

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

и.ч



«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
по образовательной деятельности
А.А. Панфилов
2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Конструирование двигателей»

Направление подготовки 13.03.03 – энергетическое машиностроение
Профиль/программа подготовки – двигатели внутреннего сгорания
Уровень высшего образования – бакалавриат
Форма обучения очная

Се- местр	Трудоемкость зач. ед./час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работы, час	СРС, час.	Форма промежу- точной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
7	6/216	36	36	-	108	экзамен (36)
8	7/252	24	16	8	168	экзамен (36), КП
Итого	13/468	60	52	8	276	экзамен (36), экзамен (36), КП

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины является:

- изучении конструктивных особенностей механизмов поршневых двигателей и их деталей;
- формирование знаний в области проектирования двигателей внутреннего сгорания;
- освоении современных расчетных методов при проектировании деталей ДВС;
- использование информационных технологий при конструировании энергетического оборудования.

Задачи дисциплины – привитие навыков выбора эффективных технических решений при проектировании двигателя, научить проводить прочностные расчеты при проектировании основных узлов и деталей двигателей внутреннего сгорания; строить расчетные схемы, определять критерии прочности, использовать технологические и конструкторские методы обеспечения технического уровня и надежности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Конструирование двигателей» относится к вариативной части дисциплин, устанавливаемых вузом для уровня высшего образования бакалавриата.

Для успешного изучения курса студенты должны быть знакомы с основными положениями следующих дисциплин:

- физика (разделы: физические основы механики; понятие состояния в классической механике, уравнения движения, законы сохранения, основы релятивистской механики, принцип относительности в механике, кинематика и динамика твердого тела, механика жидкостей и газов);
- термодинамика и тепломассообмен (разделы: первый закон термодинамики; виды энергии; теплота и работа, внутренняя энергия, энтальпия; термодинамические свойства и процессы идеального газа, молекулярно-кинетическая теория теплоемкости газов, основные процессы идеальных газов, смеси газов; второй закон термодинамики; термодинамические циклы и их КПД; цикл Карно; обратимые и необратимые процессы; энтропия; энергия тепла и потока вещества; общие свойства реальных газов и жидкостей; критические параметры; сжимаемость; фазовые переходы);
- материаловедение (разделы: строение металлов, механические свойства конструкционных сталей, чугуна, алюминиевых сплавов, меди и сплавов на ее основе, баббитов, неметаллических материалов, термическая и химико-термическая обработка стали);
- теоретическая механика (разделы: статика твердого тела, пространственная схема сил, кинематика точки, плоское движение твердого тела, сложное движение, динамика системы материальных точек, теория колебаний, устойчивость движения);
- механика материалов и конструкций (разделы: напряжения и деформации при растяжении и сжатии, изгибе и кручении, построение эпюр моментов и сил, моменты инерции и моменты сопротивления сечений, основы усталостной прочности, динамическое действие нагрузок, явления ползучести и релаксации, устойчивость элементов конструкций);
- численные методы расчета в энергомашиностроении (разделы: основы теории упругости, прикладные методы теории упругости, численные и вариационные методы расчета, метод конечных элементов);
- высшая математика (разделы: основы дифференциального и интегрального исчисления, матрицы и определители, решения дифференциальных уравнений, ряды Фурье);
- информатика (разделы: основы программирования, математическое моделирование процессов и конструкций, методы компьютерной графики, компьютерные методы сбора, хранения и обработки информации);

- устройство и работа тепловых двигателей (разделы: конструкция и работа поршневых двигателей внутреннего сгорания, понятие о работе газотурбинных двигателей, холодильных установок);
- теория рабочих процессов в тепловых двигателях (разделы: рабочие процессы в энергетических машинах, аппаратах и установках);
- динамика двигателей (разделы: определение сил и моментов в кривошипно-шатунном механизме, уравнивание двигателей);
- теория машин и механизмов (разделы: основные понятия теории механизмов и машин; основные виды механизмов; структурный анализ и синтез механизмов);
- детали машин (разделы: общая методология и логика решения проектных задач; системный подход в проектировании технических систем; понятие элементной базы);
- агрегаты наддува (разделы: наддув поршневых двигателей, способы наддува, схемы комбинированных двигателей; объемные, поршневые, роторные, винтовые, центробежные и осевые компрессоры; методы расчета и конструирование компрессоров; активные, реактивные, осевые и радиальные турбины; методы расчета и конструирование турбин для наддува двигателей; импульсные турбины; турбины с постоянным давлением; характеристики и регулирование газовых турбин).

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ПК-1	Полное	<p>Знать: порядок проектирования автомобильных и тракторных двигателей.</p> <p>Уметь: формулировать цель проектирования двигателя, выбрать эффективные конструктивные решения.</p> <p>Владеть: информацией из различных источников и баз данных по конструкции современных двигателей и их систем и использовать эти данные при проектировании.</p>
ПК-2	Полное	<p>Знать: методы расчета и оценки нагрузок в основных деталях поршневых двигателей, способы их конструирования, их технические характеристики.</p> <p>Уметь: выбрать эффективные конструктивные решения</p> <p>Владеть: существующими программами расчета напряженного-деформированного состояния деталей двигателей.</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов (7 семестр – 5 ЗЕТ; 8 семестр – 3 ЗЕТ, 288 часов, семестры 7 – 108 ч. и 8 – 180 ч.).

4.1. Общеобразовательные модули дисциплины

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1.	Выбор основных параметров двигателей. Выбор компоновочной схемы двигателя.	7	1	2	2		6	2/50	
2.	Основные показатели двигателя. Этапы проектирования двигателя	7	2	2	2		6	2/50	
3.	Выбор расчетных режимов при проектировании двигателя. Расчеты на прочность при переменных напряжениях.	7	3	2	2		6	2/50	
4.	Изменение показателей рабочего процесса двигателя по внешней скоростной характеристике. Моделирование внешней скоростной характеристики на стадии проектирования	7	4	2	2		6	-	
5.	Моделирование регуляторной характеристики тракторного дизеля на стадии проектирования.	7	5	2	2		6	2/50	Рейтинг-контроль №1
6.	Определение сил и моментов в КШМ. Методы уравнивания	7	6	2	2		6	2/50	
7.	Конструктивные особенности коленчатых валов автомобильных и тракторных двигателей	7	7	2	2		6	1/25	
8.	Расчет коленчатых валов	7	8	2	2		6	2/50	
9.	Методы упрочнения и изготовления коленчатых валов. Применяемые материалы.	7	9	2	2		6	1/25	
10.	Нагрузки на шатунные и коренные подшипники коленчатого вала	7	10	2	2		6		
11.	Конструкция, материалы и покрытия коренных и шатунных подшипников. Расчет подшипников скольжения.	7	11	2	2		6	2/50	Рейтинг-контроль №2
12.	Шатуны. Конструкции элементов шатуна. Нагрузки на шатуны.	7	12	2	2		6	2/50	
13.	Методы расчета шатунов	7	13	2	2		6		
14.	Резьбовые соединения, коэффициент основной нагрузки для различных резьбовых соединений.	7	14	4	4		6	2/50	
15.	Расчет резьбовых соединений: шатунных болтов и болтов крышек коренных подшипников	7	15	2	2		6	2/50	
16.	Конструкции и расчет поршней..	7	16	2	2		6	2/50	
17.	Конструкции и условия работы поршневых колец, их виды.	7	17	2	2		6	2/50	

