

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение**

**Наименование образовательной программы: Энергетические установки на органическом и ядерном топливе**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Паровые котлы**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Плешанов К.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R002eb276-PleshanovKA-9092810 |

К.А.  
Плешанов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Плешанов К.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R002eb276-PleshanovKA-9092810 |

К.А.  
Плешанов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Плешанов К.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R002eb276-PleshanovKA-9092810 |

К.А.  
Плешанов

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в энергетическом машиностроении

ИД-1 Выполняет расчеты и разрабатывает конструкцию объекта профессиональной деятельности

ИД-2 Демонстрирует понимание влияния отдельных факторов на работу и конструкцию объекта профессиональной деятельности

2. РПК-10 Способен к научно-исследовательской деятельности в энергетическом машиностроении

ИД-2 Выполняет сбор и обработку научно-технической информации по теме исследования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации:

1. Контрольная работа «Змеевиковые поверхности теплообмена» (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение расчётного задания (Расчётно-графическая работа)

2. Контрольная работа «Воздухоподогреватели» (Контрольная работа)

3. Контрольная работа «Радиационные пароперегреватели» (Контрольная работа)

4. Контрольная работа «Тепловая схема котла» (Контрольная работа)

5. Контрольная работа «Экранирование котла» ()

6. Тест «Компоновка паровых котлов» (Тестирование)

7. Тест «Регулирование температуры перегретого пара» (Тестирование)

8. Тест «Сбор и обработка научно-технической информации» (Тестирование)

## БРС дисциплины

1 семестр

| Раздел дисциплины                              | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                                | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|                                                | Срок КМ:                        | 2    | 6    | 10   | 12   | 14   |
| Сбор и обработка научно-технической информации |                                 |      |      |      |      |      |
| Сбор и обработка научно-технической информации |                                 | +    |      |      |      |      |
| Анализ характеристик топлива                   |                                 |      |      |      |      |      |

|                                                    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Анализ характеристик топлива                       |    | +  |    |    |    |
| Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы |    |    |    |    |    |
| Тепловая схема котла. Опорные точки тепловой схемы |    |    | +  |    |    |
| Компоновка котла                                   |    |    |    |    |    |
| Компоновка котла                                   |    |    |    | +  |    |
| Регулирование температуры перегретого пара         |    |    |    |    |    |
| Регулирование температуры перегретого пара         |    |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                            | 10 | 30 | 20 | 20 | 20 |

## 2 семестр

| Раздел дисциплины                                                    | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                      | Индекс КМ:                      | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 | КМ-9 |
|                                                                      | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 16   |
| Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта. |                                 |      |      |      |      |
| Проектирование экранных поверхностей. Герметичность газового тракта. | +                               | +    | +    | +    | +    |
| Проектирование радиационных пароперегревателей                       |                                 |      |      |      |      |
| Проектирование радиационных пароперегревателей                       | +                               | +    | +    | +    | +    |
| Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева                      |                                 |      |      |      |      |
| Проектирование змеевиковых поверхностей нагрева                      | +                               | +    | +    | +    | +    |
| Проектирование воздухоподогревателей                                 |                                 |      |      |      |      |
| Проектирование воздухоподогревателей                                 | +                               | +    | +    | +    | +    |
| Вес КМ:                                                              | 25                              | 25   | 25   | 25   | 25   |

## 3 семестр

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |  |
|-------------------|---------------------------------|--|
|                   | Индекс КМ:                      |  |
|                   | Срок КМ:                        |  |
| Вес КМ:           |                                 |  |

## БРС курсовой работы/проекта

## 2 семестр

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |

|                                                                                                         |          |    |    |    |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|----|----|----|
|                                                                                                         | Срок КМ: | 4  | 8  | 12 | 16 |
| Расчёт энтальпии среды на выходе из экономайзера и принятие решение по наличию НРПП или переходной зоны | +        |    |    |    |    |
| Расчёт тепловой схемы котла, топки, ширм                                                                |          | +  |    |    |    |
| Расчёт конвективной поверхности, выполненный вручную                                                    |          |    | +  |    |    |
| Выполнение графической части (чертеж поверхности из п. 2 или 3)                                         |          |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                                                                                 |          | 25 | 25 | 25 | 25 |

3 семестр

| Раздел дисциплины                                                      | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                        | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                        | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 16   |
| Расчёт поверхностей теплообмена                                        | +                               |      |      |      |      |
| Расчёт котла в программе BoilerDesigner                                |                                 | +    |      |      |      |
| Выполнение графической части (продольный разрез котла)                 |                                 |      |      | +    |      |
| Выполнение графической части (Q-t диаграмма и поперечный разрез котла) |                                 |      |      |      | +    |
| Вес КМ:                                                                |                                 | 25   | 25   | 25   | 25   |

