

**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
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Родякина Р.В.
	Идентификатор	R768be585-RodiakinaRV-b3c4458f

Р.В. Родякина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петров П.Ю.
	Идентификатор	R653adc76-PetrovPY-f1c0c784

П.Ю. Петров

Заведующий
выпускающей кафедрой

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

А.Л.
Гончаров

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен принимать участие в производственно-технологической деятельности при изготовлении машиностроительных изделий

ИД-2 Демонстрирует понимание физических процессов при обработке и контроле материалов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом и лазерном воздействии. Закономерности резки металлов при лазерном воздействии (Контрольная работа)
2. Особенности взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым металлом (Контрольная работа)
3. Особенности взаимодействия электронного луча с обрабатываемым металлом (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Концентрированные источники энергии и особенности их применения для обработки материалов. Тепловые процессы, протекающие при формировании сварного соединения (Контрольная работа)

БРС дисциплины

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Концентрированные источники энергии и особенности их применения для обработки материалов. Тепловые процессы, протекающие при формировании сварного соединения (Контрольная работа)
- КМ-2 Особенности взаимодействия электронного луча с обрабатываемым металлом (Контрольная работа)
- КМ-3 Особенности взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым металлом (Контрольная работа)
- КМ-4 Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом и лазерном воздействии. Закономерности резки металлов при лазерном воздействии (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	6	9	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			+		
Особенности взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым металлом					
Особенности взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым металлом				+	
Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом и лазерном воздействии. Закономерности резки металлов при лазерном воздействии					
Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом и лазерном воздействии. Закономерности резки металлов при лазерном воздействии					+
Вес КМ:		25	25	25	25

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-2ПК-1 Демонстрирует понимание физических процессов при обработке и контроле материалов	Знать: вклад основных процессов, протекающих при сварке (резке) с использованием КПЭ, в формирование качественного сварного соединения (реза) основные процессы, протекающие при сварке (резке) с использованием КПЭ (лазерный луч) основные процессы, протекающие при сварке с использованием КПЭ (электронный луч) основные параметры режима сварки (резки) с использованием КПЭ (электронный и лазерный луч) и влияние, оказываемое на процесс сварки (резания) при их изменении основные методики расчета температурных	КМ-1 Концентрированные источники энергии и особенности их применения для обработки материалов. Тепловые процессы, протекающие при формировании сварного соединения (Контрольная работа) КМ-2 Особенности взаимодействия электронного луча с обрабатываемым металлом (Контрольная работа) КМ-3 Особенности взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым металлом (Контрольная работа) КМ-4 Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом и лазерном воздействии. Закономерности резки металлов при лазерном воздействии (Контрольная работа)

		полей при воздействии сварочных источников тепла и методики расчета параметров сварочного термического цикла при однопроводной сварке Уметь: анализировать влияние основных процессов, протекающих при воздействии электронного луча на обрабатываемый материал вносить необходимые корректировки параметров режима сварки (резки) с учетом влияния основных процессов, протекающих в металле при сварке (резке) с использованием КПЭ, для получения качественного сварного соединения (реза) оценивать эффективность процесса проплавления металла при сварке и при необходимости давать рекомендации по ее повышению рассчитывать температурные поля при воздействии сварочных источников тепла и	
--	--	---	--

		параметры сварочного термического цикла при однопроводной сварке анализировать влияние основных процессов, протекающих при воздействии лазерного луча на обрабатываемый материал	
--	--	---	--

