МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ:

21 апреля 2021

Силовые агрегаты

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Автомобильного транспорта**

Учебный план Направление 23.03.03 - РФ, 670200 - КР Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Профиль "Автомобильный сервис"

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 68
самостоятельная работа 74
экзамены 35,7

Виды контроля в семестрах:
экзамены 7
курсовые работы 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**7 (4.1)**		Итого	
Недель	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа в период теоретического обучения	2	2	2	2
Контактная работа в период экзаменационной сессии	0,3	0,3	0,3	0,3
В том числе инт.	14	14	14	14
В том числе в форме практ.подготовки	21	21	21	21
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	70,3	70,3	70,3	70,3
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	35,7	35,7	35,7	35,7
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

д.т.н., профессор, Глазунов Д.В.;к.т.н., профессор, Глазунов В.И. _____

Рецензент(ы):

к.т.н., доцент , Дресвянников С.Ю.;к.т.н., доцент, Элеманов Ч.З. _____

Рабочая программа дисциплины

Силовые агрегаты

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 916)

составлена на основании учебного плана:

Направление 23.03.03 - РФ, 670200 - КР Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Профиль "Автомобильный сервис"
утвержденного учёным советом вуза от 29.06.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Автомобильного транспорта

Протокол от 25.03.2021 г. № 8
Срок действия программы: 2021-2026 уч.г.
Зав. кафедрой д.т.н., профессор Глазунов Д.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
13 сентября 2022 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
Автомобильного транспорта

Протокол от 25 августа 2022 г. № 1
Зав. кафедрой д.т.н., профессор Глазунов Дмитрий Владимирович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
05 сентября 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Автомобильного транспорта

Протокол от 28 августа 2023 г. № 1
И. о. заведующего кафедрой, к.т.н., доцент Алсеитов Мирлан Тилегенович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
10 сентября 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Автомобильного транспорта

Протокол от 27 августа 2024 г. № 1
И. о. заведующего кафедрой, к.т.н., доцент Алсеитов Мирлан Тилегенович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС
08 сентября 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Автомобильного транспорта

Протокол от 28 августа 2025 г. № 1
И. о. заведующего кафедрой, к.т.н., доцент Алсеитов Мирлан Тилегенович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Целями дисциплины «Силовые агрегаты» являются: формирование у студентов знаний основных теоретических положений термодинамики и теплотехники, основ рабочих процессов, систем, конструкций и направлений развития автомобильных двигателей, их технических и экологических показателей, а также характеристик.
1.2	Дисциплина обеспечивает логическую взаимосвязь между требованиями к будущему специалисту и средствами их поддержания.
1.3	Дисциплина обеспечивает студента способностью понимать научные основы технологических процессов в области технологии, организации, планирования и управления энергетической установкой автомобиля.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Дисциплина базируется на общетехнических дисциплинах, дающих основу термодинамическим расчетам.
2.1.2	
2.1.3	
2.1.4	Физика
2.1.5	Основы теории надежности
2.1.6	Начертательная геометрия и инженерная графика
2.1.7	Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.1.8	Информатика
2.1.9	Учебная ознакомительная практика
2.1.10	Устройство автомобиля
2.1.11	Математика
2.1.12	Химия
2.1.13	Надежность транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.1.14	Эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.1.15	Учебная технологическая практика
2.1.16	Материаловедение и технология контрукционных материалов
2.1.17	Управление техническими системами
2.1.18	Теплотехника
2.1.19	Гидравлика, гидравлические и пневматические системы
2.1.20	Технологическая (производственно-технологическая) практика
2.1.21	Системы ТО и ремонта
2.1.22	Основы триботехники
2.1.23	Техническая эксплуатация транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.1.24	Нормативы по защите окружающей среды
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Дисциплина представляет собой основу для изучения в последующем дисциплин базового и вариативного цикла.
2.2.2	
2.2.3	
2.2.4	Диагностика систем обеспечивающих безопасность транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.2.5	Основы научных исследований
2.2.6	Основы работоспособности технических систем
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
2.2.9	Преддипломная практика
2.2.10	Прикладные расчеты двигателей автомобилей
2.2.11	Проектирование технолгических процессов восстановления деталей транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-3: Способен проводить и контролировать технологический процесс по диагностике, ТО и ремонту АТС и их компонентов	
Знать:	
Уровень 1	технологический процесс по диагностике, ТО и ремонту АТС и их компонентов, систему технического обслуживания и ремонта, комплексные показатели эффективности технической эксплуатации ТиТТМО, технологию технического обслуживания и текущего ремонта ТиТТМО, научные основы и особенности проектирования и реализации технологических процессов технического обслуживания и ремонта ТиТТМО на предприятиях, особенности технологии и организации технической эксплуатации ТиТТМО, использующих альтернативные виды топлив, особенности технической эксплуатации индивидуальных, специализированных и других видов ТиТТМО
Уровень 2	основы технологии производства ТиТТМО отрасли и их составных частей, понятия о ремонте, его месте в системе обеспечения работоспособности ТиТТМО отрасли, эффективности его выполнения, о содержании и отличительных особенностях производственного и техно-логических процессов производства и ремонта ТиТТМО отрасли; о составе операций технологических процессов, оборудование и оснастку, применяемых при производстве и ремонте ТиТТМО отрасли и их составных частей
Уровень 3	основы диагностики транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, применяемая аппаратуры и работы стендов, основы технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования на основе использования новых материалов и средств диагностики, методы восстановления работоспособности транспортных и транспортно -технологических машин и оборудования с использованием результатов научных исследований
Уметь:	
Уровень 1	использовать технологический процесс по диагностике, ТО и ремонту АТС и их компонентов, систему технического обслуживания и ремонта, комплексные показатели эффективности технической эксплуатации ТиТТМО, технологию технического обслуживания и текущего ремонта ТиТТМО, научные основы и особенности проектирования и реализации технологических процессов технического обслуживания и ремонта ТиТТМО на предприятиях, особенности технологии и организации технической эксплуатации ТиТТМО, использующих альтернативные виды топлив, особенности технической эксплуатации индивидуальных, специализированных и других видов ТиТТМО для качественного ремонта ТиТТМО
Уровень 2	применять основы технологии производства ТиТТМО отрасли и их составных частей, понятия о ремонте, его месте в системе обеспечения работоспособности ТиТТМО отрасли, эффективности его выполнения, о содержании и отличительных особенностях производственного и техно-логических процессов производства и ремонта ТиТТМО отрасли; о составе операций технологических процессов, оборудование и оснастку, применяемых при производстве и ремонте ТиТТМО отрасли и их составных частей для качественного ремонта ТиТТМО
Уровень 3	использовать основы диагностики транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, применяемая аппаратуры и работы стендов, основы технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования на основе использования новых материалов и средств диагностики, методы восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования с использованием результатов научных исследований
Владеть:	
Уровень 1	способностью использовать технологический процесс по диагностике, ТО и ремонту АТС и их компонентов, систему технического обслуживания и ремонта, комплексные показатели эффективности технической эксплуатации ТиТТМО, технологию технического обслуживания и текущего ремонта ТиТТМО, научные основы и особенности проектирования и реализации технологических процессов технического обслуживания и ремонта ТиТТМО на предприятиях, особенности технологии и организации технической эксплуатации ТиТТМО, использующих альтернативные виды топлив, особенности технической эксплуатации индивидуальных, специализированных и других видов ТиТТМО для качественного ремонта ТиТТМО
Уровень 2	методами технологии производства ТиТТМО отрасли и их составных частей, понятия о ремонте, его месте в системе обеспечения работоспособности ТиТТМО отрасли, эффективности его выполнения, о содержании и отличительных особенностях производственного и техно-логических процессов производства и ремонта ТиТТМО отрасли; о составе операций технологических процессов, оборудование и оснастку, применяемых при производстве и ремонте ТиТТМО отрасли и их составных частей для качественного ремонта ТиТТМО
Уровень 3	знаниями по диагностики транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, применяемая аппаратуры и работы стендов, основы технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования на основе использования новых материалов и средств диагностики, методы восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования с использованием результатов научных исследований

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**

3.1.1	- основные теоретические положения термодинамики и теплотехники в части поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС);
3.1.2	- термодинамические, теоретические и действительные циклы ДВС;
3.1.3	- основы теории рабочих процессов двигателей, в том числе процессы газообмена, сжатия, смесеобразования и сгорания топливовоздушных смесей, расширения продуктов сгорания, а также влияние основных конструктивных и эксплуатационных факторов на протекание перечисленных процессов;
3.1.4	- устройство и функциональное назначение систем ДВС;
3.1.5	- индикаторные и эффективные показатели двигателей, основные направления и способы повышения мощности, топливной экономичности, надежности;
3.1.6	- экологические показатели работы двигателей, природу образования дымности, токсичных компонентов в отработавших газах и шумов в бензиновых и дизельных двигателях, основные способы снижения токсичности, дымности и шумов;
3.1.7	- эксплуатационные характеристики двигателей и характеристики токсичности;
3.1.8	- современное состояние и перспективы развития автомобильных двигателей.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	- применять термодинамические методы для оценки показателей процессов, протекающих в ДВС;
3.2.2	- строить диаграмму термодинамического цикла поршневого ДВС;
3.2.3	- выполнять расчет индикаторных и эффективных показателей поршневого ДВС и оценивать совершенство его рабочего цикла;
3.2.4	- читать и составлять принципиальные схемы систем ДВС.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	- навыком определения основных показателей двигателей;
3.3.2	- навыком по анализу и внедрению решений по повышению мощности, топливной экономичности и надежности двигателей.
3.3.3	- навыком по анализу и внедрению решений по снижению уровня токсичности, дымности, уровня шума бензиновых и дизельных двигателей.
3.3.4	- методами определения эксплуатационных характеристик двигателя, а так же показателей токсичности, дымности, шума.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Термодинамические процессы и циклы двигателей внутреннего сгорания							
1.1	Основное значение в развитии энергетики. Термодинамика, как наука. /Лек/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	2		
1.2	Современное развитие энергетики в мире и странах СНГ. Ограниченность запасов нефти во всем мире. /Пр/	7	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1		2	Практическая подготовка проводиться на современном научно-исследовательском оборудовании лаборатории кафедры Автомобильный транспорт
1.3	Возобновленные источники энергии /Ср/	7	14	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			

1.4	Термодинамика - наука о закономерностях превращения энергии. Основы термодинамики. /Лек/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	4		
1.5	Термодинамические системы. Законы термодинамики. /Пр/	7	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1		2	Практическая подготовка проводиться на современном научно-исследовательском оборудовании лаборатории кафедры Автомобильный транспорт
1.6	Передача энергии (движения) от одних тел к другим. Процессы взаимодействия этих тел. /Ср/	7	9	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
1.7	Состояние термодинамической системы. Открытые и закрытые термодинамические системы. /Лек/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	2		
1.8	Взаимодействия с внешней средой – термодинамическое и механическое взаимодействие. Газообразные рабочие тела в тепловых двигателях. /Пр/	7	1	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
1.9	Итак, идеальный газ - как газ, в котором отсутствуют силы межмолекулярного взаимодействия. Закон Бойля - Мариотта. Закон Гей Люссака. Закон Шарля. Закон Авогадро. /Ср/	7	12	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
1.10	Термодинамические параметры состояния. Энтропия. /Лек/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	2		
1.11	Параметры состояния термодинамической системы (P, T и V). Особенности взаимосвязи систем и они характеризуют термодинамическую систему. /Пр/	7	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
1.12	Методы и средства испытаний автомобильных двигателей /Лаб/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1		4	Практическая подготовка проводиться в лаборатории кафедры Автомобильный транспорт с использованием современного оборудования

1.13	Термодинамический метод исследования при изучении различных физических и химических явлений. Процессы переноса и излучения теплоты, формирование кристаллов и кристаллических структур, химические и фазовые превращения, процессы в магнитогидродинамических и плазменных генераторах, в тепловых двигателях, топливных элементах, в установках холодильной и криогенной техники и других устройствах. /Ср/	7	11	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
1.14	Характеристика холостого хода /Лаб/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1		4	Практическая подготовка проводиться в лаборатории кафедры Автомобильный транспорт с использование м современного оборудования
	Раздел 2. Действительные циклы ДВС. Смесеобразование, работа и тепловой расчет ДВС.							
2.1	Общие понятия энергетики и энергии. Виды и формы энергии. Источники и ресурсы энергии. /Лек/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.2	Энергетика и транспорт. Энергетическая инфраструктура транспорта. Энергозатраты компонентов транспорта. /Пр/	7	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.3	Энергия как мера работоспособности физических тел. Топливо — источник тепловой энергии. Виды, физико-химические и эксплуатационные свойства топлива. /Ср/	7	8	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.4	Энергия как мера работоспособности физических тел. Топливо — источник тепловой энергии. Виды, физико-химические и эксплуатационные свойства топлива. /Лек/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.5	Основные термодинамические характеристики и уравнения состояния парогазовых систем. Теплота и работа. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. /Пр/	7	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			

2.6	Основные термодинамические характеристики и уравнения состояния парогазовых систем. Теплота и работа. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. /Ср/	7	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.7	Теоретические основы рабочих процессов тепловых двигателей. Классификация основных рабочих процессов. /Лек/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	2		
2.8	Классификация основных рабочих процессов.Идеальный, теоретический и рабочий (действительный) термодинамические циклы поршневых двигателей. /Пр/	7	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.9	Производство механической энергии двигателями транспортных средств в эксплуатационных условиях. Рабочее поле и многопараметровые характеристики двигателей внутреннего сгорания. Образование механических потерь в двигателе. Неустановившиеся режимы работы двигателя. Передача энергии трансмиссией. Энергетика колесного движителя. Преодоление аэродинамического сопротивления. Оптимальное управление автотранспортными средствами. /Ср/	7	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.10	Циклы поршневых ДВС. Классификация основных рабочих процессов.Идеальный, теоретический и рабочий (действительный) термодинамические циклы поршневых двигателей. /Лек/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1	2		
2.11	Организация рабочих процессов транспортных двигателей внутреннего сгорания. Двигатель с искровым зажиганием (двигатель Отто). Дизель. Гибридные двигатели. Основные системы обеспечения работы транспортных двигателей внутреннего сгорания. Система питания'. /Пр/	7	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			

2.12	Взаимодействие транспортно-дорожного комплекса с окружающей природной средой. Системы, обеспечивающие топливную экономичность, снижение дымности и токсичности транспортных двигателей внутреннего сгорания. Обеспечение экологической безопасности моторного топлива, контроль его качества при испытаниях и реализации. /Экзамен/	7	35,7	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.13	Иникаторные и эффективные показатели двигателей /Лек/	7	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.14	Регулировочные характеристики по моменту зажигания. Нагрузочные характеристики. /Пр/	7	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.15	Контрольный опрос, проверка полученных заданий /КрЭк/	7	0,3	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			
2.16	Скоростные характеристики двигателя /Лаб/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1		4	Практическая подготовка проводиться в лаборатории кафедры Автомобильный транспорт с использованием современного оборудования
2.17	Характеристика по моменту зажигания /Лаб/	7	4	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1		4	Практическая подготовка проводиться в лаборатории кафедры Автомобильный транспорт с использованием современного оборудования
2.18	Защита лабораторных работ /Лаб/	7	1	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1		1	Практическая подготовка проводиться в лаборатории кафедры Автомобильный транспорт с использованием современного оборудования

2.19	проверка практических заданий по заданной тематике /КрТО/	7	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля для студентов направления Технология транспортных процессов

1. Общие понятия энергетики и энергии.
2. Виды и формы энергии.
3. Источники и ресурсы энергии.
4. Преобразование и аккумулирование энергии.
5. Преобразование и преобразователи.
6. Аккумулирование энергии и аккумуляторы.
7. Энергетика и транспорт.
8. Энергетическая инфраструктура транспорта.
9. Энергозатраты компонентов транспорта.
10. Факторы формирования энергозатрат на перевозки.
11. Статистика энергетики автомобильного транспорта.
12. Логистический и геоинформационный подходы.
13. к транспортной энергетике
14. Энергия как мера работоспособности физических тел.
15. Топливо — источник тепловой энергии.
16. Виды, физико-химические и эксплуатационные свойства топлива.
17. Основные термодинамические характеристики и уравнения состояния парогазовых систем.
18. Теплота и работа.
19. Первое начало термодинамики.
20. Второе начало термодинамики.
21. Цикл Карно.
22. Теоретические основы рабочих процессов тепловых двигателей.
23. Классификация основных рабочих процессов.
24. Идеальный, теоретический и рабочий (действительный) термодинамические циклы поршневых двигателей.
25. Газотурбинный двигатель.
26. Паросиловые установки.
27. Двигатель внешнего сгорания с возвратно-поступательно движущимися поршнями (двигатель Стерлинга).
28. Роторный двигатель Ванкеля
29. Организация рабочих процессов транспортных двигателей внутреннего сгорания.
30. Двигатель с искровым зажиганием (двигатель Отто).
31. Дизель.
32. Гибридные двигатели.

Тематика контрольных работ для студентов направления Технология транспортных процессов

1. Преимущества и недостатки поршневых двигателей внутреннего сгорания.
2. Классификация и обозначение поршневых двигателей.
3. Термодинамические параметры и уравнение состояния идеального газа.
4. Процессы выпуска и наполнения в поршневых двигателях. Коэффициенты наполнения и остаточных газов, их значения.
5. Влияние на процесс газообмена конструктивных и эксплуатационных факторов.
6. Сгорание в дизельных двигателях. Виды и сущность нарушений процесса сгорания в бензиновых двигателях.
7. Принципиальная схема, значения рабочих параметров, достоинства и недостатки системы питания карбюраторного двигателя.
8. Принципиальная схема, значения рабочих параметров, достоинства и недостатки системы питания бензинового двигателя с системой впрыскивания.
9. Эффективные показатели двигателя, их значения для бензиновых и дизельных двигателей.
10. Экспериментальные методы определения механических потерь, индикаторных и эффективных показателей.
11. Внешняя скоростная характеристика бензинового двигателя. Коэффициент приспособляемости и его значения.
12. Внешняя скоростная характеристика дизельного двигателя. Коэффициент приспособляемости и его значения.
13. Токсичные компоненты отработавших газов, причины их образования.
14. Предельно допустимые нормы содержания токсичных компонентов в отработавших газах и способы их обеспечения

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Перспективы развития ДВС.

Дальнейшее совершенствование и развитие теории рабочих процессов и конструкций ДВС в основном идет по следующим направлениям:
Улучшение топливной экономичности,
Уменьшение экологической опасности,
Повышение надежности конструкции и увеличение срока службы при уменьшении массогабаритных параметров ДВС.
В связи с этим, к перспективным ДВС предъявляются следующие основные требования:
Безопасность производства и эксплуатации.
Экологическая безопасность.
Безопасность выполнения транспортных услуг.
Обеспечение транспортного комфорта и сохранности перевозимых грузов.
Максимальное сохранение природных, материальных и людских ресурсов.
Максимальная транспортная эффективность при минимальной энергоемкости.
Дальнейшее развитие автомобильных двигателей, как отмечается в последних директивных документах, должно идти по пути улучшения их экономических, мощностных, экологических и эргономических показателей повышения надёжности и безопасности конструкции, безопасности перевозок пассажиров и грузов, и безопасности дорожного движения, уменьшения отрицательного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду.

Классификация двигателей.

Тепловые ДВС классифицируются:
По назначению:
а) стационарные (электростанции, компрессоры и т. д.);
б) транспортные (автомобили, тракторы; суда: морские, речные, воздушные);
в) гоночные.
По роду потребляемого топлива:
а) легкое жидкое (бензин, спирты, керосин);
б) тяжелое жидкое (дизтопливо, мазут, растительные масла):

в) газовые топлива (сжатые сжиженные природные, генераторные, технологические, от переработки бытовых отходов, биогазы и т. д.);
г) смешанное (газ с жидким топливом);
д) различное (многотопливным - процесс).

По способу преобразования тепловой энергии:
а) двигатели внутреннего сгорания (ДВС) - (поршневые, роторно-поршневые бесшатунные) , - теплота здесь образуется и преобразуется в механическую работу внутри цилиндров двигателя.
б) двигатели с внешним подводом теплоты (ДВПТ) : газотурбинные с отделенной камерой сгорания), - теплота здесь подводятся вне рабочего цилиндра, сюда же относятся двигатели Ренкина (паровые) и двигатели Стирлинга – с замкнутым контуром теплообменника и расширительным цилиндром;
в) комбинированные, - горючая смесь здесь сгорает в поршневом двигателе, а механическая работа совершается частично в поршневом двигателе, а частично на лопатках колеса газовой турбины (свободнопоршневые, турбопоршневые и т. д.).
По способу смесеобразования:
а) внешняя горючая смесь образуется вне цилиндра - карбюраторные, с моновпрыском и с распределенным впрыском;
б) внутренняя горючая смесь образуется внутри цилиндра – впрыск топлива в цилиндре двигателя , - дизели.
в) с расслоением заряда : форкамерное, послойное.
По способу воспламенения рабочей смеси:
а) электрической искрой;
б) температурой сжатого воздуха;
в) форкамерно-факельное воспламенение;
г) газожидкостный процесс.
По способу осуществления рабочего цикла:
а) 4-х тактный (за два оборота коленчатого вала);
б) 2-х тактный (за один оборот коленчатого вала).
Причем, оба способа могут быть с наддувом и без него.
По способу регулирования:
а) качественное : изменяется количество топлива в смеси;
б) количественное : изменяется количество смеси ;
в) смешанное : изменяется количество смеси и количество топлива в ней.
По конструкции:
а) поршневые - с рядным расположением цилиндров: вертикальное, под наклоном , и горизонтальное (L) , \/- образные - различными углами развала от 11-16, - 60, 90, 120 , звездообразные (*) , оппозитные(Н) , - у них угол развала180 гр. (ротативные), бесшатунные (С. С. Баландина и другие), - у них отсутствует кривошипно-шатунный механизм (КШМ)
б) роторно-поршневые (вращается ротор; вращается корпус; ротор и корпус вращаются навстречу друг другу - бироторные);
в) газотурбинные.

По способу охлаждения:
а) с жидкостным;
б) с воздушным.

3. Топливо-энергетическая проблема и проблемы ДВС.

Проблема моторного топлива и показателей работы ДВС особенно остро стала возникать в конце XX века.
Причины:

Высокие темпы автомобилизации: сейчас в мире насчитывается свыше 1,3 млрд. автомобилей. Для сравнения, в 1950г в мире выпускалось 10 млн. автомобилей в год , сейчас выпускается около 90 млн.

Истощение местонахождений нефти.

Увеличение стоимости разведки и добычи, объемов добычи, переработки и хранение нефти.

Ошибочные прогнозы объемов разведанных месторождений нефти

Устаревшие технологии переработки нефти (низкий выход моторных топлив).

Устаревшее оборудование (большие потери при переработке нефти) .

Согласно прогнозам, отечественные и зарубежные эксперты, запасов нефти в мире ещё хватит на 30-40 лет. Поэтому, сейчас во всём мире особенно интенсивно ведутся работы по изысканию новых альтернативных видов моторных топлив не нефтяного происхождения (различные сжатые и сжиженные газы: природные, технологические, от переработки бытовых отходов, биогазы, спирты, водород, синтетические топлива, растительные масла.
Вследствие бурной автомобилизации, сейчас особенно остро стоят вопросы
охраны окружающей среды (почвы, воды, воздуха) от вредного действия токсических веществ отработавших газов (ОГ), шумов, вибрации, электромагнитных воздействий автомобилей и электромобилей.
Так приблизительно в среднем 60% всех загрязнений на Земле производится автомобильным транспортом, а атмосфера в крупных городах и мегаполисах до 80 - 95% и даже больше.
В настоящее время активно и успешно ведутся научно-исследовательские и внедренческие работы по снижению экологической опасности используемых моторных топлив: соблюдение стандартов «Евро – 3» , «Евро– 4», « Евро– 5».

3.1. Показатели работы ДВС.

Качество ДВС характеризуется следующими показателями:

Надежность и безопасность конструкции.

Степень совершенства рабочего процесса ДВС, т.е. качество смесеобразования и преобразования тепловой энергии топлива в механическую работу, т.е. расходами топлива в единицу времени на единицу мощности.

Удельная мощность - Nл ; Ne / Vh

Удельная масса - Ne / Gдв

Степень токсичности и дымности ОГ , шумов, вибраций и электромагнитных излучений.

Простота конструкции, удобство обслуживания и эксплуатации.

Надёжность пуска в различных условиях эксплуатации.

Перспективность конструкции, механизмов и систем ДВС, т.е. их способность к форсажу двигателя без значительных конструктивных его изменений.

Приспособляемость двигателя.

Срок службы (моторесурс).

В отечественном двигателестроении основными показателями работы ДВС являются:

Эффективная мощность - Ne, кВт (л.с) - мощность, снимаемая с коленчатого вала двигателя.

