

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой
«НЕТЯГОВЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ»

Протокол № ____ от _____ 201 ____ г.
Автор: _____

**ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ С МЕТОДИЧЕСКИМИ
УКАЗАНИЯМИ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Производство и ремонт подвижного состава

Уровень ВО: *Специалитет*

Форма обучения: *Заочная*

Курс: *5*

Специальность/Направление: *23.05.03 Подвижной состав железных
дорог (ПСс)*

Специализация/Профиль/Магистерская программа: *Все специализации*

Москва

1 ВВЕДЕНИЕ

По дисциплине "Производство и ремонт подвижного состава" рабочей программой предусмотрено три лабораторные работы. Работы номер 1 и 2 выполняются студентами на 5 курсе, работа номер 3 выполняется студентами на 6 курсе.

Лабораторные работы предназначены для закрепления теоретического материала при изучении студентами следующих разделов дисциплины:

- Методы диагностики технического состояния сборочных единиц и деталей подвижного состава

Предусмотрена следующая тематика лабораторных работ:

Лабораторная работа №1 "Вихрековый метод неразрушающего контроля".

Лабораторная работа №2 "Ультразвуковой метод неразрушающего контроля".

Лабораторная работа №3 "Определение технического состояния колесной пары".

2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 "Вихретоковый метод неразрушающего контроля".

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить теоретические основы вихретокового метода контроля, зоны контроля корпуса автосцепки, устройство и принцип работы дефектоскопа ВД 70, получить практические навыки при работе с дефектоскопом ВД70.

ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ:

1. Дефектоскоп вихретоковый ВД70 в комплекте с вихретоковым преобразователем.
2. Контрольный образец стальной.
3. Корпус автосцепки.
4. Фильм учебный по настройке и работе с дефектоскопом.
5. Мультимедийное оборудование.

2.1 Теоретические сведения

2.1.1 Физическая сущность метода

Вихретоковый метод неразрушающего контроля - это неразрушающий контроль, основанный на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в объекте.

Этот метод позволяет определять наличие поверхностных трещин в деталях из ферромагнитных и немагнитных материалов и сплавов.

Работа вихретоковых дефектоскопов основана на возбуждении в контролируемой детали вихревых токов. Эти токи создаются с помощью вихретоковых преобразователей.

Преобразователь представляет собой катушку (несколько катушек), которая подключена к источнику переменного тока. Ток создает вокруг катушки переменное магнитное поле, которое наводит в ней электродвижущую силу (ЭДС) самоиндукции. При размещении преобразователя на поверхности детали указанное поле возбуждает в электропроводном поверхностном слое детали вихревые токи. Вихревые токи создают собственное поле, которое наводит в катушке вихретоковую (стороннюю) ЭДС. Складываясь, обе ЭДС формируют на катушке результирующее напряжение. Так как на дефектной и бездефектной поверхностях вихревые токи имеют разную величину, измеряя амплитуду и (или) фазу результирующего напряжения, можно судить о том, есть или нет в

детали дефект. Как правило, преобразователи имеют не одну, а несколько катушек, которые подразделяются на возбуждающие и измерительные.

Глубина проникновения вихревых токов в деталь меняется в пределах от долей миллиметра до нескольких миллиметров. Она зависит от частоты возбуждающего тока, электропроводности и магнитной проницаемости материала детали. Порог чувствительности вихретокового дефектоскопа определяется минимальной глубиной трещины, которая может выявляться с заданными вероятностями ошибок. К ошибкам относятся пропуск и ложное обнаружение дефектов. Ошибки обусловлены помехами.

К помехам относятся:

- шероховатость поверхности детали;
- локальные изменения электромагнитных свойств металла;
- изменение зазора между преобразователем и металлической поверхностью детали;
- изменение кривизны контролируемой поверхности и т.п.

2.1.2 Подготовка дефектоскопов к работе

Подготовка дефектоскопов включает в себя внешний осмотр, проверку работоспособности и настройку (установку порога чувствительности).

При внешнем осмотре проверяют целостность корпуса электронного блока, кабелей, защитного колпачка вихретокового преобразователя и других составных частей дефектоскопа.

Проверку работоспособности дефектоскопов проводят в соответствии с руководством по эксплуатации.

Настройку дефектоскопов (установку порога чувствительности) проводят с помощью стандартного образца предприятия с искусственными дефектами.

2.1.3 Подготовка деталей к контролю

Детали на предприятиях должны быть очищены от загрязнений до металла с помощью волосяных или металлических щеток вручную или с применением моечных машин.

Перед проведением вихретокового контроля проводят осмотр деталей с целью выявления трещин, рисок, задиров, забоин, электроожогов и других видимых дефектов. При необходимости применяют лупу.

Выявленные при осмотре дефекты устраняют зачисткой или другими методами в соответствии с требованиями нормативных и технологических документов.

Детали с обнаруженными при осмотре недопустимыми дефектами вихретоковому контролю не подлежат.

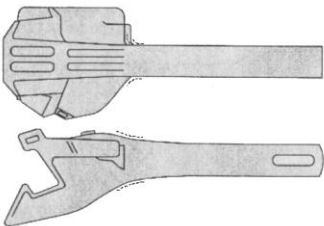
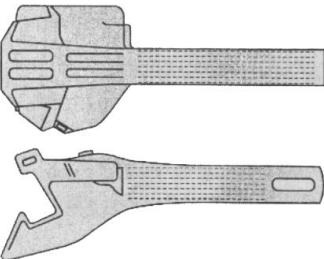
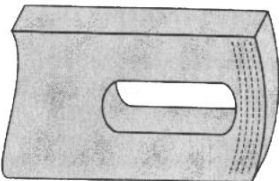
2.1.4 Проведение контроля

Для обнаружения дефектов сканируют зоны контроля детали с помощью вихретокового преобразователя по заданным траекториям. Преобразователи устанавливают на контролируемую поверхность так, чтобы его ось совпадала с нормалью к этой поверхности, и перемещают без отрыва от контролируемой поверхности. При сканировании угол отклонения оси преобразователя от нормали к поверхности не должен превышать допустимое значение для применяемого дефектоскопа.

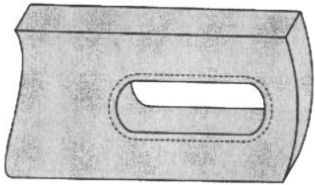
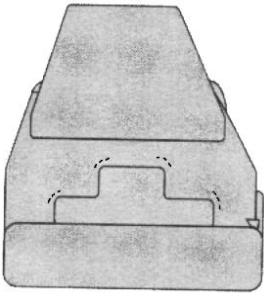
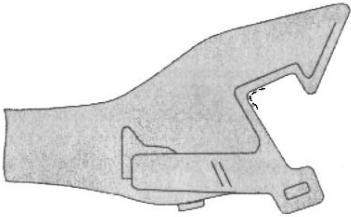
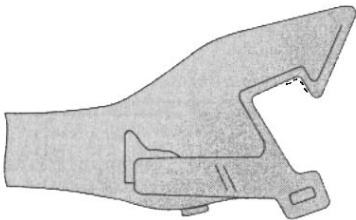
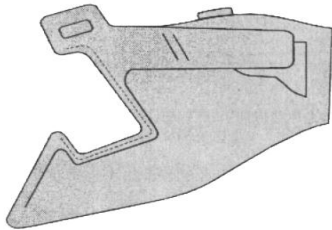
2.1.5 Зоны контроля корпуса автосцепки

В соответствии с нормативной документацией при дефектоскопировании корпуса автосцепного устройства производится проверка возможного наличия трещин в зонах, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Зоны контроля корпуса автосцепки

Зона контроля	Нормы на отбраковку
 Переходы от хвостовика к головной части корпуса	Трещины не допускаются. Ремонт сваркой
 Хвостовик корпуса  Перемычка хвостовика	Трещины не допускаются. Ремонт сваркой Трещины не допускаются. Ремонт сваркой

Продолжение таблицы 1

Зона контроля	Нормы на отбраковку
 Отверстие для клина	Трещины не допускаются. Ремонт сваркой
 Углы окна для замка и замкодержателя	Трещины не допускаются. Ремонт сваркой
 Угол сопряжения ударной и боковой поверхностей большого зуба	Трещины не допускаются. Ремонт сваркой
 Угол сопряжения боковой и тяговой поверхностей большого зуба	Трещины не допускаются. Ремонт сваркой
 Кромки контура большого зуба	Трещины не допускаются. Ремонт сваркой

Ниже приведены требования к ремонту трещин корпуса автосцепки.

