	АНО «МИПКИ»	Рабочая программа «Неразрушающий контроль: Основы вихретокового контроля металлоконструкций»	Редакция 2	Лист 1 Всего листов 9
---	----------------	---	---------------	--------------------------


**Автономная некоммерческая организация
дополнительного профессионального образования
«Межотраслевой институт подготовки кадров и информации»**



**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ:
ОСНОВЫ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ**

Рабочая программа курса

Санкт-Петербург
2016

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Неразрушающий контроль: Основы вихретокового контроля металлоконструкций»</p>	<p>Редакция 2</p>	<p>Лист 2 Всего листов 9</p>
---	------------------------	---	-----------------------	----------------------------------

УТВЕРЖДЕНО
протоколом заседания
Кафедры ОСП
от 11.01.2016г. № 1

Рабочая программа повышения квалификации разработана на основе профессионального стандарта «Специалист по неразрушающему контролю» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 3 декабря 2015 г. N 976н).

Цель: повышение квалификации специалистов, занятых в проведении неразрушающего контроля металлоконструкций по программе, содержащей базовые сведения, касающиеся применения методов вихретокового контроля металлоконструкций, которые наиболее широко используются в разных отраслях промышленности

Категория слушателей: специалисты подразделений неразрушающего контроля (лабораторий, участков производства) предприятий; руководящий технический состав предприятий, применяющих вихретоковый метод неразрушающего контроля (ВТК) в технологии производства, эксплуатации и/или ремонта

Срок обучения: 72 академических часа, 3 недели

Форма обучения: заочная (с применением дистанционных технологий)


Режим занятий: 4 часа в день, 6 дней в неделю

Составил:

Цомук Сергей Роальдович – к.т.н., преподаватель


Издательство Межотраслевого института подготовки кадров и информации

МИПКИ 2016
Издание 2-е

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Неразрушающий контроль: Основы вихретокового контроля металлоконструкций»</p>	<p>Редакция 2</p>	<p>Лист 3 Всего листов 9</p>
---	------------------------	---	-----------------------	----------------------------------

СОДЕРЖАНИЕ

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ:	1
ОСНОВЫ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ.....	1
1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН	4
2. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК.....	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ	4
4. ПРОГРАММА КУРСА	5
<i>ВВЕДЕНИЕ</i>	<i>5</i>
<i>ТЕМА 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО (ВИХРЕТОКОВОГО) КОНТРОЛЯ</i>	<i>5</i>
<i>ТЕМА 2. ВИХРЕТОКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ</i>	<i>5</i>
<i>ТЕМА 3. СИГНАЛЫ ВТП, ГОДОГРАФЫ</i>	<i>6</i>
<i>ТЕМА 4. СРЕДСТВА ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ.....</i>	<i>6</i>
<i>ТЕМА 5. ТЕХНОЛОГИЯ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ.....</i>	<i>6</i>
5. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ.....	6
6. СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ	6
7. СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ	7

	АНО «МИПКИ»	Рабочая программа «Неразрушающий контроль: Основы вихретокового контроля металлоконструкций»	Редакция 2	Лист 4 Всего листов 9
---	----------------	---	---------------	--------------------------

1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№	Наименование разделов и дисциплин	Всего, час.	В том числе	
			Лекции	Практические занятия
1	Тема 1. Основные положения вихретокового контроля	13	6	7
	Промежуточный контроль (тестирование)	2		2
2	Тема 2. Вихретоковые преобразователи	6	3	3
	Промежуточный контроль (тестирование)	2		2
3	Тема 3. Сигналы ВТП, годографы	18	9	9
	Промежуточный контроль (тестирование)	2		2
4	Тема 4. Средства вихретокового контроля	21	11	10
5	Тема 5. Технология вихретокового контроля	6	3	3
	Итоговая аттестация по учебному курсу (тестирование)	2		2
	Итого:	72	32	40

2. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Тема	Учебный день																				
	Неделя 1							Неделя 2							Неделя 3						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Тема 1	■	■	■	■			-							-							-
Промежуточный контроль				■			-							-							-
Тема 2				■	■	■	-							-							-
Промежуточный контроль						■	-							-							-
Тема 3						■	-	■	■	■	■	■	■	-							-
Промежуточный контроль							-					■	■	-							-
Тема 4							-					■	■	-	■	■	■	■	■	■	-
Тема 5							-							-						■	■
Итоговая аттестация							-							-							■


3. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ

Трудовые действия:

определение и настройка параметров контроля;
подготовка средств контроля для выполнения вихретокового контроля;
сканирование зоны контроля в соответствии с заданной схемой;
выявление несплошности по результатам данных вихретокового контроля;
определение измеряемых характеристик выявленной несплошности для оценки качества контролируемого объекта;
регистрация результатов вихретокового контроля.