Удельная (литровая) мощность - Nл, кВт/л (л.с/л).

3. Частота вращения коленчатого вала – ne, об/мин.:
а) при максимальной мощности (Ne) - ne об/мин;
б) при максимальном крутящем моменте двигателя (Мк) - nm об/мин;
в) минимальная устойчивая частота вращения коленчатого вала - nmin на режиме холостого хода.
г) максимальная (разносная) частота вращения коленчатого вала при максимальной подаче топлива на режиме холостого хода, т.е, когда вся мощность двигателя расходуется на преодоление трения, насосные потери и привод вспомогательных механизмов.
Работа двигателя по условиям надёжности на разносной частоте вращения коленчатого вала не допускается!
4. Индикаторная мощность - Ni - мощность, развивающаяся в цилиндрах двигателя.
5. Индикаторный КПД - ηi- показывает степень совершенства рабочего процесса в цилиндрах двигателя.
6. Механический КПД – ηm - показывает степень совершенства конструкции двигателя.
7. Эффективный крутящий момент двигателя - Me (Н * м).
8. Экономические показатели:
а) часовой расход топлива — Gt, кг/час;
б) удельный расход топлива - ge, г/кВт*ч.

Внешняя скоростная характеристика двигателя представлена ниже на рис.1

КРИВАЯ 1 - показывает характер изменения максимальной мощности двигателя, т.е. Nemax при максимальной подаче

топлива, ne-обороты двигателя
при Nemax.
КРИВАЯ 2 - характеризует работу двигателя при почти const ne - т.е. регуляторная характеристика двигателя, точка а - показывает номинальную Ne, которая
ограничивает скоростной режим двигателя, так как дальнейшее увеличение ne уже не даёт увеличения Ne.
КРИВАЯ 3 - характеризует работу двигателя, нагруженного винтом (судовые, авиационные) - здесь изменение Ne идёт по кубической параболе,
т.е. Ne – Bn 3, где B - коэффициент пропорциональности
КРИВАЯ 4 -показывает характер изменения максимального крутящего момента, Memax

Показателями работы ДВС сильно зависят от условий эксплуатации автомобилей. Поэтому, при оценке их при работе двигателей в условиях, отличных от нормальных (на уровне моря), например, на горных дорогах или в условиях повышенных температур окружающего воздуха (жаркий климат) необходимо пользоваться показателями Международной стандартной атмосферы, которые приведены в табл. 3.1

Таблица 1. Показатели Международной стандартной атмосферы.
Таблица 3.1

Высота над уровнем моря, м	Атмосферное давление, Po мл.рт.ст.	Температура воздуха,To, К МПа	Плотность воздуха, ро, кг/м 3	
0	760	0,1013	293	1.225
500	715	0.0972	284	1.116
1000	6/4	0.0917	281	1.112
2000	596	0.0811	275	1.006
3000	525	0.0715	268	0.009
4000	462	0.0628	262	0.819

Термодинамические циклы поршневых ДВС.

Преобразование тепловой энергии топлива в механическую работу происходит внутри цилиндров двигателя, где проходит сложный физико-химический термодинамический процесс окисления топлива кислородом воздуха с резким повышением давления горючей смеси с выделением большого количества тепла, (горение топливо-воздушной смеси).
С определенными допущениями , этот термодинамический процесс можно описать и рассчитать с помощью известных термодинамических (теоретических) циклов (Карне Отто, Дизеля, Тринклера).Этот расчет впервые в мире предложил профессор МВГУ В.И. Гриневецкий в 1906 г.

При этом делают следующие допущения :

В цилиндре двигателя находится постоянное (несменяемое) количество рабочего тела (действительно рабочее тело в цилиндрах двигателя постоянно обновляется).
Теплота в цилиндр двигателя подводится извне (реально теплота образуется внутри цилиндра двигателя при сгорании в нем топлива(смеси) , величина которой может изменяться , в зависимости от полноты окисления топлива в смеси.
Теплоемкость рабочего тела (несменяемого) в цилиндре постоянна и не зависит от изменения температуры (действительно теплоемкость рабочего тела изменяется и зависит от состава смеси, ее температуры и внешних условии эксплуатации).
4. Процессы сжатия и расширения рабочего тела в цилиндрах двигателя происходит без теплообмена (адиабатически) , (реально процессы идут со значительным теплообменом (политропно) , - температура внутри цилиндра (70-100) 0 до (2200 – 2400) о С и затем снижается до (500-600)о С.

Учитывая указанные выше исходные допущения, согласно второго закона термодинамики можно определить термический КПД одного килограмма рабочего тела (смеси) он будет определяться отношением работы цикла ц к подведенному за цикл теплу, - q1:

$$\eta t = 1 - (\square q2\square)/q1 = (q1 - \square q2\square)/q1 = l_ц/q1 \qquad (4.1)$$

где - □q2□ абсолютное значение количества теплоты, отданной за цикл холостому источнику, Дж/кг; q1 – количество подведенной за цикл теплоты, Дж/кг; Lц - работа за цикл одного килограмма рабочего тела перемещения поршня в цилиндре. Или для любого замкнутого цикла G килограмм рабочего тела совершат работу:

$$L_ц = \square \oint pdv \qquad (4.2)$$

Графически работа цикла равна площади, заключенной внутри диаграммы цикла (в координатах P – V).
В процессе рабочего цикла в цилиндрах ДВС величина P и V постоянно изменяется. Графическое изображение рабочего

процесса (цикла) в координатах P-V называется индикаторной диаграммой (см.рис 4.1).

Рис. 4.1 – Рабочий цикл теплового двигателя

Итак, работа цикла определяется площадью внутри контура цикла. Для упрощения инженерных расчетов заменим площадь , ограниченную кривыми (рабочего цикла) эквивалентной площадью прямоугольника, с высотой Рц и основанием S(Vh) (см.рис.4.1). Сопоставление различных рабочих циклов проводится по величине работы(площади) в единице объема цилиндра , т.е

$$V_{max} - V_{min} = V_h \qquad (4.3)$$

т.е. работа цикла, Lц условно приравнивается площади равновеликого ей прямоугольника с высотой Рц , которая называется средним условным давление цикла, - постоянным на всем ходу поршня:

$$P_ц = (L_ц)/(V_{max} - V_{min}) \qquad (4.4)$$

т.е Рц - условно постоянно на всем ходу поршня.

Применительно к поршневым двигателям обычно рассматривают обобщенный теоретический цикл (Г. В. Тринклера). - со смешанным подводом теплоты (см. рис 4.2)
Обобщённый цикл Г.В Тринклера объединяет в себе два цикла : цикл с подводом теплоты при постоянном объёме (С.Карно – Н.Отто) и цикл с подводом теплоты при постоянном давлении (Р. Дизеля).

Рис. 4.2 – Обобщенный термодинамический цикл поршневого двигателя.

В этом теоретическом цикле процессы сжатия и расширения происходят без теплообмена (PVk = const) , т.е адиабатно, отвод и подвод тепла происходят также : при V – const и P – const.
Тогда, зная температуру рабочего тела в определенных точках цикла, можно записать выражение для определения подведенной за цикл теплоты :

$$q_1 = C_v (T_z' - T_c) + C_p (T_z - T_z') \qquad (4.5)$$

где Cv и Cp – соответсвенно, удельные массовые теплоемкости рабочего тела при V-const и P-const.
Аналогично, можно определить количество отведенной за цикл теплоты (абсолютно) :

$$\square q_2 \square = C_v (T_в - T_f) + C_p (T_f - T_a) \qquad (4.6)$$

где Tz', Tz , Tc …Tв, Ta… - температуры рабочего тела в характерных точках цикла.
Тогда, подставив эти значения в выражение (4.1) получим выражение термодинамического КПД:

$$\eta_t = 1 - (\square q_2 \square)/q_1 = 1 - (T_в - T_f)+k(T_f - T_a)/((T_z^{'} - T_c)+k(T_z - T_z') \qquad (4.7)$$

где к = Cp/Cv - показатель адиабаты
Согласно рис 4.2 введём следующие обозначения(параметры двигателя) :

$\varepsilon = V_a/V_c$ - степень сжатия:
$\lambda = P_z/V_c$ - степень повышения давления;
$\rho = V_z/V_c$ - степень предварительного расширения:
$\delta = V_в/V_z$ - степень последующего расширения;
$\rho' = V_в/V_a$ - степень предварительного сжатия.

Теперь можно в выражении (4.7) все температуры в характерных точках диаграммы выразить через температуру Ta - начала сжатия и получить следующее выражение ηt обобщенного цикла и среднее условное давление, Рц:

$$\eta_t = 1 - 1/(\varepsilon^{(k-1)}) * (p^{'} [\lambda*(p/p^{'})^{к-1}]+ k (p^{'}-1))/(\lambda-1+k\lambda(p-1)) \qquad (4.8)$$

Из этого обобщённого цикла могут описываться три частных случая для ДВС
1 - цикл с V - const. (цикла Отто - цикла Дизеля)
2 - цикл с P-const. (цикл Дизеля-Тринклера)
3 - смешанный цикл (Тринклера)
Тогда согласно (4.8,). среднее условное давление обобщенного цикла

$$P_ц = C_v (T_a \square * \varepsilon \square^{(k-1)} \varepsilon)/(V_a (p^{'} \varepsilon-1))*\eta_t[\lambda-1+k\lambda(p-1)] \qquad (4.9)$$

Так как
$C_v - R/(k-1)$ и $P_a = RT / V_a$

где R – универсальная газовая постоянная, то окончательно получим:

$$Pц = Pa/(k-1)*\varepsilon^k/(\varepsilon-1)*\eta t[\lambda-1+k\lambda(p-1)] \quad (4.10)$$

Тогда согласно (4.8) для:

V = const: $\eta t = 1 - (1/\varepsilon k-1)$ (4.11)

$$Pц = Pa/(k-1) * \varepsilon^k/(\varepsilon-1) * \eta t (\lambda-1) \quad (4.12)$$

P = const: $\eta t = 1-(1/\varepsilon k-1)*(pk-1/k(p-1)$ (4.13.)

$$Pц = Pa/(k-1)* (\varepsilon k / \varepsilon-1) * \eta t*k*(p-1) \quad (4.14)$$

3. Смешанный цикл:

$$\eta t = 1- (1/\varepsilon^{(k-1)})* (\lambda p^k-1)/(\lambda-1+k\lambda(p-1)) \quad (4.15)$$

$$Pц = Pa/(k-1) * (\varepsilon k/\varepsilon-1) * \eta t [\lambda-1+k\lambda(p-1)] \quad (4.16)$$

Анализируя полученные выражения: 4.11 … 4.16 можно определить влияние факторов k и ε на величину ηt и Рц .
К = 1,41 - для воздуха (2-х атомный газ).
К = 1,3 - средний показатель адиабаты продуктов сгорания топливо - воздушной смеси.
Теоретически и экспериментально установлено, что увеличение показателя адиабаты к — увеличивает термический КПД. а увеличение значений Рц идет пропорционально увеличению значений давления впуска Ра.
Аналогично ведёт себя и ε Однако, ε ограничивается условиями без детонационного сгорания бензо-воздушных смесей, а также необходимостью снижения выброса токсичных окислов азота, при высоких ε , т.е. значение ε ограничиваются величиной 10,5 ... 11, а не 12, как это было ранее.
Значения с изменяются так:

бензиновые двигатели: ε =6.5 … 11,
дизели: ε = 12…26.

дизели с наддувом: ε = 12…16.

Многотопливные двигатели: ε = 8…21.

Топливо.

Тепловая энергия, необходимая для превращения в механическую работу получается в цилиндрах двигателя окислением углеводородных топлив кислородом воздуха с выделением большого количества тепла, т.е. горением топливо - воздушных смесей, которое происходит за время от 0.01 до 0.001 секунды. Сгорание смеси тем лучше, чем гомогеннее (однороднее) топливо-воздушная смесь, т.е чем ближе она приближается к однофазному состоянию (газообразному).
К моторному топливу предъявляются следующие основные требования:

Обеспечить быстрый пуск двигателя в любых эксплуатационных условиях
Сгорать без нагара и кокса.
Не вызывать коррозии деталей цилиндро - поршневой группы двигателя
Хорошо перемешиваться с воздухом.
Полностью сгорать, не увеличивая токсичности и дымности отработавших газов.

