

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»

Программа кандидатского экзамена

СК-РП-15.1-04-22

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«6» апреля 2022 г

Кафедра «Энергетические установки и тепловые двигатели»

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.4.7 «ТУРБОМАШИНЫ И ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

Область науки:

2. Технические науки

Группа научных специальностей:

2.4. Энергетика и электротехника


Наименование отрасли науки, по которой
присуждаются ученые степени:

технические науки

Научная специальность

2.4.7 Турбомашины и поршневые двигатели

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Программа предназначена для методического сопровождения процесса подготовки аспирантов (соискателей) к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.4.7 Турбомашин и поршневые двигатели.

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 2.4.7 Турбомашин и поршневые двигатели, разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.7 Турбомашин и поршневые двигатели.

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Энергетические установки и тепловые двигатели» (ЭУиТД)

протокол № 3 от "5" апреля 2022г.


Заведующий кафедрой «ЭУиТД»

к.т.н, доц. _____ Хрунков С.Н.
подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:


И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации

_____ Трубочкина Е.Л. «6» апреля 2022 г.
личная подпись расшифровка подписи дата

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	4
2	Программа кандидатского экзамена по специальности 2.4.7 Турбома- шины и поршневые двигатели	4
3	Дополнительная программа	14
	Приложение. Пример оформления дополнительной программы	15

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

1. Общие положения

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине состоит из двух частей:

- 1) основная программа по специальности, разработанной в соответствии с паспортом научной специальности 2.4.7 Турбомашин и поршневые двигатели;
- 2) дополнительной программы, разрабатываемой аспирантом (соискателем).

Экзаменационные билеты должны включать 2-3 вопроса из основной программы и 1-2 вопроса из дополнительной программы.


2. Программа кандидатского экзамена по специальности 2.4.7 Турбомашин и поршневые двигатели

Программа составлена в соответствии с паспортом специальности 2.4.7 Турбомашин и поршневые двигатели, с опорой на следующие дисциплины: Турбомашин, Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания, Динамика двигателей, Системы двигателей, Агрегаты наддува двигателей, Основы научных исследований и испытаний двигателей, Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания, Химмотология.

2.1. Турбомашин.

Решетки профилей турбомашин. Классификация решеток профилей для паровых и газовых турбин и осевых компрессоров. Геометрические и аэродинамические характеристики решеток профилей. Плоские и кольцевые решетки профилей. Профильные и концевые потери в решетках и факторы, влияющие на их величину. Особенности дозвуковых, трансзвуковых и сверхзвуковых решеток профилей. Расширение пара в косом срезе решеток профилей при сверхзвуковых перепадах давления. Теоретические и экспериментальные методы определения аэродинамических характеристик решеток.

Турбинные и компрессорные ступени. Преобразование энергии в турбинных и компрессорных ступенях. Треугольники скоростей. Мощность и КПД турбинных ступеней. Мощность, необходимая для привода компрессионной ступени и ее КПД. Дополнительные потери в турбинной ступени. Внутренний относительный КПД турбинной ступени. Особенности проектирования турбинных ступеней с относительно длинными лопатками. Пространственное проектирование (3-D проектирование) турбинных и компрессионных ступеней. Распределение скоростей и параметров потока

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации


по высоте лопаток в ступенях большой верности. Влияние влажности пара на КПД турбинной ступени. Пути оптимизации турбинных и компрессионных ступеней.

Многоступенчатые турбины и компрессоры. Многоступенчатые турбомашин, их преимущества и недостатки. Методика расчета многоступенчатых турбин и компрессоров. Факторы, влияющие на экономичность многоступенчатых турбомашин. Лабиринтовые уплотнения и их расчет. Схемы парораспределения в паровых турбинах. Диффузоры в проточных частях турбомашин и их расчет. Входные и выходные устройства (патрубки) в турбомашин. Сепарация влаги из проточных частей паровых турбин. Осевые усилия в турбомашин. Системы охлаждения ступеней в высокотемпературных газовых турбинах. Предельная мощность паровых и газовых турбин.

Конструкции современных турбомашин. Типы паровых турбин и их конструктивные особенности. Конструкции современных газотурбинных установок ведущих мировых турбостроительных фирм и их особенности. Многоцилиндровые паровые турбины. Конструктивные особенности теплофикационных паровых турбин для АЭС и турбин, работающих в составе ПГУ.

Турбинные установки. Влияние начальных параметров теплоносителей на технико-экономические показатели паротурбинных и газотурбинных установок. КПД турбоустановок нетто и брутто. Турбоустановки для комбинированной выработки тепла и электроэнергии. Теплофикационные турбины. Тепловые схемы ПТУ, ГТУ и ПГУ. Типы газовых установок. Методы расчета ПГУ. Факторы, влияющие на экономичность ГТУ. Влияние регенеративного подогрева пара на экономичность ПТУ. Перспективы развития ПТУ, ГТУ, ПГУ и АЭС. Переменный режим работы турбоустановок. Существующие способы изменения нагрузки турбоустановок. Перспективные режимы работы турбинных и компрессионных ступеней. Универсальные характеристики ступеней турбомашин. Влияние переменных режимов работы ступеней турбомашин на КПД, степень реактивности и приведенный расход. Переменный режим работы группы ступеней. Пот в компрессорах и методы борьбы с ним. Методика расчета соплового и дроссельного парораспределения. Изменение нагрузки паровых турбин при скользящем давлении. Влияние отклонений начальных параметров пара на работу паровых турбин. Диаграммы режимов работы турбин с одним и двумя регулируемыми оборотами пара.

Прочность элементов турбин и компрессоров. Условия работы и свойства материалов, используемых в турбомашин. Ползучесть и длительная прочность материалов. Моноцикловая и многоцикловая усталость. Расчет долговечности. Коррозийный и эрозийный износ в турбомашин. Ползучесть и длительная прочность рабочих лопаток. Прочность дисков и роторов турбомашин. Термоусталость роторов. Ко-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

лебания лопаток турбомашин. Причины колебаний лопаток. Свободные и вынужденные колебания. Самовозбуждающиеся колебания лопаток и дисков турбомашин. Колебание роторов турбомашин. Крутильные колебания роторов. Вибрационная надежность турбомашин.

Регулирование энергоустановок. Задачи регулирования различных типов паро- и газотурбинных установок. Статические характеристики отдельных звеньев и всей системы регулирования. Параллельная работа паротурбинных установок. Простейшие схемы регулирования турбоустановок. Устойчивость и переходные процессы регулирования турбоагрегатов. Системы защит турбоустановок от аварийных ситуаций. Маслоснабжение турбоустановок. Особенности современных систем регулирования блочных паротурбинных установок большой мощности. Микропроцессоры в системах автоматического управления турбин.


2.2 Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания

Термодинамические циклы поршневых двигателей. Параметры рабочих циклов. Анализ показателей циклов. Циклы комбинированных двигателей. 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. Теплоемкость и внутренняя энергия смеси и продуктов сгорания.

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. Газообмен в 2-тактных двигателях. Действительная и геометрическая степень сжатия. Схемы газообмена. Основные периоды газообмена. Коэффициенты наполнения, остаточных газов, избытка продувочного тела, продувки, КПД очистки.

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

Процессы смесеобразования в двигателях. Показатели качества горючей смеси. Внешнее и внутреннее смесеобразование. Испаряемость капель и пленок жидких топлив. Методы распыления жидких топлив и суспензий. Размеры капель и формы

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

струи распыленного топлива. Объемное, пленочное, объемно-пленочное и послойное внутреннее смесеобразование.

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. Оценка экологической безопасности двигателей по полному жизненному циклу. Стандарты ISO 14000.


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

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

Внешний и внутренний тепловой балансы двигателей. Составляющие теплового баланса. Теплоотдача в двигателях и теплонапряженность деталей. Режимы работы и характеристики двигателей. Совместная работа двигателей и потребителей мощности. Способы регулирования работы двигателей (качественное, количественное, смешанное регулирование, регулирование изменением объема).

