

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

**Направление подготовки/специальность: 15.03.01 Машиностроение**

**Наименование образовательной программы: Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Физико-химические и металлургические процессы при обработке  
материалов КПЭ**

**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	Петров П.Ю.
	Идентификатор	R653adc76-PetrovPY-f1c0c784

(подпись)

П.Ю. Петров

(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. ОПК-4 умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении
2. ПК-11 способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Определение деформаций и напряжений в пластинах при обработке КПЭ» (Контрольная работа)
2. Тест № 1 "Термодеформационные процессы при сварке" (Тестирование)
3. Тест № 2 "Физико-химические и металлургические процессы при сварке" (Тестирование)
4. Тест № 3 «Сварочная ванна, кристаллизация металла при сварке» (Тестирование)
5. 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 обработке КПЭ								
Термодеформационные процессы при обработке КПЭ	+	+						
Физико-химические и металлургические процессы при обработке КПЭ								
Физико-химические и металлургические процессы при обработке КПЭ			+	+				
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§

### БРС курсовой работы/проекта

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	7	10	13	16
Определение химического состава, теплофизических и механических свойств свариваемых материалов		+				
Вычисление термодинамических характеристик металлического сплава и его компонентов			+			
Теоретическое обоснование и определение преимущественного испарения элементов из сплава в зависимости от упругости пара				+		
Описание причин возникновения деформаций и напряжений в сварных конструкциях и представление расчетной схемы для определения деформаций и напряжений в сварных конструкциях					+	
Расчет основных характеристик термического цикла, деформаций и напряжений при сварке пластин мощным быстро движущимся источником теплоты						+
Вес КМ:		10	20	20	20	30

## 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
ОПК-4	ОПК-4(Компетенция)	<p>Знать:</p> <p>Основы термомеханических процессов, происходящие при обработке конструктивных материалов КПЭ для освоения технологических процессов изготовления изделий машиностроения</p> <p>Основы физико-химических и металлургических явлений для разработки методик проведения экспериментов, моделирования технических объектов и технологических процессов</p> <p>Уметь:</p> <p>Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о физико-химических</p>	<p>Тест № 1 "Термомеханические процессы при сварке" (Тестирование)</p> <p>Контрольная работа «Определение деформаций и напряжений в пластинах при обработке КПЭ» (Контрольная работа)</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>явлениях, возникающих в процессе обработки конструкционных материалов КПЭ, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</p> <p>Использовать методики определения деформаций и напряжений в сварных конструкциях для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий</p>	
ПК-11	ПК-11(Компетенция)	<p>Знать:</p> <p>Закономерности влияния параметров технологического процесса на формирование сварных соединений и методы обеспечения технологической прочности</p> <p>Закономерности фазовых и структурных превращений основных и вспомогательных материалов, применяемых для изготовления изделий машиностроения</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>Уметь: использовать методы и критерии оценки сопротивляемости металла сварных соединений образованию горячих трещин, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разработку мероприятий по их предупреждению научно обосновано выбирать основные конструкционные и вспомогательные материалы, обеспечивающие сопротивляемость сварных соединений образованию холодных трещин и размерную стабильность изделий машиностроения</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:

<p>Знать: Основы термодеформационных процессов, происходящие при обработке конструкционных материалов КПЭ для освоения технологических процессов изготовления изделий машиностроения</p>	<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><li>в) троостит;</li></ul>
--	--



- 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;
- в) при нагреве в некотором интервале температур в

	<p>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. Контрольная работа «Определение деформаций и напряжений в пластинах при обработке КПЭ»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**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:**

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

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: Использовать методики определения деформаций и напряжений в сварных конструкциях для разработки</p>	<p>1.Объясните механизм возникновения деформаций и напряжений при сварке пластин мощным быстродвижущимся источником теплоты</p> <p>2.Нарисуйте эпюру продольных напряжений в</p>
---	--

<p>малоотходных, энергосберегающих экологически машиностроительных технологий</p>	<p>и чистых</p> <p>сварной пластине, материал которой не претерпевает полиморфных превращений в твердом состоянии при сварке</p> <p>3. Нарисуйте эпюру продольных напряжений в сварной пластине, материал которой закаливается по при сварке</p> <p>4. Нарисуйте эпюру продольных напряжений после сварки аустенитным швом пластин, материал которых склонен к закалке</p> <p>5. Какова методика расчета деформаций и напряжений по методу Тручуна И.П.</p> <p>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 непринципиальные 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: Основы физико-химических и металлургических явлений для разработки методик проведения экспериментов, моделирования технических объектов и технологических</p>	<p>1. Давление газовой смеси</p> <p>а) равно сумме парциальных давлений компонентов смеси;</p> <p>б) равно парциальному давлению компонента с большей мольной долей;</p> <p>в) равно парциальному давлению компонента с</p>
---	---

