

**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  
Специальные вопросы материаловедения**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

П.В. Волков

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

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

П.В. Волков

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                               |
|--|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец                                           | Гончаров А.Л.                 |
|  | Идентификатор                                      | R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe |

А.Л.  
Гончаров

## 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. РПК-7 Способен участвовать в проведении научных исследований в области производства объектов профессиональной деятельности, а также контроля и диагностики свойств и структуры материалов этих объектов

ИД-3 Демонстрирует понимание влияния особенностей структуры на свойства конструкционных материалов энергетического оборудования

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита лабораторной работы № 2 «Анализ диаграмм фазового и структурно-фазового равновесия двухкомпонентных сплавов» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №3 «Анализ термокинетических диаграмм распада переохлажденного аустенита легированных сталей» (Лабораторная работа)
3. Коллоквиум № 2 «Закономерности фазовых превращений в неравновесных условиях охлаждения» (Коллоквиум)
4. Коллоквиум № 4 «Строение и свойства антикоррозионной наплавки» (Коллоквиум)
5. Коллоквиум №3 «Формирование структуры металла сварных соединений. Строение металла сварных соединений сталей разных структурных классов» (Коллоквиум)
6. Тест № 2 «Стали перлитного класса» (Тестирование)
7. Тест № 3 «Высокохромистые и хромоникелевые легированные стали» (Тестирование)
8. Тест № 4 «Никель и титан и их сплавы» (Тестирование)
9. Тест №1 «Строение, свойства твердых фаз металлических систем. Механизмы формирования структуры в металлических системах» (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 6 «Макро- и микродефекты металла сварных соединений» (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 7 «Применение термокинетических диаграмм для исследования структуры сварных соединений» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 8 «Структура металла сварных соединений» (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы № 9 «Структура антикоррозионной наплавки аустенитной стали на перлитную» (Лабораторная работа)
5. Защита лабораторной работы №1 «Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства металлов» (Лабораторная работа)
6. Защита лабораторной работы №4 «Структура, свойства и термическая обработка конструкционных легированных сталей перлитного класса» (Лабораторная работа)
7. Защита лабораторной работы №5 «Структура, свойства, термическая обработка высокохромистых и хромоникелевых легированных сталей, а также стареющих сплавов» (Лабораторная работа)
8. Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

9. Коллоквиум №1 «Основные типы кристаллических решеток и дефекты кристаллического строения металлов» (Коллоквиум)

**БРС дисциплины**

**1 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Коллоквиум №1 «Основные типы кристаллических решеток и дефекты кристаллического строения металлов» (Коллоквиум)
- КМ-2 Защита лабораторной работы №1 «Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства металлов» (Лабораторная работа)
- КМ-3 Тест №1 «Строение, свойства твердых фаз металлических систем. Механизмы формирования структуры в металлических системах» (Тестирование)
- КМ-4 Защита лабораторной работы № 2 «Анализ диаграмм фазового и структурно-фазового равновесия двухкомпонентных сплавов» (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита лабораторной работы №3 «Анализ термокинетических диаграмм распада переохлажденного аустенита легированных сталей» (Лабораторная работа)
- КМ-6 Тест № 2 «Стали перлитного класса» (Тестирование)
- КМ-7 Защита лабораторной работы №4 «Структура, свойства и термическая обработка конструкционных легированных сталей перлитного класса» (Лабораторная работа)
- КМ-8 Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)
- КМ-9 Тест № 3 «Высокохромистые и хромоникелевые легированные стали» (Тестирование)
- КМ-10 Защита лабораторной работы №5 «Структура, свойства, термическая обработка высокохромистых и хромоникелевых легированных сталей, а также стареющих сплавов» (Лабораторная работа)
- КМ-11 Тест № 4 «Никель и титан и их сплавы» (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| 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 | КМ -11 |
|                                                              | Срок КМ:                        | 4     | 6     | 8     | 10    | 10    | 11    | 12    | 14    | 14    | 16     | 16     |
| Дефекты кристаллического строения конструкционных материалов |                                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |
| Дефекты кристаллического строения конструкционных материалов |                                 | +     | +     |       |       |       |       |       |       |       |        |        |
| Строение твердых фаз и формирование структуры металлических  |                                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |

|                                                                                                                                                       |   |   |   |   |   |   |   |    |   |    |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|---|
| сплавов                                                                                                                                               |   |   |   |   |   |   |   |    |   |    |   |
| Строение твердых фаз и формирование структуры металлических сплавов                                                                                   |   |   | + | + | + |   |   |    |   |    |   |
| Стали перлитного класса                                                                                                                               |   |   |   |   |   |   |   |    |   |    |   |
| Стали перлитного класса                                                                                                                               |   |   |   |   |   | + | + | +  |   |    |   |
| Высокохромистые коррозионностойкие стали мартенситного, мартенсито-ферритного и ферритного классов. Хромоникелевые стали и сплавы аустенитного класса |   |   |   |   |   |   |   |    |   |    |   |
| Высокохромистые коррозионностойкие стали мартенситного, мартенсито-ферритного и ферритного классов. Хромоникелевые стали и сплавы аустенитного класса |   |   |   |   |   |   |   |    | + | +  |   |
| Сплавы на основе никеля и титана.                                                                                                                     |   |   |   |   |   |   |   |    |   |    |   |
| Сплавы на основе никеля и титана                                                                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |    |   |    | + |
| Вес КМ:                                                                                                                                               | 8 | 9 | 7 | 8 | 5 | 7 | 9 | 15 | 8 | 16 | 8 |

### 3 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Защита лабораторной работы № 6 «Макро- и микродефекты металла сварных соединений» (Лабораторная работа)
- КМ-2 Коллоквиум № 2 «Закономерности фазовых превращений в неравновесных условиях охлаждения» (Коллоквиум)
- КМ-3 Защита лабораторной работы № 7 «Применение термокинетических диаграмм для исследования структуры сварных соединений» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Коллоквиум №3 «Формирование структуры металла сварных соединений. Строение металла сварных соединений сталей разных структурных классов» (Коллоквиум)
- КМ-5 Защита лабораторной работы № 8 «Структура металла сварных соединений» (Лабораторная работа)
- КМ-6 Коллоквиум № 4 «Строение и свойства антикоррозионной наплавки» (Коллоквиум)
- КМ-7 Защита лабораторной работы № 9 «Структура антикоррозионной наплавки аустенитной стали на перлитную» (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

| Раздел дисциплины                                                                                                           | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                                             | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 |
|                                                                                                                             | Срок КМ:                        | 4    | 6    | 8    | 13   | 14   | 15   | 16   |
| Дефекты сварных соединений                                                                                                  |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| Дефекты сварных соединений                                                                                                  | +                               |      |      |      |      |      |      |      |
| Закономерности и механизмы фазовых превращений при первичной и вторичной кристаллизации в неравновесных условиях охлаждения |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| Закономерности и механизмы фазовых превращений при первичной и вторичной кристаллизации в неравновесных условиях охлаждения |                                 |      | +    |      |      |      |      |      |
| Формирование структуры металла сварных соединений. Строение металла сварных соединений сталей разных структурных классов    |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| Формирование структуры металла сварных соединений. Строение металла сварных соединений сталей разных структурных классов    |                                 |      |      | +    | +    | +    |      |      |
| Антикоррозионная наплавка аустенитной стали на перлитную                                                                    |                                 |      |      |      |      |      |      |      |
| . Антикоррозионная наплавка аустенитной стали на перлитную                                                                  |                                 |      |      |      |      |      | +    | +    |
| Вес КМ:                                                                                                                     |                                 | 10   | 14   | 10   | 14   | 17   | 17   | 18   |

## 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| РПК-7              | ИД-ЗРПК-7 Демонстрирует понимание влияния особенностей структуры на свойства конструкционных материалов энергетического оборудования | Знать:<br>микроструктуру, свойства и основные принципы легирования никелевых и титановых сплавов, применяемых для производства энергетического оборудования<br>назначение, принципы легирования высокохромистых сталей ферритного, феррито-мартенситного, мартенситного классов и хромоникелевых сталей аустенитного класса, применяемых в энергетике, их строение и свойства<br>основные типы кристаллических решеток, обозначения атомных плоскостей, дефекты кристаллического строения и их характеристики | КМ-1 Коллоквиум №1 «Основные типы кристаллических решеток и дефекты кристаллического строения металлов» (Коллоквиум)<br>КМ-2 Защита лабораторной работы №1 «Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства металлов» (Лабораторная работа)<br>КМ-3 Тест №1 «Строение, свойства твердых фаз металлических систем. Механизмы формирования структуры в металлических системах» (Тестирование)<br>КМ-4 Защита лабораторной работы № 2«Анализ диаграмм фазового и структурно-фазового равновесия двухкомпонентных сплавов» (Лабораторная работа)<br>КМ-5 Защита лабораторной работы №3 «Анализ термокинетических диаграмм распада переохлажденного аустенита легированных сталей» (Лабораторная работа)<br>КМ-6 Тест № 2 «Стали перлитного класса» (Тестирование)<br>КМ-7 Защита лабораторной работы №4 «Структура, свойства и термическая обработка конструкционных легированных сталей перлитного класса» (Лабораторная работа)<br>КМ-9 Тест № 3 «Высокохромистые и хромоникелевые легированные стали» (Тестирование)<br>КМ-10 Защита расчетного задания (Расчетно-графическая работа)<br>КМ-11 Тест № 4 «Никель и титан и их сплавы» (Тестирование)<br>КМ-12 Защита лабораторной работы №5 «Структура, свойства, термическая обработка высокохромистых и хромоникелевых легированных сталей, а также стареющих сплавов» (Лабораторная |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>понятие структурного класса легированных сталей, назначение, принципы легирования сталей перлитного класса, применяемых в энергетике, строение, их свойства</p> <p>строение и свойства антикоррозионной наплавки</p> <p>строение, свойства твердых фаз, механизмы формирования структуры в металлических системах</p> <p>формирование структуры, строение и свойства сварных соединений различных из сталей структурных классов, применяемых в энергетике</p> <p>закономерности фазовых превращений при первичной и вторичной кристаллизации в неравновесных условиях охлаждения</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить анализ термокинетических диаграмм распада аустенита</p> <p>проводить анализ</p> | <p>работа)</p> <p>КМ-13 Защита лабораторной работы № 6 «Макро- и микродефекты металла сварных соединений» (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-15 Коллоквиум № 2 «Закономерности фазовых превращений в неравновесных условиях охлаждения» (Коллоквиум)</p> <p>КМ-16 Защита лабораторной работы № 7 «Применение термокинетических диаграмм для исследования структуры сварных соединений» (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-17 Коллоквиум №3 «Формирование структуры металла сварных соединений. Строение металла сварных соединений сталей разных структурных классов» (Коллоквиум)</p> <p>КМ-18 Защита лабораторной работы № 8 «Структура металла сварных соединений» (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-20 Коллоквиум № 4 «Строение и свойства антикоррозионной наплавки» (Коллоквиум)</p> <p>КМ-21 Защита лабораторной работы № 9 «Структура антикоррозионной наплавки аустенитной стали на перлитную» (Лабораторная работа)</p> |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p> диаграмм фазового и структурно-фазового равновесия<br/> анализировать взаимосвязи структур сталей перлитного класса, параметров и вида термообработки и свойств, а также причины изменения структуры и свойств в зависимости от термообработки, выявлять критические точки превращений в этих сталях<br/> анализировать влияние вида сварки на структуру и свойства сварных соединений из материалов, применяемых в энергетике<br/> анализировать влияние степени пластической деформации и дефектов кристаллического на свойства материалов, применяемых в энергетике<br/> анализировать структурно-фазовые превращения в антикоррозионной наплавке, распределение в ней химических элементов и твердости, а также причины возникновения напряжений </p> |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>классифицировать дефекты сварных соединений, применяемых в энергетике и анализировать причины их возникновения и способы предотвращения их появления</p> <p>определять объемную долю фазы и размер зерна и анализировать механизмы упрочнения сталей перлитного класса</p> <p>определять структурные составляющие и их количество на разных участках сварного соединения с использованием термокинетических диаграмм распада аустенита для материалов, применяемых в энергетике</p> <p>оценивать структуру и фазовый состав по марке легированной стали (аустенитного, ферритного, мартенситного, ферритно-мартенситного классов), а также обосновывать назначение термообработки для этих</p> |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |  |                                                                                              |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | сталей и стареющих сплавов, анализировать влияние термообработки на свойства этих материалов |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

### 1 семестр

#### КМ-1. Коллоквиум №1 «Основные типы кристаллических решеток и дефекты кристаллического строения металлов»

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

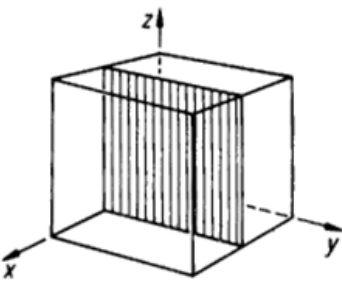
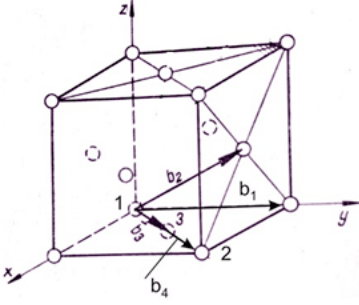
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 8

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В задании 2 вопроса. Время проведения работы - 20 минут.

#### Краткое содержание задания:

Коллоквиум проводится на проверку знаний основных типов кристаллических решеток, обозначения атомных плоскостей, дефектов кристаллического строения (границ зерен, дислокаций, дефектов упаковки, атмосфер Коттрела и Сузуки) и их характеристик.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                   | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные типы кристаллических решеток, обозначения атомных плоскостей, дефекты кристаллического строения и их характеристики | <p>1. Чему равно координационное число, базис, радиус поры и коэффициент компактности кристаллической решетки ОЦК?</p> <p>2. Укажите индексы заштрихованной плоскости кубической кристаллической решетки, показанной на рисунке</p>  <p>3. Приведите обозначение вектора Бюргерса <math>b_1</math> кристаллической решетки, показанного на рисунке</p>  <p>4. Изобразите малоугловую границу зерен. Дайте</p> |

|                                                   |                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                           |
|                                                   | <p>пояснения.</p> <p>5.Изобразите дефект упаковки атомов, покажите полную и частичные дислокации. Дайте пояснения.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Если студент правильно выполнил все задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*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 сам

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнил контрольные задания и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задач из предлагаемого варианта

#### **КМ-2. Защита лабораторной работы №1 «Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства металлов»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 9**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту задается по 2 вопроса в устной форме.

#### **Краткое содержание задания:**

Данное оценочное средство проверяет умения анализировать влияние степени пластической деформации и дефектов кристаллического на свойства материалов, применяемых в энергетике. Студентам задаются вопросы, связанные с влиянием дислокаций на твердость и прочность образцов, подвергнутых прокатке.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                         | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Уметь: анализировать влияние степени пластической деформации и дефектов кристаллического на свойства материалов, применяемых в энергетике | <p>1.Проанализируйте причины возрастания плотности дислокаций при увеличении степени обжатия образцов, подвергнутых прокатке</p> <p>2.Проанализируйте механизм образования дислокаций при проведении закалки с высоких температур и роль этих дефектов в упрочнении в образцах, подвергнутых разной степени обжатия при прокатке</p> <p>3.Проанализируйте влияние на прочность дислокаций, перемещающихся в одной плоскости</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>при увеличении степени деформации (обжатия) при прокатке</p> <p>4. Проанализируйте роль дислокаций в изменении формы зерен при увеличении степени деформации (обжатия) при прокатке</p> <p>5. Проанализируйте причины увеличения твердости и прочности материалов при пересечении дислокаций в процессе пластической деформации (обжатия) при прокатке</p> <p>6. Проанализируйте причины изменения твердости образцов, подвергнутых разной степени деформации (обжатия) при прокатке</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при ответе на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не ответил хотя бы на один из двух вопросов задания и не смог наметить правильный путь ответа из предлагаемого варианта

#### **КМ-3. Тест №1 «Строение, свойства твердых фаз металлических систем.**

##### **Механизмы формирования структуры в металлических системах»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 7

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из трех вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Тест ориентирован на проверку знаний, относящихся к строению, свойствам твердых фаз, механизмам формирования структуры в металлических системах. В тесте содержатся вопросы типа один из многих и многие из многих. Каждый ответ на вопросы типа многие из многих учитывается отдельно.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                 |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Знать: строение, свойства                         | 1.1.Необходимым условием образования твердых |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                             | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>твердых фаз, механизмы формирования структуры в металлических системах</p> | <p>растворов внедрения является соотношение атомных радиусов растворенного элемента и компонента-растворителя на величину:</p> <p>а) не более 10%;<br/> б) не более 15%;<br/> в) менее 59%;<br/> г) менее 41%</p> <p>Ответ - в</p> <p>2.Превращение <math>L \rightarrow \alpha + \beta</math> относится к... (где L – жидкая фаза, <math>\alpha</math> и <math>\beta</math> – твердые фазы)</p> <p>а) перитектическому;<br/> б) перитектоидному;<br/> в) эвтектическому;<br/> г) эвтектоидному</p> <p>Ответ - в</p> <p>3.Фазы Лавеса образуются при соотношении атомных радиусов двух компонентов:</p> <p>а) 1,1;<br/> б) 1,2;<br/> в) 1,8;<br/> г) 2,0</p> <p>Ответ - б</p> <p>4.Формула геометрически плотноупакованных фаз имеет вид (где А, В – химические элементы):</p> <p>а) АВ ;<br/> б) АВ<sub>2</sub>;<br/> в) АВ<sub>3</sub>;<br/> г) АВ<sub>6</sub></p> <p>Ответ - в</p> <p>5.При образовании <math>\sigma</math>-фазы...</p> <p>а) пластичность слабо снижается<br/> б) пластичность сильно снижается<br/> в) пластичность слабо возрастает<br/> г) пластичность сильно возрастает</p> <p>Ответ - б</p> <p>6.Для бездиффузионного превращения в сталях характерно следующее... (выберите несколько наиболее точных утверждений)</p> <p>а) рост кристаллов зависит от степени подвижности атомов вещества<br/> б) рост кристаллов зависит от разницы концентраций различных элементов<br/> в) практически полностью подавлены процессы диффузии<br/> г) превращение никогда не доходит до конца<br/> д) перемещение атомов в решетке происходит на расстояние одного межатомного</p> <p>Ответ - в, г</p> <p>7.Для полиморфного превращения чистых металлов, контролируемого процессами диффузии на</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |        |          |        |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|----------|--------|
|                                                   | <p>поверхности раздела, характерно следующее... (выберите несколько наиболее точных утверждений)</p> <p>а) перемещение атомов в решетке происходит на расстояние меньше одного межатомного</p> <p>б) наблюдаются определенные ориентационные соотношения</p> <p>в) превращение может сопровождаться фазовым наклепом</p> <p>г) происходит перемещение атомов на расстояния не более двух межатомных</p> <p>д) перемещение атомов в решетке происходит на расстояние одного межатомного</p> <p>Ответ - б, в, г</p> <p>8.β-фаза, относящаяся к электронным соединениям Юма-Розери, имеет электронную концентрацию</p> <table><tr><td>а) 3/2</td></tr><tr><td>б) 7/4</td></tr><tr><td>в) 21/13</td></tr><tr><td>г) 7/1</td></tr></table> <p>Ответ - а</p> <p>9.При образовании фаз Лавеса... (выберите несколько утверждений)</p> <p>а) прочность увеличивается</p> <p>б) твердость увеличивается</p> <p>в) пластичность снижается</p> <p>г) прочность уменьшается</p> <p>д) твердость уменьшается</p> <p>е) пластичность возрастает</p> <p>Ответ - а, б, в</p> <p>10.Причиной упрочнения при образовании упорядоченных твердых растворов является</p> <p>а) перемещение краевой дислокации</p> <p>б) перемещение парных дислокаций</p> <p>в) наличие антифазной границы между парными дислокациями</p> <p>г) полиморфное превращение</p> <p>Ответ - в</p> | а) 3/2 | б) 7/4 | в) 21/13 | г) 7/1 |
| а) 3/2                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |        |          |        |
| б) 7/4                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |        |          |        |
| в) 21/13                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |        |          |        |
| г) 7/1                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |        |          |        |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

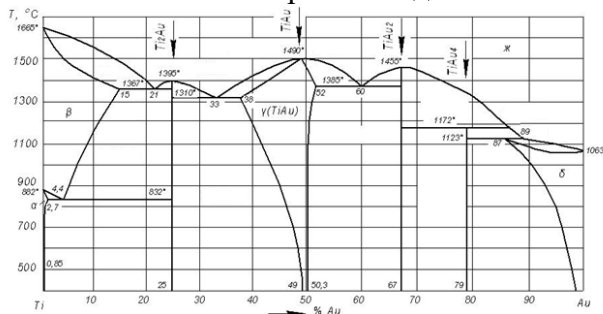
Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60% от общего числа

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту задание, содержащее диаграмму состояния и вопросы по этой диаграмме.

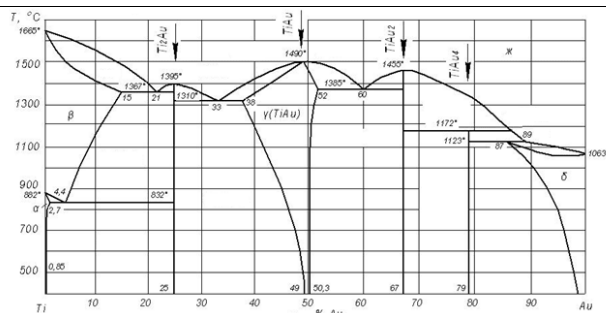
Задание включает в себя проверку умений проводить анализ диаграмм фазового и структурно-фазового равновесия. Студенту задаются вопросы, связанные с определением количества и состава фаз, построения кривой охлаждения для заданного сплава по диаграмме равновесия.

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Запланированные результаты обучения по дисциплине</p>                          | <p>Вопросы/задания для проверки</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>Уметь: проводить анализ диаграмм фазового и структурно-фазового равновесия</p> | <p>1. Заполните на диаграмме пустые области. Для сплава 82%Ti и 18% Au (см. рисунок) постройте кривую охлаждения. Указать какие превращения происходят в критических точках этого сплава при охлаждении.</p>  <p>2. Заполните на диаграмме пустые области. Для сплава 16%Ti и 84% Au (см. рисунок) объясните как изменяется состав фаз в этом сплаве при охлаждении.</p> |

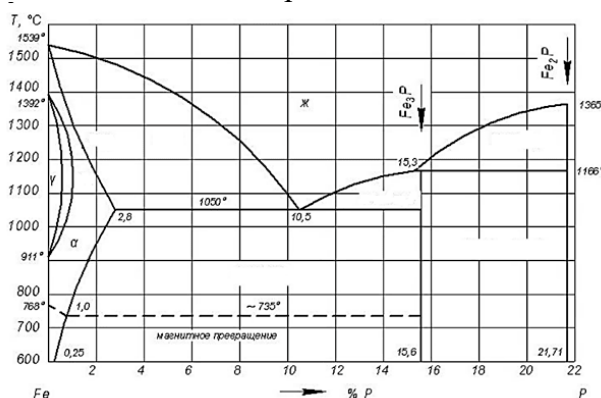


Запланированные  
результаты обучения по  
дисциплине

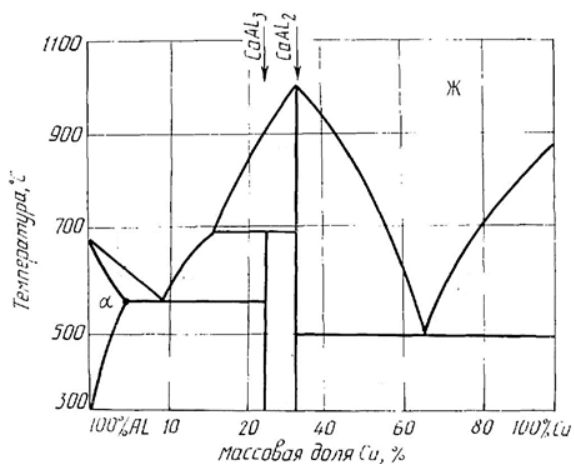
Вопросы/задания для проверки



3. Построить кривую охлаждения сплава 96% Fe и 4% P. Указать какие превращения происходят в критических точках этого сплава при охлаждении.



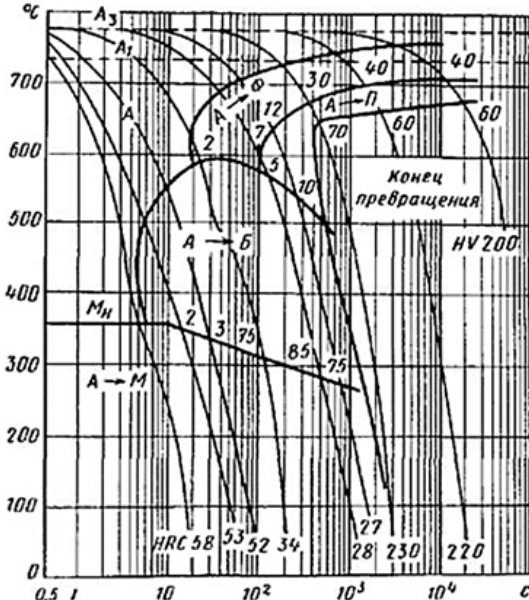
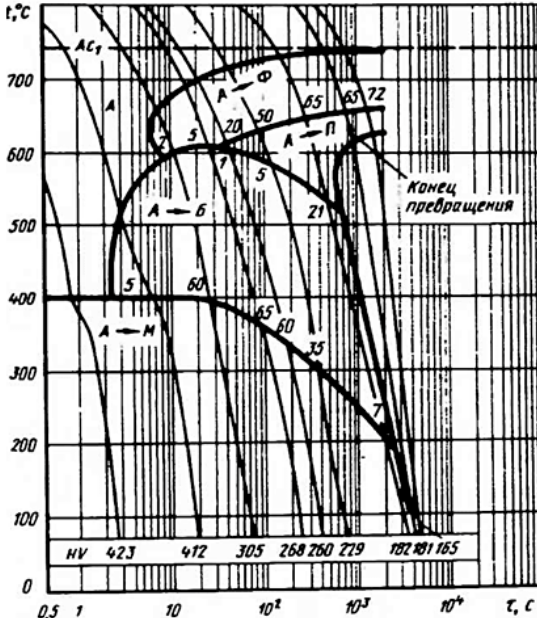
4. Заполните на диаграмме области.  
Для сплава 83% Al и 17% Cu (см. рисунок) постройте кривую охлаждения  
Определите количественное соотношение фаз при температуре 600 градусов Цельсия для этого сплава.



5. Заполните на диаграмме области.  
Для сплава 85% (ат.) Ti и 15% (ат.) Ni (см. рисунок) постройте кривую охлаждения  
Укажите какие превращения происходят в критических точках этого сплава при охлаждении.

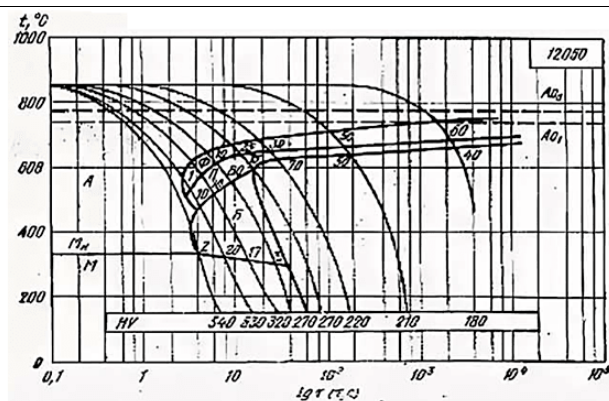


### Контрольные вопросы/задания:

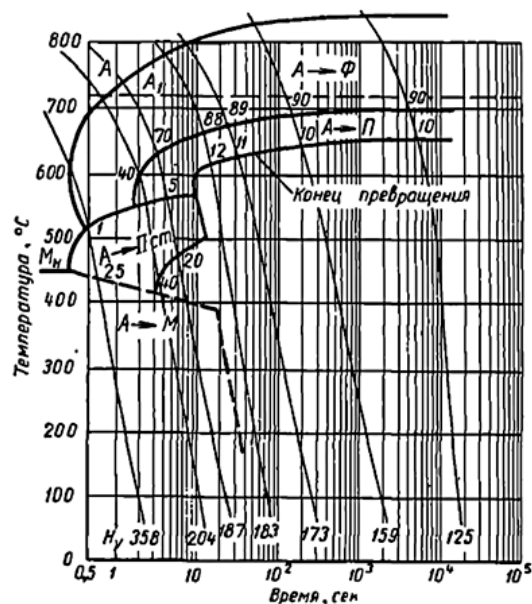
|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине                    | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Уметь: проводить анализ термокинетических диаграмм распада аустенита | <p>1. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость для скоростей охлаждения, соответствующих разным видам термической обработки</p>  <p>2. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость для скоростей охлаждения, соответствующих разным видам термической обработки</p>  <p>3. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость для скоростей охлаждения, соответствующих разным видам термической обработки</p> |

Запланированные  
результаты обучения по  
дисциплине

Вопросы/задания для проверки



4. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость для скоростей охлаждения, соответствующих разным видам термической обработки



5. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость для скоростей охлаждения, соответствующих разным видам термической обработки

|                                                   |                              |
|---------------------------------------------------|------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|                                                   |                              |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил на вопросы задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент при ответе на вопрос задания допустил существенные ошибки

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60% от общего числа

#### КМ-6. Тест № 2 «Стали перлитного класса»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 7

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает 1 вариант задания, состоящий из 10 вопросов. Время проведения теста - 20 минут.

#### Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку знаний, относящихся к понятию структурного класса легированных сталей, назначению, принципам легирования, строению, свойств легированных сталей перлитного класса, применяемых в энергетике. Тест содержит вопросы типа один из многих, многие из многих, на упорядочивание. В вопросах типа

многие-из-многих правильным считается ответ только, если студент указал все правильные варианты.

### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                         | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Знать: понятие структурного класса легированных сталей, назначение, принципы легирования сталей перлитного класса, применяемых в энергетике, строение, их свойства</p> | <p>1. Наиболее сильное увеличение размера зерна (если концентрация легирующего элемента не более 4%) достигается за счет легирования</p> <p>а) марганцем и кремнием;<br/>б) никелем<br/>в) молибденом<br/>г) хромом<br/>Ответ - а</p> <p>2. Наиболее сильное снижение критической температуры хрупкости феррита (если концентрация легирующего элемента не более 4%) достигается за счет легирования</p> <p>а) кремнием<br/>б) ванадием<br/>в) никелем<br/>г) хромом<br/>Ответ - в</p> <p>3. Расположите легирующие элементы в порядке возрастания их карбидообразующей способности в легированных сталях перлитного класса</p> <p>а) хром<br/>б) ванадий<br/>в) марганец<br/>г) титан<br/>Ответ - в-а-б-г</p> <p>4. В легированных сталях перлитного класса ... не образуют карбидов</p> <p>а) вольфрам<br/>б) кобальт<br/>в) никель<br/>г) ванадий<br/>Ответ - б, в</p> <p>5. Структура сталей перлитного класса после закалки состоит из...</p> <p>а) феррита и перлита<br/>б) перлита и цементита<br/>в) мартенсита<br/>г) бейнита<br/>Ответ - в</p> <p>6. Выберите правильные утверждения:</p> <p>а) введение молибдена в стали перлитного класса способствует увеличению коррозионной стойкости<br/>б) введение молибдена в стали перлитного</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>класса способствует уменьшению склонности стали к отпускной хрупкости</p> <p>в) введение молибдена в стали перлитного класса замедляет диффузионные процессы в кристаллической решетке</p> <p>г) введение молибдена способствует самому сильному дисперсионному упрочнению</p> <p>Ответ - б, в</p> <p>7.Образование дисперсных карбидов в сталях перлитного класса происходит...</p> <p>а) во время отжига</p> <p>б) во время закалки</p> <p>в) во время высокотемпературного отпуска после закалки</p> <p>г) во время низкотемпературного отпуска после закалки</p> <p>д) при противоблоксной обработке</p> <p>Ответ - в</p> <p>8.В сталях перлитного класса увеличению прочности пластичности способствует введение... до 2%</p> <p>а) никеля</p> <p>б) титана</p> <p>в) марганца</p> <p>г) молибден</p> <p>Ответ - а</p> <p>9.Максимальная рабочая температура конструкций и изделий из сталей перлитного класса не должна превышать</p> <p>а) 500 градусов С</p> <p>б) 600 градусов С</p> <p>в) 750 градусов С</p> <p>г) 850 градусов С</p> <p>Ответ - б</p> <p>10.Наиболее дисперсная фаза в сталях перлитного класса образуется при введении в них...</p> <p>а) титана</p> <p>б) молибдена</p> <p>в) ванадия</p> <p>г) хрома</p> <p>Ответ - в</p> |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60% от общего числа*

#### **КМ-7. Защита лабораторной работы №4 «Структура, свойства и термическая обработка конструкционных легированных сталей перлитного класса»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 9**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задание, состоящее из двух вопросов.

#### **Краткое содержание задания:**

Задание включает в себя проверку умений анализировать взаимосвязи структур сталей перлитного класса, параметров и вида термообработки и свойств, а также причины изменения структуры и свойств в зависимости от термообработки.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                   | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: анализировать взаимосвязи структур сталей перлитного класса, параметров и вида термообработки и свойств, а также причины изменения структуры и свойств в зависимости от термообработки, выявлять критические точки превращений в этих сталях | 1.Привести анализ структур в стали 12Х2МФА в зависимости температуры нагрева.<br>2.Привести анализ влияния температуры нагрева с последующим охлаждением в воде на твердость стали 12Х2МФА.<br>3.Привести анализ влияния скорости охлаждения на твердость стали 12Х2МФА<br>4.Проанализируйте влияние предварительной термической обработки крупногабаритных изделий из стали 12Х2НМФА на структуру и свойства.<br>5.Проанализируйте влияние основной термообработки крупногабаритных изделий из стали 12Х2НМФА на структуру и свойства.<br>6.Обосновать невозможность проведения противоблоксной обработки крупногабаритных |

|                                                   |                                              |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                 |
|                                                   | изделий из стали 12Х2НМФА. во время заковки. |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при ответе на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнил задание хотя бы одной из двух частей варианта и не смог наметить правильный путь ответа из предлагаемого варианта

#### КМ-8. Защита расчетного задания

**Формы реализации:** Устная форма

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

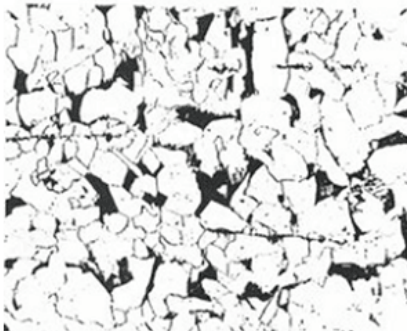
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание включает в себя проверку умений определять объемную долю фазы и размер зерна, а также анализировать механизмы упрочнения сталей перлитного класса. Каждый студент получает задание, содержащее фотографию микроструктуры стали, по которой с помощью методов количественной металлографии он должен определить объемную долю фазы либо размер зерна. В задании также даются вопросы по анализу механизмов упрочнения на основе данных расчетного задания.

#### Краткое содержание задания:

Рассчитать по химическому составу и структурным параметрам, определяемым методами количественной металлографии, предел текучести сталей с феррито-перлитной структурой. Определить влияние упрочнения на изменение температуры хрупко-вязкого перехода. Провести оценку соотношения различных факторов упрочнения и возможности увеличения предела текучести за счет термической обработки. Дать рекомендации по выбору вида термической обработки для получения оптимальных свойств. Определить изменения предела текучести и температуры хрупко-вязкого перехода на участке крупного зерна ЗТВ сварного соединения. Оценить возможность применения термической обработки сварного соединения для увеличения предела текучести и снижения температуры хрупко-вязкого перехода.

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                   |                              |
|---------------------------------------------------|------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---------------------------------------------------|------------------------------|

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                        | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Уметь: определять объемную долю фазы и размер зерна и анализировать механизмы упрочнения сталей перлитного класса</p> | <p>1. Для заданной структуры, представленной на фотографии оценить объемную долю перлита методом линейного анализа и рассчитать перлитную составляющую упрочнения. Объясните причину увеличения значения прочности твердого раствора, полученного в данном расчетном задании. Проанализировать причины разности коэффициентов упрочнения твердого раствора для элементов внедрения и элементов замещения.</p>  <p>1.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при ответе на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнил задание хотя бы одной из двух частей варианта и не смог наметить правильный путь ответа из предлагаемого варианта

#### **КМ-9. Тест № 3 «Высокохромистые и хромоникелевые легированные стали»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 8

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает вариант теста, состоящий из 10 вопросов. Время проведения теста - 20 минут.

**Краткое содержание задания:**

Тест ориентирован на проверку знаний, относящихся к назначению, принципам легирования, строению, свойствам легированных сталей и сплавов аустенитного класса, легированным сталям ферритного, феррито-мартенситного и мартенситного классов, применяемых в энергетике. Тест содержит вопросы типа один из многих и многие из многих. В вопросах типа многие-из-многих правильным считается ответ только, если студент указал все правильные варианты.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                            | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Знать: назначение, принципы легирования высокохромистых сталей ферритного, феррито-мартенситного, мартенситного классов и хромоникелевых сталей аустенитного класса, применяемых в энергетике, их строение и свойства</p> | <p>1.Плотные оксидные пленки, обеспечивающие коррозионную стойкость, образуют следующие легирующие элементы:<br/> а) железо<br/> б) алюминий<br/> в) кремний<br/> г) хром<br/> д) молибден<br/> Ответ - б, в, г</p> <p>2.Причиной образования хрупкости 475 градусов является:<br/> а) образование упорядоченного твердого раствора<br/> б) высокое содержание хрома<br/> в) низкое содержание углерода<br/> Ответ - а</p> <p>3.Причиной возникновения межкристаллитной коррозии в высокохромистых сталях ферритного класса является...<br/> а) высокая диффузионная подвижность атомов углерода и азота при температуре 600 градусов С и последующее образование карбидов хрома <math>Cr_{23}C_6</math> по границам зерен<br/> б) низкая растворимость углерода и азота при температуре менее 200 градусов С и последующее образование карбидов хрома <math>Cr_{23}C_6</math> по границам зерен<br/> в) высокая диффузионная подвижность атомов углерода и азота при температуре 600 градусов С и последующее образование карбидов хрома <math>Cr_7C_3</math> по границам зерен<br/> г) низкая растворимость углерода и азота при температуре менее 200 градусов С и последующее образование карбидов хрома <math>Cr_7C_3</math> по границам зерен<br/> Ответ - б</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>4. В суперферритах присутствуют следующие фазы:</p> <p>а) <math>V(C,N)</math><br/> б) <math>Ti(C,N)</math><br/> в) <math>Mo_2C</math><br/> г) <math>Fe_2Mo</math><br/> Ответ б, г</p> <p>5. При высоких температурах в сталях аустенитного класса наблюдается менее интенсивный рост зерна, чем в сталях ферритного класса, это объясняется... (выберите 2 ответа)</p> <p>а) меньшим числовым значением базиса кристаллической решетки ОЦК по сравнению с ГЦК<br/> б) меньшим числовым значением коэффициента компактности решетки ОЦК по сравнению с ГЦК<br/> в) меньшее числовое значение радиуса поры решетки ОЦК по сравнению с ГЦК<br/> г) отличием параметров решеток ГЦК и ОЦК<br/> Ответ - а, б</p> <p>6. Основными методами борьбы с межкристаллитной коррозией в хромоникелевых сталях аустенитного класса являются ...</p> <p>а) введение в сталь молибдена<br/> б) введение в сталь хрома<br/> в) введение в сталь титана<br/> г) введение в сталь ниобия<br/> д) уменьшение содержания углерода<br/> Ответ - в, г, д</p> <p>7. Целью введения церия в качестве редкоземельного металла в хромоникелевые стали аустенитного класса является...</p> <p>а) получение мелкого зерна<br/> б) уменьшение химической неоднородности при кристаллизации<br/> в) повышение коррозионной стойкости<br/> г) устранение ползучести<br/> Ответ - а</p> <p>8. Максимальная температура эксплуатации хромоникелевых сталей аустенитного класса с карбидным упрочнением может достигать...</p> <p>а) 500 градусов С<br/> б) 750 градусов С</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>в) 850 градусов С<br/>г) 1000 градусов С<br/>Ответ - б</p> <p>9.Выберите правильные утверждения:<br/>а) введение молибдена в хромоникелевые стали аустенитного класса с карбидным упрочнением класса способствует увеличению коррозионной стойкости<br/>б) введение молибдена в хромоникелевые стали аустенитного класса способствует увеличению жаропрочности<br/>в) введение молибдена в хромоникелевые стали аустенитного класса замедляет диффузионные процессы в кристаллической решетке<br/>г) введение молибдена в хромоникелевые стали аустенитного класса с карбидным упрочнением класса способствует образованию фаз Лавеса<br/>Ответ - б, в</p> <p>10.Основными факторами возникновения коррозионного растрескивания в хромоникелевых сталях аустенитного класса являются... (их несколько)<br/>а) высокая плотность дислокаций в месте коррозии<br/>б) скопление вредных примесей по границам зерен<br/>в) воздействие среды<br/>г) выделение карбидов <math>Cr_{23}C_6</math> по границам зерен<br/>д) выделение карбидов <math>Cr_7C_3</math> по границам зерен<br/>ответ - а, в</p> |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60% от общего числа*

**КМ-10. Защита лабораторной работы №5 «Структура, свойства, термическая обработка высокохромистых и хромоникелевых легированных сталей, а также стареющих сплавов»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 16**

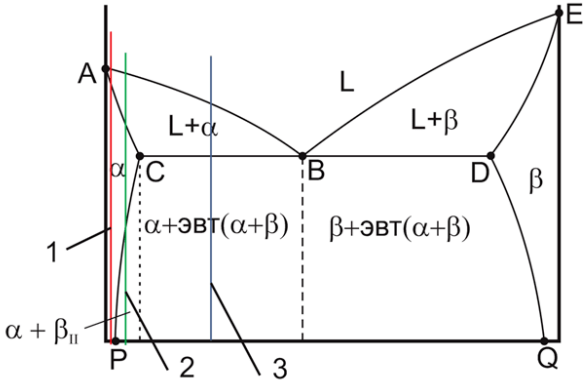
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задание, состоящее из двух вопросов.

**Краткое содержание задания:**

Задание включает в себя проверку умений оценивать структуру и фазовый состав по марке легированной стали (аустенитного, ферритного, мартенситного, ферритно-мартенситного классов), а также обосновывать назначение термообработки для этих сталей и стареющих сплавов, анализировать влияние термообработки на свойства этих материалов.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: оценивать структуру и фазовый состав по марке легированной стали (аустенитного, ферритного, мартенситного, ферритно-мартенситного классов), а также обосновывать назначение термообработки для этих сталей и стареющих сплавов, анализировать влияние термообработки на свойства этих материалов | 1.. Дайте анализ структур и фаз, образующихся в стали 12X18H10T после закалки и старения.<br>2.Обоснуйте выбор основной термообработки стали 12X18H10T.<br>3. Дайте анализ структур и фаз, образующихся в стали 37X19H9MBBT после закалки и старения.<br>4.На рисунке представления диаграмма состояния, полученная при взаимодействии двух компонентов алюминия и легирующего элемента В. Ось слева соответствует 100% концентрации алюминия, а справа – 100% концентрации компонента В.<br>Какую упрочняющую термическую обработку можно провести для указанных на рисунке сплавов 1-3?<br>Какую температуру следует выбрать в каждом случае?<br>Обоснуйте Ваш ответ (L – жидкая фаза). |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   |  <p>5.Обоснуйте влияние процессов происходящие в сплаве Д16 на начальном этапе старения на механические свойства.</p> <p>6.Обоснуйте влияние процессов происходящие в сплаве Д16 при искусственном старении на механические свойства.</p> <p>7.Для какого материала эффект упрочнения от закалки будет больше: для стали перлитного класса или дуралюминия. Проанализируйте причины этого явления и дайте обоснованный ответ.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил на вопросы задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент при ответы на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Не ответил на два вопроса из трех и не смог наметить правильный путь ответа из предлагаемого варианта

#### КМ-11. Тест № 4 «Никель и титан и их сплавы»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 8

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает 1 вариант задания, состоящий из 10 вопросов. Время проведения теста - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку знаний, относящихся к микроструктурам, свойствам и основным принципам легирования никелевых и титановых сплавов, применяемых для производства энергетического оборудования. Тест содержит вопросы типа один из многих, многие из многих. В вопросах типа многие-из-многих правильным считается ответ только, если студент указал все правильные варианты.

### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                        | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: микроструктуру, свойства и основные принципы легирования никелевых и титановых сплавов, применяемых для производства энергетического оборудования | <p>1. Плотность титана составляет... г/см<sup>3</sup></p> <p>а) 2,7<br/>б) 5,1<br/>в) 8,9<br/>г) 9,8<br/>Ответ - б</p> <p>2. Нимоники относятся к...</p> <p>а) гомогенным сплавам с упрочняющими фазами<br/>б) гомогенным сплавам без упрочняющих фаз<br/>в) многофазным сплавам<br/>Ответ - в</p> <p>3. Рабочие температуры никелевых сплавов составляют...</p> <p>а) до 500 градусов С<br/>б) от 500 до 700 градусов С<br/>в) от 700 до 1100 градусов С<br/>г) более 1100 градусов С<br/>Ответ - в</p> <p>4. В высоколегированной матрице твердого раствора никелевых сплавов могут находиться следующие легирующие элементы...</p> <p>а) титан<br/>б) хром<br/>в) кобальт<br/>г) алюминий<br/>д) вольфрам<br/>Ответ - б, в, д</p> <p>5. Жаропрочные никелевые сплавы подвергают следующей упрочняющей термической обработки...</p> <p>а) закалка<br/>б) закалка + старение<br/>в) закалка + отпуск<br/>г) старение<br/>д) отпуск<br/>Ответ - б</p> <p>6. Для обеспечения сопротивления ползучести в никелевые сплавы вводится...</p> <p>а) бор</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>б) свинец<br/>в) ниобий<br/>г) алюминий<br/>д) вольфрам<br/>Ответ - а</p> <p>7. Температура плавления титана составляет...<br/>а) 658 градусов С<br/>б) 1100 градусов С<br/>в) 1455 градусов С<br/>г) 1680 градусов С<br/>Ответ - г</p> <p>8. Титан в равновесном состоянии имеет следующие типы кристаллических решеток...<br/>а) ОЦК<br/>б) ГЦК<br/>в) ГПУ<br/>г) ОЦТ<br/>Ответ - а, в</p> <p>9. К легирующим элементам – бета-стабилизаторам, применяемых в титановых сплавах, относится...<br/>(выберите один ответ)<br/>а) алюминий<br/>б) цирконий<br/>в) гафний<br/>г) молибден<br/>д) хром<br/>е) кислород<br/>Ответ - г</p> <p>10. В альфа-сплавах на основе титана применяется следующая упрочняющая термическая обработка<br/>а) рекристаллизационный отжиг в сочетании с обработкой давлением<br/>б) закалка<br/>в) закалка + старение<br/>г) закалка + отпуск<br/>Ответ - а</p> |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент дал правильные ответы в количестве менее 60% от общего числа

### 3 семестр

#### **КМ-1. Защита лабораторной работы № 6 «Макро- и микродефекты металла сварных соединений»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задание, состоящее из двух вопросов.

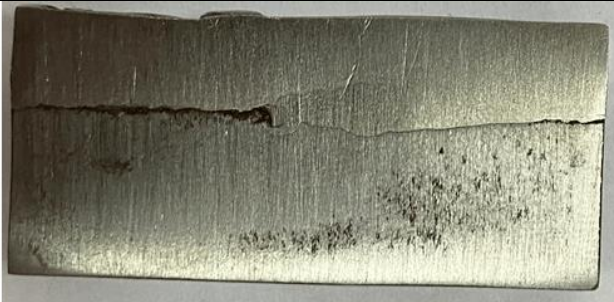
#### **Краткое содержание задания:**

Задание включает в себя проверку умений классифицировать дефекты сварных соединений, применяемых в энергетике и анализировать причины их возникновения

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: классифицировать дефекты сварных соединений, применяемых в энергетике и анализировать причины их возникновения и способы предотвращения их появления | <p>1. Укажите тип дефекта сварного соединения из стали 30ХГСА и причину его появления. Предложите способы предотвращения этого дефекта.</p>  <p>2. Укажите тип дефекта сварного соединения из АМг6 и причину его появления. Предложите способы предотвращения этого дефекта</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <div data-bbox="722 226 1106 853" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="722 857 1469 965">3. Укажите тип трещины в сварном соединении из стали 12X18H10T причину ее появления. Предложите способы предотвращения этого дефекта</p> <div data-bbox="743 972 1155 1317" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="722 1321 1425 1429">4. Укажите тип дефекта сварного соединения из 12X18H10T и причину его появления. Предложите способы предотвращения этого дефекта</p> <div data-bbox="726 1435 1355 1666" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="722 1715 1390 1823">5. Укажите тип дефекта сварного соединения из 16ГНМА и причину его появления. Предложите способы предотвращения этого дефекта</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                       |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   |  |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при ответе на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не ответил на два вопроса из трех и не смог наметить правильный путь ответа из предлагаемого варианта

#### **КМ-2. Коллоквиум № 2 «Закономерности фазовых превращений в неравновесных условиях охлаждения»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 14

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает задание. В задании 2 вопроса. Время проведения работы - 25 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку знаний закономерности фазовых превращений при первичной и вторичной кристаллизации в неравновесных условиях охлаждения. Студент должен знать: влияние скорости нагрева и охлаждения на температуры фазовых превращений; неравновесную кристаллизацию сплавов с полной растворимостью компонентов в твердом состоянии; кристаллизацию эвтектики и перитектики в неравновесных условиях; роль строения межфазных границ в фазовых превращениях; влияние скорости охлаждения на характер выделения новой фазы; образование вторичного твердого раствора; эвтектоидное превращение (квазиэвтектоид); образование структуры видманштетта.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                      | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: закономерности фазовых превращений при первичной и вторичной кристаллизации в неравновесных условиях охлаждения | 1. Что такое концентрационное переохлаждение жидкости при первичной кристаллизации сплавов? Как происходит распределение компонента и температуры равновесия на фронте кристаллизации при медленном и быстром охлаждении?<br>2. Каковы общие закономерности перехода от равновесной к неравновесной кристаллизации?<br>3. Зависимость равновесного коэффициента распределения от наклона линий ликвидус, солидус.<br>4. Эвтектика при кристаллизации в неравновесных условиях. Показать изменения на диаграмме равновесия при неравновесной кристаллизации.<br>5. Форма кристаллов, образующихся при затвердевании. Виды фронта кристаллизации. |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при ответе на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не ответил хотя бы на один вопрос задания и не смог наметить правильный путь ответа из предлагаемого варианта

#### **КМ-3. Защита лабораторной работы № 7 «Применение термокинетических диаграмм для исследования структуры сварных соединений»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задание с термокинетической диаграммой распада аустенита.

#### **Краткое содержание задания:**

Задание включает в себя проверку умений определять структурные составляющие и их количество на разных участках сварного соединения с использованием термокинетических диаграмм распада аустенита для материалов, применяемых в энергетике

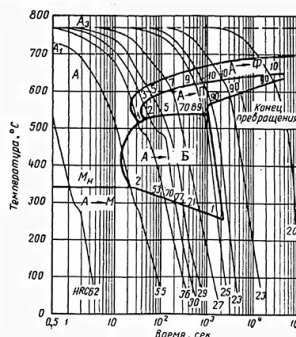
#### **Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине

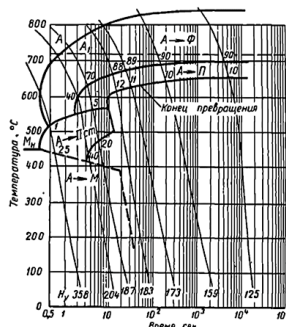
Уметь: определять структурные составляющие и их количество на разных участках сварного соединения с использованием термокинетических диаграмм распада аустенита для материалов, применяемых в энергетике

Вопросы/задания для проверки

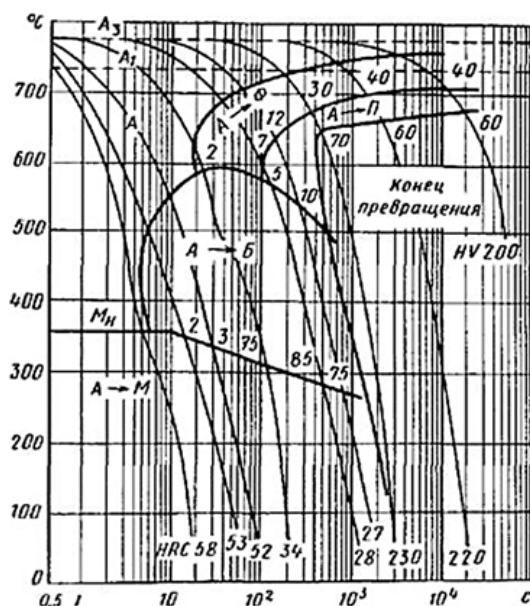
1. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость металла шва, участка перегрева и участка нормализации сварного соединения, полученного АДСФ и ЭШС



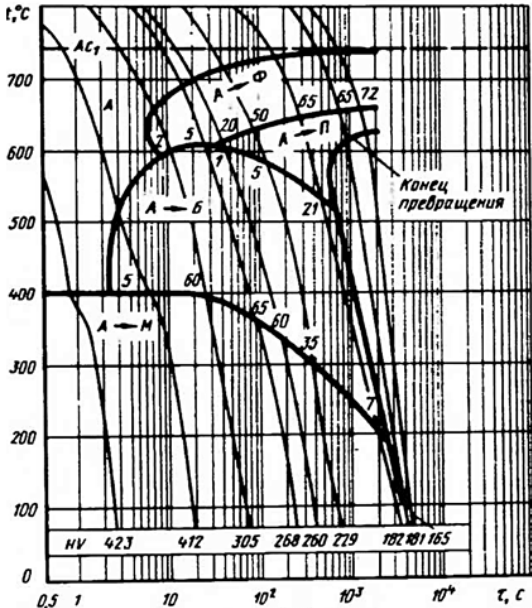
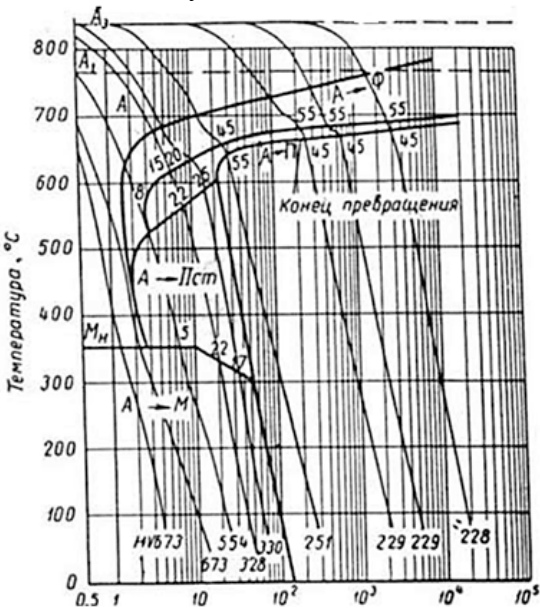
2. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость металла шва, участка перегрева и участка нормализации сварного соединения, полученного АДСФ и ЭШС



3. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость металла шва, участка перегрева и участка нормализации сварного соединения, полученного АДСФ и ЭШС



4. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость металла шва, участка

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>перегрева и участка нормализации сварного соединения, полученного АДСФ и ЭШС</p>  <p>5. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость металла шва, участка перегрева и участка нормализации сварного соединения, полученного АДСФ и ЭШС</p>  |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при ответе на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент не выполнил более 40% задания

#### **КМ-4. Коллоквиум №3 «Формирование структуры металла сварных соединений. Строение металла сварных соединений сталей разных структурных классов»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 14

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает задание. В задании 2 вопроса. Время проведения работы - 25 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку знаний формирования структуры, строения и свойства сварных соединений различных из сталей структурных классов, применяемых в энергетике. Студент должен знать особенности кристаллизации металла шва, структуры сварных швов металлов и сплавов без полиморфных превращений и с полиморфными превращениями, превращения в зоне термического влияния при сварочном нагреве и охлаждении, влияние термического цикла сварки на структуру металла сварных соединений, а также структуру и превращения в сварных соединениях легированных сталей различных структурных классов.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: формирование структуры, строение и свойства сварных соединений различных из сталей структурных классов, применяемых в энергетике | 1. Кристаллизация металла сварного шва. Эпитаксиальный рост. Ориентировка зерен при кристаллизации металла сварного шва.<br>2. Структура и превращения в ЗТВ в сварных соединениях из сталей аустенитного класса<br>3. Формирование структуры металла сварного шва для сплавов без полиморфных превращений.<br>4. Структура и превращения в металле шва в сварных соединениях из низколегированных сталей перлитного класса, содержащих карбидообразующие элементы.<br>5. Формирование видманштетта и высокотемпературного феррита в сварных соединениях. |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

*Оценка:* 4 («хорошо»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

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

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при ответе на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнил задание хотя бы одной из двух частей варианта и не смог наметить правильный путь ответа из предлагаемого варианта

### **КМ-5. Защита лабораторной работы № 8 «Структура металла сварных соединений»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 17

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задание, состоящее из 2 вопросов.

#### **Краткое содержание задания:**

Задание включает в себя проверку умений анализировать влияние вида сварки на структуру и свойства сварных соединений из материалов, применяемых в энергетике

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: анализировать влияние вида сварки на структуру и свойства сварных соединений из материалов, применяемых в энергетике | <p>1.Объясните, для какого участка ЗТВ сварного соединения получена данная микроструктура. Дайте анализ микроструктур представленных на фотографии и причины их образования. Объясните, как влияет представленная микроструктура на механические свойства. Фото было получено для стали 12Х18Н10Т, способ сварки АрДС</p>  <p>2.Объясните, для какого участка ЗТВ сварного соединения получена данная микроструктура. Дайте анализ микроструктур представленных на фотографии и причины их образования. Объясните, как влияет представленная</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>микроструктура на механические свойства. Фото было получено для стали 22К, способ сварки АрДС</p>  <p>3. Проанализировать процесс формирования металла шва, полученного ЭЛС при высоких скоростях охлаждения для металлов, не имеющих полиморфные превращения.<br/> 4. Дать анализ различных факторов на особенности ориентировки кристаллов при кристаллизации металла шва, полученного КПЭ<br/> 5. Проанализировать процесс формирования металла шва, полученного ЭЛС при высоких скоростях охлаждения для металлов с полиморфными превращениями.</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при ответе на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнил задание хотя бы одной из двух частей варианта и не смог наметить правильный путь ответа из предлагаемого варианта

## КМ-6. Коллоквиум № 4 «Строение и свойства антикоррозионной наплавки»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 17

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает задание. В задании 2 вопроса. Время проведения работы - 25 минут.

### Краткое содержание задания:

Коллоквиум проводится на проверку знаний строения и свойств антикоррозионной наплавки. Студент должен знать микроструктуру и свойства непосредственно наплавляемого аустенитного слоя, переходной зоны и участков основного металла.

### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине    | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: строение и свойства антикоррозионной наплавки | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Структуры и фазы, образующиеся в переходной зоне антикоррозионной наплавки, на участке аустенитной структуры в наплавляемом слое.</li><li>2. Объясните строение непосредственно наплавляемого слоя, полученного однослойной наплавкой.</li><li>3. Объясните влияние сигма-фазы на механические свойства антикоррозионной наплавки. Условия образования этой фазы.</li><li>4. Объясните строение участков зоны термического влияния антикоррозионной наплавки.</li><li>5. Объясните влияние карбидов <math>\text{Cr}_{23}\text{C}_6</math> на механические свойства антикоррозионной наплавки. Условия образования этой фазы.</li></ol> |

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при ответах на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнил задание хотя бы одной из двух частей варианта и не смог наметить правильный путь ответа из предлагаемого варианта

## **КМ-7. Защита лабораторной работы № 9 «Структура антикоррозионной наплавки аустенитной стали на перлитную»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 18

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задание, состоящее из 2 вопросов.

### **Краткое содержание задания:**

Данное оценочное средство направлено на проверку умения анализировать структурно-фазовые превращения в антикоррозионной наплавке, распределение в ней химических элементов и твердости, а также причины возникновения напряжений

### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: анализировать структурно-фазовые превращения в антикоррозионной наплавке, распределение в ней химических элементов и твердости, а также причины возникновения напряжений | 1. Проанализировать влияние термического цикла наплавки на структурно-фазовые превращения.<br>2. Проанализировать влияние термического цикла наплавки на распределение хрома и никеля по сечению наплавки.<br>3. Дать анализ основных причин возникновения напряжений при наплавке.<br>4. Проанализировать изменение концентрации углерода на границе сплавления в зависимости от времени выдержки при отпуске после наплавки.<br>5. Проанализировать распределение твердости по сечению антикоррозионной наплавки аустенитной на перлитную сталь. |

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Если студент правильно ответил на все вопросы задания и показал, что владеет материалом изученного раздела дисциплины

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при ответе на вопросы задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнил задание хотя бы одной из двух частей варианта и не смог наметить правильный путь ответа из предлагаемого варианта

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

Классификация фаз в металлических системах. Упрочняющие фазы в легированных сталях.  
Теплоустойчивые стали перлитного класса. Обоснование легирования. Термическая обработка, обеспечивающая получение высоких механических свойств.  
Частичные дислокации и дефекты упаковки.  
Оценить фазовый состав стали 10X18H12T

### Процедура проведения

Студент получает один билет из двадцати. В билете содержится 4 вопроса. Время на подготовку к ответу составляет 70 минут

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-ЗРПК-7 Демонстрирует понимание влияния особенностей структуры на свойства конструкционных материалов энергетического оборудования

### Вопросы, задания

1. Частичные дислокации и дефекты упаковки
2. Упрочняющие фазы в легированных сталях
3. Теплоустойчивые стали перлитного класса. Обоснование легирования. Термическая обработка, обеспечивающая получение высоких механических свойств
4. Оценить фазовый состав стали 10X18H12T
5. Титановые сплавы. Области применения. Классификация титановых сплавов. Особенности термической обработки титановых сплавов
6. Поверхностные дефекты кристаллического строения
7. Коррозионноустойчивые стали. Принципы легирования, термическая обработка
8. Оценить фазовый состав стали перлитного класса 16ГНМА
9. Бездиффузионное превращение и его особенности
10. Предупреждение склонности к межкристаллитной коррозии сталей ферритного и аустенитного классов

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Основными методами борьбы с межкристаллитной коррозией в хромоникелевых сталях аустенитного класса являются ... (выберите 2 ответа)

Ответы:

- а) введение в сталь молибдена;
- б) введение в сталь хрома;
- в) введение в сталь титана;
- г) уменьшение содержания углерода.

Верный ответ: в, г

2. К вредной фазе в легированных сталях относится... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) сигма-фаза;

- б) VC;
- в) Ni<sub>3</sub>(Ti, Al);
- г) Mo<sub>2</sub>Fe.

Верный ответ: а

3. Упрочнение при пластической деформации вызвано... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) перемещением дислокаций;
- б) взаимодействием дислокаций, при котором они препятствуют перемещению друг друга;
- в) неодинаковой диффузионной подвижностью атом разных компонентов;
- г) наличием серы и фосфора по границам зерен

Верный ответ: а

4. Титан имеет следующие типы кристаллических решеток... (выберите 2 варианта ответов)

Ответы:

- а) ОЦК;
- б) ГЦК;
- в) ГПУ;
- г) ОЦТ.

Верный ответ: а, в

5. Жаропрочные никелевые сплавы подвергают следующей упрочняющей термической обработки... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) закалке;
- б) закалке + старению;
- в) закалке + отпуску;
- г) только отпуску

Верный ответ: б

6. Для обеспечения достаточной коррозионной стойкости сталей аустенитного и ферритного классов содержание ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) хрома должно быть не менее 12%;
- б) меди должно быть не менее 1%;
- в) никеля должно быть не менее 2%;
- г) алюминия должно быть не менее 1,5%.

Верный ответ: а

7. Легированным аустенитом называется ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) карбид железа Fe<sub>3</sub>C, содержащий легирующие элементы;
- б) твердый раствор углерода и легирующих элементов в альфа-железе;
- в) твердый раствор углерода и легирующих элементов в гамма-железе;
- г) механическая смесь легированных феррита и цементита.

Верный ответ: в

8. Рабочая температура сталей перлитного класса не может превышать (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) 300 градусов С;
- б) 400 градусов С;
- в) 500 градусов С;
- г) 600 градусов С.

Верный ответ: г

9. Рабочая температура жаропрочных никелевых сплавов находится в диапазоне (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) до 200 градусов С;
- б) от 200 до 500 градусов С;
- в) от 500 до 700 градусов С;
- г) от 700 до 1100 градусов С.

Верный ответ: г

10. Структура сталей перлитного класса после закалки состоит из... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) феррита и перлита;
- б) перлита и цементита;
- в) мартенсита;
- г) ледебурита.

Верный ответ: в

11. Причиной промежуточного (бейнитного) превращения в сталях является... (выберите 1 наиболее точное утверждение)

Ответы:

- а) разная диффузионная подвижность атомов внедрения и замещения в решетке;
- б) примерно одинаковая диффузионная подвижность атомов внедрения и замещения в решетке;
- в) отсутствие диффузионной подвижности атомов в решетке;
- г) химическая неоднородность.

Верный ответ: а

12. Превращение  $L \rightarrow \alpha + \beta$  относится к... (где L – жидкая фаза,  $\alpha$  и  $\beta$  – твердые фазы) (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) перитектическому;
- б) перитектоидному;
- в) эвтектическому;
- г) эвтектоидному.

Верный ответ: в

13. Атмосферой Коттрелла называется... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) сегрегация атомов по границам зерен;
- б) химическая неоднородность в отливке;
- в) скопления дислокаций у границ зерен;
- г) сегрегация атомов у дислокации.

Верный ответ: г

14. Дислокация относится к ... дефектам (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) точечным;
- б) линейным;
- в) поверхностным;
- г) объемным.

Верный ответ: б

15. Образование дисперсных карбидов в сталях перлитного класса происходит... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) во время выдержки при высокотемпературном отпуске, проводимом после закалки;
- б) во время выдержки при низкотемпературном отпуске, проводимом после закалки;
- в) во время отжига г) во время закалки.

Верный ответ: а

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*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*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве менее 50%*

## **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. В приложении к диплому выносятся оценки за 1 семестр.

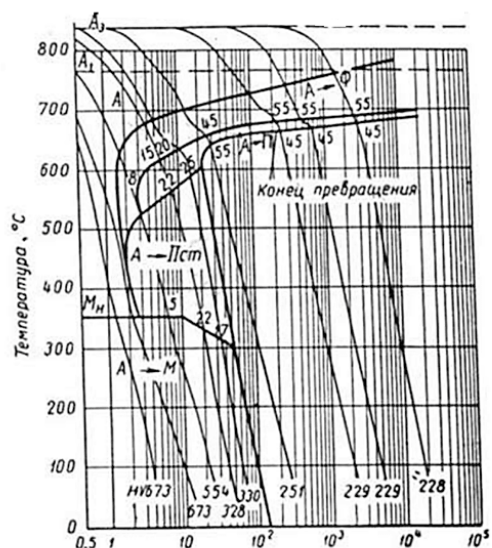
### **3 семестр**

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

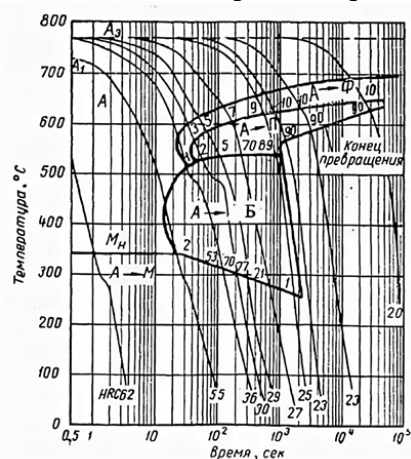
### **Пример билета**

1. Структура сварных швов металлов и сплавов без полиморфных превращений. Превращения в ЗТВ при сварочном нагреве и охлаждении.
2. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость металла шва, участка перегрева и участка нормализации сварного соединения, полученного АДСФ и ЭШС. Привести рекомендации по выбору вида термообработки.

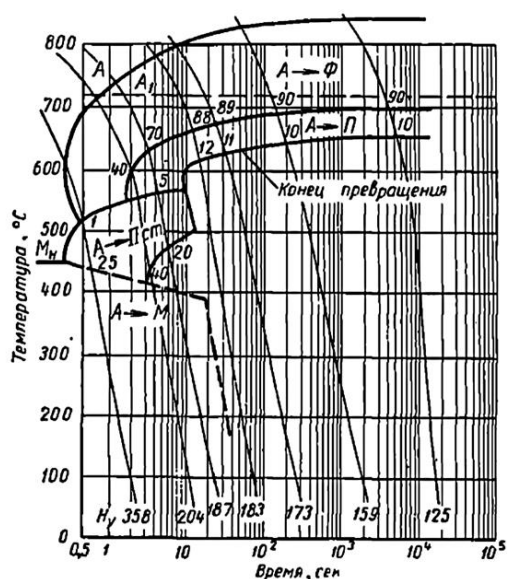




8. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость металла шва, участка перегрева и участка нормализации сварного соединения, полученного АДСФ и ЭШС. Привести рекомендации по выбору вида термообработки.



9. По термокинетической диаграмме определить количество фаз и твердость металла шва, участка перегрева и участка нормализации сварного соединения, полученного АДСФ и ЭШС. Привести рекомендации по выбору вида термообработки.



## Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дендритный фронт кристаллизации образуется в металлах... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) высокой чистоты по примесям (много меньше 0,01%) при небольшом переохлаждении
- б) с суммарным содержанием примесей не более 0,01%
- в) с суммарным содержанием примесей более 0,01% при большом переохлаждении
- г) с суммарным содержанием примесей более 0,01% при небольшом переохлаждении

Верный ответ: в

2. Степенью переохлаждения называется ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) разница между равновесной и фактической температурами кристаллизации;
- б) разница между температурами ликвидус и солидус;
- в) разница между температурами  $A_{c3}$  и  $A_{c1}$ ;
- г) температурой плавления.

Верный ответ: а

3. Структура видмаштетта образуется из аустенита при... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) нагреве на 30-50 градусов С выше  $A_{c3}$  и последующем медленном охлаждении;
- б) нагреве на 30-50 градусов С выше  $A_{c3}$  и последующем быстром охлаждении;
- в) нагреве на 30-50 градусов С намного выше  $A_{c3}$  и последующем медленном охлаждении;
- г) нагреве на 30-50 градусов С намного выше  $A_{c3}$  и последующем быстром охлаждении.

Верный ответ: г

4. Структура видмаштетта образуется в сварных соединениях из сталей... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) ферритного класса;
- б) мартенситного класса;
- в) низкоуглеродистых;
- г) аустенитного класса.

Верный ответ: в

5. Крупное зерно в сталях перлитного класса при нагреве ручной дуговой сваркой наблюдается в... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) участке, нагретом при температуре не намного ниже линии солидус;
- б) участке нормализации;
- в) участке частичной фазовой перекристаллизации;
- г) участке, нагретом ниже линии  $A_{c1}$ .

Верный ответ: а

6. Структура металла шва стали 12X18H10T, выполненного АДСФ состоит из... (выберите 1 наиболее точный ответ)

Ответы:

- а) перлита;
- б) мартенсита;
- в) феррита;
- г) аустенита и дельта-феррита.

Верный ответ: г

7. Структура участка крупного зерна сварного соединения из стали 40X13, выполненного АДСФ состоит из... (выберите 1 наиболее точный ответ)

Ответы:

- а) перлита;

- б) мартенсита;
- в) феррита;
- г) аустенита.

Верный ответ: б

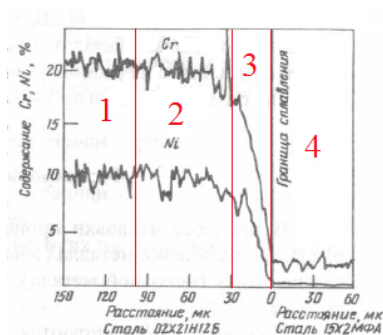
8.Образование высокотемпературного дельта-феррита в сварных соединениях сталей аустенитного класса наблюдается ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) в основном металле;
- б) на участке мелкого зерна;
- в) на участке частичной фазовой перекристаллизации;
- г) в металле шва.

Верный ответ: г

9.Приведите соответствие микроструктуры (список 2) номеру участка графика (список 1), представленного на рисунке, показывающем изменение концентрации хрома и никеля в антикоррозионной наплавке аустенитной стали на перлитную



Ответы:

Список 1 - номер участка на графике Список 2 - микроструктуры наплавки: мартенсит, аустенит, перлит+феррит, аустенит

Верный ответ: 1 - аустенит; 2 - аустенит; 3 - мартенсит; 4 - перлит + феррит.

10.Приведите в соответствие участки зоны термического влияния антикоррозионной наплавки (список 1), образующиеся при нагреве, температуре нагрева на участке (список 2)

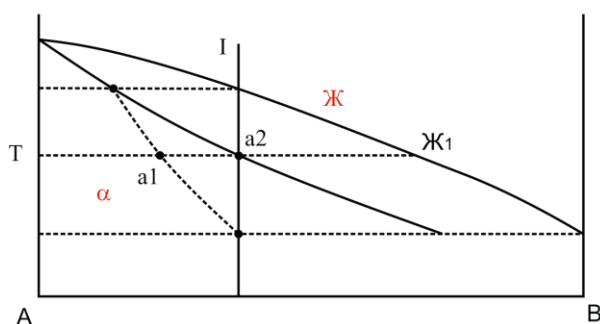
Ответы:

Список 1 - участки зоны термического влияния антикоррозионной наплавки: А) участок крупного зерна; Б) участок мелкого зерна; В) участок частичной фазовой; Г) основной металл.

Список 2 - температура нагрева на участке: 1) нагрев до температуры ниже  $A_{c1}$ ; 2) нагрев до температуры выше  $A_{c1}$ , но ниже  $A_{c3}$ ; 3) нагрев до температуры не намного выше  $A_{c3}$ ; 4) нагрев до подсолидусных температур.

Верный ответ: А-4, Б-3, В-2, Г-1

11.Выберите правильные утверждения, пользуясь приведенным рисунком. При неравновесной кристаллизации компонентов с полной растворимостью в твердом состоянии при температуре  $T$  (где альфа – твердая фаза, Ж – жидкая фаза) (выберите 1 ответ)...



Ответы:

- а) химический состав внутри затвердевших кристаллов соответствует точке Ж1;
- б) химический состав внутри затвердевших кристаллов соответствует точке a1;
- в) химический состав внутри затвердевших кристаллов соответствует точке a2;
- г) количество твердой фазы определяется как отношение  $(a2-Ж1)/(a1-Ж1)$  д) количество твердой фазы определяется как отношение  $(a1-a2)/(a1-Ж1)$ .

Верный ответ: б, г

12.Равновесным коэффициентом распределения называется отношение...(выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) количества твердой фазы к количеству жидкой фазы
- б) количества жидкой фазы к количеству твердой фазы
- в) концентрации компонента в твердой фазе к его содержанию в жидкой фазе
- г) концентрации компонента в жидкой фазе к его содержанию в твердой фазе

Верный ответ: в

13.Для низколегированных сталей перлитного класса, в состоянии после закалки и последующего высокого отпуска с целью получения равнопрочного сварного соединения после сварки проводят следующую термическую обработку (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) диффузионный отжиг;
- б) полный отжиг;
- в) закалку;
- г) закалку с последующим высоким отпуском.

Верный ответ: г

14.Высокотемпературный дельта-феррит образуется в сварных соединениях ... (выберите 1 ответ)

Ответы:

- а) при взаимодействии жидкости с аустенитом;
- б) из перлита;
- в) из мартенсита;
- г) из цементита.

Верный ответ: а

15.Причиной образования холодных трещин в сварных соединениях является... (выберите 1 наиболее точный ответ)

Ответы:

- а) образование аустенита из перлита;
- б) присутствие в сталях серы;
- в) мартенситное превращение;
- г) процессы, происходящие при высоком отпуске сварного соединения.

Верный ответ: в

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*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*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве менее 50%*

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