

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Вятский государственный университет»
(ВятГУ)

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕМОЙ ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

**2.4.7 ТУРБОМАШИНЫ И ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)**

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 2.4.7 Турбомашины и поршневые двигатели (технические науки) разработана С.А. Плотниковым, доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры технологии машиностроения ВятГУ.

Рецензент – Р.Ф. Курбанов – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ.

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели (технические науки). утверждена на заседании кафедры «технологии машиностроения ВятГУ, протокол от «17» февраля 2023 г. № 4.

Программа предназначена для лиц, обучающихся по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – аспирантов) и лиц, прикрепленных для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее вместе – соискатели).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Кандидатский экзамен представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 2.4.7. Турбомашин и поршневые двигатели (технические науки) (далее – программа, кандидатский экзамен) разработана в соответствии с пунктом 3 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Содержание кандидатского экзамена по специальной дисциплине определяется содержанием паспорта научной специальности 2.4.7 Турбомашин и поршневые двигатели (технические науки).

2. СОДЕРЖАНИЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Раздел 1. Теория рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания

1.1. Термодинамические циклы поршневых двигателей. Параметры рабочих циклов. Анализ показателей циклов. Циклы комбинированных двигателей.

1.2. Рабочие тела в ДВС. Топлива, окислители, их основные свойства. Реакции сгорания жидких и газообразных топлив. Совершенное, несовершенное, полное и неполное сгорания топлива. Стехиометрическое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха. Состав горючей смеси и продуктов сгорания. Теплота сгорания горючей смеси.

1.3. Процессы газообмена в двигателях. Параметры рабочего тела в цилиндре в конце процессов выпуска и зарядки. Газообмен в 4-тактных двигателях. Фазы газораспределения. Процессы выпуска, наполнения, продувки и дозарядки цилиндра. Показатели процессов газообмена. Суммарный коэффициент избытка воздуха. Коэффициенты наполнения и остаточных газов.

1.4. Газообмен в 2-тактных двигателях. Действительная и геометрическая степень сжатия. Схемы газообмена. Основные периоды газообмена. Коэффициенты наполнения, остаточных газов.

1.5. Процесс сжатия. Физические и химические процессы, протекающие в рабочем теле в процессе сжатия. Особенности процессов сжатия в двигателях с разделенными камерами сгорания.

1.6. Процессы смесеобразования в двигателях. Показатели качества горючей смеси. Внешнее и внутреннее смесеобразование. Испаряемость капель и пленок жидких топлив. Размеры капель и формы струи распыленного топлива. Объемное, пленочное, объемно-пленочное и послойное внутреннее смесеобразование.

1.7. Воспламенение горючих смесей. Распространение пламени по объему камер сгорания. Фазы сгорания. Концентрационные пределы распространения фронта пламени. Сгорание в разделенных и неразделенных камерах. Скорость распространения фронта пламени, характеристики тепловыделения, период задержки воспламенения, продолжительность сгорания, максимальные давления сгорания, скорости нарастания давлений. Расчет параметров рабочего тела в период сгорания. Экспериментальные методы исследования сгорания. Токсичность продуктов сгорания, способы ее снижения. Механизмы образования токсичных веществ. Стандарты ISO 14000.

1.8. Процесс расширения. Теплоотдача в стенки, догорание топлива. Расчет состояния рабочего тела в процессе расширения.

1.9. Индикаторные и эффективные показатели двигателей. Среднее

индикаторное давление. Удельный индикаторный расход топлива, индикаторный КПД. Составляющие механических потерь. Среднее давление трения, мощность механических потерь, механический КПД. Среднее эффективное давление, эффективная мощность двигателя. Удельный эффективный расход топлива, эффективный КПД двигателя.

1.10. Методы повышения эффективной мощности двигателя. Литровая мощность, поршневая мощность, комбинированные показатели. Наддув как способ повышения удельной мощности двигателя. Системы наддува.

1.11. Внешний и внутренний тепловой балансы двигателей. Составляющие теплового баланса. Теплоотдача в двигателях и теплонапряженность деталей.

1.12. Режимы работы и характеристики двигателей. Совместная работа двигателей и потребителей мощности. Способы регулирования работы двигателей (качественное, количественное, смешанное регулирование, регулирование изменением объема).

Раздел 2. Конструирование двигателей внутреннего сгорания

2.1. Принципы работы и классификация поршневых двигателей. Особенности устройства и работы отдельных видов поршневых двигателей, двигателя с внешним подводом теплоты.

2.2. Общие принципы конструирования двигателей. Компоновочные схемы двигателей. Типаж, мощностные ряды, агрегатирование. Основные показатели, характеризующие конструкции двигателей. Полный жизненный цикл двигателя. Этапы проектирования, автоматизированное проектирование. CALS-технологии в двигателестроении. Современные системы CAD/CAM/CAE/PDM.

2.3. Методы расчетов на прочность деталей двигателей. Численные методы моделирования теплового и напряженно-деформированного состояния деталей. Выбор расчетных режимов. Оценка прочности узлов и деталей двигателя с учетом переменной механической и тепловой нагрузок. Параметры, характеризующие надежность двигателей.

2.4. Поршни, поршневые пальцы и кольца, расчет их теплового и напряженно-деформированного состояния.

2.5. Шатуны, стержни шатунов, поршневые и кривошипные головки шатунов, шатунные болты и расчет их на прочность.

2.6. Коленчатые валы и маховики, определение их основных размеров и расчет на прочность.

2.7. Подшипники скольжения и качения. Основы гидродинамической теории смазки. Несущая способность. Тепловой расчет.

2.8. Системы управления фазами газораспределения. Механический, пневмогидравлический и электромагнитный приводы клапанов. Компоновка клапанных механизмов. Расчет на прочность деталей механизма газораспределения.

2.9. Органы газораспределения двухтактных двигателей; золотниковое газораспределение.

2.10. Цилиндры и блоки цилиндров, втулки и головки (крышки) цилиндров. Анализ конструкций, материалы, расчеты на прочность.

2.11. Перспективы развития двигателей.

Раздел 3. Динамика двигателей

3.1. Классификация преобразующих механизмов поршневых двигателей. Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Силы и моменты, действующие в двигателе. Внутренняя и внешняя неуравновешенности двигателя. Способы балансировки двигателей.

3.2. Крутильные, продольные, изгибные и связанные колебания коленчатых валов, приводов систем газораспределения и топливоподдачи. Уравнения колебаний. Определение амплитуд колебаний и напряжений при резонансе. Способы демпфирования колебаний в

поршневых двигателях.

3.3. Шум и вибрации в двигателях, их источники. Допустимые уровни. Снижение шума и вибраций.

Раздел 4. Системы двигателей

4.1. Топливные системы двигателей с внутренним смесеобразованием.

Классификация. Состав и схемы линии низкого давления топливных систем. Топливоподающая аппаратура непосредственного действия.

4.2. Конструкция топливных насосов высокого давления. Проектирование и расчет топливного насоса высокого давления и его элементов.

4.3. Конструкции и расчет форсунок и насос-форсунок, их статические гидравлические характеристики, способы запираания форсунок. Проектирование и расчет форсунок. Гидродинамический расчет процесса подачи топлива.

4.4. Системы многотопливных двигателей и системы для подачи тяжелых топлив.

4.5. Аккумуляторные системы с электронным управлением. Системы с мультипликаторами давления. Электрогидравлические форсунки. Специальные насосы высокого давления.

4.6. Топливная аппаратура двигателей с внешним смесеобразованием. Способы подачи топлива. Карбюрация, впрыск и смесеобразование. Течение двухфазных смесей. Карбюраторы. Главная дозирующая и вспомогательные системы карбюратора. Многокамерные карбюраторы.

4.7. Системы впрыска бензина во впускной трубопровод. Пневмомеханическое и электронное регулирование. Центральный и распределенный впрыск. Конструкции, расчет насосов, форсунок, подогревателей и исполнительных устройств. Конструкции и свойства датчиков.

4.8. Системы впрыскивания бензина в цилиндр. Количественный и качественный способы регулирований мощности при непосредственном впрыске.

