

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)



УТВЕРЖДАЮ
И.о. ректора ВГТУ
Д.К. Проскурин
« 30 » 03 2022 г.

Система менеджмента качества

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ
ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ
НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

2.4 «ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»
(группа научных специальностей)

2.4.6 «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА»
(научная специальность)

Воронеж 2022

**I. Перечень элементов содержания, проверяемых
на вступительном испытании по научной специальности 2.4.6
«Теоретическая и прикладная теплотехника»**

1. Фундаментальные основы промышленной теплоэнергетики

Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Изопроецессы. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопроецессов. Второй закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы и их применение в термодинамических расчетах. Водяной пар. $P-V$, $T-S$, $H-S$ диаграммы и таблицы. Их применение в термодинамических расчетах. Влажный воздух. $H-D$ диаграммы. Циклы Карно, Ренкина. Циклы двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин. Термодинамика потока. Скорость звука. Сопло Лавала. Истечение водяного пара. Дросселирование. Конвективный тепло - и массообмен. Законы сохранения массы, потока импульса, энергии. Основы теории пограничного слоя.

Автомодельные решения уравнений ламинарного слоя. Особенности расчета тепло - и массообмена при турбулентном течении жидкости. Влияние на тепло - и массообмен вдува и отсоса вещества. Решения для ламинарного слоя и турбулентный слой. Трение и теплообмен при массообмене на поверхности тел. Внутренние задачи тепло - и массообмена. Трение и теплообмен при ламинарном и турбулентном течениях в трубах.

Тепло - и массообмен при фазовых превращениях. Кипение внутри труб. Особенности двухфазного потока и теплообмена. Влияние давления на процесс кипения. Конденсация пленочная и капельная. Конденсация паров из смеси с инертными газами. Тепло - и массообмен в процессах сублимации: с открытой поверхности, из пористой металлокерамики. Диффузия жидкости в газовые среды и перенос массы в капиллярно-пористых телах. Дифференциальные уравнения диффузии. Сорбционные процессы. Уравнения сорбции.

Контактный теплообмен. Радиационный теплообмен. Собственное интегральное излучение твердых тел. Поглощательная и излучательная способности тела. Тепловое излучение в процессах интенсивного теплообмена, сушки и других технологических процессах. Процессы смесеобразования. Смесеобразование в турбулентных слоях. Аналогия между диффузией и теплообменом. Процессы воспламенения и распространения пламени. Самовоспламенение и зажигание горючих смесей.

Механизм и кинетика горения индивидуальных газов. Механизм термического разложения углеводородов. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания. Методы интенсификации сжигания газов. Основные реакции горения и газификации углерода. Термическое разложение натуральных топлив. Роль летучих и золы в процессах горения. Особенность горения угольной пыли. Горение и газификация угля в неподвижном слое. Пути интенсификации горения твердого топлива.

Воспламенение и механизм горения жидкого топлива. Горение распыленного топлива в факеле. Интенсификация процессов горения.

2. Тепловые двигатели и нагнетатели

Место нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров. Схемы поршневых компрессоров. Принцип работы поршневого детандера. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях. Способы изменения характеристики вентилятора. Особенности работы насосов в сети. Центробежные и осевые компрессоры. Основные способы изменения характеристики компрессора. Типы паровых турбин. Работа и мощность турбинной ступени. Типы потерь в проточной части турбины. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Анализ потерь в характерных сечениях турбины. Работа турбинной ступени в переменном режиме. Принципиальные схемы паротурбинных установок. Схемы газотурбинных установок. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных установок. Особенности работы турбодетандеров. Область применения двигателей Стирлинга.

3. Энергетика теплотехнологии

Методологические основы создания энерго - и материалосберегающих, экологически совершенных теплотехнологических установок и систем. Метод предельного энергосбережения.

Энергоэкономические и технологические характеристики источников энергии в теплотехнологии, их взаимосвязь с физико-химическим содержанием и организацией технологического процесса. Основные принципы и критерии сравнительной оценки и выбора источников энергии теплотехнологии. Принципы эффективного комбинирования источников энергии. Способы термохимической подготовки топлива и других энергоносителей к использованию в теплотехнологических установках.

Технология сжигания топлива в высокотемпературных теплотехнологических установках. Огневое обезвреживание и регенерация производственных отходов.

Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем. Оценка материальных и энергетических потерь, система КПД. Оптимизация балансов в целях повышения технологической эффективности производства, экономии энергетических и материальных ресурсов, защиты окружающей среды.

Термодинамические идеальные теплотехнические установки и системы. Теоретический минимум энергозатрат (расход топлива) на процесс. Энергоэкономические критерии оценки совершенства тепловых схем теплотехнологических установок. Принципы построения энергосберегающих тепловых схем.

Энергоэкономический анализ, структурная и параметрическая оптимизация тепловых схем с регенеративным теплоиспользованием, с внешним замыкающим технологическим и внешним замыкающим энергетическим теплоиспользованием. Оптимизация комбинирования регенеративного, внешнего технологического и внешнего энергетического теплоиспользования. Тепловые схемы технологических, комбинированных и энергетических систем и комплексов.

Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнических принципов плотного фильтруемого, кипящего, взвешенного и пересыпающегося слоев технологического материала.

Тепло - и массообмен в расплавах в отсутствие и при наличии газового барботажа. Плавление технологического материала, нагрев расплава, растворение твердых частиц и гомогенизация расплава в ванне. Нагрев изделий и заготовок в расплаве.

Физическое и математическое моделирование теплотехнических процессов в теплотехнологии. Автоматизированные системы научных исследований.

II. Требования к уровню подготовки поступающего

Поступающий должен знать/понимать: основные понятия и теоретические положения, методы анализа, систематизации и обобщения учебной информации, цели и пути их достижения

Поступающий должен уметь: применять научные термины, формулировать цели, анализировать и обобщать учебную информацию

III. Примерный вариант задания

Поступающий получает 3 (три) вопроса, на которые он должен максимально расширенно письменно ответить. Вопросы выбираются из каждого блока.

Вопрос № 1. Особенности двухфазного потока и теплообмена

Вопрос № 2. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров.

Вопрос № 3. Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем.

IV. Критерии оценивания работ поступающих

Критерии оценивания работ поступающих: полнота раскрытия вопросов экзаменационного билета; логичность и последовательность изложения материала; аргументированность ответа; способность анализировать и сравнивать различные подходы к решению поставленной проблемы; готовность отвечать на дополнительные вопросы по существу экзаменационного билета. Результаты вступительного экзамена оцениваются как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в день экзамена.

Оценка, баллы	Критерии оценивания
Отлично	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией
Хорошо	Даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией
Удовлетворительно	Даны в основном правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией; ответы на вопросы даются в основном полно при слабой логической оформленности высказывания
Неудовлетворительно	Не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно»; претендент демонстрирует непонимание вопроса; у претендента нет ответа на вопрос.

V. Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Кириллин В.А. Техническая термодинамика: учебник для вузов / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: МЭИ, 2008. - 496 с.
2. Кириченко Н.А. Термодинамика, статистическая и молекулярная физика: учебное пособие для вузов / Н.А. Кириченко. - М.: Физматкнига, 2005. - 176 с.
3. Лаптев А.Г. Гидромеханические процессы в нефтехимии и энергетике. Гл.5. Основы гидромеханики двухфазных сред/А.Г. Лаптев, М.И. Фаррахов. - Казань: изд-во Казанского университета, 2008.- 729 с.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учебник для ВУЗов. Изд-во 6-ое, переработанное и доп. – М.: «Наука». Глав. ред. физ.-мат. лит-ры., 2003. – 840 с.

Дополнительная литература

5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - Учебник для вузов. - М. Энергоиздат, 1981.
6. Лыков А.В. Тепломассообмен. Справочник. - М.: Энергия, 1972.
7. Юдаев Б.Н. Теплопередача: Учебник для втузов. - М. Высшая школа, 1981.
8. Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача: Учебник для втузов - М. Высшая школа, 1991.