	АНО «МИПКИ»	Рабочая программа «Визуальный, капиллярный и вихретоковый контроль деталей и узлов локомотивов»	Редакция 1	Лист 1 Всего листов 1
---	----------------	--	---------------	--------------------------

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




---

## **ВИЗУАЛЬНЫЙ, КАПИЛЛЯРНЫЙ И ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ЛОКОМОТИВОВ**

---

**Рабочая программа курса**

Санкт-Петербург  
2019

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Визуальный, капиллярный и вихретоковый контроль деталей и узлов локомотивов»</p>	<p>Редакция 1</p>	<p>Лист 2 Всего листов 2</p>
---	------------------------	--	-----------------------	----------------------------------

УТВЕРЖДЕНО  
Протоколом заседания Ученого Совета  
№ 11 от 17.12.2019

**Цель** повышение квалификации специалистов разных отраслей промышленности по программе, содержащей сведения о принципах и методах визуального, капиллярного и вихретокового контроля деталей и узлов локомотивов.

**Категория слушателей:** специалисты подразделений неразрушающего контроля (лабораторий) предприятий, руководящий технический состав предприятий, применяющий визуальный, капиллярный и вихретоковый контроль деталей и узлов локомотивов или осуществляющий подготовку к его внедрению в техпроцесс

**Срок обучения:** 72 академических часа, 3 недели


**Форма обучения:** заочная (с применением дистанционных технологий)

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

Составили:


**Ряжский Дмитрий Игоревич**, к.т.н. - преподаватель

Издательство Межотраслевого института подготовки кадров и информации

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Визуальный, капиллярный и вихретоковый контроль деталей и узлов локомотивов»</p>	<p>Редакция 1</p>	<p>Лист 3 Всего листов 3</p>
---	------------------------	--	-----------------------	----------------------------------


## СОДЕРЖАНИЕ

ВИЗУАЛЬНЫЙ, КАПИЛЛЯРНЫЙ И ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ЛОКОМОТИВОВ .....	1
1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН .....	4
2. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК.....	5
3. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ КУРСА.....	5
4. ПРОГРАММА КУРСА .....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ТЕМА 1. ОПТИЧЕСКИЙ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ.....	6
ТЕМА 2. КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ.....	6
ТЕМА 3. ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ .....	7
5. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ.....	8
6. СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ .....	8
7. СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	9

	АНО «МИПКИ»	Рабочая программа «Визуальный, капиллярный и вихретоковый контроль деталей и узлов локомотивов»	Редакция 1	Лист 4 Всего листов 4
---	----------------	--	---------------	--------------------------

## 1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№	Наименование разделов и дисциплин	Всего, час.	В том числе		Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	
<b>1</b>	<b>Оптический неразрушающий контроль</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	
1.1	Физические основы оптического неразрушающего контроля	6	2	4	
1.2	Оптические приборы (дефектоскопы)	6	2	4	
1.3	Современные средства и методы измерения неровностей. Качественные методы контроля шероховатости	4	2	2	
1.4	Виды и типы дефектов. Причины возникновения дефектов сварки	4	2	2	
1.5	Основы технологии визуального контроля деталей и узлов локомотивов	6	2	4	
	Промежуточный (текущий) контроль знаний по темам 1.1-1.5			1	тестирование
<b>2</b>	<b>Капиллярный контроль</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	
2.1	Физические основы капиллярного контроля	4	2	2	
2.2	Методы капиллярного контроля	2		2	
2.3	Чувствительность капиллярного контроля	2		2	
2.4	Капиллярный контроль деталей и узлов локомотивов	6	2	4	
2.5	Достоинства и недостатки капиллярного контроля	2	2		
	Промежуточный (текущий) контроль знаний по темам 2.1-2.5			1	тестирование
<b>3</b>	<b>Вихретоковый контроль</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	
3.1	Общие сведения о вихретоковом виде неразрушающего контроля	2	1	1	
3.2	Вихревые токи и поверхностный эффект в проводящих изделиях	2	1	1	
3.3	Физическая сущность вихретокового контроля	2	1	1	
3.4	Вихретоковые преобразователи. Классификация вихретоковых преобразователей	2	1	1	
3.5	Сигналы ВТП, годографы. Преобразование параметров вихревых токов в электрический сигнал. Начальное и вносимое напряжение ВТП	2	1	1	
3.6	Годографы вносимого напряжения	1	1		

	АНО «МИПКИ»	Рабочая программа «Визуальный, капиллярный и вихретоковый контроль деталей и узлов локомотивов»	Редакция 1	Лист 5 Всего листов 5
---	----------------	--	---------------	--------------------------

