

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрооборудование летательных аппаратов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Электротехнология**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федин М.А.
	Идентификатор	R3e9797a9-FedinMA-34f385d8

М.А. Федин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

М.Ю.
Румянцев

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

М.Ю.
Румянцев

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности

ИД-2 Демонстрирует знание областей применения и особенностей электротехнологических установок основных типов, их характеристик как потребителей электроэнергии, применяет эти знания при решении профессиональных задач

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Введение в электротехнологию. Теплопередача в электротехнологических установках (Тестирование)
2. Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева (Тестирование)
3. Индукционный и диэлектрический нагрев (Тестирование)
4. Установки резистивного нагрева (Тестирование)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Введение в электротехнологию					
Введение в электротехнологию	+				
Теплопередача в ЭТУ					
Теплопередача в ЭТУ	+				
Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.					
Электрические печи сопротивления (ЭПС). Электрооборудование ЭПС.		+	+	+	
Индукционный и диэлектрический нагрев					
Индукционный и диэлектрический нагрев		+	+	+	

Установки дугового нагрева				
Установки дугового нагрева		+	+	+
Плазменный нагрев. Установки электронно- лучевого и лазерного нагрева. Печи электрошлакового переплава.				
Плазменный нагрев. Установки электронно- лучевого и лазерного нагрева. Печи электрошлакового переплава.		+	+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-2ПК-2 Демонстрирует знание областей применения и особенностей электротехнологических установок основных типов, их характеристик как потребителей электроэнергии, применяет эти знания при решении профессиональных задач	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физические основы и классификацию современных электротехнологических процессов и оборудования; - основные источники научно-технической информации по электротехническим материалам, электропечестроению, системам электроснабжения и управления ЭТУ; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять нормативные методики расчёта и применять их для решения поставленной задачи, осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы; 	<p>Введение в электротехнологию. Теплопередача в электротехнологических установках (Тестирование)</p> <p>Установки резистивного нагрева (Тестирование)</p> <p>Индукционный и диэлектрический нагрев (Тестирование)</p> <p>Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева (Тестирование)</p>

		<p>- использовать программные средства для расчётов характеристик разрабатываемых ЭТУ – тепловых, электрических, механических;</p>	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Введение в электротехнологию. Теплопередача в электротехнологических установках

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование проводится в СДО "Прометей".

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний по теплопередаче. Студенту предлагается выбрать один правильный ответ из предложенных.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: - основные источники научно-технической информации по электротехническим материалам, электропечестроению, системам электроснабжения и управления ЭТУ;</p>	<p>1.1. Принцип переноса теплоты от точки с большей температурой к точке с меньшей температурой на фундаментальном уровне определяется следующим физическим законом (выберите правильный вариант): 1) второе начало термодинамики; 2) закон Фурье; 3) закон Гей-Люссака; 4) первое начало термодинамики. Ответ - 1.</p> <p>2. Температурным полем в общем случае называется: 1) совокупность температур в каждой точке пространства, не зависящая от времени; 2) особая форма материи, проявляющая себя в виде теплового воздействия на тела, помещенные в нее; 3) совокупность температур в каждой точке пространства, зависящая от времени; 4) совокупность температур в каждой точке пространства, не зависящая от времени и зависящая от энтальпии. Ответ - 3.</p> <p>3. Стационарным теплообменом называется теплообмен, при котором: 1) совокупность температур в каждой точке пространства не зависит от времени; 2) совокупность температур в каждой точке пространства не изменяется произвольно; 3) совокупность температур в каждой точке пространства зависит от времени; 4) совокупность температур в каждой точке пространства не зависит от времени, но зависит от энтальпии. Ответ - 1.</p> <p>4. Нестационарным теплообменом называется теплообмен, при котором: 1) совокупность температур в каждой точке</p>
---	--

пространства не зависит от времени; 2) совокупность температур в каждой точке пространства не изменяется произвольно; 3) совокупность температур в каждой точке пространства зависит от времени; 4) совокупность температур в каждой точке пространства не зависит от времени, но зависит от энтальпии.

Ответ - 3.

5. Коэффициент теплопроводности, входящий в закон Фурье, показывает:

1) какое количество теплоты в единицу времени передается через плоскую стенку площадью 1 кв. м и толщиной 1 м при разнице температур на границах стенки в 1 градус; 2) какое количество теплоты передается через плоскую стенку площадью 1 кв. м и толщиной 1 м при разнице температур на границах стенки в 1 градус; 3) какое количество теплоты в единицу времени передается через плоскую стенку толщиной 1 м при разнице температур на границах стенки в 1 градус; 4) какая мощность (в Вт) передается через плоскую стенку толщиной 1 м при разнице температур на границах стенки в 1 градус.

Ответ - 1.

6. Укажите характерные значения коэффициента теплопроводности для железа и сталей (ориентировочно):

1) 340 - 360; 2) 390 - 420; 3) 45 - 53; 4) 220 - 260.

Ответ - 3.