<p>процессов</p>	<p>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.  Ответ – в</p> <p>8. Изостерическое давление газа зависит от</p>
------------------	---

	<p>а) температуры;  б) атмосферного давления;  в) упругости диссоциации химических соединений;  г) концентрации газа в растворе.</p> <p>Ответ – а, г</p> <p>9. При взаимодействии элемента с газовой фазой содержащей свободный кислород окисление происходит в следующем случае:  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.</p> <p>Ответ – а</p> <p>10. При обработке КПЭ для защиты материалов от окисления можно использовать  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.</p> <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 парогазовой фазы при различных способах сварки плавлением углеродистых сталей

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о физико-химических явлениях, возникающих в процессе обработки конструкционных материалов КПЭ, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Объясните почему отличается состав пара при сварке от состава сплава?</li><li>2.Покажите в каких случаях избирательное испарение не вызывает существенного изменения в составе металлического сплава?</li><li>3.Как основные способы возбуждения плазмы применяются при оптико-эмиссионном способе анализа химического состава?</li><li>4.Проанализируйте основные причины изменения содержания элементов в парогазовой фазе</li><li>5.Объясните почему упругость насыщенного пара химических элементов в расплаве отличается от упругости насыщенного пара чистых элементов?</li><li>6.Обоснуйте и укажите пути введения марганца в сварочную ванну</li><li>7.Проанализируйте основные причины уменьшения содержания марганца в металле шва</li><li>8.Объясните будет ли уменьшаться содержание марганца в шве при сварке в абсолютном вакууме?</li><li>9.Почему при РДС меловым электродом содержание марганца в металле шва меньше, чем при сварке под флюсом, не содержащим в составе марганец?</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: Закономерности влияния параметров технологического процесса на формирование сварных соединений и методы обеспечения технологической прочности</p>	<p>1. В качестве раскислителей при обработке сталей КПЭ в металл вводят следующие элементы: а) марганец; б) свинец; в) кремний; г) алюминий; д) никель. Ответ - а, в, г</p> <p>2. С увеличением содержания серы в сварных соединениях происходит а) повышение пластичности соединений; б) образование легкоплавких эвтектик; в) повышение склонности к образованию горячих трещин; г) повышение ударной вязкости. Ответ - б, в</p> <p>3. Для снижения содержания серы в металле шва получают сульфиды металлов и удаляют их в шлак с использованием соединений: а) + MnO; б) + CaO; в) FeO; г) MgO. Ответ - а, б</p> <p>4. С увеличением содержания фосфора в сварных соединениях происходит а) повышение пластичности соединений; б) повышение порога хладноломкости; в) повышение ударной вязкости; г) повышение предела текучести. Ответ - б, г</p> <p>5. Повышенное содержание азота и водорода приводит к появлению пор в металле шва за счет изменения их растворимости а) при полиморфных превращениях в твердой фазе; б) в процессе кристаллизации; в) при снижении температуры жидкой фазы; г) при снижении температуры металла шва. Ответ - б</p>
---	---

	<p>6. При формировании сварных соединений направление роста кристаллитов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) совпадает с направлением скорости сварки;</li> <li>б) противоположно направлению скорости сварки;</li> <li>в) противоположно направлению максимального теплоотвода;</li> <li>г) перпендикулярно плоскости стыка.</li> </ul> <p>Ответ - в.</p> <p>7. При сварке пластин со сквозным проплавлением мощным линейным источником форма межфазной поверхности может быть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) плоской;</li> <li>б) цилиндрической;</li> <li>в) эллипсоидной;</li> <li>г) параболоидной.</li> </ul> <p>Ответ - б</p> <p>8. Существование эффективного интервала кристаллизации при обработке КПЭ связано с</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) типом источника теплоты (дуговой разряд, лазерный луч и т.п.);</li> <li>б) химическим составом материала;</li> <li>в) структурно-фазовым составом материала;</li> <li>г) скоростью охлаждения жидкой фазы.</li> </ul> <p>Ответ - г</p> <p>9. Наибольшее различие по содержанию примеси в последовательно кристаллизующихся участках кристаллита (химическая неоднородность) наблюдается</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) при малых скоростях кристаллизации;</li> <li>б) при средних скоростях кристаллизации;</li> <li>в) при высоких скоростях кристаллизации;</li> <li>г) в равновесных условиях.</li> </ul> <p>Ответ - б</p> <p>10. Увеличение скорости кристаллизации и снижение градиента температуры в жидкой фазе</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) увеличивает концентрационное переохлаждение;</li> <li>б) снижает концентрационное переохлаждение;</li> <li>в) не влияет на концентрационное переохлаждение;</li> <li>г) уменьшает участок концентрационного уплотнения.</li> </ul> <p>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: использовать методы и критерии оценки сопротивляемости металла сварных соединений образованию горячих трещин, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разработку мероприятий по их предупреждению	1.Объясните почему меняются прочностные и пластические свойства металлов в области высоких температур (близких к линии солидус)? 2.Объясните изменение прочности и пластичности металлов в температурном интервале хрупкости 3.Объясните влияние серы на склонность сварных соединений к образованию горячих трещин 4.Покажите что характеризует эквикохезивную температуру? 5.Проанализируйте основные факторы (температура деформаций, минимальная пластичность и размеры ТИХ), влияющие на образование горячих трещин при сварке? 6.Объясните как влияет скорость кристаллизации на склонность к образованию горячих трещин в сварных соединениях
---	---

#### **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 фазовых и структурных превращений основных и вспомогательных материалов, применяемых для изготовления изделий машиностроения</p>	<p>1.Для оценки свариваемости стали используют а) показатель углеродного эквивалента; б) содержание водорода в металле; в) изменение температуры плавления в зависимости от степени легированности; г) изменение атмосферного давления. Ответ - а, б</p> <p>2.Причинами образования пор в процессе кристаллизации могут быть а) повышение растворимости газов и их поглощение металлом на этапе нагрева; б) снижение растворимости газов и их выделение из металла на этапе охлаждения; в) снижение прочности металла при нагреве; г) структурно-фазовые превращения в твердой фазе. Ответ - а, б</p> <p>3.Температура нижней границы интервала хрупкости находится а) выше равновесного ликвидуса; б) в интервале между равновесными ликвидус и солидус; в) ниже температуры равновесного солидуса; г) ниже температуры начала мартенситного превращения. Ответ - в</p> <p>4.Склонность к образованию горячих трещин при обработке КПЭ снижается, если а) материал имеет высокое значение минимальной пластичности; б) обеспечивается минимальный ТИХ; в) обеспечивается минимальный темп деформации во время обработки;</p>
---	---

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 снижать

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;

е) растворением атмосферных газов.

Ответ - а, б, в, г

10.Трещины повторного нагрева образуются

а) в чистых металлах;

	б) в сплавах на основе меди; в) в перлитных Cr-Mo-V сталях; г) в аустенитных Cr-Ni сталях. Ответ - в
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения задания:* 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 задания:* 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:**

Уметь: научно обосновано выбирать основные конструкционные и вспомогательные материалы, обеспечивающие сопротивляемость сварных соединений образованию холодных трещин и размерную стабильность изделий машиностроения	1.Покажите в какие особенности имеет методика экспериментально-аналитического исследования элементов макроструктуры металла шва, выполненного сваркой плавлением 2.Проведите анализ изменения формы фронта плавления и кристаллизации в зависимости от способа сварки 3.Покажите как меняется форма изотерм кристаллизации и осей кристаллитов в зависимости от скорости перемещения источника теплоты 4.Покажите почему в процессе кристаллизации всегда наблюдается выравнивание фронта кристаллизации, если нет дополнительного теплоотвода? 5.Покажите какие существуют закономерности роста кристаллитов 6.Объясните как влияют вид фронта кристаллизации и характер концентрационного переохлаждения
---	---

	перед растущим кристаллитом на тип первичной микроструктуры
--	---

**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:** ОПК-4(Компетенция)

#### **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. Особенности физико-химических процессов (кипение и испарение) при обработке металлов КПЭ
4. Влияние градиента температуры на распределение растворимых элементов в зоне обработки
5. Расчет констант равновесия. Упругость диссоциации. Способ оценки состояния процессов

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. 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

2. 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

3. 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

4. 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

5. 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

## 2. Компетенция/Индикатор: ПК-11 (Компетенция)

### Вопросы, задания

1. Образование химической неоднородности при кристаллизации металла сварочной ванны
2. Испытания материалов на склонность сталей к образованию горячих трещин
3. Влияние минимальной пластичности, размеров ТИХ и темпа деформации на сопротивляемость металлов образованию горячих трещин
4. Фазовые и структурные превращения в зоне обработки металла КПЭ
5. Способы повышения сопротивляемости сталей образованию холодных трещин

### 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. 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

3. 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

4. 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

5. 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

6. 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**



**Для курсового проекта/работы:**

**7 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Процедура защиты состоит из 2 этапов: 1. доклад студента 5-7 мин; 2. ответы студента на вопросы членов комиссии (не менее 2-х преподавателей)

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

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. В ответах на вопросы допущены существенные и даже грубые ошибки

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