

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

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

**Наименование образовательной программы: Производство энергетического оборудования**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Теоретические основы сварки**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

В.К.

Драгунов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Овечников С.А.
	Идентификатор	R8f25bf1e-OvechnikovSA-a943abe

(подпись)

С.А.

Овечников

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

В.К.

Драгунов

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере энергетического машиностроения

ИД-3 Демонстрирует понимание физических процессов при контроле и обработке материалов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. Расчетно-графическая работа «Расчет основных характеристик термического цикла, деформаций и напряжений при сварке пластин мощным быстроходным источником теплоты» (Коллоквиум)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест № 1 "Термодеформационные процессы при сварке" (Тестирование)
2. Тест № 2 "Физико-химические и металлургические процессы при сварке" (Тестирование)
3. Тест № 3 «Сварочная ванна, кристаллизация металла при сварке» (Тестирование)
4. Тест № 4 "Дефекты сварных соединений" (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы № 3 «Определение нижней границы температурного интервала хрупкости » (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 4 «Исследование макроструктуры металла сварного шва » (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторных работ № 1 "Определение состава металла шва при дуговой сварке" и № 2 «Определение состава пара при сварке сталей и сплавов на основе алюминия » (Лабораторная работа)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %								
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	6	8	10	12	14	16	17
Термодеформационные процессы при сварке									
Термодеформационные процессы при сварке		+	+						

Физико-химические и металлургические процессы при сварке								
Физико-химические и металлургические процессы при сварке			+	+				
Сварочная ванна, кристаллизация металла при сварке и формирование первичной структуры металла шва								
Сварочная ванна, кристаллизация металла при сварке и формирование первичной структуры металла шва					+	+		
Фазовые и структурные превращения в металлах при сварке. Стабильность размеров и формы сварных конструкций								
Фазовые и структурные превращения в металлах при сварке. Стабильность размеров и формы сварных конструкций							+	+
Вес КМ:	5	10	10	25	10	15	10	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-3ПК-1 Демонстрирует понимание физических процессов при контроле и обработке материалов	<p>Знать:</p> <p>Закономерности термодиформационных процессов, происходящих при сварке плавлением</p> <p>Закономерности физико-химических и металлургических процессов, происходящих при различных способах сварки плавлением</p> <p>Основные закономерности формирования сварных соединений и методы исследования их свойств</p> <p>Закономерности структурно-фазовых превращений в материалах, применяемых при создании сварных конструкций в энергомашиностроении</p> <p>Уметь:</p> <p>Определять остаточные напряжения и деформации,</p>	<p>Тест № 1 "Термодиформационные процессы при сварке" (Тестирование)</p> <p>Расчетно-графическая работа «Расчет основных характеристик термического цикла, деформаций и напряжений при сварке пластин мощным быстроходным источником теплоты» (Коллоквиум)</p> <p>Тест № 2 "Физико-химические и металлургические процессы при сварке" (Тестирование)</p> <p>Защита лабораторных работ № 1 "Определение состава металла шва при дуговой сварке" и № 2 «Определение состава пара при сварке сталей и сплавов на основе алюминия » (Лабораторная работа)</p> <p>Тест № 3 «Сварочная ванна, кристаллизация металла при сварке» (Тестирование)</p> <p>Защита лабораторной работы № 3 «Определение нижней границы температурного интервала хрупкости » (Лабораторная работа)</p> <p>Тест № 4 "Дефекты сварных соединений" (Тестирование)</p> <p>Защита лабораторной работы № 4 «Исследование макроструктуры металла сварного шва » (Лабораторная работа)</p>

		<p>возникающие при сварке конструкций из сталей и сплавов различных структурных классов</p> <p>Прогнозировать химический состав сварных соединений, полученных различными способами сварки</p> <p>Выбирать основные и сварочные материалы для изготовления сварных конструкций, а также режимы сварки обеспечивающие повышение сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин</p> <p>Применять способы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию холодных трещин, а также стабилизации структуры, формы и размеров сварных конструкций</p>	
--	--	--	--

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

### КМ-1. Тест № 1 "Термодеформационные процессы при сварке"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

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

#### Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку знаний закономерностей термодеформационных процессов, которые возникают в процессе формирования сварных соединений. В тесте содержатся вопросы типа один из многих и многие из многих. В вопросах типа многие-из-многих правильным считается ответ только, если студент указал все верные варианты.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: Закономерности термодеформационных процессов, происходящих при сварке плавлением	<p>1.Наибольший коэффициент сосредоточенности теплового потока обеспечивается, если в качестве источника теплоты используют:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) газовое пламя;</li><li>б) дуговой разряд;</li><li>в) электронный пучок;</li><li>г) лазерный луч;</li><li>д) электрический паяльник.</li></ul> <p>Ответ – г</p> <p>2.Высокие температуры нагрева материала вызывают:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) повышение значений предела прочности;</li><li>б) снижение значений предела текучести;</li><li>в) повышение модуля упругости;</li><li>г) снижение длительной прочности.</li></ul> <p>Ответ – б, г</p> <p>3.Основными причинами образования напряжений при обработке КПЭ являются:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а)пластические деформации, обусловленные термическим циклом;</li><li>б) структурно-фазовые превращения, проходящие с изменением объема;</li><li>в) магнитные превращения;</li><li>г) изменение состава защитной среды.</li></ul> <p>Ответ – а, б</p> <p>4.Какие структурные составляющие могут быть получены в зоне обработки КПЭ деталей из углеродистой стали 45, если скорость охлаждения в этих зонах не превышала “критической”:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) перлит;</li><li>б) сорбит;</li></ul>
---	---

- в) троостит;
- г) бейнит
- д) мартенсит

Ответ – а, б, в, г

5. При сварке аустенитных сталей в центральной части шва возникают

- а) напряжения растяжения;
- б) напряжения сжатия;
- в) напряжения отсутствуют

Ответ – а

6. При электронно-лучевой сварке закаливаемых сталей снижение уровня напряжений растяжения в металле шва и ЗТВ связано с

- а) приращением объема в результате мартенситного превращения;
- б) остаточным давлением газов в сварочной камере;
- в) изменением магнитных свойств стали;
- г) испарением легирующих элементов.

Ответ – а

7. Свободная деформация стержня, материал которого не испытывает полиморфных превращений, пропорциональна

- а) давлению газа в зоне действия источника теплоты;
- б) приращению температур стержня;
- в) изменению магнитной проницаемости стержня при нагреве;
- г) скорости нагрева стержня.

Ответ – б

8. При определении продольных напряжений в сварных пластинах гипотеза плоских сечений, устанавливает что

- а) продольные сечения пластин в процессе сварки не искривляются;
- б) поперечные сечения пластин в процессе сварки не искривляются;
- в) продольные и поперечные размеры пластин не изменяются;
- г) химический состав и структура материала одинакова во всех сечениях.

Ответ – б

9. При расчете напряжений и деформаций по методу Тручуна И.П. считают, что

- а) при нагреве в некотором интервале температур существует зона пластической деформации, а в остальной части детали возникают одинаковые по значению реактивные напряжения;
- б) при нагреве в некотором интервале температур существует зона только упругих деформаций, а в остальной части детали возникают одинаковые по значению реактивные напряжения;



	<p>в) при нагреве в некотором интервале температур в детали возникают одинаковые по значению напряжения;</p> <p>г) при нагреве в некотором интервале температур в детали отсутствуют напряжения и деформации.</p> <p>Ответ – а</p> <p>10.Радиусом пятна нагрева при обработке КПЭ считают:</p> <p>а) расстояние, на котором удельный тепловой поток составляет 5% от наибольшего теплового потока в центре пятна;</p> <p>б) расстояние от центра пятна, на котором температура не ниже 273 К;</p> <p>в) расстояние равное половине ширины зоны обработки;</p> <p>г) расстояние равное половине ширины шва при сварке.</p> <p>Ответ – а</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*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*

**КМ-2. Расчетно-графическая работа «Расчет основных характеристик термического цикла, деформаций и напряжений при сварке пластин мощным быстро движущимся источником теплоты»**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает один вариант из трех, в каждом по 3 вопроса. Время проведения работы - 20 минут.