7. Критерий Био – это (выберите правильный ответ):

1) критерий, характеризующий свойства среды, в которой происходит теплообмен; 2) критерий теплотехнической массивности изделия; 3) критерий, характеризующий характер движения среды при вынужденной конвекции; 4) критерий, характеризующий соотношение объемных подъемных сил, действующих при естественной конвекции, и сил, обусловленных вязкостью среды.

Ответ - 2.

8. Коэффициент конвективной теплопередачи, входящий в закон Ньютона для конвекции, показывает:

1) какое количество теплоты в единицу времени передается от плоской стенки площадью 1 кв. м в окружающую среду (или наоборот) при разнице температур между стенкой и средой в 1 градус; 2) какое количество теплоты передается от плоской стенки площадью 1 кв. м в окружающую среду (или наоборот) при разнице температур между стенкой и

средой в 1 градус; 3) какое количество теплоты в единицу времени передается от плоской стенки толщиной 1 м в окружающую среду (или наоборот) при разнице температур между стенкой и средой в 1 градус; 4) какая мощность (в Вт) передается от плоской стенки толщиной 1 м в окружающую среду (или, наоборот, от окружающей среды к стенке) при разнице температур между стенкой и средой в 1 градус.

Ответ - 1.

9. Критерий Рейнольдса – это (выберите правильный ответ):

1) критерий, характеризующий свойства среды, в которой происходит теплообмен; 2) критерий теплотехнической массивности изделия; **3) критерий, характеризующий характер движения среды при вынужденной конвекции;** 4) критерий, характеризующий соотношение объемных подъемных сил, действующих при естественной конвекции, и сил, обусловленных вязкостью среды.

Ответ - 3.

10. Критерий Пекле – это (выберите правильный ответ):

1) критерий, характеризующий свойства среды, в которой происходит теплообмен; 2) критерий теплотехнической массивности изделия; 3) критерий, характеризующий характер движения среды при вынужденной конвекции; 4) критерий, характеризующий соотношение объемных подъемных сил, действующих при естественной конвекции, и сил, обусловленных вязкостью среды.

Ответ - 1.

11. Критерий Грасгофа – это (выберите правильный ответ):

1) критерий, характеризующий свойства среды, в которой происходит теплообмен; 2) критерий теплотехнической массивности изделия; 3) критерий, характеризующий характер движения среды при вынужденной конвекции; **4) критерий, характеризующий соотношение объемных подъемных сил, действующих при естественной конвекции, и сил, обусловленных вязкостью среды.**

Ответ - 4.

12. Что можно сказать о характере движения среды, в которой происходит конвективный теплообмен, если значение критерия Рейнольдса $Re = 25000$:

1) характер движения среды ламинарный; **2) характер движения среды сильно турбулентный;** 3) нельзя

однозначно судить о характере движения среды; 4) характер движения среды квазиламинарный.
Ответ - 2.

13. Что можно сказать о характере движения среды, в которой происходит конвективный теплообмен, если значение критерия Рейнольдса $Re = 1000$:

1) характер движения среды ламинарный; 2) характер движения среды сильно турбулентный; 3) нельзя однозначно судить о характере движения среды; 4) характер движения среды квазиламинарный.

Ответ - 1.

14. Что можно сказать о характере движения среды, в которой происходит конвективный теплообмен, если значение критерия Рейнольдса $Re = 7000$:

1) характер движения среды ламинарный; 2) характер движения среды сильно турбулентный; 3) нельзя однозначно судить о характере движения среды; 4) характер движения среды квазиламинарный.

Ответ - 3.

15. В общем случае конвективный теплообмен описывается уравнениями:

1) Навье – Стокса; 2) Ньютона; 3) Лапласа – Пуассона; 4) Стефана – Больцмана.

Ответ - 1.

16. Основным уравнением, описывающим теплообмен излучением, является уравнение:

1) Релэ – Джинса; 2) Стефана – Больцмана; 3) М. Планка; 4) Вина.

Ответ - 2.

17. Зависимость спектральной плотности теплового излучения от длины волны излучения описывается уравнением:

1) Релэ – Джинса; 2) Стефана – Больцмана; 3) М. Планка; 4) Вина.

Ответ - 3.

18. Выберите размерность (единицу измерения), которую имеет постоянная Стефана – Больцмана:

1) $Вт/(м^2 \cdot К^4)$; 2) $Вт/(м^2 \cdot К)$; 3) $Вт/(м \cdot К)$; 4) $Вт/(м^2 \cdot мкм)$.

Ответ - 1.