3.7	Вихретоковое преобразование дефектов поверхностного слоя электропроводящих объектов	1		1	
3.8	Пути повышения информативности вихретокового контроля	1	1		
3.9	Способы вихретокового контроля	1		1	
3.10	Вихретоковые дефектоскопы. Классификация	2	1	1	
3.11	Отстройка от влияния помех	1		1	
3.12	Основные технические характеристики дефектоскопов	2	1	1	
3.13	Средства контроля, применяемые для контроля деталей и узлов локомотивов	4	2	2	
3.14	Основы технологии вихретокового контроля деталей и узлов локомотивов	2	1	1	
	Промежуточный (текущий) контроль знаний по темам 3.1-3.14			1	тестирование
	<b>ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО УЧЕБНОМУ КУРСУ</b>			2	тестирование
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>28</b>	<b>44</b>	

## 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							-							-						■	-
Итоговая аттестация							-							-						■	-

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ КУРСА

### Трудовые действия:

использовать аппаратуру и технологии магнитопорошкового контроля деталей локомотивов;

использовать в работе ультразвуковые дефектоскопы, эндоскопы и годографы;


находить и оценивать дефекты;

регистрировать и оформлять результаты визуального, капиллярного и вихретокового контроля.

### Необходимые умения:

оформлять документы или контролировать правильность их оформления в соответствии с образцом в процессе визуального, капиллярного и вихретокового контроля;

пользоваться информационно-коммуникационными технологиями и средствами связи;

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Визуальный, капиллярный и вихретоковый контроль деталей и узлов локомотивов»</p>	<p>Редакция 1</p>	<p>Лист 6 Всего листов 6</p>
---	------------------------	--	-----------------------	----------------------------------

регистрация и оформление результатов визуального, капиллярного и вихретокового контроля;

уметь работать с дефектоскопами, эндоскопами и годографами.

**Необходимые знания:**

физические основы визуального, капиллярного и вихретокового контроля деталей локомотивов;

аппаратуру и технологии визуального, капиллярного и вихретокового контроля деталей локомотивов;

принципы работы работе дефектоскопов, эндоскопов, и годографов;

процедуры поиска и оценки дефектов.

## 4. ПРОГРАММА КУРСА

### **Введение**

#### **Тема 1. Оптический неразрушающий контроль**

1.1 Физические основы оптического неразрушающего контроля

Оптический неразрушающий контроль.

Классификация методов ОНК.

Оптическое излучение. Основными элементами физической оптики.

1.2 Оптические приборы (дефектоскопы).

Классификация визуальных оптических приборов.

Эндоскопы и их классификация.

1.3 Современные средства и методы измерения неровностей. Соотношение параметров и классов шероховатости. Контроль шероховатости

1.4 Виды и типы дефектов. Причины возникновения дефектов сварки.

Трещины, как наиболее опасный дефект сварных швов.

Дефекты и их группы.

Дефекты сварных швов.

1.5 Основы технологии визуального контроля деталей и узлов локомотивов.

Требования ГОСТ Р ЕН 13018-2014.

Прямой визуальный контроль и непрямой визуальный контроль.

Требования ТИ07.186-2018.

#### **Тема 2. Капиллярный контроль**

2.1 Физические основы капиллярного контроля.

Капиллярные методы неразрушающего (КМК) контроля.

Прямолинейные проводники с током.

2.2 Методы капиллярного контроля

Метод капиллярной дефектоскопии (яркостный, цветной, люминесцентный, люминесцентно – цветной, фильтрующихся частиц)

2.3. Чувствительность капиллярного контроля.

Класс чувствительности контроля в зависимости от минимального размера выявленных дефектов.


2.4 Капиллярный контроль деталей и узлов локомотивов.

Организация рабочих мест.

Технология капиллярного контроля.

Составы и способы приготовления материалов для проведения цветного капиллярного контроля деталей и узлов локомотивов.

2.5 Достоинства и недостатки капиллярного контроля.

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Визуальный, капиллярный и вихретоковый контроль деталей и узлов локомотивов»</p>	<p>Редакция 1</p>	<p>Лист 7 Всего листов 7</p>
---	------------------------	--	-----------------------	----------------------------------

### **Тема 3. Вихретоковый контроль**

3.1 Общие сведения о вихретоковом виде неразрушающего контроля.

Электромагнитное поле.

Вихретоковый метод.

3.2 Вихревые токи и поверхностный эффект в проводящих изделиях.

Закон Ома.

Общая функциональная схема вихретокового контроля.

Условной глубиной проникновения вихревых токов.

Распределение плотности вихревого тока.

3.3 Физическая сущность вихретокового контроля.

Закон электромагнитной индукции.

Вихретоковые преобразователи.

Вихретоковый контроль.

3.4 Вихретоковые преобразователи. Классификация вихретоковых преобразователей.

Классификация ВТП. Достоинства и недостатки ВТП.

3.5. Сигналы ВТП, годографы. Преобразование параметров вихревых токов в электрический сигнал. Начальное и вносимое напряжение ВТП.

Параметры вихревых токов: амплитуда, фаза, пространственное распределение.

3.6 Годографы вносимого напряжения.

Годограф относительного вносимого напряжения.

3.7 Вихретоковое преобразование дефектов поверхностного слоя электропроводящих объектов.

3.8 Пути повышения информативности вихретокового контроля.

3.9 Способы вихретокового контроля.

Амплитудный способ вихретокового контроля

Фазовый способ.

Амплитудно-фазовый способ

3.10 Вихретоковые дефектоскопы. Классификация.

Виды вихретоковых дефектоскопов.

Резонансные дефектоскопы. Автогенераторные дефектоскопы. Фазовые дефектоскопы. Статические дефектоскопы. Динамические дефектоскопы.

3.11 Отстройка от влияния помех.

3.12 Основные технические характеристики дефектоскопов.

Порог чувствительности. Разрешающая способность. Производительность (или скорость) контроля. Масса, потребляемая мощность, срок службы.

3.13 Средства контроля, применяемые для контроля деталей и узлов локомотивов.

Типы вихретоковых дефектоскопов для контроля деталей и узлов локомотивов и их освоенности.

3.14 Основы технологии вихретокового контроля деталей и узлов локомотивов.

Подготовка дефектоскопа.

Автоматический и ручной режимы контроля.


Динамический режим работы.

Статический режим работы.

Подготовка объекта контроля.

Обнаружение дефектов.

Особенности сканирования

	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Визуальный, капиллярный и вихретоковый контроль деталей и узлов локомотивов»</p>	<p>Редакция 1</p>	<p>Лист 8 Всего листов 8</p>
---	------------------------	--	-----------------------	----------------------------------

## 5. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

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

## 6. СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Требования ТИ 07.186-2018?

Что должен сделать работник, заметивший неисправности электроустановки или средств защиты??

С какой целью на участках визуально-измерительного контроля применяются рабочие столы с поверхностью, окрашенной в светлые тона??

Как определяется дефект «трещина»?

Какой дефект подлежит выявлению при визуально-измерительном контроле выполненных сварных соединений?

В какой цвет рекомендуется окрашивать поверхность стен на участках визуального и измерительного контроля?

Когда проводится визуальный и измерительный контроль материалов и сварных соединений?

Как называется дефект, в виде металла сварного шва, осевшего вследствие действия силы тяжести и не имеющий сплавления с соединяемой поверхностью?

Какой из нижеперечисленных дефектов в наибольшей степени отвечает термину «чешуйчатость сварного шва», встречающегося в некоторых отраслевых НД?

Какое несоответствие (дефект) подлежит выявлению при визуально-измерительном контроле при сборке свариваемых элементов под сварку?

Как называется дефект, характеризующийся углом  $\alpha$ , между поверхностью основного металла и плоскостью, касательной к поверхности сварного шва, превышающим установленные НД значения?

Как называется дефект, характеризующийся продольным углублением на наружной поверхности валика усиления сварного шва или на границе наплавленного и основного металла, образовавшимся при сварке?

Как называется дефект, в виде избытка наплавленного металла на обратной (корневой) стороне стыкового сварного шва сверх установленного НД значения?

С какой целью используется подмагничивание постоянным магнитным полем при дефектоскопии ферромагнитных изделий?

В каком ВТП влияние температуры проявляется наиболее сильно?

Какие значения может принимать коэффициент заполнения к проходного ВТП?

Допускается ли работа преобразователя вихретокового дефектоскопа со снятым колпачком ВТП?


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

Как называется изображение, образованное в месте расположения несплошности?

От чего зависит выбор значения освещенности при цветном и ахроматическом капиллярном контроле с визуальным способом выявления дефектов по ГОСТ 18442?

Какое свойство нежелательно для всех пенетрантов?



	<p>АНО «МИПКИ»</p>	<p>Рабочая программа «Визуальный, капиллярный и вихретоковый контроль деталей и узлов локомотивов»</p>	<p>Редакция 1</p>	<p>Лист 9 Всего листов 9</p>
---	------------------------	--	-----------------------	----------------------------------

Какие из нижеуказанных веществ могут перекрыть несплошность, если поверхность ОК не очищена надлежащим образом?

Требования ГОСТ 18442.

На каком расстоянии от поверхности контроля должна находиться распылительная головка аэрозольного баллончика при нанесении проявителя?

Какой из факторов влияет на скорость проникновения пенетранта в дефект?

Какой из факторов влияет на скорость проникновения пенетранта в дефект?

Какое из следующих требований является необходимым для обнаружения плотно сжатых трещин?

Какие требования предъявляются к зоне, подлежащей капиллярному контролю?

Какие факторы, воздействующие на людей, являются опасными при пожаре?

Какой должна быть комбинированная освещенность поверхности лампами накаливания при контроле по III классу чувствительности по ГОСТ 18442?

## 7. СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Основная литература:

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

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

3. 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.

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

### Дополнительная литература:

5. Неразрушающий 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. – 864 с.

6. Н. П. Алешин, В. Е. Белый, А. Х. Вopilкин, А. К. Воцанов, И. Н. Ермолов, А. К. Гурвич. Методы акустического контроля металлов – М.: Машиностроение, 1989. – 456 с.

7. И. Н. Ермолов Теория и практика ультразвукового контроля – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.

8. В.Г.Щербинский. Технология ультразвукового контроля сварных соединений – М.: Тиссо, 2003.- 326с.