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: 25

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методики расчета температурных полей при воздействии сварочных источников тепла и методики расчета параметров сварочного термического цикла при однопроходной сварке	1.Конц. источники: Какие расчетные схемы источников теплоты используются в классической теории распространения теплоты при сварке? (знание 2) 2.Конц. источники: Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности и объясните его смысл (знание 2) 3.Конц. источники: Как используется принцип наложения при расчете температурных полей? (знание 2)
Уметь: оценивать эффективность процесса проплавления металла при сварке и при необходимости давать рекомендации по ее повышению	1.Конц. источники: Построить распределение удельного теплового потока в различных точках пятна нагрева для следующего режима обработки электронным лучом: $U_{\text{иск}}=60$ кВ, $I_{\text{л}} = 100$ мА (умение 1) 2.Конц. источники: Поверхность детали обрабатывается КПЭ с диаметром пятна нагрева $d_n = 2$ см, при этом наибольший тепловой поток в центре пятна нагрева составляет $q_{2m} = 5000$ Дж/(см ² ·с). Определить эффективную тепловую мощность ИТ (умение 1) 3.Конц. источники: Определить коэффициент сосредоточенности теплового потока и наибольший тепловой поток в центре пятна нагрева при сварке пластин КПЭ на режиме: $U_{\text{иск}} = 30$ кВ; $I_{\text{л}} = 50$ мА; $\eta = 0,9$. Диаметр пятна нагрева $d_n = 0,3$ см (умение 1)
Уметь: рассчитывать температурные	1.Конц. источники: Участок стержня диаметром 2

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
поля при воздействии сварочных источников тепла и параметры сварочного термического цикла при однопроходной сварке	см из титанового сплава перегрет в зоне шириной 6 см на $T_n=700$ К. Температура остальной части стержня $T_0=290$ 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 2) 2.Конц. источники: На массивное тело из аустенитной стали действует мгновенный источник тепла мощностью $Q = 5000$ Дж. Определить температуру в точке действия источника через 3 с после обработки. Начальная температура тела 20°C. (умение 2) 3.Конц. источники: Пластины из технического титана сваривают за один проход электронным лучом с погонной энергией $q/v=10000$ Дж/см. Определить толщину пластин, если мгновенная скорость охлаждения металла на оси шва равна $W=-50^\circ\text{C}/\text{с}$ при $t = 500$ °C. Начальная температура тела равна 0°C. (умение 2)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент не решил обе задачи (отсутствуют умения) либо не ответил на оба теоретических вопроса (отсутствуют знания) и при решении задач допустил ошибки

КМ-2. Особенности взаимодействия электронного луча с обрабатываемым металлом

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные параметры режима сварки (резки) с использованием КПЭ (электронный и лазерный луч) и влияние, оказываемое на процесс сварки (резания) при их изменении	1. Особенности взаимодействия ЭЛ: Каковы причины образования “корневой пины” при ЭЛС с глубоким проплавлением? (знание 4) 2. Особенности взаимодействия ЭЛ: Действие каких сил обеспечивает возможность существования канала проплавления и его форму? (знание 4) 3. Особенности взаимодействия ЭЛ: Запишите условие равновесия на поверхности парогазового канала при ЭЛС с глубоким проплавлением и объясните смысл каждого из слагаемых (знание 4)
Знать: основные процессы, протекающие при сварке с использованием КПЭ (электронный луч)	1. Особенности взаимодействия ЭЛ: Как происходит взаимодействие электронного луча с металлом? (знание 3) 2. Особенности взаимодействия ЭЛ: Какова роль испарения при ЭЛС с глубоким проплавлением? (знание 3) 3. Особенности взаимодействия ЭЛ: Какова особенность взаимодействия ускоренного потока электронов с обрабатываемым материалом? (знание 3)
Уметь: анализировать влияние основных процессов, протекающих при воздействии электронного луча на обрабатываемый материал	1. Особенности взаимодействия ЭЛ: На поверхности массивного тела из углеродистой стали действует мощный быстро движущийся источник тепла с мощностью $q = 9450$ Вт, перемещающийся со скоростью $v = 0,5$ см/с. Оценить степень влияния величины теплопроводности на продолжительность пребывания выше 1000°C точек границы сплавления. Начальная температура тела $t_0 = 20^\circ\text{C}$. (умение 3) 2. Особенности взаимодействия ЭЛ: Определить длительность пребывания выше 1300 К точек околошовной зоны, лежащих у границы сплавления ($T_m = 1800$ К), при ЭЛС за один проход плит из низколегированной стали толщиной $\delta = 80$ мм. Параметры обработки: эффективная мощность источника $q = 30\,000$ Дж/с, скорость сварки $v = 10$ м/ч. Начальная температура тела $T_0 = 320$ К (умение 3)