18.	Конструкции и расчет поршневых пальцев	7	18	2	2		6	2/50	Рейтинг-контроль №3
Всего за 7 семестр				36	36		108	26/36	Экзамен (36)
1	Конструктивный обзор механизмов газораспределения. Расчет проходных сечений, хода клапана. Основные параметры кулачков, виды рабочих профилей. Закон движения толкателя.	8	1	4	2	2	21	3/50	
2	Профилирование безударных кулачков. Расчет пружины клапана.	8	2	2	2	-	21	2/50	
3	Расчет распредвала. Расчет штанги и толкателя. Силовые схемы двигателей. Расчет корпусных деталей двигателя: цилиндров, блоков, блок-картеров.	8	3	4	2	2	21	2/33,3	Рейтинг-контроль №1
4	Конструкции головок цилиндров, впускных и выпускных каналов.	8	4	2	2	-	21	-	
5	Профилирование впускных и выпускных каналов. Условия нагружения головок цилиндров. Расчетные схемы.	8	5	4	2	2	21	2/33,3	
6	Работа газового стыка. Расчет болтов (шпилек) головки цилиндра. Двухтактные двигатели: с кривошипно-камерной продувкой и приводным нагнетателем, с противоположно движущимися поршнями.	8	6	2	2	-	21	2/50	Рейтинг-контроль №2
7	Настройка систем двухтактных ДВС. Роторно-поршневые и газотурбинные двигатели	8	7	4	2		21	-	
8	Двигатели Стирлинга	8	8	2	2	2	21	2/50	Рейтинг-контроль №3
Всего за 8 семестр				24	16	8	168	15/31	
Наличие в дисциплине КП/КР									КП, 8 семестр
Итого по дисциплине				60	52	8	276	120/34	Экзамен (36), Экзамен (36), КП

Содержание лекционных занятий по дисциплине 7 семестр

Тема 1. Основные задачи и цели дисциплины «Конструирование двигателей».

Содержание темы.

Введение. Задачи и цели дисциплины. Современное состояние, тенденции и задачи развития тепловых двигателей на примерах наиболее прогрессивных конструкций отечественных и зарубежных поршневых двигателей. Этапы проектирования тепловых двигателей: техническое задание; эскизный, технический и рабочий проекты.

Тема 2. Выбор основных параметров поршневых двигателей.

Содержание темы.

Выбор основных параметров поршневых двигателей: тип двигателя; среднее эффективное давление; частота вращения и средняя скорость поршня; отношение хода поршня к диаметру цилиндра; отношение радиуса кривошипа к длине шатуна; число цилиндров; тактность, рабочий объем цилиндра, вид охлаждения; диаметр цилиндра. Выбор компоновочной схемы поршневого двигателя, преимущества и недостатки схем. Анализ достигнутого уровня.

Тема 3. Основные показатели поршневого двигателя.

Содержание темы.

Основные показатели поршневого двигателя: удельная мощность, литровая и поршневая мощность; удельная масса, литровая масса, эффективные показатели.

Изменение показателей рабочего процесса поршневого двигателя по внешней скоростной и регуляторной характеристиках.

Тема 4. Выбор расчетных режимов поршневого двигателя.

Содержание темы.

Выбор расчетных режимов поршневого двигателя – при номинальной (максимальной) мощности, при максимальном крутящем моменте, на режиме максимальной частоты вращения холостого хода. Расчетные режимы двухтактных двигателей.

Тема 5. Моделирование внешней скоростной и регуляторной характеристик поршневого двигателя

Содержание темы.

Моделирование внешней скоростной и регуляторной характеристик поршневого двигателя на стадии проектирования с использованием безразмерных координат.

Тема 6. Расчет деталей поршневых двигателей на действие нагрузок, переменных во времени.

Содержание темы.

Влияние знакопеременного характера изменения сил и моментов на особенности расчета деталей тепловых двигателей. Запасы прочности при сложном напряженном состоянии. Конструкции коленчатых валов: порядок работы рядных и V-образных поршневых двигателей, угол смещения очередных по порядку работы цилиндров кривошипов, передача момента на маховик, подвод смазки, фиксация вала, влияние на прочность крутильных колебаний. Методы упрочнения коленчатых валов.

Тема 7. Расчет коленчатых валов рядных и V-образных поршневых двигателей.

Содержание темы.

Расчет набегающих моментов на коренных и шатунных шейках, расчет шеек на усталость, особенности расчета щек.

Тема 8. Конечно-элементные модели, используемые при расчете коленчатых валов.

Содержание темы.

Конечно-элементные модели, используемые при расчете коленчатых валов: кинематические граничные условия, способы приложения нагрузки, типы элементов.

Тема 9. Конструкция и расчет подшипников скольжения ДВС.

Содержание темы.

Конструкция, материалы и покрытия коренных и шатунных подшипников. Расчет подшипников скольжения.

Тема 10. Конструкция шатунов поршневых двигателей.

Содержание темы.

Шатуны. Конструкции элементов шатуна – поршневой головки, стержня, кривошипной головки, шатунных болтов, виды разъемов кривошипной головки шатуна.

Тема 11. Расчет шатуна при действии переменных нагрузок.

Содержание темы.

Расчет поршневой головки, эпюра напряжений; расчет стержня в двух плоскостях, особенности расчета кривошипной головки. Способы повышения надежности шатунов.

Тема 12. Конечно-элементные модели, используемые при расчете шатунов..

Содержание темы.

Конечно-элементные модели, используемые при расчете шатунов: кинематические граничные условия, способы приложения нагрузки, типы элементов.

Тема 13. Расчет резьбовых соединений поршневых двигателей.

Содержание темы.

Расчет резьбовых соединений, коэффициент основной нагрузки для различных резьбовых соединений. Величина нагрузки, прикладываемой к болту или шпильке при действии переменных нагрузок.

Тема 14. Конструкции шатунных болтов.

Содержание темы.

Особенности расчета шатунных болтов с учетом деформации вкладышей. Расчет момента затяжки, определение момента на ключе. Мероприятия по повышению надежности шатунных болтов.

Тема 15. Конструкции поршней автотракторных поршневых двигателей.

Содержание темы.

Конструкции поршней автотракторных поршневых двигателей: высота жарового пояса, число колец, высота головки и юбки, овализация, смещение оси пальца, терморегулирующие вставки, нирезистовые вставки в канавку первого кольца, покрытия.

Тема 16. Расчет поршня.

Содержание темы.

Расчет днища, верхней кольцевой перемычки, зазоров. Современные материалы и технологии, используемые при изготовлении поршней. Расчет поршней МКЭ.

Тема 17. Конструкции, условия работы и расчет поршневых колец.

Содержание темы.

Конструкции и условия работы поршневых колец, их виды. Среднее радиальное давление, виды эпюр колец (грушевидная, яблоковидная, равномерная), напряжение в рабочем состоянии и при надевании на поршень, расчет зазора в замке. Современные материалы и технологии, используемые при изготовлении поршневых колец.

Тема 18. Конструкция и расчет поршневых пальцев.

Содержание темы.

Конструкции поршневых пальцев: плавающие, запрессованные в головку шатуна, облегченные с ребрами жесткости, с профилированными рабочими поверхностями, условия работы. Расчетная схема по Кинасошвили, расчет на изгиб, срез, овализацию и усталость; эпюра овализации, определение наиболее опасного сечения, отличия при расчете плавающих и запрессованных пальцев. Современные материалы и технологии, используемые при изготовлении поршневых пальцев. Использование метода конечных элементов при расчете поршневой группы: методы определения и задания граничных условий теплообмена, силовой нагрузки, кинематических граничных условий при разных уровнях моделирования.

8 семестр

Тема 1. Конструктивный обзор механизмов газораспределения.

Содержание темы.

Конструктивный обзор механизмов газораспределения: расположение и число клапанов; расположение распредвала. Назначение, условия работы и конструктивные особенности распредвалов, толкателей, штанг, коромысел, тарелок, сухарей, пружин, направляющих втулок, клапанов.

Тема 2. Расчет МГР.

Содержание темы.

Расчет проходных сечений, хода клапана. Основные параметры кулачков, виды рабочих профилей. Закон движения толкателя при безударных кулачках.

Тема 3. Профилирование безударных кулачков на ЭВМ.

Содержание темы.

Профилирование безударных кулачков на ЭВМ. Расчет пружины клапана при безударном кулачке.

Тема 4. Расчет распределительного вала.

Содержание темы.

Расчет распредвала. Обоснование расчетной схемы, определение силы инерции, усилия пружины, газовой силы применительно к безударному кулачку.

Тема 5. Расчет штанги и толкателя.

Содержание темы.

Расчет штанги на продольную устойчивость с учетом допускаемой погнутости. Расчет толкателя с учетом действия максимального усилия в момент максимального ускорения. Гидрокомпенсаторы зазора.

Тема 6. Силовые схемы двигателей.

Содержание темы.

Силовые схемы двигателей. Расчет корпусных деталей поршневых двигателей: цилиндров, блоков, блок-картеров. Конечно-элементные модели, используемые при расчете цилиндров, перегородок блок-картеров: кинематические и тепловые граничные условия, способы приложения нагрузки, типы элементов.

Тема 7. Конструкции головок цилиндров, впускных и выпускных каналов.

Содержание темы.

Конструкции головок цилиндров, впускных и выпускных каналов. Современные материалы и технологии, используемые при изготовлении головок. Расчет головок с учетом газовых, монтажных и температурных нагрузок. Конечно-элементные модели, используемые при расчете головок цилиндров: кинематические и тепловые граничные условия, способы приложения нагрузки, типы элементов.

Тема 8. Работа газового стыка.

Содержание темы.

Работа газового стыка. Расчет болтов (шпилек) головки цилиндра. Влияние соотношения податливостей деталей на характер нагружения газового стыка.

Тема 9. Обзор конструкций машин, установок, двигателей и аппаратов по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии.

Содержание темы.

Обзор конструкций машин, установок, двигателей и аппаратов по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии, в том числе: паровые и водогрейные котлы и котлы-утилизаторы; парогенераторы; паро- и газотурбинные установки и двигатели; теплообменные аппараты; холодильные установки; компрессоры.

Тема 10. Обзор систем кондиционирования воздуха.

Содержание темы.

Обзор систем кондиционирования воздуха. Расчет систем кондиционирования воздуха.

Тема 11. Исполнительные устройства систем управления работы энергетических машин.

Содержание темы.

Исполнительные устройства систем управления работы энергетических машин, установок, двигателей и аппаратов.

Тема 12. Вспомогательное оборудование.

Содержание темы.

Вспомогательное оборудование, обеспечивающее функционирование энергетических установок и двигателей.

Содержание практических занятий по дисциплине

7 семестр

Тема 1. Выбор и обоснование основных параметров проектируемого поршневого двигателя.

Содержание темы.

Расчет на ПЭВМ показателей проектируемого двигателя. Выбор и обоснование основных параметров проектируемого поршневого двигателя.

Тема 2. Анализ достигнутого уровня проектируемого двигателя.

Содержание темы.

Выбор для анализа показателей выпускаемых поршневых двигателей. Анализ достигнутого уровня проектируемого двигателя.

Тема 3. Выбор расчетных режимов.

Содержание темы.

Выбор расчетных режимов. Расчет сил и моментов, действующих в поршневом двигателе.

Тема 4. Построение внешней скоростной характеристики проектируемого поршневого двигателя.

Содержание темы.

Построение внешней скоростной характеристики проектируемого поршневого двигателя.

Тема 5. Построение регуляторной характеристики проектируемого поршневого двигателя.

Содержание темы.

Построение регуляторной характеристики проектируемого поршневого двигателя.

Тема 6. Расчет сил и моментов, действующих на расчетных режимах в КШМ.

Содержание темы.

Проведение динамического расчета на ПЭВМ и расчет сил и моментов, действующих на расчетных режимах в КШМ.

