

**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: Производство энергетического оборудования**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Технология и оборудование нанесения покрытий**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Каримбеков М.А.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R7b14a92a-KarimbekovMA-d58b69f |

(подпись)

М.А.

Каримбеков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|                                                                                   |                                                    |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|                                                                                   | Владелец                                           | Волков П.В.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rae5921e8-VolkovPV-971cc7f4 |

(подпись)

П.В. Волков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Драгунов В.К.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R75d71719-DragunovVK-00c02b9f |

(подпись)

В.К.

Драгунов

(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 участвовать в разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования

ИД-1 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Защита реферата «Методы нанесения неорганических покрытий» (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. Коллоквиум №1 «Подготовка поверхности при нанесении покрытий» (Коллоквиум)

2. Коллоквиум №2 «Материалы для нанесения покрытий» (Коллоквиум)

3. Коллоквиум №3 «Теоретические основы процесса газотермического напыления» (Коллоквиум)

4. Коллоквиум №4 «Газотермическое напыление» (Коллоквиум)

5. Коллоквиум №5 «Технология и оборудование плазменного и газопламенного напыления покрытий» (Коллоквиум)

6. Коллоквиум №6 «Установки для плазменного и газопламенного напыления покрытий» (Коллоквиум)

7. Коллоквиум №7 «Технология и оборудование детонационно-газового напыления покрытий, электродуговой и высокочастотной индукционной металлизации» (Коллоквиум)

8. Коллоквиум №8 «Установка для детонационно-газового напыления покрытий. Установка для напыления покрытий дуговой металлизацией» (Коллоквиум)

9. Коллоквиум №9 «Контроль качества неорганических покрытий» (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины                                                                                         | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                                                                                                           | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 | КМ-9 | КМ-10 |
|                                                                                                           | Срок КМ:                        | 4    | 4    | 8    | 8    | 12   | 12   | 15   | 15   | 16   | 17    |
| Классификация технологических процессов нанесения покрытий. Подготовка поверхности при нанесении покрытий |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |

|                                                                                                                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Классификация технологических процессов нанесения покрытий. Подготовка поверхности при нанесении покрытий      | +  | +  |    |    |    |    |    |    |    | +  |
| Газотермическое напыление покрытий                                                                             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Теоретические основы процесса газотермического напыления. Методы газотермического напыления и их классификация |    |    | +  | +  |    |    |    |    |    |    |
| Плазменное напыление покрытий. Газопламенное напыление покрытий                                                |    |    |    |    | +  | +  |    |    |    |    |
| Детонационно-газовое напыление покрытий. Электродуговая и высокочастотная индукционная металлизация            |    |    |    |    |    |    | +  | +  |    |    |
| Контроль качества нанесенных покрытий                                                                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Контроль качества нанесенных покрытий                                                                          |    |    |    |    |    |    |    |    | +  |    |
| Вес КМ:                                                                                                        | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