Необходимые умения:

определять и настраивать параметры контроля;
производить отстройку от мешающих параметров, балансировку (компенсацию сигнала);
применять контрольные образцы для выполнения данной трудовой функции;
производить перемещение вихретокового преобразователя на поверхности объекта контроля по заданной траектории;
производить поиск несплошностей в соответствии с их признаками;

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Неразрушающий контроль: Основы вихретокового контроля металлоконструкций»</p>	<p>Редакция 2</p>	<p>Лист 5 Всего листов 9</p>
---	------------------------	---	-----------------------	----------------------------------

определять размеры выявленных несплошностей с применением средств контроля;

определять тип выявленной несплошности по заданным критериям;

регистрировать результаты вихретокового контроля.

Необходимые знания:

физические основы и терминология, применяемые в вихретоковом контроле;

средства вихретокового контроля;

технология проведения вихретокового контроля;

методы проверки (определения) и настройки основных параметров вихретокового контроля;

методы отстройки от мешающих параметров, проведения балансировки (компенсации сигнала);

способы сканирования контролируемого объекта при проведении вихретокового контроля;

признаки обнаружения несплошностей по результатам вихретокового контроля;

измеряемые характеристики несплошностей, правила проведения изменений;

требования к регистрации и оформлению результатов контроля;

требования нормативной и иной документации, устанавливающей нормы оценки качества по результатам вихретокового контроля;

требования охраны труда при проведении ультразвукового контроля.

4. ПРОГРАММА КУРСА

Введение

ТЕМА 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО (ВИХРЕТОКОВОГО) КОНТРОЛЯ

1.1 Общие сведения о электромагнитном (вихретоковом) контроле.

Электромагнитное поле. Вихревые токи. Ток возбуждения. Вихревое электрическое поле.

Вихревые токи и поверхностный эффект в проводящих изделиях.

Общая характеристика ВТК. Области применения ВТК.

Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция и взаимоиנדукция. Колебательный контур. Вихревые токи. Поверхностный эффект.

1.2 Вихревые токи и поверхностный эффект в проводящих изделиях.

Плотность вихревых токов. Вихретоковый преобразователь. Глубина проникновения вихревых токов. Частота возбуждающего тока.


1.3 Физическая сущность вихретокового контроля.

ЭДС самоиндукции. Электромагнитное взаимодействие накладной однообмоточной катушки с электропроводящим объектом контроля. Распределение вихревых токов в контролируемом объекте. Физические процессы при электромагнитном взаимодействии индуктивной катушки с объектом контроля при различных позициях относительно контролируемой поверхности.

ТЕМА 2. ВИХРЕТОКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

2.1 Классификация вихретоковых преобразователей (ВТП).

Параметрические и трансформаторные ВТП (абсолютные и

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Неразрушающий контроль: Основы вихретокового контроля металлоконструкций»</p>	<p>Редакция 2</p>	<p>Лист 6 Всего листов 9</p>
---	------------------------	---	-----------------------	----------------------------------

дифференциальные).

Проходные, накладные и комбинированные ВТП. Общие характеристики. Достоинства и недостатки ВТП.

ТЕМА 3. СИГНАЛЫ ВТП, ГОДОГРАФЫ

3.1 Преобразование параметров вихревых токов в электрический сигнал. Начальное и вносимое напряжение ВТП.

Трансформаторный и параметрический варианты измерительного преобразования.

3.2 Годографы вносимого напряжения.

Зависимость сигнала ВТП от параметров объекта контроля и режима контроля.

3.3 Вихретоковое преобразование плоских электропроводящих объектов.

Обобщенный параметр вихретокового измерительного преобразования.

3.4 Вихретоковое преобразование дефектов поверхностного слоя электропроводящих объектов.

3.5 Пути повышения информативности ВТК

ТЕМА 4. СРЕДСТВА ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

4.1. Способы вихретокового контроля.

Амплитудный способ. Фазовый способ. Амплитудно-фазовый способ.

4.2 Вихретоковые дефектоскопы. Классификация.

Классификация и технические характеристики. Дефектоскопы для работы в статическом режиме. Дефектоскопы для работы в динамическом режиме и универсальные.

4.3 Отстройка от влияния помех.

4.4 Основные технические характеристики дефектоскопов.

Порог чувствительности, разрешающая способность, производительность (или скорость) контроля. Метрологическое обеспечение вихретоковых дефектоскопов.

4.5. Дефектоскопы, применяемые для контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта

ТЕМА 5. ТЕХНОЛОГИЯ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

5. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

Контроль знаний осуществляется в форме выполнения электронных тестов по темам. Итоговый контроль знаний проводится путем выполнения итогового теста по всему курсу.

6. СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ИТОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Удельное электрическое сопротивление металлов с ростом температуры?


Глубина проникновения вихревых токов – это расстояние от поверхности объекта контроля до слоя, в котором плотность вихревых токов уменьшилась?

Вихретоковыми дефектоскопами невозможно обнаружить трещины в?

Какой из перечисленных металлов имеет наименьшую удельную электрическую проводимость?

К ферромагнитным материалам относятся?

Единицей измерения индуктивности является?

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Неразрушающий контроль: Основы вихретокового контроля металлоконструкций»</p>	<p>Редакция 2</p>	<p>Лист 7 Всего листов 9</p>
---	------------------------	---	-----------------------	----------------------------------

Сортировка деталей из неферромагнитных металлов по маркам вихретоковыми приборами возможна, если?

Преимущество ВТК перед другими видами НК заключаются в?

Для каких целей помимо дефектоскопии, толщинометрии и структуроскопии применяют вихретоковые приборы?

Открытие электромагнитной индукции сделано?

Как изменится глубина проникновения вихревых токов, если магнитная проницаемость материала объекта контроля увеличится в 4 раза?

Удельная электрическая проводимость материала, имеющего сопротивление $20 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ составляет?

Как изменяется удельное электрическое сопротивление металлов с ростом температуры?

Вихревые токи в электропроводящем материале возникают в результате существования?

Возбуждение вихревых токов базируется на принципах?

Активное сопротивление обмотки определяется?

Увеличение длины электропроводящего провода приводит к?

Единицей измерения электрической проводимости является?

Удельное электрическое сопротивление металлов с ростом температуры?

Многопараметровость – свойство ВТК, это приводит к тому, что?

В каком ВТП влияние температуры проявляется наиболее сильно?

Годограф это?

Вихретоковые приборы применяют для измерения?

ВТП, состоящий из возбуждающей и измерительной обмоток, называется?

Для сортировки стальных деталей по твердости вихретоковыми приборами с проходным ВТП необходимо?

В чем заключается основное преимущество трансформаторных ВТП по сравнению с параметрическими при контроле труб?

Какие значения может принимать коэффициент заполнения K проходного ВТП?

Раздельный контроль при применении накладного ВТП удельной электрической проводимости и толщины тонких листов

В каком ВТП влияние температуры проявляется сильнее?

Минимальное число измерительных обмоток дифференциального ВТП равно?

Контроль продольных протяженных дефектов в прутках следует проводить?

Уменьшение размеров ВТП?

Для ВТК деталей с односторонним доступом целесообразно применять?

ВТП, у которого объект контроля находится между возбуждающей и измерительной обмотками является?

По способу соединения обмоток ВТП подразделяются на?


Простейший ВТП представляет собой?

Как изменится напряжение измерительной обмотки накладного трансформаторного ВТП, если его установить на неферромагнитный электропроводящий цилиндр?


Допускается ли работа преобразователя вихретокового дефектоскопа со снятым колпачком ВТП?

7. СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная литература:

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Неразрушающий контроль: Основы вихретокового контроля металлоконструкций»</p>	<p>Редакция 2</p>	<p>Лист 8 Всего листов 9</p>
---	------------------------	---	-----------------------	----------------------------------

1. ФЗ от 26.06.2008 № 102-ФЗ Об обеспечении единства измерений
2. ФЗ от 27.12.2002 № 184-ФЗ О техническом регулировании
3. ГОСТ Р ИСО 5577-2009 Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль. Словарь
4. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования
5. ГОСТ 16504-81 Система государственной испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения
6. ГОСТ Р ИСО 9712-2019 Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала. Основные требования
7. ГОСТ Р 8.568-2017 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения
8. ГОСТ 18576-96. Контроль неразрушающий. Рельсы железнодорожные. Методы ультразвуковые
9. Распоряжение ОАО РЖД от 23.10.2014г. №2499р Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и острodefектных рельсов
10. Распоряжение от 26.07.2017 № 1471/р Положение о системе неразрушающего контроля рельсов и эксплуатации средств рельсовой дефектоскопии в путевом хозяйстве железных дорог ОАО «РЖД»
11. СТО РЖД 1.08.002-2009 «Рельсы железнодорожные, сваренные электроконтактным способом. Технические условия»
12. СТО РЖД 1.11.003-2009. Метод ультразвукового контроля сварных стыков рельсов
13. ЦПТ-80/350-2003 Технические условия на ремонт, сварку и использование старогодных рельсов. Рельсы железнодорожные старогодные
14. СТО ОАО «РЖД» 11.008-2014 Система неразрушающего контроля в ОАО "РЖД". Основные положения
15. ТИ 07.42-2004 Технологическая инструкция по ультразвуковому контролю сварных стыков рельсов в рельсосварочных предприятиях и в пути
16. ТИ 07.96-2011 Технологическая инструкция по ультразвуковому контролю стыков алюминотермитной сварки рельсов в пути
17. Приказ Минтранса России от 21.12.2010 г. № 286 Правила технической эксплуатации железных дорог РФ
18. Правила техники безопасности и производственной санитарии для рельсосварочных предприятий
19. Правила по охране труда при содержании и ремонте железнодорожного пути и сооружений
20. ПР 32.113-98 Правила сертификации персонала по неразрушающему контролю технических объектов железнодорожного транспорта
21. Методические указания по ультразвуковому контролю участка рельса с повреждением поверхности катания. (МУ 07.82-2009) С.-Пб: НИИ мостов, 2009
22. Дефектоскоп типа АВИКОН-02Р. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. - СПб, : ОАО «Радиоавионика», 2002
23. Дефектоскоп типа РДМ-33. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. - Кишинев, РДМ, 2006
24. Грейль Е.А. Оценка качества электроконтактной сварки рельсов по результатам осмотра поверхности излома. Инф. письмо №440.М: ВНИИЖТ
25. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — М.: Машиностроение, 2013
26. Е.Ф. Кретов. Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении. Издательство «Радиоавионика» Санкт-Петербург 1995

	АНО «МИПКИ»	Рабочая программа «Неразрушающий контроль: Основы вихретокового контроля металлоконструкций»	Редакция 2	Лист 9 Всего листов 9
---	----------------	---	---------------	--------------------------

27. Крейнис, З. Л. Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути [Электронный ресурс] / З. Л. Крейнис. - Москва: Издательство УМЦ ЖДТ (Маршрут), 2012

28. Мухин, О.В. Технология ультразвукового контроля. [Электронный ресурс]: учеб. пособие /О.В.Мухин, М.Н.Преображенский. — Электрон.дан. — М.: УМЦ ЖДТ, 2005

29. А.С. Кукли Ультразвуковой контроль сварных соединений металлоконструкций – М.: Машиностроение, 1969 – 56с.

30. Г.Я.Дымкин, С.Р.Цомук. Физические основы ультразвуковой дефектоскопии. Учебное пособие – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 1997. – 101 с.

31. Г.Я.Дымкин, С.Р.Цомук. Методы акустического контроля: в 2 частях. Часть 1. Учебное пособие – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2010. – 69 с.

32. Е. Ф. Кретов Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении, 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: СВЕН, 2011 – 312 с.

Дополнительная литература:

1. Незарушающий контроль: справочник в 8 т. /под общ. ред. В.В.Клюева. – Т. 3. Ультразвуковой контроль / И. Н. Ермолов, Ю. В. Ланге. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006

2. И. Н. Ермолов Теория и практика ультразвукового контроля – М.: Машиностроение, 1981

3. В.Г.Щербинский. Технология ультразвукового контроля сварных соединений – М.: Тиссо, 2003