19. Выберите размерность (единицу измерения), которую имеет степень черноты тела, участвующего в лучистом теплообмене:

1) степень черноты не имеет размерности, она безразмерна; 2) $Вт/(м^2 \cdot К)$; 3) $Вт/(м \cdot К)$; 4)

	<p>Вт/(м²*мкм).</p> <p>Ответ - 1.</p> <p>20. Какой вид теплообмена между нагревателями и нагреваемым изделием является основным в низкотемпературной электрической печи сопротивления (с рабочей температурой 400 °С): 1) теплопроводность; 2) конвекция и излучение; 3) излучение; 4) конвекция.</p> <p>Ответ - 4.</p> <p>21. Какой вид теплообмена между нагревателями и нагреваемым изделием является основным в высокотемпературной вакуумной электрической печи сопротивления (с рабочей температурой 1800 °С): 1) теплопроводность; 2) конвекция и излучение; 3) излучение; 4) конвекция.</p> <p>Ответ - 3.</p> <p>22. Какой вид теплообмена между электрическими дугами в дуговой сталеплавильной печи (ДСП) и ванной металла является основным: 1) теплопроводность; 2) конвекция и излучение; 3) излучение; 4) конвекция.</p> <p>Ответ - 3.</p> <p>23. Какой вид теплообмена является основным внутри трубки индуктора индукционной печи, охлаждаемого водой: 1) теплопроводность; 2) излучение; 3) свободная конвекция; 4) вынужденная конвекция.</p> <p>Ответ - 4.</p>
<p>Уметь: - использовать программные средства для расчётов характеристик разрабатываемых ЭТУ – тепловых, электрических, механических;</p>	<p>1.1. Чему равна мощность, передаваемая через 1 кв. м плоской стенки из алюминия толщиной 0,25 м при разнице температур на границах стенки в 10 градусов: 1) 450 Вт; 2) 21,5 кВт; 3) 2,6 кВт; 4) 10,4 кВт.</p> <p>Ответ - 4.</p> <p>2. Рассчитайте мощность конвективных теплопотерь здания суммарной площадью наружной поверхности 120 м², если температура поверхности составляет 12 °С, температура 0 °С, а коэффициент конвективной теплопередачи равен 15 Вт/(м²*°С): 1) 12,4 кВт; 2) 21,6 кВт; 3) определить невозможно; 4) 31,2 кВт.</p> <p>Ответ - 2.</p> <p>3. Рассчитайте энергию конвективных теплопотерь здания суммарной площадью наружной поверхности 120 м² за сутки, если в течение этого времени температура поверхности составляет 12 °С,</p>

	<p>температура 0 °С, а коэффициент конвективной теплопередачи равен 10 Вт/(м²*°С): 1) 1244 МДж; 2) 2120 МДж; 3) определить невозможно; 4) 1432 ккал. Ответ - 1.</p> <p>4. Рассчитайте энергию конвективных теплопотерь здания суммарной площадью наружной поверхности 120 м² за сутки, если в течение этого времени температура поверхности составляет 2 °С, температура 0 °С, а коэффициент конвективной теплопередачи равен 10 Вт/(м²*°С): 1) 30 кВт*час; 2) 21,2 кВт*час; 3) 34,2 кВт*час; 4) 57,6 кВт*час. Ответ - 4.</p> <p>5. Вычислите поток мощности, излучаемой сгустком плазмы с площадью наружной поверхности 1 кв. м в окружающую среду, если температура поверхности плазмы составляет 5000 К: 1) 35,4 МВт; 2) 120 кВт; 3) 12,6 МВт; 4) 56 кВт. Ответ - 1.</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60%

КМ-2. Установки резистивного нагрева

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование проводится в СДО "Прометей".

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний по резистивному нагреву. Студенту предлагается выбрать один правильный ответ из предложенных.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: - физические основы и классификацию современных электротехнологических процессов и оборудования;

- 1.1. Для чего используется питание постоянным током в установках электроконтактного нагрева?
А) для выравнивания температурного поля по сечению заготовки
б) для повышения коэффициента мощности
в) для повышения производительности
г) для повышения коэффициента использования источника питания

2. Каким образом можно сделать распределение плотности переменного тока в гнутой заготовке более равномерным при ее электроконтактном нагреве?
А) увеличить время нагрева
б) уменьшить время нагрева
в) использовать магнитопроводы специальной формы
г) это невозможно сделать

3. Какие трансформаторы применяют в качестве источников питания для установок электроконтактного нагрева (трансформатор первичной обмоткой подключается к сети 0,4 кВ)?
А) повышающие
Б) понижающие
В) импульсные
Г) сварочные

4. Каково значение коэффициента мощности установки резистивного нагрева косвенного действия (ЭПС) (ориентировочно)?
А) 0,7 – 0,8
Б) около 0,8
В) близко к 1
Г) близко к 0,9

5. Каково значение коэффициента мощности установки резистивного нагрева прямого действия (установки электроконтактного нагрева) (ориентировочно)?
А) 0,75 – 0,9
Б) около 0,5
В) близко к 1
Г) близко к 0,9

6. К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 600 °С?
А) низкотемпературные
Б) среднетемпературные
В) высокотемпературные
Г) сверхвысокотемпературные

7. К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 1000 °С?

- А) низкотемпературные
- Б) среднетемпературные**
- В) высокотемпературные
- Г) сверхвысокотемпературные

8. К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 1100 °С?

- А) низкотемпературные
- Б) среднетемпературные**
- В) высокотемпературные
- Г) сверхвысокотемпературные

9. К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 1400 °С?

- А) низкотемпературные
- Б) среднетемпературные
- В) высокотемпературные**
- Г) сверхвысокотемпературные

10. К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 2000 °С?

- А) низкотемпературные
- Б) среднетемпературные
- В) высокотемпературные
- Г) сверхвысокотемпературные**

11. К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 250 °С?

- А) низкотемпературные**
- Б) среднетемпературные
- В) высокотемпературные
- Г) сверхвысокотемпературные

12. К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 500 °С?

- А) низкотемпературные**
- Б) среднетемпературные
- В) высокотемпературные
- Г) сверхвысокотемпературные

13. К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 950 °С?

- А) низкотемпературные**

- Б)** среднетемпературные
- В)** высокотемпературные
- Г)** сверхвысокотемпературные

14. К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 1500 °С?

- А)** низкотемпературные
- Б)** среднетемпературные
- В)** высокотемпературные
- Г)** сверхвысокотемпературные

15. К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 1150 °С?

- А)** низкотемпературные
- Б)** среднетемпературные
- В)** высокотемпературные
- Г)** сверхвысокотемпературные

16. В ЭПС какого типа используется экранная теплоизоляция?

- А)** вакуумные высокотемпературные ЭПС
- Б)** среднетемпературные ЭПС
- В)** низкотемпературные ЭПС
- Г)** компрессионные ЭПС

17. Какой вид теплообмена называется сложным теплообменом?

- А)** вид теплообмена, при котором одновременно работают механизмы теплопроводности и излучения
- Б)** вид теплообмена, при котором одновременно работают механизмы конвекции и излучения
- В)** вид теплообмена, который из-за сложности физических процессов можно рассчитать только численным методом (с использованием уравнения Навье-Стокса)
- Г)** вид теплообмена, при котором одновременно работают механизмы теплопроводности, конвекции и излучения

18. Из какого числа слоев (минимально) обязательно должна состоять футеровка среднетемпературных электропечей сопротивления?

- А)** 1
- Б)** 2
- В)** 3
- Г)** из какого угодно

19. В какое время появились первые промышленные установки резистивного нагрева?

- А)** 19 в.

- Б) кон. 18 в.
- В) нач. 20 в.
- Г) 30-е гг. 20 в.

20. В какое время сложилась основополагающая теория резистивного нагрева, включающая законы Ома и Джоуля – Ленца?

- А) 40-е гг. 19 в.
- Б) 20-е гг. 19 в.
- В) нач. 20 в.
- Г) 30-е гг. 19 в.

21. Каким свойством обязательно должен обладать любой инфракрасный излучатель?

- А) излучать равномерно в широком диапазоне длин волн
- Б) быть абсолютно черным телом
- В) свойством селективного излучателя**
- Г) иметь матовую поверхность

22. Засыпку из какого материала применяют при изготовлении трубчатых электронагревателей (ТЭНов)?

- А) шамот легковесный
- Б) изовер
- В) гетинакс
- Г) периклаз**

23. Выберите часть конструкции, не относящуюся к футеровке ЭПС:

- А) подина (под)
- Б) шибер**
- В) свод
- Г) боковые стены

24. Какой из видов нагревательных кабелей содержит в своей конструкции полупроводящую матрицу, изменяющую свои свойства при изменении температуры?

- А) резистивные кабели постоянной мощности
- Б) саморегулирующиеся кабели**
- В) СКИН-система
- Г) кабели типа LongLine

25. Какой физический эффект лежит в основе принципа действия индукционно-резистивной системы нагрева (СКИН-системы)?

- А) эффект магнитного паза
- Б) поверхностный эффект**
- В) катушечный эффект
- Г) эффект Пелтье

26. Какой физический эффект лежит в основе принципа действия индукционно-резистивной системы нагрева (СКИН-системы)?

- А) эффект магнитного паза
- Б) катушечный эффект
- В) эффект близости**
- Г) эффект Пелтье

27. В каком месте СКИН-системы наблюдается максимальная плотность тока?

- А) плотность тока везде одинакова
- Б) на внутренней поверхности наружной ферромагнитной трубки**
- В) в центральном проводнике
- Г) на внешней поверхности наружной ферромагнитной трубки

28. Какой из видов нагревательных кабелей используется при монтаже теплого пола?

- А) резистивные кабели постоянной мощности**
- Б) саморегулирующиеся кабели
- В) СКИН-система
- Г) кабели типа LongLine

29. Как соотносятся пусковые токи одного и того же саморегулирующегося кабеля, обогревающего трубопровод, для холодной и теплой обогреваемой трубы?

- А) значения токов одинаковы
- Б) для холодной трубы пусковой ток больше**
- В) нельзя сказать однозначно, не хватает данных
- Г) для теплой трубы пусковой ток больше

30. Выберите способ регулирования температуры нагреваемого изделия в ЭПС, который обеспечивает наименьшую точность регулирования:

- А) широтно-импульсное регулирование; б) двухпозиционное регулирование; **в) регулирование без обратной связи**; г) фазо-импульсное регулирование.

31. Какие устройства используются для безконтактного измерения температуры?

- А) термоэлектрические преобразователи (термопары); **б) тепловизоры**; в) термометры сопротивления; г) хромель-копелевые термопары.

32. Какой физический эффект лежит в основе принципа действия термопары?

- А) эффект полосатого нагрева; **б) термоэлектрический эффект**; в) эффект Томсона; г) эффект переноса теплоты движущимися объемами

	<p>жидкости или газа под действие вынуждающей силы.</p> <p>33. На каком роде тока работают промышленные и лабораторные установки резистивного нагрева (ЭПС) косвенного действия? А) переменный синусоидальный ток промышленной частоты; б) полигармонический ток; в) постоянный ток; г) импульсный ток.</p> <p>34. Какую термопару Вы порекомендовали бы использовать для измерения температуры нагреваемого изделия в высокотемпературной печи сопротивления при нагреве изделия до 1700 °С? А) хромель-алюмелевую; б) платинородий-платиновую; в) хромель-копелевую; г) вольфрамрениевую.</p> <p>35. Преимущественно за счет какого вида теплообмена осуществляется передача тепла от жидкого теплоносителя к радиаторам в разомкнутой системе отопления частного дома? А) теплопроводность; б) свободная конвекция; в) вынужденная конвекция; г) теплопроводность и свободная конвекция.</p> <p>36. Какое минимальное количество тиристоров необходимо для широтно-импульсного управления мощностью нагревателей ЭПС при их трехфазном питании без использования нулевого провода? А) 2 Б) 3 В) 4 Г) 6</p> <p>37. Какое минимальное количество тиристоров необходимо для фазоимпульсного управления мощностью нагревателей ЭПС при их трехфазном питании? А) 2 Б) 3 В) 4 Г) 6</p> <p>38. Выберите ЭПС, которая не относится к печам непрерывного действия: А) конвейерная Б) ручьевая В) камерная Г) толкательная</p>
<p>Уметь: – применять нормативные методики расчёта и применять их для решения</p>	<p>1.1. Во сколько раз снижает тепловой поток излучением экранная теплоизоляция, состоящая из 4-х экранов?</p>

<p>поставленной задачи, осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы;</p>	<p>А) в 2 раза Б) в 3 раза В) в 4 раза Г) в 5 раз</p> <p>2. Во сколько раз снижает тепловой поток излучением экранная теплоизоляция, состоящая из 5-х экранов? А) в 4 раза Б) в 5 раз В) в 6 раз Г) в 7 раз</p> <p>3. Во сколько раз снижает тепловой поток излучением экранная теплоизоляция, состоящая из шести экранов? А) в 5 раз Б) в 6 раз В) в 7 раз Г) в 8 раз</p> <p>4. Во сколько раз снижает тепловой поток излучением экранная теплоизоляция, состоящая из семи экранов? А) в 8 раз Б) в 3 раза В) в 4 раза Г) в 7 раз</p> <p>5. Во сколько раз снижает тепловой поток излучением экранная теплоизоляция, состоящая из двух экранов? А) в 2 раза Б) в 3 раза В) в 4 раза Г) в 5 раз</p> <p>6. Во сколько раз нужно изменить сопротивление нагревателей электропечи сопротивления для сохранения того же значения мощности нагревателей, если напряжение на нагревателях увеличилось в 2 раза? А) увеличить в 2 раза Б) уменьшить в 4 раза В) увеличить в 4 раза Г) уменьшить в 2 раза</p> <p>7. Каково наибольшее значение точности регулирования напряжения питания нагревателей ЭПС при использовании фазоимпульсного управления, если период модуляции составляет 100 периодов питающего напряжения?</p>
--	--

	<p>А) 2% Б) 1% В) 0,5% Г) точно сказать нельзя, не хватает данных</p> <p>8. Каково наибольшее значение точности регулирования напряжения питания нагревателей ЭПС при использовании фазоимпульсного управления, если время включенного состояния составляет 2 периода питающего напряжения?</p> <p>А) 2% Б) 1% В) 0,5% Г) точно сказать нельзя, не хватает данных</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60%

КМ-3. Индукционный и диэлектрический нагрев

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование проводится в СДО "Прометей".

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний по индукционному и диэлектрическому нагреву. Студенту предлагается выбрать один правильный ответ из предложенных.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: - физические основы и классификацию современных электротехнологических процессов и оборудования;</p>	<p>1.1. Укажите параметр, определяющий электрический КПД цилиндрической системы «индуктор – нагрузка»: а) радиус загрузки б) глубина проникновения в материал загрузки в) соотношение радиуса и глубины проникновения</p>
--	--

Ответ: в.

2. По какому закону изменяется плотность внутренних источников теплоты в полубесконечном проводящем теле при индукционном нагреве:

а) по линейному (пропорционально расстоянию от поверхности x),

б) по экспоненте (пропорционально e^{-x}),

в) пропорционально e^{-2x} .

Ответ: в.

3. Физический эффект при индукционном нагреве, заключающийся в перераспределении плотности тока в двух близкорасположенных проводниках с переменным током, называется:

1. поверхностным эффектом; 2. эффектом магнитного паза; 3. эффектом близости; 4. катушечным эффектом.

Ответ: 3.

