

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор НИУ «МЭИ»

Драгунов В.К.

«24» июня 2019 г.



Программа аспирантуры

Направление: 15.06.01 Машиностроение

Направленность (специальность): 05.02.10 «Сварка, родственные процессы и технологии»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Физические основы неразрушающих способов контроля»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.2

Всего: 72 часа,

Семестр – 5, в том числе:

6 часов – консультация;
48 часов – самостоятельная работа;
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение», утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 1888, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников 05.02.10 «Сварка, родственные процессы и технологии», утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение физических основ методов неразрушающего контроля, наиболее широко применяемых при контроле качества сварных соединений в современном энергомашиностроении (радиационный, ультразвуковой, магнитный, капиллярный и течеискание).

Задачами дисциплины являются:

- изучение теоретических основ физических явлений и процессов, заложенных в основу неразрушающих способов контроля;
- ознакомление с принципами построения технологии контроля применительно к каждому из рассматриваемых методов;
- овладение навыками проведения контроля сварных соединений методами магнитного и капиллярного контроля.

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

- способность формировать и аргументировано представлять научные гипотезы (ОПК-3);
- способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов (ОПК-5);
- способность использовать результаты научно-исследовательской работы в учебном процессе в рамках своей специальности (ПК-7).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- основные принципы построения технологических процессов неразрушающего контроля на базе проникающих веществ и внешних энергетических полей (ОПК-3);
- оборудование и основные вспомогательные и расходные материалы, необходимые для осуществления контроля сварных соединений (ОПК-5);
- источники научно-технической информации (технические журналы, Интернет-сайты и пр.) по основным методам контроля сварных соединений энергоустановок (ПК-7).

Уметь:

- анализировать и грамотно использовать информацию о новых решениях технологических операций неразрушающего контроля на базе физических методов воздействия на контролируемый объект (ОПК-3).
- критически анализировать и оценивать современные научные достижения и идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (ОПК-3).
- использовать известные технические средства для организации контроля и обработки полученных результатов (ОПК-5)
- осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы (ПК-7)
- определять метод или группу методов неразрушающего контроля для оценки качества сварных соединений энергооборудования или других видов машиностроительной продукции (ОПК-5)
- анализировать и грамотно использовать информацию о новых решениях технологических операций неразрушающего контроля на базе физических методов воздействия на контролируемый объект (ПК-7).

Владеть:

- информацией о технических параметрах оборудования, используемого для организации неразрушающего контроля (ОПК-5);
- навыками планирования исследования и анализа получаемых результатов (ОПК-5);
- навыками пользователя электронных и иных баз данных и приемами формирования подобных или оригинальных баз (ПК-7).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Дефекты сварных соединений, их классификация и влияние на работоспособность конструкций

Продукция и её качество. Технический контроль машиностроительной продукции. Классификация видов технического контроля. Дефекты сварных соединений. Классификация видов дефектов. Примеры дефектов. Влияние дефектов на эксплуатационные свойства сварных соединений. Обозначение дефектов в соответствии с ГОСТ.

Физические основы, оборудование и технология радиационного контроля

Радиационная дефектоскопия. Общая схема метода контроля (с описанием). Основные виды источников ионизирующего излучения, применяемых в дефектоскопии сварных соединений. Рентгеновское излучение. Принцип работы рентгеновской трубки. Энергетический спектр рентгеновского излучения, генерируемого рентгеновской трубкой. Физические основы генерации гамма-излучения и его природа. Распад радиоактивного вещества в электростатическом поле. Закон радиоактивного распада и его характеристики. Период полураспада. Основные характеристики и единицы измерения ионизирующих излучений. Взаимодействие ионизирующего излучения с материалом контролируемого объекта (процессы). Изменение линейного коэффициента ослабления в зависимости от энергии ИИ. Радиография. Радиоскопия. Радиометрия.

