

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**КОМБИНИРОВАННЫЕ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ**  
**УСТАНОВКИ**  
**Аннотация**

**Цель освоения дисциплины**

Целью учебной дисциплины является приобретение знаний и выработка профессиональных компетенций в области разработки комбинированных энерготехнологических установок, изучение закономерностей и теплотехнологических возможностей интенсивной тепловой обработки зернистых материалов в кипящем слое и в циклонных камерах, освоение современных принципов энерготехнологического комбинирования и методов теплотехнических расчетов энергоэффективных элементов комбинированных установок, овладение компьютерными программами численного моделирования теплотехнологических процессов в комбинированных энерготехнологических установках.

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 7 зачетных единиц, 252 час.

**Содержание дисциплины**

Технико-экономические предпосылки и принципы энерготехнологического комбинирования. Способы утилизации тепловых отходов в промышленной энергетике. Системы испарительного охлаждения. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические котлы. Энергоэффективность комбинирования низкотемпературного котла-утилизатора и системы испарительного охлаждения. Содорегенерационные котлоагрегаты. Энерготехнологическое комбинирование в химической технологии, в производстве цементного клинкера и стекломассы. Циклонный энерготехнологический агрегат для обесфторивания фосфоритов.

Аэродинамика теплотехнологических процессов в элементах комбинированных энерготехнологических установок. Аэродинамика сплошного потока в двухфазных системах. Условия псевдооживления. Взаимодействие сплошной и дискретной фаз. Фонтанирование, циркулирующий слой и пневмотранспорт зернистого материала. Аэродинамика закрученных потоков. Взаимодействие сплошной и дисперсной фаз в закрученном потоке. Аэродинамические условия организации эффективного циклонного теплотехнологического процесса.

Теплообменные процессы в элементах комбинированных энерготехнологических установок. Перенос теплоты в объеме кипящего слоя и в закрученных потоках газов. Теплообмен между газом и частицами зернистого материала. Теплообмен между кипящим зернистым слоем и погруженным в него телом. Интенсификация теплообмена с ограждающими поверхностями циклонного устройства.

Теплотехнологические процессы тепловой обработки зернистых материалов в комбинированных энерготехнологических установках. Охлаждение цементного клинкера при остром дутье в колосниковых холодильниках; декарбонизация сырьевой смеси в кальцинаторах с кипящим слоем; обжиг серного колчедана в кипящем слое. Нагрев сырьевой смеси в производстве цементного

клинкера; декарбонизация сырьевой смеси в циклонных кальцинаторах; обесфторивание фосфатов в плавильных циклонах; возгонка цветных металлов.

Процессы горения топлива в элементах комбинированных энерготехнологических установок. Горение при подаче газообразного топлива и окислителя в зернистый слой. Горение твердых топлив в кипящем зернистом слое. Экологические преимущества сжигания низкосортных топлив в кипящем слое с циркулирующей насадкой. Горение природного газа в закрученных потоках. Интенсификация горения мазута и твердых топлив в циклонных камерах. Циклонные предтопки с жидким шлакоудалением. Экологические преимущества и недостатки циклонных топок.

### **Список учебной литературы**

#### Основная литература

1. Лисиенко В.Г. Совершенствование и повышение эффективности энерготехнологий и производств / В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехник, 2010. – 688 с.

#### Дополнительная литература

1. Плышевский С.В. Тепловые процессы в технологии силикатных материалов / С.В. Плышевский, М.И. Кузьменков. – Минск: БГТУ, 2006. – 332 с.

2. Семенов Н.А. Вторичные энергоресурсы промышленности и энерготехнологическое комбинирование / Н.А. Семенов. – М.: Энергия, 1968. – 296 с.

3. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты / Под ред. Л.Н. Сидельковского. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 272 с.

4. Тодес О.М. Аппараты с кипящим зернистым слоем / О.М. Тодес, О.Б. Цитович. – Л.: Химия, 1981. – 296 с.

5. Маршак Ю.А. Топочные устройства с вертикальными циклонными камерами / Ю.А. Маршак. – М.: Энергия, 1966. – 320 с.

#### Справочная и нормативная литература

1. Теплоэнергетика и теплотехника: справочная серия в четырех книгах / Под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 528 с., 564 с., 648 с., 632 с.

2. Лисиенко В.Г. Плавильные агрегаты. Теплотехника, управление и экология: справочное издание в 4 кн. / В.Г. Лисиенко, Я.М. Щелоков, М.Г. Ладыгичев. – М.: Теплотехник, 2005. – 748 с., 899 с., 566 с., 540 с.

#### Интернет-ресурсы

1. [www.energsovet.ru](http://www.energsovet.ru)

2. [www.ng.ru/energy](http://www.ng.ru/energy)

3. [www.ogk6.ru](http://www.ogk6.ru)