

# ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## УТИЛИЗАЦИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

### Аннотация

#### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов теоретических и практических навыков, необходимых при расчете, проектировании, эксплуатации и наладке установок, утилизирующих высоко- и низкопотенциальные энергетические ресурсы.

Предметом изучения в общем случае являются теплоутилизационное оборудование энергетических и промышленных производств, также процессы, протекающие в указанном оборудовании и методики расчета его технико-экономических и энергетических показателей.

**Трудоемкость дисциплины:** 4 зачетные единицы, 144 часа.

#### **Содержание дисциплины**

1. Классификация и направления использования энергетических отходов

Энергобалансы высокотемпературных теплотехнологических установок. Классификация энергетических отходов технологических систем. Направления внешнего энергетического использования тепловых отходов.

2. Регенерация теплоты отходящих газов

Регенерация теплоты ВЭР отходящих газов высокотемпературных установок. Способы регенерации теплоты отходящих газов. Классификация подогревателей компонентов горения. Регенераторы: область применения, характеристики, принцип работы, достоинства и недостатки регенераторов с неподвижной насадкой, регенераторов с подвижной насадкой. Рекуператоры: типы, устройство, принцип работы, достоинства и недостатки. Схемы включения подогревателей компонентов горения в газовый тракт. Основы теплового расчета стальных рекуператоров.

3. Котлы-утилизаторы (КУ)

Назначение и классификация котлов-утилизаторов. Схема, характеристика и принцип работы: вертикального газотрубного котла-утилизатора, горизонтального газотрубного котла-утилизатора, водотрубного котла-утилизатора, устанавливаемого за технологическими печами, водотрубного пакетно-конвективного котла-утилизатора для сажевого производства.

4. Энерготехнологические агрегаты (ЭТА)

Назначение и классификация энерготехнологических агрегатов. Схема, характеристика и принцип работы: газотрубного энерготехнологического котла (реактора-генератора), водотрубного энерготехнологического агрегата обжига серного колчедана, содорегенерационного энерготехнологического котла, энерготехнологического агрегата для гидротермической переработки фосфоритов. Технологическая схема энерготехнологического агрегата обжига серного колчедана.

5. Тепловой расчет КУ и ЭТА

Составление тепловой схемы котельного агрегата. Составление теплового баланса котельного агрегата. Методика теплового расчета испарительных поверхностей нагрева котла, пароперегревателя котла, водяного экономайзера котла.

#### 6. Аппараты глубокого охлаждения продуктов горения

Назначение, классификация, принцип работы, достоинства и недостатки контактных теплоутилизаторов. Схемы, принцип работы, достоинства и недостатки контактных теплоутилизаторов с выносным поверхностным теплообменником, контактных теплообменников с активной насадкой, контактно-рекуперативных теплообменников с восходящим прямотоком фаз. Построение процессов смешения газов и воды на  $I-x$ -диаграмме. Основы теплового расчета контактно-рекуперативного теплообменника. Работа, устройство, достоинства и недостатки контактно-поверхностных водонагревателей: ФНКВ-1, КПГВ-1, с контактно-рекуперативным теплоутилизатором. Особенности теплового расчета теплогенерирующих установок с конденсацией водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания органического топлива

#### 7. Определение экономии топлива за счет использования ВЭР

Методики определения экономии топлива за счет использования: горючих ВЭР, теплых ВЭР.

#### 8. Утилизация низкопотенциальных ВЭР

Назначение и типы теплонасосных установок. Принципиальные схемы включения ТНУ в системы утилизационного теплоснабжения. Оценка энергетической эффективности ТНУ. Основы расчета ТНУ.

### **Список учебной литературы**

#### Основная литература

1. *Губарев, А.В.* Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов / А.В. Губарев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 240 с.

2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. – 4-е изд., стер. – М.: Издательство МЭИ, 2007. – 632 с. – (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 4).

3. *Лисиенко, В.Г.* Хрестоматия энергосбережения. В 2 кн. Кн. 2: Справочное издание / В.Г. Лисиенко, Я.М. Щелоков, М.Г. Ладыгичев // Под ред. В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехник, 2005. – 768 с.

#### Дополнительная литература

1. Промышленные теплообменные процессы и установки: учебник для вузов / А.М. Бакластов, В.А. Горбенко, О.Л. Данилов и др. // Под ред. А.М. Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 328 с.

2. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты / А.П. Воинов, В.А. Зайцев, Л.И. Куперман, Л.Н. Сидельковский // Под ред. Л.Н. Сидельковского. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 272 с. – (Экономия топлива и электроэнергии).

3. *Назмеев, Ю.Г.* Теплоэнергетические системы и энергобалансы промышленных предприятий: Учебное пособие для студентов вузов / Ю.Г. Назмеев, И.А. Конахина. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 407 с.

4. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях / В.Г. Григоров, В.К. Нейман, С.Д. Чураков и др. – М.: Химия, 1987. – 240 с.

5. *Соснин Ю.П.* Высокоэффективные газовые контактные водонагреватели / Ю.П. Соснин, Е.Н. Бухаркин. – 4-е изд. испр. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 376 с.

#### Справочная и нормативная литература

1. *Лисиенко, В.Г.* Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование: справочник : в 3-х кн. / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелочков, М. Г. Ладыгичев. – М. : Теплотехник, 2004. – 583 с.

2. Котлы-утилизаторы и котлы энерготехнологические: отраслевой каталог. – М.: НИИЭИНФОРМЭНЕРГОМАШ, 1985. – 84 с.

3. Газотрубные котлы-утилизаторы и энерготехнологические котлы: отраслевой каталог. – М.: НИИЭКОНОМИКИ, 1986. – 41 с.