

**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

**Оценочные материалы
по дисциплине
Физические основы неразрушающих способов контроля**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Марченков А.Ю.
	Идентификатор	R1428e5c3-MarchenkovAY-a17968f

(подпись)

А.Ю.

Марченков

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	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)

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

(подпись)

В.К.

Драгунов

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

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

ИД-2 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологии производства и ремонта объектов профессиональной деятельности

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

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. «Магнитные методы контроля», «Капиллярный контроль» и «Метод течеискания» (Лабораторная работа)

2. Радиационная дефектоскопия (Лабораторная работа)

3. Расчет параметров ультразвуковой дефектоскопии материалов и сварных соединений (Решение задач)

Форма реализации: Письменная работа

1. Дефекты сплошности сварных соединений и их влияние на эксплуатационные свойства (Контрольная работа)

БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	6	10	14
Основы контроля качества продукции энергетического машиностроения					
Этапы формирования качества машиностроительной продукции	+				
Дефекты сварных соединений и их влияние на работоспособность конструкций	+				
Физические основы, оборудование и технология радиационного контроля					
Физические основы, оборудование и технология радиационного контроля			+		
Физические основы, оборудование и технология акустических методов контроля					

Физические основы, оборудование и технология акустических методов контроля			+	
Физические основы неразрушающих методов контроля, основанные на магнитных явлениях и применении проникающих веществ				
Физические основы магнитных методов контроля				+
Физические основы, материалы, методика и технология капиллярного метода контроля				+
Течеискание: физика метода, основные схемы, оборудование и технологии контроля				+
Вес КМ:	10	20	35	35

\$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-1	ИД-2 _{ПК-1} Принимает обоснованные технические решения при разработке технологии производства и ремонта объектов профессиональной деятельности	Знать: основные нормативные документы, регламентирующие процедуру промышленного контроля дефектов материалов и их сварных соединений физическими способами Уметь: выбирать приборы и оборудование для проведения исследовательских и производственных работ по неразрушающему контролю дефектов сплошности материалов и их сварных соединений акустическими способами	Дефекты сплошности сварных соединений и их влияние на эксплуатационные свойства (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-3 _{ПК-1} Демонстрирует понимание физических процессов при контроле и обработке материалов	Знать: современные методы и приборы для неразрушающих методов контроля дефектов	Радиационная дефектоскопия (Лабораторная работа) Расчет параметров ультразвуковой дефектоскопии материалов и сварных соединений (Решение задач) «Магнитные методы контроля», «Капиллярный контроль» и «Метод течеискания» (Лабораторная работа)

		<p>сплошности материалов и их сварных соединений магнитными, капиллярными методами контроля и методом течеискания современные методы и приборы для неразрушающих методов контроля дефектов сплошности материалов и их сварных соединений акустическими методами контроля современные методы и приборы для неразрушающих методов контроля дефектов сплошности материалов и их сварных соединений радиационными способами контроля</p> <p>Уметь:</p> <p>выбирать приборы и оборудование для проведения исследовательских и производственных работ по неразрушающему контролю дефектов сплошности материалов и их сварных соединений магнитными и</p>	
--	--	--	--

		капиллярными методами контроля выбирать приборы и оборудование для проведения исследовательских и производственных работ по неразрушающему контролю дефектов сплошности материалов и их сварных соединений радиационными способами контроля выполнять расчетно- теоретические и экспериментальные исследования при разработке технологии контроля дефектов сварных соединений физическими способами	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Дефекты сплошности сварных соединений и их влияние на эксплуатационные свойства

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: На выполнение письменной работы отводится 10 минут

Краткое содержание задания:

Контрольная работа содержит 5 вопросов. Часть вопросов представлены в тестовом формате, содержащие готовые варианты ответа, среди которых нужно выбрать правильные. Некоторые вопросы предполагают развернутый ответ

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные нормативные документы, регламентирующие процедуру промышленного контроля дефектов материалов и их сварных соединений физическими способами	<ol style="list-style-type: none">1. Дайте определение дефекту типа «непровар»2. Перечислите основные причины появления дефектов типа «несплавление» в сварных соединениях3. Какие из перечисленных дефектов относят к дефектам сплошности материалов4. Дайте определение понятию «Физические методы неразрушающего контроля»5. Перечислите виды технического контроля по месту расположения в технологическом процессе
Уметь: выбирать приборы и оборудование для проведения исследовательских и производственных работ по неразрушающему контролю дефектов сплошности материалов и их сварных соединений акустическими способами	<ol style="list-style-type: none">1. Изобразите графически влияние относительного размера дефекта на выносливость сварного соединения2. Изобразите графическую зависимость конструкционной прочности сварного соединения от относительного размера дефекта для материалов с низким запасом пластичности

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ/правильные ответы на 5 вопросов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ/правильные ответы на 4 вопроса

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ/правильные ответы на 3 вопроса

КМ-2. Радиационная дефектоскопия

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита выполненной лабораторной работы по второму разделу, посвященному радиационному контролю. Проводится в устной форме.

Краткое содержание задания:

Заполнить бланк лабораторной работы. Ответить на дополнительные контрольные вопросы по изученной теме

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: современные методы и приборы для неразрушающих методов контроля дефектов сплошности материалов и их сварных соединений радиационными способами контроля</p>	<ol style="list-style-type: none">1.Описать схему и принцип работы рентгеновской трубки2.Перечислить и кратко объяснить суть процессов, происходящих в материале контролируемого объекта при воздействии на него ионизирующего излучения в процессе дефектоскопии3.Назвать виды и объяснить назначение эталонов чувствительности, применяемых при радиационной дефектоскопии4.Изобразить схему контроля дефектов в сварных соединениях методом радиоскопии. Перечислить преимущества и недостатки метода5.Изобразить схему контроля дефектов в сварных соединениях методом радиометрии. Перечислить преимущества и недостатки метода
<p>Уметь: выбирать приборы и оборудование для проведения исследовательских и производственных работ по неразрушающему контролю дефектов сплошности материалов и их сварных соединений радиационными способами контроля</p>	<ol style="list-style-type: none">1.По заданным параметрам контроля вычислить значение относительной чувствительности просвечивания при радиографии2.Нарисуйте типовые схемы просвечивания стыковых сварных соединений при радиационной дефектоскопии3.Нарисуйте типовые схемы просвечивания угловых сварных соединений при радиационной дефектоскопии4.Нарисуйте типовые схемы просвечивания тавровых сварных соединений при радиационной дефектоскопии5.Нарисуйте типовые схемы просвечивания кольцевых сварных соединений (трубы различных диаметров)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Бланк отчета лабораторной работы полностью заполнен, ответы на дополнительные вопросы полные, верные. Допускается наличие одной негрубой ошибки

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Бланк отчета лабораторной работы полностью заполнен, ответы на дополнительные вопросы в целом верные, но допущены негрубые ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Бланк отчета лабораторной работы полностью заполнен, ответы на дополнительные вопросы неполные, либо допущена грубая ошибка, либо ответы на вопросы получены по наводящим вопросам.

КМ-3. Расчет параметров ультразвуковой дефектоскопии материалов и сварных соединений

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ознакомление с физическими основами, эталонами, аппаратурой и основными параметрами ультразвукового контроля. Выполнение практической работы для приобретения навыков по проведению ультразвукового контроля. Ответы на контрольные вопросы по расчету основных параметров контроля

Краткое содержание задания:

Выполнение и оформление расчетного задания, решение двух контрольных задач.
Ответить на дополнительные контрольные вопросы по изученной теме

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: современные методы и приборы для неразрушающих методов контроля дефектов сплошности материалов и их сварных соединений акустическими методами контроля</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Перечислите основные параметры, которые используются при проведении ультразвукового контроля 2.Чем обусловлено наличие “мертвой зоны” при ультразвуковом контроле совмещенным пьезоэлектрическим преобразователем 3.Перечислите основные преимущества и недостатки метода ультразвукового контроля дефектов сварных соединений
<p>Уметь: выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования при разработке технологии контроля дефектов сварных соединений физическими способами</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Рассчитать точность измерения координат дефектов при ультразвуковом контроле при известном времени прохождения ультразвуковой волны до прорези и обратно в стандартном эталоне №1, измеренном по шкале глубиномера "мкс" для угла $\beta = 0$ при максимальной величине импульса от дефекта (прорези) 2.Расчет величины мертвой зоны при ультразвуковом контроле прямым искателем 3.Расчет величины мертвой зоны при ультразвуковом контроле наклонным искателем при известных

	<p>параметрах времени прохождения УЗК через призму искателя в одном направлении и длительности "зондирующего" импульса</p> <p>4.Определение угла ввода α ультразвукового луча для наклонного искателя при заданном угле падения волны β</p> <p>5.Рассчитать глубину залегания дефекта при заданных параметрах эхо-импульса, наклонного искателя и частоте ультразвуковой волны</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Решения задач верные, при этом выбраны рациональные пути их решения. Записаны правильные ответы. Ответы на дополнительные вопросы полные, верные

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Ход решения задач и ответы в общем виде верный, но допущено несколько недочетов (арифметические ошибки, отсутствуют пояснения к вводимым обозначениям, используемым формулам и законам, отсутствие размерности при записи результатов вычислений) либо негрубая ошибка (отсутствие рисунка, поясняющего решение задачи, грубые арифметические ошибки, искажающие смысл полученного ответа, отсутствие ответа в общем виде (т.е. решение задачи сразу с использованием заданных числовых значений величин)). Ответы на дополнительные вопросы в целом верные, но допущены негрубые ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: В одной из задач получен неверный ответ, связанный с грубыми ошибками, отражающими непонимание студентом объясняемого явления либо одна из задач решена верно, а в решении второй задачи присутствуют отдельные элементы правильного решения, но отсутствует логика решения. Ответы на дополнительные вопросы неполные, либо допущена грубая ошибка, либо ответы на вопросы получены по наводящим вопросам

КМ-4. «Магнитные методы контроля», «Капиллярный контроль» и «Метод течеискания»

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита трех выполненных лабораторных работ по четвертому разделу: "Магнитопорошковая дефектоскопия", "Капиллярные методы контроля" и "Метод течеискания"

Краткое содержание задания:

Выполнение лабораторных работ для приобретения практических навыков и заполнение соответствующих бланков отчета. Ответы на три контрольных вопроса по изученному материалу

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: современные методы и приборы для неразрушающих методов контроля дефектов сплошности материалов и их сварных соединений магнитными, капиллярными методами контроля и методом течеискания</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Магнитопорошковая дефектоскопия. Физическая основа метода. Формирование магнитного поля рассеяния над дефектом 2.Сформулировать ограничения метода магнитопорошковой дефектоскопии при контроле сварных соединений 3.Рассказать о физических явлениях, протекающих в процессе выполнения капиллярной дефектоскопии сварных соединений 4.Классифицировать методы капиллярного контроля и перечислить их основные этапы проведения 5.Объяснить физические основы метода течеискания
<p>Уметь: выбирать приборы и оборудование для проведения исследовательских и производственных работ по неразрушающему контролю дефектов сплошности материалов и их сварных соединений магнитными и капиллярными методами контроля</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Изобразите схемы контроля течеисканием замкнутых сварных соединений 2.Нарисуйте схему и перечислите основные этапы капиллярного контроля 3.Нарисуйте схему и объясните как с помощью магнитостатического толщиномера можно измерить толщину немагнитного покрытия контролируемого объекта

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Бланки трех лабораторных работ заполнены полностью. Ответы на дополнительные вопросы полные, верные. Допускается наличие одной негрубой ошибки

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Бланки трех лабораторных работ заполнены полностью. Ответы на дополнительные вопросы в целом верные, но допущено несколько негрубых ошибок

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Бланки трех лабораторных работ заполнены полностью. Ответы на дополнительные вопросы неполные, либо допущена грубая ошибка, либо ответы на вопросы получены по наводящим вопросам

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Дефекты сварных соединений. Классификация видов и примеры дефектов. Влияние дефектов на эксплуатационные свойства сварных соединений
2. Магнитопорошковая дефектоскопия (МПД). Физическая основа метода. Формирование магнитного поля рассеяния над дефектом. Границы применения и чувствительность МПД

Процедура проведения

Студент выбирает случайным образом один из 15 билетов, содержащий два теоретических вопроса. Время на подготовку устного ответа на экзаменационный билет составляет 45 минут. Дополнительные вопросы по изучаемой дисциплине могут быть заданы на усмотрение экзаменатора

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологии производства и ремонта объектов профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Продукция и её качество. Технический контроль машиностроительной продукции. Классификация видов технического контроля
2. Неразрушающий контроль изделий. Цели и области применения. Физические способы контроля
3. Дефекты сварных соединений. Классификация видов и примеры дефектов. Влияние дефектов на эксплуатационные свойства сварных соединений

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие из перечисленных дефектов относят к дефектам сплошности материалов?

Ответы:

- а) вакансии, дислокации, границы зерен
- б) трещины, поры, твердые включения
- в) дефект модуля упругости
- г) Все дефекты, перечисленные выше (а, б, в)

Верный ответ: б

2. Дефекты по происхождению могут быть:

Ответы:

- а) производственно-технологические
- б) эксплуатационные
- в) сквозные
- г) наружные

Верный ответ: а,б

3. Газовая полость сферической формы в объёме металла называется

Ответы:

- а) свищ
- б) пора
- в) непровар
- г) несплавление

Верный ответ: б

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-1 Демонстрирует понимание физических процессов при контроле и обработке материалов

Вопросы, задания

1. Основные характеристики и единицы измерения ионизирующих излучений
2. Контроль течей. Физические основы метода. Способы и схемы контроля
3. Радиография. Формирование геометрической нерезкости изображения дефекта. Чувствительность просвечивания. Эталоны чувствительности
4. Магнитопорошковая дефектоскопия (МПД). Физическая основа метода. Формирование магнитного поля рассеяния над дефектом. Границы применения и чувствительность МПД
5. Радиография. Схема фотометода радиографии. Схемы просвечивания стыковых, угловых и тавровых сварных соединений
6. Радиоскопия. Схема метода. Основные преимущества, недостатки. Виды детекторов
7. Характеристики магнитного поля. Ферромагнетизм. Явление магнитного гистерезиса

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Выявляемость дефекта при радиографии зависит от следующих факторов:

Ответы:

- а) От размера дефекта в направлении просвечивания X
- б) От коэффициента ослабления ионизирующего излучения μ
- в) От толщины рентгеновской пленки δ
- г) От порядкового номера атома в периодической таблице Z_a материала контролируемого объекта

Верный ответ: а,б,г

2. Выберите основные виды источников ионизирующего излучения, применяемые при радиационной дефектоскопии:

Ответы:

- а) инфракрасное излучение
- б) рентгеновское излучение
- в) ультрафиолетовое излучение
- г) гамма-излучение
- д) нейтронное излучение

Верный ответ: б,г,д

3. В качестве детекторов при контроле сварных соединений методом радиоскопии используют:

Ответы:

- а) сцинтилляционные кристаллы
- б) фотоэлектронные умножители
- в) флуороскопические экраны
- г) газоразрядные счетчики

Верный ответ: а,в

4. Явление возникновения электрического заряда на поверхностях пластины из пьезоматериала при её деформировании называется:

Ответы:

- а) эффектом Виллари
- б) обратным пьезоэффектом

в) магнитострикционным эффектом

г) прямым пьезоэффектом

Верный ответ: г

5. Поперечные ультразвуковые волны могут распространяться в:

Ответы:

а) жидкостях

б) твердых телах

в) газах

г) жидкостях и газах

д) во всех выше перечисленных средах

Верный ответ: б

6. Выберите факторы, влияющие на рассеяние ультразвуковой волны (УЗВ) в металлах:

Ответы:

а) длина УЗВ

б) модуль упругости металла

в) средний размер зерна металла

г) размер контролируемого объекта в направлении распространения волны

Верный ответ: а, в

7. Преломление ультразвуковой волны - это:

Ответы:

а) преобразование волн одного типа в волны другого типа, происходящее на границе раздела двух сред

б) взаимное увеличение или уменьшение результирующей амплитуды двух или нескольких когерентных волн при их наложении друг на друга

в) уменьшение амплитуды колебаний частиц в звуковой волне, вызванное процессами рассеяния и поглощения.

г) изменение направления волны на границе раздела, при котором волна частично переходит в другую среду

Верный ответ: г

8. Относительная магнитная проницаемость ферромагнетиков:

Ответы:

а) всегда меньше 1

б) равна 0

в) значительно больше 1

г) слегка превышает 1

д) может принимать как положительные, так и отрицательные значения в зависимости от строения кристаллической решетки

Верный ответ: в

9. Выберите основные физические явления, лежащие в основе технологии капиллярного контроля дефектов в сварных соединениях

Ответы:

а) диффузия

б) конвекция

в) сорбция

г) поверхностное натяжение

д) магнитоупругий эффект

Верный ответ: а, в, г

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответ логически последователен, содержателен, конкретен и полон. Продемонстрирована системность изложения материала, понимание сущности явлений, используемых при промышленной дефектоскопии материалов и сварных соединений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Ответ последователен и конкретен. Продемонстрированы твердые и достаточно полные знания всего вопроса, а также понимание сущности явлений, используемых при промышленной дефектоскопии материалов и сварных соединений. При этом в ответе допущены негрубые ошибки (напр., неточности в схемах, неполная классификация и т.д.)

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Ответ неполный, либо допущен ряд ошибок. Изложение материала не всегда логично и последовательно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» Итоговая оценка определяется на основании соотношения текущей оценки и оценки по промежуточной аттестации. На усмотрение преподавателя оценка по промежуточной аттестации может быть выставлена по средней оценки текущего контроля: "хорошо" - средняя оценка от 3,8 до 4,6 "отлично" - средняя оценка от 4,7 до 5,0