

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе


Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии

Направленность (специальность) 05.11.13 Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Ультразвуковые низкочастотные пьезоэлектрические преобразователи»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.2

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе

6 часов – контактная работа,

84 часов – самостоятельная работа,

18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»,

утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 877, и паспорта специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение современных методов УЗ контроля изделий с аномально большим затуханием Ультразвуковых колебаний с помощью УЗ низкочастотных пьезоэлектрических преобразователей

Задачами дисциплины являются:

- изучения принципов создания УЗ низкочастотных преобразователей для контроля изделий из бетона и полимерных композиционных материалов
- изучение принципов создания УЗ низкочастотных преобразователей для контроля изделий через воздушный промежуток

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ОПК-4);
- Способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования (ОПК-5);

- Способность анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5);
- Способность применять современный инструментарий проектирования программно-аппаратных средств для решения задач технической диагностики (ПК-6);
- Способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач неразрушающего контроля потенциально опасных технических объектов (ПК-8).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие **результаты образования**:

Знать:

- работу российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

Уметь:

- планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ОПК-4);
- оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования (ОПК-5);
- анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5);
- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач неразрушающего контроля потенциально опасных технических объектов (ПК-8);

Владеть:

- современным инструментарием проектирования программно-аппаратных средств для решения задач технической диагностики (ПК-6);

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Проблемы УЗ низкочастотного контроля крупногабаритных сложноструктурных изделий (применительно к свойствам УЗ низкочастотных преобразователей).

Особенности ультразвукового (УЗ) высокочастотного (ВЧ) контроля. Особенности УЗ низкочастотного (НЧ) неразрушающего контроля (НК) крупногабаритных сложноструктурных изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ), бетона, чугуна. Затухание и рассеивание УЗ колебаний (УЗК) в сложноструктурных материалах. Критерии выбора частоты сигналов при УЗ контроле изделий из ПКМ, бетона, чугуна. Требование к низкочастотным пьезоэлектрическим преобразователям (ПЭП) по обеспечению одновременно широкой полосы пропускания, высокой чувствительности и заданной направленности излучения. Пространственные характеристики УЗ НЧ ПЭП. Проблемы УЗ НЧ контроля в ближней зоне ПЭП. Проблемы УЗ контроля, связанные с неравномерностью акустического поля УЗ широкополосных НЧ ПЭП. Проблема обеспечения надежного сухого акустического контакта УЗ НЧ преобразователя с неплоской и шероховатой поверхностью изделий из бетона и полимерных композиционных материалов (ПКМ).

2. Способы обеспечения широкой полосы пропускания УЗ ПЭП.

Расширение полосы пропускания УЗ ПЭП с помощью механического демпфирования. Требование к материалу и конструкции демпфера. Согласовании УЗ ПЭП с акустической и электрической нагрузками. УЗ широкополосные ПЭП со сферически вогнутой поверхностью. Составные композитные (матричные) УЗ широкополосные пьезопреобразователи.

3. Мозаичные широкополосные высокочувствительные УЗ пьезопреобразователи

Составные мозаичные высокочувствительные широкополосные УЗ пьезопреобразователи с продольным возбуждением сигнала. Выбор оптимальной топологии мозаики. Сравнение АЧХ недемпфированного монолитного ПЭП, композитного ПЭП, сильно демпфированного ПЭП и мозаичного ПЭП. Составные мозаичные широкополосные высокочувствительные УЗ НЧ пьезопреобразователи на основе пластинчатых поперечно возбуждаемых пьезоэлементов. Технологии синтеза УЗ низкочастотных широкополосных мозаичных преобразователей на основе использования разновысоких стержневых ПЭ. Особенности работы НЧ раздельно-совмещенных (РС) мозаичных УЗ преобразователей. Проблема подавления помехи - электроакустической наводки в НЧ РС ПЭП. Широкополосные низкочастотные малоапертурные мозаичные ПЭП в составе УЗ ФАР.

4. Ультразвуковые широкополосные низкочастотные ПЭП с сухим контактом преобразователя с поверхностью изделия

Проблемы акустического контакта УЗ ПЭП с поверхностью контролируемого изделия. Различные виды акустического контакта: иммерсионный контакт, "сухой" контакт, бесконтактные ПЭП. Разработка эластичных протекторов из кремнеорганических каучуков. Ультразвуковые широкополосные низкочастотные малоапертурные ПЭП с сухим точечным контактом (СТК). Частотные и пространственные характеристики УЗ ПЭП с СТК. Диаграмма направленности ПЭП с СТК для продольных и поперечных УЗ колебаний. Особенности работы УЗ НЧ преобразователей с СТК в составе УЗ ФАР.

5. Способы представления пространственных характеристик ультразвуковых широкополосных низкочастотных преобразователей

Ближняя и дальняя зона ПЭП. Диаграмма направленности (ДН) узкополосного ПЭП. ДН широкополосного ПЭП. Интегральные способы представления пространственных характеристик УЗ широкополосных низкочастотных преобразователей. Корреляционная диаграмма направленности широкополосного ПЭП. Корреляционное акустическое поле

широкополосного ПЭП. Пространственно-частотные характеристики УЗ НЧ широкополосных ПЭП. Искажение формы сигнала пьезоэлектрическим преобразователем с неравномерным акустическим полем. Технологии конструирования УЗ НЧ широкополосных ПЭП с равномерным акустическим полем.

6. УЗ преобразователи для контроля изделий через воздушный промежуток.

Проблема создания низкочастотного бесконтактного широкополосного высокоэффективного ПЭП. Бесконтактные электростатические (конденсаторные) преобразователи. Бесконтактные ПЭП на изгибных колебаниях. УЗ бесконтактный контроль через нерезонансный воздушный промежуток. Бесконтактные узкополосные ПЭП с четвертьволновым согласующим слоем. Выбор материала для согласующего слоя. УЗ НЧ мозаичный высокоэффективный широкополосный бесконтактный ПЭП.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ
РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

7 семестр– дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Требования к УЗ преобразователям для контроля крупногабаритных изделий с большим интегральным затуханием УЗК.
2. Требования к УЗ преобразователям для контроля крупногабаритных изделий с высоким уровнем структурного шума.
3. Принцип создания УЗ НЧ ПЭП, обеспечивающих одновременно высокий коэффициент электроакустического преобразования и широкую полосу пропускания
4. Особенности пространственных характеристик УЗ низкочастотных широкополосных преобразователей.

5. Влияние неравномерности акустического поля широкополосных низкочастотных преобразователей на точность измерения временного положения сигналов.
6. Способы представления пространственных характеристик широкополосных преобразователей - корреляционное распределение акустического поля широкополосного НЧ ПЭП, корреляционная диаграмма направленности широкополосных НЧ ПЭП.
7. Выбор оптимального соотношения материалов в составных композитных преобразователях.
8. Особенности АЧХ мозаичных ПЭП. Способы компенсации неравномерности АЧХ широкополосных мозаичных ПЭП.
9. Методы подавления электроакустической наводки в раздельно-совмещенных преобразователях.
10. Особенности использования мозаичных ПЭП при контроле изделий через воздушный промежуток.
11. Сравнение пространственных характеристик малоапертурных низкочастотных мозаичных преобразователей и преобразователей с СТК.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Качанов В.К., Карташев В.Г., Соколов И.В., Шалимова Е.В. Методы обработки сигналов в ультразвуковой дефектоскопии. / Учебное пособие для студентов вузов – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. -220с.
2. Качанов В.К., Карташев В.Г., Соколов И.В. Ультразвуковая помехоустойчивая дефектоскопия – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 280 с.
3. Разработка помехоустойчивых методов и средств многофункциональной ультразвуковой дефектоскопии: автореферат диссертации доктора технических наук, Соколов И. В., 2007

4.Неразрушающий контроль и диагностика : справочник, Клюев В. В.
издательство: Машиностроение, 2005

Дополнительная литература:

5.Волосский В.П., Разработка бесконтактной ультразвуковой эхолокации
пластмассовых сред. Автореф. канд. дисс. М., МЭИ. 1985.