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	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 520 °С составляет $W = -150^{\circ}\text{C}/\text{с}$. Начальная температура тела $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$ и $\lambda = 3,8 \text{ Дж}/(\text{с}\cdot\text{см}\cdot^{\circ}\text{C})$ (умение 3)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент не решил обе задачи (отсутствуют умения) либо не ответил на оба теоретических вопроса (отсутствуют знания) и при решении задач допустил ошибки

КМ-3. Особенности взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым металлом

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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: “Особенности взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым металлом”

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные процессы, протекающие при сварке (резке) с использованием КПЭ (лазерный луч)	1. Особенности взаимодействия ЛИ: Записать закон Бугера-Ламберта и объяснить, что он характеризует (знание 4) 2. Особенности взаимодействия ЛИ: При каких плотностях мощности процесс лазерной сварки идет без интенсивного испарения (указать формулу) (знание 4) 3. Особенности взаимодействия ЛИ: Записать соотношение, характеризующее связь между плотностью поглощенной мощности излучения q и мощностью излучения P_0 (знание 4)
Уметь: анализировать влияние основных процессов, протекающих при воздействии лазерного луча на обрабатываемый материал	1. Особенности взаимодействия ЛИ: Предложить возможные меры для увеличения поглощательной способности стали при действии на нее лазерного излучения (умение 4) 2. Особенности взаимодействия ЛИ: температура нагретого тела после его облучения лазерным импульсом, в результате остывания при теплоотводе, меняется как $T_1 = T_{01}(1 - t/t_0)$, где $t=0$ - момент окончания импульса, нагревающего тело. В момент $t=t_{\text{имп}}$ включается новый импульс, который дает дополнительное изменение температуры тела $T_2 = T_{02} \cdot [\exp(a \cdot (t - t_{\text{имп}})) - 1]$. Определить, как будет изменяться температура во время действия второго импульса (умение 4) 3. Особенности взаимодействия ЛИ: Найти мощность излучения, падающего на поверхность, если облученная область имеет вид круга радиуса r_0 и плотность мощности излучения в ней распределена по закону $q = q(\rho, \phi)$, где ρ, ϕ – полярные координаты в плоскости поверхности. $P = k\sqrt{t}$. Оценить, как будет меняться мощность излучения, падающего на поверхность, при изменении распределения плотности мощности в облученной области того же радиуса (умение 4)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент не решил обе задачи (отсутствуют умения) либо не ответил на оба теоретических вопроса (отсутствуют знания) и при решении задач допустил ошибки.

КМ-4. Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом и лазерном воздействии. Закономерности резки металлов при лазерном воздействии

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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

Время проведения контрольной работы - 1 час.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа проводится для проверки знаний и умений по четвертому разделу: “Закономерности проплавления металлов при электронно-лучевом и лазерном воздействии. Закономерности резки металлов при лазерном воздействии”.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: вклад основных процессов, протекающих при сварке (резке) с использованием КПЭ, в формирование качественного сварного соединения (реза)	1.Закономерности проплавления: Как связана удельная мощность электронного пучка с геометрическими характеристиками зоны проплавления? (знание 4) 2.Закономерности проплавления: Чем определяется производительность обработки при импульсном лазерном воздействии? (знание 4) 3.Закономерности проплавления: На что влияет длительность воздействия лазерного излучения в процессе импульсно-периодической обработки? (знание 4)
Уметь: вносить необходимые корректировки параметров режима сварки (резки) с учетом влияния основных процессов, протекающих в металле при сварке (резке) с использованием КПЭ, для получения качественного сварного соединения (реза)	1.Закономерности проплавления: Выбрать тип лазера, который можно использовать для сварки пластин из алюминия. Ответ обосновать (умение 4) 2.Закономерности проплавления: Найти диапазон допустимых значений плотности мощности излучения для сварки «встык» двух пластин из фольги из золота и хрома толщиной 0,1 мм излучением твердотельного лазера на гранате с неодимом (YAG: Nd) ($\tau = 10-4$ с). Считать, что до начала расплавления одной из пластин они теплоизолированы друг от друга, после чего температуры пластин в облученной