Этим требованиям в основном удовлетворяют жидкие и газообразные
углеводородные топлива. Жидкие моторные топлива получают перегонкой из природной нефти или синтетические топлива -путём перегонки: каменного угля, горючих сланцев и т.д.
Нефть в основном состоит из различных углеводородов: алканы (C_nH_{2n+2}), алкены (C_nH_{2n}) (их немного), циклоалканы (C_nH_{2n}),- (с другими связями углерода) и ароматические у глеводороды (C_nH_{2n-6}) (с кольцевой молекулой).
Чем более компактна модель структурной схемы молекулы углеводорода (её структура), тем выше детонационная стойкость получаемого бензина. Это определяемся октановым числом (ОЧ), бензина, которое характеризует его в детонационную стойкость.
Октановое число (ОЧ) определяется содержанием (в специальной контрольной смеси) изооктана (ОЧ = 100) нормальном гептане (0Ч = 0).
Бензины- это смесь различных углеводородов выкипающих из нефти при температурах (50…400)оС: прямой перегонкой или крекинг - процессом, или методом гидрогенизации, т.е. высокотемпературным крекингом, - т.е перегонка при давлении до 200 ати и температуре 400 □.
Октановое число бензина определяется на одноцилиндровой установке с изменяющимися значениями ε одним из следующих методов:

моторный метод - ГОСТ 511 — 82 - на установке ИТ9М при ne = 900 об/мин
исследовательский метод – ГОСТ 8226-82 – на установке ИТ9-6 при ne= 600 об/мин.

Разницу между ОЧМ и ОЧИ называют чувствительностью бензина к ОЧ. Существует примерная эмпирическая зависимость между ОЧ (бездетонационная работа двигателя), между степенью сжатия , ε и
диаметром его цилиндра, Д:

$$0Ч = 125,4 - 413/\varepsilon + 0,183Д. \qquad (5.1)$$

Бензины поэтому маркируются по октановому числу по ГОСТ 2084-82 или по вновь введенному Российскому ГОСТу Р51105-97:
А-72, А-76 , Аи - 91, Аи - 93 , Нормаль-80, Регуляр-91, Премиум-95, Супер-98.
Минимальную температуру воздуха при пуске двигателя можно определить по эмпирической зависимости:

$$Tn = 0.5t10 - 50,5 + (tнк - 50)/3 \ °C \qquad (5.2)$$

где t10 - температура выкипания 10% бензина по объёму: tнк - температура начала кипения бензина.
Чем выше ОЧ бензина, тем выше можно поднимать степень сжатия двигателя, ε - без появления детонационного горения , когда сгорание смеси идет взрывообразно, т.е , когда скорость распространения фронта и пламени увеличивается в 35 раз, что приводит к значительному падению мощности двигателя до 50...55% и износу деталей цилиндро-поршневой группы двигателя и даже прогоранию поршней.

Дизельные топлива характеризуются цетановым числом(ЦЧ), те. аналогично - содержанием в контрольной смеси цетана (ЦЧ=100) в α -метил-нафталине (ЦЧ =0), Оно показывает способности топлива к задержке воспламенения от начала подачи (впрыска) в цилиндр топлива, ЦЧ характеризует "жёсткость" работы двигателя. Для отечественных топлив ЦЧ = 45.
Для повышения ОЧ бензина (его сейчас получают методом каталитического реформинга - выход до (65 -,70)%; к сравнению, при прямой перегонке - выход бензина только (10 - 15)% - в виде ароматических углеводородов) делают присадки специальных антидетонаторов; Обычно для этого используют тетроэтилсвинец (ТЭС) - очень сильный яд! Поэтому этилированные бензины окрашены в яркие цвета: синий, оранжевый, зеленый. И вообще их лучше не применять. К примеру, в Японии этилированных бензинов выпускается около 1%. а в США - около 3%. Сейчас ведутся работы по внедрению для повышения ОЧ бензинов нетоксичных антидетонаторов на марганцевой основе (они очень дорогие) или воды.
Сравнительная оценка ОЧ бензинов полученных различными методами других показателей приведена в таблице 1

Таблица № 1

Показатели	А-72	А-76	АИ-93	АИ-98
ОЧ м	-	76	85	89
ОЧ и	-	-	93	98
Количество свинца в этилированном бензине, от 0,3 до 0,5 г/кг бенз.	-	0,24	0,5	0,8
Температура начала кипения Тнк, □ не ниже	-	35	35	35
10% перегонка : при t□ : летн. не выше	-	70	70	70
зимн.не выше	-	55	55	55
50% перегонка: летн.не выше □	-	115	115	115
зимн.не выше, □	-	100	100	100
90% перегонка : летн.не выше, □	-	180	180	180
зимн.не выше, □	-	160	160	160

По ГОСТ 2084 – 82 бензины маркируются так :
А-72, А-76, Аи-93, Аи – 98, «Экстра».
Дизтопливо маркируется по ГОСТ 4749-82: арктическое (ДА) – используется ниже -30оС , зимние (ДЗ) – используются выше -30 оС , летние (ДЛ) – используются свыше 0 оС, специальное (ДС).

Кроме того, в настоящее время бензины выпускаются с соблюдением стандартов ЕС : «Евро-3», «Евро-4», «Евро-5», «Евро -6».
В настоящее время, в качестве моторного топлива для автомобильных двигателей начинают широко применять различные газы: природные (сжатые и сжиженные), промышленные, коксовые. технологические биогазы и другие. . Сжатые природные газы (СПГ) примерно на 95% состоят из метана (СН4). а сжиженные (СНГ) - в основном из пропан - бутана.
Наряду с положительным: большие запасы, малая стоимость, более высокие ОЧ и меньшая экологическая опасность газовое топливо имеет и существенные недостатки:

Примерно в 800 ... 1000 раз меньшая теплота сгорания единицы объёма (при атмосферных условиях), чем у жидких углеводородных топлив; у сжиженных газов, аналогично, теплота сгорания меньше 1,3 ... 1,5 раза
2. Меньшая энергоемкость.
3. Как следствие п. 1 и п 2 соответствующее мощности двигателя
4. Плохое перемешивание газа с воздухом. - отсюда неполное сгорание газа в смеси и увеличение токсических выбросов (особенно СО - и СН, и особенно в условиях пониженных температур окружающего воздуха).
5. Повышенная пожароопастность и сложнее техника безопасности
6. Плохой запуск двигателя - особенно в холодное время года, а значит необходимость установки на АТС более мощных АКБ.
7. Большой вес и габариты газовой аппаратуры.

Дизтопливо - это тяжелое моторное топливо, состоит из более тяжелых фракций нефти: 30 % - бензин, легроин, керосин и 70 % - соляровое масло. Оно характеризуется цетановым числом (ЦЧ) – оно показывает способность топлива к задержке воспламенения, т.е характеризует «жесткость» работы двигателя.

Сгорание топлива

Моторные топлива – это углеводородные топлива, т.е. состоят из молекул углерода и водорода.
Элементарный состав топлива, т.е массовое содержание в топливе составляющих компонентов:

$$C+H+O=1\ кг \qquad (6.1)$$

Дизтопливо : $0{,}870C+0{,}126H+0{,}004Oт = 1\ кг$ (6.2)
Газовое топливо : ∑▒□CnHmOr+N□ 2 = 1м3 (6.3)
Сгорание топлива (окисление его в рабочей смеси) представляет собой сложный физико-химический процесс окисления топлива кислородом воздуха, - с выделением большого количества тепла. Это сложная цепная экзотермическая реакция.
При полном сгорании (окислении) топлива углерод и водород топлива полностью окисляется кислородом воздуха.

$$C+O_2 = CO_2 \ \text{ и } \ 2H_2 + O_2 = 2H_2O \qquad (6.4)$$

В массовых единицах :
Для Скг □С□ : Скг □С□+8/3Скг □О□ = Н/3Скг □СО2 □ (6.5)
Для Нкг □Н2□ : Нкг □Н2□ + 8 Нкг □О2□ = 9 Нкг□Н2О□ (6.6)

При расчёте в киломоль:

Скг □С□ + С/12 кмоль □О2□ = С/12 кмоль □СО2□ (6.7)
Нкг □Н2□ + Н/4 кмоль □О2□ = Н/2 кмоль □Н2О□ (6.8)

Из уравнений (6.6) и (6.8) видно, что объём числа молей продуктов реакций сгорания углерода с кислородом (СО2) равен объему О2, а реакция окисления водорода с кислородом (Н20) Приводит к двукратному увеличению водяного пара по сравнению с кислородом. Это характеризуется коэффициентом молекулярного изменения (μ0).
Таким образом, минимальное количество кислорода, необходимое для полного окисления топлива - это количество называется теоретически необходимым количеством кислорода для полного сгорания 1 кг топлива :

$$O_0 = 8/3\ C + 8H - Oт \qquad (6.9)$$

или в кмоль:

$$O_0 = C/12 + H/4 - Oт/32 \qquad (6.10)$$

Учитывая, что в реальном двигателе для окисления топлива кислород поступает в составе атмосферного воздуха в процессе впуска, а в воздухе но массе кислорода содержится приблизительно 23%, а по объёму,- соответственно, 21%, получим теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива

$$L_0=1/0.23*(8/3C+8H-Oт) = 14{,}95\ кг \qquad (6.11)$$
$$L_0=1/0.21*(C/12+H/4-Oт/32) = 0{,}512\ кмоль \qquad (6.12)$$

Молекулярная масса воздуха μ в = 28,97
Следовательно: L0= μ в -L0 = 28,97 1 L0
Аналогично для сгорания газа:
1 моль CnHmOr +(n+m/4-r/2)моль О2 = nmмольСО2 + m/2 моль Н2О (6.13)
или: теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 моля или 1 м3 топлива:

$$L_0 = 1/0{,}21\ ∑▒□(n□+m/2-r/2)\ \ CnCmOr\ \ кмоль, \qquad (6.14)$$

где CnHmOr - объёмные доли отдельных компонентов в газообразном топливе

Коэффициент избытка воздуха (α).

В зависимости от режима работы ДВС. положения управляющих органов системы питания и условий сгорания (автомобильные двигатели работают в основном на не установившихся режимах) и цилиндры может поступать различное количество воздуха, т.е. смесь будет различной по составу. Это характеризуется коэффициентом избытка воздуха (а), который показывает отношение действительно поступившего в цилиндры воздуха к теоретически необходимому количеству для полного сгорания поступившего топлива, т.е.:

$$a = L/Lo \text{ или в кмоль } a = L/Lo \qquad (7.1)$$

Таким образом, горючая смесь в ДВС может быть:
при а = 1 - стехиометрического состава.
при а < 1 - обогащенная, богатая, переобогащенная смесь (в зависимости от величины α).
при а > 1 - соответственно - обеднённая. бедная или переобедненная смесь
В бензиновых ДВС может изменяться (из условия горения бензовоздушных смеси в обычных условиях) в пределах (0.65...1.25).
В дизелях, соответственно, в пределах 1,3...4,5.

8 Полное сгорание топлива (α ≥ 1).

Горючая смесь состоит из паров топлива смешанных с воздухом.
Общее количество горючей смеси в кмоль (пары топлива + воздух) для бензиновых двигателей будет :

$$M1=aLo+1/\mu T \qquad (8.1)$$

где μТ - молекулярная масса топлива.
Для бензинов μТ = 110 … 120.
Для дизтоплива μТ = 180…200
Для воздуха μв = 28.97
Для дизелей количество поступающего воздуха:

$$M1 = a*Lo \qquad (8.2)$$

Для газа, соответственно:

$$M1 = 1 + a+ Lo \qquad (8.3)$$

Для любого топлива масса смеси (в кг):

$$G1=1+a*Lo \qquad (8.4)$$

При полном сгорании (окислении) топлива
Общее количество продуктов сгорания (в кмоль) , отнесенное к 1 кг жидкого топлива, при полном его сгорании , будет, кмоль:

$$M2=MCO2+MH2O+MO2+MN2 \qquad (8.5)$$

Количество отдельных компонентов продуктов сгорания определяют по формулам :

$$MCO2 \quad MCO2 = C/12 \qquad (8.6)$$
$$MH2O \quad MH2O = H/2 \qquad (8.7)$$
$$MN2 \quad MN2 = 0,79*\alpha- Lo \qquad (8.8)$$
$$MO2 = 0.21-(\alpha-1) * Lo \qquad (8.9)$$

где 0,21*α*Lo – масса поступившего кислорода в кмоль: 0,21* Lo - масса кислорода участвовавшая в горении в кмоль.
Подставив все эти значения в выражение (8.5). а вместо 0,21* Lo из выражения (6.11), значение L0, получим (в кмоль):

$$M2 = \alpha*Lo + 1/4(H+ От/8) \qquad (8.10)$$

или

$$M2 = C/12 + H/2 + 0,79*Lo + 0.21(\alpha- l)Lo \qquad (8.11)$$

где 0,79(α-l)Lo и 0.21 (α-l)Lo - соответственно массы избыточною азота и кислорода в продуктах сгорания.
Аналогично можно рассчитать количество продуктов сгорания. М2 для газового топлива.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Естественно-технический факультет

Кафедра «Автомобильный транспорт»

В.И.Глазунов, Д.В.Глазунов

Силовые агрегаты

Методическое пособие и задания к выполнению курсовой работы

Бишкек 2021
УДК 621.43:629.113
Рецензент
канд.техн.наук, доцент М.Т.Альсеитов

Рекомендовано к изданию кафедрой
«Автомобильный транспорт» КРСУ

С 65 Силовые агрегаты: Методическое пособие и задания к выполнению курсовой работы / В.И. Глазунов, Д.В. Глазунов. – Бишкек: Издательство КРСУ, 2021 – 37 с.