\$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-1ПК-2 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования | Знать:<br>процесс подготовки поверхности деталей и изделий энергетического оборудования при нанесении покрытий<br>методы контроля качества неорганических покрытий<br>теоретические основы процесса газотермического напыления, методы газотермического напыления и их классификацию<br>технологические особенности напыления, параметры плазменного, газопламенного напыления покрытий<br>технологические операции напыления, параметры детанационно-газового напыления покрытий, электродуговой и высокочастотной | Коллоквиум №1 «Подготовка поверхности при нанесении покрытий» (Коллоквиум)<br>Коллоквиум №2 «Материалы для нанесения покрытий» (Коллоквиум)<br>Коллоквиум №3 «Теоретические основы процесса газотермического напыления» (Коллоквиум)<br>Коллоквиум №4 «Газотермическое напыление» (Коллоквиум)<br>Коллоквиум №5 «Технология и оборудование плазменного и газопламенного напыления покрытий» (Коллоквиум)<br>Коллоквиум №6 «Установки для плазменного и газопламенного напыления покрытий» (Коллоквиум)<br>Коллоквиум №7 «Технология и оборудование детанационно-газового напыления покрытий, электродуговой и высокочастотной индукционной металлизации» (Коллоквиум)<br>Коллоквиум №8 «Установка для детонационно-газового напыление покрытий. Установка для напыления покрытий дуговой металлизацией» (Коллоквиум)<br>Коллоквиум №9 «Контроль качества неорганических покрытий» (Коллоквиум)<br>Защита реферата «Методы нанесения неорганических покрытий» (Реферат) |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>индукционной металлизации</p> <p>Уметь:</p> <p>выбирать неорганические материалы для получения покрытий с требуемыми свойствами и обосновывать технологию подготовки поверхности для нанесения покрытий</p> <p>проводить анализ методов для газотермического напыления покрытий, а также осуществлять анализ методов подготовки изделия, материалов, требований к ним и покрытиям</p> <p>выбирать технологические схемы и оборудование плазменного и газопламенного нанесения покрытий</p> <p>выбирать технологические схемы и оборудование детонационно-газового напыления покрытий, электродуговой и высокочастотной индукционной металлизации</p> <p>выбирать методы нанесения неорганических</p> |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |  |                                                                  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | покрытий на деталей и<br>изделий энергетического<br>оборудования |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------|--|

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

### **КМ-1. Коллоквиум №1 «Подготовка поверхности при нанесении покрытий»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает один вариант задания из пяти, в каждом задании по 2 вопроса. Время проведения работы – 20 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку знаний процесса подготовки поверхности деталей и изделий энергетического оборудования при нанесении покрытий. Студент должен знать методы очистки поверхностей.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: процесс подготовки поверхности деталей и изделий энергетического оборудования при нанесении покрытий | 1.Рассказать об этапах подготовки поверхности: мойке водой, обезжиривании, травлении.<br>2.Механические способы подготовки поверхности.<br>3.Электрофизическая подготовка поверхности.<br>4.Термическая и химико-термическая очистка поверхностей.<br>5.Электродуговые способы очистки. Обезвоживание поверхностей изделий. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при выполнении заданий допустил существенные ошибки

### **КМ-2. Коллоквиум №2 «Материалы для нанесения покрытий»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает один вариант задания из пяти, в каждом задании по 2 вопроса. Время проведения работы – 20 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку умений обосновывать выбор неорганических материалов для получения покрытий с требуемыми свойствами и технологию подготовки поверхности для нанесения покрытий.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выбирать неорганические материалы для получения покрытий с требуемыми свойствами и обосновывать технологию подготовки поверхности для нанесения покрытий | 1.Обосновать выбор неорганических материалов для получения покрытий.<br>2.Обосновать выбор порошков для нанесения покрытий<br>3.Обосновать выбор проволок для нанесения покрытий.<br>4.Обосновать технологию подготовку поверхности электронно-лучевой очисткой.<br>5.Обосновать технологию контроля состояния подготовленной поверхности деталей и изделий энергетического оборудования. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении задания допустил существенные ошибки*

**КМ-3. Коллоквиум №3 «Теоретические основы процесса газотермического напыления»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 10**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает один вариант задания из пяти, в каждом задании по 2 вопроса. Время проведения работы – 20 минут.

**Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку знаний по теоретическим основам процесса газотермического напыления, методам газотермического напыления и их классификации.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                       |                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: теоретические основы процесса газотермического напыления, методы газотермического напыления и их классификацию | 1.Газотермическое напыление.<br>2.Структура газотермических покрытий.<br>3.Классификация методов газотермического напыления.<br>4.Механизм образование покрытия. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом непринципиальные ошибки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении заданий допустил существенные ошибки*

**КМ-4. Коллоквиум №4 «Газотермическое напыление»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает один вариант задания из пяти, в каждом задании по 2 вопроса. Время проведения работы – 20 минут.

**Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку умений проводить анализ технологии подготовки изделий, материалов для газотермического напыления

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: проводить анализ методов для газотермического напыления покрытий, а также осуществлять анализ методов подготовки изделия, материалов, требований к ним и покрытиям | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Дать анализ методов газотермического напыления покрытий.</li> <li>2.Дать анализ методов подготовки изделия перед нанесением покрытий для различных методов газотермического напыления.</li> <li>3.Дать анализ основных и вспомогательных материалов для различных методов газотермического напыления.</li> <li>4.Дать анализ основных требований к материалам и свойствам покрытий в зависимости от условий эксплуатации деталей.</li> <li>5.Дать анализ формирования потока напыляемых частиц и покрытия.</li> </ol> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом непринципиальные ошибки

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при выполнении заданий допустил существенные ошибки

#### **КМ-5. Коллоквиум №5 «Технология и оборудование плазменного и газопламенного напыления покрытий»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает один вариант задания из пяти, в каждом задании по 2 вопроса. Время проведения работы – 20 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку знаний по технологическим операциям и параметрам плазменного, газопламенного напыления покрытий.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: технологические особенности напыления, параметры плазменного, газопламенного напыления покрытий | <ol style="list-style-type: none"><li>1.Рассказать о плазменной струе как технологического источник нагрева и распыления материала</li><li>2.Способы плазменного напыления и их технологические особенности</li><li>3.Параметры режима плазменного напыления и их влияние на эффективность процесса</li><li>4.Рассказать о газовой пламени, как технологического источник нагрева и распыления материала</li><li>5.Технологические особенности способов газопламенного напыления для производства деталей и изделий энергетического оборудования</li></ol> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом непринципиальные ошибки

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при выполнении заданий допустил существенные ошибки

## **КМ-6. Коллоквиум №6 «Установки для плазменного и газопламенного напыления покрытий»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает один вариант задания из пяти, в каждом задании по 2 вопроса. Время проведения работы – 20 минут.

### **Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку умений на основе анализа выбирать технологические схемы и оборудования плазменного и газопламенного нанесения покрытий.

### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выбирать технологические схемы и оборудование плазменного и газопламенного нанесения покрытий | 1.Привести анализ с целью выбора технологических схем плазменного напыления.<br>2.Привести анализ с целью выбора установки для плазменного напыления покрытий.<br>3.Привести анализ с целью выбора технологических схем газопламенного напыления.<br>4.Привести анализ с целью выбора установки для газопламенного напыления<br>5.Привести анализ с целью выбора плазменных и газопламенных распылителей |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при выполнении заданий допустил существенные ошибки

## **КМ-7. Коллоквиум №7 «Технология и оборудование детанационно-газового напыления покрытий, электродуговой и высокочастотной индукционной металлизации»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает один вариант задания из пяти, в каждом задании по 2 вопроса. Время проведения работы – 20 минут.

### **Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку знаний по технологическим операциям напыления, параметры детонационно-газового напыления покрытий, электродуговой и высокочастотной индукционной металлизации.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: технологические операции напыления, параметры детонационно-газового напыления покрытий, электродуговой и высокочастотной индукционной металлизации | 1. Технологические особенности способов детонационно-газового напыления для производства деталей и изделий энергетического оборудования<br>2. Параметры режима детонационно-газового напыления и их влияние на эффективность процесса<br>3. Технологические особенности способов электродуговой металлизации для производства деталей и изделий энергетического оборудования<br>4. Параметры режима электродуговой металлизации и их влияние на эффективность процесса<br>5. Высокочастотная металлизация и ее технологические особенности |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при выполнении заданий допустил существенные ошибки

**КМ-8. Коллоквиум №8 «Установка для детонационно-газового напыление покрытий. Установка для напыления покрытий дуговой металлизацией»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 10**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает один вариант задания из пяти, в каждом задании по 2 вопроса. Время проведения работы – 20 минут.

**Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку умений обоснованно выбирать оборудование плазменного и газопламенного нанесения покрытий.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выбирать технологические схемы и оборудование детонационно-газового напыление покрытий, электродуговой и | 1. Дать обоснование с целью выбора параметров технологического процесса детонационно газового напыления.<br>2. Дать обоснование с целью выбора установки для детонационно-газового напыления покрытий с |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| высокочастотной индукционной металлизации | механическим и электромагнитным клапанным механизмом.<br>3.Дать обоснование с целью выбора технологического процесса электродуговой металлизации поверхности<br>4.Дать обоснование с целью выбора установки электродуговой металлизации.<br>5.Дать обоснование с целью выбора дуговых металлизационных распылителей. |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при выполнении заданий допустил существенные ошибки

**КМ-9. Коллоквиум №9 «Контроль качества неорганических покрытий»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает один вариант задания из пяти, в каждом задании по 2 вопроса. Время проведения работы – 20 минут.

**Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку знаний по методам контроля качества неорганических покрытий

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы контроля качества неорганических покрытий | 1.Методы оценки прочности покрытий. Остаточные напряжения.<br>2.Методы измерения пористости покрытий.<br>3.Определение толщины и равномерности покрытий<br>4.Металлографические и рентгеноструктурные исследования покрытий<br>5.Методы оценки функциональных свойств покрытий нанесенных на детали и изделий энергетического оборудования |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом непринципиальные ошибки

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при выполнении заданий допустил существенные ошибки

#### **КМ-10. Защита реферата «Методы нанесения неорганических покрытий»**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Реферат

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент защищает реферат по предложенной теме, в котором отражает текущее состояние исследуемого вопроса. Защита реферата в форме доклада с презентацией. На защите студенту задают несколько вопросов. Время проведения защиты - 10 минут, включая доклад - 5 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Реферат проводится на проверку умений обоснованно выбирать методы нанесения неорганических покрытий на детали и изделия энергетического оборудования.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выбирать методы нанесения неорганических покрытий на деталей и изделий энергетического оборудования | 1.Привести обоснование с целью выбора методов плакирования<br>2.Привести обоснование с целью выбора методов погружения в расплавленные среды<br>3.Привести обоснование с целью выбора методов нанесения порошковых покрытий<br>4.Привести обоснование с целью выбора методов наплавки<br>5.Привести обоснование с целью выбора методов вакуумного напыления |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил практически все задания и ответил на все вопросы, но при этом мог допустить недочеты

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент правильно выполнил задание, но допустил при этом непринципиальные ошибки и дал правильные ответы на вопросы в количестве от 75 до 90%

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при выполнении заданий допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их дал правильные ответы на вопросы в количестве от 60 до 75%

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Электрофизическая подготовка поверхности. Обезвоживание поверхностей изделий.
2. Установки для плазменного напыления покрытий. Функциональная и блок-схема установки. Классификация плазменных установок. Плазменные распылители.

### Процедура проведения

Студент получает один билет из двадцати. В билете содержится 2 вопроса. Время на подготовку к ответу составляет 60 минут

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-2 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования

### Вопросы, задания

- 1.Изменение физико-химических свойств поверхностей при нанесении покрытий. Классификация покрытий.
- 2.Электрофизическая подготовка поверхности. Обезвоживание поверхностей изделий.
- 3.Газотермическое напыление. Образование покрытия.
- 4.Методы газотермического напыления и их классификация
- 5.Плазменная струя как источник нагрева и распыления. Плазменное напыление с местной и общей защитой.
- 6.Газовое пламя, как источник нагрева и распыления материала. Технологические особенности способов газопламенного напыления.
- 7.Детонационный взрыв газовой смеси и продукты его распада – источник нагрева и распыления материала. Технологические особенности способов детонационно-газового напыления. Области применения. Преимущества и недостатки.
- 8.Дуга как источник нагрева распыляемого материала. Технологические особенности способов электродуговой металлизации. Применение электродуговой металлизации.
- 9.Установки для плазменного напыления покрытий. Функциональная и блок-схема установки. Классификация плазменных установок. Плазменные распылители.
- 10.Установки для газопламенного напыления. Газопламенные распылители.
- 11.Установки для детонационно-газового напыления. Установка с механическим клапанным механизмом. Установки с электромагнитным клапанным механизмом. Детонационно-газовые распылители.
- 12.Установки для напыления покрытий дуговой металлизацией. Дуговые металлизационные распылители.
- 13.Методы оценки прочности покрытий.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Напыление производится с целью получения... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) необходимых геометрических размеров деталей; б) нужного химсостава металла изделия; в) более высокой плотности металла изделия; г) упрочняющих и износостойких покрытий.

Верный ответ: г

2. Газотермическое напыление – процесс нанесения покрытий, при котором... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) нагретый металл до жидкого состояния распыляется на поверхность изделия газовой струей; б) расплавленный металл наносится на нагретую поверхность механическим путем тонким слоем; в) насыпанный тонким слоем порошок расплавляется газовым пламенем; г) мелкодисперсный порошок напыляется потоком газа на расплавленную поверхность.

Верный ответ: а

3. В качестве плазмообразующего газа при напылении используются... (выберите 2 ответа)

Ответы:

а) водород; б) воздух; в) аргон; г) гелий; д) углекислый газ.

Верный ответ: в, г

4. При плазменном напылении увеличение мощности дуги приводит к ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) увеличению пористости; б) уменьшению диаметра частиц; в) уменьшению температуры частиц; г) уменьшению скорости частиц.

Верный ответ: б

5. Преимущество плазменного напыления перед газопламенным выражается в ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) повышенной тепло- и электропроводности; б) повышенной прочности; в) в возможности напыления материалов с высокой температурой плавления; г) в повышенной степени окисления; д) не имеет преимуществ

Верный ответ: в

6. При газопламенном напылении увеличение расхода горючего газа приводит к ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) увеличению производительности напыления; б) уменьшению скорости газового пламени; в) уменьшению мощности газового пламени; г) уменьшению скорости подачи распыляемого материала.

Верный ответ: а

7. При детонационном напылении в качестве горючей смеси используется... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) ацетилено-водородная смесь; б) ацетилено-кислородная смесь; в) смесь нейтральных газов; г) смесь аргона и углекислого газа.

Верный ответ: б

8. Скорострельность детонационного напыления составляет... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) 1 выстрел в сек; б) 2-15 выстрелов в сек; в) 16-25 выстрелов в сек. г) 26-35 выстрелов в сек.

Верный ответ: б

9. При электродуговой металлизации увеличение мощности дуги приводит к ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) уменьшению когезионной прочности; б) увеличению коэффициента использования материала; в) увеличению пористости покрытия; г) увеличению адгезионной прочности.

Верный ответ: г

10. Восстановлению металлизацией подвергаются только детали, которые ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) не утратили своей прочности вследствие износа; б) не потеряли своей изначальной формы; в) не подвергаются закалке; г) не работают в агрессивных средах; д) не испытывают резких перепадов температур.

Верный ответ: а

11. Эффективная мощность плазменной струи значительно возрастает при... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) увеличении силы тока; б) увеличении напряжения дуги; в) увеличении длины дуги; г) уменьшении скорости резки; д) уменьшении длины дуги.

Верный ответ: а

12. При плазменном напылении горелкой служит... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) воздушный резак; б) газовая горелка; в) плазменный резак; г) плазматрон.

Верный ответ: г

13. В плазматронах для наплавки и напыления в качестве катодов используется ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) закалённые (мартенситные) сплавы; б) чистая медь; в) медные сплавы; г) вольфрам или сплавы на его основе.

Верный ответ: г

14. Для детонационного напыления длина ствола  $L$  должна быть... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а)  $L < 0,5$  м; б)  $0,5 \leq L \leq 1$  м; в)  $1 < L \leq 2$  м; г)  $2 < L < 3$  м

Верный ответ: в

15. В покрытии возникают остаточные напряжения растяжения  $\sigma_r$ , когда ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

а)  $K_{TPп} > K_{TP0}$ ; б)  $K_{TPп} < K_{TP0}$ ; в)  $K_{TPп} = K_{TP0}$ ; г)  $K_{TPп} \ll K_{TP0}$

Верный ответ: в

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 70% от общего числа*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 60%, но не более 70% от общего числа*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 50%, но не более 60% от общего числа*

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих