

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Акустический контроль

Код модуля
1147101(1)

Модуль
Методы неразрушающего контроля. Часть 2

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| № п/п | Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-------------------------------|---|------------------|---|
| 1 | Зацепин Анатолий Федорович | кандидат технических наук, доцент | Профессор | физических методов и приборов контроля качества |
| 2 | Кузнецова Юлия Алексеевна | кандидат физико-математических наук, без ученого звания | Доцент | физических методов и приборов контроля качества |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

- Зацепин Анатолий Федорович, Профессор, физических методов и приборов контроля качества
- Кузнецова Юлия Алексеевна, Доцент, физических методов и приборов контроля качества

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Акустический контроль

| | | | |
|----|--------------------------------------|--------------------------------|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 4 | |
| 2. | Виды аудиторных занятий | Лекции Лабораторные занятия | |
| 3. | Промежуточная аттестация | Экзамен | |
| 4. | Текущая аттестация | Коллоквиум | 1 |

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Акустический контроль

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| ПК-1 -Способен анализировать и разрабатывать технологическую и нормативную документацию по НК контролируемого объекта | 3-1 - Классифицировать межгосударственные, национальные и международные стандарты в области неразрушающего контроля 3-2 - Идентифицировать термины и понятия, применяемые в области неразрушающего контроля 3-3 - Характеризовать современное состояние средств и технологий неразрушающего контроля 3-4 - Сформулировать физические основы методов неразрушающего контроля | Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Экзамен |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>З-5 - Определять методы, объемы, средства и технологии НК контролируемого объекта</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор эффективных технологий НК и средств контроля для применения в конкретных условиях</p> <p>П-2 - Разрабатывать стандарты и методики внедряемых технологий НК для применения на контролируемом объекте</p> <p>П-3 - Принимать решения о необходимости проведения корректировки технической документации</p> <p>У-3 - Формулировать правила по применению на контролируемом объекте внедряемых технологий неразрушающего контроля</p> | |
| <p>ПК-4 -Способен анализировать схемы контроля, выбирать средства измерения, используемые в контрольной оснастке с учетом физических принципов их работы, характеристик и области применения</p> | <p>З-3 - Сформулировать физические принципы работы, возможности и области применения методов и средств измерений</p> <p>З-4 - Определять правила и принципы выбора средств измерения, используемых в контрольной оснастке</p> <p>П-1 - Разрабатывать новые методики испытаний</p> <p>У-1 - Анализировать схемы контроля</p> <p>У-2 - Выбирать средства измерения, используемые в контрольной оснастке</p> | <p>Коллоквиум</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Экзамен</p> |

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50

| | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>активность студента на занятии</i> | 7,16 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.50 | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>коллоквиум</i> | 7,5 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.00 | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00 | | |
| 4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено | | |

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

| | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| | | |

Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– **не предусмотрено**

Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – **не предусмотрено**

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

| Результаты обучения | Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам |
|---------------------|--|
| Знания | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Умения | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Опыт /владение | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов. |
| Другие результаты | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

| Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов) | | | |
|--|---|------------------------------------|------------------------------------|
| № п/п | Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание) | Шкала оценивания | |
| | | Традиционная характеристика уровня | Качественная характеристика уровня |

| | | | | |
|----|--|--|------------|-------------------|
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет | Отлично (80-100 баллов) | Зачтено | Высокий (В) |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | Хорошо (60-79 баллов) | | Средний (С) |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания | Удовлетворительно (40-59 баллов) | | Пороговый (П) |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно (менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н) |
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено | Недостаточно свидетельств для оценивания | | Нет результата |

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Измерение скоростей продольных и поперечных УЗ-волн в материалах
 2. Измерение коэффициентов затухания ультразвука в твердых и жидких средах
 3. Определение коэффициентов двойного преобразования совмещенных пьезопреобразователей
 4. Эталонирование параметров эхо-метода акустического контроля
 5. Измерение условных и эквивалентных размеров дефектов эхо-методом акустического контроля
 6. Изучение резонансного метода акустического контроля
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Принцип действия типового УЗ-дефектоскопа
2. Физические основы эхо-метода акустического контроля
3. Типы ультразвуковых колебаний
4. Характеристика упругих модулей твердого тела
5. Методика измерения скорости ультразвука
6. Каковы физические причины затухания ультразвука в твердых телах?
7. Как зависит коэффициент затухания от размера неоднородностей материала?
8. Звуковое поле какой конфигурации создает в твердом теле дисковый излучатель?
9. Что такое ближняя зона Френеля и почему она непригодна для ультра-звуковых исследований характеристик твердого тела?
10. В чем сущность метода определения величины затухания УЗК в твердых телах?
11. Дать определения передаточной функции преобразователя
12. Какими величинами характеризуется передаточная функция преобразователя в раздельно-совмещенном режиме?
13. Как измеряется коэффициент преобразования пьезопреобразователя?
14. Чем определяется достоверность эхо-метода контроля?
15. Какие факторы ограничивают мертвую зону?
16. Опишите способ определения точки выхода и угла входа луча преобразователя.
17. Что такое разрешающая способность?
18. Зачем необходимо измерять условную чувствительность?
19. Назовите способы определения условной чувствительности
20. По каким измеряемым дефектоскопом характеристикам можно судить о наличии дефектов?
21. Какими способами можно оценить размеры малых дефектов?
22. Что такое ближняя и дальняя зоны искателя?
23. Что такое АРД-диаграмма?
24. Как с помощью АРД-диаграммы оценить размер дефекта?
25. Какие факторы влияют на точность экспериментальной проверки АРД-диаграмм ?
26. Что такое «условные размеры дефекта»?
27. Какие существуют способы определения условных размеров дефектов? В чем их различие?

Примерные задания

- определить значения скорости распространения продольных колебаний в стали
- сравнить полученные значения с литературными данными
- провести измерения для ПЭП с частотами 1,25; 2,5; 5; 10 МГц
- сделать вывод о существовании/отсутствии дисперсии скорости распространения продольных колебаний
- определить скорости распространения всех возможных мод волн Лэмба в листе из стали толщиной 3 мм на частоте 2,5 МГц

- определить значения скорости распространения поперечных колебаний в стали
- рассчитать средние значения скорости поперечных колебаний, полученные двумя различными способами
- сравнить полученные значения с табличной величиной и определить, какой из способов является более точным

- используя более точный способ определения скорости, провести аналогичные измерения для ПЭП с частотами 1,25; 2,5 МГц
- сделать вывод о существовании/отсутствии дисперсии скорости распространения продольных колебаний
- определить скорости распространения всех возможных мод волн Порхаммера в листе из стали толщиной 3 мм на частоте 2,5 МГц

- определить коэффициент затухания продольных колебаний и его частотную зависимость
- провести измерения для прямых преобразователей с частотами 1,25; 2,5; 5; 10 МГц.
- построить зависимость значения коэффициента затухания от частоты
- описать полученную зависимость аналитическим выражением вида:

$$\alpha = \alpha_1 f + \alpha_2 f^4$$
 или
$$\alpha = \alpha_1 f^2 + \alpha_2 f^4$$
- определить, какая компонента (поглощение/рассеяние) вносит основной вклад в формирование затухания УЗ волн
- определить среднее значение размера зерна материала

- определить коэффициент затухания поперечных колебаний
- провести измерения для наклонных преобразователей с частотами 1,25 и 2,5 МГц.
- оценить ослабление донного сигнала для поперечных волн из-за затухания в оконном стекле толщиной 100 мм на частоте 7.5 МГц.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Классификационная система акустических методов. Понятие об активных и пассивных методах. Классификационные признаки. Функциональные схемы.
2. Методы отражения (эхо, эхо-зеркальный, дельта, реверберационный).
3. Методы прохождения (амплитудный теневой, временной теневой, велосиметрический).
4. Комбинированные методы (зеркально-теневой, эхо-теневой, эхо-сквозной).
5. Импедансный метод.
6. Интегральные и локальные методы собственных частот (свободных колебаний, резонансные).
7. Метод акустической эмиссии.
8. Способы акустического контакта. Сухой точечный контакт. Контактный и иммерсионный способы. Бесконтактные способы.
9. Упругие колебания и волны. Величины, характеризующие амплитуду колебаний в жидкости и твердой фазе. Непрерывные и импульсные колебания.
10. Спектральный состав акустических импульсов. Волновое уравнение для жидкости и твердого тела.

11. Типы упругих волн (объемные, поверхностные, головные, пластиночные и стержневые), поляризация колебаний.
12. Скорость распространения волны (фазовая и групповая), связь с упругими модулями.
13. Дисперсия скорости. Влияние волнового фронта на ослабление амплитуды колебаний при распространении волн.
14. Продольные и поперечные волны в бесконечной среде.
15. Волны в ограниченных средах. Поверхностная волна Релея. Головная волна. Нормальные волны Лэмба. Стержневые волны Порхгаммера.
16. Акустические свойства сред. Влияние упругих характеристик материала на скорость волны. Волновое сопротивление (характеристический импеданс). Коэффициент затухания.
17. Прохождение волн через границу раздела сред. Коэффициенты отражения и прохождения при нормальном падении волны на границу.
18. Наклонное падение волн на границу двух сред. Критические углы.
19. Обобщенный закон Снэллиуса. Отражение от свободной поверхности твердого тела.
20. Явление незеркального отражения. Отражение от двухгранного угла. Влияние тонкого слоя на прохождение волн. Достижение максимальной прозрачности (эффект просветления).
21. Электроакустические преобразователи. Пьезоэлектрический эффект и пьезоматериалы. Уравнение электроакустического тракта.
22. Эквивалентная схема пьезопреобразователя. Конструктивные особенности и характеристики ПЭП (типы излучаемых волн, рабочая частота, ширина полосы пропускания).
23. Прямой, наклонный и раздельно-совмещенный преобразователи. Функции элементов. Передаточная функция. Коэффициенты преобразования в режимах излучения и приема. Коэффициент двойного преобразования.
24. Бесконтактные способы передачи и приема акустических волн.
25. Акустическое поле преобразователя. Поля излучения и приема. Ближняя и дальняя зоны поля преобразователя.
26. Поле дискообразного и кольцевого УЗ-излучателя. Поле прямоугольного преобразователя. Поле преобразователя с акустической задержкой (плоскопараллельной и наклонной).
27. Эхо-импульсный дефектоскоп. Структурная схема. Основные и вспомогательные узлы.
28. УЗ-приборы для контроля теньвым и комбинированными методами. УЗ-резонансные дефектоскопы-толщиномеры. УЗ-толщиномеры.
29. Мертвая зона. Факторы, определяющие ее величину. Способы измерения.
30. Разрешающая способность. Лучевая и фронтальная разрешающая способность.
31. Погрешность глубиномера. Способы измерения с использованием СО и на объекте контроля.
32. Характеристики и признаки дефектов, измеряемые акустическими методами.
33. Эквивалентные размеры дефекта. Коэффициент выявляемости дефекта. Угловой эффект. Расчет эхо-сигнала от углового отражателя и сегмента. АРД-диаграммы.

34. Способы выделения полезных сигналов на фоне помех. Способы подавления и ослабления помех. Ложные сигналы и их выделение.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения | Контрольно-оценочные мероприятия |
|---|--|--|-------------|---------------------|---|
| Профессиональное воспитание | учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология самостоятельной работы | ПК-1 | У-3 П-3 | Коллоквиум Лабораторные занятия Экзамен |