Содержит варианты заданий, цели, задачи и методику выполнения курсовой работы.
Даны основные рекомендации по ее выполнению и оформлению, а также методические указания по выполнению теплового и динамического расчетов поршневого двигателя внутреннего сгорания и построению индикаторных диаграмм для бензиновых и дизельных двигателей.
Настоящее методическое пособие облегчает изучение дисциплины и способствует углубленному восприятию протекания рабочих процессов и нагружения деталей автомобильных двигателей.
Предназначено для студентов всех форм обучения, изучающих дисциплину «Силовые агрегаты» - направления 190600.62 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Профиль «Автомобильный сервис»
КРСУ, 2021
УДК 621.43:629.113

ВВЕДЕНИЕ

Данное методическое пособия и указания к выполнению контрольной и курсовой работ вводятся в связи с новыми учебными планами для студентов очного и дистанционного обучения - направления 190600.62 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Профиль «Автомобильный сервис».
В процессе изучения дисциплины студент должен выполнить:

контрольную работу по тепловому расчету поршневого автомобильного двигателя внутреннего сгорания;

лабораторные работы по испытаниям автомобильных двигателей на испытательном стенде – по ним делается защита;

курсовую работу (КР), с её защитой;

сдать экзамен (зачет) по основам термодинамики, теории рабочих процессов и процессов смесеобразования в бензиновых и дизельных двигателях, тепловому и динамическому расчетам автомобильных двигателей.

Сдача отчетных материалов производится в строго указанной выше последовательности. В виде исключения студент может защитить КР вне сессии, при условии выполнения п.п. 1 и 2.
При самостоятельной работе студентам рекомендуется использовать следующую основную и дополнительную литературу:

Архангельский В.М., Вихерт М.М. и др. Автомобильные двигатели / Ред. М.С.Ховах. – М.: Машиностроение 1977 – 592 с.

Гугин А.М. Быстроходные поршневые двигатели. – Л.: Машиностроение, 1967. – 259 с.

Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высшая школа, 1980. – 385 с.

Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1981. – 160 с.

Глазунов В.И. Конспект лекций по дисциплине «Силовые агрегаты»

Попык Г.К. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. – М.: Машиностроение, 1981. – 520 с.

Кроме указанной литературы, студентам рекомендуется систематически знакомиться с журналами «Автомобильный транспорт», «Автомобильный транспорт Казахстана» и «Автомобильная промышленность».

КУРСОВАЯ РАБОТА (КР)

В настоящее время поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) пока являются основными силовыми агрегатами различных типов современных автомобилей: бензиновых, дизельных, газобаллонных и т.д..
Успешное развитие современного двигателестроения с целью улучшения мощностных, экономических и токсических показателей ДВСне возможно без детального изучения теории и улучшения рабочих процессов, проходящих в цилиндрах

ДВС, в их механизмах и системах.

Цель и задачи КР

Практической реализацией полученных при изучении дисциплины «Силовые агрегаты» теоретических знаний по теории рабочих процессов, эффективных и экономических показателей автомобильных двигателей и их основных конструктивных параметров, является проводимый самостоятельно студентами тепловой и динамический расчет поршневых бензиновых и дизельных двигателей.
Динамический расчет ДВС проводится на основании теплового расчета двигателя для определения сил и моментов, действующих в деталях КШМ для проведения дальнейшего прочностного расчета деталей ДВС.
При этом: тепловой расчет двигателя заканчивается построением индикаторной диаграммы рассчитываемого двигателя и его тепловым балансом, а динамический расчет заканчивается расчетом значений сил и моментов, действующих в КШМ изатем вычерчиванием на листе ватмана формата А1 (или миллиметровке) диаграмм этих сил и суммарного крутящего момента за рабочий цикл, т.е. за два оборота коленчатого вала (за □720□^о).
К выполнению курсовой работы (КР) следует приступать только после изучения соответствующих разделов курса «Силовые агрегаты» и строго по своему варианту двигателя и его прототипа.
Выписав исходные данные для своего варианта двигателя и уяснив последовательность выполнения теплового расчета, студент может приступить к выполнению расчетов.
В процессе выполнения теплового и динамического расчетов необходимо указывать размерности всех величин в системе СИ. Все расчеты следует сопровождать краткими поясне¬ниями, обоснованием и необходимыми схемами и графиками.
Если в ходе расчета приходится задаваться какими-либо эмпирическими коэффициентами, то необходимо подробно обосновать их значение и определить их методом интерполяции для своего ДВС.
Решать уравнения следует в буквенном виде, и только в окончательно полученную формулу подставлять числовые значения, а буквенные обозначения параметров должны обязательно пояс¬няться.
Значения применяемых эмпирических коэффициентов и параметров (скорости потока смеси (или воздуха) на впуске, коэффициенты аэродинамического сопротивле¬ния, выпускной системы, температуры подогрева заряда и др.) определяются методом интерполяции, в соответствие с быстроходностью рассчитываемого двигателя и его прототипом.
Контрольные работы выполняются в обычных ученических тетрадях, аккуратно, чернилами. На каждой странице тетради сле¬дует оставлять поля для замечаний рецензента. Графики индикаторных диа¬грамм выполняются на миллиметровке в карандаше.
Поскольку контрольные работы являются частью КР тостуденту необходимо при себе оставлять черновой вариант контрольной работы.
Исходные данные для каждого контрольного задания КР прие¬дены в Приложении (в 10 вариантах). Номер варианта студента соответствует последней цифре номера его зачетки или его шифра.
При выборе заданий номер варианта по вертикали следует совместить с последней цифрой учебного года, а по горизонтали - с последней цифрой своего шифра.Например: шифр студента - 2359, работа выполняется в 2020/2021 учебном году. Совместить вариант 1 по вертикали с номером 9 по горизонтали.
По исходным данным, приведенным в Приложении, в соответст¬вии со своим вариантом, нужно выполнить тепловой расчет четырех¬тактного автомобильного двигателя при егомаксимальной мощности. За¬тем по результатам теплового расчета нужно построить индикаторную диаграмму и определить конструктивные параметры двигателя и рассчитать тепловой баланс двигателя.

Технико-экономическое обоснование

Выполнение контрольной работы, а следовательно, далее и курсовой работы следует начинать с детального рассмотрения особенностей конструкции и параметров прототипа и аналогичных двигателей. На основании про¬веденного анализа студент должен составить ясное представление по¬ложительных и отрицательных качеств прототипа и его особенности.
В связи с намеченными конструктивными усовершенствова¬ниями необходимо выбрать и рассчитать основные параметры дви¬гателя, учитывая тенденцию их развития. В первую очередь анали¬зируются: быстроходность двигателя, степеньсжатия, коэффициент избытка воздуха, вид и марка топлива, отношение хода поршня к диаметру цилиндра, механический КПД, экономические и токсиче¬ские показатели двигателя.
Выбрав и обосновав основные параметры рассчитываемого двигателя можно приступить к выполнению теплового расчета двигателя, а затем, на основании проведенного теплового расчета и теплового баланса двигателя, нужно выполнить динамический расчет двигателя.

Методические указания к выполнению
теплового расчета двигателя

При оформлении пояснительного текста КР необходимы:
1) ссылки на источники - в квадратных скобках [ ];
2) нумерация формул - в круглых скобка ( );
3) буквенные обозначения в формулах обязательно поясняются.
При выполнении теплового расчета особое внимание следует обратить на его необходимую точность и соответствие полученных значений расчетных параметров допустимым пределампараметров современных двигателей, так как ошибка в подсчете одного параметра ведет за собой искажение всего теплового расчета. Для вычисления значений различных

параметров работы двигателя поформулам рекомендуется пользоваться логарифмической линейкой, таблицами Брадиса, микрокалькуляторами и микро ЭВМ с логически необходимой точностью расчета, так как ещё в XIX в. немецкий математик К.Ф. Гаусс говорил: «Недостаток математического образования нигде не проявляется так явственно, как в чрезмерной точности числовых вычислений».
Основные параметры теплового расчета проектируемого двига¬теля необходимо сопоставлять с аналогичными параметрами сущест¬вующих перспективных двигателей соответствующего назначения и типа.
Методика теплового расчета приведена во многих учебниках и учебных пособиях по автотракторным двигателям.
Ниже приводится рекомендуемая последовательность выполне¬ния теплового расчета поршневого двигателя в соответствии с рекомендациями[1,3,5,6] на основании общепринятой методики теплового расчета про¬фессора МВТУ (МГТУ) В.И. Гриневецкого (Россия).

1. Определение параметров рабочего тела

Если в задании указаны условия эксплуатации и высота местно¬сти над уровнем моря, где будет эксплуатироваться проектируемый двигатель, то необходимо пользоваться показателями Международной стандартной атмосферы, которые приведены в табл. 1.1
Таблица 1.1

Высота над уровнем моря, м	Атмосферное давление, Ро		Температура воздуха, Т0, К	Плотность воздуха, ρ0, кг/м3
	мм.рт.ст.	МПа		
0				
500	760			
715	0,1013	0,0972	293	1,225
1,116				
1000	614	0,0917	284	1,112
2000	596	0,0811	275	1,006
3000	525	0,0715	268	0,009
4000	462	0,0628	262	0,819

В соответствие с заданным прототипом двигателя и исходными данными (вариантом) выбирается необходимый сорт топлива. Для дизе¬лей следует принять дизельное топливо, для бензиновых двигателей - бензин. Затем принимаются параметры соответствующего топлива:

1.1. Параметры соответствующего топлива:

	Бензин	Дизельное топливо
Средняя молекулярная масса топлива, μТ кг/моль	115	190
Низшая теплота сгорания 1 кг топлива, МДж/кг	44	42,5
Элементарный состав топлива по массе:		
углерода, С	0,855	0,870
водорода, Н	0,145	0,126
кислорода, О	0	0,004

1.2. Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива согласно (1.6):

в кг: $l_0=1/0{,}23\ (8/3\ C+8H-O_T)$, кг;

в кмолях: $L_0=1/0{,}209\ (C/12+H/4-O_T/32)$, кмоль. (1.1)

При расчете значений 10 и L0 принято, что кислорода в воздухе по объему содержится 20,9 %, а по массе - 23 %.

1.3. Количество горючей смеси для бензиновых двигателей:

$$M_l=\alpha\cdot L_0+1/\mu_T \text{ ,кмоль/кг топлива.} \qquad (1.2)$$

1.4. Количество воздуха для дизелей:

$$M_l= \alpha\cdot L_0 \text{, кмоль/кг топлива,} \qquad (1.3)$$

где α - коэффициент избытка воздуха,
μ_T – молекулярная масса топлива, кг/моль.

