэффициенты полезного действия. Определение основных размеров, профилирование роторов. Роторно-винтовой

компрессор. Схема и принцип действия. Особенности рабочего процесса. Преимущества и недостатки.

Центробежные компрессоры. Устройство и принцип действия. Работа, затрачиваемая на сжатие и подачу воздуха. Процессы в  $p$ - $V$ ,  $i$ - $S$ ,  $T$ - $S$  диаграммах. Коэффициенты полезного действия. Расчет проточной части компрессора. Входные устройства, их типы, расчет параметров потока. Рабочие колеса. Типы колес, коэффициент мощности. Потери при течении воздуха через колесо. Дисковые потери. Определение параметров воздуха на выходе из колеса. Течение воздуха в диффузоре. Лопаточный и безлопаточный диффузоры. Профилирование лопаток. Гидравлические потери, КПД диффузора. Расчет параметров потока на выходе из диффузора. Сравнение лопаточного и безлопаточного диффузоров. Течение воздуха в воздухохотборниках и улитках. Расчет параметров потока на выходе из улитки.

Осевые компрессоры. Устройство и принцип действия осевого компрессора. Основные параметры ступени осевого компрессора. Профилирование лопаток. КПД многоступенчатого осевого компрессора.

Характеристики и регулирование компрессоров. Особенности работы компрессоров в составе ДВС. Характеристики объемных, центробежных и осевых компрессоров. Понятие об устойчивости работы центробежного и осевого компрессора, помпаж. Регулирование компрессоров.

Расширительные устройства в ДВС – газовые турбины. Общие сведения о газовых турбинах. Истечение газа из сопел. Адиабатический процесс расширения газа в соплах, работа сопел на нерасчетных режимах. Расширение газа в косом срезе лопаточного канала. Обтекание газом решетки лопаток, потери в решетках. Классификация турбин. Типы турбин, применяемых в агрегатах наддува ДВС.

Осевые турбины. Работа газа на окружности рабочего колеса и коэффициенты полезного действия. Расчет решетки сопловых и рабочих лопаток. Изменение параметров газового потока вдоль радиуса. Принципы профилирования лопаточных аппаратов.

Радиальные турбины. Центростремительные и центробежные турбины. Импульсные турбины и турбины постоянного давления. Преобразователи импульсов. Особенности расчета импульсных турбин. Типы сопловых аппаратов. Безлопаточный сопловой аппарат центростремительной турбины.

Характеристики и регулирование газовых турбин. Характеристики газовых турбин. Принципы регулирования. Регулирование турбины поворотом лопаток соплового аппарата. Байпасный перепуск газа.

Совместная работа турбокомпрессора и двигателя. Совмещение характеристик компрессора и поршневого двигателя. Выбор расчетной точки совместной работы. Настройка турбокомпрессора.

Охладители наддувочного воздуха в ДВС. Назначение и принцип работы. Типы охладителей. Воздухо-воздушный охладитель. Воздухо-жидкостный охладитель. Особенности конструкции. Схемы включения промежуточных



охладителей в систему охлаждения наддувочного воздуха. Методы расчета охладителей. Выбор типа охладителя.

### **Литература для подготовки к экзамену**

1. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневого и комбинированного двигателя: учебник / В.П. Алексеев, Н.А. Иващенко, и др. Под редакцией А.С. Орлина, М.Г. Круглова – 3-е издание. – М.: Машиностроение, 1980. – 288 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей: учебник для вузов / под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1983. – 375 с.

3. Лазарев, Е.А. Расширительные устройства агрегатов наддува поршневых ДВС - газовые турбины: учебное пособие / Е.А. Лазарев, В.Г. Галичин, В.Е. Лазарев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 91 с.

4. Лазарев, Е.А. Компрессорные устройства агрегатов наддува поршневых ДВС - воздушные компрессоры: учебное пособие / Е.А. Лазарев, В.Г. Галичин, В.Е. Лазарев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 64 с.

5. Галичин, В.Г. Агрегаты наддува ДВС: учебное пособие для курсового проекта / В.Г. Галичин. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1991. – 44 с.

### **2.6. Испытания двигателей**

Организация исследований двигателей.

Основы электрических измерений неэлектрических величин, датчики, усилители, осциллографы. Основные принципы измерений. Устройство и работа датчиков и вторичных приборов.

Измерение давлений в жидкостях и газах, перемещений твердых тел, скоростей потоков жидкостей и газов, температур твердых тел. Особенности регистрации быстроизменяющихся параметров жидкостей, газов и твердых тел.

Виды и методы испытаний. Виды испытаний – стендовые и эксплуатационные. Стандарты на испытания. Комплектность двигателя. Методы определения параметров и характеристик. Обкатка двигателей на стендах и в эксплуатации. Детонационные испытания. Ускоренные стендовые испытания на надежность.

Установки и приборы для испытаний. Испытательные станции, лаборатории, стенды. Классификация основных приборов и устройств.

Тормозные установки. Требования к ним. Моменты, действующие в тормозе. Классификация тормозных установок. Гидравлические тормоза. Уравнение тормозного момента и мощности тормоза. Характеристика тормоза. Индукторные тормоза, характеристики. Электрические тормоза постоянного и переменного тока, их характеристики. Установки с отдачей энергии в сеть. Устойчивость и стабильность работы тормозов.

Измерение крутящего момента. Классификация устройств. Маятниковые весы, силоизмерительные системы, торсионные динамометры с тензо, фото и индуктивными датчиками.

