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

Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Наименование образовательной программы: Робототехнические устройства

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Оценочные материалы по дисциплине Диагностика технических систем

Москва
2023

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Мезин С.В. Идентификатор: R420ae592-MezinSV-dc40cfee	С.В. Мезин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Долбикова Н.С. Идентификатор: Re789edb1-DolbikovaNS-479113b	Н.С. Долбикова
Заведующий выпускающей кафедрой	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Мезин С.В. Идентификатор: R420ae592-MezinSV-dc40cfee	С.В. Мезин

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. ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ИД-11 Применяет алгоритмы механики деформируемого твердого тела для выполнения расчётов элементов конструкций на прочность и жесткость

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест на знание терминологии "Основные показатели надежности" (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет на прочность элементов энергетического оборудования (Контрольная работа)
2. Расчет утонения стенки в результате ВТК (Контрольная работа)

БРС дисциплины

10 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	3	6	9
Прочность элементов энергетического оборудования				
Прочность элементов энергетического оборудования		+		
Высокотемпературная коррозия поверхностей нагрева		+		
Основные показатели надежности				
Основные показатели надежности			+	
Показатели надежности тепловых схем ТЭС			+	
Обеспечение надежности энергетического оборудования на стадии проектирования, изготовления и в процессе эксплуатации				
Обеспечение надежности энергетического оборудования на стадии проектирования				+
Обеспечение надежности энергетического оборудования на стадии изготовления и в процессе эксплуатации				+

Вес КМ:	35	35	30

$Общая часть/Для промежуточной аттестации$

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
ОПК-1	ИД-11$_{ОПК-1}$ Применяет алгоритмы механики деформируемого твердого тела для выполнения расчётов элементов конструкций на прочность и жесткость	Знать: основные направления обеспечения надежности на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации основного оборудования ТЭС Уметь: рассчитывать коэффициенты надежности системы выполнять расчеты на прочность элементов энергетического оборудования	Расчет на прочность элементов энергетического оборудования (Контрольная работа) Расчет утонения стенки в результате ВТК (Контрольная работа) Тест на знание терминологии "Основные показатели надежности" (Тестирование)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчет на прочность элементов энергетического оборудования

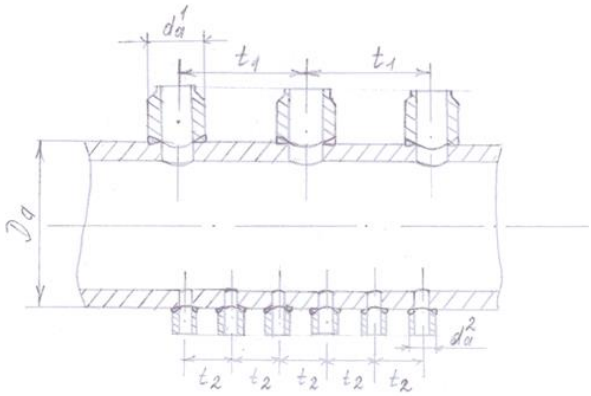
Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 35
Процедура проведения контрольного мероприятия: Обучающийся получает индивидуальное задание, которое включает две задачи. Время выполнения контрольного мероприятия 45 минут

Краткое содержание задания:

Определить номинальную толщину стенки элемента поверхности нагрева котла (труба змеевика, цилиндрическая часть коллектора, днище коллектора)

Определить допустимое рабочее давление в элементе поверхности нагрева котла

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять расчеты на прочность элементов энергетического оборудования	1. **1. Контрольная работа №1 «Расчет на прочность элемента котла»** Вариант 1. Задача 1 Определить номинальную толщину стенки коллектора пароперегревателя изготовленного из катанной трубы с наружным диаметром 219 мм (допуск на минусовое отклонение в соответствие с ТУ – 5%). Материал сталь 12Х1МФ. К коллектору приварены штуцера: d1a´s-57´7мм и d2a´s - 32´6 мм. Расстояние t1=450 мм, а t2=120 мм. Давление пара на входе в коллектор 14 МПа, температура пара 560°С. Коллектор надежно изолирован. (Укрепление отверстий штуцерами не считать.)  2.Контрольная работа №1 «Расчет на прочность элемента котла» Вариант 1. Задача 2 Определить допустимое рабочее давление в змеевике выходной ступени пароперегревателя котла Е420-

	140-560ГМ, отработавшего расчетный ресурс. ПП выполнен из стали 12Х1МФ. Расчетная температура 560°С, температура наружной стенки в расчетном гибе – 575°С. Размеры трубы по результатам контроля 32х5мм. Радиус гиба R=1,7Da. Овальность сечения в месте гиба при R -8%.Котел сжигает природный газ. Оценить возможность дальнейшей эксплуатации котла. 3.Контрольная работа №1 «Расчет на прочность элемента котла» Вариант 1. Задача 2 Определить допустимое рабочее давление в змеевике выходной ступени пароперегревателя котла Е420-140-560ГМ, отработавшего расчетный ресурс. ПП выполнен из стали 12Х1МФ. Расчетная температура 560°С, температура наружной стенки в расчетном гибе – 575°С. Размеры трубы по результатам контроля 32х5мм. Радиус гиба R=1,7Da. Овальность сечения в месте гиба при R -8%.Котел сжигает природный газ. Оценить возможность дальнейшей эксплуатации котла.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания: оценка "зачтено" выставляется, если задачи решены до конца

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется если задачи не решены до конца.

КМ-2. Расчет утонения стенки в результате ВТК

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 35
Процедура проведения контрольного мероприятия: обучающийся получает индивидуальное задание, которое включает задачу и справочные материалы с расчетными формулами для оценки высокотемпературной коррозии. Время выполнения контрольного мероприятия составляет 45 минут

Краткое содержание задания:
рассчитать утонение стенки трубы высокотемпературной поверхности нагрева при ступенчатом графике изменения расчетной температуры с учетом очистки

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать коэффициенты надежности системы	1.Контрольная работа «Высокотемпературная коррозия. Расчет утонения стенки трубы»

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
Вариант№1
Труба 32х5,5 изготовлена из стали 12Х1МФ, находится в потоке продуктов сгорания экибастузского угля. Продолжительность работы и характеристики режимов приведены в таблице.
<table>
<tr><td>Номер режима</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Время работы на режиме, ч</td><td>2000</td><td>3000</td><td>5000</td></tr>
<tr><td>Температура наружной поверхности стенки трубы, °С</td><td>580</td><td>585</td><td>570</td></tr>
</table>
За расчетный период работы проводится очистка наружной поверхности трубы через 7500 ч с момента начала 1 режима.
Определить геометрические размеры трубы на момент окончания указанных эксплуатационных режимов. Коррозию с внутренней стороны трубы не учитывать.
2.Контрольная работа «Высокотемпературная коррозия. Расчет утонения стенки трубы»
Вариант№1
Труба 32х5,5 изготовлена из стали 12Х1МФ, находится в потоке продуктов сгорания экибастузского угля. Продолжительность работы и характеристики режимов приведены в таблице.
<table>
<tr><td>Номер режима</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Время работы на режиме, ч</td><td>2000</td><td>3000</td><td>5000</td></tr>
<tr><td>Температура наружной поверхности стенки трубы, °С</td><td>580</td><td>585</td><td>570</td></tr>
</table>
За расчетный период работы проводится очистка наружной поверхности трубы через 7500 ч с момента начала 1 режима.
Определить геометрические размеры трубы на момент окончания указанных эксплуатационных режимов. Коррозию с внутренней стороны трубы не учитывать.
</td>
</tr>
</table>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена верно или с несущественными недостатками

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания: работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

КМ-3. Тест на знание терминологии "Основные показатели надежности"

Формы реализации: Компьютерное задание
Тип контрольного мероприятия: Тестирование
Вес контрольного мероприятия в БРС: 30
Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем

Краткое содержание задания:
Контрольная точка направлена на оценку освоения компетенции по вопросам темы Основные показатели надежности

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные направления обеспечения надежности на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации основного оборудования ТЭС	1.Дайте определение понятию “Ремонтопригодность” Ответ: способность объекта к обнаружению и устранению отказов, а также к их предупреждению 2.Дайте определение понятию “Качество” Ответ: совокупность свойств, определяющих степень пригодности технического устройства для использования по назначению 3.Дайте определение понятию “Срок службы”

	Ответ: календарная продолжительность эксплуатации объекта от определенного момента времени до наступления предельного состояния 4.Дайте определение понятию “Избыточность” Ответ: превышение веса, габаритов, либо стоимости объекта или системы, по сравнению с минимально необходимыми для заданных параметров и структуры, для обеспечения заданной надежности 5.Дайте определение понятию “Избыточность” Ответ: превышение веса, габаритов, либо стоимости объекта или системы, по сравнению с минимально необходимыми для заданных параметров и структуры, для обеспечения заданной надежности

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена верно или с несущественными недостатками

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания: работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

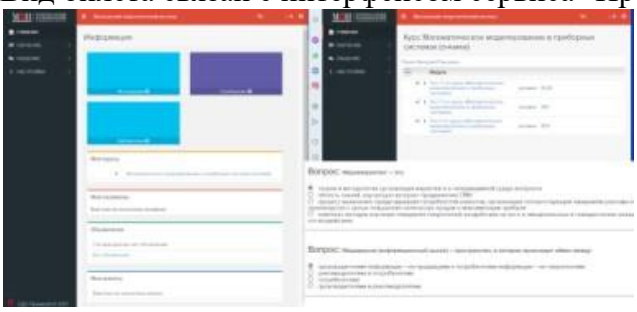
СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Пример билета

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



Процедура проведения

В тесте встречаются вопросы следующих типов: 1) с одним вариантом ответа (в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл)

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-11$_{ОПК-1}$ Применяет алгоритмы механики деформируемого твердого тела для выполнения расчётов элементов конструкций на прочность и жесткость

Вопросы, задания

1.Основные показатели надежности технических систем.
Количественные характеристики надежности. Коэффициенты надежности.
2.Высокотемпературная коррозия. Механизм коррозии. Расчет утонения стенки за счет высокотемпературной коррозии в условиях постоянной температуры. Расчет утонения стенки за счет высокотемпературной коррозии в условиях переменной температуры. Понятие эквивалентного времени.

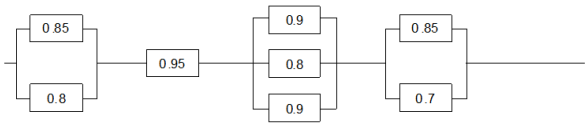
3.Определить допустимое рабочее давление в змеевике выходной ступени пароперегревателя котла Е420-140-560ГМ, отработавшего расчетный ресурс. ПП выполнен из стали 12Х1МФ. Расчетная температура 560°С, температура наружной стенки в расчетном гибе – 575°С. Размеры трубы по результатам контроля 32х5мм. Радиус гиба R=1,7Da. Овальность сечения в месте гиба при R -8%.Котел сжигает природный газ. Оценить возможность дальнейшей эксплуатации котла.
4.Обеспечение надежности на стадии проектирования. Обеспечение надежности оборудования на стадии изготовления. Контроль и испытания при изготовлении оборудования. Обеспечение надежности в процессе эксплуатации. Контроль остаточной деформации на паропроводах и трубах поверхностей нагрева. Техническое обслуживание и ремонт оборудования. Виды ремонтов и их содержание. Ремонтная диагностика. Оперативная диагностика.
5.Числовые характеристики случайной величины.

Законы распределения случайных величин. Экспоненциальный закон распределения времени безотказной работы.

6.Наработка на отказ коллектора экономайзера при данных условиях эксплуатации составляет 50000 часов. Определить интенсивность отказов и вероятность отказа коллектора через 100000 часов. Как изменится вероятность отказа коллектора, отработавшего еще 50000 часов. Закон распределения наработки на отказ - экспоненциальный.

7.Структурная надежность. Влияние отказа элементов структурной схемы на работоспособность ТЭС и основанная на этом классификация.
Резервирование. Классификация. Кратность резервирования.
Аналитические методы расчета надежности ТЭС и АЭС. Метод перебора состояний. Метод перебора относительно особого элемента. Метод минимальных путей и сечений. Метод "дерева отказов".

Определить вероятность безотказной работы системы, представленной следующей структурной схемой:

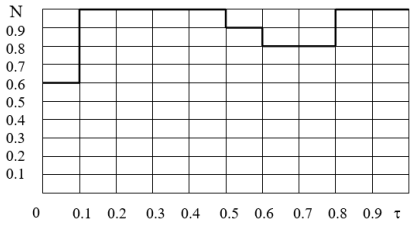


8. Как изменится надежность системы, если элемент с минимальной надежностью p=0,7 заменить на элемент с надежностью p=0,85?

Определить коэффициенты обеспечения и обеспечения максимального отпуска энергии установкой, которая может работать на номинальном режиме с вероятностью 0.95; с 80-%-ной нагрузкой с вероятностью 0.03 и 75-%-ной нагрузкой с вероятностью 0.02.

Установка работает в маневренном режиме по представленному графику.

9.



10.Структурная надежность. Влияние отказа элементов структурной схемы на работоспособность ТЭС и основанная на этом классификация.
Резервирование. Классификация. Кратность резервирования.
Аналитические методы расчета надежности ТЭС и АЭС. Метод перебора состояний. Метод перебора относительно особого элемента. Метод минимальных путей и сечений. Метод "дерева отказов".

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какая температура стенки обогреваемой детали в расчетах на прочность принимается в качестве расчетной температуры?

Ответы:

1) температура наружной поверхности стенки детали
2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали
3) температура внутренней поверхности стенки детали
4) допустимая температура наружной поверхности стенки детали
5) температура рабочей среды в детали

Верный ответ: 2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали

2.Какой показатель надежности характеризует резервирование объекта?

Ответы:

1) исправность
2) безопасность
3) избыточность
4) долговечность
5) работоспособность

Верный ответ: 3) избыточность

3.Какая структурная схема позволяет обеспечить максимальную надежность системы из трех элементов с одинаковой вероятностью безотказной работы?

Ответы:

1) последовательное соединение элементов системы
2) параллельное соединение элементов системы
3) надежность системы не зависит от структурной схемы соединения элементов, а определяется надежностью отдельного элемента

Верный ответ: 2) параллельное соединение элементов системы

4.Как меняется вероятность безотказной работы объекта во времени?

Ответы:

1)увеличивается от 0 в момент начала эксплуатации до 1
2) вероятность безотказной работы величина постоянная и во времени не меняется
3) уменьшается от 1 в момент начала эксплуатации до 0

Верный ответ: 3) уменьшается от 1 в момент начала эксплуатации до 0

5.Какие характеристики помимо расчетного ресурса определяют величину номинального допускаемого напряжения в расчетах на прочность?

Ответы:

1) марка стали и температура
2) только марка стали
3) только температура

Верный ответ: 1) марка стали и температура

6.Стали какого класса должны применяться при проектировании горячих конвективных пакетов с расчетной температурой 600 градусов?

Ответы:

1)качественные углеродистые стали
2) стали аустенитного класса
3) стали перлитного класса

Верный ответ: 2) стали аустенитного класса

7.К какому виду ремонта относится капитальный ремонт?

Ответы:

1) к плановому ремонту
2) к неплановому ремонту

Верный ответ: 1) к плановому ремонту

8.Какая толщина стенки вычисляется по формуле?

$$S = S_R + C$$

Ответы:

1) расчетная толщина стенки
2) номинальная толщина стенки

3) фактическая толщина стенки
4) допустимая толщина стенки
5) минимальная расчетная толщина стенки

Верный ответ: 2) номинальная толщина стенки

9.При каком способе резервирования ресурс резервного элемента сохраняется?

Ответы:

1) резервирование с постоянно включенным резервом
2) резервирование замещением

Верный ответ: 2) резервирование замещением

10.Какова надежность системы, состоящей из трех последовательно соединенных элементов, вероятность безотказной работы которых равна 0,9?

Ответы:

1) 2.7
2) 0.729
3) 0.3
4) 0.999

Верный ответ: 2) 0.729

11.Какая температура стенки обогреваемой детали в расчетах на прочность принимается в качестве расчетной температуры?

Ответы:

1) температура наружной поверхности стенки детали
2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали
3) температура внутренней поверхности стенки детали
4) допустимая температура наружной поверхности стенки детали
5) температура рабочей среды в детали

Верный ответ: 2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали

12.Какая температура стенки обогреваемой детали в расчетах на прочность принимается в качестве расчетной температуры?

Ответы:

1) температура наружной поверхности стенки детали
2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали
3) температура внутренней поверхности стенки детали
4) допустимая температура наружной поверхности стенки детали
5) температура рабочей среды в детали

Верный ответ: 2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали

13.Какая температура стенки обогреваемой детали в расчетах на прочность принимается в качестве расчетной температуры?

Ответы:

1) температура наружной поверхности стенки детали
2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали
3) температура внутренней поверхности стенки детали
4) допустимая температура наружной поверхности стенки детали
5) температура рабочей среды в детали

Верный ответ: 2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали

14.Какая температура стенки обогреваемой детали в расчетах на прочность принимается в качестве расчетной температуры?

Ответы:

1) температура наружной поверхности стенки детали
2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали
3) температура внутренней поверхности стенки детали
4) допустимая температура наружной поверхности стенки детали
5) температура рабочей среды в детали

Верный ответ: 2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали

15.Какая температура стенки обогреваемой детали в расчетах на прочность принимается в качестве расчетной температуры?

Ответы:

1) температура наружной поверхности стенки детали
2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали
3) температура внутренней поверхности стенки детали
4) допустимая температура наружной поверхности стенки детали
5) температура рабочей среды в детали

Верный ответ: 2) среднеарифметическое значение температур наружной и внутренней поверхности стенки детали

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания: если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог выполнить практическую часть.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих