

**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  
Теоретические основы обработки материалов КПЭ**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Родякина Р.В.
	Идентификатор	R768be585-RodiakinaRV-b3c44583

(подпись)

Р.В.

Родякина

(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. ПК-2 умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

2. ПК-14 способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом воздействии (Контрольная работа)
2. Концентрированные источники энергии и особенности их применения для обработки материалов. Тепловые процессы, протекающие при формировании сварного соединения (Контрольная работа)
3. Особенности взаимодействия электронного луча с обрабатываемым металлом (Контрольная работа)

### БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	6	12	14
Концентрированные источники энергии и особенности их применения для обработки материалов. Тепловые процессы, протекающие при формировании сварного соединения				
Концентрированные источники энергии и особенности их применения для обработки материалов. Тепловые процессы, протекающие при формировании сварного соединения	+			
Особенности взаимодействия электронного луча с обрабатываемым металлом				

Особенности взаимодействия электронного луча с обрабатываемым металлом		+	
Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом воздействии			
1 Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом воздействии			+
Вес КМ:	30	35	35

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

### БРС курсовой работы/проекта

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	8	12
Расчет температурных полей при воздействии движущегося и быстродвижущегося электронного луча		+	
Расчет параметров сварочного термического цикла при однопроходной сварке			+
Вес КМ:	50	50	

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ПК-2(Компетенция)	<p>Знать:</p> <p>основные параметры режима электронно-лучевой сварки и их влияние на процесс сварки</p> <p>основные методики расчета температурных полей при воздействии сварочных источников тепла и методики расчета параметров сварочного термического цикла при однопроходной сварке</p> <p>Уметь:</p> <p>анализировать влияние основных параметров режима, протекающих при воздействии электронного луча на обрабатываемый материал</p> <p>рассчитывать температурные поля при воздействии сварочных источников тепла и параметры сварочного</p>	<p>Концентрированные источники энергии и особенности их применения для обработки материалов. Тепловые процессы, протекающие при формировании сварного соединения (Контрольная работа)</p> <p>Особенности взаимодействия электронного луча с обрабатываемым металлом (Контрольная работа)</p>

		термического цикла при однопроводной сварке	
ПК-14	ПК-14(Компетенция)	<p>Знать: основные процессы, протекающие при электронно-лучевой сварке, и их вклад в формирование качественного сварного соединения</p> <p>Уметь: оценивать эффективность процесса проплавления металла при электронно-лучевой сварке и при необходимости вносить необходимые корректировки параметров режима для получения качественного сварного соединения</p>	Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом воздействии (Контрольная работа)

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

**КМ-1. Концентрированные источники энергии и особенности их применения для обработки материалов. Тепловые процессы, протекающие при формировании сварного соединения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает билет, содержащий 4 вопроса: 2 теоретических (на проверку знаний) и 2 практических (на проверку умений)

### Краткое содержание задания:

Контрольная работа проводится для проверки знаний и умений по первому разделу: “Концентрированные источники энергии и особенности их применения для обработки материалов. Тепловые процессы, протекающие при формировании сварного соединения”. Время проведения - 1 час.

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные методики расчета температурных полей при воздействии сварочных источников тепла и методики расчета параметров сварочного термического цикла при однопроходной сварке</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Конц. источники энергии: На что оказывает влияние ток пучка при сварке? (знание 1)</li><li>2.Конц. источники: Какие расчетные схемы источников теплоты используются в классической теории распространения теплоты при сварке? (знание 2)</li><li>3.Конц. источники энергии: Что представляет собой ток фокусировки и на что он оказывает влияние в процессе электронно-лучевой сварки? (знание1)</li><li>4.Конц. источники энергии: На что влияет величина остаточного давления в рабочей камере при ЭЛС? (знание1)</li><li>5.Конц. источники: Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности и объясните его смысл (знание 1)</li><li>6.Конц. источники: Как используется принцип наложения при расчете температурных полей? (знание 1)</li></ol>
<p>Уметь: рассчитывать температурные поля при воздействии сварочных источников тепла и параметры сварочного термического цикла при однопроходной сварке</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Конц. источники: Участок стержня диаметром 2 см из титанового сплава перегрет в зоне шириной 6 см на <math>T_n=700</math> К. Температура остальной части стержня <math>T_0=290</math> К. Определить температуру сечения стержня в точке, находящейся на расстоянии 5 см от центра источника через 200 с после прекращения его действия. Теплоотдачу в окружающую среду не учитывать. (умение 1)</li><li>2.Конц. источники: На массивное тело из аустенитной стали действует мгновенный источник тепла мощностью <math>Q = 5000</math> Дж. Определить температуру в точке действия источника через 3 с</li></ol>

	<p>после обработки. Начальная температура тела 20°C. (умение 1)</p> <p>3.Конц. источники: Пластины из технического титана сваривают за один проход электронным лучом с погонной энергией <math>q/v=10000</math> Дж/см. Определить толщину пластин, если мгновенная скорость охлаждения металла на оси шва равна <math>W=50^\circ\text{C}/\text{с}</math> при <math>t = 500^\circ\text{C}</math>. Начальная температура тела равна 0°C. (умение 1)</p> <p>4.Конц. источники: Построить распределение удельного теплового потока в различных точках пятна нагрева для следующего режима обработки электронным лучом: <math>U_{\text{уск}}=60</math> кВ, <math>I_{\text{л}} = 100</math> мА (умение 1)</p> <p>5.Конц. источники: Поверхность детали обрабатывается КПЭ с диаметром пятна нагрева <math>d_{\text{н}} = 2</math> см, при этом наибольший тепловой поток в центре пятна нагрева составляет <math>q_{2\text{м}} = 5000</math> Дж/(см<sup>2</sup>·с). Определить эффективную тепловую мощность ИТ (умение 1)</p> <p>6.Конц. источники: Определить коэффициент сосредоточенности теплового потока и наибольший тепловой поток в центре пятна нагрева при сварке пластин КПЭ на режиме: <math>U_{\text{уск}} = 30</math> кВ; <math>I_{\text{л}} = 50</math> мА; <math>\eta = 0,9</math>. Диаметр пятна нагрева <math>d_{\text{н}} = 0,3</math> см (умение 1)</p>
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется, если все 4 задания выполнены в полном объеме или выполнены преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется, если 3 вопроса из 4 раскрыты правильно, выбран верный метод решения обеих задач, но при вычислении в одной из задач допущены ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если студент дал верные ответы на 2 вопроса из 4 (ответил на 1 теоретический вопрос, т.е. показал наличие знаний, и решил 1 задачу, т.е. проявил умения), а на два другие пытался ответить, но допустил ошибки

#### **КМ-2. Особенности взаимодействия электронного луча с обрабатываемым металлом**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится письменно по билетам. Время проведения контрольной работы - 1 час. Студент получает



билет, содержащий 4 вопроса: 2 теоретических (на проверку знаний) и 2 практических (на проверку умений)

### Краткое содержание задания:

Контрольная работа проводится для проверки знаний и умений по второму разделу: “Особенности взаимодействия электронного луча с обрабатываемым металлом”

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основные параметры режима электронно-лучевой сварки и их влияние на процесс сварки</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности взаимодействия ЭЛ: Как происходит взаимодействие электронного луча с металлом? (знание 2)</li> <li>2. Особенности взаимодействия ЭЛ: Какова роль испарения при ЭЛС с глубоким проплавлением? (знание 2)</li> <li>3. Особенности взаимодействия ЭЛ: Какова особенность взаимодействия ускоренного потока электронов с обрабатываемым материалом? (знание 2)</li> <li>4. Особенности: Что представляет собой электронный газ металла и как он взаимодействует с электронами падающего электронного пучка? (знание 2)</li> <li>5. Особенности: Что характеризует формула Шонланда, соотношения Спенсера и Арчарда? Какое из соотношений является более точным?</li> <li>6. Особенности: В каком случае при электронно-лучевом воздействии происходит образование плазмы над каналом проплавления?</li> </ol>
<p>Уметь: анализировать влияние основных параметров режима, протекающих при воздействии электронного луча на обрабатываемый материал</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности взаимодействия ЭЛ: На поверхности массивного тела из углеродистой стали действует мощный быстро движущийся источник тепла с мощностью <math>q = 9450</math> Вт, перемещающийся со скоростью <math>v = 0,5</math> см/с. Оценить степень влияния величины теплопроводности на продолжительность пребывания выше <math>1000</math> °С точек границы сплавления. Начальная температура тела <math>t_0 = 20</math> °С. (умение 2)</li> <li>2. Особенности взаимодействия ЭЛ: Определить длительность пребывания выше <math>1300</math> К точек околошовной зоны, лежащих у границы сплавления (<math>T_m = 1800</math> К), при ЭЛС за один проход плит из низколегированной стали толщиной <math>\delta = 80</math> мм. Параметры обработки: эффективная мощность источника <math>q = 30\,000</math> Дж/с, скорость сварки <math>v = 10</math> м/ч. Начальная температура тела <math>T_0 = 320</math> К (умение 2)</li> <li>3. Особенности взаимодействия ЭЛ: На поверхности массивного тела из меди действует мощный быстро движущийся источник теплоты (электронный луч). Определить погонную энергию ИТ, если мгновенная скорость охлаждения на оси действия источника при <math>520</math> °С составляет <math>W = -150</math> °С/с. Начальная температура тела <math>t_0 = 20</math> °С и <math>\lambda = 3,8</math> Дж/(с·см·°С)</li> </ol>

	<p>(умение 2)</p> <p>4. Особенности: На поверхности полубесконечного тела из меди движется со скоростью <math>v</math> концентрированный МБИТ эффективной мощностью <math>q = 4500</math> Дж/с. Определить значение скорости перемещения источника, если максимальное приращение температуры в плоскости <math>xOy</math> на расстоянии <math>y = 1</math> см от оси шва составляет <math>\Delta T_m = 350</math> К.</p> <p>5. Особенности: Определить длину расплавленной ванны (<math>L_{ж}</math>) при действии электронного пучка мощностью <math>q = 6000</math> Вт на поверхности массивного тела из меди. Начальную температуру тела считать <math>t_0 = 20</math> °С.</p> <p>6. Особенности: Рассчитать температуру в плоскости <math>yOz</math> при сварке за один проход пластин из аустенитной стали толщиной <math>\delta = 7,0</math> мм на режиме: <math>I_{л} = 60</math> мА; <math>U_{уск} = 60</math> кВ; <math>v = 1,1</math> см/с; <math>\eta = 0,95</math>. Расчет вести для случая, когда после обработки пластин прошло 5 с; <math>y = 0; 1,0</math> и <math>2,0</math> см. Температура пластин до обработки <math>t_0 = 20</math> °С; принять <math>\beta_{п} = 0,0015</math> 1/с.</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 3 вопроса из 4 раскрыты правильно, выбран верный метод решения обеих задач, но при вычислении в одной из задач допущены ошибки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если студент дал верные ответы на 2 вопроса из 4 (ответил на 1 теоретический вопрос, т.е. показал наличие знаний, и решил 1 задачу, т.е. проявил умения), а на два другие пытался ответить, но допустил ошибки*

**КМ-3. Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом воздействии**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится письменно по билетам. Время проведения контрольной работы - 1 час. Студент получает билет, содержащий 4 вопроса: 2 теоретических (на проверку знаний) и 2 практических (на проверку умений)

**Краткое содержание задания:**

Контрольная работа проводится для проверки знаний и умений по третьему разделу: "Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом воздействии"

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные процессы, протекающие при электронно-лучевой сварке, и их вклад в формирование качественного сварного соединения</p>	<p>1. Закономерности: Каковы причины образования "корневой поры" при ЭЛС с глубоким проплавлением? (знание 3)          2. Закономерности: Действие каких сил обеспечивает возможность существования канала проплавления и его форму? (знание 3)          3. Закономерности: Запишите условие равновесия на поверхности парогазового канала при ЭЛС с глубоким проплавлением и объясните смысл каждого из слагаемых (знание 3)          4. Закономерности проплавления: Что представляет собой условный расчетный диаметр пятна нагрева и как он определяется? (знание 3)          5. Закономерности проплавления: Как связана удельная мощность электронного пучка с геометрическими характеристиками зоны проплавления? (знание 4)          6. Закономерности проплавления: Записать формулу Шонланда и дать пояснения к ней (знание 3)</p>
<p>Уметь: оценивать эффективность процесса проплавления металла при электронно-лучевой сварке и при необходимости вносить необходимые корректировки параметров режима для получения качественного сварного соединения</p>	<p>1. Закономерности: Листы из низколегированной закаленной стали толщиной <math>\delta = 9</math> мм сваривают электронным пучком за один проход на режиме: <math>I_l = 100</math> мА, <math>U_{\text{уск}} = 60</math> кВ, <math>v = 1,9</math> см/с, <math>\eta = 0,95</math>.          Определить ширину зоны металла, нагревающегося в интервале <math>620 \dots 800</math> °С (зона разупрочнения) и, если отношение ее к <math>\delta</math> окажется более 0,4, то дать рекомендации по изменению режима сварки.          Начальная температура листов <math>t_0 = 20</math> °С (умение 3)          2. Закономерности: На поверхность массивного тела из углеродистой стали наплавляют валик.          Определить ширину зоны, нагреваемой выше <math>727</math> °С, при которой углеродистая сталь в значительной степени теряет свои упругие свойства. Режим обработки: <math>q = 6000</math> Вт, <math>v = 0,25</math> см/с. Начальная температура тела <math>t_0 = 20</math> °С. Дать рекомендации по возможному уменьшению ширины этой зоны в 2 раза (умение 3)          3. При обработке массивного тела из аустенитной стали КПЭ мощностью <math>q = 4000</math> Дж/с в металле шва и по линии сплавления (<math>t_m = 1500</math> °С) возможно образование горячих трещин. Определить скорость обработки, при которой зона нагрева <math>2l</math> до температуры <math>t_m = 1500</math> °С не превышает 0,59 см. Начальная температура тела <math>t_0 = 20</math> °С. Дать рекомендации по возможному уменьшению получаемой зоны нагрева (умение 3)          4. Закономерности проплавления: На поверхности</p>

	<p>массивного тела из углеродистой стали действует КПЭ с параметрами: <math>I_{св} = 400 \text{ А}</math>; <math>U_{д} = 38 \text{ В}</math>; <math>v = 18 \text{ м/ч}</math>;  <math>\eta = 0,8</math>. Определить мгновенную скорость охлаждения при <math>T = 920 \text{ К}</math>, и если она окажется выше <math>25 \text{ К/с}</math>, то определить температуру подогрева <math>T_{н}</math>, обеспечивающую указанную скорость охлаждения. Начальная температура тела <math>T_0 = 293 \text{ К}</math> (умение 3)</p> <p>5.Закономерности проплавления: На поверхности массивного тела из аустенитной стали действует мощный быстродвижущийся источник теплоты (электронный луч) с параметрами: <math>I_{л} = 100 \text{ мА}</math>; <math>U_{уск} = 60 \text{ кВ}</math>; <math>v = 36 \text{ м/ч}</math>; <math>\eta = 0,9</math>. Определить максимальную температуру, которая достигается в точке на расстоянии <math>r = 0,5 \text{ см}</math> от оси действия источника при <math>t_0 = 20 \text{ }^{\circ}\text{С}</math>. (умения 3)</p> <p>6.Закономерности: Пластины из технического титана сваривают за один проход электронным лучом с погонной энергией <math>\text{Дж/см}</math>.  Определить толщину пластин, если мгновенная скорость охлаждения металла на оси шва равна <math>^{\circ}\text{С/с}</math> при <math>t = 500 \text{ }^{\circ}\text{С}</math>. Начальная температура тела <math>t_0 = 0 \text{ }^{\circ}\text{С}</math>.</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 3 вопроса из 4 раскрыты правильно, выбран верный метод решения обеих задач, но при вычислении в одной из задач допущены ошибки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если студент дал верные ответы на 2 вопроса из 4 (ответил на 1 теоретический вопрос, т.е. показал наличие знаний, и решил 1 задачу, т.е. проявил умения), а на два другие пытался ответить, но допустил ошибки*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 6 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Характер теплового источника при электронно-лучевом нагреве. Связь мощности нормального кругового источника с его пространственными характеристиками.
2. Рассчитать максимальную температуру, достигаемую в различных точках бесконечного стержня при его нагреве неподвижным плоским источником.

### Процедура проведения

Экзамен проводится в виде письменной работы по билетам. В каждом билете содержится 2 вопроса: 1 теоретический вопрос и 1 практический вопрос (задача). На выполнение письменной работы студентам дается 1 час (60 минут).

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

#### **1. Компетенция/Индикатор:** ПК-2(Компетенция)

#### **Вопросы, задания**

1. Параметры ЭЛС и электронного луча в непрерывном и импульсном режимах
2. Поглощение мощности при проходе луча через пар. Зависимости, отображающие различные одномерные закономерности поглощения энергии в веществе
3. Рассчитать максимальную температуру, достигаемую в различных точках бесконечной пластины при ее нагреве мощным линейным источником тепла (электронный пучок)
4. Рассчитать максимальную температуру, достигаемую в различных точках массивного тела при его нагреве мощным точечным источником тепла (электронный пучок)
5. Оценить глубину пробега электронов в алюминии при действии на его поверхность электронного пучка ( $U = 30$  кВ, плотность мощности  $10^5$  Вт/см<sup>2</sup>).
6. Определить максимальную глубину пробега электронов в меди при действии на его поверхность электронного пучка ( $U = 60$  кВ, плотность мощности  $10^6$  Вт/см<sup>2</sup>).

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

- 1.1. Что представляет собой коэффициент формы шва?

Ответы:

- а) отношение ширины шва к глубине проплавления
- б) отношение глубины проплавления к ширине шва
- в) площадь получаемой зоны проплавления
- г) отношение площади получаемой зоны проплавления к произведению ширины шва на глубину проплавления

Верный ответ: б)

- 2.3. Как используется принцип наложения при расчете тепловых полей при сварке?

Ответы:

- а) получаемые от действия отдельных источников температурные поля оказывают влияние друг на друга; они могут складываться друг с другом, образуя поле совместного действия, а их взаимное влияние друг на друга учитывается введением дополнительного слагаемого

б) получаемые от действия отдельных источников температурные поля оказывают влияние друг на друга; они могут складываться друг с другом, образуя поле совместного действия, а их взаимное влияние друг на друга учитывается введением дополнительного множителя

в) получаемые от действия отдельных источников температурные поля не влияют друг на друга и могут складываться друг с другом, образуя поле совместного действия

Верный ответ: в)

3.4. Какой источник энергии имеет максимальную плотность энергии?

Ответы:

а) лазерный луч

б) электронный луч

в) электрическая дуга

г) газовое пламя

Верный ответ: а)

4.7. Роль вакуума при ЭЛС

Ответы:

а) для увеличения ускоряющего напряжения

б) для увеличения скорости сварки

в) для обеспечения свободного движения электронов от катода к поверхности обрабатываемого материала

г) для защиты металла шва

Верный ответ: в), г)

5.8. Увеличение давления в вакуумной камере при ЭЛС приводит к:

Ответы:

а) уменьшению мощности электронного пучка

б) увеличению мощности электронного пучка

в) уменьшению проплавляющей способности электронного пучка

г) увеличению проплавляющей способности электронного пучка

Верный ответ: а), в)

## 2. Компетенция/Индикатор: ПК-14(Компетенция)

### Вопросы, задания

1.Формирование канала проплавления при электронно-лучевом воздействии: условия перехода к взрывному вскипанию, характерное время теплопроводности, критическая удельная поверхностная мощность

2.Энергетические условия взаимодействия электронного пучка с обрабатываемым материалом

3.Дефекты, характерные для электронно-лучевой обработки материалов, и причины их появления

4.Оценить критическую плотность мощности, при которой происходит переход к взрывному вскипанию для титана при действии на его поверхность неподвижного электронного пучка ( $U=60$  кВ,  $q= 5$  кВт,  $d=1$  мм).

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.2. Что характеризует величина эффективного КПД при сварке?

Ответы:

а) долю мощности, дошедшую до поверхности обрабатываемого материала

б) долю мощности, затраченную на нагрев и плавление обрабатываемого металла

в) долю мощности, которая расходуется на нагрев окружающих слоев металла за счет теплопроводности

г) мощность источника нагрева

Верный ответ: а)

2.5. В каком случае при электронно-лучевой сварке возможно получение кинжального проплавления?

Ответы:

- а) Если плотность мощности электронного пучка не превышает  $10^8$  Вт/м<sup>2</sup>
- б) Если плотность мощности электронного пучка превышает величину  $5 \cdot 10^9$  Вт/м<sup>2</sup>
- в) Если скорость ввода энергии в материал значительно меньше скорости ее отвода за счет теплопроводности
- г) Если скорость ввода энергии в материал значительно больше скорости ее отвода за счет теплопроводности

Верный ответ: б), г)

3.6. При использовании схемы мощного быстродвижущегося источника принимают, что:

Ответы:

- а) температура обрабатываемого материала перед фронтом движущегося источника равна начальной, до обработки ( $T_0$ )
- б) температура обрабатываемого материала перед фронтом движущегося источника равна  $T_{пл}$
- в) температура обрабатываемого материала перед фронтом движущегося источника равна  $T_{исп}$
- г) температура обрабатываемого материала перед фронтом движущегося источника равна средней между  $T_{пл}$  и  $T_{исп}$

Верный ответ: а)

4.9. Какие дефекты свойственны процессу электронно-лучевой сварки?

Ответы:

- а) образование вакансий и дополнительных межузельных атомов в сварном шве;
- б) пустоты и полости в корне шва;
- в) “корневая пила”;
- г) образование дислокаций в сварном шве

Верный ответ: б), в)

5.10. Что характеризует величина термического КПД при сварке?

Ответы:

- а) Долю мощности, доходящую до поверхности обрабатываемого материала;
- б) Долю мощности, которая тратится на нагрев окружающих слоев металла за счет теплопроводности;
- в) Долю мощности, затрачиваемую непосредственно на плавление материала.

Верный ответ: в)

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент верно или преимущественно ответил на 7 вопросов теста из 10.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент верно или преимущественно ответил на 6 вопросов теста из 10.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент верно или преимущественно ответил на 5 вопросов теста из 10.*

### ***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 приложение к диплому выносятся оценка за семестр и за курсовую работу.



**Для курсового проекта/работы:**

**6 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Защита курсовой работы проводится индивидуально каждым студентом. На защите студенту задается 2 вопроса, охватывающих тематику выполненной курсовой работы, подготовка ответа на которые занимает 10 минут.

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

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент верно или в основном верно выполнил все 4 задания курсовой работы, а также верно ответил на заданные ему на защите вопросы.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент верно или в основном верно выполнил 3 задания курсовой работы, а также в основном верно ответил на заданные ему на защите вопросы.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Студент верно или в основном верно выполнил 2 задания курсовой работы, а при выполнении двух других допустил ошибки. Во время защиты студент верно или в основном ответил хотя бы на один вопрос.*

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

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ». В приложение к диплому выносятся оценка за курсовую работу