1.5.Количество отдельных компонентов продуктов сгорания для заданного α<1 (бензиновые двигатели) при К = 0,5, где К- по¬стоянный коэффициент для бензинов, зависящий от отношения H_2/CO в продуктах сгорания (согласно [1,3], оценивается из выражений(1.4), (1.5), (1.6), (1.7), (1.8)):

количество CO: $M_{co}= 0,42\ (1-\alpha)/(1+K)\ L_0$, кмоль; (1.4)

количество CO2: $M_{(co_2)}=C/12-0,42\ (1-\alpha)/(1+K)\ L_0$, кмоль; (1.5)

количество H2: $M_{(H_2)}= 0,42K\ (1-\alpha)/(1+K)\ L_0$, кмоль; (1.6)

количество H2O: $M_{(H_2O)}=H/2-0,42\ (1-\alpha)/(1+K)\ L_0$, кмоль; (1.7)

количество N2 $M_{(N_2)}=0,79\alpha L_O$, кмоль. (1.8)

Количество отдельных компонентов продуктов сгорания для ди¬зелей, при α >1, когда весь углерод топлива теоретически сгорает в CO2 а водород - в H2O, определяется из выражений (1.9), (1.10), (1.11), (1.12):

$M_{(CO_2)}=C/12$, кмоль; (1.9)

$M_{(O_2)}= 0,21(1-\alpha)\ L_O$, кмоль; (1.10)

$M_{(H_2O)}=H/2$, кмоль; (1.11)

$M_{(N_2)}=0,79\alpha L_O$, кмоль. (1.12)

1.6. Общее количество продуктов сгорания,M_2 при α<1:

$M_2=M_{(CO)}+M_{(CO_2)}+M_{(H_2)}+M_{(H_2O)}+M_{(N_2)}$, кмоль; (1.13)

а) при$\alpha\geq1$:

$M_2=M_{(CO_2)}+M_{(O_2)}+M_{(H_2)}+M_{(H_2O)}+M_{(N_2)}$, кмоль; (1.14)

1.7. Значение M2 при α < 1 проверяется по формуле:

$M_2=C/12+H/2+0,79\alpha\cdot L_O$, кмоль; (1.15)

б) при$\alpha\geq1$:

$M_2=C/12+H/2+(\alpha-0,21)L_O$, кмоль; (1.16)

2. Определение параметров процесса впуска и наполнения

Значения различных параметров, принятых для расчета, должны обосновываться студентом в зависимости от типа двигателя, степени сжатия, частоты вращения коленчатого вала и коэффициента избытка воздуха. Температура остаточных газов, Trпринимается самим студентом. При этом необходимо помнить, что Tr при уменьшении степени сжатия, ε - снижается, при увеличении частоты вращения коленчатого вала, n_e-увеличивается, при обогащении рабочей смеси — снижается.

2.1.Температура остаточных газов (Tr), у современных двигателей вообще изменяется в пределах, К:
- у бензиновых-Tr = (900-1200),
- у дизелей-Tr = (700-900).

2.2.Давление остаточных газов, Pr.
Для автомобильных двигателей без наддува давление изменяет¬ся следующим образом, МПа:

Pr=(1,05…1,20)Po, (2.1)

где Po=0,1 МПа- атмосферное давление (нормальное).

При этом необходимо учитывать следующие факторы, влияющие на величину давления остаточных газов:
- число и расположение клапанов в ГРМ;
- величину аэродинамических сопротивлений впускного и выпускного трубопроводов
- быстроходность двигателя (частота вращения коленчатого вала)

Величина подогрева, (Δt) свежего заряда (смеси или воздуха) принимается в зависимости от расположения и конструкции выпускно¬го трубопровода, наличия специального устройства для подогрева и быстроходности двигателя.
Для бензиновыхдвигателей Δt=5…20°, а для дизелей Δt=10…40°(чем быстроходнее двигатель, тем меньше Δt).
Необходимые значения Δt определяются студентомметодом интерполяции в зависимости от частоты вращения коленчатого вала (согласно заданию) рассчитываемого двигателя.

2.3.Давление конца впуска определяется по формуле (при отсутствии наддува двигателя), МПа:

$$Pa=Po-((\beta^2-\xi)\ W_{вп}^2)/(2p_o\ \square 10\square^{(-6)}\ ),\qquad (2.2)$$

где $(\beta^2-\xi)$ - суммарное аэродинамическое сопротивление впуск¬ной системы карбюраторных двигателей: по экспериментальным данным - $(\beta^2-\xi)=2,5...4,0$, в зависимости от быстроходности двигателя и качества обработки впускного коллектора; p_o- плот¬ность заряда на впуске, кг/м3; $W_{вп}$ =(60...130)-средняя скорость свежего заряда в проходном сечении впускного клапана, м/с (в диапазоне скоростного режима двигателя от 2000 до 6500 об/мин). Для дизелей соответственно 1,5...2,0, бензиновых с распределенным впрыском — 1,5...2,5.
Тогда:

$$\rho_o=(\square Po\cdot\mu\square_в\ \ \square 10\square^6)/\square RT\square_O\quad кг/м3,\qquad (2.3)$$

где $\mu_в$=28,97 - молекулярный вес воздуха; R - универсальная га¬зовая постоянная, R=8314.

2.4. Коэффициент наполнения цилиндров определяется по формуле:
$\eta v=((\varepsilon P_a-P_r)T_o)/(Po(\varepsilon-1)(T_o+\Delta t))$. (2.4)

где ε - степень сжатия двигателя.

2.5. Коэффициент остаточных газов:

$$\gamma r=(Pr\ (To+\Delta t))/(Tr(\varepsilon Pa-Pr)).\qquad (2.5)$$

2.6. Температура конца впуска находится из выражения:

$$Ta=(To+\Delta t+\gamma_r\ Tr)/(1+\gamma_r\ )\ K.\qquad (2.6)$$

3. Определение параметров процесса сжатия

3.1. Показатель политропы сжатия можно рассчитать по известной эмпирической формуле, об/мин.:

$$n_1=1,41-110/n_e\qquad (3.1)$$

где n_e — частота вращения коленчатого вала двигателя в мин, при максимальной мощности.
При использовании вышеприведенной формулы необходимо дополнительно иметь в виду, что величина показателя политропы сжатия зависит от:
а) частоты вращения коленчатого вала;
б) размеров цилиндра и поверхности камеры сгорания;
в) температурного режима двигателя;
г) формы камеры сгорания.

3.2. Давление конца сжатия, МПа:

$$Pc = Pa\cdot\varepsilon^{n1}\qquad (3.2)$$

3.3. Температура конца сжатия, К:

$$Tc = Ta\cdot\varepsilon^{(n1-1)}\qquad (3.3)$$

3.4. Средняя мольная теплоемкость горючей смеси в конце процесса сжатия в интервале температур (273 - 1800)° К подсчитывается по известной из термодинамики формуле, КДж/кмоль:

$$\square mc\square_v\ = 20,038+2,554\cdot\square 10\square^{(-3)}\ \ (Tc-273)\ .\quad (3.4)$$

4. Параметры процесса сгорания

4.1. Коэффициент молекулярного изменения горючей смеси:

$$\mu_o=M_2/M_1\ .\qquad (4.1)$$

4.2.Действительный коэффициент молекулярного изменения рабо¬чей смеси

$$\mu_g=(\mu_o+\gamma_r)/(1+\gamma_r\ ).\qquad (4.2)$$

4.3.Количество теплоты, потерянной вследствие неполноты сгора¬ния топлива из-за недостатка кислорода (только при $\alpha < 1$), КДж/кг топл.:
$\Delta H_u=119\cdot\square 10\square^3\ \ (1-\alpha)Lo$, (4.3)

4.4.Средняя мольная теплоемкость продуктов сгорания при α < 1, в интервале температур 1800...3000° К, КДж/кмоль:

□mc□_v^"=1/M_2 (M_(□CO□_) □mc□_(□vCO□_2)^"+M_(□CO□_2) □mc□_(□vCO□_2)^"+M_(H_2) □mc□_(□vH□_2)^"+□+M□_(H_2 O) □mc□_(□vH□_2)^"+M_(N_2) □mc□_(□vN□_2) ^"). (4.4)

при α > 1 (аналогично):

□mc□_v^"=1/M_2 (M_(□CO□_) □mc□_(□vCO□_2)^"+M_(O_2) □mc□_(□vO□_2)^"+M_(H_2 O) □mc□_ (□vH□_2 O)^"++M_(N_2) □mc□_(□vN□_2)^"). (4.5)

Здесь средние мольные теплоемкости отдельных продуктов сго¬рания в интервале температур (1800....3000)" К подсчитывается по эм¬пирическим формулам термодинамики и теплотехники, КДж/кмоль:

□mc□_(□vCO□_2)^" = 41,205 +3,42810·□10□^(-3) (Tz-273) (4.6)

□mc□_(□vCO□_)^" = 23,370 +1,142·□10□^(-3) (Tz-273) (4.7)

□mc□_(□vO□_2)^" = 23,728 +1,591·□10□^(-3) (Tz-273) (4.8)

□mc□_(□vH□_2 O)^" = 28,975 +3,517·□10□^(-3) (Tz-273) (4.9)

□mc□_(□vN□_2)^" = 22,609 +1,439·□10□^(-3) (Tz-273) (4.10)

□mc□_(□vH□_2)^" = 20,650 +1,750·□10□^(-3) (Tz-273) (4.11)

4.5.В зависимости от конструкции и типа двигателя, системы охлаждения, формы камеры сгорания, коэффициента избытка возду¬ха и частоты вращения коленчатого вала устанавливается вели¬чина коэффициента использования теплоты на участке видимого горения в следующих пределах:

- для карбюраторных двигателейξz=0,85…0,95;
- для дизелей ξz=0,70…0,80.

При выборе величины необходимо помнить, что:
1) уменьшение относительной поверхности камеры сгорания к ее объему, т.е. компактность камеры сгорания, повышаетξz;
2) увеличение теплоотдачи в окружающую среду уменьшает ξz;
3) коэффициенты избытка воздуха, обеспечивающие увеличение скорости сгорания рабочей смеси (обогащение смеси), повышаетξz;
4) увеличение частоты вращения коленчатого вала, как правило, уменьшает ξz, так как при повышении числа оборотов догорание на линии расширения интенсивнее, чем уменьшение теплоотдачи в воду.

4.6.Температура Tz конца вощимого сгорания определяется для:
бензиновых двигателей - по уравнению сгорания, при α<1:

(ξz(Hu-ΔHu))/(M_1 (1+γ_r))+□mc□_v Tc=μ_q □mc□_v^" Tz (4.12)

дизелей - по уравнению сгорания приα≥1:
ξzHu/(M_1 (1+γ_r))+□mc□_v Tc-542μ_q (1-1/ρ)=
=μ_q (□mc□_p^"-8,314/ρ)Tz (4.13)

где □mc□_p^"=□mc□_v^"+8,314 - средняя мольная теплоемкость продук¬тов сгорания при постоянном давлении; ρ=1,2...1,7 - степень предварительного расширения. После подстановки числовых значений и соответствующих реше¬ний уравнения сгорания преобразуется в квадратное уравнение вида:

□Atz□^2 + Btz-C = O, (4.14)

где A и B- постоянные коэффициенты, получаемые в результате решения уравнения видимого сгорания. Решая его относительно tz, находим значение максимальной температуры сгорания:

T_z = t_z + 273K.

4.7.Давление конца сгорания, МПа:

для бензиновых двигателей: P_z=P_c (T_z μ_q)/T_c ; (4.15)

для дизельных двигателей: P_z=P_c (T_z μ_q)/(T_c ρ); (4.16)

4.8.Степень повышения давления: λ=P_z/P_c ; (4.17)
для бензиновых двигателей λ=3,5...4,2
для дизелей λ= 1,6...2,0.

5. Параметры процесса расширения

5.1. Величина среднего показателя политропы расширения рассчи¬тывается по эмпирической зависимости:

$$n_2=130/n_e +1,22. \qquad (5.1)$$

При определении величины n_2необходимо помнить что:
а) увеличение частоты вращения коленчатого вала уменьшает n_2;
б) с увеличением интенсивности охлаждения - увеличивается;
в) с увеличением коэффициента избытке воздуха - уменьшаете
г) с увеличением отношения хода поршня к диаметру цилиндра - увеличивается.

5.2. Степень последующего расширения (только для дизелей):

$$\delta=\varepsilon/\rho \qquad (5.2)$$

5.3. Давление конца расширения, МПа:

для бензиновых двигателей: $P_в=Pz/\varepsilon^{n2}$; (5.3)

для дизелей: $P_в=Pz/\delta^{n2}$ (5.4)

5.4.Температура конца расширения, К:

для бензиновых двигателей $T_в=Tz/\varepsilon^{(n2-1)}$ (5.5)

для дизелей $T_в=Tz/\delta^{(n2-1)}$ (5.6)

5.5. Проверка принятой ранее температуры остаточных газов:

$$T_r=T_в/\square(P_в/P_r) \qquad (5.7)$$

Если расхождение между принятой вначале теплового расчета двигателя величиной температуры остаточных газов и полученной по этой формуле более 10%, то тепловой расчет необходимо проделать заново.