Измерение времени и частоты вращения. Тахометры электронные, стробоскопические.

Измерение температуры и давления. Устройства для измерения стационарных и нестационарных температур рабочих сред. Измерение температур деталей. Измерение давлений в жидкостях и газах.

Измерение скоростей и расходов жидкостей и газов. Классификация устройств. Устройства для измерения расхода топлива: весовой и объемный способы, ротационные счетчики, сужающие устройства. Измерение скоростей и расходов газа при неустановившихся режимах работы двигателя устройствами с тепловыми преобразователями.

Определение состава и дымности отработавших газов. Определение состава токсических веществ в отработавших газах. Показатели. Виды испытаний на токсичность. Газоотборочные устройства, газоанализаторы. Измерение дымности (фильтрующий и оптический измерители). Испытание дизелей на дымность.

Измерение шума и вибрации двигателя. Единицы измерения. Аппаратура для измерения шума и вибрации. Шумовые и вибрационные характеристики.

Индицирование двигателей. Автоматизированные информационно-измерительные системы (ИИС). Электрические индикаторы, характеристики их датчиков. Стробоскопические индикаторы, измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) для испытания и индицирования двигателей.

### **Литература для подготовки к экзамену**

1. Шароглазов, Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев / под ред. Б.А. Шароглазова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 382 с.
2. Фарафонов, М. Ф. Испытания ДВС. Виды и методы: учебное пособие / М.Ф. Фарафонов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1994. – 77 с.
3. Фарафонов, М. Ф. Испытания ДВС. Установки и приборы: учебное пособие / М.Ф. Фарафонов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1995. – 155 с.
4. ГОСТ 18509-88 Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. – 70 с.
5. ГОСТ 14846-81 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1981. – 53 с.

## 2.7. Системы двигателей

Системы питания двигателя воздухом. Свойства дисперсных систем. Способы улавливания пыли. Назначение, требования к системе очистки воздуха в поршневых ДВС и способы очистки. Оценочные параметры воздухоочистителей. Расчет воздухоочистителей.

Системы питания топливом бензиновых двигателей. Карбюраторная система питания двигателя топливом. Топливный бак и трубопроводы. Топливоподкачивающий насос. Приготовление смеси в карбюраторном двигателе. Характеристика идеального карбюратора. Характеристика элементарного карбюратора. Главная дозирующая система. Дополнительные устройства карбюратора. Конструкция и подбор карбюратора.

Система питания двигателя с впрыском легкого топлива и принудительным зажиганием. Основные схемы. Принципиальные схемы регулирования состава смеси. Современные системы впрыска легкого топлива.

Система питания топливом дизеля с топливным насосом высокого давления (ТНВД). Требования к системе питания топливом дизеля. Параметры топливоподдачи. Расчет топливоподкачивающего насоса. Расчет ТНВД. Расчет форсунки. Основы гидродинамической теории впрыска топлива. Насосы распределительного типа.

Многотопливная топливная аппаратура дизелей бронетанковой техники. Дизельная топливная аппаратура, адаптированная для эксплуатации в экстремальных условиях.

Электронная аккумуляторная система впрыска «Common Rail». Основные элементы системы «Common Rail».

Топливные системы и системы воспламенения горючей смеси газовых двигателей. Газовая топливная аппаратура.

Система охлаждения. Системы охлаждения и требования к ним. Системы жидкостного охлаждения. Расчет системы жидкостного охлаждения. Расчет радиатора. Расчет вентилятора. Расчет водяного насоса. Высокотемпературная жидкостная система охлаждения. Воздушная система охлаждения. Эжекционная система охлаждения.

Смазочные системы. Назначение, классификация смазочных систем и требования к ним. Расчет масляного насоса. Расчет масляного фильтра. Расчет масляного радиатора.

Системы пуска и реверсирования двигателей. Электростартерные системы пуска. Пневматическая система пуска. Устройства для облегчения пуска.

Системы газораспуска. Системы нейтрализации токсичных веществ. Системы вторичного использования теплоты. Системы диагностирования двигателей. Системы управления двигателями. Основы автоматизации двигателей.

## Литература для подготовки к экзамену

1. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей: учебник для вузов по спец. «Двигатели внутреннего сгорания» / С.И. Ефремов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др.; под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. –

2. Мысляев, В.М. Системы автотракторных двигателей: конспект лекций / В.М. Мысляев, И.В. Максакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 147 с.

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

4. Изенбург, Р. Дизельная аккумуляторная система впрыскивания Common Rail / Р. Изенбург, М. Мюнценмей, Х. Кулл; пер. с нем. Е.А. Лазарева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 75 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО НАПРАВЛЕНИЮ 141100.62 «ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»	
1.1. Описательная часть.....	4
1.2. Правила проведения государственного экзамена по направлению	
1.2.1. Общие положения.....	6
1.2.2. Процедура проведения государственного экзамена.....	6
2. ИНФОРМАЦИЯ О ДИСЦИПЛИНАХ	
2.1. Безопасность жизнедеятельности.....	7
2.2. Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания.....	8
2.3. Конструирование двигателей.....	11
2.4. Динамика двигателей.....	12
2.5. Агрегаты наддува двигателей.....	14
2.6. Испытания двигателей.....	16
2.7. Системы двигателей.....	18

Техн. редактор *А.В. Миних*

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 30.12.2013. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 1,16. Тираж 30 экз. Заказ 897/634.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.  
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.