

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Учебно-методическое пособие
к лабораторным работам

Ростов-на-Дону
2020

УДК 629.004.5(07) + 06

Рецензент – кандидат технических наук, доцент А.С. Шапшал

Техническая диагностика подвижного состава: учебно-методическое пособие к лабораторным работам / В.Ф. Криворудченко, О.Л. Игнатъев, Л.Г. Северинова, А.Ю. Носов; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2020. – 52 с.: ил. – Библиогр.: с. 51.

Описаны в кратком изложении физические основы, методы и средства магнитопорошкового, вихретокового и ультразвукового методов неразрушающего контроля деталей подвижного состава.

Структура пособия соответствует программам дисциплин «Техническая диагностика подвижного состава», «Техническая диагностика вагонов».

Предназначено для студентов специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог», специализаций «Вагоны», «Локомотивы», «Высокоскоростной наземный транспорт», «Электрический транспорт железных дорог», «Технология производства и ремонта подвижного состава». Может быть полезно для работников вагонного и локомотивного хозяйства, работающих в области неразрушающего контроля.

Одобрено к изданию кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство».

© Колл. авт., 2020

© ФГБОУ ВО РГУПС, 2020

Содержание

Перечень сокращений и символов	4
Введение	5
Общие указания	6
Лабораторная работа № 1. Магнитопорошковый метод контроля	7
Лабораторная работа № 2. Магнитопорошковый метод контроля осей подвижного состава с помощью магнитопорошковых дефектоскопов	13
Лабораторная работа № 3. Магнитопорошковый метод контроля осей колесных пар на установке Р8617	18
Лабораторная работа № 4. Вихретоковый метод контроля подвижного состава. Контроль колёс подвижного состава ...	23
Лабораторная работа № 5. Ультразвуковой контроль. Дефектоскоп УД2-102 «Пеленг». Технология УЗК	36
Библиографический список	51

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И СИМВОЛОВ

НТД – нормативно-техническая документация
СТД – средства технического диагностирования
НК – неразрушающий контроль
МП – магнитное поле
МПК – магнитопорошковый метод контроля
НУ – намагничивающие устройства
СОН – способ остаточной намагниченности
СПП – способ приложенного поля
СО – стандартный образец
СОП – стандартный образец предприятия
НО – настроечный образец
ВТК – вихретоковый метод контроля
УЗК – ультразвуковой метод контроля
ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь
УЗВ – ультразвуковая волна

Введение

Железнодорожный транспорт является основой транспортной системы Российской Федерации и стран СНГ.

Интенсивная эксплуатация подвижного состава в сложных метеорологических условиях приводит к быстрому износу деталей и узлов, появлению в них дефектов, угрожающих безопасности движения. Сходы, аварии, крушения, как правило, приводят к большим потерям материальных и людских ресурсов.

Количество чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте в первую очередь зависит от качества изготовления, ремонта и технического обслуживания подвижного состава, возможности упреждающего выявления различного рода дефектов (трещин и изломов в элементах колесных пар, буксовых узлах, деталях тележек, автосцепного устройства и др.).

В природе не существует одного универсального метода оценки технического состояния изделий, поэтому применяется комплекс разрушающих и неразрушающих методов контроля качества деталей подвижного состава на всех стадиях их жизненного цикла.

Среди методов преобладающий объем занимают методы магнитного, вихретокового и акустического вида НК.

Изучение физических основ неразрушающих методов контроля деталей локомотивов и вагонов, применяемых средств технического диагностирования, технологических процессов контроля, аппаратуры, составляет основу лабораторных работ по дисциплине «Техническая диагностика подвижного состава».

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

До начала занятий студенту необходимо изучить настоящие методические указания по проведению лабораторной работы, а также познакомиться с теорией вопроса.

В начале занятий преподаватель проводит со студентами инструктаж по технике безопасности и оформляет соответствующий документ. Студент обязан выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

Целью лабораторных работ является:

- изучение методов неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава, методику (технологию) обнаружения дефектов;
- приобретение практических навыков неразрушающего контроля и диагностики деталей, узлов;
- изучение технических средств НК.

Содержание отчёта

Отчёт по лабораторной работе оформляется каждым студентом самостоятельно в тетради лабораторных работ. Все эскизы, рисунки и таблицы должны быть выполнены с применением необходимых чертёжных инструментов.