4.9. Системы питания газовых двигателей. Газовая аппаратура ДВС с принудительным и форкамерно-факельным зажиганием. Баллоны, испарители, редукторы, регуляторы давления, газосмесители, клапаны. Системы топливоподачи газожидкостных двигателей. Системы питания газодизелей. Состав систем и способы управления, конструкции элементов.

4.10. Системы охлаждения. Классификация, основные схемы. Системы жидкостного охлаждения. Охлаждающие жидкости и их характеристики. Система воздушного охлаждения, схема, конструкция дефлекторов.

4.11. Системы смазки, классификация, схемы, элементы системы и расчет их характеристик.

4.12. Системы впуска и выпуска. Трубопроводы. Воздушные фильтры. Охладители наддувочного воздуха. Глушители шума на впуске и выпуске. Настройка систем. Методы расчета и анализ конструкций.

4.13. Способы пуска двигателей. Пусковые качества. Способы облегчения запуска. Расчет системы пуска.

4.14. Система энергоснабжения установок ДВС, электрическая система пуска. Системы зажигания. Параметры систем. Системы с механическим прерывателем и бесконтактными датчиками. Адаптивные системы. Системы зажигания в составе систем электронного управления двигателем.

4.15. Способы нейтрализации отработавших газов. Дожигание, каталитическая нейтрализация, химические поглотители. Трехкомпонентные нейтрализаторы. Рециркуляция отработавших газов.

4.16. Системы вторичного использования теплоты. Системы утилизации теплоты выпускных газов и охлаждающих жидкостей двигателей.

4.17. Системы диагностирования двигателей. Виды диагностики. Методы возможности безразборной диагностики. Средства обеспечения диагностики двигателей и его систем.

Раздел 5. Агрегаты двигателей наддува

5.1. Объемные компрессоры, характеристика и особенности работы. Принцип действия и рабочий процесс поршневого компрессора. Принцип действия и показатели роторных компрессоров.

5.2. Центробежные компрессоры. Работа, затрачиваемая на сжатие воздуха. Процессы в P-V, i-S, T-S диаграммах. Коэффициенты полезного действия.

5.3. Газовые турбины для наддува ДВС. Активные и реактивные, осевые и радиальные турбины. Истечение газа из сопел.

5.4. Особенности работы компрессоров и турбин в составе комбинированного двигателя. Характеристики объемных и центробежных компрессоров и газовых турбин. Понятие об устойчивости работы центробежного и осевого компрессора.

Раздел 6. Основы научных исследований и испытаний двигателей

6.1. Понятие измерения. Ошибки измерений. Виды испытаний двигателей. ГОСТы на испытания.

6.2. Преобразование неэлектрических величин в электрические. Первичные преобразователи. Усилители. Формирователи. Аналого-цифровые преобразователи. Выходные устройства. Осциллографы, потенциометры, мосты. Регистрация результатов. Измерение времени.

6.3. Измерение стационарных и переменных давлений. Приемники статического и полного давления. Датчики для измерения быстропеременных давлений. Индицирование.

6.4. Измерение стационарных и мгновенных расходов жидкостей и газов. Измерение скорости нестационарных потоков жидкостей и газов. Термоанемометр и лазерный доплеровский измеритель скорости. Ионный анемометр.

6.5. Измерение стационарных и нестационарных температур и тепловых потоков в ДВС. Измерения температур в цилиндре двигателя. Токосъемники, бесконтактные способы передачи сигналов от датчиков.

6.6. Методы химического анализа газов в исследованиях ДВС. Классификация газоанализаторов. Дымомеры. Измерение содержания твердых частиц в выпускных газах.

6.7. Аппаратура и способы измерения шума и вибрации двигателя. Измерение общего уровня шума и уровня шума отдельных источников.

6.8. Оборудование боксов и лабораторий. Испытательные стенды. Гидравлические, электрические и индукторные тормоза и их характеристики. Согласование характеристик тормоза и двигателя. Автоматизированные измерительные комплексы. Интерфейс, средства сбора и первичной обработки сигналов, организация многоканального опроса и синхронизация.

6.9. Основные понятия математической теории эксперимента. Полные дробные факторные планы. Планы для получения регрессий с взаимодействующими факторами. Центральные композиционные планы. Ортогональные и ротатабельные планы. Сверхнасыщенные и насыщенные планы. Выделение существующих факторов. Отсеивающие эксперименты.