Вертикальные трещины сверху и снизу в зеве со стороны большого зуба после разделки не должны выходить на горизонтальные плоскости наружных ребер большого зуба.

Трещины в углах окон для замка и замкодержателя. После разделки трещина в верхней части окна для замка не должна выходить на горизонтальную поверхность головы, в верхнем углу окна - за положение верхнего ребра со стороны большого зуба. Длина разделанных трещин не должна превышать 20 мм.

Трещины в перемычке между отверстием для сигнального отростка замка после разделки не должны выходить на вертикальную стенку кармана.

Трещины в хвостовике на участке от головы до отверстия под клин тягового хомута.

- Трещины глубиной до 5 мм могут выводиться плавной выпилкой без заварки

- Суммарная длина разделанных трещин не должна превышать 100мм - для корпусов проработавших более 20 лет или 150 мм - для остальных корпусов. Ранее заваренные трещины учитываются, если по этой заварке возникла повторная трещина. В этом случае в суммарный размер трещин включается вся длина ранее выполненной заварки.

В случае, если подготовленные к заварке трещины превышают указанную величину корпус бракуется.

2.1.6 Устройство, порядок настройки и работы дефектоскопа ВД-70

Комплектация дефектоскопа включает в себя:

- корпус со встроенной аккумуляторной батареей, передней панелью управления и дисплеем;
- вихретоковый преобразователь;
- зарядное устройство;
- комплект настроечных стандартных образцов.

Все оперативные органы управления выведены на лицевую панель дефектоскопа.

Внешний вид дефектоскопа представлен на рисунке 1.

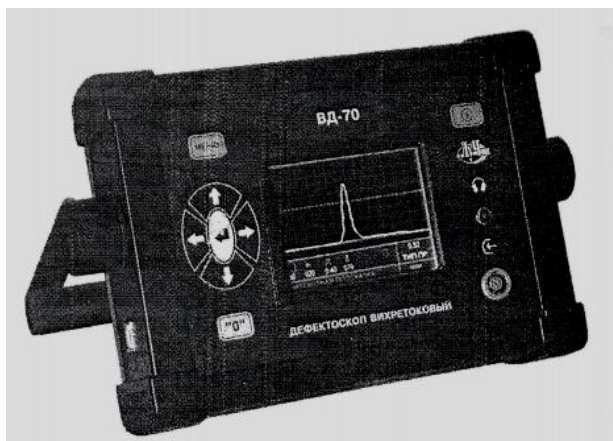


Рисунок 1 – Дефектоскоп ВД-70

На передней панели дефектоскопа находятся следующие органы управления (рисунок 2):

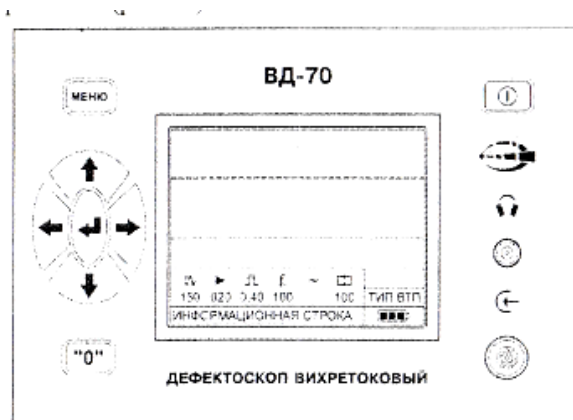


Рисунок 2 – Панель управления дефектоскопа

Назначение клавиш панели управления.

Клавиша **сеть** «» - включение и выключение прибора.

Клавиша **меню** – в рабочем режиме – вызов основного меню, в режиме основного меню – выход из выбранного меню или его параметров и возврат в рабочий режим.

Клавиши **влево** и **вправо** (стрелки) – в рабочем режиме – выбор параметров работы дефектоскопа, в режиме основного меню – перемещение по столбцам.

Клавиши **вверх** и **вниз** (стрелки) – в рабочем режиме – изменение выбранного параметра работы дефектоскопа, в режиме основного меню – перемещение по строкам.

Клавиша **ввод**  – в рабочем режиме – «заморозка» (фиксация) изображения на экране и запись файлов в память дефектоскопа, в режиме

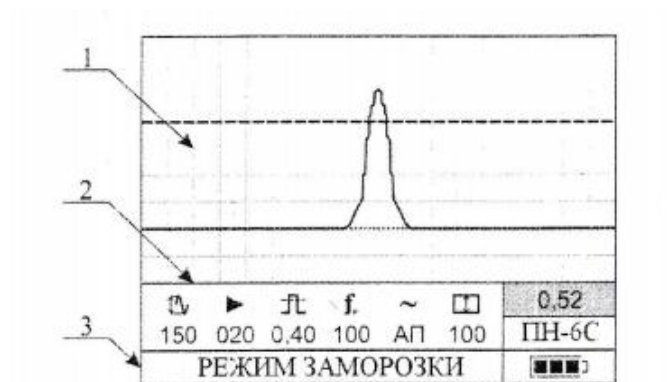
основного меню – выбор параметров меню, запись и загрузка программ настройки, загрузка сохраненных изображений из памяти дефектоскопа.

Клавиша **ноль**  – компенсация начального сигнала вихретокового преобразователя (балансировка).

Также на панели находятся два разъема: для подключения вихретокового преобразователя и головных телефонов.

Для включения дефектоскопа необходимо подключить вихретоковый преобразователь, затем автоматическое зарядное устройство (при работе от сети) и нажать клавишу включения.

Экран основного режима работы дефектоскопа делится на три части (рисунок 3).



1- сигнальная часть, 2 – рабочее меню, 3- информационная зона

Рисунок 3 – Экран дефектоскопа в рабочем режиме

Сигнальная часть показывает развертки сигналов, передаваемых с вихретокового преобразователя.

В рабочем меню слева направо отображаются следующие параметры (рисунок 3).

- Амплитуда возбуждения – диапазон изменения коэффициента возбуждения вихретокового преобразователя от 1 до 255 ед. с шагом 1 ед.

- Коэффициент усиления – устанавливает усиление сигнала от дефекта в диапазоне 1 до 255 ед. с шагом 1 ед.

- Порог срабатывания автоматической сигнализации дефекта – устанавливает числовое значение порога, при превышении которого срабатывает сигнализация дефекта. Устанавливается в пределах от 0,1 до 10 мм с шагом 0,1 мм.

- Рабочая частота – устанавливает значение рабочей частоты дефектоскопа в диапазоне от 10 до 250 кГц с шагом 1 кГц.

- Режим анализа сигнала – позволяет выбрать режим анализа сигнала от дефекта по переменной ~ или по постоянной = составляющей.

- Масштаб – устанавливает масштаб изображения в сигнальной части от 5 до 500%.

Крайняя правая часть рабочего меню разделена на две зоны. В верхней отображается числовое значение глубины дефекта в диапазоне от 0,01 до 10 мм, в нижней – тип подключенного вихретокового преобразователя.