4. Физический эффект при индукционном нагреве, заключающийся в неравномерном распределении плотности переменного тока в индукторе, называется:

1. поверхностным эффектом; 2. эффектом магнитного паза; 3. эффектом близости; 4. катушечным эффектом.

Ответ: 1.

5. Какие диапазоны частот НЕ применяют при индукционном нагреве?

1. 50 Гц – 10 кГц; 2. 10 Гц – 100 кГц; 3. 50 Гц – 1 МГц; 4. 50 Гц – 10 МГц.

Ответ: 4.

6. Каковы значения напряженности H , А/м электромагнитного поля при индукционной плавке металлов?

1. $5 \cdot 10^3$ - $1 \cdot 10^5$; 2. $1 \cdot 10^3$ - $5 \cdot 10^4$; 3. меньше либо равно $5 \cdot 10^3$; 4. $1 \cdot 10^3$ - $1 \cdot 10^4$.

Ответ: 1.

7. По типу своей электромагнитной системы индукционная тигельная печь подобна:

1. Трансформатору с сердечником; 2. Воздушному трансформатору; 3. Броневому трансформатору; 4. Силовому электромагниту.

Ответ: 2.

8. Наибольший электрический КПД индукционной тигельной печи (при одинаковых размерах, конструкции, частоте и токе индуктора,

	<p>гранулометрическом составе загрузки и пр.) будет при выплавке: 1. Алюминий; 2. Медь и ее сплавы; 3. Ферромагнитная сталь; 4. Силумин. Ответ: 3.</p> <p>9. Продолжите фразу, характеризующую индукционную тигельную печь: «Чем больше емкость печи (или ее геометрические размеры), тем при прочих одинаковых условиях по сравнению с печью меньшей емкости ...»: 1. ... частота тока индуктора должна быть выше; 2. ... частота тока индуктора должна быть ниже; 3. ... число витков индуктора должно быть меньшим; 4. ... ток индуктора должен быть меньшим. Ответ: 2.</p> <p>10. В эту часть, образующую конструкцию индукционной тигельной печи, помещается загрузка (расплавляемый металл): 1. индуктор; 2. подина; 3. носок; 4. тигель. Ответ: 4.</p> <p>11. Явление образования выпуклости на поверхности ванны жидкого металла в индукционной тигельной печи называется: 1. фликер; 2. мениск; 3. циркуляция металла; 4. «цинковая» пульсация. Ответ: 2.</p>
<p>Уметь: – применять нормативные методики расчёта и применять их для решения поставленной задачи, осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы;</p>	<p>1.1. Как изменяется глубина проникновения электромагнитной волны при нагреве алюминиевой заготовки (значение частоты тока индуктора постоянно): а) не изменяется б) возрастает в) уменьшается Ответ: б.</p> <p>2. Как изменится глубина проникновения электромагнитной волны в титановую заготовку при увеличении частоты тока индуктора (значение удельного электрического сопротивления заготовки постоянно): а) не изменяется б) возрастает в) уменьшается Ответ: в.</p> <p>3. Как изменится глубина проникновения электромагнитной волны в ферромагнитную</p>

стальную заготовку при ее нагреве от температуры 600 °С до температуры 800 °С (значение тока индуктора и частоты постоянно):

- а) не изменится,
- б) возрастет,
- в) уменьшится.

Ответ: б.

4. Как изменится активная мощность в ферромагнитной стальной заготовке при ее нагреве от температуры 600 °С до температуры 800 °С (значение тока индуктора и частоты постоянно):

- а) не изменится,
- б) возрастет,
- в) уменьшится.

Ответ: в.

5. Как изменится электрический КПД цилиндрической системы «индуктор – загрузка» при увеличении зазора:

- а) не изменится,
- б) возрастет,
- в) уменьшится.

Ответ: в.

6. Как изменится коэффициент мощности цилиндрической системы «индуктор – загрузка» при увеличении зазора:

- а) не изменится
- б) возрастет
- в) уменьшится

Ответ: в.

7. Как изменится электрический КПД цилиндрической системы «индуктор – загрузка» при увеличении частоты тока:

- а) не изменится
- б) возрастет
- в) уменьшится

Ответ: б.

8. Как изменится коэффициент мощности цилиндрической системы «индуктор – загрузка» при увеличении частоты тока:

- а) не изменится
- б) возрастет
- в) уменьшится

	<p>Ответ: в.</p> <p>9. Как изменится тепловой КПД цилиндрической системы «индуктор – загрузка» при увеличении частоты тока: а) не изменится б) возрастет в) уменьшится</p> <p>Ответ: в.</p> <p>10. Во сколько раз возрастет удельная поверхностная мощность при нагреве немагнитной загрузки (полубесконечного проводящего тела), если ее удельное электрическое сопротивление увеличится в 1.5 раза (значение частоты тока индуктора постоянно): а) в 2,25; б) в 1,5; в) в корень квадратный из 1,5.</p> <p>Ответ: в.</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60%

КМ-4. Дуговой, плазменный нагрев и лучевые виды нагрева

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование проводится в СДО "Прометей".

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний по дуговому и лучевым видам электронагрева. Студенту предлагается выбрать один правильный ответ из предложенных.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: - физические основы и классификацию современных электротехнологических процессов и оборудования;</p>	<p>1.1. Электрические разряды в электрическом отношении характеризуются своей: 1) вольт-амперной характеристикой; 2) кривой Пашена; 3) вебер-амперной характеристикой; 4) температурой по сечению.</p> <p>2. Электрический разряд, обычно предшествующий электродуговому разряду, называется: 1) коронным разрядом; 2) тлеющим разрядом; 3) искровым разрядом; 4) аномально тлеющим разрядом.</p> <p>3. Основным физическим механизмом, обеспечивающим горение дугового разряда, называется: 1) рекомбинация; 2) ионизация; 3) эмиссия; 4) деионизация.</p> <p>4. Процесс образования из нейтрального атома или молекулы положительно заряженного иона и одного или нескольких электронов называется: 1) рекомбинация; 2) ионизация; 3) эмиссия; 4) деионизация.</p> <p>5. Процесс образования из положительно заряженного иона и одного или нескольких электронов нейтрального атома или молекулы называется: 1) рекомбинация; 2) ионизация; 3) эмиссия; 4) диффузия.</p> <p>6. Процесс выбивания вторичных электронов из катода, поддерживающий электрический разряд, называется: 1) рекомбинация; 2) ионизация; 3) эмиссия; 4) диффузия.</p> <p>7. Процесс покидания отдельными электронами области электрического разряда называется: 1) рекомбинация; 2) ионизация; 3) эмиссия; 4) диффузия.</p> <p>8. Вид ионизации, вызываемой столкновением электронов с нейтральными атомами или молекулами, называется: 1) фотоионизация; 2) ударная ионизация; 3) термоионизация; 4) рекомбинация.</p>
--	---

9. Вид эмиссии электронов с катода, происходящей под действием объемного положительного заряда, возникающего по причине невозможности быстрой нейтрализации тяжелых положительных ионов на катоде, называется:

1) термоэлектронная эмиссия; 2) автоэлектронная эмиссия; 3) вторичная электронная эмиссия; 4) фотоэлектронная эмиссия.

10. Выберите область, НЕ относящуюся к электродуговому разряду:

1) столб; 2) прикатодная область; 3) каустика; 4) прианодная область.

11. Выберите характерное для столба электрической дуги значение напряженности электрического поля E , В/м:

1) 1; 2) 10; 3) 100; 4) 1000.

12. Выберите характерное для приэлектродных областей электрической дуги суммарное значение падения напряжения, В:

1) 1-10; 2) 180-300; 3) 30-40; 4) 1000-1200.

13. Наиболее устойчиво электрическая дуга будет гореть в электрической цепи (при прочих равных условиях):

1) постоянного тока с активным сопротивлением; 2) переменного тока с индуктивным сопротивлением; 3) постоянного тока с индуктивным сопротивлением; 4) переменного тока с активным сопротивлением.

14. Почему вольт-амперная характеристика электрической дуги постоянного тока имеет обратную зависимость от силы тока (с ростом тока напряжение на дуге уменьшается)? Выберите правильное утверждение:

1) электрическая дуга – нелинейный элемент электрической цепи, и её вольт-амперная характеристика определяется только температурой; 2) с увеличением тока дуги увеличивается потенциал ионизации и увеличивается сечение разряда; 3) с увеличением тока дуги увеличивается потенциал ионизации; 4) с увеличением тока дуги замедляются процессы диффузии электронов.

15. Для обеспечения устойчивого горения электрической дуги в цепи необходимо иметь источник питания с вольт-амперной характеристикой:

1) идеального источника напряжения; 2) реального источника напряжения; 3) идеального источника

тока; 4) источника ЭДС, управляемого напряжением.

16. Выберите способ, который НЕ используется на практике для регулирования мощности электрической дуги:

1) облучение области электрической дуги потоком рентгеновского излучения; 2) изменение длины дуги; 3) изменение балластного сопротивления; 4) изменение напряжения на дуге.

17. Электрическую дугу впервые открыли (выберите фамилию ученого и год):

1) акад. Петров, 1802 г.; 2) М. Фарадей, 1831 г.; 3) Ампер, 1822 г.; 4) Крукс, 1885 г.

18. Из какого материала изготавливают электроды промышленных дуговых электропечей:

1) сталь; 2) графит; 3) шамот; 4) медь.

19. Промышленные дуговые печи переменного тока имеют (выберите правильное продолжение утверждения):

1) двухфазное питание током промышленной частоты; 2) трехфазное питание током промышленной частоты; 3) трехфазное питание током повышенной частоты; 4) однофазное питание током промышленной частоты.

20. Диаметр, на котором располагаются электроды дуговой печи переменного тока, называется:

1) диаметром распада электродов; 2) диаметр разлома электродов; 3) диаметр электродов; 4) диаметр круга электродов.

21. Мощности современных электродуговых печей достигают следующих значений (ориентировочно):

1) 1-1,5 ГВА; 2) 500 МВА; 3) 500-600 кВА; 4) 120-140 МВА.