**Краткое содержание задания:**

Коллоквиум проводится на проверку умений анализировать причины возникновения деформаций и напряжений в сварных конструкциях, определять их характер и значения.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Определять остаточные напряжения и деформации,	1.Объясните механизм возникновения деформаций и напряжений при сварке пластин мощным
---	--

<p>возникающие при сварке конструкций из сталей и сплавов различных структурных классов</p>	<p>быстродвижущимся источником теплоты  2. Нарисуйте эпюру продольных напряжений в сварной пластине, материал которой не претерпевает полиморфных превращений в твердом состоянии при сварке  3. Нарисуйте эпюру продольных напряжений в сварной пластине, материал которой закаливается по при сварке  4. Нарисуйте эпюру продольных напряжений после сварки аустенитным швом пластин, материал которых склонен к закалке  5. Какова методика расчета деформаций и напряжений по методу Тручуна И.П.  6. Проведите анализ влияния ширины зоны пластических деформаций на уровень напряжений в сварных соединениях</p>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент при выполнении заданий допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

**КМ-3. Тест № 2 "Физико-химические и металлургические процессы при сварке"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

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

**Краткое содержание задания:**

Тест ориентирован на проверку знаний закономерностей физико-химических процессов, которые в процессе сварки металлов и сплавов определяют формирование химического состава сварных соединений. В тесте содержатся вопросы типа один из многих и многие из многих. В вопросах типа многие-из-многих правильным считается ответ только, если студент указал все верные варианты.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: Закономерности физико-химических и металлургических процессов, происходящих при различных способах сварки</p>	<p>1. Давление газовой смеси  а) равно сумме парциальных давлений компонентов смеси;  б) равно парциальному давлению компонента с</p>
---	---

<p>плавлением</p>	<p>         большей мольной долей;          в) равно парциальному давлению компонента с меньшей мольной долей;          д) не зависит от состава смеси.          Ответ – а       </p> <p>         2. Кипение – это процесс образования газовой фазы          а) на поверхности жидкой фазы;          б) в объеме жидкой фазы;          в) на поверхности твердой фазы;          г) в плазме.          Ответ – б       </p> <p>         3. Преимущественное испарение из сплава происходит тех элементов, которые имеют          а) наибольшую концентрацию;          б) наибольшую температуру плавления;          в) наибольшую упругость пара;          г) атомную массу.          Ответ – в       </p> <p>         4. Упругость диссоциации вещества – это          а) давление газа, являющегося единственным газообразным продуктом реакции диссоциации;          б) общее давление газа в объеме, где идет реакция диссоциации;          в) давление жидкости на стенки сосуда, в котором идет реакция диссоциации;          г) атмосферное давление.          Ответ – а       </p> <p>         5. Реакция идет в предполагаемом направлении, если приращение изобарно-изотермического потенциала          а) равно нулю;          б) меньше нуля;          в) больше нуля;          г) больше нуля, но меньше единицы.          Ответ – б       </p> <p>         6. Число степеней свободы гетерогенной системы – это          а) число параметров состояния, которые могут изменяться не вызывая изменения числа фаз в системе;          б) число компонентов в системе;          в) число реакций между веществами в системе;          г) количество веществ, включая химические соединения.          Ответ – а       </p> <p>         7. При контакте смеси газов с растворителем концентрация каждого газа в растворе пропорциональна          а) молекулярной массе;          б) потенциалу ионизации;          в) парциальному давлению;          г) степени диссоциации.       </p>
-------------------	---

	<p>Ответ – в</p> <p>8.Изостерическое давление газа зависит от</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>температуры;</li> <li>атмосферного давления;</li> <li>упругости диссоциации химических соединений;</li> <li>концентрации газа в растворе.</li> </ol> <p>Ответ – а, г</p> <p>9.При взаимодействии элемента с газовой фазой содержащей свободный кислород окисление происходит в следующем случае:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>упругость диссоциации оксида меньше парциального давления кислорода;</li> <li>упругость диссоциации оксида больше парциального давления кислорода;</li> <li>упругость диссоциации оксида равна парциальному давлению кислорода.</li> <li>упругость диссоциации оксида равна атмосферному давлению.</li> </ol> <p>Ответ – а</p> <p>10.При обработке КПЭ для защиты материалов от окисления можно использовать</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>снижение общего давления газа;</li> <li>повышение общего давления газа;</li> <li>снижение мольной доли кислорода в газовой смеси;</li> <li>повышение мольной доли кислорода в газовой смеси.</li> </ol> <p>Ответ - а, в</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*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*

