

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение**

**Наименование образовательной программы: Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Физика горения**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зайченко М.Н.
	Идентификатор	R1b71fe1e-ZaichenkoMN-184d9a9

(подпись)

М.Н.

Зайченко

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

К.А.

Плешанов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

К.А.

Плешанов

(расшифровка  
подписи)

## 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-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения

ИД-1 Демонстрирует понимание взаимного влияния условий работы отдельных элементов объектов профессиональной деятельности

ИД-4 Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Горение газового топлива. Вынужденное воспламенение и стабилизация пламени (Контрольная работа)
2. Процесс горения энергетического топлива. Его материальный и тепловой балансы. Кинетика реакций горения (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Горение газообразного жидкого и твердого топлива (Тестирование)
2. Энергетическое топливо и продукты сгорания (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита лабораторной работы №1 «Исследование влияния коэффициента избытка окислителя, состава окислителя и его начальной температуры на величину адиабатной температуры горения и на состав и энтальпию продуктов сгорания при сжигании угля» (Коллоквиум)
2. Защита лабораторной работы №2 «Исследование характеристик угольной пыли и закономерностей диффузионного горения полидисперсной пыли» (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	10	11	12	13
Источники и технологии получения теплоты в энергетических установках							
Источники и технологии получения теплоты в энергетических установках	+						
Процесс горения энергетического топлива. Его материальный и тепловой балансы							

Процесс горения энергетического топлива. Его материальный и тепловой балансы		+		+		
Кинетика реакций горения						
Кинетика реакций горения		+				
Горение газового топлива						
Горение газового топлива			+		+	+
Вынужденное воспламенение и стабилизация пламени						
Вынужденное воспламенение и стабилизация пламени			+			+
Горение жидкого и твердого топлива						
Горение жидкого и твердого топлива			+	+	+	+
Вес КМ:	17	17	17	16	16	17

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## 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-2	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание взаимного влияния условий работы отдельных элементов объектов профессиональной деятельности	Знать: – аспекты топливной проблемы в энергетике, классификацию состав и свойства энергетических топлив, способы пересчёта состава топлива с одной массы на другую, расчета состава и характеристик продуктов горения, принципы организации способов сжигания топлива в котлах и камерах сгорания Уметь: – разбираться в технологиях и процессах сжигания различных видов топлива, конструкции горелок, способах стабилизации горения топлива, анализировать и схематизировать процесс горения	Энергетическое топливо и продукты сгорания (Контрольная работа) Защита лабораторной работы №2 «Исследование характеристик угольной пыли и закономерностей диффузионного горения полидисперсной пыли» (Коллоквиум)
ПК-2	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует	Знать:	Процесс горения энергетического топлива. Его материальный и

	<p>знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности</p>	<p>– специфику процесса горения газообразного, жидкого и твёрдого топлива при факельном сжигании, способы обеспечения устойчивости горения и влияние зернового состава пыли твёрдого топлива на динамику его горения</p> <p>– общие законы химических реакций и физических процессов при горении, математическое описание этих процессов, численного расчета и моделирования</p> <p>Уметь:</p> <p>– пользоваться компьютерными программами расчета состава и характеристик продуктов горения и общими законами химического реагирования при освоении математического описания горения с целью получения количественных характеристик</p>	<p>тепловой балансы. Кинетика реакций горения (Контрольная работа)</p> <p>Горение газового топлива. Вынужденное воспламенение и стабилизация пламени (Контрольная работа)</p> <p>Защита лабораторной работы №1 «Исследование влияния коэффициента избытка окислителя, состава окислителя и его начальной температуры на величину адиабатной температуры горения и на состав и энтальпию продуктов сгорания при сжигании угля» (Коллоквиум)</p> <p>Горение газообразного жидкого и твердого топлива (Тестирование)</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

### КМ-1. Энергетическое топливо и продукты сгорания

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 17

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решение задач на тему "Энергетическое топливо и продукты сгорания"

#### Краткое содержание задания:

##### Вариант №1

Как изменится теплота сгорания  $Q_{нр}$  и избыток воздуха  $\alpha_T$  в топке котла при сжигании 33 т/ч угля [№ 7 по таблице I НТР'73] в случае сохранения неизменным расхода воздуха и тепловыделения  $Q_T$  при увеличении влажности в 1,6 раза и увеличении зольности в 1,2 раза.