6.10. Моделирование двигателей. Виды моделей. Физическое моделирование. Критерии подобия, методы их получения. Математическое моделирование.

Раздел 7. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания

7.1. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). Двигатель и регулятор как элементы САР. Установившиеся и неустойчивые режимы

работы. Статические и динамические характеристики.

7.2. Дифференциальное уравнение двигателя как объекта регулирования по частоте вращения. Передаточные функции и структурная схема двигателя. Динамические характеристики двигателя: переходные процессы, частотные характеристики. Регуляторы прямого действия. Статические характеристики. Регуляторы непрямого действия. Исполнительные устройства регуляторов.

7.3. Устойчивость САР. Критерии устойчивости, особенности их использования. Показатели работы САР. Прямые и косвенные показатели качества.

7.4. Микропроцессорные устройства в системах управления двигателями. Элементы систем управления. Системы управления наддувом, газораспределением, рециркуляцией отработавших газов.

7.5. Автоматизация двигателей. Задачи автоматизации двигателей различного назначения. Степени автоматизации двигателей. Автоматическая защита, сигнализация, диагностирование. Автоматизация пуска и остановки. Дистанционное управление.

Раздел 8. Химмотология

8.1. Моторные нефтепродукты. Элементный, фракционный и групповой состав. Стабильность нефтепродуктов. Низкотемпературные свойства. Противопожарная безопасность. Токсичность нефтепродуктов.

8.2. Топлива для двигателей с принудительным воспламенением. Детонационная стойкость бензина и ее оценка. Методы определения октановых чисел. Ассортимент бензинов. Новые виды топлив.

8.3. Топливо для двигателей с воспламенением от сжатия. Классификация топлив. Воспламеняемость топлив и методы ее оценки. Цетановое число и его влияние на пуск и рабочий процесс дизеля. Присадки к топливам.

8.4. Синтетические топлива, спирты, растительные масла.

8.5. Газообразные топлива. Природные, попутные, промышленные и генераторные газы. Свойства газообразных топлив. Сжатые и сжиженные газы. Водород как топливо. Диметиловый эфир. Биогаз.

8.6. Использование каменного угля, горючих сланцев, древесины и других видов твердых топлив в ДВС.

8.7. Смазочные материалы и их классификация. Требования к моторным маслам. Присадки, улучшающие качество масел. Регенерация масел. Трансмиссионные масла, их классификация. Пластические смазки.

8.8. Охлаждающие жидкости. Требования к охлаждающим жидкостям. Низкотемпературные охлаждающие жидкости. Антифризы, тосолы. Пусковые жидкости. Условия применения.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Порядок проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине регламентируется требованиями Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.03.2014 № 247 (с изменениями и дополнениями), а также требованиями локальных актов ВятГУ.

Для приема кандидатских экзаменов создаются комиссии по приему кандидатских экзаменов (далее - экзаменационные комиссии), состав которых утверждается приказом ректора ВятГУ. Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников ВятГУ (в том числе работающих по совместительству) в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии. В состав экзаменационной комиссии могут также входить научно-педагогические работники других организаций. Экзаменационная

комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук. Регламент работы экзаменационных комиссий определяется соответствующим локальным актом ВятГУ.

Билеты для сдачи кандидатского экзамена по 2.4.7 Турбомашины и поршневые двигатели (технические науки) содержат **три** теоретических вопроса, которые формируются на основе содержания кандидатского экзамена (см. раздел 3 настоящей Программы); примерный перечень вопросов указан далее в разделе 4 настоящей Программы. Билеты оформляются по установленному образцу (**приложение 1**), утверждаются заведующим кафедрой. До даты проведения кандидатского экзамена доступ к билетам закрыт.

Кандидатский экзамен проводится в **устной** форме. Для подготовки ответа соискателю выдаются бланки ответа с печатью Отдела аспирантуры, докторантуры и НИРС. Время подготовки к ответу - не более **1,0** академического часа (40 минут); на ответ дается не более **0,5** академического часа (20 минут).

Экзаменационная комиссия вправе задать соискателю дополнительные, уточняющие вопросы как по билету кандидатского экзамена, так и по другим вопросам настоящей Программы.