Выбор параметров и изменение значений меню производится клавишами с изображениями стрелок.

В информационной зоне отображаются информационная строка с названием выбранного пункта рабочего меню и уровень заряда батареи.

Основное меню (рисунок 4) позволяет осуществлять запись данных о настройках в память дефектоскопа и производить настройки экрана и режимов поиска дефектов (звуковая сигнализация дефектов, масштаб экрана, цвет фона экрана, наличие сетки на экране, полярность (режим отображения сигнала), дата и т.д)

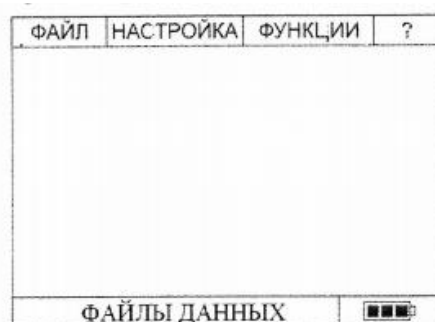


Рисунок 4 – Основное меню

Для входа в основное меню дефектоскопа необходимо нажать клавишу **меню**. Выход из режима основного меню в рабочий режим или возврат в основное меню из пункта меню осуществляется нажатием этой же клавиши. Переход между пунктами меню и параметрами осуществляется клавишами с изображением стрелок. Фиксация параметра – нажатием клавиши **ВВОД**.

В пунктах основного меню есть возможность записи и удаления настроек дефектоскопа и сигналов от дефектов при заданных настройках (пункты «ФАЙЛ», «НАСТРОЙКА») а также изменения параметров экрана и работы дефектоскопа (пункт «ФУНКЦИИ»).

Настройка дефектоскопа заключается в выборе рабочих параметров:

- амплитуды возбуждения;
- частоты;
- режима анализа сигнала;

- усиления;
 - порога срабатывания сигнализации от дефекта.
- Настройка проводится при помощи стандартного образца.

2.2 Порядок выполнения работы

1 Изучить устройство дефектоскопа.

2. Настроить дефектоскоп на стальном стандартном образце.

2.1 Подключить к дефектоскопу преобразователь.

2.2 Подключить прибор к источнику питания (при работе от сети)

2.3 При помощи клавиш с изображением стрелок установить значение параметров:

- коэффициент возбуждения вихретокового преобразователя дефектоскопа 150-200 ед;
- коэффициент усиления 40-60 ед;
- рабочая частота 50-100 кГц;
- режим анализа сигнала по переменной составляющей
- полярность сигнала прямая (выбирается в главном меню в пункте ФУНКЦИИ).

2.4 Установить датчик на бездефектную область контрол образца около дефекта глубиной 0,3 мм, нажать клавишу **НОЛЬ**  (компенсация (балансировка) начального сигнала).

2.5 Просканировать поверхность стандартного образца над дефектом. Убедиться в срабатывании сигнала. При необходимости изменить настройки (частоту, коэффициент возбуждения и усиления).

2.6 Установить порог срабатывания автоматической сигнализации дефекта при надежном выявлении дефекта.

3 Контроль

3.1 Установить преобразователь на корпус автосцепки в зоне контроля и выставить рабочую точку.

3.2 Просканировать не менее 3-х раз.

4 Оценить результаты контроля и оформить отчет.

Отчет о работе должен содержать:

- теоретические сведения, раскрывающие физическую сущность метода;
- описание зон контроля корпуса автосцепки при ремонте в депо;
- описание устройства дефектоскопа;

- перечень оборудования, необходимого для контроля;
- настроечные параметры дефектоскопа;
- изображение траектории сканирования детали;
- вывод о годности детали.

2.3 Контрольные вопросы

1. Изложите физические основы вихретокового метода неразрушающего контроля
2. Какие зоны проверяются при ремонте корпуса автосцепки
3. Изложите порядок проведения вихретокового контроля. По каким параметрам производится определение дефекта.
4. Какие ограничения накладываются на заварку трещин в корпусе автосцепки.
5. В чем заключается подготовка дефектоскопа и детали к проведению контроля.

3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 "Ультразвуковой метод неразрушающего контроля".

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить теоретические основы ультразвукового метода контроля, зоны контроля колесной пары, устройство и принцип работы дефектоскопа УД2-102, получить практические навыки при работе с дефектоскопом УД2-102.

ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Дефектоскоп ультразвуковой УД2-102.
2. Ось колесной пары.
3. Фильм учебный по настройке и работе с дефектоскопом.
4. Мультимедийное оборудование.

3.1 Теоретические сведения

3.1.1 Общая характеристика акустических видов контроля

Ультразвуковой метод неразрушающего контроля относится к акустическому виду. Под акустическим видом понимают вид контроля, основанный на регистрации параметров упругих колебаний, возбуждаемых и (или) возникающих в контролируемом объекте.

По частотному признаку акустические методы делят на низкочастотные и высокочастотные. К первым относят колебания в звуковом и низкочастотном (до нескольких десятков кГц), ультразвуковом диапазоне частот. Ко вторым - колебания в высокочастотном ультразвуковом диапазоне частот: обычно от нескольких сот кГц до 20 МГц. Высокочастотные методы обычно называют ультразвуковыми методами дефектоскопии, которые являются наиболее распространёнными.

По характеру взаимодействия упругих колебаний с контролируемым материалом акустические методы подразделяют на следующие основные методы:

- Прощедшего излучения (теневой, зеркально-теневой). Метод выявляет глубинные дефекты типа нарушения сплошности, расслоения, непроклёп, непропаи.

- Отраженного излучения (эхо-импульсный). Обнаруживает дефекты типа нарушения сплошности, определяет их координаты, размеры, ориентацию путём прозвучивания изделия и приёма отраженного от дефекта эхо сигнала.

- Резонансный. Применяется в основном для измерения толщины изделия (иногда применяют для обнаружения зоны коррозионного поражения, непропаев, расслоений в тонких местах из металлов).

- Импедансный. Предназначен для контроля клеевых, сварных и паяных соединений, имеющих тонкую обшивку, приклеенную или припаянную к элементам жёсткости. Дефекты клеевых и паяных соединений выявляются только со стороны ввода упругих колебаний

- Свободных колебаний. Метод используется для обнаружения глубинных дефектов

- Акустико-эмиссионный. Обнаруживает и регистрирует только развивающиеся или способные к развитию трещины, возникающие под действием механической нагрузки. Данный метод квалифицирует дефекты не по размерам, а по степени их опасности во время эксплуатации. Метод имеет высокую чувствительность к росту дефектов - обнаруживает увеличение трещины на 1-10 мкм, причём измерения, как правило, проходят в рабочих условиях при наличии механических и электрических шумов.

По характеру регистрации первичного информативного параметра акустические методы подразделяются на амплитудный, частотный и спектральный.

3.1.2.Ультразвуковая дефектоскопия

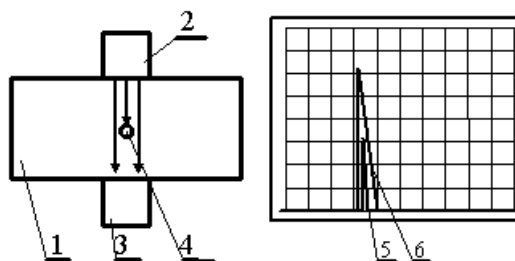
Ультразвуковая дефектоскопия основывается на способности ультразвука распространяться в материале контролируемого изделия и отражаться от внутренних дефектов и границ материалов.

