

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
канд. филос. наук,

М.В. Румянцев

ПРОГРАММА
Кандидатского экзамена

05.14.04 Промышленная теплоэнергетика

Красноярск – 2017

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

к кандидатскому экзамену по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика

Введение

Настоящая программа является дополнением к программе кандидатского экзамена по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика, разработанной кафедрой теплотехники и гидрогазодинамики Политехнического института СФУ с учетом структуры программы-минимума кандидатского экзамена, рекомендованной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и образования Российской Федерации по энергетике, электрификации и энергетическому машиностроению. Программа включает в кандидатский экзамен дополнительные разделы, раскрывающие современные достижения в области промышленной теплоэнергетики, связанной с исследованием и совершенствованием высокотемпературных теплотехнологических процессов и установок.

1. Общие характеристики тепловой работы теплотехнологических установок

1.1. Основы общей теории печей М.А.Глинкова. Основные понятия. Классификация печей и режимов их работы. Частные теории печей конкретного назначения.

1.2. Тепловой баланс печей и установок. Тепловые нагрузки, коэффициент полезного теплоиспользования и коэффициент использования теплоты. Производительность печей общая и удельная; технико-экономические показатели тепловой работы печей.

1.3. Слоевой режим работы печей. Плотный слой: гидродинамика, тепломассоперенос, расчет.

1.4. Кипящий и взвешенный слой в печах и топках: гидродинамика, тепломассоперенос, методы расчета.

1.5. Радиационный режим работы высокотемпературных установок: равномерно-распределенный, прямой направленный, косвенный. Смешанные радиационные режимы. Теплотехнический анализ, область применения, перспективы.

1.6. Конвективный режим работы теплотехнологических установок. Теплотехнические характеристики, область применения, методы расчета, перспективы.

2. Современное состояние и проблемы теплообмена в теплотехнологических установках

2.1. Теплофизические проблемы

Теплофизические проблемы классической энергетики. Практика работы котельных агрегатов, сжигающих твердые топлива. Проблемы создания паровых котлов для сжигания низкосортных бурых углей. Пути совершенствования технологии сжигания бурых углей. Задачи по исследованию и оптимизации теплообмена в топках паровых котлов.

Теплофизические проблемы теплотехнологических процессов. Практика работы пламенных нагревательных и плавильных печей и энерготехнологических комплексов. Проблемы создания агрегатов, использующих энерго- и ресурсосберегающие процессы. Пути снижения норм расхода топливно- энергетических ресурсов. Задачи по исследованию и оптимизации теплообмена в пламенных печах и энерготехнологических комплексах.

2.2. Инженерные методы расчета процессов сложного теплообмена

Теплофизическая модель теплотехнологического процесса. Обобщенное термодинамическое уравнение переноса. Виды градиентного переноса.

Классификация инженерных методов расчета. Дифференциальные методы: потоковый, одно- и двухмерная схемы. Нормативный метод теплового расчета котельных агрегатов ЦКТИ и ВТИ-ЭНИН. Зональный метод расчета. Узловой метод расчета внешнего и внутреннего теплообмена. Двухстадийный зонально-узловой метод расчета несимметричного нагрева термически массивного металла сложной формы.

Основы зонального и узлового методов расчета внешнего теплообмена. Модификации и физические основы методов. Методы определения коэффициентов радиационного обмена. Определение локальных характеристик теплообмена. Расчеты теплообмена в селективно излучающих и поглощающих средах. Расчеты теплообмена в рассеивающих средах. Учет сложной геометрии излучающей системы.

2.3. Влияние факела на процессы теплообмена

Роль факельных процессов в различных технологических и теплотехнических агрегатах. Требования к факелу в высокотемпературных печах и топках. Основные характеристики факела.

Основные характеристики факела. Границы и длина факела. Радиационные характеристики факела. Положение факела в рабочем пространстве. Влияние положения факела на теплообмен излучением при расположении нагреваемых заготовок с зазорами. Аэродинамические характеристики факела.

2.4. Расчетный анализ процессов сложного теплообмена

Зональные математические модели теплообмена в высокотемпературных теплотехнологических установках и энерготехнологических комплексах. Особенности моделей печей и агрегатов, являющихся объектами диссертационного исследования. Сведения о радиационных характеристиках участвующих в теплообмене тел и сред. Особенности влияния учета селективности и рассеяния излучения на результаты расчета теплообмена. Влияние длины и светимости факела, а также режимных и конструктивных параметров на показатели теплообмена. Использование результатов математического моделирования для целей оптимизации тепловой работой установок.

3. Применение математических методов и вычислительной техники для решения научных и технических задач

3.1. Роль вычислительной математики в решении научных и технических задач. Значение математических моделей при решении широкого класса прикладных задач. Место методов приближенных вычислений при реализации математических моделей на ЭВМ. Требования к численным методам анализа в связи с повышением технического уровня вычислительной техники.

3.2. Элементы общей теории приближенных методов. Правила приближенных вычислений и оценка погрешностей. Аппроксимация и сходимость. Корректность. Устойчивость.

3.3. Некоторые численные методы анализа. Приближенное вычисление значений функции при математической обработке результатов опыта. Численное интегрирование и дифференцирование функций, заданных таблично. Интерполяция. Аппроксимация и сглаживание функций. Подбор формул по данным опыта с использованием метода наименьших квадратов. Графический метод подбора формул. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение дифференциальных уравнений в частных производных.

3.4. Элементы теории вероятностей. Основные понятия. Подсчет вероятностей. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Дискретные и непрерывные случайные величини-

ны. Распределение вероятностей. Определение характеристик функции плотности вероятности. Моделирование случайных величин. Метод Монте-Карло. Решение интегральных уравнений и задач теории переноса излучения. Другие приложения метода Монте-Карло к задачам вычислительной математики и математической физики.

3.5. Элементы планирования проведения экспериментов. Основные определения. Факторы. Выбор модели. Полный и дробный факторный эксперимент. Пассивный и активный эксперимент. Использование методов теории вероятностей и математической статистики при обработке результатов экспериментов. Корреляция. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов. Элементы дисперсного анализа.

3.6. Методы составления алгоритмов и программ. Понятие об алгоритме. Свойства алгоритмов: массовость, детерминированность, результативность, дискретность. Способы представления алгоритмов. Словесная формулировка алгоритмов. Блок-схема. Сведения об алгоритмических языках. Оформление алгоритмов в соответствии с Единой системой программной документации (ЕСПД). Этапы программирования на ЭВМ: постановка задачи, построение математической модели, построение алгоритма для решения задачи, запись алгоритма на алгоритмическом языке, реализация алгоритма с помощью ЭВМ, анализ полученных результатов.

4. Теплотехнические основы диагностики, прогнозирования и управления теплотехнологическими процессами

4.1. Основы технической диагностики, прогнозирования и оптимизации работы высокотемпературных технологических и теплотехнических установок. Метод технической диагностики надежности и прогнозирования, основанный на совместном анализе результатов измерений и расчетов на теплофизической модели характеристик теплообмена. Алгоритм технического диагностирования. Диагностические параметры. Виды диагностических моделей (на примере топков котлов и металлургических печей).

4.2. Теплотехнические основы контроля и управления теплотехнологическими процессами. Математические модели: статические и динамические, детерминированные и вероятностные, регрессионные. Методы исследования тепловых процессов с целью идентификации моделей. Активные и пассивные методы исследования. Использование результатов математического моделирования для целей диагностики, прогнозирования и оптимального управления теплотехнологическим процессом.

Основная литература

1. Глишков М.А., Глишков Г.М. Общая теория тепловой работы печей. – М.: Металлургиздат, 1990. – 232 с.
2. Лисиенко В.Г. Интенсификация теплообмена в пламенных печах. – М.: Металлургия, 1979. – 224 с.
3. Лисиенко В.Г., Лобанов В.И., Китаев Б.И. Теплофизика металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1982. – 237 с.
4. Блох А.Г. Теплообмен в топках паровых котлов. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 240 с.
5. Журавлев Ю.А. Радиационный теплообмен в огнетехнических установках. – Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1983. – 256 с.
6. Теплообмен излучением: Справочник / А.Г.Блох, Ю.А.Журавлев, Л.Н. Рыжков – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.
7. Металлургическая теплотехника. В 2-х томах. Т. 1. Теоретические основы: Учебник для вузов / В.А.Кривандин, И.Н.Неведомская, В.В.Кобахидзе и др. – М.: Металлургия, 1986. – 424 с.
8. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1971. – 283 с.