Тема 7. Полярная диаграмма нагрузок на шатунную шейку.

Содержание темы.

Построение полярной диаграммы нагрузки на шатунную шейку и диаграммы изнашивания..

Тема 8. Полярная диаграмма нагрузок на коренную шейку.

Содержание темы.

Построение полярной диаграммы нагрузки на коренную шейку и диаграммы изнашивания.

Тема 9. Расчет набегающих моментов на коренные и шатунные шейки коленчатого вала поршневого двигателя

Содержание темы.

Расчет набегающих моментов на коренные и шатунные шейки коленчатого вала поршневого двигателя, определение наиболее нагруженной шейки.

Тема 10. Прочностной расчет коленчатого вала.

Содержание темы.

Расчеты на прочность наиболее нагруженного кривошипа коленчатого вала с учетом нагрузок на расчетных режимах.

Тема 11. Расчеты элементов шатуна.

Содержание темы.

Расчет поршневой головки шатуна.

Тема 12. Расчет стержня и кривошипной головки шатуна.

Содержание темы.

Расчет стержня и кривошипной головки шатуна.

Тема 13. Расчет шатунных болтов

Содержание темы.

Расчеты шатунных болтов.

Тема 14. Расчет поршневого пальца.

Содержание темы.

Расчет поршневого пальца.

Тема 15. Построение эпюр напряжений в поршневом пальце.

Содержание темы.

Построение эпюр напряжений. Определение зазоров.

Тема 16. Расчет поршневых колец.

Содержание темы.

Расчет поршневых колец.

Тема 17. Расчет подшипников скольжения.

Содержание темы.

Расчет поршневых колец.

Тема 18. Расчетно-пояснительная записка к курсовому проекту.

Содержание темы.

Обсуждение содержание расчетно-пояснительная записки к курсовому проекту.

8 семестр

Тема 1. Определение проходного сечения горловины.

Содержание темы.

Определение проходного сечения горловины и хода впускного клапана поршневого двигателя.

Тема 2. Построение профиля безударного кулачка.

Содержание темы.

Построение профиля безударного кулачка и расчет ускорений.

Тема 3. Расчет пружины клапана.

Содержание темы.

Построение характеристики пружины клапана и определение ее параметров. Расчет пружины клапана на прочность и на резонанс.

Тема 4. Обоснование расчетной схемы и расчет распределительного вала.

Содержание темы.

Обоснование расчетной схемы и расчет распределительного вала.

Тема 5. Расчет штанги и толкателя.

Содержание темы.

Расчет штанги и толкателя.

Тема 6. Расчет корпусных деталей поршневых двигателей.

Содержание темы.

Расчет корпусных деталей поршневых двигателей: цилиндров, блоков, блок-картеров.

Тема 7. Расчет головок с учетом газовых, монтажных и температурных нагрузок.

Содержание темы.

Расчет головок с учетом газовых, монтажных и температурных нагрузок.

Тема 8. Расчет болтов (шпилек) головки цилиндра.

Содержание темы.

Расчет болтов (шпилек) головки цилиндра.

Тема 9. Расчет элементов системы охлаждения.

Содержание темы.

Расчет элементов системы охлаждения.

Тема 10. Конечно-элементный анализ теплового и напряженно-деформированного состояния поршня: создание конечно-элементной модели; определение и задание тепловых граничных условий, расчет и анализ теплового состояния поршня.

Содержание темы.

Конечно-элементный анализ теплового и напряженно-деформированного состояния поршня: создание конечно-элементной модели; определение и задание тепловых граничных условий, расчет и анализ теплового состояния поршня.

Тема 11. Конечно-элементный анализ теплового и напряженно-деформированного состояния поршня: определение и задание кинематических граничных условий, силовой нагрузки, расчет и анализ напряженно-деформированного состояния поршня.

Содержание темы.

Конечно-элементный анализ теплового и напряженно-деформированного состояния поршня: определение и задание кинематических граничных условий, силовой нагрузки, расчет и анализ напряженно-деформированного состояния поршня.

Тема 12. Расчет смазочной системы.
Содержание темы.
Расчет смазочной системы.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине 8 семестр

Тема 1. Устройство и типы тензорезисторов, измерительные схемы, определение абсолютной и относительной погрешностей тензометрирования.

Содержание темы.

Устройство и типы тензорезисторов, измерительные схемы, определение абсолютной и относительной погрешностей тензометрирования.

Тема 2. Изучение цифрового тензомоста ЦТМ-5. Определение чувствительности тензорезистора.

Содержание темы.

Изучение цифрового тензомоста ЦТМ-5. Определение чувствительности тензорезистора.

Тема 3. Исследование напряженно-деформированного силовых шпилек дизеля воздушного охлаждения.

Содержание темы.

Исследование напряженно-деформированного силовых шпилек дизеля воздушного охлаждения.

Тема 4. Влияние фаз газораспределения на показатели ДВС.

Содержание темы.

Влияние фаз газораспределения на показатели ДВС.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

С целью формирования и развития профессиональных компетенций у студентов при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий, а также при приеме курсовых проектов и руководстве самостоятельной работой применяются следующие образовательные технологии.

При проведении лекционных и практических занятий используются электронные средства обучения (ЭСО), разработанного кафедрой. Вид ЭСО – комплект компьютерных слайдов в формате ppt. в количестве 460 единиц. Принципиальное новшество, вносимое компьютером в образовательный процесс, – интерактивность, позволяющая развивать активно-деятельностные формы обучения. Например, при обсуждении расчетов на прочность коленчатых валов на экране высвечивается его чертеж. Студентам предлагается указать, в каком сечении возможны разрушения коленчатого вала, а также на возможные мероприятия по повышению его надежности. Именно это новое качество позволяет надеяться на эффективное, реально полезное расширение сектора самостоятельной учебной работы.

Перед началом каждой лекции лектор напоминает студентам о тех вопросах, которые были рассмотрены на предыдущих занятиях (лекциях и практических занятиях), а после этого ставим перед аудиторией задачи, которые следует решить.

При проведении практических и лабораторных занятий используются модульное обучение, при котором каждый модуль начинается: а) с входного контроля знаний и умений (для определения уровня готовности обучаемых к предстоящей самостоятельной работе); б) с выдачи индивидуального задания, основанного на таком анализе. Заданием являются: реферат по результатам самостоятельного изучения знаний, расчетно-графические задания, контрольная работа, тесты, устные и письменные опросы. Модуль всегда должен заканчиваться контрольной проверкой знаний. Контролем промежуточным и выходным проверяется уровень усвоения знаний и выработки умений в рамках одного модуля или нескольких модулей. Затем – соответствующая доработка, корректировка, установка на следующий «виток», т.е. последующий модуль. В 7 семестре студентам предлагается самостоятельно частично на практических занятиях, а частично дома подготовить макет расчетно-пояснительной записки для курсового проекта в 8 семестре.

При использовании модульного обучения повышается качество обучения за счет того, что все обучение направлено на отработку практических навыков; компетенция определяет необходимые личностные качества; сокращение сроков обучения; реально осуществляется индивидуализация обучения при реальной возможности создания индивидуальных программ обучения; быстрая адаптация учебно-методического материала к изменяющимся условиям, гибкое реагирование.

При этом соблюдается постоянная обратная связь преподавателя и студента. Например, выборочно задается студентам вопрос по некоторым изучаемым в модуле вопросам и студенты дают свои варианты ответов. В этом случае обеспечивается активная роль студентов на занятиях, так как отвечать на вопросы может каждый.

Занятия проводятся с использованием компьютерных технологий. Быстрое развитие вычислительной техники и расширение её функциональных возможностей позволяет широко использовать компьютеры на всех этапах учебного процесса: во время лекции, практических занятий, при самоподготовке, а также для контроля и самоконтроля степени усвоения учебного материала. Использование компьютерных технологий значительно расширило возможности на консультациях, позволяя моделировать различные процессы и явления, натурная демонстрация которых в лабораторных условиях технически очень сложна либо просто невозможна. По некоторым разделам курса кафедрой выпущены учебные пособия, а электронные версии их размещены в электронной библиотеке ВлГУ, а также на сайте кафедры. Это позволяет в любой момент обратиться к источнику. Студентам выдается раздаточный материал (сложные схемы, чертежи и т.д.) с целью уменьшения затрат времени на оформление студентами чертежей и рисунков во время лекции или при проведении практических занятий..

Часто на практических занятиях используются методы проблемного обучения. Схема проблемного обучения, представляется как последовательность процедур, включающих: постановку преподавателем учебно-проблемной задачи, создание для студентов проблемной ситуации; осознание, принятие и разрешение возникшей проблемы, в процессе которого они овладевают обобщенными способами приобретения новых знаний; применение данных способов для решения конкретных задач. Например, двигатель форсируется по мощности за счет введения турбонаддува на 20 %. Как обеспечить надежность основных деталей двигателя. Для повышения творческой деятельности студентов посредством постановки проблемно сформулированных заданий и активизации, за счет этого, их познавательного интереса и, в конечном счете, всей познавательной деятельности, поскольку за счет дополнительного рассмотрения справочников приобретаются новые знания.

Усвоение студентами знаний, добытых в ходе активного поиска и самостоятельного решения проблем более прочные, чем при традиционном обучении. Кроме того, при таком обучении происходит воспитание активной, творческой личности студента, умеющего видеть и решать нестандартные профессиональные проблемы.

Наконец, при проведении практических занятий или консультаций используется проектный метод обучения. Проектный метод **предполагает решение какой-то проблемы**, предусматривающей, с одной стороны, использование разнообразных методов, с другой – интегрирование знаний, умений из различных областей науки, техники, технологии, творческих областей.

В основе проектного метода лежит развитие познавательных навыков студентов, умений самостоятельно показывать свои знания, умений ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического мышления. Студентам выдается индивидуальное задание. Под руководством преподавателя студенты решают возникшие проблемные ситуации, в результате чего и происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками и умениями и развитие мыслительных способностей. При этом студенты используют учебные компьютерные программы для проведения расчетов, построения графиков.

Активно используются информационно-коммуникационные технологии – взаимный обмен электронного портфолио преподавателя и студента, что позволяет студенту использовать материалы из портфолио преподавателя, а преподавателю – лучшие работы студентов. Таким образом, создается единая образовательная среда, которая обеспечивает эффективное взаимодействие преподавателей и студентов. За счет широкого использования интернета студенты часто находят интересные решения, которые не всегда известны преподавателю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Первый рейтинг-контроль

Вопросы для рейтинг-контроля.

1. Расчет цикла проектируемого поршневого двигателя на режимах: номинальном и максимального крутящего момента (по индивидуальному заданию).
2. Провести анализ технического уровня проектируемого двигателя по данным статистического анализа 40...50 аналогов зарубежных и отечественных поршневых двигателей (по индивидуальному заданию)..
3. Построить внешнюю скоростную или регуляторную характеристику проектируемого поршневого двигателя (по индивидуальному заданию)..

Второй рейтинг-контроль

Вопросы для рейтинг-контроля.

1. Провести динамический расчет проектируемого поршневого двигателя и выбрать режимы для расчета прочности деталей (по индивидуальному заданию). .
2. Составить таблицы набегающих моментов на коренные и шатунные шейки коленчатого вала, а по их анализу выбрать наиболее нагруженную шейку(по индивидуальному заданию)..
3. Построить полярную диаграмму нагрузок на шатунную и коренную шейки, а также построить условную диаграмму их износа (по индивидуальному заданию)..
4. Провести расчет на прочность коленчатого вала проектируемого двигателя (по индивидуальному заданию)..

Третий рейтинг-контроль

Вопросы для рейтинг-контроля.

1. Провести расчет на прочность шатуна (по индивидуальному заданию):
 - поршневой головки;
 - стержня;
 - кривошипной головки;
 - шатунных болтов.
2. Провести расчет деталей цилиндра-поршневой группы (по индивидуальному заданию):
 - поршневого пальца;
 - поршневых колец;
 - днища поршня бензинового двигателя.

8 семестр

Первый рейтинг-контроль

Вопросы для рейтинг-контроля

1. Профилирование безударного кулачка. Определение максимального хода клапана и толкателя. Определение напряжений в пружине клапанного механизма. Расчет пружины на отсутствие резонанса (по индивидуальному заданию).
2. Представление черного варианта первого листа курсового проекта (по индивидуальному заданию).

Второй рейтинг-контроль

Вопросы для рейтинг-контроля.

1. Определение производительности жидкостного насоса. Расчет производительности вентилятора (по индивидуальному заданию).
2. Черновой вариант продольного и поперечного разрезов двигателя (по индивидуальному заданию).

• 3 рейтинг-контроль

1. Описание смазочной системы и расчет подшипников скольжения (по индивидуальному заданию).
2. Представление расчетно-пояснительной записки к курсовому проекту (по индивидуальному заданию).

На практических занятиях в 7 семестре рассматриваются решение типовых задач, которые студенты должны выполнить и представить при рейтинг-контроле и поместить в расчетно-пояснительную записку к курсовому проекту.

Промежуточные аттестации по итогам освоения дисциплины в 7 семестре - экзамен.

Контрольные вопросы к экзамену

7 семестр.

1. Выбор основных параметров поршневых двигателей: тип двигателя; среднее эффективное давление; частота вращения и средняя скорость поршня; отношение хода поршня к диаметру цилиндра; отношение радиуса кривошипа к длине шатуна; число цилиндров; тактность, рабочий объем цилиндра, вид охлаждения; диаметр цилиндра.
2. Выбор компоновочной схемы поршневого двигателя, преимущества и недостатки схем.
3. Основные показатели поршневого двигателя: удельная мощность, литровая и поршневая мощность; удельная масса, литровая масса, эффективные показатели. Анализ достигнутого уровня.
4. Этапы проектирования тепловых двигателей: техническое задание; эскизный, технический и рабочий проекты.
5. Изменение показателей рабочего процесса поршневого двигателя по внешней скоростной характеристике.
6. Выбор расчетных режимов поршневого двигателя – при номинальной (максимальной) мощности, при максимальном крутящем моменте, на режиме максимальной частоты вращения холостого хода. Расчетные режимы двухтактных двигателей.
7. Моделирование внешней скоростной и регуляторной характеристик поршневого двигателя на стадии проектирования.
8. Влияние знакопеременного характера изменения сил и моментов на особенности расчета деталей тепловых двигателей.
9. Конструкции коленчатых валов: порядок работы рядных и V-образных поршневых двигателей, угол смещения очередных по порядку работы цилиндров кривошипов, передача момента на маховик, подвод смазки, фиксация вала, влияние на прочность крутильных колебаний. Методы упрочнения коленчатых валов. Расчет набегающих моментов на коренных и шатунных шейках, расчет шеек на усталость, особенности расчета щек. Конечно-элементные модели, используемые при расчете коленчатых валов: кинематические граничные условия, способы приложения нагрузки, типы элементов.

10. Конструкция, материалы и покрытия коренных и шатунных подшипников. Расчет подшипников скольжения.
11. Шатуны. Конструкции элементов шатуна – поршневой головки, стержня, кривошипной головки, шатунных болтов, виды разъемов кривошипной головки шатуна. Расчет поршневой головки, эпюра напряжений; расчет стержня в двух плоскостях, особенности расчета кривошипной головки. Расчет резьбовых соединений, коэффициент основной нагрузки для различных резьбовых соединений. Величина нагрузки, прикладываемой к болту или шпильке при действии переменных нагрузок. Конструкции шатунных болтов. Особенности расчета шатунных болтов с учетом деформации вкладышей. Расчет момента затяжки, определение момента на ключе.
12. Физическая природа и характеристики основных факторов разрушения действующих на термонагруженные детали двигателя внутреннего сгорания: малоцикловая усталость, многоцикловая усталость, высокотемпературная ползучесть, релаксация напряжений. Учет влияния этих факторов при оценке долговечности деталей двигателей.
13. Конструкции поршней автотракторных поршневых двигателей: высота жарового пояса, число колец, высота головки и юбки, овализация, смещение оси пальца, терморегулирующие вставки, нирезистовые вставки в канавку первого кольца, покрытия. Расчет днища, верхней кольцевой перемычки, зазоров. Современные материалы и технологии, используемые при изготовлении поршней.
14. Конструкции и условия работы поршневых колец, их виды. Среднее радиальное давление, виды эпюр колец (грушевидная, яблоковидная, равномерная), напряжение в рабочем состоянии и при надевании на поршень, расчет зазора в замке. Современные материалы и технологии, используемые при изготовлении поршневых колец.
15. Конструкции поршневых пальцев: плавающие, запрессованные в головку шатуна, облегченные с ребрами жесткости, с профилированными рабочими поверхностями, условия работы. Расчетная схема по Кинасошвили, расчет на изгиб, срез, овализацию и усталость; эпюра овализации, определение наиболее опасного сечения, отличия при расчете плавающих и запрессованных пальцев. Современные материалы и технологии, используемые при изготовлении поршневых пальцев.

Самостоятельная работа 7 семестр

Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине в 7 семестре

В 7 семестре студенты выполняют расчеты по следующим вопросам:

1. . Расчет цикла двигателя.
 2. Обоснование основных параметров и оценка технического уровня проектируемого двигателя.
 3. Моделирование внешней скоростной (регуляторной) характеристики двигателя.
 4. Уравновешивание двигателя и динамический расчет: уравновешивание двигателя.
 5. Расчет коленчатого вала: обоснование выбора расчетной схемы, материала и конструкции коленчатого вала.
 6. Расчет деталей шатунной группы.
 7. Расчет деталей поршневой группы.
 8. Расчет поршневых колец
- Все расчеты оформляются в расчетно-пояснительную записку.

Промежуточные аттестации по итогам освоения дисциплины в 8 семестре – защита курсового проекта и экзамен.

Контрольные вопросы к экзамену

8 семестр.

1. Конструктивный обзор механизмов газораспределения: расположение и число клапанов; расположение распределительного вала. Назначение, условия работы и конструктивные особенности распределительных валов, толкателей, штанг, коромысел, тарелок, сухарей, пружин, направляющих втулок, клапанов. Расчет проходных сечений, хода клапана. Основные параметры кулачков, виды рабочих профилей. Закон движения толкателя при безударных кулачках.

Профилирование безударных кулачков на ЭВМ. Расчет пружины клапана при безударном кулачке.

2. Расчет распределительного вала. Обоснование расчетной схемы, определение силы инерции, усилия пружины, газовой силы применительно к безударному кулачку.

3. Расчет штанги на продольную устойчивость с учетом допускаемой погнутости. Расчет толкателя с учетом действия максимального усилия в момент максимального ускорения. Гидрокомпенсаторы зазора.

4. Силовые схемы двигателей. Расчет корпусных деталей поршневых двигателей: цилиндров, блоков, блок-картеров. Конечно-элементные модели, используемые при расчете цилиндров, перегородок блок-картеров: кинематические и тепловые граничные условия, способы приложения нагрузки, типы элементов.

5. Конструкции головок цилиндров, впускных и выпускных каналов. Современные материалы и технологии, используемые при изготовлении головок. Расчет головок с учетом газовых, монтажных и температурных нагрузок. Конечно-элементные модели, используемые при расчете головок цилиндров: кинематические и тепловые граничные условия, способы приложения нагрузки, типы элементов.

6. Работа газового стыка. Расчет болтов (шпилек) головки цилиндра. Влияние соотношения податливостей деталей на характер нагружения газового стыка.

7. Обзор конструкций машин, установок, двигателей и аппаратов по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии, в том числе: паровые и водогрейные котлы и котлы-утилизаторы; парогенераторы; паро- и газотурбинные установки и двигатели; теплообменные аппараты; холодильные установки; компрессоры.

8. Обзор систем кондиционирования воздуха. Расчет систем кондиционирования воздуха.

9. Исполнительные устройства систем управления работы энергетических машин, установок, двигателей и аппаратов.

10. Вспомогательное оборудование, обеспечивающее функционирование энергетических установок и двигателей.

Самостоятельная работа 8 семестр

Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине в 8 семестре

В 8 семестре студенты выполняют курсовой проект на тему:

Разработать эскизный проект четырехтактного бензинового двигателя (или дизеля) номинальной мощности N_e кВт при частоте вращения n мин⁻¹, с коэффициентом приспо-

соблюдения $K \leq 1,16$ (или номинальным коэффициентом крутящего момента $\mu_n \leq 15 \%$), скоростным коэффициентом $K_n \leq 0,72$.

Примечание. Студенты получают индивидуальное задание, в котором указываются двигатели-прототипы, конструктивные параметры которых можно использовать при расчетах.

Содержание курсового проекта.

Содержание расчетно-пояснительной записки

2. Расчет цикла двигателя.

Проводится для режимов номинальной мощности и максимального крутящего момента. Для расчета бензинового двигателя используется программа BENDN.EXE, дизеля DIZDN.EXE, разработанные на кафедре. При расчете обосновать выбор исходных данных и провести анализ вычисленных параметров.

3. Обоснование основных параметров и оценка технического уровня проектируемого двигателя.

Для обоснования рекомендуется использовать электронную базу основных параметров и показателей двигателей, которая имеется в компьютерном классе кафедры.

4. Моделирование внешней скоростной (регуляторной) характеристики двигателя.

5. Уравновешивание двигателя и динамический расчет: уравновешивание двигателя; определение сил и моментов, действующих в двигателе на режимах номинальной мощности и максимального крутящего момента, обоснование выбора расчетного режима (для расчетов использовать программу DINN.EXE, разработанную на кафедре).

6. Графическая часть динамического расчета включает: графики суммарного крутящего момента на режимах максимального крутящего момента и номинальной мощности; развернутая диаграмма удельных сил $P_r, P_j, P_\Sigma, S, N, K, T$ на расчетном режиме; полярная диаграмма сил, действующих на шатунную шейку коленчатого вала на расчетном режиме; развернутая диаграмма сил, действующих на шатунную шейку коленчатого вала на расчетном режиме; полярная диаграмма сил, действующих на максимально нагруженную коренную шейку коленчатого вала на расчетном режиме; развернутая диаграмма сил, действующих на максимально нагруженную коренную шейку коленчатого вала на расчетном режиме; диаграмма износа шатунной и коренной шеек коленчатого вала.

6. Расчет коленчатого вала: обоснование выбора расчетной схемы, материала и конструкции коленчатого вала.

Коренная шейка: построение таблицы набегающих крутящих моментов на коренные шейки коленчатого вала для определения наиболее нагруженной шейки, расчет ведется на кручение; определение максимального и минимального касательных напряжений; определение запаса прочности по пределу выносливости при кручении с учетом крутильных колебаний (коэффициента динамического нагружения).

Шатунная шейка: построение таблицы набегающих крутящих моментов на шатунные шейки коленчатого вала для определения наиболее нагруженной шейки, расчет ведется на кручение и изгиб; определение максимального и минимального касательных напряжений; определение запаса прочности шатунной шейки по пределу выносливости при кручении с учетом крутильных колебаний (коэффициента динамического нагружения); определение максимального и минимального изгибающих напряжений; определение запаса прочности шатунной шейки по пределу выносливости при изгибе; определение общего запаса прочности шатунной шейки.

Щека коленчатого вала: определение максимального и минимального изгибающих моментов в щеке; определение максимального и минимального изгибающих напряжений; определение запаса прочности щеки по пределу выносливости при изгибе; определение максимального и минимального касательных напряжений; определение запаса прочности щеки по пределу выносливости при кручении; определение общего запаса прочности щеки.

7. Расчет деталей шатунной группы.

Обоснование выбора материала для изготовления шатуна и выбор конструкции шатуна.

Поршневая головка шатуна: расчет напряжений от запрессовки поршневого пальца или втулки в зависимости от выбора поршневого пальца; определение максимальной растягивающей силы и расчет напряжений от действия ее; определение максимальной сжимающей силы и расчет напряжений от действия ее; определить суммарные напряжения с учетом запрессовки пальца или втулки и определение запасов прочности по пределу усталости.

Стержень шатуна: определение усилий, действующих на стержень шатуна, при действии максимальных растягивающих (такт впуска) и сжимающих сил (такт расширения); определение запасов прочности по пределу усталости от напряжений, действующих в плоскости качания и в плоскости ей перпендикулярной.

Кривошипная головка шатуна: определение напряжений изгиба в расчетном сечении; определение поперечной деформации кривошипной головки.

Шатунные болты: определение усилий, действующих на шатунные болты; определение усилий предварительной затяжки шатунных болтов; расчет значений максимального и минимального напряжений от сил инерции и предварительной затяжки, определение усталостного запаса прочности; определение напряжений от момента затяжки и запаса статической прочности при сборке.

8. Расчет деталей поршневой группы.

Поршневой палец: выбор материала и конструктивной схемы пальца; определение усилий и удельных давлений на втулку поршневой головки шатуна и на бобышки поршня; определение напряжений среза в сечениях между бобышками и головкой шатуна; определение максимальных и минимальных напряжений изгиба в среднем сечении пальца; определение запаса прочности при переменных напряжениях изгиба; определение запаса прочности при переменных напряжениях от овализации поперечного сечения плавающего пальца; выбор расчетной схемы, типа элемента, обоснование кинематических граничных условий;

9. Поршневое кольцо: выбор материала кольца; построение эпюры давлений компрессионного кольца на стенку цилиндра; определение максимального рабочего напряжения; определение максимального монтажного напряжения; расчет зазора в замке поршневого кольца в горячем состоянии.

10. Проектирование механизма газораспределения.

Профилирование безударного кулачка: определение диаметра и площади горловины клапана; определение максимального хода клапана и толкателя (для профилирования используется программа RFKLB.EXE).

Пружина клапана: определение максимального и минимального усилий пружины клапана, проверка герметичности выпускного клапана при впуске и впускного клапана при выпуске; определение диаметра пружины, диаметра проволоки, коэффициента жесткости, числа витков и шага пружины; определение максимального и минимального касательных напряжений в витках пружины; определение запаса прочности пружины по пределу выносливости при кручении; расчет пружины на отсутствие резонанса.

Распределительный вал: обоснование выбора расчетной схемы, материала и конструкции распределительного вала; определение величины прогиба распределительного вала; определение напряжений смятия на поверхности кулачка и толкателя.

Толкатель: выбор диаметра корпуса толкателя и рабочей длины направляющей втулки; определение удельной нагрузки на направляющую втулку толкателя.

11. Система охлаждения.

В расчетно-пояснительной записке дается описание схемы системы охлаждения и конструкции ее компонентов.

Водяной насос: расчет производительности водяного насоса; определение геометрических размеров крыльчатки водяного насоса; определение мощности, затрачиваемой на привод водяного насоса.

Вентилятор: расчет производительности вентилятора; определение геометрических размеров и частоты вращения вентилятора; определение мощности, затрачиваемой на привод вентилятора.

12. Смазочная система: описание схемы смазочной системы и конструкции ее компонентов; расчет циркуляционного расхода масла; обоснование выбора конструкции масляного насоса; определение геометрических размеров шестерен масляного насоса; определение мощности, затрачиваемой на привод масляного насоса.

13. Расчет подшипников скольжения: определение зазора между валом и подшипником; определение максимального удельного давления на опорную поверхность подшипника; определение коэффициента запаса надежности подшипника; выбор вкладыша.

14. Содержание графической части курсового проекта

14.1. Лист 1: индикаторная диаграмма; фазы газораспределения; развернутые диаграммы удельных сил $P_T, P_j, P_\Sigma, S, N, K, T$; внешняя скоростная или регуляторная характеристика;

14.2. Лист 2: график индикаторного суммарного крутящего момента на режиме максимального крутящего момента; график индикаторного суммарного крутящего момента на режиме номинальной мощности; полярная диаграмма сил, действующих на шатунную шейку коленчатого вала; развернутая диаграмма сил, действующих на шатунную шейку коленчатого вала; полярная диаграмма сил, действующих на максимально нагруженную коренную шейку коленчатого вала; развернутая диаграмма сил, действующих на максимально нагруженную коренную шейку коленчатого вала; диаграммы износа шатунной и коренной шеек коленчатого вала.

14.3. Лист 3: поперечный разрез двигателя.

14.4. Лист 4: - продольный разрез двигателя.

Примечание. В п. 14 даны примерное содержание графической части, которое по согласованию с лектором потока может частично изменяться (например, ввиду детальной разработки какого-либо узла проектируемого двигателя, расчет поршня методом конечных элементов и т.д.).

Для самостоятельной работы студентов выдается основное содержание всех расчетов (см. «Содержание расчетно-пояснительной записки») которые они выполняют и представляют на рейтинг-контроль.

Текущий контроль и промежуточная аттестация уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине проводится в соответствии с «Фондом оценочных средств».

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформлен отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Гоц А.Н. Расчеты на прочность деталей ДВС при напряжениях, переменных во времени: учебное пособие. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ; инфра-м,	2015	10	-

2015. – 208 с.			
2. Гоц А.Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей: учеб. пособие. – 3-е изд., испр. и доп.; – М.: ФОРУМ: инфра-м, 2019. – 384 с.	2019	5	-
3. Гоц, А. Н. Динамика двигателей. Курсовое проектирование: учеб. пособие / А. Н. Гоц; – 2-е изд., испр. и доп., – М.: ФОРУМ: инфра-м, 2013. – 160 с.	2013	10	
4. Чайнов Н.Д., Иващенко Н.А. и др. Конструирование двигателей внутреннего сгорания. Под ред Н.Д. Чайнова. М.: Машиностроение, 2010. – 496 с.	2010	8	
Дополнительная литература			
1. Гоц А.Н. Расчеты на прочность деталей ДВС при напряжениях, переменных во времени: учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. Владим. гос. ун-т имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ.2011 – 140 с.	2011	49	
2. Гоц А.Н., Эфрос В.В. Порядок проектирования автомобильных и тракторных двигателей: учеб. пособие: Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 148 с.	2007	10	
3. Луканин, В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Кн. 2. Динамика и конструирование / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 2010. – 240 с.	2010	5	

7.2. Периодические издания

1. Отраслевые журналы «Известие вузов. Машиностроение», «Двигателестроение», «Двигатель», «Фундаментальные исследования», «Современные наукоемкие технологии»

7.3. Интернет-ресурсы

1. Программный комплекс «Diesel RK». Бесплатный удаленный доступ к системе ДИЗЕЛЬ-РК <http://www.diesel-rk.bmstu.ru/Rus/index.php?page=Vozmojnosti>.
2. Перечень литературы по расчету, кинематике и динамике ДВС можно найти на сайтах: <http://www.twirpx.com/files/transport/dvs/cindyn/> ; <http://vlgu.info/files/details.php?file=27>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для выполнения самостоятельных работ и при проведении практических занятий используются ПК в компьютерной классе кафедры (ауд. 304-2). Используются программы Mathcad 12, MATLAB, а также программы, разработанные на кафедре.

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- наглядные пособия и установки специализированной лаборатории;
- наборы деталей двигателей по механизмам;
- рабочие чертежи двигателей и наборы плакатов;

Вычислительная техника компьютерного класса используется при выполнении практических работ и курсового проекта: для расчета рабочего цикла, динамического расчета, построения безударного профиля кулачка и конечно-элементного анализа.

Рабочую программу составил профессор кафедры ТД и ЭУ, д.т.н.

Рецензент

(представитель работодателя) специалист по сертификации АО «Камешковский механический завод», Владимирская область, г. Камешково, д.т.н.


А.Н. Гоц


А.Р. Кульчицкий

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры тепловые двигатели и энергетические установки

Протокол № 1 от 30.08.2019 года

Заведующий кафедрой _____


В.Ф. Гуськов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Протокол № 1 от 30.08.19 года

Председатель комиссии _____


В.Ф. Гуськов