

**Программа вступительного экзамена в аспирантуру
по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика»**

Национальная академия наук Беларуси
Государственное научное учреждение «Институт тепло- и массообмена
имени А.В.Лыкова НАН Беларуси»

УТВЕРЖДЕНА

на заседании Ученого совета
Института тепло-и массообмена
имени А.В.Лыкова НАН
Беларуси
« 20 » декабря 2013 г.
протокол № 12

ПРОГРАММА
вступительного экзамена в аспирантуру
по специальности 05.14.04
«Промышленная теплоэнергетика»

Разработал:
д.т.н. П.В.Акулич.

Минск

2013

Программа включает вопросы, которые в процессе вступительного экзамена позволяют выявить подготовленность будущего аспиранта к проведению научных исследований по специальности, выбранной для учебы в аспирантуре. Аспирант должен обладать разносторонними и глубокими знаниями в области базовых наук: термодинамики, тепломассообмена, теплотехники, гидро -и газодинамики, а также быть знаком с основами теории и прикладными вопросами моделирования тепломассообменных процессов.

I. ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА.

1. Техническая термодинамика как теоретическая основа теплоэнергетики. Термодинамический метод. Краткий исторический очерк развития термодинамики.
2. Термодинамическая система. Основные термодинамические параметры состояния. Термодинамические процессы идеальных газов. Уравнение состояния Клапейрона-Менделеева для идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
3. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Теплоемкость. Первый закон термодинамики.
4. Теплота и энтропия. Равновесность и обратимость процессов. Второй закон термодинамики, его различные формулировки. Статистический смысл второго закона термодинамики. Третий закон термодинамики.
5. Тепловые машины. Цикл Карно. Обратимый цикл Карно, холодильные машины. Тепловые насосы. Обобщенный термодинамический цикл Карно, регенерация теплоты.
6. Термодинамические потенциалы (внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия и свободная энтальпия). Процесс Джоуля-Томсона. Химический потенциал.
7. Водяной пар и его свойства. Насыщенный пар, паросодержание (степень сухости). Фазовые переходы, уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тройная и критические точки (T_r – диаграмма. PV – диаграмма водяного пара).
8. Влажный воздух. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Диаграмма влажного воздуха Рамзина.

II. КОМПРЕССОРЫ, ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, ПАРОСИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ.

1. Рабочий процесс компрессора. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном объеме и постоянном давлении.
2. Циклы газотурбинных установок, их термодинамический КПД.
3. Циклы паросиловых установок. Цикл Карно во влажном паре и его недостатки. Цикл Ренкина. Расчет термического КПД цикла Ренкина.
4. Основные типы слоевых топок. Факельные топки. Основные характеристики. Теплоотдача в топке.
5. Основные типы и элементы котельных агрегатов. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата.

III. ТЕПЛО - И МАССОПЕРЕНОС.

1. Теплопроводность и диффузия. Дифференциальные уравнения теплопроводности и диффузии. Законы Фурье и Фика. Коэффициенты теплопроводности, температуропроводности, диффузии. Краевые условия. Основные методы решения задач теплопроводности.
2. Основные положения теории подобия и анализа размерностей. Критерии подобия.
3. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона. Коэффициенты теплопередачи и теплоотдачи. Теплообмен при ламинарном обтекании плоской пластины. Тепловой пограничный слой.
4. Теплообмен при фазовых превращениях. Механизмы теплообмена при кипении жидкости, критические плотности теплового потока. Конденсация пленочная и капельная.
5. Теплообмен излучением. Законы теплового излучения. Физические механизмы поглощения, испускания и рассеяния. Теплообмен излучением в системе тел, угловые коэффициенты. Совместный перенос тепла теплопроводностью, излучением и конвекцией. Теплопередача.
6. Классификация и назначение теплообменных аппаратов. Рекуперативные, регенеративные теплообменники. Тепловой и гидродинамический расчеты теплообменных аппаратов. Физическая сущность конвективной, контактной, радиационной, вакуумной и других способов сушки материалов. Типы сушильных установок.

IV. ОСНОВЫ ГИДРО - И ГАЗОДИНАМИКИ.

1. Физические свойства жидкости. Уравнения движения идеальной жидкости (уравнения неразрывности, движения, энергии). Уравнение Бернулли.
2. До- и сверхзвуковое течение газа. Скорость звука. Стационарное течение газа в канале переменного сечения. Сопло Лаваля.
3. Динамика вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса. Тензор скоростей деформации.

4. Гидродинамический пограничный ламинарный и турбулентный слой. Уравнения пограничного слоя.

ТОПЛИВО И ПРОЦЕССЫ ГОРЕНИЯ.

1. Виды топлива и их характеристики. Реакции горения. Гомогенное горение. Энергия активации. Воспламенение и распространение пламени.
2. Смесеобразование. Диффузионный, кинетический и смешанный режимы горения. Ламинарное и турбулентное горение.
3. Особенности горения жидкого и твердого топлива. Расчеты сгорания топлива.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вукалович М.П., Новиков И.И. Термодинамика, М.:1972
- 2 Хрусталеv Б.Н., Несенчук А.П., Романюк В.Н. Техническая термодинамика. Учебник ч.1 – 2004 г., ч.2 – 2005 г.
- 3 Исаченко В.П.Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. М: Энергия, 1981.
- 4 Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика и теплопередача. М., Высшая школа, 1988.
- 5 Теплотехника: Учебник / Под общей редакцией А.М.Архарова, В.Н.Афанасьева. 2-е издание перераб. и доп. М., Изд. МГТУ. 2004.
- 6 Теплотехника / А.П.Баскаков, Б.В. Берг/ Под редакцией А.П.Баскакова. Учебник для ВУЗов. М. Энергоиздат, 1982.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Базаров И.Л. Термодинамика, М.:1961.
2. Рывкин С.А., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. М.:1975.
3. Теплотехника. Учебное пособие/ Хазен Н.Н., Матвеев Г.А., и др. Под ред. Г.А. Матвеева-М.:1981.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.:1970
5. Лыков А.В. Теория сушки. М.:1968.
6. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.:1962.
7. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. М.:1979.
8. Хаузен X. Теплопередача при противотоке, прямотоке и перекрестном токе. М.: Энергоиздат, 1981.
9. Фраас А., Осицик М. Расчет и конструирование теплообменников. М.: Атомиздат, 1971.
10. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. -М.: Наука.

11. Васильев Л.Л. Теплообменники на тепловых трубах.-Мн.: Наука и техника,1981г.
12. Зигель Р., Хауэлл Д. Теплообмен излучением. – М.: Мир, 1975.
13. Щукин А.А., Сушкин И.Н., Зах Р.Г. и др. Теплотехника. Изд. 2-ое, перераб./Под общей редакцией И.Н.Сушкина. М., Метпаллургия, 1973, 480 с.
14. Акулич П.В. Расчеты сушильных и теплообменных установок. Минск. Беларуская навука, 2010, 443 с.
15. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. / Под общ. Редакцией А.В.Клименко, В.М.Зорина. М., изд. МЭИ, 2004, 632 с.
16. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. Справочник / Под общ. Редакцией А.В.Клименко, В.М.Зорина. М., изд. МЭИ, 2001, 564 с.