6. Индикаторные параметры рабочего цикла

6.1. Среднее теоретическое индикаторное давление, согласно [1]:
для карбюраторных двигателей, МПа:

$$p_i^{'}=Pc/(\varepsilon-1)\ [\lambda/n_{(2-1)}\ (1-1/\varepsilon^{(n_2-1)})-1/n_{(1-1)}\ (1-1/\varepsilon^{(n_1-1)})] \quad (6\ 1)$$

для дизелей

$$p_i^{'}=Pc/(\varepsilon-1)\ [\lambda(\rho-1)+\lambda\rho/n_{(2-1)}\ (1-1/\delta^{(n_2-1)})-1/n_{(1-1)}\ (1-1/\varepsilon^{(n_1-1)})] \qquad (6.2)$$

6.2. Потери индикаторного давления на газообмен в процессах на¬полнения и выпуска, МПа:

$$\Delta P_i = (P_r-P_a)\varphi_{газ}, \qquad (6.3)$$

где $\varphi_{газ}$=(0,75...0,85) - коэффициент потерь на газообмен, большие значения относятся для быстроходных двигателей.

6.3. Среднее индикаторное давление:

$$p_i=\varphi_i\ p_i^{'}-\Delta p_i, \qquad (6.4)$$

где φ_i– коэффициент полноты индикаторной диаграммы, кото¬рый для 4-тактных двигателей составляет 0,92...0,97,

Δp_i – потери давления на впуске (в инженерных расчетах их можно не учитывать – из-за их малых значений).

6.4. Индикаторный КПД:

$$\eta_i=(p_i\ l_o\ \alpha)/(H_u\ \rho_o\ \eta_v), \qquad (6.5)$$

где l_o - теоретически необходимое количество воздуха для сго¬рания 1кг топлива; для бензиновых двигателейl_o = 14,95 кг. (смотри п. 1,2), для дизелей - l_o = 14,45 кг.

6.5. Индикаторный удельный расход топлива, г/КВт.ч.:

$$g_1=3600/(H_u \eta_i) \qquad (6.6)$$

6.6. Термический КПД теоретического цикла:

$$\eta_t=1-1/\varepsilon^{(K-1)}, \qquad (6.7)$$

где К - условный показатель адиабаты:
при $\alpha>1$: $K = 0,39\alpha+0,887$,
при $\alpha<1$: $K = 0,07\alpha+1,207$.

6.7. Относительный КПД:

$$\eta_0=\eta_i/\eta_t . \qquad (6.8)$$

5.3. Фонд оценочных средств

Шкала оценивания для определения уровня освоения дисциплины.
«отлично» - обучающийся правильно, четко, аргументировано и в полном объёме изложил содержание экзаменационных вопросов, успешно выполнил практические задания, убедительно ответил на все дополнительные вопросы, показал высокий уровень сформированных компетенций.
«хорошо» - обучающийся правильно, но недостаточно полно изложил содержание теоретических экзаменационных вопросов, успешно выполнил практические задания, испытывал затруднения при ответе на дополнительные вопросы, показал продвинутый уровень сформированных компетенций.
«удовлетворительно» - обучающийся изложил основные положения теоретических экзаменационных вопросов, правильно выполнил практические задания, испытывал серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы, показал пороговый уровень сформированных компетенций.
«неудовлетворительно» - обучающийся низложил основные положения теоретических экзаменационных вопросов, неправильно выполнил практические задания, испытывал серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы, не показала пороговый уровень сформированных компетенций.

МОДУЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВКЛЮЧАЕТ:
1. Текущий контроль: усвоение учебного материала на аудиторных занятиях (лекциях, практических, в том числе учитывается посещение и активность) и выполнение обязательных заданий для самостоятельной работы.
2. Рубежный контроль: проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом. Выполнение модульных контрольных заданий проводится в письменном виде и является обязательной компонентой модульного контроля.
- Промежуточный контроль - завершенная задокументированная часть учебной дисциплины (4 семестр-экзамен) - совокупность тесно связанных между собой зачетных модулей.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИТОГОВОМУ КОНТРОЛЮ:
При явке на экзамен студенты обязаны иметь при себе зачётные книжки, которые они предъявляют преподавателю в начале экзамена.
На итоговом контроле студент должен, верно ответить на 3 вопроса билета, за 45 минут.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ.
Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:
1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня.
2. При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущего материала, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.
3. В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой.
4. Для подготовки к практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. Рекомендуется использовать методические указания по курсу, конспекты лекций. При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в нем, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план выполнения, а затем приступить к заданию и сделать качественный вывод.
6. При подготовке к промежуточному и рубежному контролям нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно выполнить несколько типовых заданий.
7. Отработки пропущенных занятий.

Контроль над усвоением студентами материала учебной программы дисциплины осуществляется систематически преподавателем кафедры и отражается в журнале преподавателя. Студент, получивший неудовлетворительную оценку по текущему материалу, обязан подготовить данный раздел и ответить по нему преподавателю.
Пропущенная без уважительных причин лекция должна быть отработана методом устного опроса лектором по материалам пропущенной лекции в течение месяца со дня пропуска.
Отработка практических и лабораторных занятий:

- Каждое занятие, пропущенное студентом без уважительной причины, отрабатывается в обязательном порядке. Отработки проводятся по расписанию кафедры, согласованному с деканатом.
- Пропущенные занятия должны быть отработаны в течение 10 дней со дня пропуска. Пропущенные студентом без уважительной причины практические и лабораторные занятия отрабатываются не более одного занятия в день. Пропущенные занятия по уважительной причине (по болезни, пропуски с разрешения деканата) отрабатываются по тематическому материалу.
- Студент, не отработавший пропуск в установленные сроки, допускается к очередным занятиям только при наличии разрешения декана или его заместителя в письменной форме. Не разрешается устранение от очередного практического или лабораторного занятия студентов, слабо подготовленных к данным занятиям.
- Для студентов, пропустивших практические занятия из-за длительной болезни, отработка должна проводиться после разрешения деканата по индивидуальному графику, согласованному с кафедрой.
- В исключительных случаях (участие в межвузовских конференциях, соревнованиях, олимпиадах, дежурство и др.) декан и его заместитель по согласованию с кафедрой могут освобождать студентов от отработок некоторых пропущенных занятий

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации. Примерный перечень вопросов к экзамену (зачету) по дисциплине для студентов

1. Общие понятия энергетики и энергии.
2. Виды и формы энергии.
3. Источники и ресурсы энергии.
4. Преобразование и аккумулирование энергии.
5. Преобразование и преобразователи.
6. Аккумулирование энергии и аккумуляторы.
7. Энергетика и транспорт.
8. Энергетическая инфраструктура транспорта.
9. Энергозатраты компонентов транспорта.
10. Факторы формирования энергозатрат на перевозки.
11. Статистика энергетики автомобильного транспорта.
12. Логистический и геоинформационный подходы.
13. к транспортной энергетике
14. Энергия как мера работоспособности физических тел.
15. Топливо — источник тепловой энергии.
16. Виды, физико-химические и эксплуатационные свойства топлива.
17. Основные термодинамические характеристики и уравнения состояния парогазовых систем.
18. Теплота и работа.
19. Первое начало термодинамики.
20. Второе начало термодинамики.
21. Цикл Карно.
22. Теоретические основы рабочих процессов тепловых двигателей.
23. Классификация основных рабочих процессов.
24. Идеальный, теоретический и рабочий (действительный) термодинамические циклы поршневых двигателей.
25. Газотурбинный двигатель.
26. Паросиловые установки.
27. Двигатель внешнего сгорания с возвратно-поступательно движущимися поршнями (двигатель Стерлинга).
28. Роторный двигатель Ванкеля
29. Организация рабочих процессов транспортных двигателей внутреннего сгорания.
30. Двигатель с искровым зажиганием (двигатель Отто).
31. Дизель.
32. Гибридные двигатели.
33. Основные системы обеспечения работы транспортных двигателей внутреннего сгорания.
34. Система питания'.
35. Цилиндропоршневая группа, кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы.
36. Система наддува.
37. Система охлаждения и смазочная система.
38. Система выпуска отработавших газов.
39. Продвижение и реализация потока энергии в автотранспортных средствах.
40. Качественная картина диссипации энергии движущимся автотранспортным средством.
41. Энергетика колебательных процессов.
42. Основные понятия колебательных процессов.
43. Свободные колебания диссипативной системы с одной степенью свободы.
44. Диссипативные характеристики механических систем.
45. Колебания и вязкоупругое поведение материалов.
46. Производство механической энергии двигателями транспортных средств в эксплуатационных условиях.
47. Стендовые однопараметрические характеристики двигателей внутреннего сгорания.
48. Рабочее поле и многопараметровые характеристики двигателей внутреннего сгорания.
49. Образование механических потерь в двигателе.
50. Влияние комплектации, атмосферных условий и технического состояния двигателя на его эксплуатационные

показатели.
51. Неустановившиеся режимы работы двигателя.
52. Совместное влияние нелинейности характеристик и гистерезиса на показатели движения автотранспортных средств.
53. Передача энергии трансмиссией.
54. Энергетика колесного движителя.
55. Преодоление аэродинамического сопротивления.
56. Оптимальное управление автотранспортными средствами.
57. Энергообеспечение вспомогательных и специальных функций автотранспортных средств, сохранности грузов и жизнедеятельности.
58. Производство автотранспортных средств.
59. Строительство и содержание автомобильных дорог.
60. Поддержание работоспособности техники и персонала.
61. Поддержание работоспособности подвижного состава.
62. Производственно-технологические и коммунально-бытовые тепло- и топливопотребители предприятий автомобильного транспорта.
63. Нормирование расхода топлива на автомобильном транспорте.
64. Погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы.
65. Связь и управление.
66. Утилизация транспортных конструкций как завершение их жизненного цикла.
67. Парк машин на дорожной сети.
68. Уровни моделирования транспортного потока.
69. Нестационарные режимы транспортных потоков.
70. Энергетическая эффективность автомобильного транспорта.
71. Единица измерения эффективности транспорта.
72. Обобщенный коэффициент энергоэффективностиперевозок.
73. Взаимодействие транспортно-дорожного комплекса с окружающей природной средой.
74. Системы, обеспечивающие топливную экономичность, снижение дымности и токсичности транспортных двигателей внутреннего сгорания.
75. Обеспечение экологической безопасности моторного топлива, контроль его качества при испытаниях и реализации

5.4. Перечень видов оценочных средств

Фронтальный опрос;
Аналитическое групповое задание
Защита типовых заданий по заданному материалу
Защита курсового проекта
комплект экзаменационных билетов по курсу

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Глазунов В.И.	Автомобили: параметры, конструкция, устройство: Учебник	КРСУ 2016
Л1.2	Мирам А.О., Павленко В.А.	Техническая термодинамика. Тепломассообмен.: учебник для вузов	Москва: АСВ 2011
Л1.3	В.И. Глазунов, Д.В. Глазунов	Транспортная энергетика: методические указания к выполнению РГЗ и контрольных работ	Бишкек: Изд-во КРСУ 2009

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Звонов В.А.	Токсичность двигателей внутреннего сгорания	М.: Машиностроение 1981
Л2.2	Хлебников А.А.	Информационные технологии: Учебник для студентов ВУЗов	2014

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Баженов С.П., Казьмин Б.Н., Носов С.В., Баженов С.П.	Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений	М.: Академия 2011
Л3.2	Болбас М.М., Борисенко Е.И.	Лабораторный практикум по технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие	Минск: Выш. шк. 1984

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Силовые агрегаты автомобиля и ДВС	www.lib.krsu.edu.kg

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий	
6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии	
6.3.1.1	Компентентностно-ориентированныеобразовательныетехнологии
6.3.1.2	Инновационные образовательные технологии - занятия в интерактивной форме, которые формируют системное мышления и способность генерировать идеи при решении различных творческих задач. К ним относятся электронные тексты лекций с презентациями, проблемные лекции: должна возбудить активный интерес учащихся, ведущий к самостоятельному поиску ответа на поставленную проблему на практических занятиях; обобщающие лекции перед очередным модулем: анализ изученных ранее проблем на основе обобщения и систематизации знаний, полученных учащимися на предшествующих занятиях по теме; лекции - информации с визуализацией, отчет по СРС - дискуссия по актуальным проблемам, разбор конкретных вопросов, обсуждение проблемных ситуаций и решение ситуационных задач в малых группах.
6.3.1.3	Информационные образовательные технологии - самостоятельное использование студентом компьютерной техники и интернет-ресурсов для выполнения практических заданий и самостоятельной работы.
6.3.1.4	Порядок и условия изучения и контроля знаний по дисциплине.
6.3.1.5	На организационном или первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов те условия и требования, которые должны соблюдаться в течение всей работы над этой дисциплиной.
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения	
6.3.2.1	www.lib.krsu.edu.kg
6.3.2.2	www.liblus.ru
6.3.2.3	www.lib.aldebaran.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Лекционная аудитория на 40 посадочных мест (ауд.6/117) и 25 посадочных мест (ауд.5/104);
7.2	Компьютерный класс на 10 посадочных мест для проведения практических занятий, выполнения самостоятельной работы и просмотра фото-, аудио-, мультимедиа, видео-материалов;
7.3	Наглядные учебные пособия (методические указания для проведения практических занятий по дисциплине);
7.4	Набор презентации лекций по курсу;

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ВВЕДЕНИЕ

Данное методическое пособия и указания к выполнению контрольной и курсовой работ вводятся в связи с новыми учебными планами для студентов очного и дистанционного обучения - направления Технология транспортных процессов.
В процессе изучения дисциплины студент должен выполнить:

контрольную работу по тепловому расчету поршневого автомобильного двигателя внутреннего сгорания;

лабораторные работы по испытаниям автомобильных двигателей на испытательном стенде – по ним делается защита;

РГЗ, с её защитой;

сдать экзамен (зачет с оценкой) по основам термодинамики, теории рабочих процессов и процессов смесеобразования в бензиновых и дизельных двигателях, тепловому и динамическому расчетам автомобильных двигателей.

Сдача отчетных материалов производится в строго указанной выше последовательности. В виде исключения студент может защитить КР вне сессии, при условии выполнения п.п. 1 и 2.
При самостоятельной работе студентам рекомендуется использовать следующую основную и дополнительную литературу:

Архангельский В.М., Вихерт М.М. и др. Автомобильные двигатели / Ред. М.С.Ховах. – М.: Машиностроение 1977 – 592 с.

Гугин А.М. Быстроходные поршневые двигатели. – Л.: Машиностроение, 1967. – 259 с.

Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высшая школа, 1980. – 385 с.

Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1981. – 160 с.

Глазунов В.И. Конспект лекций по дисциплине «Силовые агрегаты»

Попык Г.К. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. – М.: Машиностроение, 1981. – 520 с.

Кроме указанной литературы, студентам рекомендуется систематически знакомиться с журналами «Автомобильный транспорт», «Автомобильный транспорт Казахстана» и «Автомобильная промышленность».

КУРСОВАЯ РАБОТА (КР)

В настоящее время поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) пока являются основными силовыми агрегатами различных типов современных автомобилей: бензиновых, дизельных, газобаллонных и т.д..
Успешное развитие современного двигателестроения с целью улучшения мощностных, экономических и токсических показателей ДВСне возможно без детального изучения теории и улучшения рабочих процессов, проходящих в цилиндрах ДВС, в их механизмах и системах.

Цель и задачи РГЗ

Практической реализацией полученных при изучении дисциплины «Транспортная энергетика» теоретических знаний по теории рабочих процессов, эффективных и экономических показателей автомобильных двигателей и их основных конструктивных параметров, является проводимый самостоятельно студентами тепловой и динамический расчет поршневых бензиновых и дизельных двигателей.
Динамический расчет ДВС проводится на основании теплового расчета двигателя для определения сил и моментов, действующих в деталях КШМ для проведения дальнейшего прочностного расчета деталей ДВС.
При этом: тепловой расчет двигателя заканчивается построением индикаторной диаграммы рассчитываемого двигателя и его тепловым балансом, а динамический расчет заканчивается расчетом значений сил и моментов, действующих в КШМ изатем вычерчиванием на листе ватмана формата А1 (или миллиметровке) диаграмм этих сил и суммарного крутящего момента за рабочий цикл, т.е. за два оборота коленчатого вала (за □720□^о).
К выполнению курсовой работы (КР) следует приступать только после изучения соответствующих разделов курса «Силовые агрегаты» и строго по своему варианту двигателя и его прототипа.
Выписав исходные данные для своего варианта двигателя и уяснив последовательность выполнения теплового расчета, студент может приступить к выполнению расчетов.
В процессе выполнения теплового и динамического расчетов необходимо указывать размерности всех величин в системе СИ. Все расчеты следует сопровождать краткими поясне¬ниями, обоснованием и необходимыми схемами и графиками.
Если в ходе расчета приходится задаваться какими-либо эмпирическими коэффициентами, то необходимо подробно обосновать их значение и определить их методом интерполяции для своего ДВС.
Решать уравнения следует в буквенном виде, и только в окончательно полученную формулу подставлять числовые значения, а буквенные обозначения параметров должны обязательно пояс¬няться.
Значения применяемых эмпирических коэффициентов и параметров (скорости потока смеси (или воздуха) на впуске, коэффициенты аэродинамического сопротивле¬ния, выпускной системы, температуры подогрева заряда и др.) определяются методом интерполяции, в соответствие с быстроходностью рассчитываемого двигателя и его прототипом.
Контрольные работы выполняются в обычных ученических тетрадях, аккуратно, чернилами. На каждой странице тетради сле¬дует оставлять поля для замечаний рецензента. Графики индикаторных диа¬грамм выполняются на миллиметровке в карандаше.
Поскольку контрольные работы являются частью КР тостуденту необходимо при себе оставлять черновой вариант контрольной работы.
Исходные данные для каждого контрольного задания КР прие¬дены в Приложении (в 10 вариантах). Номер варианта студента соответствует последней цифре номера его зачетки или его шифра.
При выборе заданий номер варианта по вертикали следует совместить с последней цифрой учебного года, а по горизонтали - с последней цифрой своего шифра.Например: шифр студента - 2359, работа выполняется в 2020/2021 учебном году. Совместить вариант 1 по вертикали с номером 9 по горизонтали.
По исходным данным, приведенным в Приложении, в соответст¬вии со своим вариантом, нужно выполнить тепловой расчет четырех¬тактного автомобильного двигателя при егомаксимальной мощности. За¬тем по результатам теплового расчета нужно построить индикаторную диаграмму и определить конструктивные параметры двигателя и рассчитать тепловой баланс двигателя.

Технико-экономическое обоснование

Выполнение контрольной работы, а следовательно, далее и курсовой работы следует начинать с детального рассмотрения особенностей конструкции и параметров прототипа и аналогичных двигателей. На основании про¬веденного анализа студент должен составить ясное представление по¬ложительных и отрицательных качеств прототипа и его особенности.
В связи с намеченными конструктивными усовершенствова¬ниями необходимо выбрать и рассчитать основные параметры дви¬гателя, учитывая тенденцию их развития. В первую очередь анали¬зируются: быстроходность двигателя, степеньсжатия, коэффициент избытка воздуха, вид и марка топлива, отношение хода поршня к диаметру цилиндра, механический КПД, экономические и токсиче¬ские показатели двигателя.
Выбрав и обосновав основные параметры рассчитываемого двигателя можно приступить к выполнению теплового расчета двигателя, а затем, на основании проведенного теплового расчета и теплового баланса двигателя, нужно выполнить динамический расчет двигателя.

Методические указания к выполнению
теплового расчета двигателя

При оформлении пояснительного текста КР необходимы:
1) ссылки на источники - в квадратных скобках [ ];
2) нумерация формул - в круглых скобка ( );
3) буквенные обозначения в формулах обязательно поясняются.
При выполнении теплового расчета особое внимание следует обратить на его необходимую точность и соответствие полученных значений расчетных параметров допустимым пределампараметров современных двигателей, так как ошибка в подсчете одного параметра ведет за собой искажение всего теплового расчета. Для вычисления значений различных параметров работы двигателя поформулам рекомендуется пользоваться логарифмической линейкой, таблицами Брадиса,

микрокалькуляторами и микро ЭВМ с логически необходимой точностью расчета, так как ещё в XIX в. немецкий математик К.Ф. Гаусс говорил: «Недостаток математического образования нигде не проявляется так явственно, как в чрезмерной точности числовых вычислений».
Основные параметры теплового расчета проектируемого двига¬теля необходимо сопоставлять с аналогичными параметрами сущест¬вующих перспективных двигателей соответствующего назначения и типа.
Методика теплового расчета приведена во многих учебниках и учебных пособиях по автотракторным двигателям.
Ниже приводится рекомендуемая последовательность выполнения теплового расчета поршневого двигателя в соответствии с рекомендациями[1,3,5,6] на основании общепринятой методики теплового расчета профессора МВТУ (МГТУ) В.И. Гриневецкого (Россия).

1. Определение параметров рабочего тела

Если в задании указаны условия эксплуатации и высота местно¬сти над уровнем моря, где будет эксплуатироваться проектируемый двигатель, то необходимо пользоваться показателями Международной стандартной атмосферы, которые приведены в табл. 1.1
Таблица 1.1

Высота над уровнем моря, м	Атмосферное давление, Ро		Температура воздуха, Т0, К	Плотность воздуха, ρ0, кг/м3
	мм.рт.ст.	МПа		
0				
500	760			
715	0,1013	0,0972	293	1,225
1,116				
1000	614	0,0917	284	1,112
2000	596	0,0811	275	1,006
3000	525	0,0715	268	0,009
4000	462	0,0628	262	0,819

В соответствие с заданным прототипом двигателя и исходными данными (вариантом) выбирается необходимый сорт топлива. Для дизе¬лей следует принять дизельное топливо, для бензиновых двигателей - бензин. Затем принимаются параметры соответствующего топлива:

1.1. Параметры соответствующего топлива:

	Бензин	Дизельное топливо
Средняя молекулярная масса топлива, μТ кг/моль	115	190
Низшая теплота сгорания 1 кг топлива, МДж/кг	44	42,5
Элементарный состав топлива по массе:		
углерода, С	0,855	0,870
водорода, Н	0,145	0,126
кислорода, О	0	0,004

1.2. Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива согласно (1.6):

в кг: $l_0=1/0{,}23\ (8/3\ C+8H-O_T)$, кг;

в кмолях: $L_0=1/0{,}209\ (C/12+H/4-O_T/32)$, кмоль. (1.1)

При расчете значений 10 и L0 принято, что кислорода в воздухе по объему содержится 20,9 %, а по массе - 23 %.

1.3. Количество горючей смеси для бензиновых двигателей:

$$M_l=\alpha\cdot L_0+1/\mu_T \text{ ,кмоль/кг топлива.} \qquad (1.2)$$

1.4. Количество воздуха для дизелей:

$$M_l= \alpha\cdot L_0 \text{, кмоль/кг топлива,} \qquad (1.3)$$

где α - коэффициент избытка воздуха,
μ_T – молекулярная масса топлива, кг/моль.

1.5.Количество отдельных компонентов продуктов сгорания для заданного α<1 (бензиновые двигатели) при К = 0,5, где К- по¬стоянный коэффициент для бензинов, зависящий от отношения H_2/CO в продуктах сгорания (согласно [1,3], оценивается из выражений(1.4), (1.5), (1.6), (1.7), (1.8)):

количество CO: $M_{co}= 0,42\ (1-\alpha)/(1+K)L_0$,кмоль; (1.4)

количество CO2: $M_{(\square co\square)}=C/12-0,42\ (1-\alpha)/(1+K)L_0$,кмоль; (1.5)

количество H2: $M_{(H_2)}= 0,42K\ (1-\alpha)/(1+K)\ L_0$, кмоль; (1.6)

количество H2O: $M_{(H_2O)}=H/2-0,42\ (1-\alpha)/(1+K)\ L_0$, кмоль; (1.7)

количество N2 $M_{(N_2)}=0,79\alpha L_O$, кмоль. (1.8)

Количество отдельных компонентов продуктов сгорания для ди¬зелей, при α >1, когда весь углерод топлива теоретически сгорает в CO2 а водород - в H2O, определяется из выражений (1.9), (1.10), (1.11), (1.12):

$M_{(\square CO\square_2)}=C/12$, кмоль; (1.9)

$M_{(O_2)}= 0,21(1-\alpha)\ L_O$, кмоль; (1.10)

$M_{(H_2O)}=H/2$, кмоль; (1.11)

$M_{(N_2)}=0,79\alpha L_O$, кмоль. (1.12)

1.6. Общее количество продуктов сгорания,M_2 при α<1:

$M_2=M_{(\square CO\square_{\ })}+M_{(\square CO\square_2)}+M_{(H_2)}+M_{(H_2O)}+M_{(N_2)}$, кмоль; (1.13)

а) приα≥1:

$M_2=M_{(\square CO\square_2)}+M_{(O_2)}+M_{(H_2)}+M_{(H_2O)}+M_{(N_2)}$, кмоль; (1.14)

1.7. Значение M2 при α < 1 проверяется по формуле:

$M_2=C/12+H/2+0,79\alpha\cdot L_O$, кмоль; (1.15)

б) приα≥1:

$M_2=C/12+H/2+(\alpha-0,21)L_O$, кмоль; (1.16)

их в цилиндрах ДВС, в их механизмах и системах.

Цель и задачи РГЗ

Практической реализацией полученных при изучении дисциплины «