При ультразвуковом контроле обычно используют пьезопреобразователи, принцип работы которых основан на пьезоэлектрическом эффекте, заключающимся в преобразование механических колебаний в электрические и наоборот. Активный элемент такого преобразователя изготавливают из материала, обладающего пьезоэлектрическими свойствами, а торцевые поверхности его металлизированы и являются электродами. При подаче на них электрического напряжения пьезоэлемент изменяет свою толщину вследствие обратного пьезоэлектрического эффекта. Если напряжение знакопеременно, то пьезоэлемент колеблется в такт с этими изменениями, создавая в окружающей среде упругие колебания, т.е. работает в качестве излучателя. И, наоборот, если пьезоэлемент воспримет импульс давления, то

на его обкладках вследствие прямого пьезоэффекта появятся электрические разряды.

Наиболее широкое распространение в практике ультразвуковой дефектоскопии нашли импульсные методы, в том числе – эхо-метод и теневой метод. Реже применяют другие методы: резонансный, акустического импеданса, свободных колебаний и акустической эмиссии.

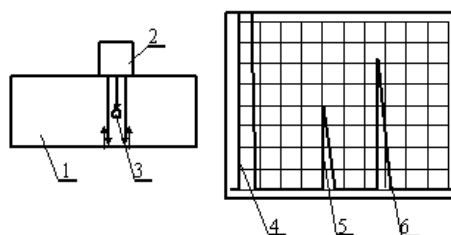
Теневой метод заключается в сквозном прозвучивании изделия импульсами ультразвуковых колебаний. Для излучения и приема ультразвука используют два соосно-расположенных преобразователя, а о наличии дефектов судят по уменьшению амплитуды принимаемых колебаний. Излучатель ультразвуковых волн, проверяемая деталь и приёмник образуют «акустический тракт», по которому распространяется ультразвуковая волна. Решение о дефектности проверяемой детали принимают по величине амплитуды (уровню) принятого сигнала на выходе принимающего преобразователя. Если на пути ультразвуковых волн от излучателя до приёмника нет препятствий (несплошностей), отражающих или рассеивающих ультразвуковые волны, то уровень принятого сигнала максимален. Однако он резко уменьшается или падает почти до нуля, если на пути ультразвуковой волны есть дефект (рисунок 5). Решение принимается при соблюдении требований соосного расположения преобразователей и стабильного их акустического контакта с контролируемой деталью. Метод наиболее часто применяют для контроля тонкостенных изделий, т.к. при его использовании отсутствуют мертвые зоны. Недостатками метода являются необходимость двустороннего соосного доступа к изделию, низкая чувствительность при контроле изделий средней и большой толщины и невозможность определения глубины залегания дефекта.



1 - контролируемая деталь; 2, 3 - излучающий и приемный преобразователи, соответственно; 4 - дефект; 5, 6 - донные сигналы при наличии и отсутствии дефекта

Рисунок 5 - Схема контроля теневым методом.

Эхо - импульсный метод основан на явлении отражения ультразвуковых волн от поверхности дефекта и регистрации отражённых сигналов. Этим методом контролируют оси колёсных пар, поковки, штамповки, прокат, сварные швы, детали из пластмассы, а также измеряют толщину изделия и оценивают структуру материала. При контроле этим методом в изделие излучается последовательность коротких ультразвуковых импульсов. Излучаемые ультразвуковые импульсы называют «зондирующими». Признаком дефекта является наличие эхо-сигнала, отражённого от несплошности. Отражённые ультразвуковые импульсы несут информацию о наличии какого-то отражателя, его удалённости от излучателя и о его размерах. Размеры и местоположение дефекта оценивают по амплитуде и времени задержки (положению на экране) отражённого эхо-сигнала (рисунок 6). Широкое распространение метода обусловлено простотой его реализации, высокой чувствительностью к выявлению многих типов дефектов и возможностью одностороннего доступа к изделию. Расстояние до отражателя при контроле эхо-методом может быть определено с высокой степенью точности. К недостатку данного метода можно отнести наличие неконтролируемой мертвой зоны, расположенной под преобразователем.

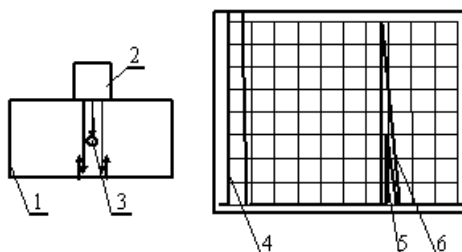


1 - контролируемая деталь; 2 - преобразователь; 3 - дефект; 4 - зондирующий импульс; 5 - эхо сигнал от дефекта; 6 - донный сигнал

Рисунок 6 - Схема контроля эхо-импульсным методом.

Зеркально-теневой метод является комбинацией эхо - импульсного и теневого методов. Он принципиально не отличается от теневого, но удобен, когда к детали имеется только односторонний доступ. При контроле этим методом используют один или два преобразователя, размещенные на одной поверхности изделия. Признаком дефекта является ослабление амплитуды (уровня ультразвуковой волны), прошедшей через контролируемое изделие и отражённой от его противоположной поверхности. Размеры дефекта оценивают по уменьшению амплитуды «донного» сигнала (рисунок 7). Этот метод применяется, например, при контроле железнодорожных рельсов, а

также при контроле различных деталей (осей колесных пар различных вагонов, валов двигателей и т.д.) на прозвучиваемость.



1 - контролируемая деталь; 2 - преобразователь; 3 - дефект; 4 - зондирующий импульс; 5, 6 - донные сигналы при наличии и отсутствии дефекта

Рисунок 7 - Схема контроля зеркально-теньевым методом

3.1.3 Контроль деталей колесных пар вагонов

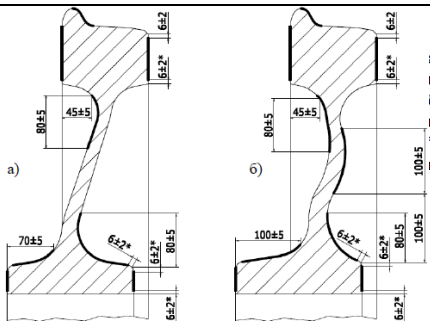
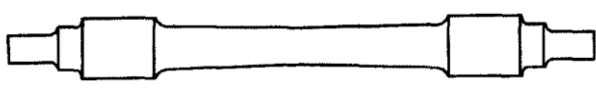
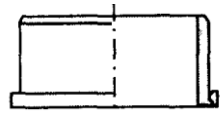
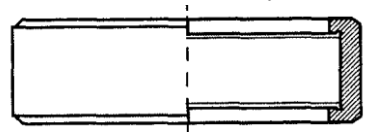
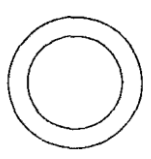
При ремонте и освидетельствовании в обязательном порядке выполняется неразрушающий контроль деталей колесных пар. Контроль проводится различными методами.

Виды, способы и зоны контроля деталей колесных пар приведены в таблице 2.

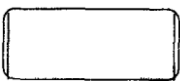
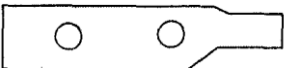
Таблица 2 – Виды и способы контроля деталей колесных пар

Наименование и эскиз детали, зоны контроля	Метод НК	Критерии браковки
Ось в составе КП 1 — шейка и предподступичная часть; 2 — средняя часть; 3 — подступичная часть	Магнитопорошковый (МПК) шейка, предподступичная и открытая подступичная части при снятых буксовых узлах	Трещины не допускаются
	МПК средняя часть	Трещины не допускаются
	Ультразвуковой (УЗК) (вся ось)	Трещины не допускаются

Продолжение таблицы 2

Наименование и эскиз детали, зоны контроля	Метод НК	Критерии браковки
 а) колесо цельнокатаное с плоскостопным диском; б) колесо цельнокатаное с криволинейным диском. *) – размеры с обеих сторон колеса Круговое (вдоль направляющей) и зигзагообразное (в радиальном направлении) сканирование: - боковая поверхность обода с обеих сторон колеса; - приободная зона диска с внутренней стороны колеса (при толщине обода менее 40 мм); - переход от диска к ступице с внешней стороны колеса; - ступица и кромки ступицы (торцевые поверхности) с внутренней и внешней (при снятых лабиринтных и внутренних кольцах подшипников) стороны колеса; - диск колеса с внешней стороны в зоне выпуклости (для колес с криволинейным диском); - гребень (круговое сканирование).	УЗК (обод, поверхность катания) и ВТК (наружная и внутренняя поверхности обода, приободная зона диска, переход от диска к ступице, кромка ступицы) УЗК и ВТК (гребень, наружная боковая поверхность обода в зоне клеймения)	Трещины не допускаются Трещины не допускаются
Ось колесной пары свободная  Вся ось	УЗК (ось по всему объему) и МПК (все цилиндрические поверхности)	Трещины не допускаются
Внутреннее кольцо подшипника буксового узла свободное  Наружная поверхность	МПК или ВТК	Трещины не допускаются
Наружное кольцо подшипника буксового узла свободное  Внутренняя и наружная поверхности	МПК или ВТК	Трещины не допускаются
Упорное кольцо буксового подшипника свободное  Вся поверхность	МПК или ВТК, или УЗК	Трещины не допускаются

Продолжение таблицы 2

Наименование и эскиз детали, зоны контроля	Метод НК	Критерии браковки
Ролики подшипника буксового узла  Цилиндрическая поверхность	ВТК	Трещины не допускаются
Стопорная планка  Вся поверхность	МПК	Трещины не допускаются

Детали колесных пар с трещинами бракуются и не подлежат ремонту.

3.1.4 Устройство, порядок настройки и работы дефектоскопа УД2-102

Дефектоскоп УД2-102 представляет собой электронный блок (рисунок 8) и подключаемый к нему для сканирования пьезоэлектрический преобразователь.



Рисунок 8 – Общий вид электронного блока

Электронный блок состоит из следующих основных узлов рисунок 9.

- устройство обработки;
- приемо-возбудитель;
- пульт управления и индикации;
- преобразователь напряжения;
- устройство цифрового интерфейса;
- встроенный звуковой и световой индикаторы;
- аккумуляторная батарея.

Устройство обработки управляет работой всех узлов электронного блока, устанавливает требуемые режимы работы дефектоскопа и параметры настройки. Сигналы устройства, поступающие на приемо-возбудитель и устройство цифрового интерфейса, управляют выходной мощностью

генератора импульсов возбуждения, переключают аттенюатор (устройство для плавного, ступенчатого или фиксированного понижения интенсивности электрических или электромагнитных колебаний) приемника, изменяя его чувствительность, а также задают режим работы приемо-возбудителя в соответствии со схемой прозвучивания.

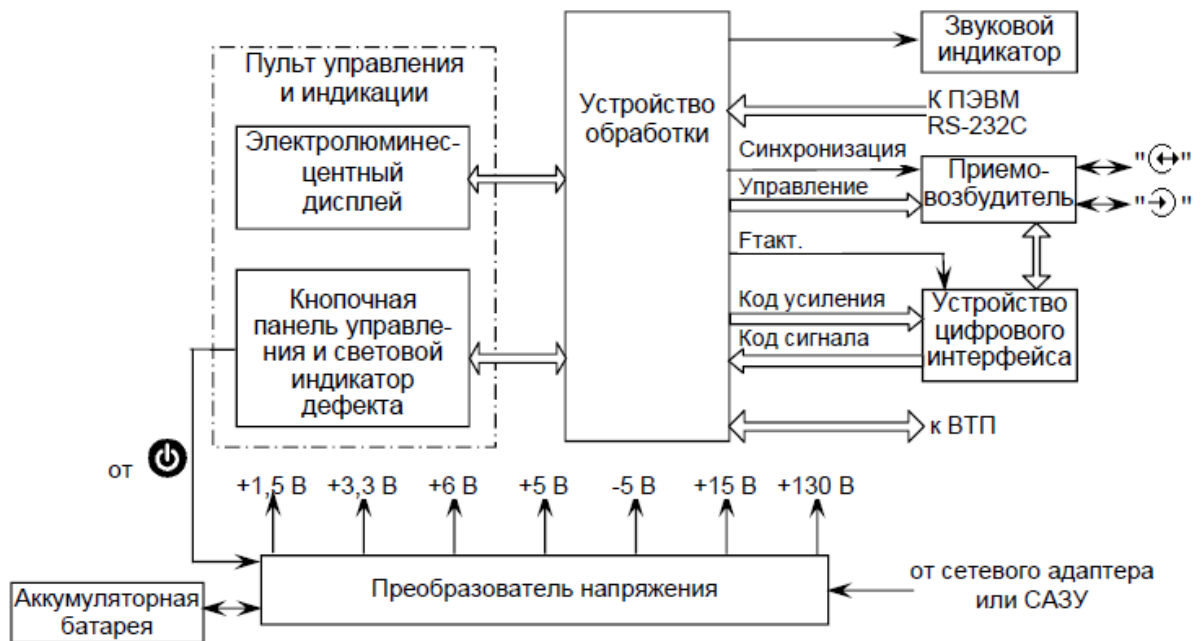


Рисунок 9 - Структурная схема электронного блока

При контроле отраженные сигналы с выхода приемо-возбудителя поступают на устройство цифрового интерфейса, которое преобразует их в цифровую форму и выдает в устройство обработки для вторичной обработки и выдачи на экран – основной индикатор дефектоскопа.

Изменение установленных параметров настройки, режимов работы, выводимой на экран информации и др. осуществляется с помощью клавиатуры кнопочной панели управления.

Преобразователь напряжения формирует необходимые напряжения для нормального функционирования всех узлов дефектоскопа.

3.2 Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство дефектоскопа

1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ

1.1 Произвести осмотр и измерение колесной пары, убедиться в отсутствии видимых трещин и других дефектов. Небольшие выступы и забоины,

мешающие проведению контроля зачистить напильником и протереть ветошью.

2. ОПЕРАЦИИ КОНТРОЛЯ

2.1 Смазать торец оси трансформаторным маслом.

2.2 Подключить к разъему "↻" дефектоскопа прямой преобразователь П111-2,5-0° и установить его на торец шейки оси (рис.10).



Рисунок 10 – Зона контроля с П111-2,5-0°

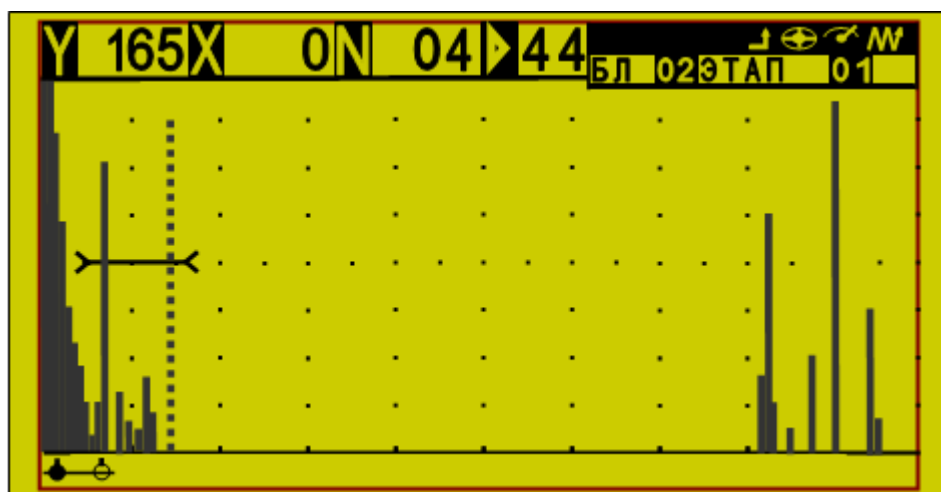


Рисунок 12 - Экран дефектоскопа в рабочем режиме

ПРИМЕЧАНИЕ: Подтверждение дефекта производится после демонтажа внутренних колец подшипников магнитопорошковым методом контроля в соответствии с технологической картой магнитопорошкового контроля шейки оси.

2.3 Вызвать настройку для контроля ближней шейки и предподступичной части оси с надетыми кольцами и установить режим «поисковой чувствительности» (включить «дополнительное усиление»).

2.4 Выполнить сканирование, последовательно устанавливая ПЭП на торце оси в 20-25 точках и следя по экрану за показаниями.

2.5 Подключить к дефектоскопу наклонный преобразователь П121-2,5-18° и установить его на торец шейки оси (рис.11).



Рисунок 11 - Зона контроля с П121-2,5-18°

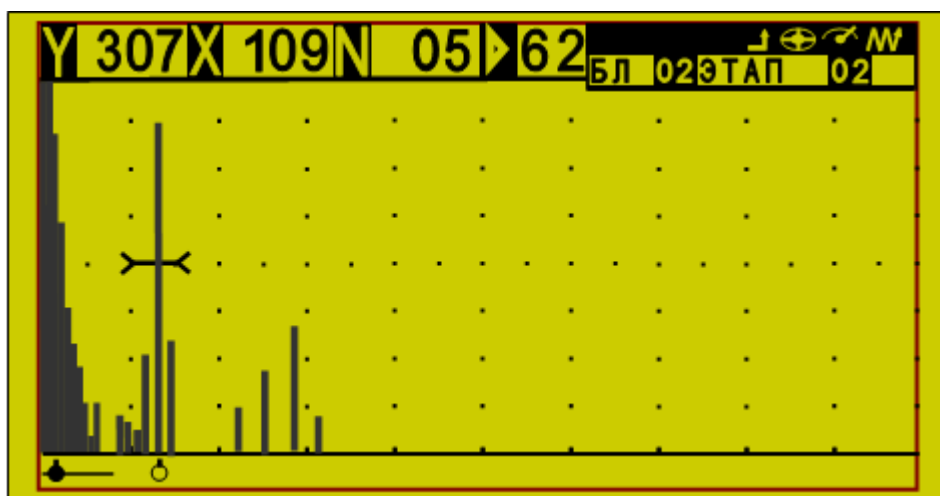


Рисунок 13 - Экран дефектоскопа в рабочем режиме

ПРИМЕЧАНИЕ: Подтверждение дефекта производится наклонным преобразователем ПЭП50⁰ в соответствии с технологической картой ультразвукового контроля оси РУ-1Ш после демонтажа внутренних колец подшипников. При высоком уровне шумов в зоне контроля (более 1,5 делений ВШ) допускается проведение контроля в режиме браковочной чувствительности.

2.8 Вызвать настройку для контроля ближней подступичной части оси под внешней кромкой ступицы с надетыми кольцами и установить режим «поисковой чувствительности» (включить «дополнительное усиление»).

2.6 Выполнить сканирование, последовательно устанавливая ПЭП на торце оси в 20-25 точках (соблюдая радиальное направление наклона призмы) и следя по экрану за показаниями.

2.7 Перейти к противоположной стороне оси и выполнить операции по п.п.2.1-2.7

3. РАСПОЗНАВАНИЕ ДЕФЕКТОВ

3.1 При появлении в зоне контроля эхо-сигнала необходимо убедиться в том, что этот сигнал не является отражением от ступиц или галтелей оси.

3.2 Найти максимальную амплитуду сигнала, на приборе установить «браковочный» уровень чувствительности соответствующий данному этапу контроля, оценить амплитуду эхо-сигнала в зоне контроля.

Ось колесной пары подлежит браковке, если:

- отсутствует сигнал от противоположного торца оси при сквозном прозвучивании (ослабление сигнала от противоположного торца оси (донного эхо-сигнала) относительно донного эхо-сигнала, измеренного на СО-2 превышает 46 дБ);

- в зоне контроля имеется хотя бы один эхо-сигнал с амплитудой, превышающей половину вертикальной шкалы (символ «»), при соответствующем браковочном уровне чувствительности (рисунок 12,13).

6. Сделать вывод о годности детали

7 Оформить отчет о работе

Отчет о работе должен содержать:

- теоретические сведения, раскрывающие физическую сущность метода;
- описание зон контроля колесной пары при ремонте в депо;
- описание устройства дефектоскопа;
- перечень оборудования, необходимого для контроля;
- настроечные параметры дефектоскопа;
- наименование зон контроля и изображение монитора ЭЛТ;
- вывод о годности детали.

3.3 Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте акустические методы неразрушающего контроля.
2. Какие зоны оси проверяются при ремонте колесных пар
3. Перечислите методы неразрушающего контроля, применяемые при ремонте колесных пар
4. Перечислите методы ультразвукового контроля и кратко охарактеризуйте каждый из них
5. Изложите порядок проведения ультразвукового контроля оси колесной пары. По каким параметрам производится определение дефекта.
6. В чем заключается подготовка дефектоскопа к проведению контроля.

4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 "Определение технического состояния колесной пары".

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить номенклатуру и причины возникновения неисправностей колесных пар в эксплуатации, получить практические навыки определения неисправностей колес.

ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Установка автоматизированная бесконтактного измерения геометрических параметров ходовых частей подвижного состава «Calipri CW-40».
2. Фрагмент колеса с дефектами.
3. Мультимедийное оборудование.

4.1 Теоретические сведения

4.1.1 Неисправности колес вагонов

Неисправности колес вагонов относятся к наиболее опасным, так как могут привести к нарушениям требований безопасности движения.

Можно выделить следующие классификационные группы неисправностей колес.

1. Неисправности, связанные с усталостью металла при циклическом нагружении: трещины, изломы, разрывы, выкрашивание металла (выщербины, раковины).
2. неисправности, связанные с износом деталей, т.е. с изменением формы и размеров деталей в результате трения: износ трущихся поверхностей (прокат колес, ползуны на поверхности катания колес, износ гребней), смещение металла в результате трения (навар, остроконечный накат гребня).
3. Разрушения элементов от нагрузок, превышающих расчетные: изломы (хрупкое разрушение), пластические деформации (круговой наплыв металла на ободе), сколы (отколы), например откол наплыва на ободе.
4. Последствия высокого нагрева при трении: термические трещины на поверхности катания колес (от трения тормозных колодок).

Различают следующие дефекты колес в эксплуатации.

Равномерный прокат – естественный износ от взаимодействия с рельсами и от трения тормозных колодок. Износ происходит равномерно по диаметру

колеса. Предельно допустимая величина проката колес зависит от установленной скорости движения и типа вагона.

Неравномерный прокат – возникает вследствие неравномерного износа поверхности катания из-за развития поверхностных дефектов и неоднородности свойств материала. Выявляется измерением в трех различных сечениях колеса. Он опасен своим динамическим воздействием на путь и на вагон.

Проверка проката производится абсолютным шаблоном, предназначенным для измерения величины проката, навара, ползуна колеса и толщины гребня колеса. Измерение величины проката колеса осуществляется в месте наибольшей величины дефекта (рисунок 8).