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Выполняет расчеты и разрабатывает конструкцию объекта профессиональной деятельности                 | Знать:<br>– основные источники сбора и способы обработки научно- технической информации по теме исследования<br>Уметь:<br>– составлять уравнения теплового баланса для паровых котлов и их тепловых схем;<br>– разработать тепловую схему парового котла;<br>– проектировать основные элементы парового котла (экраны, змеевиковые поверхности и др.)<br>– проводить анализ характеристик топлива; | Тест «Сбор и обработка научно-технической информации» (Тестирование)<br>Выполнение расчётного задания (Расчетно-графическая работа)<br>Тест «Компоновка паровых котлов» (Тестирование)<br>Контрольная работа «Экранирование котла»<br>Контрольная работа «Радиационные пароперегреватели» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа «Змеевиковые поверхности теплообмена» (Контрольная работа)<br>Контрольная работа «Воздухоподогреватели» (Контрольная работа) |
| ПК-1               | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание влияния отдельных факторов на работу и конструкцию объекта профессиональной | Знать:<br>– способы регулирования температуры перегретого пара, их особенности;<br>– влияния характеристик топлива и параметров                                                                                                                                                                                                                                                                    | Контрольная работа «Тепловая схема котла» (Контрольная работа)<br>Тест «Регулирование температуры перегретого пара» (Тестирование)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|        |                                                                                                      |                                                                                   |                                                 |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|        | деятельности                                                                                         | рабочего тела на тепловую схему и проектные решения по котлу и его тепловой схеме |                                                 |
| РПК-10 | ИД-2 <sub>РПК-10</sub> Выполняет сбор и обработку научно-технической информации по теме исследования | Знать:<br>– основные компоновки паровых котлов, их особенности;                   | Тест «Компоновка паровых котлов» (Тестирование) |

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **1 семестр**

#### **КМ-1. Тест «Сбор и обработка научно-технической информации»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест «Сбор и обработка научно-технической информации»

#### **Краткое содержание задания:**

Тест «Сбор и обработка научно-технической информации»

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: — основные источники сбора и способы обработки научно-технической информации по теме исследования | <ol style="list-style-type: none"><li>1.Какое из приведенных издательств создало международную научную базу статей и их цитирования <b>scopus.com</b></li><li>2.Какое из приведенных издательств создало международную научную базу статей и их цитирования <b>webofknowledge.com</b></li><li>3.Какая из указанных систем хранения информации позволяет получить доступ к тексту статей</li><li>4.Отметьте основные отечественные отраслевые журналы направления «Энергетическое машиностроение»</li><li>5.Какие из отечественных отраслевых журналов не входят в международные базы цитирования <b>scopus</b> и <b>WoS</b> на текущий момент</li></ol> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-2. Выполнение расчётного задания

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение расчётного задания

**Краткое содержание задания:**

Выполнение расчётного задания

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: – проводить анализ характеристик топлива;

Задание на расчётно-графическую работу по дисциплине  
«Паровые котлы» для студентов группы С-02М-20

| №<br>п/п | Фамилия                        | Топливо <sup>1)</sup> |
|----------|--------------------------------|-----------------------|
| 1        | Буганов Дмитрий Андреевич      | 36                    |
| 2        | Бурлаков Игорь Алексеевич      | 24                    |
| 3        | Ефимов Егор Алексеевич         | 21                    |
| 4        | Коротеева Анастасия Дмитриевна | 22                    |
| 5        | Малинин Руслан Анатольевич     | 7                     |
| 6        | Маракаев Павел Алексеевич      | 6                     |
| 7        | Петров Иван Александрович      | 8                     |
| 8        | Согамолян Владимир Вацаганович | 81                    |
| 9        | Царев Алексей Витальевич       | 30                    |
| 10       | Шистеров Михаил Андреевич      | 88                    |
| 11       | Очирваань Ууганбаяр            | 6                     |

1) Номер топлива – по табл.1 книги «Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод)» Под ред. Н.В.Кузнецова и др. – М.: Энергоатомиздат, 2007».

1. Тема расчётно-графической работы: «Анализ характеристик «название топлива» №XX».