Физические основы, оборудование и технология ультразвукового контроля

Пьезоэффект. Физические основы генерации УЗВ. Процессы рассеяния и поглощения УЗВ в материале. ПЭП. Разновидности, назначение, конструкции. Мертвая зона при УЗК. Методы УЗК. Теневой, зеркально-теневой и эхо-импульсный метод. Технология УЗК сварных соединений (подготовка, оценка участков сварного соединения, подлежащих контролю, общие рекомендации). Контроль материалов методом акустической эмиссии.

Магнитные методы контроля

Характеристики магнитного поля. Ферромагнетизм. Явление магнитного гистерезиса. МПД. Физическая основа метода. Формирование магнитного поля рассеяния над дефектом. Границы применения МПД. Чувствительность МПД. Последовательность операций при МПД. Виды намагничивания КО. Коэрцитиметрия. Понятие коэрцитивной силы. Физическая основа метода коэрцитиметрии. Области применения метода.

Физические основы, материалы, методика и технология капиллярного метода контроля

Капиллярные методы контроля (КК). Физические основы методов КК. Явления сорбции, смачивания, капиллярный эффект. Классификация методов капиллярного контроля. Схема и основные этапы капиллярного контроля. Чувствительность метода КК.

Течеискание: физика метода, основные схемы, оборудование и технологии контроля

Физические основы методов течеискания. Основные методы выявления течей и их характеристика.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

5 семестр – дифференцированный зачет

Вопросы для самоконтроля

1. К каким видам продукции относятся кристаллы, лимоны, комплекты и олово.
2. Что определяет «тип» и «вид» дефекта?
3. Что является основанием для введения конкретного вида (метода) неразрушающего контроля?
4. Как различаются по внешнему виду холодные и горячие трещины сварных соединений?
5. Какие из указанных дефектов ОК – трещины, рыхлоты, нарушения магнитных свойств – позволяет выявить радиография?
6. Какие факторы определяют тип используемой пленки при просвечивании конкретного ОК?
7. Где устанавливаются эталоны чувствительности при просвечивании ОК?
8. Какие дефекты технологических процессов и отклонения от заданных параметров выявляются радиационными методами?
9. В чем сущность магнитных способов контроля?
10. Каковы основные способы намагничивания контролируемых изделий?
11. В чем сущность электромагнитных методов контроля?
12. Какие свойства магнитных характеристик используются при НК сварных соединений из ферромагнитных материалов?
13. Влияет ли напряженность внешнего магнитного поля на результат контроля способом приложенного магнитного поля?
14. В чем сущность и особенности капиллярных методов контроля?
15. Каковы области применения капиллярных методов контроля?
16. Какова технологическая последовательность выполнения операций при капиллярной дефектоскопии?
17. Какие пенетранты применяются при капиллярных методах контроля?
18. Перечислить основные физические явления, сопровождающие методы КК.
19. В каких единицах измеряется чувствительность методов течеискания? Обосновать ответ математически.
20. Дать определение герметичности и непроницаемости контролируемой продукции.
21. Какие пробные вещества используются при течеискании?
22. В чем отличие «замкнутых» и «незамкнутых» объектов контроля?

23. В чем преимущества и недостатки ультразвукового контроля по сравнению с просвечиванием ионизирующими излучениями.

Вопросы для проведения зачета

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 дефектов. Примеры дефектов. Влияние дефектов на эксплуатационные свойства сварных соединений.
4. Радиационная дефектоскопия. Общая схема метода контроля (с описанием). Основные виды источников ионизирующего излучения, применяемых в дефектоскопии сварных соединений.
5. Рентгеновское излучение. Принцип работы рентгеновской трубки. Энергетический спектр рентгеновского излучения, генерируемого рентгеновской трубкой.
6. Физические основы генерации гамма-излучения и его природа. Распад радиоактивного вещества в электростатическом поле. Закон радиоактивного распада и его характеристики. Период полураспада.
7. Основные характеристики и единицы измерения ионизирующих излучений.
8. Взаимодействие ионизирующего излучения с материалом контролируемого объекта (процессы). Изменение линейного коэффициента ослабления в зависимости от энергии ИИ.
9. Условие выявления дефекта при РД. Основные факторы, влияющие на выявляемость дефекта.
10. Радиография. Схема фотометода радиографии. Схемы просвечивания кольцевых сварных соединений.
11. Радиография. Схема фотометода радиографии. Схемы просвечивания стыковых, угловых и тавровых сварных соединений.
12. Рентгеновская пленка. Структура рентгеновской пленки. Характеристики радиографической пленки. Усиливающие экраны: назначение, разновидности.
13. Радиография. Формирование геометрической нерезкости изображения дефекта. Чувствительность просвечивания. Эталоны чувствительности.
14. Радиоскопия. Схема метода. Основные преимущества, недостатки. Виды детекторов.
15. Радиометрия. Схема метода. Основные преимущества, недостатки. Виды детекторов. Схемы контроля.
16. Пьезоэффект. Физические основы генерации УЗВ.
17. УЗВ. Продольные и поперечные УЗВ. Характеристики УЗВ.
18. Процессы рассеяния и поглощения УЗВ в материале. Факторы, влияющие на интенсивность рассеяния и поглощения. Закон снижения интенсивности звука при прохождении отрезка пути за счет затухания.
19. Явления отражения и трансформации УЗВ на границе раздела двух сред. Первый и второй критический угол.
20. ПЭП. Разновидности, назначение, конструкции. Мертвая зона при УЗК.

21. Методы УЗК. Теневой, зеркально-теневой и эхо-импульсный метод.
22. Измеряемые характеристики дефектов при УЗК. Определение условных размеров дефекта. Определение координат дефекта при прозвучивании прямой и наклонной ИГ.
23. Технология УЗК сварных соединений (подготовка, оценка участков сварного соединения, подлежащих контролю, общие рекомендации).
24. Схемы УЗК стыковых сварных соединений различной толщины. Определение поля перемещения ИГ при контроле стыкового сварного соединения.
25. УЗК тавровых, угловых и нахлесточных сварных соединений. Определение поля перемещения ИГ при контроле таврового сварного соединения.
26. Контроль материалов методом акустической эмиссии. Назначение метода. Явление акустической эмиссии. Измеряемые параметры сигналов АЭ.
27. Контроль материалов методом акустической эмиссии. Контроль методом АЭ в промышленных условиях. Преимущества и недостатки метода АЭ.
28. Характеристики магнитного поля. Ферромагнетизм. Явление магнитного гистерезиса.
29. МПД. Физическая основа метода. Формирование магнитного поля рассеяния над дефектом. Границы применения МПД. Чувствительность МПД.
30. МПД. Последовательность операций при МПД. Виды намагничивания КО.
31. Коэрцитиметрия. Понятие коэрцитивной силы. Физическая основа метода коэрцитиметрии. Области применения метода.
32. Капиллярные методы контроля (КК). Физические основы методов КК. Явления сорбции, смачивания, капиллярный эффект.
33. Капиллярные методы контроля (КК). Классификация методов капиллярного контроля. Схема и основные этапы капиллярного контроля. Чувствительность метода КК.
34. Контроль течеисканием. Физические основы метода. Способы и схемы контроля.
35. Контроль течеисканием. Масс-спектрометрический метод. Галогенный метод.
36. Контроль течеисканием. Манометрический метод. Пузырьковый метод.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Новокрепцов В.В., Родякина Р.В. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении: учебное пособие. - М. : Юрайт, 2017. – 274 с.
2. Новокрепцов В.В., Родякина Р.В. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений в энергомашиностроении : учебное пособие. - М.: Вече, 2015. - 272 с.

Дополнительная литература:

3. Иванов В.И. Акустическая эмиссия : учебное пособие для специалистов по неразрушающему контролю и технической диагностике. - М.: Спектр, 2015. - 192 с.