

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЭАТ
Баранов

А.С.

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: Б1.В.6 «Динамика двигателей»

Код и наименование направления подготовки (специальности): 13.03.03
Энергетическое машиностроение

Направленность (профиль, специализация): Двигатели внутреннего
сгорания

Статус дисциплины: часть, формируемая участниками образовательных
отношений

Форма обучения: очная

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	профессор	В.А. Сеницын
Согласовал	Зав. кафедрой «ДВС»	А.Е. Свистула
	руководитель направленности (профиля) программы	А.Е. Свистула

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-2	Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1	Анализирует влияние условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
		ПК-2.2	Проводит комплекс расчетов для объекта профессиональной деятельности
		ПК-2.3	Способен принимать и обосновывать технические решения при создании объекта профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Детали машин и основы конструирования, Теоретическая механика, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Автоматическое регулирование ДВС, Конструирование двигателей, Системы двигателей, Специальные двигатели, Технология двигателестроения, Эксплуатация и ремонт ДВС

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 6 / 216

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	16	32	136	95

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 5

Лекционные занятия (32ч.)

1. Введение.

Предмет и содержание курса. Цель и задачи изучения дисциплины(2ч.)[8,9]
Предмет и содержание курса. Цель и задачи изучения дисциплины. Схемы КШМ отечественных и зарубежных ДВС. Классификация ДВС по числу и расположению цилиндров.

2. Кинематика КШМ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[2,3,7,8,9,10,11] Выбор схемы расположения кривошипов коленчатого вала и порядка работы цилиндров

Перемещение, скорость и ускорение поршня центрального КШМ. Кинематика движения шатуна. Вывод поправки Брикса.

Кинематика и динамика ДКШМ и КШМ с прицепным шатуном. Кинематика КШМ двигателя Ванкеля, Баландина.

Оценка влияния условий работы двигателя на конструкцию КШМ.

2. Кинематика дезаксиального КШМ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3,8,9,10,11] Анализ кинематики дезаксиального КШМ. Вывод формул для расчета перемещения, скорости и ускорения поршня дезаксиального КШМ

3. Динамика КШМ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (8ч.)[4,6,8,9]
Динамика КШМ

Силы, действующие в КШМ двигателя. Силы давления газов. Силы инерции поступательно и вращательно движущихся масс. Приведение масс КШМ.

Суммарные силы в КШМ и их составляющие. Графики сил, действующих в КШМ.

Равномерность крутящего момента. Степень неравномерности. Способы повышения равномерности выходного крутящего момента M_k .

Коэффициент неравномерности крутящего момента. Коэффициент запаса (приспособляемости) M_k .

Суммарный крутящий момент. Примеры определения суммарного крутящего момента для ДВС с различным числом цилиндров. Расчет маховика.

Силы, действующие на шатунные и коренные шейки и подшипники коленчатого вала. Полярные диаграммы нагрузок на них.

Методика построения диаграммы износа шатунной шейки.

4. Уравновешивание ДВС {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[1,4,5,6,8,9,10,11] Уравновешивание ДВС. Общие понятия и определения.

Основы векторного анализа уравновешенности. Прямая и обратная задачи. Силы инерции I и II порядков и их фиктивные амплитудные радиус-векторы. Шесть условий полной динамической самоуравновешенности двигателя.

Динамически эквивалентная модель отсека 2V по силам инерции первого и второго порядков. Частные случаи результирующих радиус-векторов сил

инерции I и II порядков (формы годографов).

Частные случаи плоских отсеков: 2V45, 2V60, 2V90, 2V120, 2V180.

5. Практические задачи уравнивания ДВС {лекция с разбором конкретных ситуаций} (8ч.)[1,2,4,8] Практические задачи уравнивания ДВС

Уравнивание 1-цилиндрового ДВС. Уравнивание 2-цилиндровых рядных ДВС с кривошипами, направленными в одну сторону и под углом 180.

Уравнивание 2-цилиндрового ДВС с противоположным расположением цилиндров и кривошипами под углом 180.

Уравнивание 3-цилиндрового рядного ДВС. Уравнивание 4-цилиндровых рядных ДВС с плоским коленчатым валом.

Уравнивание 4-цилиндровых рядных ДВС с крестообразным коленчатым валом.

Уравнивание 6-цилиндровых рядных ДВС (2- и 4- тактных).

Уравнивание 8-цилиндровых рядных ДВС.

Общие выводы по уравниванию рядных ДВС.

Уравнивание V-образных 4- и 6-цилиндровых ДВС.

Уравнивание V-образных 8- и 10 цилиндровых ДВС.

Практические занятия (32ч.)

1. Кинематика центрального КШМ(2ч.)[2,4,6,8] Анализ кинематики центрального КШМ конкретного двигателя. Расчет перемещения, скорости и ускорения поршня центрального КШМ

2. Кинематика дезаксиального КШМ {работа в малых группах} (2ч.)[2,8] Кинематика дезаксиального КШМ

3. Динамически эквивалентная система приведенных масс КШМ {работа в малых группах} (2ч.)[2,4,8,10] Приведение масс КШМ. Приведение поступательно и вращательно движущихся масс. Приведение массы шатуна

4. Анализ индикаторной диаграммы. Газовая сила, действующая на поршень(2ч.)[2,4] Анализ индикаторной диаграммы двигателя. Определение газовой силы, действующей на поршень. Начало заполнения главной динамической таблицы

5. Силы, действующие в КШМ. Приведение сил, нагрузка на элементы КШМ. {работа в малых группах} (2ч.)[2,4,8,9] Силы, действующие в КШМ. Приведение сил, нагрузка на элементы КШМ.

6. Анализ схем коленчатых валов. Порядок работы цилиндров. Интервалы между вспышками(2ч.)[1,8] Анализ схем коленчатых валов. Порядок работы цилиндров. Определение интервалов между вспышками.

7. Суммарный крутящий момент двигателя {работа в малых группах} (2ч.)[2,4,8,9] Суммарный крутящий момент двигателя. Методика построения суммарного крутящего момента. Понятие средней крутящий момент двигателя.

8. Равномерность хода двигателя. Подбор маховика.(2ч.)[2,4,8] Равномерность

хода двигателя. Подбор маховика.

9. Набегающие моменты на коренные и шатунные шейки коленчатого вала(2ч.)[2,4,8] Набегающие моменты на коренные и шатунные шейки коленчатого вала

10. Нагрузка на шатунные и коренные шейки. Полярная диаграмма нагрузки. {работа в малых группах} (4ч.)[2,4,8] Нагрузка на шатунные и коренные шейки. Полярная диаграмма нагрузки.

11. Износ шатунных и коренных шеек.(2ч.)[2,4,8] Износ шатунных и коренных шеек. Построение диаграмм износа шеек. Определение наиболее и наименее нагруженных мест шеек.

Расчет сил инерции и противовесов коленчатого вала

12. Анализ уравновешенности рядных ДВС

Анализ уравновешенности V-образных ДВС

Практические задачи уравновешивания рядных и V-образных ДВС(8ч.)[1,4,8,9] Анализ уравновешенности рядных ДВС

Анализ уравновешенности V-образных ДВС

Практические задачи уравновешивания рядных и V-образных ДВС

Лабораторные работы (16ч.)

1. Изучение и анализ кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания(4ч.)[3] Изучение и анализ кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания

2. Определение центра тяжести шатуна методами взвешивания и качаний.(4ч.)[3,6] Определение центра тяжести шатуна методами взвешивания и качаний.

3. Экспериментальное определение моментов инерции коленчатого вала и маховика.(4ч.)[3,6] Экспериментальное определение моментов инерции коленчатого вала и маховика.

4. Анализ уравновешенности исследуемого двигателя и разработка практических мероприятий по уравновешенности(4ч.)[3] Анализ уравновешенности исследуемого двигателя и разработка практических мероприятий по уравновешенности

Самостоятельная работа (136ч.)

1. Выполнение курсового проекта(67ч.)[1,2,10]

2. Самостоятельная подготовка к текущему контролю успеваемости(33ч.)[2,8]

3. Подготовка и сдача экзамена(36ч.)[1,2,3,4,8]

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронной информационно-образовательной среде АлтГТУ:

1. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / В. В. Черниченко, В. И. Лукьяненко, П. А. Солженикин, А. В. Исанова. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 172 с. – ISBN 978-5-9729-0589-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/114975.html> (дата обращения: 13.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей

2. Кузьмин А.Г. Динамический расчет кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания: Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Динамика двигателей» для студентов направления 141100 – «Энергетическое машиностроение» по профилю «Двигатели внутреннего сгорания»/ А.Г.Кузьмин, В.А.Синицын, С.С.Дорофеева. Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – 57с. – Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/dvs/kuzmin-dr.pdf>

3. Кузьмин А.Г. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Динамика двигателей» для студентов направления 141100 – «Энергетическое машиностроение» по профилю «Двигатели внутреннего сгорания». А.Г.Кузьмин, В.А.Синицын, С.С.Дорофеева/ Алт. гос. техн. ун-т. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – 20 с. – Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/dvs/kuzmin-ldd.pdf>

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

4. Расчет деталей, механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания математическими методами с применением программы Mathcad : учебное пособие / Ю. П. Макушев, Т. А. Полякова, В. В. Рындин, Т. Т. Токтаганов ; под редакцией Ю. П. Макушева. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 320 с. – ISBN 978-5-9729-0987-2. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/123832.html> (дата обращения: 14.09.2022). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Дружинин, А. М. Модернизация двигателей внутреннего сгорания : цилиндропоршневая группа нового поколения / А. М. Дружинин. – Москва : Инфра-Инженерия, 2017. – 150 с. – ISBN 978-5-9729-0158-6. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/68994.html> (дата обращения: 13.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6. Сергеев, Н. В. Двигатели иностранных фирм : учебное пособие / Н. В. Сергеев, В. П. Шоколов. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 256 с. – ISBN 978-5-9729-0899-8. – Текст : электронный //

Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124037.html> (дата обращения: 19.09.2022). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.2. Дополнительная литература

7. Карташевич, А.Н. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / А.Н. Карташевич, Г.М. Кухаренок, А.А. Рудашко. – Минск : РИПО, 2018. – 308 с. : ил., схем., табл. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-503-828-4 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497471> (06.02.2019).

8. Попык К.Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высш. школа, 1970. – 328с. – 46 экз.

9. Чистяков В.К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с. – 28 экз.

10. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для ВУЗов/ А.И.Колчин, В.П.Демидов. – М.: Высш. школа, 2002. – 496 с. – 123 экз.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

11. Сеницын, Владимир Александрович. Динамическая уравновешенность двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс] : (Модульный курс) : учебное пособие / В. А. Сеницын. – АлтГТУ, 2014. – 108 с. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Sinicin-dinur.pdf>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	Acrobat Reader
1	LibreOffice
2	Windows
2	FAR Manager
3	FineReader 9.0 Corporate Edition
3	Антивирус Kaspersky
5	Microsoft Office
7	WinRar
9	(БТИ) КонсультантПлюс
10	Гарант

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	IEEE Xplore - Интернет библиотека с доступом к реферативным и полнотекстовым статьям и материалам конференций. Бессрочно без подписки (https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) – свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)
3	Российский морской регистр судоходства и раздел издания РС (https://rs-class.org/ https://lk.rs-class.org/regbook/rules)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».