нету

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-3. Контрольная работа «Тепловая схема котла»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа «Тепловая схема котла»

**Краткое содержание задания:**

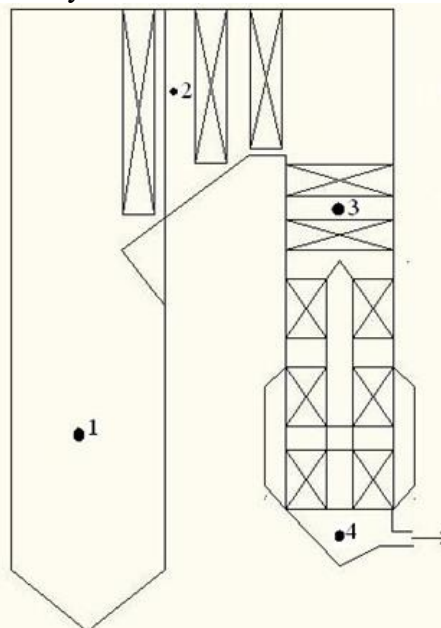
Контрольная работа «Тепловая схема котла»

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – влияния характеристик топлива и параметров рабочего тела на тепловую схему и проектные решения по котлу и его тепловой схеме

**1.Вариант 1.**

Напишите уравнение теплового баланса для участков 1-2 и 3-4. Какие из точек по трактам на этом участке можно отнести к опорным?

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-4. Тест «Компоновка паровых котлов»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест «Компоновка паровых котлов»

**Краткое содержание задания:**

Тест «Компоновка паровых котлов»

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: – основные компоновки паровых котлов, их особенности;                           | 1. Какой тип компоновки котла Вы выберете для блока 800МВт на экибастузском угле в России?<br>2. Какая из перечисленных компоновок является универсальной по топливу и паропроизводительности котла<br>3. В какой из компоновок допускается повышенная скорость газов<br>4. При какой из компоновок поверхность экранов ограждения будет минимальной<br>5. Какой из типов компоновки не используется при проектировании для газомазутных котлов |
| Уметь: – разработать тепловую схему парового котла;                                    | 1.2 Дайте оценку схеме включения поверхностей нагрева по пару и газам, реализованной в котле.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Уметь: – составлять уравнения теплового баланса для паровых котлов и их тепловых схем; | 1.1. В каких случаях и почему целесообразна установка НРПП, топочных ширм, полурadiaционных ширм?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

#### **КМ-5. Тест «Регулирование температуры перегретого пара»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест «Регулирование температуры перегретого пара»

#### **Краткое содержание задания:**

Тест «Регулирование температуры перегретого пара»

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                              |                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: – способы регулирования температуры перегретого пара, их особенности; | 1. При сжигании ТБО наиболее приемлема<br>2. Минимальные размеры ячейки в плане имеют котлы с компоновкой<br>3. При какой из компоновок невозможно применение дробеочистки |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                               |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>4.Какую компоновку котла, работающего на сланцах Вы предпочтете</p> <p>5.Какую компоновку котлов Вы предпочтете для ТЭС на газе в районе г. Нарьян Мар</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### 2 семестр

#### КМ-6. Контрольная работа «Экранирование котла»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия:

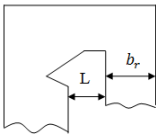
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа «Экранирование котла» за отведенное время (45 мин или 90 мин)

#### Краткое содержание задания:

решение задач на тему “Экранирование котла”

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Уметь: — проектировать основные элементы парового котла (экраны, змеевиковые поверхности и др.)</p> | <p>1.</p>  <p>Вариант 1</p> <p>Для котла блока 800МВт (рис.1) предположите схему организации движения среды в ЭО, выполненных из плавниковых труб. Параллельно ЭО первого хода включен несущий фестон из труб <math>\varnothing 36 \times 8</math> с <math>S = 576</math> мм шагом и числом труб в ленте, равным 6. В котле <math>a_T = 23,048</math> м, <math>L = 5,428</math> м, <math>b_r = 7,310</math> м, <math>D_{\text{внеш}} = 0,05D</math>.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: - контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если получен правильный ответ;

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: - контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если допущены незначительные ошибки;

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: - контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если допущена грубая или существенная ошибка, но правильно намечен путь выполнения задачи;

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: - контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если допущены грубые или существенные ошибки или не намечен правильный путь решения задачи.

### КМ-7. Контрольная работа «Радиационные пароперегреватели»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

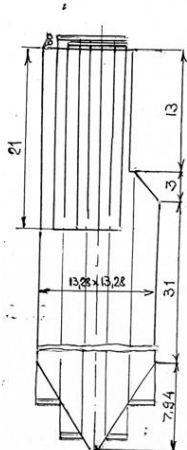
Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа «Радиационные пароперегреватели» за отведенное время (45 мин или 90 мин)

Краткое содержание задания:

решение задач на тему “Экранирование котла”

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: – проектировать основные элементы парового котла (экраны, змеевиковые поверхности и др.)

| Вариант 1]                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>В котле Еп 920-13,8 установлен гладкотрубный НРПП ширинного типа (Ф 42х5, е=160мм, ст. 12Х1МФ).</p> <p>В котле <math>B_p=123,19 \frac{1}{4}</math>, <math>Q_{\text{кт}}=2935,6 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}}</math>, <math>\psi_{\text{кр}}=0,43</math>, <math>F_{\text{ст}}=2786 \text{ м}^2</math>, <math>i'_{\text{рпн}}=658,2 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}}</math>, <math>P'_{\text{рпн}}=155 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}</math>. Размер канавки экранов в толщину <math>b_n=2560 \text{ мм}</math>, <math>\phi_{\text{рпн}}=0,987</math>.</p> <p>Определите:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– число труб в ширине;</li><li>– массовую скорость пара;</li><li>– тепловыделение НРПП по газам;</li><li>– приращение энтальпии пара</li></ul> |
| 1.                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: - контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если получен правильный ответ;

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: - контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если допущены незначительные ошибки;

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: - контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если допущена грубая или существенная ошибка, но правильно намечен путь выполнения задачи;

Оценка: 2

*Описание характеристики выполнения знания:* - контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если допущены грубые или существенные ошибки или не намечен правильный путь решения задачи.

### КМ-8. Контрольная работа «Змеевиковые поверхности теплообмена»

**Формы реализации:**

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа «Змеевиковые поверхности теплообмена» за отведенное время (45 мин или 90 мин)

**Краткое содержание задания:**

решение задач на тему «Змеевиковые поверхности теплообмена»

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Уметь: – проектировать основные элементы парового котла (экраны, змеевиковые поверхности и др.)</p> | <p style="text-align: center;">Задача</p> <p>В пылеугольном блоке расход пара в ради-<br/>регрева <math>\dot{Q}_{\text{вн}} = 1364 \text{ Т/ч}</math>. Выходная температура<br/>пароперегревателя выполняется из трубы <math>d_{\text{вн}} =</math><br/><math>= 57 \times 4 \text{ мм}</math>, компоновка трубы шахматная, кри-<br/>структура поперечная. Размеры газохода КШ, где<br/>расположен КШНД <math>22 \times 4,545 \text{ м}</math>. Диаметр пог-<br/>вешных труб <math>d_{\text{п}} = 36 \text{ мм}</math>, <math>z_{\text{пт}} = 1</math>.<br/>Найдите поверхность промпароперегревателя<br/>и его длину по ходу газа.</p> <p style="text-align: center;">1.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Описание характеристики выполнения знания:* - контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если получен правильный ответ;

*Оценка:* 4

*Описание характеристики выполнения знания:* - контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если допущены незначительные ошибки;

*Оценка:* 3

*Описание характеристики выполнения знания:* - контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если допущена грубая или существенная ошибка, но правильно намечен путь выполнения задачи;

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* - контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если допущены грубые или существенные ошибки или не намечен правильный путь решения задачи.

### КМ-9. Контрольная работа «Воздухоподогреватели»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа «Воздухоподогреватели» за отведенное время (45 мин или 90 мин)

**Краткое содержание задания:**

решение задач на тему «Воздухоподогреватели»

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: — проектировать основные элементы парового котла (экраны, змеевиковые поверхности и др.)

Определить поверхность теплообмена и высоту хода ТВП, число рядов труб, число труб в ряду и коэффициент теплопередачи, если известно

|                    |          |                    |
|--------------------|----------|--------------------|
| Топливо            | газ №1   |                    |
| $\vartheta'$       | 210      | °C                 |
| $\vartheta''$      |          | °C                 |
| $t_{гв}$           | 140      | °C                 |
| $t_{хв}$           | 40       | °C                 |
| $\alpha'_{вп}$     | 1.1      |                    |
| $\phi$             | 0.9935   |                    |
| $d \times \delta$  | 40 x 1.5 | мм                 |
| $S_1$              | 56       | мм                 |
| $S_2$              | 44       | мм                 |
| $F_r$              | 2.742    | м <sup>2</sup>     |
| $F_v$              | 2.028    | м <sup>2</sup>     |
| доля паров воды    | 0.178    |                    |
| величина перетоков | 0.1      |                    |
| расход топлива     | 1.1      | нм <sup>3</sup> /с |
| $\beta_{ср}$       | 1.1      |                    |

1.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* - контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если получен правильный ответ;

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* - контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если допущены незначительные ошибки;

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* - контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если допущена грубая или существенная ошибка, но правильно намечен путь выполнения задачи;

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* - контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если допущены грубые или существенные ошибки или не намечен правильный путь решения задачи.

**Для курсового проекта/работы****2 семестр*****I. Описание КП/КР******II. Примеры задания и темы работы***

Пример задания

| №<br>п/п | Фамилия                        | Консультант             | Котел          | Топливо <sup>1)</sup> |
|----------|--------------------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|
| 1        | Буганов Дмитрий Андреевич      | Супранов В.М.           | Е-220-9,8-540  | 7                     |
| 2        | Бурлаков Игорь Алексеевич      | Супранов В.М.           | Е-320-13,8-560 | 24                    |
| 3        | Ефимов Егор Алексеевич         | Плешанов К.А.           | Е-320-13,8-560 | 21                    |
| 4        | Коротеева Анастасия Дмитриевна | Стерхов К.В.            | Е-420-13,8-560 | 22                    |
| 5        | Кузнецов Сергей Максимович     | Доцент<br>Зайченко М.Н. | Е-500-13,8-560 | 12                    |
| 6        | Малинин Руслан Анатольевич     | Супранов В.М.           | Е-210-13,8-560 | 7                     |
| 7        | Маракаев Павел Алексеевич      | Егорова Л.Е.            | Е-320-13,8-560 | 6                     |
| 8        | Очирвань Ууганбаяр             | Егорова Л.Е.            | Е-320-13,8-560 | 6                     |
| 9        | Петров Иван Александрович      | Ионкин И.Л.             | Е-320-13,8-560 | 8                     |
| 10       | Согамолян Владимир Вачаганович | Зайченко М.Н.           | Е-220-9,8-540  | 81                    |
| 11       | Парев Алексей Витальевич       | Хохлов Д.А.             | Е-220-9,8-540  | 30                    |
| 12       | Пистеров Михаил Андреевич      | Зайченко М.Н.           | Е-320-13,8-560 | 81                    |

1) Номер топлива – по табл.1 книги «Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод)» Под ред. Н.В.Кузнецова – М.: Энергоатомиздат, 2007».

Тема проекта:  
«Тепловая схема котла ТХ-XXX-XX-XXX для топлива № YY»

## Тематика КП/КР:

### КМ-1. соблюдение графика выполнения КП

#### Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### КМ-2. соблюдение графика выполнения КП

#### Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### **КМ-3. соблюдение графика выполнения КП**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### **КМ-4. соблюдение графика выполнения КП и качества оформления КП**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

## **3 семестр**

### ***I. Описание КП/КР***

### ***II. Примеры задания и темы работы***

**Пример задания**

**Задание на курсовой проект по дисциплине  
«Паровые котлы»  
для студентов группы С-02м-20**

| №<br>п/п | Фамилия                   | Консультант   | Котел          | Топливо <sup>1)</sup> |
|----------|---------------------------|---------------|----------------|-----------------------|
| 1        | Буганов Дмитрий Андреевич | Супранов В.М. | Е-220-9,8-540  | 7                     |
| 2        | Ефимов Егор Алексеевич    | Плешанов К.А. | Е-320-13,8-560 | 21                    |
| 3        | Очирваань Ууганбаяр       | Егорова Л.Е.  | Е-320-13,8-560 | 6                     |
| 4        | Царев Алексей Витальевич  | Хохлов Д.А.   | Е-220-9,8-540  | 30                    |
| 5        | Шистеров Михаил Андреевич | Зайченко М.Н. | Е-320-13,8-560 | 81                    |

1) Номер топлива – по табл.1 книги «Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод) / Под ред. Н.В.Кузнецова – М.: Энергоатомиздат, 2007».

Тема проекта:  
«Паровой котёл Тг-XXX-XX-XXX, сжигающий топливо № YY»

## Тематика КП/КР:

### КМ-1. соблюдение графика выполнения КП

#### Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### КМ-2. соблюдение графика выполнения КП

#### Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения задания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### **КМ-3. соблюдение графика выполнения КП**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### **КМ-4. соблюдение графика выполнения КП и качества оформления КП**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

### Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### Пример билета

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

##### Кафедра ПГТ

Дисциплина «ПАРОВЫЕ КОТЛЫ»

Институт Энергомашиностроения и механики

1. ТЗ на проектирование котла.
2. Тепловая схема прямоточного котла на докритические параметры пара
3. Задача

### Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам. Время на выполнение экзаменационного задания 1,5 ч

### I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-1 Выполняет расчеты и разрабатывает конструкцию объекта профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

**Задача №1**

В котле Е-220-9.8 сжигается топливо №1 в количестве  $B_e = 30.974 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $\varphi = 0.995$ . Полезное тепловыделение в топке  $Q_t = 5290.95 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$ . Котел имеет цельносварную топочную ширму высотой, равной высоте фестона ( $S_1 = 192 \text{ мм}$ ,  $d = 60 \text{ мм}$ ). Отношение  $\frac{\psi_{\text{шт}} F_{\text{шт}}}{\psi_{\text{ср}} F_{\text{ср}}} = 0.25$ , а  $\frac{F_{\text{жк}}}{F_{\text{жк}}} = 0.064$ . Среднее значение коэффициента тепловой эффективности экранов топки  $\psi_{\text{ср}} = 0.425$ . Для поддержания  $t_{\text{жк}}$  использован впрыск собственного конденсата в количестве  $0.04D$ . Тепловосприятие по пару потолка в топке  $\Delta i_{\text{пост}} = 10 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$ .

Определите  $i_{\text{жк}}$ , если  $\theta_{\text{жк}}^* = [\theta_{\text{жк}}^*]$ , а  $\Delta \theta_{\text{жк}} = 57^\circ\text{C}$

1.

#### Задача №2

В котле Е-670/590-13.8/21/56 ( $P'_{\text{вт}} = 25 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$ ,  $t'_{\text{вх}} = 310^\circ\text{C}$ ), сжигающим подмосковный бурый уголь №27 ( $B_r = 231 \text{ Т/ч}$ ,  $\varphi = 0.996$ ) реализована схема «расщепленный хвост». Температура воздуха за ступенчатой ТВП  $420^\circ\text{C}$ ,  $t'_{\text{вп}} = 80^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{жк}} = 50^\circ\text{C}$ . В экономайзере высокого давления  $\Delta t_{\text{жк}} = 40^\circ\text{C}$ . Избытки воздуха по газовому тракту  $\alpha_{\text{жк}} = 1.31$ ,  $\alpha_{\text{жкнд}} = 1.39$ ,  $\alpha_{\text{жкнд}} = 1.26$ ,  $\alpha_{\text{ТВП}} = \alpha_{\text{жк}} = 1.3$ . Температура газов за ТВП  $\theta_{\text{жк}} = 150^\circ\text{C}$ ,  $\Delta \alpha_{\text{пл}} = 0.1$ .

В какой пропорции должны распределяться газы по газоходам? Какова будет температура газов перед ЭКВД и КПНД? Какое количество теплоты надо снять в ЭКНД, чтобы  $\theta_{\text{жк}} = \theta_{\text{жкнд}}^*$ ? Чему будет равно  $\Delta i_{\text{жк}}$ ?

$Q_{\text{КПНД}} = 307.64$

2.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Какая из характеристик топлива влияет на склонность топлива к загрязнению:

Ответы:

- a. выход летучих
- b. зольность
- c. содержание серы
- d. калорийность

Верный ответ: Ответ – c

- 2.1. По какому условию необходимо выдерживать температуру на выходе из топки:

Ответы:

- a. шлакованию топки
- b. шлакованию ширм
- c. шлакованию фестона
- d. шлакованию экономайзера

Верный ответ: Ответ – b

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 Демонстрирует понимание влияния отдельных факторов на работу и конструкцию объекта профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

- 1.2. Регулирование температуры перегрева пара ППО
- 2.1. Влияние характеристик топлива на конструкцию котла
- 3.2 Классификация способов регулирования температуры перегретого пара.
- 4.2. Тепловая схема прямоточного котла на докритические параметры пара

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Выберите способов регулирования температуры перегрева вторичного пара:

Ответы:

- a. УСК
- b. Впрыск ПВ
- c. КПНДР
- d. ППО

Верный ответ: Ответ – c

- 2.1. Выберите предпочтительный тип регулирования для котлов среднего давления:

Ответы:

- a. УСК
- b. Впрыск ПВ
- c. КПНДР
- d. ППО

Верный ответ: Ответ – d

- 3.1. При сжигании ТБО наиболее приемлема:

Ответы:

- a. П-образной компоновка
- b. Т-образной компоновка
- c. инвертная
- d. многоходовая

Верный ответ: Ответ – d

- 4.1. Выберите размерность энтальпии при сжигании газа согласно нормативному методу теплового расчёта котельных агрегатов:

Ответы:

- a. ккал/кг
- b. ккал/м<sup>3</sup>
- c. ккал/м<sup>3</sup>
- d. кДж/ м<sup>3</sup>

Верный ответ: Ответ – b

5.1. Выберите размерность переданного по балансу тепла согласно нормативному методу теплового расчёта котельных агрегатов:

Ответы:

- a. кВт
- b. ккал/ч
- c. Гкал/ч
- d. ккал/кг

Верный ответ: Ответ – d

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-2РПК-10 Выполняет сбор и обработку научно-технической информации по теме исследования

### Вопросы, задания

#### Задача 3

В котле Е-160-40-440 сжигается газ №11с избытком воздуха в горелке  $\alpha_{гор} = 10.3$  в количестве  $1396 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Регулирование температуры перегрева осуществляется впрыском питательной воды ( $t_{па} = 104^\circ\text{C}$ ,  $P_{па} = 48 \text{ кгс/см}^2$ ) в количестве  $8 \text{ т/ч}$ . Воздух с 30 до  $120^\circ\text{C}$

16

нагревается водой после экономайзера,  $i''_{эк} = i'_s - 25 \text{ ккал/кг}$ ,  $\Delta t_{нэк} = 46^\circ\text{C}$ ,  $D_{прод} = 0.02D$ . Температура газов перед КП  $\theta'_{кп} = 1000^\circ\text{C}$ . В топку вводится 10% газов рециркуляции, отбираемых за котлом. Нужен ли в котле второй конвективный испаритель? Какова будет температура газов перед экономайзером?

- 1.
- 2.1. Влияние минеральной части топлива на конструкцию котла
- 3.1. ТЗ на проектирование котла.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Какую компоновку котла, работающего на сланцах Вы предпочтете?

Ответы:

- a. Башенную
- b. Многоходовую
- c. Полубашенную
- d. Т-образную

Верный ответ: Ответ – b

2.1. Какую компоновку котлов Вы предпочтете для ТЭС на газе в районе г. Нарьян Мар?

Ответы:

- a. П-образную
- b. Т-образную
- c. Инвертную
- d. Башенную

Верный ответ: Ответ – a

3.1. В какой из поверхностей теплообмена котла докритического давления с УСК расход среды будет самый большой

Ответы:

- a. экономайзере
- b. потолочном пароперегревателе
- c. ширмах
- d. выходном конвективном пароперегревателе

Верный ответ: Ответ – a

4.1. Выберите опорную точку котла:

Ответы:

- a. температура газов перед экономайзером

- b. температура газов после холодного конвективного пакета
- c. температура газов за воздухоподогревателем
- d. температура газов перед топочной ширмой

Верный ответ: Ответ – c

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программ

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач. Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки. Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины. Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой

задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программ

## 2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

## Пример билета

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой МИПЭУ

МЭИ

28 июня 2021 г.

---

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4**

**Кафедра МИПЭУ**  
Дисциплина «ПАРОВЫЕ КОТЛЫ»  
Институт Энергомашиностроения и механики

---

1. Предложите для котла Е-210, имеющего  $a_1 = 7964$  мм,  $L = 5370$  мм,  $b_1 = 3380$  мм и  $D_{кот} = 0,04D$  конструкцию ЭО.

2. Котел СКД блока 300 МВт с ЖШУ имеет П-образную компоновку и размеры топки в плане  $15,6 \times 9,5$  м. Перепад температур по газам  $(\theta'_g) - \theta'_{гв} = 200$  °С, параметр  $R_g^{PR} = 0,297$ . Расчетный расход топлива  $B_p = 133,8 \frac{кг}{с}$ . Теплосоприятие ширмы по балансу  $Q_{гв} = 549 \frac{ккал}{кг}$ , расход пара  $D_p = 0,93D$ , коэффициент теплопередачи  $K = 49,4 \frac{ккал}{м^2 \cdot ^\circ C}$ , средняя температура пара  $497$  °С. Шаг потолочного пароперегревателя  $S_{пт} = 48$  мм. Предложите решение по конструкции ШПП.

Указание:  $[\theta'_g] = 1320 - 340 \cdot R_g^{PR}$

3. Определить температуру горячего воздуха и поверхность нагрева ТВП котла блока 300 МВт при условии охлаждения продуктов сгорания с  $375^\circ C$  до  $150^\circ C$ . При выполнении расчетов принять  $t'_{гв} = 50^\circ C$  ( $t'_{гв} = 88,5 \frac{ккал}{кг}$ ),  $d \times \delta = 40 \times 1,5$  мм,  $S_1 = 60$  мм,  $S_2 = 42$  мм,  $\alpha'_{гв} = 1,2$ ,  $\beta'_{гв} = 1,16$ . Схема включения - четырехкратный перекрест с двумя промежуточными трубными досками. Скорость воздуха  $W_g = 8,7 \frac{м}{с}$ ,  $W_t = 11 \frac{м}{с}$ ,  $r_{H_2O} = 0,091$ ,  $B_p = 62,87 \frac{т}{с}$ ,  $\varphi = 0,9972$ .

Указание: энтальпией золы пренебречь

| $\theta^\circ C$ | $I_g^0$ , ккал/кг | $I_a^0$ , ккал/кг |
|------------------|-------------------|-------------------|
| 200              | 413               | 353               |
| 400              | 851,4             | 718,1             |

## I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2РПК-10 Выполняет сбор и обработку научно-технической информации по теме исследования

### Вопросы, задания

1. Назовите основные этапы и граничные условия проектирования возхуподогревателя.
2. Назовите основные этапы и граничные условия проектирования экономайзера.
3. Назовите основные этапы и граничные условия проектирования пароперегревателя.
4. Назовите основные этапы и граничные условия проектирования РПП.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какое минимальное количество ходов экранов ограждения возможно в котле

Ответы:

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4

Верный ответ: Ответ – а

2. Зачем делаю газоплотные котлы

Ответы:

- a. увеличение стоимости котла
- b. повышение экономичности
- c. традиции производства

- d. снижение числа обслуживающего персонала  
Верный ответ: Ответ – b
3. В котлах ДКД какого завода присутствует РПП  
Ответы:  
a. ПАО «ЗиО»  
b. ПАО «ЗиО-Подольск»  
c. БКЗ  
d. ТКЗ  
Верный ответ: Ответ – d
4. При каком топливе не может применяться горизонтально-ленточный НРПП:  
Ответы:  
a. шлакующем  
b. нешлакующем  
c. газообразном  
d. жидком  
Верный ответ: Ответ – a
5. Какой величине пропорциональная поверхность теплообмена конвективного теплообменника  
Ответы:  
a.  $d$   
b.  $dl$   
c.  $\pi d$   
d.  $\pi dl$   
Верный ответ: Ответ – d
6. При помощи какой величины рассчитывается коэффициент теплоотдачи от газов к стенке при сжигании твердого топлива в шахматном пучке теплообменных труб  
Ответы:  
a. эффективности  
b. загрязнения  
c. использования  
d. поверхности  
Верный ответ: Ответ – b
7. Для какого топлива необходима большая температура горячего воздуха  
Ответы:  
a. АШ  
b. Т  
c. БУ  
d. мазут  
Верный ответ: Ответ – c
8. В каком ВМ самый большой переток воздуха  
Ответы:  
a. трубчатом  
b. пластинчатом  
c. регенеративном  
d. рекуперативном  
Верный ответ: Ответ – c
9. До какой максимальной величины можно нагреть воздух в одной ступени РВП  
Ответы:  
a. 250  
b. 320  
c. 360  
d. 400

Верный ответ: Ответ – с

10. Из какого материала будет сделан экономайзер котла СКД?

Ответы:

- a. сталь 2
- b. сталь 20
- c. сталь 20К
- d. 12Х1МФ

Верный ответ: Ответ – b

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и показавшему способность применять свои знания для решения инженерных задач.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, целом правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета, но допусившему при этом принципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который ответил на большинство вопросов экзаменационного билета хотя и допустил методические или арифметические ошибки, но указал правильный путь выполнения поставленной задачи

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: не ответил на большинство вопросов экзаменационного билета и не смог наметить правильный путь решения большинства поставленных задач.

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

**Для курсового проекта/работы:**

**2 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

***I. Процедура защиты КП/КР***

***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему расчёты, оформившему расчётно-пояснительную записку и листы графической части, ответившему на 75% вопросов комиссии и подтвердившему, что он владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения технических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему расчёты, оформившему расчётно-пояснительную записку и листы графической части. Допускаются незначительные ошибки в РПЗ, в графической части. Студент должен ответить на 75% вопросов комиссии с незначительными ошибками или на 50 % без ошибок.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, допустившему ошибки при выполнении расчётов, не оформившему расчётно-пояснительную записку в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации. На листе графической части могут быть ошибки, но не фатальные, т.е. работоспособность должна быть обеспечена. Допускается ответ на 50% вопросов комиссии без ошибок.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не обеспечил работоспособности объектов проектирования; б) ответил менее чем на 50% вопросов комиссии; в) допустил грубые ошибки в выполнении расчетов или графической части.

***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

**3 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

***I. Процедура защиты КП/КР***

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему расчёты, оформившему расчётно-пояснительную записку и листы графической части, ответившему на 75% вопросов комиссии и подтвердившему, что он владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения технических задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему расчёты, оформившему расчётно-пояснительную записку и листы графической части. Допускаются незначительные ошибки в РПЗ, в графической части. Студент должен ответить на 75% вопросов комиссии с незначительными ошибками или на 50 % без ошибок.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, допустившему ошибки при выполнении расчётов, не оформившему расчётно-пояснительную записку в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации. На листе графической части могут быть ошибки, но не фатальные, т.е. работоспособность должна быть обеспечена. Допускается ответ на 50% вопросов комиссии без ошибок.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не обеспечил работоспособности объектов проектирования; б) ответил менее чем на 50% вопросов комиссии; в) допустил грубые ошибки в выполнении расчетов или графической части.

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**