22. Сила тока электродов современных электродуговых печей достигает следующих значений (ориентировочно):

1) 500 кА; 2) 90 кА; 3) 10 кА; 4) 20 кА.

23. Выберите материал, который НЕ плавят в промышленных ДСП переменного и постоянного тока:

1) золото; 2) сталь; 3) алюминий; 4) нержавеющая сталь.

24. Участок токоподвода, соединяющий питающий электропечной трансформатор с

электрододержателями ДСП, называется:
1) вторичный токоподвод (или короткая сеть); **2)** соединительный токоподвод; **3)** питающий шинопровод; **4)** питающий токоподвод.

25. В современных ДСП, эксплуатируемых на металлургических предприятиях Российской Федерации, напряжение на электрических дугах обычно ограничивается следующими значениями (ориентировочно):

1) 2000 В; **2)** 1000 В; **3)** 100 В; **4)** 10 кВ.

26. Выберите диапазон значений напряжения (ориентировочно) на электрической дуге, характерный для промышленных вакуумных дуговых печей (ВДП):

1) 50 – 70 В; **2)** 1000 – 1100 В; **3)** 800 – 900 В; **4)** 100 – 150 В.

27. Из какого материала выполнен электрод ВДП для получения качественного циркония:

1) сталь; **2)** графит; **3)** вольфрам; **4)** цирконий.

28. Что является обязательным элементом конструкции ВДП:

1) водоохлаждаемый медный кристаллизатор; **2)** водоохлаждаемый тигель; **3)** леточная керамика; **4)** муфель.

29. Вакуумно-дуговые печи относятся к следующему классу электротехнологических установок:

1) установки первичной металлургии; **2)** установки по переработки отходов металлургического производства; **3)** установки вторичной металлургии; **4)** установки прямого нагрева.

30. Чем дуга в ВДП отличается от дуги в ДСП (при одинаковой мощности рассматриваемых установок):

1) напряжение на дуге в ВДП выше, чем в ДСП; **2)** дуга в ВДП короткая, напряжение на ней существенно ниже, чем в ДСП; **3)** температура дуги в ДСП на порядок выше, чем температура дуги в ВДП; **4)** электрическая дуга в ВДП обжимается электромагнитным полем, создаваемым специальной катушкой.

31. Чем дуга в ДСП отличается от дуги в ЭШП (при одинаковой мощности рассматриваемых установок):

1) напряжение на дуге в ЭШП выше, чем в ДСП; **2)** дуга в ЭШП короткая, напряжение на ней существенно ниже, чем в ДСП; **3)** температура дуги в ДСП на порядок выше, чем температура дуги в ЭШП;

	<p>4) электрическая дуга в ЭСП – это аварийный режим, вызываемый капельным переносом переплавляемого материала через шлак, в нормальном режиме работы дуга в ЭСП отсутствует.</p> <p>32. Выберите характерное для приэлектродных областей электрической дуги суммарное значение падения напряжения, В: 1) 1-10; 2) 180-300; 3) 30-40; 4) 1000-1200.</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60%

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Процедура проведения

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-2 Демонстрирует знание областей применения и особенностей электротехнологических установок основных типов, их характеристик как потребителей электроэнергии, применяет эти знания при решении профессиональных задач

Вопросы, задания

- 1.Сложный теплообмен в электротехнологических установках
- 2.Электромагнитная волна в полубесконечной проводящей среде
- 3.Классификация электротехнологических установок резистивного нагрева
- 4.Электротехнологическая установка дугового нагрева как потребитель электроэнергии

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Каким физическим законом определяется принцип переноса теплоты от точки с большей температурой к точке с меньшей температурой на фундаментальном уровне?

Ответы:

а) второе начало термодинамики; б) закон Фурье; в) закон Гей-Люссака; г) первое начало термодинамики.

Верный ответ: а

2.Укажите параметр, определяющий электрический КПД цилиндрической системы «индуктор – загрузка».

Ответы:

- а) радиус загрузки
- б) глубина проникновения в материал загрузки
- в) соотношение радиуса и глубины проникновения

Верный ответ: в

3.Какие диапазоны частот не применяют при индукционном нагреве?

Ответы:

- а) 50 Гц – 10 кГц; б) 10 Гц – 100 кГц; в) 50 Гц – 1 МГц; г) 50 Гц – 10 МГц.

Верный ответ: г

4.К какому классу печей относится ЭПС косвенного действия с рабочей температурой нагревателей 1000 °С?

Ответы:

- а) низкотемпературные

- б) среднетемпературные
- в) высокотемпературные
- г) сверхвысокотемпературные

Верный ответ: б

5. Рассчитайте энергию конвективных теплопотерь здания суммарной площадью наружной поверхности 120 м^2 за сутки, если в течение этого времени температура поверхности составляет $12 \text{ }^\circ\text{C}$, температура $0 \text{ }^\circ\text{C}$, а коэффициент конвективной теплопередачи равен $10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$:

Ответы:

- а) 1244 МДж; б) 2120 МДж; в) определить невозможно; г) 1432 ккал.

Верный ответ: а

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу