

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ СВАРКЕ**


|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>   | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | <b>Б1.Ч.02</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>   | <b>5 семестр - 4;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | <b>144 часа</b>   |
| <b>Лекции</b>  | <b>5 семестр - 32 часа;</b>                                     |
| <b>Практические занятия</b>  | <b>5 семестр - 32 часа;</b>                                     |
| <b>Лабораторные работы</b>   | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Консультации</b>  | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>5 семестр - 79,7 часа;</b>                                   |
| <b>в том числе на КП/КР</b>  | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Иная контактная работа</b>  | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>включая:</b><br><b>Контрольная работа</b><br><b>Расчетно-графическая работа</b> |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>   |   |
| <b>Зачет с оценкой</b>   | <b>5 семестр - 0,3 часа;</b>                                    |

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

|   |   |                                |
|---|---|--------------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                                |
|   | 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)

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


(подпись)

С.А. Овечников

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

В.К. Драгунов

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ расчета тепловых процессов при обработке материалов для научно обоснованного построения технологических процессов изготовления энергетического оборудования

### Задачи дисциплины

- приобретение знаний о тепловых процессах, протекающих в металле при сварке плавлением;
- приобретение знаний о связи между тепловыми процессами, протекающими в металле при сварке плавлением, и формированием определенного химического состава, структуры и свойств сварного соединения;
- приобретение знаний о существующих видах схематизации нагреваемых тел и источников тепла при сварке плавлением;
- приобретение навыков расчета температурных полей в зоне обработки и основных характеристик термического цикла при сварке плавлением.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Запланированные результаты обучения  |
|---|---|--|
| ПК-1 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере энергетического машиностроения | ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание физических процессов при контроле и обработке материалов | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- существующие виды схематизации нагреваемых тел и источников тепла при сварке плавлением;</li><li>- методики расчета тепловых полей при действии различных неподвижных источников тепла при сварке плавлением;</li><li>- методики расчета тепловых полей при действии различных движущихся и быстродвижущихся источников тепла при сварке плавлением (в том числе и для особых случаев);</li><li>- 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).</li></ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- выбирать вид схематизации нагреваемого тела и источников тепла при сварке плавлением;</li><li>- рассчитывать тепловые поля при действии различных неподвижных источников тепла при сварке</li></ul> |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения  |
|--------------------------------|--|--|
|                                |  | плавлением;<br>- рассчитывать тепловые поля при действии различных движущихся и быстродвижущихся источников тепла при сварке плавлением (в том числе и для особых случаев);<br>- 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). |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Производство энергетического оборудования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать особенности сварки различных видов сварки сталей, использующихся в энергетическом машиностроении
- знать виды и технологические особенности применения сварки плавлением в машиностроении
- знать основные термины и определения по организации технологических процессов в машиностроении
- уметь производить выбор наиболее приемлемых способов изготовления сварных конструкций в энергетическом машиностроении
- уметь оценивать влияние параметров режимов сварки на геометрические размеры сварного шва
- уметь подбирать технологические параметры режима сварки и устанавливать их на сварочном оборудовании

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации   | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания  |   |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|---|
|       |  |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |   |   |
|       |  |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |   |   |
| КПР   | ГК   | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |   |   |
| 1     | 2  | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15  |   |
| 1     | Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов | 30                    | 5       | 8  | -   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | 14                | -                                 | <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу "Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов" и подготовка к текущему контролю</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], 8-13, 17-28<br/>[3], 25-34, 51-58</p> |   |
| 1.1   | Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов | 30                    |         | 8  | -   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | 14                | -                                 |   |   |
| 2     | Распространение теплоты от неподвижного источника  | 30                    |         | 8  | -   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | 14                | -                                 |   | <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу "Распространение теплоты от неподвижного источника" и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], 34-44, 46-52, 54-55, 58-61<br/>[3], 62-73</p> |
| 2.1   | Распространение теплоты от неподвижного источника  | 30                    |         | 8  | -   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | 14                | -                                 |   |   |
| 3     | Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника                                     | 32                    |         | 8  | -   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | 16                | -                                 |   | <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется построение температурных полей по полученным в расчете значениям. Для их построения выполняются предварительные расчеты тех значений, которые указываются на графиках.</p>            |
| 3.1   | Распространение теплоты от   | 32                    |         | 8  | -   | 8  | -            | - | -   | -  | -  | 16                | -                                 |   |   |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|--|
|     | движущегося и быстродвижущегося источника   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  | Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: Используя схему мощного быстродвижущегося источника теплоты, определить: 1) максимальную температуру ( $t_{max}$ ); 2) рассчитать и построить графики распределения температуры при $\tau = 0,6; 0,8; 1,6; 3,2; 10$ с; 3) изменение температуры по времени для $y = 0; 0,2; 0,6; 1,0; 2,0$ см на поверхности детали, обрабатываемой (свариваемой) без подогрева, и 4) рассчитать мгновенную скорость для оси сварного шва при $t = 600^{\circ}C$ , считая, что теплоотвод осуществляется только в обрабатываемую деталь.<br><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 64-75, 77, 79-80, 87-90<br>[3], 115-123, 142-153 |
| 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 | 34 | 8 | - | 8 | - | - | - | - | - | 18 | - | <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется построение температурных полей по полученным в расчете значениям. Для их построения выполняются предварительные расчеты тех значений, которые указываются на графиках. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: Используя схему мощного быстродвижущегося источника теплоты, определить: 1) максимальную температуру ( $t_{max}$ ); 2) рассчитать и построить графики распределения температуры при $\tau = 0,6; 0,8; 1,6; 3,2; 10$ с; |  |
| 4.1 | Расчет основных   | 34 | 8 | - | 8 | - | - | - | - | - | 18 | - |  |  |

|  |                  |       |    |   |    |   |   |   |   |     |      |      |  |
|--|------------------|-------|----|---|----|---|---|---|---|-----|------|------|--|
| <p>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</p> |                  |       |    |   |    |   |   |   |   |     |      |      | <p>3) изменение температуры по времени для <math>y = 0; 0,2; 0,6; 1,0; 2,0</math> см на поверхности детали, обрабатываемой (свариваемой) без подогрева, и 4) рассчитать мгновенную скорость для оси сварного шва при <math>t = 600^{\circ}\text{C}</math>, считая, что теплоотвод осуществляется только в обрабатываемую деталь.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу "Расчет основных характеристик термического цикла..." и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], 94-97, 100-101, 103-104, 106-108, 111-116, 118-124<br/>[2], 325-342</p> |
|  | Зачет с оценкой  | 18.0  | -  | - | -  | - | - | - | - | 0.3 | -    | 17.7 |  |
|  | Всего за семестр | 144.0 | 32 | - | 32 | - | - | - | - | 0.3 | 62   | 17.7 |  |
|  | Итого за семестр | 144.0 | 32 | - | 32 | - | - | - | - | 0.3 | 79.7 |      |  |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

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

1.1. 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. Закон теплопроводности (закон Фурье). Дифференциальное уравнение теплопроводности. Начальные и граничные условия. Схематизация нагреваемого тела и источников теплоты. Основные понятия и законы расчета, принимаемые при использовании распределенного объемного источника. Этапы изменения температуры при действии различных источников теплоты. Особенности протекания тепловых процессов при различных видах сварки.

#### 2. Распространение теплоты от неподвижного источника

2.1. Распространение теплоты от неподвижного источника

2. Распространение теплоты от неподвижного источника. Распространение теплоты от неподвижного мгновенного источника. Распространение теплоты от неподвижного непрерывно действующего источника теплоты постоянной мощности (этап теплонасыщения, этап предельного состояния, этап выравнивания температуры).

#### 3. Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника

3.1. Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника

Движущиеся источники теплоты постоянной мощности (этап теплонасыщения, этап предельного состояния, этап выравнивания температуры). Понятие о мощном быстродвижущемся источнике теплоты.

#### 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

4.1. 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 (расчет приращения температуры в точке; расчет длины расплавленной ванны; расчет максимальной температуры в точке тела; расчет мгновенной скорости охлаждения; расчет ширины зоны, нагретой выше заданной температуры; расчет длительности пребывания металла выше заданной температуры). Точечный источник теплоты на поверхности толстой пластины (плоского слоя). Влияние ограниченности размеров тела на процесс распространения теплоты. Нагрев тонкостенных оболочек. Расчет температур при сварке разнородных металлов.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. 14. Влияние ограниченности размеров тела на процесс распространения тепла (2 часа);
2. 13. Точечный источник теплоты на поверхности толстой пластины (плоского слоя) (2 часа);
3. 12. КМ № 3 (контрольная работа) (2 часа);
4. 11. Мощный быстродвижущийся источник теплоты и расчет основных



- характеристик термического цикла: расчет мгновенной скорости охлаждения; расчет ширины зоны нагрева выше заданной температуры; расчет длительности пребывания металла выше заданной температуры (2 часа).;
5. 10. Мощный быстродвижущийся источник теплоты и расчет основных характеристик термического цикла: расчет приращения температуры в точке при действии мощного быстродвижущегося источника теплоты; расчет длины расплавленной ванны; расчет максимальной температуры в точке (2 часа);
6. 9. Движущиеся источники теплоты постоянной мощности: этап теплонасыщения, этап выравнивания температуры (2 часа);
7. 8. КМ № 2 (контрольная работа) (1 час). Движущиеся источники теплоты постоянной мощности: этап предельного состояния (1 час);
8. 2. Применение метода источников и принципа наложения. Определение удельных тепловых потоков с поверхности обрабатываемого тела за счет конвективной, лучистой теплоотдачи (2 часа).;
9. 6. Распространение теплоты от неподвижного непрерывно действующего источника теплоты постоянной мощности: этап теплонасыщения, этап предельного состояния (2 часа);
10. 5. КМ-1 (контрольная работа) (1 час). Распространение теплоты от неподвижных мгновенных источников (точечный, линейный, плоский) (1 час).;
11. 4. Применение закона теплопроводности Фурье для различных случаев нагрева тела. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Начальные и граничные условия. Схематизация нагреваемого тела и источников теплоты (2 часа).;
12. 3. Определение полной теплоотдачи. Расчет изменения температуры от времени или времени, необходимого для охлаждения тела до заданной температуры (2 часа).;
13. 15. Распределенные источники теплоты: мгновенный нормально круговой источник, движущийся нормально круговой источник. Нагрев тонкостенных оболочек (2 часа).;
14. 1. Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов (2 часа);
15. 7. Распространение теплоты от неподвижного непрерывно действующего источника теплоты постоянной мощности: этап предельного состояния, этап выравнивания температуры (2 часа).;
16. 16. Расчет температур при сварке разнородных металлов (1 час) + КМ № 4 (1 час).

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Консультации по разделу "Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов"
2. Консультации по разделу "Распространение теплоты от неподвижного источника"
3. Консультации по разделу "Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника"
4. Групповые консультации по 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"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)  | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   | Оценочное средство<br>(тип и наименование)   |
|---|------------------|---|---|---|---|--|
|   |                  | 1   | 2 | 3 | 4 |  |
| <b>Знать:</b>   |                  |   |   |   |   |  |
| 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) | ИД-3ПК-1         |   |   |   | + | Расчетно-графическая работа/Расчетно-графическая работа «Расчет основных характеристик термического цикла при воздействии на материал мощного быстродвижущегося источника теплоты»<br>Контрольная работа/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 |
| методики расчета тепловых полей при действии различных движущихся и быстродвижущихся источников тепла при сварке плавлением (в том числе и для особых случаев)  | ИД-3ПК-1         |   |   | + |   | Контрольная работа/Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника  |
| методики расчета тепловых полей при действии различных неподвижных источников тепла при сварке плавлением   | ИД-3ПК-1         |   | + |   |   | Контрольная работа/Распространение теплоты от неподвижного источника   |
| существующие виды схематизации нагреваемых тел и источников тепла при сварке плавлением   | ИД-3ПК-1         | +   |   |   |   | Контрольная работа/Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов  |
| <b>Уметь:</b>   |                  |   |   |   |   |  |
| рассчитывать основные характеристики термического цикла при сварке плавлением (приращение температуры в точке; длину расплавленной ванны; максимальную температуру,   | ИД-3ПК-1         |   |   |   | + | Расчетно-графическая работа/Расчетно-графическая работа «Расчет основных характеристик термического цикла при воздействии на материал мощного быстродвижущегося источника теплоты»   |

|  |          |   |   |   |  |  |
|--|----------|---|---|---|--|--|
| достигаемую в различных точках тела; мгновенную скорость охлаждения; ширину зоны, нагретой выше заданной температуры; длительность пребывания металла выше заданной температуры) |          |   |   |   |  | Контрольная работа/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 |
| рассчитывать тепловые поля при действии различных движущихся и быстро движущихся источников тепла при сварке плавлением (в том числе и для особых случаев)                       | ИД-3ПК-1 |   |   | + |  | Контрольная работа/Распространение теплоты от движущегося и быстро движущегося источника   |
| рассчитывать тепловые поля при действии различных неподвижных источников тепла при сварке плавлением   | ИД-3ПК-1 |   | + |   |  | Контрольная работа/Распространение теплоты от неподвижного источника   |
| выбирать вид схематизации нагреваемого тела и источников тепла при сварке плавлением   | ИД-3ПК-1 | + |   |   |  | Контрольная работа/Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов  |

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **5 семестр**

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)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №5)*

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 выносится итоговая оценка по курсу за семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Тепловые процессы обработки материалов концентрированными потоками энергии : учебное пособие по курсу "Теоретические основы сварки плавлением" по направлениям подготовки бакалавров 13.03.03 "Энергетическое машиностроение" и 15.03.01 "Машиностроение" / Р. В. Родякина, А. В. Щербаков, Д. А. Гапонова, М. А. Каримбеков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 136 с. - ISBN 978-5-7046-2198-0 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10976](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10976);
2. Теория сварочных процессов : Учебник для вузов по специальности "Оборудование и технология сварочного производства" / В. Н. Волченко, и др. ; Ред. В. В. Фролов . – М. : Высшая школа, 1988 . – 559 с. : 1.60 .;
3. Н. Н. Рыкалин- "Расчеты тепловых процессов при сварке", Издательство: "Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы",

Москва, 1951 - (294 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220670>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office;
2. Windows;
3. MathCad.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
10. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование               | Оснащение  |
|---|---|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ                     | сервер, кондиционер  |
|   | Х-101в, Лаборатория неразрушающего контроля | парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный   |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Х-101в, Лаборатория неразрушающего контроля | парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный   |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Х-101в, Лаборатория неразрушающего контроля | парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный   |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | НТБ-303, Компьютерный читальный зал         | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования  | Х-101в, Лаборатория неразрушающего контроля | парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный   |
| Помещения для хранения оборудования и учебного                          | Х-202в, Помещение кафедры "Технологии       | стол, стул, шкаф   |

|           |           |  |
|-----------|-----------|--|
| инвентаря | металлов" |  |
|-----------|-----------|--|

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Тепловые процессы при сварке

(название 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.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 5    | 8    | 12   | 16   | 16   |
| 1             | Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов  |            |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Основные понятия, законы и допущения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при обработке материалов  |            | +    |      |      |      |      |
| 2             | Распространение теплоты от неподвижного источника   |            |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Распространение теплоты от неподвижного источника   |            |      | +    |      |      |      |
| 3             | Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника  |            |      |      |      |      |      |
| 3.1           | Распространение теплоты от движущегося и быстродвижущегося источника  |            |      |      | +    |      |      |
| 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 |            |      |      |      |      |      |
| 4.1           | 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 |