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: – аспекты топливной проблемы в энергетике, классификацию состав и свойства энергетических топлив, способы пересчёта состава топлива с одной массы на другую, расчета состава и характеристик продуктов горения, принципы организации способов сжигания топлива в котлах и камерах сгорания</p>	<p>1.1) Что такое энергетическое топливо? а) топливо, которое целесообразно сжигать в энергетических установках с экономической точки зрения б) все органическое топливо с) топливо, которое добывается вблизи энергетических установок Ответ – а</p> <p>2) К твердому топливу относится: а) угли б) угли и торф с) угли, торф и сланцы Ответ – с</p> <p>3) К искусственному газообразному топливу относится: а) природный газ б) попутный газ с) синтез-газ Ответ – с</p> <p>4) Какое жидкое топливо используется на ТЭС? а) бензин б) мазут с) керосин Ответ – б</p> <p>5) Какой вид твердого топлива чаще других используется на ТЭС? а) уголь б) торф с) сланец Ответ – а</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

## КМ-2. Процесс горения энергетического топлива. Его материальный и тепловой балансы. Кинетика реакций горения

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 17

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие состоит из трех частей. Первая часть – тест с вариантами ответа. Вторая и третья части содержат вопросы, предполагающие свободный ответ.

### Краткое содержание задания:

#### Часть I

1	Содержание водорода на рабочую массу	а) Больше содержания водорода на сухую массу	
		б) Не меньше содержания водорода на сухую массу	
		в) Меньше содержания водорода на сухую массу	
2	Процесс горения – совокупность химических реакций	а) деления	
		б) окисления	
		в) разложения	
3	Коэффициент избытка воздуха $\alpha = 0.74$ означает, что	а) расход окислителя составляет 74% от расхода топлива	
		б) расход топлива составляет 74% от расхода окислителя	
		в) расход окислителя составляет 74% от теоретически необходимого расхода окислителя	
4	Та температура, которую будут иметь продукты сгорания с учетом конкретных условий протекания процесса горения, называется	а) фактической	
		б) адиабатной	
		в) теоретической	
5	Чему равна скорость прямой обратимой реакции после достижения равновесного состояния?	а) равна 0	
		б) равна скорости обратной реакции	
		в) определено нельзя сказать, зависит от условий	
6	При увеличении давления в системе	а) степень диссоциации растёт	
		б) степень диссоциации снижается	
		в) степень диссоциации остается неизменной	



7	Сумма парциальных давлений газообразных компонентов в системе равно общему давлению в системе – это формулировка	а) закона Вант-Гоффа	
		б) закона Дальтона	
		в) принципа Ле-Шателье	

### Часть II

Напишите закон действующих масс для реакции:  $2\text{H}_2 + \text{C} \leftrightarrow \text{CH}_4$ .

### Часть III

Закон действующих масс для химически однородных газовых систем. Формы записи.

Примеры применения.

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: – общие законы химических реакций и физических процессов при горении, математическое описание этих процессов, численного расчета и моделирования</p>	<p>1.1) При горении энергетического топлива:  а. происходит выделение тепловой энергии  б. происходит поглощение тепловой энергии  с. тепловая энергия неизменна  Ответ – а</p> <p>2) Когда топливо и окислитель находятся в одном агрегатном состоянии, то говорят о:  а. гомогенном горении  б. гетерогенном горении  с. диффузионном горении  Ответ – а</p> <p>3) Когда топливо и окислитель находятся в разных агрегатных состояниях, то говорят о:  а. гомогенном горении  б. гетерогенном горении  с. диффузионном горении  Ответ – б</p> <p>4) В качестве окислителя в энергетических установках как правило используется:  а. воздух  б. диоксид углерода  с. водяные пары  Ответ – а</p> <p>5) Если количество окислителя меньше необходимого для горения, то произойдет:  а. полное горение  б. неполное горение  с. гомогенное горение  Ответ – б</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Контрольное мероприятие считается выполненным на оценку «Отлично» если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Контрольное мероприятие считается выполненным на оценку «Хорошо» если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Контрольное мероприятие считается выполненным на оценку «Удовлетворительно» если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 60% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал противоречивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты.

### **КМ-3. Горение газового топлива. Вынужденное воспламенение и стабилизация пламени**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 17

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие состоит из двух частей. Первая часть – тест с вариантами ответа. Вторая часть содержит вопросы, предполагающие свободный ответ.

**Краткое содержание задания:**

**Вариант №1**

Часть 1

1	Процесс горения условно делят на 3 стадии. Как называется первая стадия?	прогрев	
		воспламенение	
		горение	
2	Если смесь топлива и окислителя не горит внутри сосуда, но воспламеняется при выходе из него, то такая смесь	богатая	
		бедная	
		нельзя определенно сказать	
3	Как изменяется температура зажигания при уменьшении расстояния между холодной и горячей стенкой?	не изменится	
		увеличится	
		уменьшится	
4	Распространение пламени на весь объем происходит из-за протекания	теплопроводности	
		диффузии	
		теплопроводности и диффузии	
5	Что не влияет на изменение энтальпии в процессе горения?	теплопроводность	
		тепловыделение	
		диффузия	
6	В какой модели горение происходит в объеме отдельных турбулентных молей?	поверхностной	
		объемной	
		микрообъемной	

Часть 2

Какие характерные зоны выделяют при схематизации факела? Каким образом достигается стабилизация фронта горения?

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: – специфику процесса горения газообразного, жидкого и твёрдого топлива при факельном сжигании, способы обеспечения устойчивости горения и влияние зернового состава пыли твёрдого топлива на динамику его горения</p>	<p>1.1) При сжигании газообразного топлива в воздухе, горение будет:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. гетерогенным</li><li>b. неполным</li><li>c. гомогенным</li></ul> <p>Ответ – c</p> <p>2) Плотность продуктов сгорания:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. меньше плотности топливовоздушной смеси</li><li>b. больше плотности топливовоздушной смеси</li><li>c. равна плотности топливовоздушной смеси</li></ul> <p>Ответ – b</p> <p>3) Массовая скорость горения представляет собой:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Отношение скорости распространения пламени к плотности продуктов сгорания</li><li>b. отношение плотности продуктов сгорания к скорости распространения пламени</li><li>c. произведению скорости распространения пламени и плотности продуктов сгорания</li></ul> <p>Ответ – c</p> <p>4) При прочих равных с ростом температуры:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. область взрыва увеличивается</li><li>b. область взрыва уменьшается</li><li>c. область взрыва не меняется</li></ul> <p>Ответ – a</p> <p>5) Какой модели турбулентного горения не существует?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. поверхностная</li><li>b. объемная</li><li>c. плотностная</li></ul> <p>Ответ – c</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Контрольное мероприятие считается выполненным на оценку «Отлично» если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на вопрос, предполагающий свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Контрольное мероприятие считается выполненным на оценку «Хорошо» если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на вопрос, предполагающий свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Контрольное мероприятие считается выполненным на оценку «Удовлетворительно» если выполнены следующие условия: - даны

правильные ответы не менее чем на 60% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на вопрос, предполагающий свободный ответ, студент дал противоречивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты.

**КМ-4. Защита лабораторной работы №1 «Исследование влияния коэффициента избытка окислителя, состава окислителя и его начальной температуры на величину адиабатной температуры горения и на состав и энтальпию продуктов сгорания при сжигании угля»**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 16

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** У студента проверяются расчеты и отчет по лабораторной работе. Затем происходит устный опрос.

**Краткое содержание задания:**

Защита лабораторной работы проводится путем получения ответов на следующие вопросы:

1. Что такое адиабатная температура горения?
2. Как проводится расчет адиабатной температуры горения?
3. В чем сложность расчета адиабатной температуры горения при недостатке окислителя?
4. Какие допущения приняты в работе?
5. От чего зависит адиабатная температура горения?
6. Что из себя представляет уравнение материального баланса?
7. Что из себя представляет уравнение энергетического баланса?
8. Что говорит закон Дальтона?
9. Как зависит адиабатная температура горения от коэффициента избытка окислителя?
10. Как зависит адиабатная температура горения от температуры окислителя?
11. Как зависит адиабатная температура горения от содержания кислорода в окислителе?
12. Как зависит адиабатная температура горения от состава окислителя?
13. Как меняется состав продуктов сгорания в зависимости от коэффициента избытка окислителя?
14. Как меняется состав продуктов сгорания в зависимости от температуры?
15. Как оценивается полнота преобразования химической энергии топлива в тепловую энергию продуктов сгорания?

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: – пользоваться компьютерными программами расчета состава и характеристик продуктов горения и общими законами химического реагирования при освоении математического описания горения с целью получения количественных характеристик</p>	<p>1.1) Адиабатная температура горения рассчитывается без учета:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. теплообмена с окружающей средой и диссоциации продуктов сгорания</li> <li>b. теплоты сгорания топлива</li> <li>c. температуры и состава окислителя</li> </ol> <p>Ответ – а</p> <p>2) Максимальное значение адиабатная температура имеет при:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. коэффициенте избытка окислителя <math>&lt; 1</math></li> <li>b. коэффициенте избытка окислителя <math>= 1</math></li> <li>c. коэффициенте избытка окислителя <math>&gt; 1</math></li> </ol> <p>Ответ – b</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>3) Необходимое количество окислителя для полного горения рассчитывается исходя из:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. состава топлива и окислителя</li> <li>b. теплоты сгорания топлива</li> <li>c. температуры топлива и окислителя</li> </ol> <p>Ответ – а</p> <p>4) При коэффициенте избытка окислителя <math>&lt; 1</math> в продуктах сгорания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. будут продукты неполного горения</li> <li>b. будет происходить просок</li> <li>c. будет остаток окислителя</li> </ol> <p>Ответ – а</p> <p>5) При прочих равных с ростом температуры окислителя адиабатная температура горения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. будет возрастать</li> <li>b. будет уменьшаться</li> <li>c. будет неизменна</li> </ol> <p>Ответ – а</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Лабораторная работа считается выполненной на оценку «Отлично» если выполнены следующие условия: - отчет по работе не содержит ошибок; - на 80% вопросов получен правильный и полный ответ.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания:* Лабораторная работа считается выполненной на оценку «Хорошо» если выполнены следующие условия: - отчет по работе не содержит серьезных ошибок; - на 65% вопросов получен правильный и полный ответ, или ответы получены на 80 % вопросов, но они недостаточно полные или содержат неточности.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Лабораторная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно» если выполнены следующие условия: - отчет по работе не содержит серьезных ошибок; - на 50% вопросов получен правильный и полный ответ, или ответы получены на 65 % вопросов, но они недостаточно полные или содержат неточности.

**КМ-5. Защита лабораторной работы №2 «Исследование характеристик угольной пыли и закономерности диффузионного горения полидисперсной пыли»**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 16

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** У студента проверяются расчеты и отчет по лабораторной работе. Затем происходит устный опрос.

**Краткое содержание задания:**

Защита лабораторной работы проводится путем получения ответов на следующие вопросы:

1. Для чего размалывается топливо?

2. Что такое интегральная зерновая характеристика пыли?
3. Как оценивается тонкость помола пыли?
4. Что устанавливает закон Розина-Раммлера?
5. Что такое коэффициент полидисперсности?
6. Из каких условий выбирается минимальное число фракций?
7. По какому закону производят фракционное распределение пыли?
8. Что такое удельная поверхность пыли?
9. Что такое эквивалентный диаметр пыли?
10. Что такое остаток на сите?
11. Для каких сред применим закон Розина-Раммлера?
12. Что такое степень выгорания топлива?
13. Как влияет температура процесса и содержание кислорода на степень выгорания топлива?
14. Как влияет температура процесса и содержание кислорода на удельную поверхность пыли?
15. Как влияет температура процесса и содержание кислорода на эквивалентный диаметр пыли?

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: – разбираться в технологиях и процессах сжигания различных видов топлива, конструкции горелок, способах стабилизации горения топлива, анализировать и схематизировать процесс горения</p>	<p>1.1) Что такое R90?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. остаток на сите 90 мкм</li> <li>b. отбор пробы пыли массой 90 г</li> <li>c. время достижения степени выгорания топлива 90%</li> </ol> <p>Ответ – а</p> <p>2) Коэффициент полидисперсности характеризует:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. массу пыли</li> <li>b. объем пыли</li> <li>c. одинаковость частиц пыли</li> </ol> <p>Ответ – с</p> <p>3) Топливо размалывается для:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. увеличения поверхности топлива</li> <li>b. удобства хранения</li> <li>c. снижения взрывоопасности</li> </ol> <p>Ответ – а</p> <p>4) Тонина помола пыли оценивается по:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. степени выгорания топлива</li> <li>b. коэффициенту полидисперсности</li> <li>c. остатку на сите</li> </ol> <p>Ответ – с</p> <p>5) С увеличением температуры при прочих равных степень выгорания топлива</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. убывает</li> <li>b. возрастает</li> <li>c. неизменна</li> </ol> <p>Ответ – b</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Лабораторная работа считается выполненной на оценку «Отлично» если выполнены следующие условия: - отчет по работе не содержит ошибок; - на 80% вопросов получен правильный и полный ответ.

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 65

*Описание характеристики выполнения знания:* Лабораторная работа считается выполненной на оценку «Хорошо» если выполнены следующие условия: - отчет по работе не содержит серьезных ошибок; - на 65% вопросов получен правильный и полный ответ, или ответы получены на 80 % вопросов, но они недостаточно полные или содержат неточности.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Лабораторная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно» если выполнены следующие условия: - отчет по работе не содержит серьезных ошибок; - на 50% вопросов получен правильный и полный ответ, или ответы получены на 65 % вопросов, но они недостаточно полные или содержат неточности.

### КМ-6. Горение газообразного жидкого и твердого топлива

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 17

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест с вариантами ответа

**Краткое содержание задания:**

#### Вариант №1

1	В топках с факельным сжиганием стабилизация воспламенения (зажигания) обеспечивается:	а) посторонним источником зажигания	
		б) размещением в топке автостабилизирующих устройств	
		в) рециркуляцией теплоты через стенку	
		г) способом аэродинамической рециркуляции высокотемпературных продуктов горения к истекающим из горелок топливной и воздушной сред	
		д) применением вихревых горелок	
2	Фронт пламени при диффузионном горении устанавливается на поверхности, на которой:	е) созданием условий для естественной стабилизации	
		а) $\alpha > 1$	
		б) $\alpha < 1$	
		в) $\alpha = 1$	
		г) $W = U_n$	
3	При диффузионном горении интенсивность тепловыделения определяется:	а) скоростью движения сред	
		б) скоростью процесса перемешивания реагирующих компонентов	
		в) величиной констант топлива	
		г) избытком окислителя	
4	Распад струи жидкого топлива на капли обусловлен действием:	а) внешних сил	
		б) сил инерции	
		в) сил вязкости жидкого топлива	
		г) сил поверхностного натяжения	
5	Определяющим фактором времени горения капли жидкого топлива является:	а) время нагрева капли до температуры равновесного испарения	
		б) время испарения капли	
		в) время диффузии кислорода во фронте	

		горения	
		г) время химического реагирования	
6	Основной путь интенсификации горения жидкого топлива - это:	а) повышение начальной температуры нагрева топлива	
		б) интенсификация процесса подвода кислорода к фронту горения	
		в) уменьшение избытка воздуха и повышение его температуры	
		г) увеличение поверхности взаимодействия топлива и окислителя за счет его распыливания	
7	Горение капли жидкого топлива включает в себя процессы, протекающие в следующей последовательности:	а) химическая реакция	1 -
		б) испарение капли	2 -
		в) нагрев капли до температуры равновесного испарения	3 -
		г) диффузия кислорода к фронту горения	4 -
		д) передача теплоты от фронта горения к капле	5 -
8	Специфическими особенностями горения жидкого топлива со свободной поверхности является:	а) количество теплоты, выделяемое на единице поверхности приблизительно одинаково для различных топлив (не зависит от $Q_{rh}$ )	
		б) большой химический недожог	
		в) высокий уровень температур продуктов горения	
		г) форма факела	
9	Горение частицы твердого топлива принято представлять в виде следующих последовательно протекающих стадий:	а) прогрев и воспламенение коксовой частицы	1.-
		б) горение и выгорание коксовой частицы	2.-
		в) горение летучих	3.-
		г) выход летучих	4.-
10	Диффузионное горение — это процесс, в котором:	а) скорость химического реагирования определяется скоростью перемешивания реагирующих компонентов	
		б) химическое реагирование происходит в узкой зоне	
		в) скорость химического реагирования мала по сравнению со скоростью диффузии	
		г) подвод окислителя и топлива в зону горения осуществляется отдельно	
11	Горение коксовой частицы происходит в кинетическом режиме, если: (где $K$ и $\alpha d$ - константа скорости химической реакции и коэффициент диффузного обмена, $C_r$ и $C_\infty$ - концентрация кислорода у поверхности частицы и в окружающей среде)	Константа скорости:	
		а) $K \ll \alpha d$	
		б) $K \gg \alpha d$	
		в) $\alpha d = K$	
		а концентрация :	
		г) $C_r \approx C_\infty$	
д) $C_r \approx 0$			
12	Горение коксовой частицы происходит в диффузионном режиме, если:	Константа скорости:	
		а) $K \ll \alpha d$	
		б) $K \gg \alpha d$	
		в) $\alpha d = K$	



		а концентрация :	
		г) $C_r \approx C_\infty$	
		д) $C_R \approx 0$	

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: – специфику процесса горения газообразного, жидкого и твёрдого топлива при факельном сжигании, способы обеспечения устойчивости горения и влияние зернового состава пыли твёрдого топлива на динамику его горения</p>	<p>1.1) Что такое выход летучих?</p> <p>a. это процесс образования газов при нагреве топлива без доступа кислорода</p> <p>b. это процесс подачи газообразного топлива в топку</p> <p>c. это процесс подвода окислителя к поверхности твёрдого топлива</p> <p>Ответ – а</p> <p>2) Процесс горение твёрдого топлива разделяют как минимум на</p> <p>a. 2 стадии</p> <p>b. 3 стадии</p> <p>c. 4 стадии</p> <p>Ответ – с</p> <p>3) Из чего состоит коксовая частица?</p> <p>a. Углерод и зольность</p> <p>b. Водород и азот</p> <p>c. Кислород и сера</p> <p>Ответ – а</p> <p>4) Состав твёрдого и жидкого топлива представлять:</p> <p>a. по химическим соединениям</p> <p>b. по химическим элементам</p> <p>c. по химическим соединениям и элементам</p> <p>Ответ – b</p> <p>5) В энергетических устройствах жидкое топливо при подаче:</p> <p>a. охлаждают</p> <p>b. смешивают с кислородом</p> <p>c. распыляют</p> <p>Ответ – с</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Отлично», если даны правильные ответы более чем на 80 % вопросов теста.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Отлично», если даны правильные ответы более чем на 70 % вопросов теста.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Тест считается выполненным на оценку «Отлично», если даны правильные ответы более чем на 60 % вопросов теста.*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1	Утверждаю: зав. кафедрой
	Кафедра МиПЭУ	« » 20 г.
		Дисциплина Физика горения
		Институт ЭнМ
1. Общая характеристика, классификация и состав энергетического топлива. Теплота сгорания. Процесс горения. Его характеристика. Классификация. Гомогенное и гетерогенное горение. 2. Механизм горения коксовой частицы. 3. Задача.		
ЗАДАЧА К БИЛЕТУ 1 В котле сжигается природный газ с расходом 340 м <sup>3</sup> /с и составом, соответствующим № 2 [по таблице 2 НТР'73]. Определить на сколько изменится объемный секундный расход водяных паров в продуктах сгорания, если коэффициент избытка воздуха уменьшить с $\alpha = 1,15$ до $\alpha = 1,03$ .		

## Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 90 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание взаимного влияния условий работы отдельных элементов объектов профессиональной деятельности

### **Вопросы, задания**

1. Энергетическое топливо. Теплота сгорания. Состав топлива.
2. Продукты сгорания.
3. Влияние избытка окислителя  $\alpha$  начальной температуры смеси на адиабатическую температуру горения.
4. Закон действующих масс для химически однородных газовых систем.
5. На сколько изменятся объемные секундные расходы N<sub>2</sub> и RO<sub>2</sub> в продуктах сгорания при сжигании угля №26 [по таблице I НТР'73], если коэффициент избытка воздуха уменьшить с  $\alpha = 1,2$  до  $\alpha = 1,08$ . Тепловыделение в топке Q<sub>t</sub> постоянно и составляет 41 МВт.
6. В котле сжигается природный газ с расходом 13 м<sup>3</sup>/с и составом, соответствующим №15 [по таблице 2 НТР'73]. Определить, объемный секундный расход продуктов сгорания, если коэффициент избытка воздуха равен  $\alpha = 1,07$ .

7. Определить объемный секундный расход воздуха при сжигании угля № 32 [по таблице I НТР'73], если избыток воздуха  $\alpha$  в топке котла равен 1,17, а тепловыделение  $Q_t$  составляет 25 МВт.

8. В котле сжигается природный газ с расходом 2,04 м<sup>3</sup>/с и составом, соответствующим № 3 [по таблице 2 НТР'73]. Определить на сколько изменится объемный секундный расход водяных паров в продуктах сгорания, если коэффициент избытка воздуха уменьшить с  $\alpha = 1,17$  до  $\alpha = 1,06$ .

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Назовите состав продуктов полного горения.
2. Что такое адиабатная температур горения?
3. В чем разница между диффузионным и кинетическим горением?

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

1. Процесс горения. Его характеристика, классификация.
2. Гомогенное и гетерогенное горения.
3. Полное и неполное горение.
4. Теоретически необходимое количество воздуха для горения.
5. Коэффициент избытка воздуха.
6. Температура горения. Расчет адиабатической температуры горения.
7. Определить объемный секундный расход воздуха при сжигании угля № 7 [по таблице I НТР'73], если избыток воздуха  $\alpha$  в топке котла равен 1,2, а тепловыделение  $Q_t$  составляет 205 МВт.
8. В котле сжигается природный газ с расходом 20 м<sup>3</sup>/с и составом, соответствующим № 1 [по таблице 2 НТР'73]. Определить на сколько изменится объемный секундный расход водяных паров в продуктах сгорания, если коэффициент избытка воздуха уменьшить с  $\alpha = 1,15$  до  $\alpha = 1,04$ .
9. На сколько изменятся объемные секундные расходы N<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> в продуктах сгорания при сжигании угля №10 [по таблице I НТР'73], если коэффициент избытка воздуха уменьшить с  $\alpha = 1,25$  до  $\alpha = 1,04$ . Тепловыделение в топке  $Q_t$  постоянно и составляет 205 МВт.
10. В котле сжигается природный газ с расходом 33 м<sup>3</sup>/с и составом, соответствующим №14 [по таблице 2 НТР'73]. Определить, объемный секундный расход продуктов сгорания, если коэффициент избытка воздуха равен  $\alpha = 1,05$ .
11. Определить объемный секундный расход воздуха при сжигании угля № 19 [по таблице I НТР'73], если избыток воздуха  $\alpha$  в топке котла равен 1,25, а тепловыделение  $Q_t$  составляет 15 МВт.
12. В котле сжигается природный газ с расходом 340 м<sup>3</sup>/с и составом, соответствующим № 2 [по таблице 2 НТР'73]. Определить на сколько изменится объемный секундный расход водяных паров в продуктах сгорания, если коэффициент избытка воздуха уменьшить с  $\alpha = 1,15$  до  $\alpha = 1,03$ .

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Назовите стадии горения твердого топлива.
2. Назовите стадии горения жидкого топлива.

### 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.

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