Оценка ответа осуществляется экзаменационными комиссиями в порядке, установленном соответствующим локальным актом ВятГУ с выставлением оценки по шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не удовлетворительно».

Перечень заданных соискателю вопросов (в том числе дополнительных) и характеристика ответов на них, а также решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом и указывается в экзаменационной (зачетной) ведомости, зачетной книжке (при наличии), формы и порядок оформления которых утверждены локальными актами ВятГУ.

4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Термодинамические циклы поршневых двигателей. Параметры рабочих циклов. Анализ показателей циклов. Циклы комбинированных двигателей.
2. Индикаторная диаграмма и действительный цикл 4-тактного дизеля без наддува.
3. Особенности индикаторных диаграмм и действительного рабочего цикла 4-тактного ДВС с искровым зажиганием. Цикл двухтактного ДВС с кривошипно-камерной продувкой.
4. Процессы действительных циклов ДВС.
5. Сгорание и тепловыделение в дизеле. Пути повышения эффективности рабочего цикла.
6. Сгорание и тепловыделение в ДВС с искровым зажиганием. Нарушения процесса сгорания, их проявления, способы устранения.
7. Процессы расширения и выпуска в поршневых ДВС.
8. Индикаторные показатели рабочего цикла ДВС.
9. Пути форсирования ДВС.
10. Принципы работы и классификация поршневых двигателей. Особенности устройства и работы отдельных видов поршневых двигателей.
11. Системы впуска и выпуска. Трубопроводы. Воздушные фильтры. Охладители наддувочного воздуха. Глушители шума на впуске и выпуске. Методы расчета и анализ конструкций.

12. Механические потери, индикаторные и эффективные показатели работы ДВС. Влияние различных факторов на показатели ДВС.
13. Пути повышения долговечности ДВС. Показатели износостойкости ДВС. Конструктивные и эксплуатационные факторы, влияющие на износостойкость.
14. Показатели и методы определения дымности и токсичности ДВС. Способы снижения токсичности.
15. Классификация топлив. Горючие смеси. Стехиометрический состав. Пределы воспламеняемости горючих смесей. Теплота сгорания топлив и горючих смесей.
16. Топлива для двигателей с принудительным воспламенением. Детонационная стойкость бензина и ее оценка. Методы определения октановых чисел. Ассортимент бензинов. Новые виды топлив.
17. Эксплуатационные требования к характеристикам дизельных топлив. Показатели и свойства топлив, влияющие на подачу и смесеобразование. Фракционный состав дизельных топлив и его влияние на работу двигателя. Самовоспламеняемость дизельных топлив.
18. Виды альтернативных источников энергии. Применение их в современном мире. Положительные и отрицательные стороны.
19. Биотопливо. Получение и применение биотоплива.
20. Водородная энергетика. Получение водородного топлива. Области применения. Перспективы развития.
21. Газообразные топлива. Природные, попутные, промышленные и генераторные газы. Свойства газообразных топлив. Сжатые и сжиженные газы. Биогаз.
22. Системы питания газовых двигателей. Газовая аппаратура, баллоны, испарители, редукторы, регуляторы давления, газосмесители, клапаны. Системы питания газодизелей. Состав систем и способы управления, конструкции элементов.
23. Охлаждающие жидкости. Требования к охлаждающим жидкостям. Низкотемпературные охлаждающие жидкости. Антифризы, тосолы. Пусковые жидкости. Условия применения.
24. Тепловой баланс и теплонапряженность деталей двигателя.
25. Стендовые испытания ДВС и ТА. Виды и назначение стендовых испытаний. Методика снятия и анализ характеристик ДВС.
26. Требования, предъявляемые к топливной аппаратуре современных дизелей. Предпосылки, определяющие эти требования.
27. Влияние регулировок топливоподающей аппаратуры на мощность, экономичность и долговечность дизеля.
28. Износы деталей топливной аппаратуры. Вид их проявления. Влияние износов деталей ТПА на показатели работы ТПА и дизеля.
29. Назначение КШМ, схемы КШМ. Безразмерные характеристики КШМ. Особенности кинематики дезаксиального КШМ.
30. Кинематика центрального КШМ.
31. Основы динамического расчета ДВС. Силы, действующие в центральном КШМ.
32. Неравномерность крутящего момента и неравномерность хода двигателя.
33. Уравновешивание ДВС. Расчет сил и моментов сил инерции. Способы их уравновешивания. Условие полной конструктивной уравновешенности.
34. Основы расчета на прочность деталей КШМ. Расчетные режимы нагрузки. Виды расчета различных деталей. Алгоритм расчета.
35. Характеристики идеального и реального карбюратора.
36. Послойное смесеобразование, форкамерно-факельное зажигание, впрыскивание легкого топлива в ДВС с искровым зажиганием. Их влияние на основные показатели работы ДВС.
37. Топливоподача и воздухоподача в дизелях. Показатели качества очистки воздуха.

38. Смесеобразование в дизелях. Виды и характеристики смесеобразования. Факторы, влияющие на смесеобразование.
39. Вихрекамерный и предкамерный способы смесеобразования, их влияние на основные показатели процесса сгорания.
40. Система жидкостного охлаждения двигателя, ее характеристики.
41. Особенности расчета системы воздушного охлаждения двигателя.
42. Регулирование нагрузочного и скоростного режимов двигателей. Способы регулирования и виды регуляторов. Системы автоматического регулирования (САР).
43. Характеристики всережимного механического центробежного регулятора.
44. Перспективы развития двигателестроения, улучшения показателей ДВС.
45. Основные тенденции развития конструкции автотракторных ДВС.
46. Преимущества и недостатки новых типов ДВС.
47. Характеристики и перспективы применения новых топлив в ДВС.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

Основная литература

1. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для вузов. 3 изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 496 с.:ил.
2. Николаенко А.В., Шкрабак В.С. Энергетические установки и машины. Двигатели внутреннего сгорания: Учеб. Пособие. - СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2004. – 438 с., ил.
3. Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей: Учебник для вузов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 720 с.
4. Комбинированные двигатели внутреннего сгорания: Учебник для студентов вузов. //Н.Д. Чайнов, Н.А. Иващенко, А.Н. Краснокутский, Л.Л. Мягков; Под ред. Н.Д. Чайнова. - М.: Машиностроение, 2008. – 496 с.

Дополнительная литература

1. ГОСТ 14846-81 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 42 с.
2. ГОСТ 18509-88 Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 77 с.
3. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 2013. – 21 с.
4. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 2013. – 9 с.
5. Архангельский В.М и др. Автомобильные двигатели. /Под. ред М.С.Ховаха. - М.: Машиностроение, 1977. – 591 с., ил.
6. Дьяченко Н.Х., Костин А.К., Пугачев Г.П. Теория двигателей внутреннего сгорания. /Под. ред. Н.Х.Дьяченко. - Л.: Машиностроение, 1974. – 551 с., ил.
7. Конструкционные материалы: Справочник /Б.Н.Арзамасов, В.А.Брострем, Н.А.Буше и др.; Под общ. Ред. Б.Н.Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 688 с., ил.
8. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1992. - 414 с., ил.
9. Орлин А.С. и др. Двигатели внутреннего сгорания. Конструкция и расчет поршневых и комбинированных двигателей. /Под. ред. А.С.Орлина. - М.: Машиностроение, 1972. – 464 с., ил.

Учебно-методическое обеспечение специальной дисциплины, в том числе перечень учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронно-библиотечных систем (электронных библиотек), профессиональных баз (в том

числе международные реферативные базы данных научных изданий) данных и информационно-справочных систем, необходимое для подготовки к сдаче кандидатского экзамена в полном объеме содержится в рабочей программе специальной дисциплины «Турбомашины и поршневые двигатели».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТИПОВОЙ БЛАНК БИЛЕТА К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Вятский государственный университет»
(ВятГУ)

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. заведующего кафедрой
технологии машиностроения

_____ Д.Г. Сергеев

«__» _____ 2023 г.

Кандидатский экзамен
по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание
ученой степени кандидата наук по научной специальности
2.4.7 Турбомашины и поршневые двигатели (технические науки)

Экзаменационный билет № __

1. _____.
2. _____.
3. _____.