

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ТЭС И ПРОМЫШЛЕННО-ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

МОШКАРИН А.В., д-р техн. наук, ШЕЛЫГИН Б.Л., канд. техн. наук, АСТАШОВ Н.С., КРОМОВ С.М., инженеры

Разработан программный продукт, предназначенный для подробного изучения конструктивных и эксплуатационных особенностей водогрейных котлов, представляющий собой автоматизированную обучающую систему для занятий со студентами энергетических специальностей и слушателей курсов повышения квалификации.

*Ключевые слова:* автоматизированная обучающая система, водогрейные котлы, тепловой баланс, энергетическое топливо.

## AUTOMATED EDUCATIONAL SYSTEM TO INCREASE THE STUDING EFFICIENCY OF CHP BOILERS AND INDUSTRIAL HEATING BOILER ROOM

A.V. MOSHKARIN, Doctor of Engineering, B.L. SHELYGIN, Candidate of Engineering,  
N.S. ASTASHOV, S.M. KROMOV, Engineers

In this article the software product is developed. It is oriented for detailed studying of structural and operational characteristics of water boilers. This software product is an automated educational system for power engineering students and trainees.

*Key words:* automated educational system, water heating boilers, heat balance, power-generating fuel.

Любой метод обучения при требуемом качестве образования реализуется через множество приемов, к наиболее прогрессивным из которых относится использование компьютерных разработок в виде автоматизированных учебных курсов (АУК). В этом случае усвоение материала является желаемым и неутомительным [1, 2].

Компьютерные технологии должны органично вписываться в учебный процесс, не вытесняя традиционных форм обучения (лекции, семинары, работа с литературой и т.д.), а дополняя и расширяя их возможности [3, 4]. При активном внедрении компьютерных средств деятельность преподавателя должна быть направлена на организацию интенсивного усвоения обучающимися содержания учебной дисциплины.

Ранее преподавателю за отведенное время экзамена трудно было определить, знает ли студент все темы курса, так как вопросы носили выборочный характер, поэтому выставаемая оценка не могла отражать уровень знаний студента.

При этом контроль знаний должен производиться индивидуально и достаточно часто. Преподавателю трудно организовать тщательный индивидуальный контроль знаний целой группы студентов. Автоматизация именно этой функции является одной из главных задач при внедрении компьютерных обучающих технологий.

Кроме того, система компьютерного обучения и контроля знаний должна регистрировать ошибки студентов, их неправильные действия в ходе ответов на контрольные вопросы по конкретным темам для получения полной информации об успеваемости группы. В этой связи использование компьютерных средств позволяет существенно снизить трудозатраты преподавателей, уровень психологической нагрузки и повысить объективность оценки знаний обучающихся.

Учитывая повышенные требования высшей школы к подготовке эксплуатационного персонала, на кафедре ТЭС ИГЭУ разработан программный продукт, предназначенный для подробного изучения конструктивных и эксплуатационных особенностей

водогрейных котлов ТЭС и промышленных предприятий [5, 6]. Он представляет собой автоматизированную обучающую систему (АОС) для занятий со студентами энергетических специальностей и работниками ТЭС и производственно-отопительных котельных. Компьютерный учебник «Водогрейные котлы» содержит следующие автоматизированные учебные курсы (рис. 1):

1. *Назначение и особенности включения водогрейных котлов в тепловую сеть.* В этом курсе подробно рассматривается: назначение водогрейных котлов, их классификация, основные технические характеристики, схемы включения и варианты подключения водогрейных котлов к тепловой сети. Приводится вариант принципиальной схемы отопительной котельной.

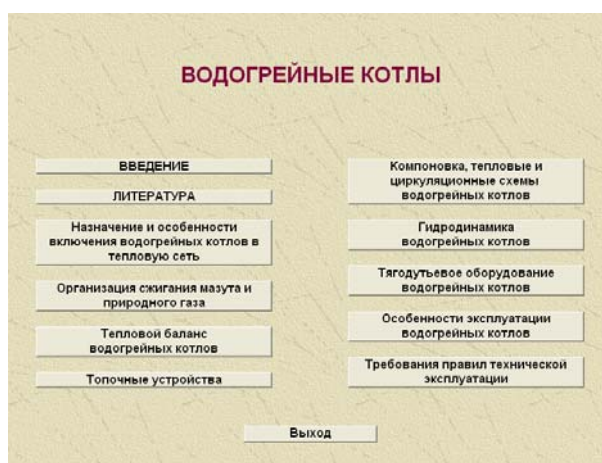


Рис. 1. Главное меню

2. *Организация сжигания мазута и природного газа.* Курс содержит 3 раздела:

1) *Энергетическое топливо и продукты его сгорания.* В данном разделе изучаются особенности топлив, сжигаемых в топочных камерах