**КМ-4. Защита лабораторных работ № 1 "Определение состава металла шва при дуговой сварке" и № 2 «Определение состава пара при сварке сталей и сплавов на основе алюминия »**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задание, состоящее из двух вопросов по лабораторной работе. Всего - 3 задания.

**Краткое содержание задания:**

Задание включает в себя проверку умений анализировать изменение химического состава металла шва при различных способах сварки плавлением углеродистых сталей

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: Прогнозировать химический состав сварных соединений, полученных различными способами сварки</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Обоснуйте и укажите пути введения марганца в сварочную ванну</li><li>2.Проанализируйте основные причины уменьшения содержания марганца в металле шва</li><li>3.Объясните будет ли уменьшаться содержание марганца в шве при сварке в абсолютном вакууме?</li><li>4.Почему при РДС меловым электродом содержание марганца в металле шва меньше, чем при сварке под флюсом, не содержащим в составе марганец?</li><li>5.Как основные способы возбуждения плазмы применяются при оптико-эмиссионном способе анализа химического состава?</li><li>6.Объясните почему отличается состав пара при сварке от состава сплава?</li><li>7.Покажите в каких случаях избирательное испарение не вызывает существенного изменения в составе металлического сплава?</li><li>8.Проведите анализ параметров сварки от которых наиболее сильно зависит упругость пара чистого элемента?</li><li>9.Объясните почему упругость насыщенного пара химических элементов в расплаве отличается от упругости насыщенного пара чистых элементов?</li><li>10.Объясните в чем заключается сущность спектрального анализа?</li></ol>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

**КМ-5. Тест № 3 «Сварочная ванна, кристаллизация металла при сварке»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

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

**Краткое содержание задания:**

Тест ориентирован на проверку знаний закономерностей окислительно-восстановительных процессов, особенностей взаимодействия металла с фосфором и серой, а также особенностей формирования сварочной ванны и кристаллизации металла шва. В тесте содержатся вопросы типа один из многих и многие из многих. В вопросах типа многие-из-многих правильным считается ответ только, если студент указал все верные варианты.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: Основные закономерности формирования сварных соединений и методы исследования их свойств</p>	<p>1. В качестве раскислителей при обработке сталей КПЭ в металл вводят следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) марганец;</li><li>б) свинец;</li><li>в) кремний;</li><li>г) алюминий;</li><li>д) никель.</li></ul> <p>Ответ - а, в, г</p> <p>2. С увеличением содержания серы в сварных соединениях происходит</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) повышение пластичности соединений;</li><li>б) образование легкоплавких эвтектик;</li><li>в) повышение склонности к образованию горячих трещин;</li><li>г) повышение ударной вязкости.</li></ul> <p>Ответ - б, в</p> <p>3. Для снижения содержания серы в металле шва получают сульфиды металлов и удаляют их в шлак с использованием соединений:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) + MnO;</li><li>б) + CaO;</li><li>в) FeO;</li><li>г) MgO.</li></ul> <p>Ответ - а, б</p> <p>4. С увеличением содержания фосфора в сварных соединениях происходит</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) повышение пластичности соединений;</li><li>б) повышение порога хладноломкости;</li><li>в) повышение ударной вязкости;</li><li>г) повышение предела текучести.</li></ul> <p>Ответ - б, г</p> <p>5. Повышенное содержание азота и водорода приводит к появлению пор в металле шва за счет изменения их растворимости</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) при полиморфных превращениях в твердой фазе;</li><li>б) в процессе кристаллизации;</li><li>в) при снижении температуры жидкой фазы;</li></ul>
--	--

	<p>г) при снижении температуры металла шва.          Ответ - б</p> <p>6. При формировании сварных соединений направление роста кристаллитов</p> <p>а) совпадает с направлением скорости сварки;          б) противоположно направлению скорости сварки;          в) противоположно направлению максимального теплоотвода;          г) перпендикулярно плоскости стыка.          Ответ - в.</p> <p>7. При сварке пластин со сквозным проплавлением мощным линейным источником форма межфазной поверхности может быть</p> <p>а) плоской;          б) цилиндрической;          в) эллипсоидной;          г) параболоидной.          Ответ - б</p> <p>8. Существование эффективного интервала кристаллизации при обработке КПЭ связано с</p> <p>а) типом источника теплоты (дуговой разряд, лазерный луч и т.п.);          б) химическим составом материала;          в) структурно-фазовым составом материала;          г) скоростью охлаждения жидкой фазы.          Ответ - г</p> <p>9. Наибольшее различие по содержанию примеси в последовательно кристаллизующихся участках кристаллита (химическая неоднородность) наблюдается</p> <p>а) при малых скоростях кристаллизации;          б) при средних скоростях кристаллизации;          в) при высоких скоростях кристаллизации;          г) в равновесных условиях.          Ответ - б</p> <p>10. Увеличение скорости кристаллизации и снижение градиента температуры в жидкой фазе</p> <p>а) увеличивает концентрационное переохлаждение;          б) снижает концентрационное переохлаждение;          в) не влияет на концентрационное переохлаждение;          г) уменьшает участок концентрационного уплотнения.          Ответ - а, г</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

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

*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

*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

### **КМ-6. Защита лабораторной работы № 3 «Определение нижней границы температурного интервала хрупкости»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задание, состоящее из двух вопросов по лабораторной работе. Всего - 3 задания.

#### **Краткое содержание задания:**

Задание включает в себя проверку умений проводить высокотемпературные испытания материалов и определять нижнюю границу температурного интервала хрупкости металла

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Выбирать основные и сварочные материалы для изготовления сварных конструкций, а также режимы сварки обеспечивающие повышение сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Объясните почему меняются прочностные и пластические свойства металлов в области высоких температур (близких к линии солидус)?</li><li>2.Покажите что характеризует эквикохезивную температуру?</li><li>3.Проанализируйте основные факторы (температура деформаций, минимальная пластичность и размеры ТИХ), влияющие на образование горячих трещин при сварке?</li><li>4.Объясните изменение прочности и пластичности металлов в температурном интервале хрупкости</li><li>5.Объясните влияние серы на склонность сварных соединений к образованию горячих трещин</li><li>6.Объясните как влияет скорость кристаллизации на склонность к образованию горячих трещин в сварных соединениях</li></ol>
--	--

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

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

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75



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

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

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

### **КМ-7. Тест № 4 "Дефекты сварных соединений"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

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

#### **Краткое содержание задания:**

Тест ориентирован на проверку знаний закономерностей образования пор, горячих и холодных трещин, трещин повторного нагрева в сварных соединениях. В тесте содержатся вопросы типа один из многих и многие из многих. В вопросах типа многие-из-многих правильным считается ответ только, если студент указал все верные варианты.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: Закономерности структурно-фазовых превращений в материалах, применяемых при создании сварных конструкций в энергомашиностроении</p>	<p>1.Для оценки свариваемости стали используют</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) показатель углеродного эквивалента;</li><li>б) содержание водорода в металле;</li><li>в) изменение температуры плавления в зависимости от степени легированности;</li><li>г) изменение атмосферного давления.</li></ul> <p>Ответ - а, б</p> <p>2.Причинами образования пор в процессе кристаллизации могут быть</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) повышение растворимости газов и их поглощение металлом на этапе нагрева;</li><li>б) снижение растворимости газов и их выделение из металла на этапе охлаждения;</li><li>в) снижение прочности металла при нагреве;</li><li>г) структурно-фазовые превращения в твердой фазе.</li></ul> <p>Ответ - а, б</p> <p>3.Температура нижней границы интервала хрупкости находится</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) выше равновесного ликвидуса;</li><li>б) в интервале между равновесными ликвидус и солидус;</li><li>в) ниже температуры равновесного солидуса;</li><li>г) ниже температуры начала мартенситного превращения.</li></ul> <p>Ответ - в</p> <p>4.Склонность к образованию горячих трещин при обработке КПЭ снижается, если</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) материал имеет высокое значение</li></ul>
---	---

минимальной пластичности;

б) обеспечивается минимальный ТИХ;

в) обеспечивается минимальный темп

деформации во время обработки;

г) материал имеет высокую температуру плавления.