Оптимизация рабочего процесса двигателей. Критерии оптимизации. Ограничения при оптимизации. Параметры оптимизации.

Конструирование двигателей внутреннего сгорания. Принципы работы и классификация поршневых двигателей. Особенности устройства и работы отдельных видов поршневых двигателей (мотокомпрессора, роторно-поршневого двигателя, дизель-молота, мотовибраторов, мото-компрессора и мотогенератора газа, двигателя с внешним подводом теплоты). Общие принципы конструирования двигателей. Компонентные схемы двигателей. Типаж, мощностные ряды, агрегатирование. Основные показатели, характеризующие конструкции двигателей. Полный жизненный

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

цикл двигателя. Этапы проектирования, автоматизированное проектирование. CALS-технологии в двигателестроении. Современные системы CAD/CAM/CAE/PDM.


Методы расчетов на прочность деталей двигателей. Численные методы моделирования теплового и напряженно-деформированного состояния деталей. Метод конечных элементов. Выбор расчетных режимов. Оценка прочности узлов и деталей двигателя с учетом переменной механической и тепловой нагрузок. Параметры, характеризующие надежность двигателей. Поршни, поршневые пальцы и кольца, расчет их теплового и напряженно-деформированного состояния. Шатуны, стержни шатунов, поршневые и кривошипные головки шатунов, шатунные болты и расчет их на прочность. Коленчатые валы и маховики, определение их основных размеров и расчет на прочность. Подшипники скольжения и качения. Основы гидродинамической теории смазки. Несущая способность. Тепловой расчет. Системы управления фазами газораспределения. Механический, пневмогидравлический и электромагнитный приводы клапанов. Компоновка клапанных механизмов. Расчет на прочность деталей механизма газораспределения. Органы газораспределения двухтактных двигателей; золотниковое газораспределение. Фундаментные рамы, стойки и станины, картеры и поддоны, анализ конструкций, материалы, расчет на прочность. Цилиндры и блоки цилиндров, втулки и головки (крышки) цилиндров. Анализ конструкций, материалы, расчеты на прочность. Перспективы развития поршневых двигателей.

2.3. Динамика двигателей


Классификация преобразующих механизмов поршневых двигателей. Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Силы и моменты, действующие в двигателе. Внутренняя и внешняя неуравновешенности двигателя. Способы балансировки двигателей. Крутильные, продольные, изгибные и связанные колебания коленчатых валов, приводов систем газораспределения и топливоподачи. Уравнения колебаний. Крутильные колебания разветвленных систем. Определение амплитуд колебаний и напряжений при резонансе. Способы демпфирования колебаний в поршневых двигателях. Шум и вибрации в двигателях, их источники. Допустимые уровни. Снижение шума и вибраций.

2.4. Системы двигателей

Топливные системы двигателей с внутренним смесеобразованием. Классификация. Состав и схемы линии низкого давления топливных систем. Топливоподающая аппаратура непосредственного действия. Конструкция топливных насосов высокого давления. Проектирование и расчет топливного насоса высокого давления и его элементов. Конструкции и расчет форсунок и насос-форсунок, их статические гидравлические характеристики, способы запираания форсунок. Проектирование и расчет форсу-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

нок. Гидродинамический расчет процесса подачи топлива. Системы многотопливных двигателей и системы для подачи тяжелых топлив. Аккумуляторные системы с электронным управлением. Системы с мультипликаторами давления. Электрогидравлические форсунки. Специальные насосы высокого давления. 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. 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. Системы впрыскивания бензина в цилиндр. Количественный и качественный способы регулирований мощности при непосредственном впрыске. 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. Системы охлаждения. Классификация, основные схемы. Системы жидкостного охлаждения. Охлаждающие жидкости и их характеристики. Система воздушного охлаждения, схема, конструкция дефлекторов. Системы смазки, классификация, схемы, элементы системы и расчет их характеристик. Системы впуска и выпуска. Трубопроводы. Воздушные фильтры. Охлаждители наддувочного воздуха. Глушители шума на впуске и выпуске. Настройка систем. Методы расчета и анализ конструкций. Моделирование течений газа в газоздушном тракте двигателей. Способы пуска двигателей. Пусковые качества. Способы облегчения запуска. 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. Способы нейтрализации отработавших газов. Дожигание, каталитическая нейтрализация, химические поглотители. Трехкомпонентные нейтрализаторы. Рециркуляция отработавших газов. Системы вторичного использования теплоты. Системы утилизации теплоты выпускных газов и охлаждающих жидкостей двигателей. Системы диагностирования двигателей. Виды диагностики. Методы и возможности безразборной диагностики. Средства обеспечения диагностики двигателей и его систем.


	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

2.5. Агрегаты наддува двигателей

Объемные компрессоры, характеристика и особенности работы. Принцип действия и рабочий процесс поршневого компрессора. Принцип действия и показатели роторных компрессоров. Принцип действия и особенности рабочего процесса роторно-винтового компрессора. Центробежные компрессоры. Работа, затрачиваемая на сжатие воздуха. Процессы в P-V, i-S, T-S диаграммах. Коэффициенты полезного действия. Расчет проточной части компрессора. Входные устройства, типы, расчет параметров потока. Потери при течении воздуха через колесо. Течение воздуха в диффузоре. Лопаточный и безлопаточный диффузоры. Профилирование лопаток. Течение воздуха в сборниках и улитках. Газовые турбины для наддува ДВС. Активные и реактивные, осевые и радиальные турбины. Истечение газа из сопел. Обтекание газом решетки лопаток, потери в решетках. Работа газа на окружности рабочего колеса и коэффициенты полезного действия. Расчет решетки сопловых и рабочих лопаток. Принципы профилирования лопаток. Безлопаточный сопловой аппарат центробежной турбины. 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. Помпаж. Регулирование турбокомпрессоров. Согласование характеристик поршневого двигателя и агрегатов наддува.

2.6. Основы научных исследований и испытаний двигателей


Понятие измерения. Ошибки измерений. Виды испытаний двигателей. ГОСТы на испытания. Преобразование неэлектрических величин в электрические. Первичные преобразователи. Усилители. Формирователи. Аналого-цифровые преобразователи. Выходные устройства. Осциллографы, потенциометры, мосты. Регистрация результатов. Измерение времени. Измерение стационарных и переменных давлений. Приемники статического и полного давления. Датчики для измерения быстропеременных давлений. Индицирование. Измерение стационарных и мгновенных расходов жидкостей и газов. Измерение скорости нестационарных потоков жидкостей и газов. Термоанемометр и лазерный доплеровский измеритель скорости. Ионный анемометр. Измерение стационарных и нестационарных температур и тепловых потоков в ДВС. Измерения температур в цилиндре двигателя. Токосъемники, бесконтактные способы передачи сигналов от датчиков. Методы химического анализа газов в исследованиях ДВС. Классификация газоанализаторов. Дымомеры. Измерение содержания твердых частиц в выпускных газах. Аппаратура и способы измерения шума и вибрации двигателя. Измерение общего уровня шума и уровня шума отдельных источников. Оборудование боксов и лабораторий. Испытательные стенды. Гидравлические, электрические и индукторные тормоза и их характеристики. Согласование ха-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

рактических характеристик тормоза и двигателя. Автоматизированные измерительные комплексы. Интерфейс, средства сбора и первичной обработки сигналов, организация многоканального опроса и синхронизация. Основные понятия математической теории эксперимента. Полные и 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. Моделирование двигателей. Виды моделей. Физическое моделирование. Критерии подобия, методы их получения. Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Кибернетические модели. Оценивание параметров математических моделей по результатам измерений. Общие положения теории оценивания. Вероятностный и гарантирующий методы.

2.7. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания

Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). Двигатель и регулятор как элементы САР. Установившиеся и неустойчивые режимы работы. Статические и динамические характеристики. Устойчивость двигателей, самовыравнивание. 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. Серводвигатели. Конструктивные схемы и принцип действия. Передаточная функция и структурная схема. Устойчивость САР. Критерии устойчивости Рауза-Гурвица, Михайлова, Найквиста, особенности их использования. Показатели работы САР. Прямые и косвенные показатели качества. Диаграмма Вышнеградского. Нелинейные САР. Типовые нелинейности в САР двигателей. Особенности нелинейных САР - устойчивость и автоколебания. Микропроцессорные устройства в системах управления двигателями. Элементы систем управления. Системы управления наддувом, газораспределением, рециркуляцией отработавших газов. Автоматизация двигателей. Задачи автоматизации двигателей различного назначения. Степени автоматизации двигателей. Автоматическая защита, сигнализация, диагностирование. Автоматизация пуска и остановки. Дистанционное управление.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

2.8. Химмотология

Моторные нефтепродукты. Элементный, фракционный и групповой состав. Стабильность нефтепродуктов. Низкотемпературные свойства. Противопожарная безопасность. Токсичность нефтепродуктов. Топлива для двигателей с принудительным воспламенением. Детонационная стойкость бензина и ее оценка. Методы определения октановых чисел. Ассортимент бензинов. Новые виды топлив. 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. Синтетические топлива, спирты, растительные масла. Газообразные топлива. Природные, попутные, промышленные и генераторные газы. Свойства газообразных топлив. Сжатые и сжиженные газы. Водород как топливо. Диметиловый эфир. Биогаз. Использование каменного угля, горючих сланцев, древесины и других видов твердых топлив в ДВС. Смазочные материалы и их классификация. Требования к моторным маслам. Присадки, улучшающие качество масел. Регенерация масел. Трансмиссионные масла, их классификация. Пластические смазки. Охлаждающие жидкости. Требования к охлаждающим жидкостям. Низкотемпературные охлаждающие жидкости. Антифризы, тосолы. Пусковые жидкости. Условия применения.

2.9 Список литературы

1. Акимов В.М. Основы надежности газотурбинных двигателей: учеб. для вузов. - репр. Изд. [1981 Г.]. - М.: ЭКОЛИТ, 2011. - 206 С.
2. Астахов И.В. и др. Топливные системы и экономичность дизелей. -М.: Машиностроение, 1990. - 288 с.
3. Байков Б.П. Турбокомпрессоры для наддува дизелей: Справочное пособие. –Л.: Машиностроение, 1985. - 200 с.
4. Брюханов О.Н., Шевченко С.Н. Тепломассообмен: учеб. для ВУЗов.М.Иинфра-М, 2013. - 463 С.
5. Воинов А.Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях.- М.: Машиностроение, 1977. –280 с.
6. Газовая динамика МЖГ. Под ред А.И. Леонтьева, 1997.
7. Газотурбинные установки. Конструкции и расчет. Справочное пособие. –Л.: Машиностроение, 1978.
8. Газотурбинные энергетические установки: учеб. пособие для вузов / Цанев с.в., Буров В.Д., Земцов А.С., Осыка А.С.; под ред. С. В. Цанева.-М.:МЭИ, 2011.- 426 С.
9. Горбунов В.В., Патрахальцев Н.Н. Токсичность двигателей внутреннего сгорания: Учебное пособие. - М.: Изд-во РУДН, 1998. - 214 с.




Программа кандидатского экзамена

СК-РП-15.1-04-22

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации


10. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн.1. Теория рабочих процессов: Учеб./ Луканин В.Н., Морозов К.А., Хачиян А.С. и др.; Под ред Луканина В.Н. - М.: Высшая школа, 1995. - 368 с.
11. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн.2. Динамика и конструирование: Учеб./ Луканин В.Н., Алексеев И.В., Шатров М.Г. и др.; Под ред Луканина В.Н. - М.: Высшая школа, 1995. - 319 с.
12. Двигатели внутреннего сгорания. В 4 кн. Кн.2. Теория поршневых и комбинированных двигателей. Учеб. по специальности "Двигатели внутреннего сгорания"/ Орлин А.С., Круглов М.Г., Вырубов Д.Н., Иващенко Н.А. и др.; Под ред Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е издание, переработанное и дополненное.- М.: Машиностроение, 1983. - 372 с.
13. Двигатели внутреннего сгорания. В 4 кн. Кн.3. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей: Учеб. по специальности "Двигатели внутреннего сгорания"/ Вырубов Д.Н., Ефимов С.И., Иващенко Н.А. и др.; Под ред Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е издание, переработанное и дополненное.-М.:Машиностроение, 1984.- 384 с.
14. Двигатели внутреннего сгорания. В 4 кн. Кн.4. Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учеб. по специальности "Двигатели внутреннего сгорания"/ Орлин А.С., Круглов М.Г., Вырубов Д.Н., Иващенко Н.А. и др.; Под ред Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е издание, переработанное и дополненное. -М.: Машиностроение, 1985, 456 с., илл.
15. Елисеев Ю.С., Манушин Э.А., Михальцев В.Е., Осипов М.И., Суровцев И.Г. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.
16. Иванов В.А. Регулирование энергоблоков. –Л.: Машиностроение, 1982.
17. Иващенко Н.А., Вагнер В.А., Грехов Л.В. Дизельные топливные системы с электронным управлением: Учебно-практическое пособие. – Барнаул: Изд-во АлГТУ, 2000.–111 с.
18. Кириллов И.И. Газовые турбины и газотурбинные установки. –М.: Машгиз, 1956.
19. Костюк А.Г. Динамика и прочность турбомашин. –М.: Изд-во МЭИ, 2000.
20. Костюк А.Г., Шерстюк А.Н. Газотурбинные установки. –М.: Высшая школа, 1979.
21. Круглов М.Г., Меднов А.А. Газовая динамика комбинированных двигателей внутреннего сгорания: Уч. Пособие. –М.: Машиностроение, 1988. –360 с.
22. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление ДВС. - М.: Машиностроение, 1989. - 416 с.
23. Ольховский Г.Г. Энергетические газотурбинные установки. –М.: Энергоатомиздат, 1985.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

24. Осипов А.В., Бирюков А.В. Тепловой расчет проточной части паровых турбин: учеб. пособие / Брян. гос. техн. ун-т.- Брянск: издво БГТУ, 2012. -117 с.
25. Паровые и газовые турбины. Под ред. В.В. Фролова и А.Г. Костюка. –М.: Изд-во МЭИ, 2002.
26. Покровский Г.П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости. – М.: Машиностроение, 1985.
27. Попык К.Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей. - М.: Высшая школа, 1972. - 327 с.
28. Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания: Учебник. - М.: Высшая школа, 1975. - 320 с.
29. Рогалев В.В. Механика жидкости и газа: учеб. пособие / Брян. гос.техн. ун-т.- Брянск: изд-во БГТУ, 2011. - 136 С.
30. Самойлович Г.С. Гидроаэромеханика. –М.: Машиностроение, 1980.
31. Самойлович Г.С., Трояновский Б.М. Переменные и переходные режимы в паровых турбинах. –М.: Энергоиздат, 1982.
32. Токсичность отработавших газов / Марков В.А., Баширов Р.М., Кислов В.Г. и др. - Уфа: Изд-во БГАУ, 2000. - 144 с.
33. Щегляев А.В. Паровые турбины. -М.: Энергия, 1993.

3 Дополнительная программа

Дополнительная программа, самостоятельно составляемая аспирантом (соискателем), включает в себя титульный лист, не менее 15 вопросов по теме диссертации и не менее 15 источников литературы. Дополнительная программа должна быть подписана научным руководителем и согласована с деканом факультета подготовки специалистов высшей квалификации. Пример оформления дополнительной программы приведен в Приложении.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления дополнительной программы

Минобрнауки России

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА**

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФСВК

_____ Р.Ш. Бедретдинов


« ____ » _____

Дополнительная программа

к кандидатскому экзамену


по специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации


Дополнительная программа экзамена по специальности

1. Общие сведения о контрольно-измерительных приборах контроля, назначение и классификация, погрешность и класс точности.
2. Назначение и конструкции приборов измерения давления, единицы измерений давлений. Классификация приборов давления по назначению, конструкции.
3. Назначение и конструкция приборов измерения температуры. Единицы измерений температуры. Классификация приборов измерения температуры по назначению и конструкции.
4. Назначение и конструкция приборов измерения частоты вращения. Единицы измерений частоты вращения. Классификация приборов измерения частоты вращения по назначению и конструкции.
5. Приборы измерения уровня. Назначение и принцип работы механических и электрических приборов. Система дистанционного замера уровня пневмеркаторного типа.
6. Приборы для измерения эффективной мощности, конструкции торсиометров. Гидравлический тормоз Юнкерса. Назначение и принцип работы.
7. Приборы для определения степени равномерности распределения мощности по цилиндрам. Назначение и конструкции.
8. Статические характеристики автоматических систем. Степень неравномерности регулирования.
9. Динамические характеристики автоматических систем. Понятие нечувствительности и устойчивости автоматической системы.
10. Элементы автоматических систем и устройств. Чувствительные и измерительные элементы. Назначение и конструкции датчиков. Примеры применения датчиков.
11. Назначение и принцип работы регулятора оборотов непрямого действия.
12. Назначение и принцип работы регулятора частоты вращения прямого действия.
14. Назначение, применение и задачи, выполняемые системой дистанционного автоматического управления (ДАУ).
15. Параметры автоматизации вспомогательных котлов. Принцип автоматической работы топчного устройства.
16. Терморегуляторы, устройство, принцип работы, область применения.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования <i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Список литературы

1. Ковальногов, Н.Н. Теория и техника теплофизического эксперимента: / Н.Н. Ковальногов. – Ульяновск: УлГТУ, 1999.
2. Иванова, Г.М. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов. – 2-е изд., доп. / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков – М. : МЭИ, 2005.
3. ГОСТ Р 8.585–2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статистические характеристики преобразования. – М. : Изд-во стандартов, 2001.
4. ГОСТ Р 8.624-2006 Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки. – М. : Изд-во стандартов, 2006.
5. ГОСТ 6651-2009 Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2011.
6. ГОСТ 13384-93 Преобразователи измерительные для термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2008.
7. ГОСТ Р 52314-2005 Преобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые и платинородий-платинородиевые эталонные 1, 2 и 3-го разрядов. Общие технические требования. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2005.
8. Кузнецов, Н.Д. Сборник задач и вопросов о теплотехнических измерениях и приборам : Учеб. пособие для вузов / Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков. – 2-е изд., доп. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 328 с.
9. Куликовский, К.Л. Методы и средства измерений / К.Л. Куликовский, В.Я. Купер. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 448 с.
10. ГОСТ 28243-96 Пирометры. Общие технические требования. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2003.
11. ГОСТ 13881-68 Пирометры термоэлектрические. Методы и средства поверки. – М. : Изд-во стандартов, 1971.
12. Преображенский, В.П. Теплотехнические измерения и приборы : Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов» / В.П. Преображенский. – 3-е изд., перераб. – М. : Энергия, 1978. – 704 с.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

13. ГОСТ 8.361-79 Государственная система обеспечения единства измерений. Расход жидкости и газа. Методика выполнения измерений по скорости в одной точке сечения трубы. – М. : Изд-во стандартов, 1987.
14. ГОСТ 8.439-81 ГСИ. Расход воды в напорных трубопроводах. Методика выполнения измерений методом площадь-скорость. – М. : Издво стандартов, 1987.
15. ГОСТ Р ЕН 306-2011 Теплообменники. Измерения и точность измерений при определении мощности. – М. : Стандартиформ, 2013.
16. ГОСТ 8.586.1-2005 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. – М. : Стандартиформ, 2007.

Научный руководитель

к.т.н., доцент

С.Н. Хрунков