водогрейных котлов. Подробно рассматриваются состав и технические характеристики природного газа и мазута. Представлены особенности образования продуктов сгорания при сжигании мазута и природного газа в топочных камерах водогрейных котлов, их состав при полном и неполном сгорании веществ. Рассматриваются основы топочных процессов, механизм горения топлив и факторы, влияющие на скорость горения веществ;

2) *Подготовка мазута и природного газа к сжиганию в топочных камерах* (рис. 2). Применительно к подготовке жидкого топлива и природного газа к сжиганию изучаются схемы мазутного и газового хозяйств, отдельные их элементы и рабочие характеристики;

3) *Сжигание жидкого и газового топлива в топочных камерах водогрейных котлов*. В разделе изучается организация сжигания мазута и природного газа в водогрейных котлах. Отражены особенности горения жидкого и газового топлив в объеме топочной камеры, подробно рассмотрены конструкции, достоинства и недостатки газомазутных горелок водогрейных котлов.

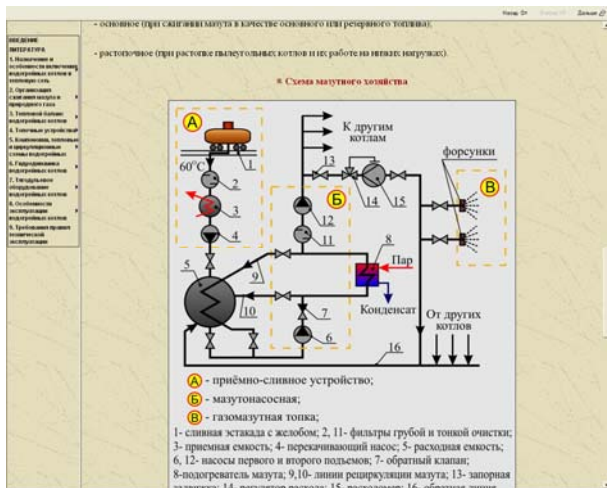


Рис. 2. Схема мазутного хозяйства

3. *Тепловой баланс водогрейного котла*. В курсе детально объясняются особенности составляющих уравнения теплового баланса котла, их расчет, количественная оценка и зависимости от определяющих факторов. Изучается влияние температуры уходящих газов, присосов холодного воздуха в газовый тракт, влажности топлива и загрязнения поверхностей нагрева наружными отложениями. Отмечены основные направления снижения тепловых потерь (рис. 3). Рассмотрено определение оптимального режима работы водогрейного котла и коэффициента избытка воздуха за топкой.

4. *Топочные устройства* (рис. 4). В данном разделе изучаются газомазутные горелки, топочные камеры, тепловой и воздушный режимы топок. Подробно рассматриваются конструкция и производительность горелок. Приводятся профили топочных камер некоторых водогрейных котлов. Изучается топочный режим, влияние на него различных факторов и способы регулирования нагрузки котлоагрегатов.

5. *Компоновки, тепловые и циркуляционные схемы водогрейных котлов* (рис. 5). В разделе представлены различные варианты компоновок, рассматриваются схемы в зависимости от вида сжигаемого топлива и скорости движения внутри по-

верхностей нагрева сетевой воды, диапазон тепловых нагрузок водогрейных котлов, гидравлическое сопротивление тракта и номинальные граничные температуры.