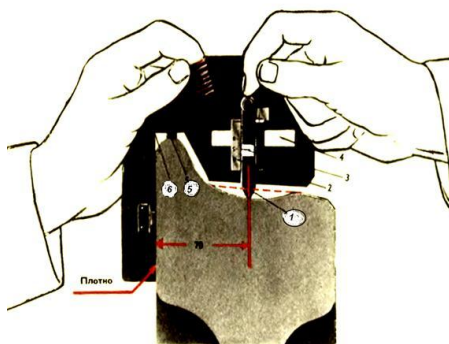


Рисунок 8 - Измерение проката колеса абсолютным шаблоном

Ползун – плоский участок на поверхности катания колеса, возникающий от износа при движении заблокированных колес юзом (Рисунок 9). Колесо с ползуном при движении издает характерный стук и опасно тем, что создает повышенные ударные нагрузки на путь и подвижной состав.



Рисунок 9 - Ползун

Основными причинами заклинивания колесных пар и образования ползунов являются: неисправности тормозных приборов, нарушение правил

регулировки рычажной передачи, неправильное управление тормозами. В зимних условиях эксплуатации ползунов образуется значительно больше, чем в летних. Это связано с влиянием температурного режима на состояние металла колес.

Навары - интенсивная термомеханическая пластическая деформация металла, которая возникает при кратковременном заклинивании колес (юз) с появлением на поверхности катания чередующихся сдвигов металла U-образной формы (рисунок 10). Сопровождается значительным нагревом металла, что приводит к закалке и повышению прочности поверхности наvara. Кроме того металл колеса в зоне наvara имеет строение, характерное для деформированной и закаленной стали с высокими остаточными напряжениями, что способствует образованию трещин. Навар может быть расположен на поверхности катания в виде одной или нескольких зон, быть однослойным и многослойным, может отличаться по высоте сдвигов металла. Характеризуется высотой сдвигов металла, измеряемой от неповрежденной поверхности катания до вершин сдвигов, вызывает повышенные нагрузки на путь и подвижной состав.

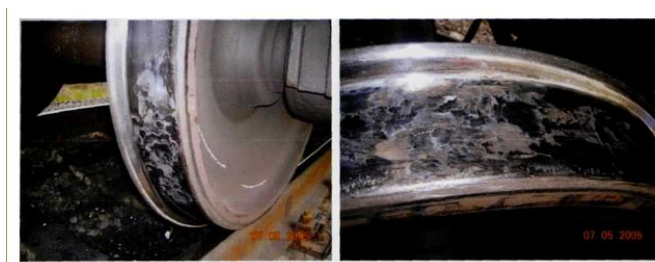


Рисунок 10 - Навар

Выщербины – Выщербиной называют небольшое местное углубление на поверхности катания обода цельнокатаного колеса, появляющееся вследствие наличия плен или ползуна (Рисунок 11) . Выщербины могут также появиться из-за скрытых пороков металла.



Рисунок 11 - Выщербина

Кольцевые выработки - неравномерный по поперечному профилю круговой износ, при котором на поверхности катания колеса образуются местные углубления с различной шириной. Возникает обычно у колесных пар, эксплуатируемых с композиционными тормозными колодками. Выработки образуются главным образом по краям зоны контакта поверхности катания с тормозной колодкой (Рисунок 12).



Рисунок 12- Кольцевые выработки

Возникновение кольцевых выработок происходит из-за неодинаковых температурных условий работы поверхностных слоев металла колеса и композиционной колодки по ширине зоны контакта, а также воздействием абразивных частиц пыли на поверхность трения по краям колодки. Кольцевые выработки являются концентраторами напряжений, от них часто образуются трещины металла колеса.

Круговой наплыв металла и местное уширение обода колеса - механическое повреждение, которое происходит в результате смещением металла обода в сторону фаски и образованием наплыва, возвышающегося над наружной поверхностью обода. Образуется в результате действия нормальных и боковых усилий, чаще всего в кривых участках пути. Образование кругового наплыва зависит от величины проката и, как правило, начинается у колесных пар с прокатом около 5 мм. С увеличением проката наплыв возрастает.

Местное уширение обода колеса возникает в результате пластической деформации металла под действием нормальных циклических сил вследствие наличия местного внутреннего дефекта (неметаллического включения, раковины, расслоения металла) на определенной глубине обода.

Тонкий обод - износ в процессе эксплуатации и потери металла при обточках поверхности катания. Толщину обода измеряют по кругу катания. При наличии на колесе ползуна или выщербины толщину обода необходимо определять в месте расположения дефекта.

Тонкий гребень и вертикальный подрез гребня – неравномерный по поперечному профилю колеса круговой износ, при котором угол наклона профиля боковой поверхности гребня приближается к 90° , а радиус перехода от гребня к уклону 1:10 уменьшается до 8–12 мм (рисунок 13). Наличие под вагонами колесных пар с вертикальным подрезом гребня может привести к сходу вагонов с рельсов при противошерстном движении их по стрелочному переводу.

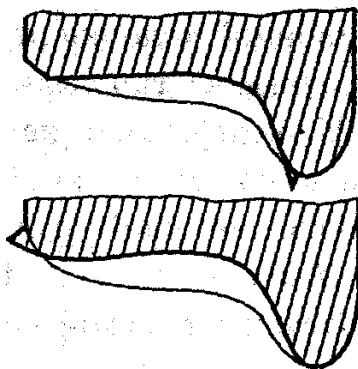


Рисунок 13 – Вертикальный подрез гребня

Остроконечный накат гребня колеса – механическое повреждение, которое характеризуется образованием выступа по круговому периметру гребня в месте перехода его изношенной боковой поверхности к вершине. (Рисунок 14). Остроконечный накат возникает в результате пластической деформации поверхностных слоев металла гребня в сторону его вершины из-за высокого контактного давления и интенсивного трения в месте взаимодействия колеса с головкой рельса.

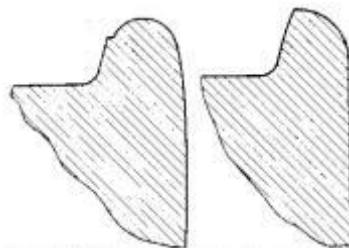


Рисунок 14 – Остроконечный накат гребня

Причинами возникновения остроконечного наката и подреза гребня являются: ненормальная работа колесной пары, неправильная установка ее в тележке, значительная разница диаметров колес на одной оси, длительная работа на пути с крутыми кривыми, изгиб оси, перекос рамы тележки, неправильная посадка колес на ось.

При ремонте колесных пар помимо вышеперечисленных дефектов производят измерения колес. При этом определяются следующие размеры.

- Производится проверка диаметров колес по кругу катания.
- Определяется разность диаметров колес, насаженных на одну ось

- Производится проверка эксцентricности круга катания относительно шейки или подступичной части оси.
- Измеряется ширина обода колеса.
- Измеряется толщина обода колеса.

4.1.2 Установка автоматизированная бесконтактного измерения геометрических параметров ходовых частей подвижного состава «Calipri CW-40»

Установка предназначена для измерения геометрических параметров профиля колёс, дефектов колеса, а также расстояния между ободьями/бандажами колёс локомотивов и вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 мм.

Применяется при производстве деталей и узлов подвижного состава, при проведении контроля и ремонтов в пунктах технического осмотра в условиях депо и ремонтных заводов ОАО «РЖД», при сборке деталей конструкции транспортного средства на предприятии-изготовителе.

Принцип действия установки основан на бесконтактном измерении геометрических параметров колесных пар.

Для измерений геометрических параметров колесных пар, используется оптоэлектронный лазерный датчик с камерой, которая сканирует контур измеряемого объекта. Программное обеспечение Calipri Measurement Engine, встроенное в вычислительный модуль, осуществляет управление процессом измерений, обработку и оценку полученных данных, после чего результат выводится на дисплей прилагаемого переносного компьютера с сенсорным экраном.

Профиль колеса измеряется в трёх ключевых позициях. Датчик плавно перемещается оператором до совмещения графических изображений датчика на дисплее (показаны красным цветом на дисплее) с фактическим его положением в пространстве (показывается чёрным цветом на дисплее). Профиль колеса в этом случае постоянно находится в прицеле датчика, а расстояние между ним и колесом составляет не менее 100 мм. Датчик удерживается строго параллельно измеряемой поверхности колеса. В случае успешного измерения с ключевой позиции, её изображение исчезает с экрана и раздаётся звуковой сигнал. После проведения измерений в трёх ключевых позициях, процесс измерений автоматически завершается, и лазер отключается.

Толщина бандажа/обода измеряется аналогично профилю колеса в трех ключевых позициях с использованием шаблона RD.

Измерение расстояния между внутренними поверхностями колес производится с использованием шаблона RA, размеры которого заданы в программном обеспечении Calipri. В ходе измерений на вычислительном модуле автоматически включается система последовательных указаний. Черное изображение датчика показывает его положение в данный момент времени, красное изображение указывает на заданную ключевую позицию, датчик перемещается до совмещения черного изображения сенсора с красным. Результаты измерений отображаются на дисплее датчика и вычислительного модуля.

Диаметр по гребню измеряется с использованием шаблона D-750, D-1050 или D-1350, размеры которого заданы в программном обеспечении Calipri. Шаблон D выбирается в зависимости от типа измеряемого колеса. Результаты измерений отображаются на дисплее датчика и вычислительного модуля.

Для проведения измерений радиального/осевого биения датчик устанавливается на держатель для датчика перед колесом, которое нужно измерить, и клинообразным рычажком пристегивается с помощью магнита к колесу. При этом не нужно никаких специальных электрических схем, проводки или вращающегося датчика. Для получения согласованных параметров колесо должно вращаться с постоянной скоростью. Если требуются только максимальные значения радиального и осевого биения – достаточно вращать колесо вручную. Изменение диаметра колеса определяется автоматически из сравнения полученных данных измерений на противоположных сторонах колеса. Помимо этого, полученный спектр позволяет проводить более углубленный анализ, например обнаружение полигональных образований и изменений колеса.

Измерение дефектов колеса осуществляется только с одной ключевой позиции измеряемого параметра.

Графический интерфейс пользователя разделен на 3 области: область элементов управления, область графического изображения результатов измерений и область числовых результатов измерений. Программное обеспечение Calipri Measurement Engine осуществляет контроль полученных значений измеряемых величин. При контроле значений измеряемых величин проверяется, находятся ли их измеренные значения в пределах установленных предельных границ (допуска). Предельные границы могут быть самостоятельно заданы для каждой измеряемой величины. Нахождение в пределах допуска фиксируется на экране «лампочкой» определенного цвета.

После окончания измерений данные сохраняются и экспортируются в XML-файл, а также могут быть распечатаны.

Технические характеристики прибора приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Технические характеристики Calipri

№ п.п.	Наименование измеряемого параметра	Значение параметра, мм	Пределы допускаемой погрешности, мкм	Повторяемость, мкм
Профиль колеса:				
1	Высота гребня, мм	25-45	+80	+35
2	Толщина гребня, мм	10-45	+80	+35
3	Крутизна гребня, мм	0-30	+80	+35
4	Ширина обода колеса, мм	85-160	+80	+35
5	Высота бокового наката, мм	0-30	+80	+35
6	Глубина седловидного проката, мм	0-15	+80	+35
Толщина обода:				
1	Толщина обода, мм	0...125	+80	+35
2	Толщина обода с наружной стороны, мм	0 ...125	+80	+35
3	Расст. от круга катания до кольцевой проточки обода, мм	0...125	+80	+35
4	Высота гребня, мм	25-45	+80	+35
5	Толщина гребня, мм	10-45	+80	+35
6	Крутизна гребня, мм	0-30	+80	+35
7	Ширина обода колеса, мм	85-160	+80	+35
8	Высота бокового наката, мм	0-30	+80	+35
9	Глубина седловидного проката, мм	0-15	+80	+35

Продолжение таблицы 3

№ п.п.	Наименование измеряемого параметра		Значение параметра, мм	Пределы допускаемой погрешности, мкм	Повторяемость, мкм
Диаметр колеса:					
1	Диаметр по гребню, мм		470-1350	+200	+100
2	Диаметр по кругу катания, мм		470-1350	+200	+100
Дефекты колеса:					
1	Ползуны	Длина, мм	1-80	+80	+35
		Глубина, мм	0,1-2		
2	Раковины	Длина, мм	1-50	+80	+35
		Глубина, мм	0,5-5		
Радиальное/осевое биение					
1	Осевое биение		-40 - +40	+20	+10
2	Радиальное биение		-40 - +40	+20	+10
3	Разброс значений диаметра		0-120	+20	+10
4	Отступление от радиальности		50	+20	+10
Расстояние между ободьями колёс, мм:					
1	Расстояние между внутренними гранями бандажей/ ободьев у ненагруженной колёсной пары, мм		0...5000	+200	+35

4.2 Порядок выполнения работы

Контролировать профиль колеса прибором Calipri.

1 Произвести настройку прибора в соответствии с РЭ

2. Произвести контроль колеса.

2.1 Профиль колеса измеряется в трёх ключевых позициях. Датчик плавно перемещает до совмещения графических изображений датчика на дисплее (показаны красным цветом на дисплее) с фактическим его положением в пространстве (показывается чёрным цветом на дисплее).

2.2. Следить, чтобы профиль колеса постоянно находился в прицеле датчика, а расстояние между ним и колесом составляло не менее 100 мм.

2.3. При сканировании датчик удерживать строго параллельно измеряемой поверхности колеса.

2.4. При успешном измерении с ключевой позиции, её изображение исчезнет с экрана и раздастся звуковой сигнал.

2.5. Повторить измерения в оставшихся двух ключевых позициях.

2.6. после завершения измерений в трёх ключевых позициях, процесс автоматически завершается, и лазер отключается.

2.7. Записать полученные изменения.

3. Сделать выводы о наличии дефектов и оформить отчет

Отчет о работе должен содержать

- теоретические сведения, содержащие анализ неисправностей колес вагонов;

- описание устройства и принципа работы прибора Calipri;

- перечень оборудования, необходимого для контроля;

- настроечные параметры прибора;

- наименование зон контроля и изображение монитора прибора;

- вывод о годности детали.

4.3 Контрольные вопросы

1. Перечислите основные дефекты поверхности катания колесных пар.

2. Укажите основные причины возникновения дефектов колесных пар в эксплуатации

3. Поясните принцип работы прибора Calipri при измерении колес.

4. Перечислите какие дефекты колесных пар могут быть определены с помощью прибора Calipri

5. Изложите порядок проведения измерений размеров колеса.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

4.1 Литература

1 Технология производства и ремонта вагонов Конспект лекций. В.В.Бенешевич, О.Ю.Кривич. М.МИИТ, 2011.

2 Технология производства и ремонта вагонов. Под ред. К.В.Мотовилова. 2003, М.:Маршрут

3 Правила по неразрушающему контролю вагонов, их деталей и составных частей при ремонте. Общие положения. ПР НК В1, 2012

4 Правила по неразрушающему контролю деталей и составных частей колесных пар вагонов при ремонте. Специальные требования. ПР НК В2, 2013

5 Правила по неразрушающему контролю деталей автосцепного устройства и тормозной рычажной передачи. Специальные требования. ПР НК В4, 2013

6 РД 32.174- 2001 Руководящий документ. Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения.

7 РД32.150—2000 Руководящий документ. Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов.

8 РД 07.09—97 Руководство по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар вагонов.

4.2 Информационные ресурсы

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.rgotups.ru/ru/>
2. <http://stellus.rgotups.ru/>
3. <http://appnn.rgotups.ru:8080/>