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	области равны. Облученная область симметрична относительно сварного шва (умение 4) 3.Закономерности проплавления: Определить максимальную скорость резки медной фольги толщиной $h=0,1$ мм непрерывным излучением YAG:Nd лазера мощностью 500 Вт при радиусе пятна $r_0=50$ мкм. Как будет меняться эта скорость при увеличении разрезаемой толщины медной фольги? (умение 4)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если студент не решил обе задачи (отсутствуют умения) либо не ответил на оба теоретических вопроса (отсутствуют знания) и при решении задач 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. Физические особенности образования сварного соединения при лазерной сварке материалов малых толщин.
3. 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 3 вопроса: 1 теоретический вопрос по электронно-лучевой обработке, 1 теоретический вопрос по обработке лазерным излучением, 1 практический вопрос (задача). Задача может быть как по тематике электронно-лучевой обработки, так и по тематике лазерной обработки. На выполнение письменной работы студентам дается 1 час (60 минут).

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Демонстрирует понимание физических процессов при обработке и контроле материалов

Вопросы, задания

- 1.
1. Параметры лазерного излучения в непрерывном и импульсном режимах
- 2.2. Параметры ЭЛС и электронного луча в непрерывном и импульсном режимах
- 3.3. Поглощение мощности при проходе луча через пар. Зависимости, отображающие различные одномерные закономерности поглощения энергии в веществе
- 4.4. Формирование канала проплавления при электронно-лучевом воздействии: условия перехода к взрывному вскипанию, характерное время теплопроводности, критическая удельная поверхностная мощность
- 5.5. Лазерное излучение. Основные достоинства, позволяющие использовать его в качестве инструмента для обработки материалов
- 6.6. Энергетические условия взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым материалом
- 7.7. Основные процессы взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым материалом (отражение излучения, поглощение излучения, нагрев, плавление, лазерная эрозия)
- 8.8. Особенности лазерного разделения материалов. Механизмы лазерного разделения материалов
- 9.9. Рассчитать максимальную температуру, достигаемую в различных точках бесконечной пластины при ее нагреве неподвижным линейным источником тепла
- 10.10. Вывести формулу для расчета термического КПД для случая проплавления пластины мощным линейным быстро движущимся источником тепла

11.11. Определить плотность мощности лазерного излучения на обрабатываемой поверхности в центре пятна облучения, если известна мощность излучения Р.

(Распределение плотности мощности - гауссово: $q = q_0 \exp(-r/r_0)^2$)

12.12. Оценить толщину прогретого слоя стали при импульсном воздействии на нее излучения лазера YAG:Nd, длительность импульса 10^{-8} с.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.

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

- 2.2. 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

- 3.3. 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

- 4.4. Какой источник энергии имеет максимальную плотность энергии?

Ответы:

- а) лазерный луч
- б) электронный луч
- в) электрическая дуга
- г) газовое пламя

Верный ответ: а

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

Ответы:

- а) Если плотность мощности электронного пучка не превышает 10^8 Вт/м²
- б) Если плотность мощности электронного пучка превышает величину $5 \cdot 10^9$ Вт/м²
- 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

6.6. 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

7.7. 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

8.8. 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

9.9. Что характеризует закон Бугера-Ламберта?

Ответы:

а) изменение скорости воздействия лазерного излучения на обрабатываемый материал

б) ослабление интенсивности падающего лазерного излучения по глубине

в) изменение положения фокуса в процессе лазерной обработки

г) изменение теплофизических свойств обрабатываемого материала

Верный ответ: б

10.10. Как увеличить поглощательную способность материала при лазерной обработке?

Ответы:

а) нанести зачерняющее покрытие на поверхность обрабатываемого материала

б) нанести светлую краску на поверхность обрабатываемого материала

в) увеличить шероховатость обрабатываемой поверхности

г) использовать специальные зеркала

Верный ответ: а, в

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент верно или преимущественно ответил менее чем 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 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент верно или в основном верно выполнил менее 2 заданий курсовой работы. В этом случае до защиты курсовой работы студент не допускается

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.