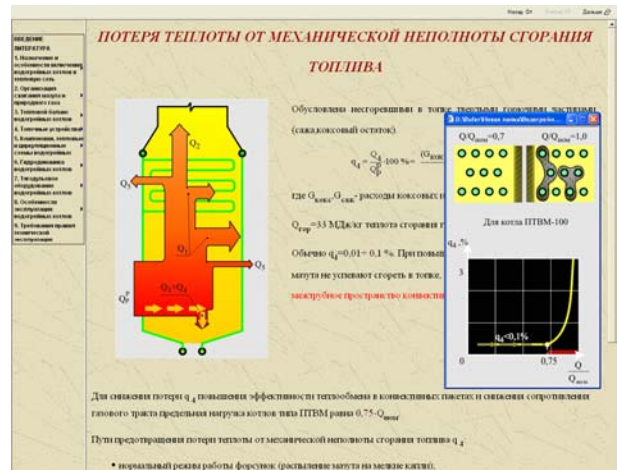


Рис. 3. Потеря теплоты от механической неполноты сгорания топлива

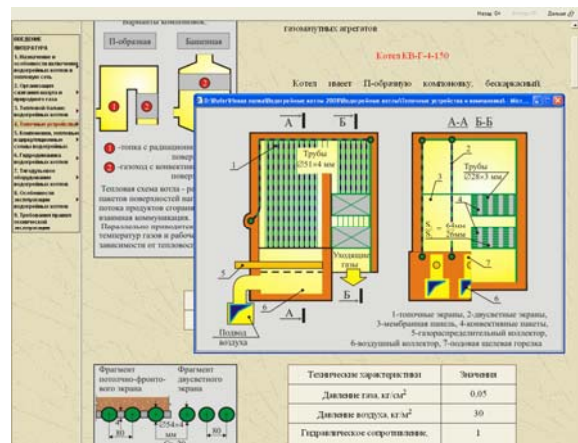


Рис. 4. Топочные экраны котла КВ-Г-4-150

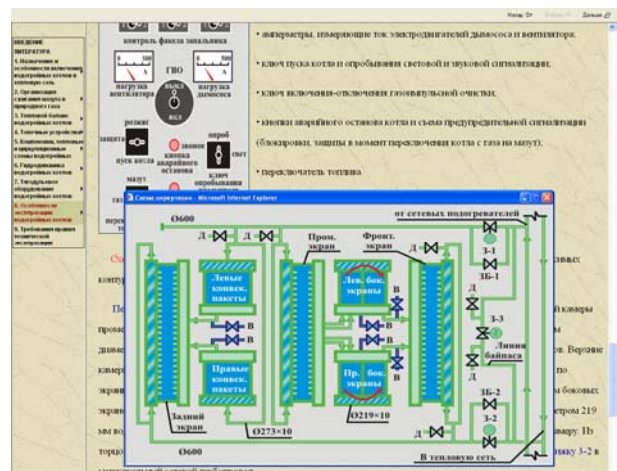


Рис. 5. Вариант циркуляционной схемы

6. *Гидродинамика водогрейных котлов*. Этот курс предназначен для самостоятельного изучения гидродинамических особенностей наиболее распространенных вариантов водогрейных котлов с номинальной тепловой мощностью 4–116 МВт.

7. Тягодутьевое оборудование водогрейных котлов (рис. 6). В разделе рассматривается общая компоновка и структура газозоудного тракта водогрейной установки, приводятся примеры эпюр напоров и разрежений. Изучаются конструктивные и рабочие особенности тягодутьевых машин водогрейных котлов. Дается пояснение типоразмеров и маркировки тягодутьевых машин, рассматриваются их аэродинамические характеристики. В заключение изучаются способы регулирования производительности тягодутьевых машин и приводятся условия их наиболее экономичной работы.

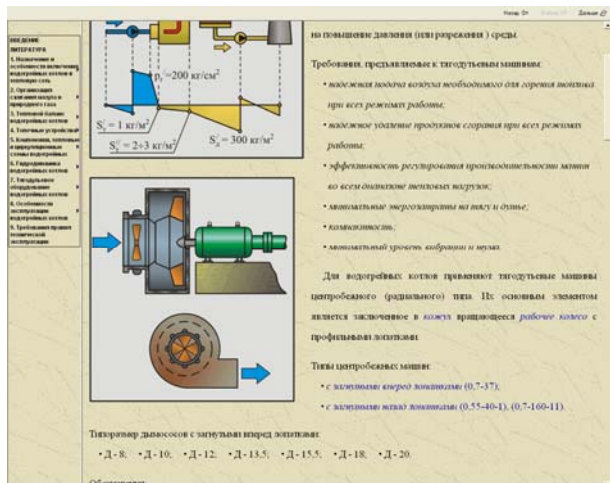


Рис. 6. Тягодутьевое оборудование

8. Особенности эксплуатации водогрейных котлов. Курс состоит из 3 разделов:

1) *Пуск котла КВ-ГМ-100 в работу.* В данном разделе изучается пуск водогрейного котла КВ-ГМ-100 в работу. Рассматриваются общие положения пусковых операций и особенности циркуляции сетевой воды. Подробно изучается материал, посвященный заполнению котла водой и его растопке. Разбирается подготовка газопроводов и паромазутопроводов и растопка котла на жидком и газовом топливах;

2) *Эксплуатация водогрейных котлов (рис. 7).* Данный раздел включает в себя вопросы, связанные с переменными режимами работы водогрейного котла и действиями эксплуатационного персонала в данных режимах работы, перечень задач эксплуатационного персонала при управлении водогрейным котлом. Содержит комплекс мероприятий по повышению и понижению теплопроизводительности котла при работе как на природном газе, так и на мазуте. Включает вопросы, связанные с обслуживанием водогрейного котла и действиями эксплуатационного персонала для обеспечения надежной и безопасной работы оборудования и достижения требуемой теплопроизводительности при любых режимах работы. Рассматриваются основные положения автоматизации, а также защиты и блокировки водогрейных котлов;

3) *Останов водогрейного котла КВ-ГМ-100.* В разделе изучается останов водогрейного котла КВ-ГМ-100. Рассматриваются общие положения операций и особенности останова котла при работе его на газе и мазуте. Подробно изучается материал, посвященный консервации котла. Отдельно изучаются причины и характерные особенности останова котла в аварийных ситуациях.

9. *Требования правил технической эксплуатации.* По окончании изучения каждого раздела пользо-

вателю программным продуктом предлагаются контрольные вопросы для оценки знаний усвоенного материала с демонстрацией результатов ответов.

В ходе обучения имеется возможность выхода из любого раздела с подключением специального меню.

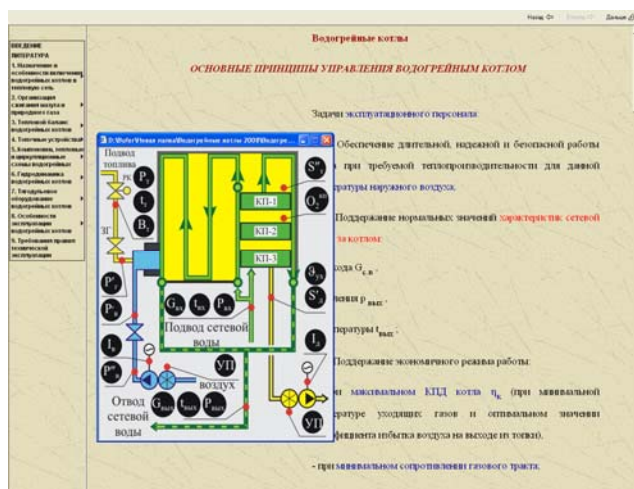


Рис. 7. Принципы управления водогрейным котлом

Иллюстрация текстового материала большим количеством рисунков, схем, графиков с применением элементов анимации способствует усвоению изучаемого материала и повышает качество подготовки будущих специалистов. АОС прошла апробацию на занятиях со студентами различных форм обучения.

Отличающийся последовательностью методически проработанный сценарий АУК повышает эффективность индивидуального обучения студентов теплоэнергетических специальностей и работников энергопредприятий.

Представленная АОС подготовлена в операционной системе Windows. Компьютерный учебник выполнен с использованием графического редактора Corel Draw, анимация разработана в среде Flash Macromedia. Материал выполнен в среде html с применением средств пакета Microsoft Office.

**Список литературы**

1. **Свидетельство** об официальной регистрации программы для ЭВМ №2003610112. Мошкарин А.В., Пантелеев Е.Р., Шельгин Б.Л., Преснов Е.К. Интернет-учебник «Котельные установки ТЭС и промышленных предприятий». Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ. 08.01.03 г.
2. **Повышение** эффективности изучения котельных установок с использованием автоматизированных учебных курсов / П.А. Антонов, А.С. Инзин, М.С. Сонин и др. // Мат-лы междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов «Информационные технологии, энергетика и экология». Т. 3. – Смоленск: филиал ГОУ ВПО «МЭИ ТУ», 2005. – С. 13–15.
3. **Автоматизированная** обучающая система «Котельные установки ТЭС и промышленных предприятий» (компьютерный учебник) / А.В. Мошкарин, Б.Л. Шельгин, Н.С. Асташов и др. // IV выставка научных достижений Ивановской области. Ивановский инновационный салон. Каталог экспонатов. – Иваново, 2007. – С. 150–151.
4. **Использование** автоматизированных учебных курсов для повышения эффективности изучения котельных установок / П.А. Антонов, А.С. Инзин, М.С. Сонин и др. // Вестник ИГЭУ. – Вып. 4. – 2005. – С.138–140.

5. **Свидетельство** об официальной регистрации программы для ЭВМ №2008612066. Мошкарин А.В., Шельгин Б.Л., Асташов Н.С. Автоматизированная обучающая система «Водогрейные котлы». Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ. 25.04.08 г.

6. **Повышение** эффективности изучения водогрейных котлов с использованием персональных компьютеров / В.А. Коляда, А.Р. Лошкарёв, А.А. Силич и др. // Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. «Состояние и перспективы развития энерготехнологий». – Иваново, 2007.

Мошкарин Андрей Васильевич,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой тепловых электрических станций,  
телефон (4932) 41-60-56,  
admin@tes.ispu.ru

Шельгин Борис Леонидович,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
кандидат технических наук, доцент кафедры тепловых электрических станций,  
admin@tes.ispu.ru

Асташов Николай Сергеевич,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
инженер кафедры тепловых электрических станций,  
admin@tes.ispu.ru

Кромов Сергей Михайлович,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
инженер кафедры тепловых электрических станций,  
admin@tes.ispu.ru