Ответ - а, б, в

5.Металлургические способы повышения технологической прочности в процессе кристаллизации металла шва включают

а) воздействие на сварочную ванну ультразвуковыми колебаниями;

б) выполнение сварных швов от центра на выход;

в) регулирование состава металла шва;

г) рациональное расположение швов.

Ответ - а, в

6.Структурные превращения в твердой фазе могут проходить при обработке КПЭ сталей следующих структурных классов:

а) перлитного;

б) мартенситного;

в) аустенитного;

г) ферритного.

Ответ - а, б

7.Для повышения стойкости против образования холодных трещин в сварных соединениях углеродистых сталей необходимо снизить

а) количество мартенсита;

б) содержание водорода;

в) сварочные напряжения;

г) продолжительность сварки;

д) температуру предварительного подогрева.

Ответ - а, б, в

8.Повышение технологической прочности в процессе структурно-фазовых превращений достигается при использовании

а) предварительного или сопутствующего подогрева;

б) высокой скорости охлаждения;

в) сварки короткими участками;

г) конструкций повышенной жесткости;

д) аустенитных присадочных материалов;

е) концентрированных источников энергии.

Ответ - а, в, д, е

9.Стабильность размеров и формы конструкций, обработанных КПЭ, после вылеживания определяется

а) релаксацией напряжений;

б) распадом остаточного аустенита;

в) образованием мартенсита отпуска;

г) старением;

д) окислением;

	<p>е) растворением атмосферных газов.          Ответ - а, б, в, г</p> <p>10.Трещины повторного нагрева образуются</p> <p>а) в чистых металлах;          б) в сплавах на основе меди;          в) в перлитных Cr-Mo-V сталях;          г) в аустенитных Cr-Ni сталях.</p> <p>Ответ - в</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*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*

**КМ-8. Защита лабораторной работы № 4 «Исследование макроструктуры металла сварного шва»**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задание, состоящее из двух вопросов по лабораторной работе. Всего - 3 задания.

**Краткое содержание задания:**

Задание включает в себя проверку умений проводить исследования и расчеты элементов макроструктуры металла шва в зависимости от режимов сварки

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: Применять способы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию холодных трещин, а также стабилизации структуры, формы и размеров сварных конструкций</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Покажите в какие особенности имеет методика экспериментально-аналитического исследования элементов макроструктуры металла шва, выполненного сваркой плавлением</li> <li>2.Проведите анализ изменения формы фронта плавления и кристаллизации в зависимости от способа сварки</li> <li>3.Покажите как меняется форма изотерм кристаллизации и осей кристаллитов в зависимости от скорости перемещения источника теплоты</li> <li>4.Покажите почему в процессе кристаллизации всегда наблюдается выравнивание фронта кристаллизации, если нет дополнительного теплоотвода?</li> </ol>
---	--

	<p>5.Покажите какие существуют закономерности роста кристаллитов</p> <p>6.Объясните как влияют вид фронта кристаллизации и характер концентрационного переохлаждения перед растущим кристаллитом на тип первичной микроструктуры</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

**Пример билета**

1. Распределение остаточных продольных напряжений в сварной пластине, металл которой не имеет полиморфных превращений.
2. Пути раскисления металла.
3. Способы повышения технологической прочности металла в процессе кристаллизации (сопротивляемость образованию горячих трещин).

**Процедура проведения**

Студент получает один билет из двадцати одного. В билете содержится 3 вопроса. Время на подготовку к ответу составляет 70 минут

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-1 Демонстрирует понимание физических процессов при контроле и обработке материалов

**Вопросы, задания**

1. Особенности термического воздействия на металл при сварке плавлением
2. Возникновение напряжений и деформаций в пластине при ее нагреве КПЭ и охлаждении
3. Распределение остаточных напряжений в пластине из закаливающейся стали после сварки аустенитным швом
4. Влияние градиента температуры на распределение растворимых элементов в зоне обработки
5. Особенности физико-химических процессов (кипение и испарение) при обработке металлов КПЭ
6. Расчет констант равновесия. Упругость диссоциации. Способ оценки состояния процессов
7. Насыщение металла шва кислородом при сварке сталей за счет оксидов марганца, кремния и алюминия, содержащихся в шлаке и растворимых в металле
8. Взаимодействие металла шва с водородом (распределение водорода в поле температур источника теплоты, растворимость, взаимодействие с оксидами)
9. Образование химической неоднородности при кристаллизации металла сварочной ванны
10. Фазовые и структурные превращения в зоне обработки металла КПЭ

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Высокие температуры нагрева материала вызывают:

Ответы:

- а) повышение значений предела прочности;
- б) снижение значений предела текучести;
- в) повышение модуля упругости;
- г) снижение длительной прочности.

Верный ответ: б, г

2. Основными причинами образования напряжений при обработке КПЭ являются:

Ответы:

- а) пластические деформации, обусловленные термическим циклом;
- б) структурно-фазовые превращения, проходящие с изменением объема;
- в) магнитные превращения;
- г) изменение состава защитной среды.

Верный ответ: а, б

3. Свободная деформация стержня, материал которого не испытывает полиморфных превращений, пропорциональна

Ответы:

- а) давлению газа в зоне действия источника теплоты;
- б) приращению температур стержня;
- в) изменению магнитной проницаемости стержня при нагреве;
- г) скорости нагрева стержня.

Верный ответ: б

4. При взаимодействии элемента с газовой фазой содержащей свободный кислород окисление происходит в следующем случае:

Ответы:

- а) упругость диссоциации оксида меньше парциального давления кислорода;
- б) упругость диссоциации оксида больше парциального давления кислорода;
- в) упругость диссоциации оксида равна парциальному давлению кислорода.
- г) упругость диссоциации оксида равна атмосферному давлению

Верный ответ: а

5. При обработке КПЭ для защиты материалов от окисления можно использовать

Ответы:

- а) снижение общего давления газа;
- б) повышение общего давления газа;
- в) снижение мольной доли кислорода в газовой смеси;
- г) повышение мольной доли кислорода в газовой смеси.

Верный ответ: а, в

6. Для снижения содержания серы в металле шва получают сульфиды металлов и удаляют их в шлак с использованием соединений:

Ответы:

- а)  $MnO$ ;
- б)  $CaO$ ;
- в)  $FeO$ ;
- г)  $MgO$ .

Верный ответ: а, б

7. С увеличением содержания фосфора в сварных соединениях происходит

Ответы:

- а) повышение пластичности соединений;
- б) повышение порога хладноломкости;
- в) повышение ударной вязкости;
- г) повышение предела текучести.

Верный ответ: б, г

8. Повышенное содержание азота и водорода приводит к появлению пор в металле шва за счет изменения их растворимости

Ответы:

- а) при полиморфных превращениях в твердой фазе;
- б) в процессе кристаллизации;
- в) при снижении температуры жидкой фазы;
- г) при снижении температуры металла шва.

Верный ответ: б

9. Температура нижней границы интервала хрупкости находится

Ответы:

- а) выше равновесного ликвидуса;
- б) в интервале между равновесными ликвидус и солидус;
- в) ниже температуры равновесного солидуса;
- г) ниже температуры начала мартенситного превращения.

Верный ответ: в

10. Склонность к образованию горячих трещин при обработке КПЭ снижается, если

Ответы:

- а) материал имеет высокое значение минимальной пластичности;
- б) обеспечивается минимальный ТИХ;
- в) обеспечивается минимальный темп деформации во время обработки;
- г) материал имеет высокую температуру плавления.

Верный ответ: а, б, в

11. Повышение технологической прочности в процессе структурно-фазовых превращений достигается при использовании

Ответы:

- а) предварительного или сопутствующего подогрева;
- б) высокой скорости охлаждения;
- в) сварки короткими участками;
- г) конструкций повышенной жесткости;
- д) аустенитных присадочных материалов;
- е) концентрированных источников энергии.

Верный ответ: а, в, д, е

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

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