

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Интеллектуальные производственные технологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Тепловые процессы при сварке**

**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	Овечников С.А.
	Идентификатор	R8f25bf1e-OvechnikovSA-a943abe

С.А.
Овечников

Заведующий
выпускающей кафедрой

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

А.Л.
Гончаров

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. РПК-3 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере энергетического машиностроения

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

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов (Контрольная работа)
2. Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника (Контрольная работа)
3. Распространение теплоты от неподвижного источника (Контрольная работа)
4. Расчет основных характеристик термического цикла. Учет ограниченности размеров тела и распределенности источников теплоты в ходе анализа процесса распространения тепла. Особые случаи расчета распространения теплоты при обработке материалов (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчетно-графическая работа «Расчет основных характеристик термического цикла при воздействии на материал мощного быстродвижущегося источника теплоты» (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- | | |
|------|--|
| КМ-1 | Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов (Контрольная работа) |
| КМ-2 | Распространение теплоты от неподвижного источника (Контрольная работа) |
| КМ-3 | Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника (Контрольная работа) |
| КМ-4 | Расчет основных характеристик термического цикла. Учет ограниченности размеров тела и распределенности источников теплоты в ходе анализа процесса распространения тепла. Особые случаи расчета распространения теплоты при обработке материалов (Контрольная работа) |
| КМ-5 | Расчетно-графическая работа «Расчет основных характеристик термического цикла при |

воздействии на материал мощного быстродвижущегося источника теплоты» (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	5	8	12	16	16
Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов						
Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов	+					
Распространение теплоты от неподвижного источника						
Распространение теплоты от неподвижного источника		+				
Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника						
Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника			+			
Расчет основных характеристик термического цикла. Учет ограниченности размеров тела и распределенности источников теплоты в ходе анализа процесса распространения тепла. Особые случаи расчета распространения теплоты при обработке материалов						
Расчет основных характеристик термического цикла. Учет ограниченности размеров тела и распределенности источников теплоты в ходе анализа процесса распространения тепла. Особые случаи расчета распространения теплоты при обработке материалов				+	+	
Вес КМ:		20	20	20	20	20

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
РПК-3	ИД-ЗРПК-3 Демонстрирует понимание физических процессов при контроле и обработке материалов	Знать: существующие виды схематизации нагреваемых тел и источников тепла при сварке плавлением методики расчета тепловых полей при действии различных неподвижных источников тепла при сварке плавлением методики расчета тепловых полей при действии различных движущихся и быстро движущихся источников тепла при сварке плавлением (в том числе и для особых случаев) методики расчета основных характеристик термического цикла при сварке плавлением (приращение температуры	КМ-1 Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов (Контрольная работа) КМ-2 Распространение теплоты от неподвижного источника (Контрольная работа) КМ-3 Распространение теплоты от движущегося и быстро движущегося источника (Контрольная работа) КМ-4 Расчет основных характеристик термического цикла. Учет ограниченности размеров тела и распределенности источников теплоты в ходе анализа процесса распространения тепла. Особые случаи расчета распространения теплоты при обработке материалов (Контрольная работа) КМ-5 Расчетно-графическая работа «Расчет основных характеристик термического цикла при воздействии на материал мощного быстро движущегося источника теплоты» (Расчетно-графическая работа)

		в точке; длину расплавленной ванны; максимальную температуру, достигаемую в различных точках тела; мгновенную скорость охлаждения; ширину зоны, нагретой выше заданной температуры; длительность пребывания металла выше заданной температуры) Уметь: рассчитывать тепловые поля при действии различных неподвижных источников тепла при сварке плавлением рассчитывать тепловые поля при действии различных движущихся и быстродвижущихся источников тепла при сварке плавлением (в том числе и для особых случаев) рассчитывать основные характеристики термического цикла при сварке плавлением (приращение температуры в точке; длину расплавленной ванны;	
--	--	---	--

		максимальную температуру, достигаемую в различных точках тела; мгновенную скорость охлаждения; ширину зоны, нагретой выше заданной температуры; длительность пребывания металла выше заданной температуры) выбирать вид схематизации нагреваемого тела и источников тепла при сварке плавлением	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает билет, содержащий 4 вопроса: 2 теоретических (на проверку знаний) и 2 практических (на проверку умений).
Время ответа на билет - 1 час.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа «Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов» проводится для проверки знаний и умений по первому разделу: «Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов»

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: существующие виды схематизации нагреваемых тел и источников тепла при сварке плавлением	1.Основные понятия: 1. Какие расчетные схемы источников теплоты используются в классической теории распространения теплоты при сварке? (знание 1) 2.Основные понятия: 2. Какие допущения и почему приняты в классической теории распределения теплоты при сварке? (знание 1) 3.Основные понятия: 3. По каким признакам различаются источники теплоты? (знание 1)
Уметь: выбирать вид схематизации нагреваемого тела и источников тепла при сварке плавлением	1.Основные понятия: 1. Две пластины из алюминия длиной $L = 100$ см, шириной $B = 60$ см и толщиной $\delta = 0,3$ см соединены встык с помощью электронного луча, вносящего теплоту $Q = 1500$ Дж. Диаметр электронного луча $d = 0,1$ см, В месте соединения обеспечено полное проплавление. Выбрать вид схематизации нагреваемого тела и источника тепла. Ответ обосновать (умение 1) 2.Основные понятия: 2. На поверхность массивного тела из углеродистой стали кратковременно воздействовал электронный пучок, в результате чего в нагреваемое тело было внесено количество теплоты $Q = 2000$ Дж. Выбрать вид схематизации нагреваемого тела и источника тепла. Ответ обосновать (умение 1) 3.Основные понятия: 3. Две пластины из меди длиной $L = 100$ см, шириной $B = 60$ см и толщиной $\delta = 0,3$ см соединены встык с помощью электронного луча, вносящего теплоту $Q = 2000$ Дж. Диаметр электронного луча $d = 0,1$ см, В месте соединения обеспечено полное проплавление. Выбрать вид схематизации нагреваемого тела и источника тепла. Ответ обосновать (умение 1)

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. Распространение теплоты от неподвижного источника

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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 второму разделу: "Распространение теплоты от неподвижного источника"

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методики расчета тепловых полей при действии различных неподвижных источников тепла при сварке плавлением	1.Неподвижный источник: 1. Как можно представить процесс нагрева тела непрерывно действующим неподвижным источником тепла, используя принцип наложения? (знание 2) 2.Неподвижный источник: 2. Как рассчитать распределение температур от действия неподвижного непрерывно действующего точечного источника в полубесконечном теле? (знание 2) 3.Неподвижный источник: 3. Как рассчитать распределение температур от действия неподвижного непрерывно действующего линейного источника в пластине? (знание 2)
Уметь: рассчитывать тепловые поля при действии различных неподвижных	1.Неподвижный источник: 1. На ограниченную площадку площадью $0,018 \text{ см}^2$ ($d_l = 1,5 \text{ мм}$) массивного тела из низкоуглеродистой стали действует

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
источников тепла при сварке плавлением	неподвижный источник теплоты ($U=30$ кВ, $I = 156$ мА, эффективный КПД равен 0,9). Определить изменение температуры в точке на расстоянии $R=1$ см спустя 20 с после начала нагрева. Начальную температуру нагреваемого тела принять равной 20°C (умение 2) 2. Неподвижный источник: 2. Участок стержня из латуни перегрет в зоне шириной 6 см на 700 К. Температура остальной части стержня составляет 290 К. Найти температуру сечения стержня в точке, находящейся на расстоянии 5 см от центра источника теплоты, через 200 с после прекращения его действия. Теплоотдачу в окружающую среду не учитывать (умение 2) 3. Неподвижный источник: 3. Для соединения двух стержней из низколегированной стали с площадью поперечного сечения $F = 3,5 \text{ см}^2$ их стык равномерно нагревают источником теплоты с эффективной мощностью $q = 4600$ Дж/с. Определить, какую температуру будут иметь точки стержня, находящиеся на расстоянии $x = 1$ см через $t = 5,2$ с после начала действия источника. Начальная температура стержней $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$ (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-3. Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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 третьему разделу: “Распространение теплоты от движущегося и быстро движущегося источника”. Время проведения - 1 час.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методики расчета тепловых полей при действии различных движущихся и быстро движущихся источников тепла при сварке плавлением (в том числе и для особых случаев)	1. Движущийся источник: 1. Как используется принцип наложения при расчете температуры от действия движущегося источника теплоты? (знание 3) 2. Движущийся источник: Какие источники теплоты относят к быстро движущимся? (знание 3) 3. Движущийся источник: 3. Как рассчитывается приращение температур на этапе теплонасыщения для движущихся источников теплоты? (знание 3)
Уметь: рассчитывать тепловые поля при действии различных движущихся и быстро движущихся источников тепла при сварке плавлением (в том числе и для особых случаев)	1. Движущийся источник: 1. Стержень из углеродистой стали с площадью поперечного сечения 1 см^2 нагревается плоским источником теплоты постоянной мощности $q = 1000 \text{ Вт}$ со скоростью $V = 0,1 \text{ см/с}$. Рассчитать приращение температуры на этапе предельного состояния в точке с координатами $x = 1 \text{ см}$ при теплоотдаче в окружающую среду $bc = 0,1 \text{ 1/с}$ (умение 3) 2. Движущийся источник: 2. При обработке массивного тела из аустенитной стали на его поверхности из точки О со скоростью $V = 0,15 \text{ см/с}$ движется источник тепла мощностью $q = 6000 \text{ Вт}$. Процесс прекращается в точке О1 через 15 с после начала движения из начальной точки (О). Определить температуру в точке О (в точке начала движения источника) в момент окончания процесса. Начальная температура поверхности детали равна 0°C (умение 3) 3. Движущийся источник: 3. По поверхности массивной детали из технического титана перемещается со скоростью $v = 0,6 \text{ см/с}$ электронный луч ($U_{\text{уск}} = 60 \text{ кВ}$; $I_{\text{л}} = 60 \text{ мА}$; $\eta = 0,86$; $d_{\text{л}} = 0,5 \text{ мм}$). Рассчитать для этапа предельного состояния температуру T , К в точке с координатами $x = -2 \text{ см}$; $y = 1 \text{ см}$; $z = 1 \text{ см}$. До обработки температура массивной детали была $T_0 = 290 \text{ К}$ (умение 3)

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-4. Расчет основных характеристик термического цикла. Учет ограниченности размеров тела и распределенности источников теплоты в ходе анализа процесса распространения тепла. Особые случаи расчета распространения теплоты при обработке материалов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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 четвертому разделу: “Расчет основных характеристик термического цикла. Учет ограниченности размеров тела и распределенности источников теплоты в ходе анализа процесса распространения тепла. Особые случаи расчета распространения теплоты при обработке материалов”.
Время проведения - 1 час.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методики расчета основных характеристик термического цикла при сварке плавлением (приращение температуры в точке; длину расплавленной ванны; максимальную температуру, достигаемую в различных точках тела; мгновенную скорость охлаждения; ширину зоны, нагретой выше заданной температуры; длительность пребывания металла выше заданной температуры)	1.Св. цикл: 1. Почему при расчете мгновенной скорости охлаждения не учитывают теплоотдачу с поверхности изделия, а расчет ведут только для оси действия источника теплоты? (знание 4) 2.Св. цикл: 2. Как учитывается влияние ограниченности размеров нагреваемого тела на процесс распространения теплоты? (знание 4) 3.Св. цикл: 3. как определить мгновенную скорость охлаждения при данной

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	температуре при обработке по плоскому слою для точек оси действия источника теплоты? (знание 4)
Уметь: рассчитывать основные характеристики термического цикла при сварке плавлением (приращение температуры в точке; длину расплавленной ванны; максимальную температуру, достигаемую в различных точках тела; мгновенную скорость охлаждения; ширину зоны, нагретой выше заданной температуры; длительность пребывания металла выше заданной температуры)	1.Св. цикл: 1. На поверхности листа из аустенитной стали толщиной 3 мм перемещается со скоростью $V=72$ м/ч концентрированный источник теплоты мощностью $q=2400$ Вт. Рассчитать для предельного состояния приращение температуры в точке, находящейся на нижней плоскости пластины на расстоянии 3 мм позади источника на оси его движения. Теплоотдачей в окружающую среду пренебречь (умение 4) 2.Св. цикл: 2. На поверхности массивного тела из аустенитной стали действует мощный быстродвижущийся источник теплоты с эффективной мощностью $q=6000$ Вт. Определить скорость перемещения источника теплоты, если при обработке металл в течение 5,2 с пребывает при температуре выше заданной (980°C), Начальная температура 20°C; температуру плавления принять равной 1500°C (умение 4) 3.Св. цикл: 3. На лист из низколегированной стали толщиной $\delta = 2,4$ см наплавляют валик с минимальной долей участия основного металла при погонной энергии $q/v = 32\,000$ Дж/см. Определить влияние начальной температуры листа, изменяющейся в пределах от 293 до 243 К, на мгновенную скорость охлаждения металла на оси шва при $T = 973$ К (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

КМ-5. Расчетно-графическая работа «Расчет основных характеристик термического цикла при воздействии на материал мощного быстродвижущегося источника теплоты»

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа выполняется индивидуально каждым студентом по вариантам для проверки знаний и умений по четвертому разделу: “Расчет основных характеристик термического цикла. Учет ограниченности размеров тела и распределенности источников теплоты в ходе анализа процесса распространения тепла. Особые случаи расчета распространения теплоты при обработке материалов”.

Краткое содержание задания:

Расчет основных характеристик термического цикла при действии на материал мощного быстродвижущегося источника теплоты

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методики расчета основных характеристик термического цикла при сварке плавлением (приращение температуры в точке; длину расплавленной ванны; максимальную температуру, достигаемую в различных точках тела; мгновенную скорость охлаждения; ширину зоны, нагретой выше заданной температуры; длительность пребывания металла выше заданной температуры)	1.Перечислите основные характеристики термического цикла, которые можно оценить при воздействии на материал мощного быстродвижущегося источника теплоты 2.Как оценить длину ванны расплава при действии мощного точечного быстродвижущегося источника теплоты? 3.Как определить максимальную температуру, достигаемую в различных точках тела при действии мощного точечного быстродвижущегося источника теплоты?
Уметь: рассчитывать основные характеристики термического цикла при сварке плавлением (приращение температуры в точке; длину расплавленной ванны; максимальную температуру, достигаемую в различных точках тела; мгновенную скорость охлаждения; ширину зоны, нагретой выше заданной температуры; длительность пребывания металла выше заданной температуры)	1.Определить мгновенную скорость охлаждения на оси шва при температуре 700 °С в случае обработки массивного тела из сплава титана КПЭ на режиме: $I_{\text{л}} = 600 \text{ мА}$; $U_{\text{иск}} = 60 \text{ кВ}$; $v = 50 \text{ м/ч}$; $\eta = 0,95$. Температура окружающей среды $t_0 = 20 \text{ °С}$. 2.На поверхности массивного тела из аустенитной стали действует МБИТ с параметрами: $I_{\text{л}} = 100 \text{ мА}$; $U_{\text{иск}} = 60 \text{ кВ}$; $v = 36 \text{ м/ч}$; $\eta = 0,9$.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	Определить максимальную температуру, которая достигается в точке на расстоянии $r = 0,5$ см от оси действия ИТ при $t_0 = 20$ °С. 3. На поверхности массивных деталей из алюминия и меди действует концентрированный МБИТ с параметрами: $I_l = 60$ мА; $U_{\text{уск}} = 60$ кВ; $v = 3$ см/с; $\eta = 0,85$. Определить, до какой температуры будет нагрета точка A ($y = 0,5$ см; $z = 0$) поверхности детали, удаленная от оси действия ИТ на 0,5 см. Начальная температура детали $T_0 = 290$ К.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если все задания расчетно-графической работы 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 при выполнении заданий расчетно-графической работы были допущены несущественные ошибки, которые студент самостоятельно исправил после сделанных замечаний

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если при выполнении всех заданий расчетно-графической работы студентом были допущены серьезные ошибки, но после сделанных замечаний студент самостоятельно исправил их

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если при выполнении всех заданий расчетно-графической работы студентом были допущены серьезные ошибки и после сделанных замечаний студент самостоятельно не смог исправить их

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Какие источники относят к линейным?
2. Как распространяется тепло перед мощным быстродвижущимся источником теплоты?
3. Необходимо, чтобы в начале сварки температура пластины из закаливающейся стали толщиной $\delta = 10$ мм составляла $T = (623...673)$ К. Нагрев пластины осуществляли в печи, а время ее транспортировки от печи до сварочной установки и начала процесса сварки составляло $\tau = 120$ с.
Рассчитать диапазон температур необходимого нагрева пластин в печи, если транспортировка осуществлялась в атмосфере воздуха с температурой 300 К. Принять $\alpha = 5,0 \cdot 10^{(-3)} \text{ Вт}/(\text{см}^{(2)} \cdot \text{К})$ и $c_p = 5,0 \text{ Дж}/(\text{см}^{(3)} \cdot \text{К})$.
4. Пластины из сплава АМг толщиной $d = 8$ мм сваривают за один проход дуговой сваркой на режиме: $I_{\text{св}} = 150 \text{ А}$, $U_{\text{д}} = 30 \text{ В}$, $v = 18 \text{ м/ч}$, $\eta = 0,8$.
Определить ширину зоны сплавления, которая находится примерно между изотермами 100 и 200 °С, если $t_0 = 20^\circ\text{С}$, а теплоемкость сплава $c_p = 2,7 \text{ Дж}/(\text{см}^{(3)} \cdot ^\circ\text{С})$

Процедура проведения

Зачет с оценкой проводится в виде письменной работы по билетам. В каждом билете содержится 4 вопроса: 2 теоретических и 2 практических вопроса (задача). В одной из задач рассматривается распространение теплоты от действия неподвижного источника теплоты, а в другой – от действия движущегося или быстродвижущегося источника теплоты. 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-ЗРПК-3 Демонстрирует понимание физических процессов при контроле и обработке материалов

Вопросы, задания

1. Какие начальные и граничные условия используются при решении дифференциального уравнения теплопроводности?
2. Какие этапы изменения температуры изделия наблюдаются в процессе его электронно-лучевой обработки? Охарактеризуйте каждый из этапов.
3. В каком случае достигается этап теплонасыщения и каковы его особенности?
4. Как рассчитывается мгновенная скорость охлаждения?
5. Какие условия относят к граничным условиям 1-го рода? В каком случае они применяются в расчетах?
6. Какие условия относят к граничным условиям 2-го рода? В каком случае они применяются в расчетах?

7. Пластины из нержавеющей стали толщиной $\delta = 10$ мм сваривают за один проход электронным лучом на режиме: $I_{\text{л}} = 60$ мА; $U_{\text{уск}} = 60$ кВ; $v = 36$ м/ч; $\eta = 0,9$.
 Определить мгновенную скорость охлаждения при $t = 600$ °С в среде с $t_{\text{н}} = 100$ °С.
8. Пластины из низкоуглеродистой стали толщиной $\delta = 1,0$ см сваривают за один проход КПЭ мощностью $q = 5000$ Вт, перемещающимся со скоростью $v = 2,0$ см/с.
 Определить температуру сопутствующего подогрева (t_0), если в точках с координатами $y = 1$ см достигается максимальная температура $t_{\text{м}} = 269$ °С; принять $\text{Дж}/(\text{с} \cdot \text{см}^2 \cdot ^\circ\text{С})$.
9. На поверхности массивной детали из алюминия действует концентрированный МБИТ с параметрами: $I_{\text{л}} = 60$ мА; $U_{\text{уск}} = 60$ кВ; $v = 3$ см/с; $\eta = 0,85$.
 Определить, до какой температуры будет нагрета точка A ($y = 0,5$ см; $z = 0$) поверхности детали, удаленная от оси действия ИТ на $0,5$ см. Начальная температура детали $T_0 = 290$ К.
10. На поверхности массивного тела источником теплоты, движущимся со скоростью $v = 100$ м/ч с эффективной тепловой мощностью $q = 3600$ Дж/с, нагрета до $t_{\text{н}} = 1500$ °С полоска длиной $l = 100$ мм и шириной $B = 1$ мм. Рассчитать, какое количество теплоты (в % к внесенному) будет отдано с этой полоски в окружающую среду с температурой $t_{\text{с}} = 20$ °С за время действия источника, при $\alpha = 34 \cdot 10^{-3}$ Дж/(с·см²·°С).
11. Перед обработкой пластина из углеродистой стали толщиной $\delta = 1$ см была подогрета до $T_{\text{н}} = 473$ К в печи. Рассчитать, какую температуру будет иметь пластина через 5 мин после удаления из печи. Температура окружающей среды $T_{\text{с}} = 273$ К. Принять коэффициент полной поверхностной теплоотдачи $\alpha = 1,8 \cdot 10^{-3}$ Вт/(см²·К), а объемную теплоемкость $c_{\text{р}} = 5,0$ Дж/(см³·К).
12. Стержень длиной 100 мм из аустенитной стали диаметром 2 мм помещен в приспособление так, чтобы на узкую ($D = 0,1$ мм) зону его поверхности по всему периметру действовал концентрированный поток теплоты. Рассчитать, какое количество теплоты должно мгновенно быть внесено в стержень, чтобы в течение 10 с температура на расстоянии 5 мм от места действия источника теплоты поднялась на 70 °С. Исходная температура стержня $t_0 = 20$ °С. Принять $\alpha = 8 \cdot 10^{-4}$ Дж/(с·см²·°С), $c_{\text{р}} = 4,8$ Дж/(см²·°С), $\lambda = 0,29$ Дж/(см·с·°С).

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.
1. Коэффициент температуропроводности представляет собой:

Ответы:

- а) Отношение коэффициента теплопроводности к величине объемной теплоемкости;
- б) Отношение величины объемной теплоемкости к величине коэффициента теплопроводности;
- в) Отношение коэффициента теплопроводности к плотности обрабатываемого материала;
- г) Отношение плотности обрабатываемого материала к величине коэффициента теплопроводности

Верный ответ: а)

- 2.2. 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)

3.3. 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)

4.4. Чем определяются начальные условия при решении дифференциального уравнения теплопроводности?

Ответы:

а) заданием закона распределения температур в теле в начальной координате;

б) заданием закона распределения температур в теле в начальный момент времени;

в) заданием закона распределения коэффициента температуропроводности в начальный момент времени;

г) заданием закона распределения теплофизических величин в начальный момент времени

Верный ответ: б)

5.5. Что характеризует граничное условие 3-го рода?

Ответы:

а) Тепловой поток через границу тела;

б) Значения удельного теплового потока через границу тела;

в) Теплообмен между поверхностью тела и окружающей средой;

г) Распределение температуры на поверхности тела

Верный ответ: в)

6.6. В какой момент завершается этап предельного состояния в процессе обработки?

Ответы:

а) в момент выключения источника теплоты;

б) в момент, когда изменение температуры точек тела по времени возрастает столь незначительно, что температуру можно считать постоянной;

в) в момент, когда количество введенной теплоты становится равно количеству отводимой теплоты;

г) в момент, когда большая часть введенной теплоты начинает распространяться за счет теплопроводности

Верный ответ: а), б)

7.7. Процесс нагрева тела непрерывно действующим неподвижным источником тепла в соответствии с принципом наложения можно представить как:

Ответы:

а) последовательное действие серии линейных источников теплоты

б) последовательное действие серии точечных источников теплоты;

в) параллельное действие серии мгновенных источников теплоты;

г) последовательное действие серии мгновенных источников теплоты

Верный ответ: г)

8.8. Приращение температуры в некоторой точке тела на этапе предельного состояния при действии неподвижного непрерывно действующего источника теплоты постоянной мощности:

Ответы:

- а) обратно пропорционально расстоянию R от этой точки до источника;
- б) прямо пропорционально расстоянию R от этой точки до источника;
- в) не зависит от расстояния R от этой точки до источника

Верный ответ: а)

9.9. Мгновенная скорость охлаждения представляет собой:

Ответы:

- а) первую производную температуры по координате;
- б) первую производную температуры по времени;
- в) первую производную температуры по приращению координат;
- г) первую производную температуры по приращению времени

Верный ответ: б)

10.10. Закон теплопроводности (закон Фурье) устанавливает:

Ответы:

- а) количественную связь между коэффициентом теплопроводности материала, градиентом температуры и удельным тепловым потоком в твердых телах;
- б) количественную связь между плотностью материала, градиентом температуры и удельным тепловым потоком в твердых телах;
- в) количественную связь между теплопроводностью материала, градиентом температуры и удельным тепловым потоком в твердых телах;
- г) количественную связь между объемной теплоемкостью материала, градиентом температуры и удельным тепловым потоком в твердых телах

Верный ответ: 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

Итоговая оценка по курсу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей и оценки, полученной на зачете. В приложение к диплому выносятся итоговая оценка по курсу за семестр.