В отчёте должны быть представлены:

- эскиз контролируемой детали с указанием дефекта;
- последовательность технологических операций с объяснениями;
- заключение о дефектности детали (обнаружены или не обнаружены дефекты подвижного состава);
- выводы.

Отчёт должен быть подписан автором с указанием даты оформления.

Студенты, не выполнившие цикл лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой, не допускаются к зачётам или экзаменам по соответствующим дисциплинам учебного плана специальности.

Лабораторная работа № 1

МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ

Цель работы: Изучение физических основ магнитопорошкового контроля, технологии и средств МПК деталей подвижного состава

Магнитопорошковый метод

Магнитопорошковый метод основан на притяжении магнитных частиц магнитным полем рассеяния, возникающим над дефектом в намагниченной детали.

Магнитопорошковый метод позволяет обнаруживать поверхностные и подповерхностные дефекты шириной раскрытия 2,5 мм и более, глубиной 0,01 мм и длиной 0,5 (в зависимости от шероховатости поверхности контролируемой детали), типа нарушений сплошности металла: усталостные, закалочные и шлифовочные трещины, флокены, закаты, надрывы, волосовины, расслоения, дефекты сварных соединений и др. в деталях, изготовленных из ферромагнитных материалов. При намагничивании постоянным магнитным полем выявляемые дефекты располагаются на глубине не более 2...3 мм от поверхности. При намагничивании переменным полем максимальная глубина уменьшается.

Магнитопорошковый метод позволяет контролировать детали любых форм и размеров, если при их намагничивании напряженность магнитного поля над дефектом будет достаточной для притяжения магнитных частиц. Магнитный вид неразрушающего контроля применим лишь к деталям из металлов и сплавов, способных намагничиваться.

Магнитные индикаторы

В качестве магнитных индикаторов при проведении контроля применяют магнитные порошки или суспензии. Они могут быть как обычные или окрашенные, так и магнитолюминесцентные для контроля деталей, имеющих темную, блестящую поверхность, а также для лучшего выявления подповерхностных дефектов, которые дают слабое поле. Явление, происходящее при намагничивании деталей, проиллюстрировано на рисунке (рис. 1).

Порошки имеют различную крупность зерна.

1. ПЖВ 5 – 71 (крупность зерна в микронах).

ПЖВ 5 – 160 (порошок железный восстанавливаемый)

2. Органическая суспензия (200 г порошка на 1 л жидкости: масло/керосин (%) – 70 /30).

3. Неорганическая суспензия (водная).

ДИАГМА – 1100, 1200, МИНК и др.

ДИАГМА имеет разный цвет (красный, зеленый, коричневый) – это позволяет четче выявить дефекты.

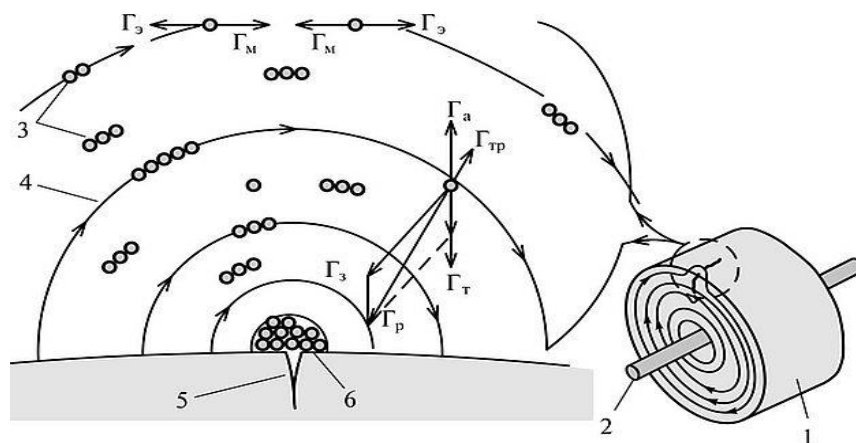


Рисунок 1 – Схема магнитного поля рассеяния над трещиной и силы, действующие на частицы порошка:

1 – проверяемая деталь; 2 – центральный проводник с током; 3 – частицы магнитного порошка в суспензии, соединяющиеся в цепочки различной длины; 4 – магнитные силовые линии магнитного поля рассеяния; 5 – трещина; 6 – скопление порошка над трещиной.

Силы, действующие на частицы порошка:

Γ_m – магнитного притяжения между частицами; $\Gamma_э$ – электростатического отталкивания; Γ_t – тяжести; Γ_a – выталкивающего действия жидкости; $\Gamma_{тр}$ – трения среды; $\Gamma_з$ – затягивающая поля дефекта; Γ_p – результирующая рассеяния (малой напряженности)

Способы нанесения индикатора

При МПК применяют «сухой» и «мокрый» способы нанесения индикатора на контролируемый объект. В первом случае для обнаружения дефектов используют сухой ферромагнитный порошок. При использовании «мокрого» способа контроль осуществляется с помощью магнитной суспензии, т. е. взвеси ферромагнитных частиц в жидких средах: трансформаторном масле, смеси трансформаторного масла с керосином, смеси обыкновенной воды с антикоррозионными веществами.

Средства контроля. При магнитопорошковом контроле применяют переносные, передвижные или стационарные дефектоскопы (МД-12ПС, МД-12ПШ, МД-12 ПЭ, МД-13ПР и др.) и/или намагничивающие устройства, а также вспомогательные приборы для проверки технических характеристик дефектоскопа, режимов намагничивания, проверки степени размагничивания контролируемых деталей, проверки выявляющих способностей магнитных индикаторов и приборы для освещенности поверхности детали.

Магнитопорошковые дефектоскопы

При магнитопорошковом контроле деталей применяют переносные, передвижные и стационарные дефектоскопы и (или) намагничивающие устройства. В зависимости от принципа действия и функционального назначения в состав дефектоскопа входят блок питания или управления, НУ (соленоиды, электромагниты, постоянные магниты, гибкие токопроводящие кабели и т. п.), вспомогательные устройства и приспособления.

Типы дефектоскопов и НУ выбирают с учетом формы и размеров контролируемой детали, а также необходимой для выявления дефектов напряженности магнитного поля. Рассмотрим применяемые на железнодорожном транспорте основные типы магнитопорошковых дефектоскопов.

Дефектоскоп магнитопорошковый МД-12П. Выпускается в трех модификациях: МД-12ПЭ (эксцентричный), МД-12ПШ (шеечный), МД-12ПС (седлообразный). Содержит блок управления и намагничивающее устройство соответствующего типа.

Дефектоскоп МД-12ПЭ содержит круглый соленоид и плоский кольцевой магнитопровод, находящийся у одного из торцов соленоида. Рабочее отверстие соленоида и магнитопровода равно 235 мм. Создаваемое им магнитное поле с напряженностью в центре 120 А/см несимметрично (рис. 2, а) и со стороны магнитопровода намного слабее, чем со стороны катушки без магнитопровода, поэтому контролируемый участок детали всегда должен находиться с противоположной от магнитопровода стороны. На корпусе соленоида со стороны магнитопровода имеется тумблер для включения намагничивающего тока.

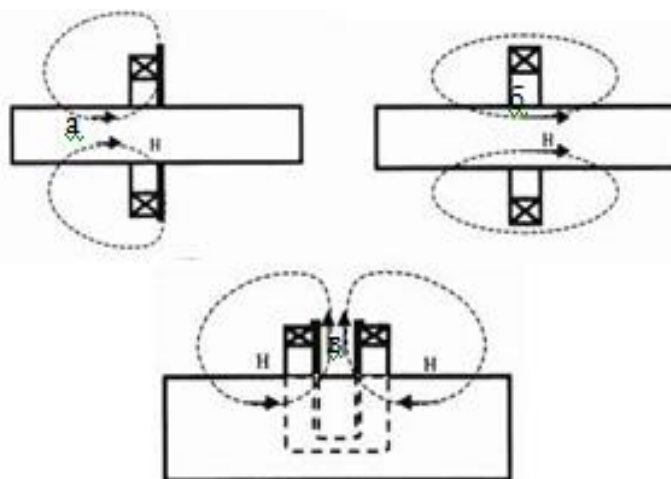


Рисунок 2 – Силовые линии магнитного поля, создаваемого на поверхности детали НУ дефектоскопов:
а – МД-12ПЭ; б – МД-12ПШ; в – МД-12ПС

Дефектоскоп МД-12ПШ предназначен для контроля шеек осей колесных пар и других деталей, контролируемая часть которых имеет диаметр или поперечный размер не более 150 мм. НУ дефектоскопа выполнено в виде круглого соленоида, диаметр рабочего отверстия которого равен 200 мм. Магнитное поле соленоида с напряженностью в его центре 180 А/см по мере удаления от обеих торцевых поверхностей корпуса симметрично убывает (рис. 2, б). Помещенные внутрь соленоида протяженные детали, имеющие одинаковое сечение по всей длине, намагничиваются также симметрично относительно торцевых поверхностей корпуса соленоида.

Дефектоскоп МД-12ПС (рис. 2, в) имеет седлообразное НУ, которое представляет собой прямоугольный соленоид, изогнутый в виде «седла». Последний предназначен для локального намагничивания крупногабаритных дета-

лей сложной формы, протяженных деталей длиной более 600 мм, имеющих диаметр или поперечный размер не менее 100 мм, а также для намагничивания отдельных участков изделий в сборе в тех случаях, когда намагничивание с помощью неразъемных соленоидов невозможно (например, при контроле средней части оси колесной пары в сборе). Напряженность создаваемого им магнитного поля под дугой составляет не менее 150 А/см.

Дефектоскоп магнитопорошковый МД 13-ПР. Для контроля средних частей колесных пар и других деталей диаметром до 235 мм предназначены дефектоскопы разъемного типа. Они представляют собой разъемный соленоид, состоящий из трех медных витков прямоугольного сечения 35×6 мм. Эти витки с одной стороны соединены шарнирно, а с другой – замыкаются при помощи ножей, входящих в контактные губки. Дефектоскоп работает от низкой обмотки трансформатора мощностью 220 В, при этом ток на шинах равен 700 А. Напряженность переменного магнитного поля на поверхности оси составляет: 80 А/см – у торца дефектоскопа, и 15 А/см – в конце зоны контроля на расстоянии 250 мм от торца намагничивающего устройства дефектоскопа.

Технология магнитопорошкового контроля

Магнитопорошковый контроль включает следующие операции:

- подготовка детали к контролю;
- намагничивание деталей;
- нанесение магнитных индикаторов на контролируемую поверхность;
- осмотр контролируемой поверхности и обнаружение дефектов.

1 Подготовка детали к контролю

Подготовка детали к контролю заключается в очистке поверхности детали от отслаивающейся ржавчины, грязи, а также от смазочных материалов и масел, если контроль проводится с помощью водной суспензии или сухого порошка. Если поверхность детали темная и черный магнитный порошок на ней плохо виден, то деталь иногда покрывают тонким просвечивающим слоем белой контрастной краски.

2 Намагничивание детали

Намагничивание детали является одной из основных операций контроля. От правильного выбора способа, направления и вида намагничивания, а также рода тока во многом зависит чувствительность и возможность обнаружения дефектов.

3 Нанесение на поверхность детали магнитного индикатора

Чаще суспензию наносят с помощью шланга или душа. Напор струи должен быть достаточно слабым, чтобы магнитный порошок не смывался с дефектных мест. При сухом методе контроля эти требования относятся к давлению воздушной струи, с помощью которой магнитный порошок наносят на деталь. Время стекания с детали дисперсной среды, имеющей большую вязкость относительно велико, поэтому производительность труда контролера уменьшается.

4 Осмотр детали. Расшифровка индикаторного рисунка и разбраковка

Контролер должен осмотреть деталь после стекания с нее основной массы суспензии, когда картина отложений порошка становится неизменной. Детали проверяют визуально, но в сомнительных случаях и для расшифровки характера дефектов применяют оптические приборы, тип и увеличение которых устанавливают по нормативным документам.

5 Размагничивание и контроль размагниченности. Удаление с детали остатков магнитного индикатора

Применяют два основных способа размагничивания:

- первый и наиболее эффективный из них – нагрев изделия до температуры точки Кюри, при которой магнитные свойства материала пропадают. Этот способ применяют крайне редко, так как при таком нагреве могут изменяться механические свойства материала детали, что в большинстве случаев недопустимо;
- второй способ заключается в размагничивании детали переменным магнитным полем с амплитудой, равномерно уменьшающейся от некоторого максимального значения до нуля.

Способы контроля

Контроль деталей вагонов магнитопорошковым методом зависит от магнитных свойств изделия, его формы, размеров изделий. Осуществляется двумя способами:

- 1) способом приложенного поля (СПП);
- 2) способом остаточной намагниченности (СОН).

СПП контролируют детали из магнитомягких, малоуглеродистых сталей (оси колесных пар, детали автосцепки, тормозную систему).

Контроль СПП заключается в нанесении на поверхность детали магнитного индикатора до или в момент действия магнитного поля.

СПП дает возможность достигнуть максимальной чувствительности для всех марок ферромагнитных материалов.

СПП рекомендуется применять:

- при контроле деталей с неизвестными магнитными характеристиками;
- при контроле крупных деталей сложной формы;
- при контроле деталей, ранее подвергавшихся комбинированному способу намагничивания.

СОН применяют для деталей из термически обработанных конструкционных сталей, простой формы:

- при контроле деталей с использованием импульсного тока;
- при высокой требуемой проводимости.

Контроль СОН заключается в нанесении магнитного индикатора после действия магнитного поля (после снятия намагничивающего устройства).

Вопросы для самопроверки

- 1 На каком принципе основано выявление дефектов магнитопорошковым методом НК?
- 2 Какие дефекты выявляет МПК?
- 3 Что такое магнитные индикаторы?
- 4 Способы нанесения магнитных индикаторов.
- 5 Какие средства применяются при магнитопорошковом методе контроля?
- 6 Какие операции включает технология МПК?
- 7 Способы МПК.

Лабораторная работа № 2
МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ОСЕЙ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С ПОМОЩЬЮ
МАГНИТОПОРОШКОВЫХ ДЕФЕКТΟΣКОПОВ

Цель работы: Изучение конструкции и технологии контроля шейки оси колесной пары дефектоскопом МД-12ПС. Изучение конструкции и технологии контроля средней части оси дефектоскопом МД-13 ПР.

Технические средства: дефектоскоп МД-12ПС; контрольный образец оси; магнитный индикатор; измеритель магнитной индукции ИМП-1 или МФ-209; обтирочный материал; устройство МОН-721 для оценки выявляющей способности индикаторов. Дефектоскоп МД-13ПР; измеритель магнитной индукции ИМП-1 или МФ-209.

Дефектоскоп магнитопорошковый МД-12 ПС
для контроля шейки оси

Технические характеристики МД-12ПС

1 Эффективное значение тока намагничивания без контролируемой детали при номинальном напряжении сети: не менее 46 А.

2 Амплитудное значение напряженности магнитного поля намагничивающего устройства без контролируемой детали (у верхнего края рабочего отверстия): не менее 15 000 А/м.

3 Мощность, потребляемая дефектоскопом при номинальном напряжении сети: не более 2,5 кВт.

4 Масса намагничивающего устройства: не более 17 кг.

5 Диаметр рабочего отверстия намагничивающего устройства: не менее 270 мм.

6 Питание блока управления от сети переменного тока: 220 (+22...–33) В.

7 Сопротивление изоляции электрических цепей дефектоскопа при температуре окружающего воздуха 20 (±5) °С и относительной влажности от 30 до 80 %: не менее 20 МОм.

8 Габаритные размеры блока управления: не более 160×270×400 мм.

9 Масса блока управления: не более 30 кг.

10 Длина сетевого кабеля: не менее 5 м.

11 Длина соединительного кабеля: 10 м.

СОСТАВ ДЕФЕКТΟΣКОПА МД12-ПС

1 Блок управления – 1 шт.

2 Кабель сетевой – 1 шт.

3 Кабель соединительный – 1 шт.

4 Устройство намагничивающее (седлообразное) – 1 шт.

5 Розетка РШ-п-20-1Р43-01-10/220 – 1 шт.

6 Лампа неоновая с держателем N-767R – 2 шт.

Конструкция дефектоскопа МД-12ПС

Магнитопорошковый дефектоскоп МД-12ПС (рис. 1) применяется для проведения работ по неразрушающему контролю и обнаружению поверхностных поперечных дефектов, находящихся в шейках и средних частях осей колесных пар.

Дефектоскоп используется для МПК разнообразных деталей подвижного состава. Намагничивание происходит способом приложенного поля позволяющее обнаружить поверхностные поперечные трещины. После контроля производится размагничивание шеек и средних частей осей локомотивных и вагонных колесных пар. Намагничивающее устройство (см. рис. 1) имеет седлообразный вид и в нормативных документах обозначается СНУ.

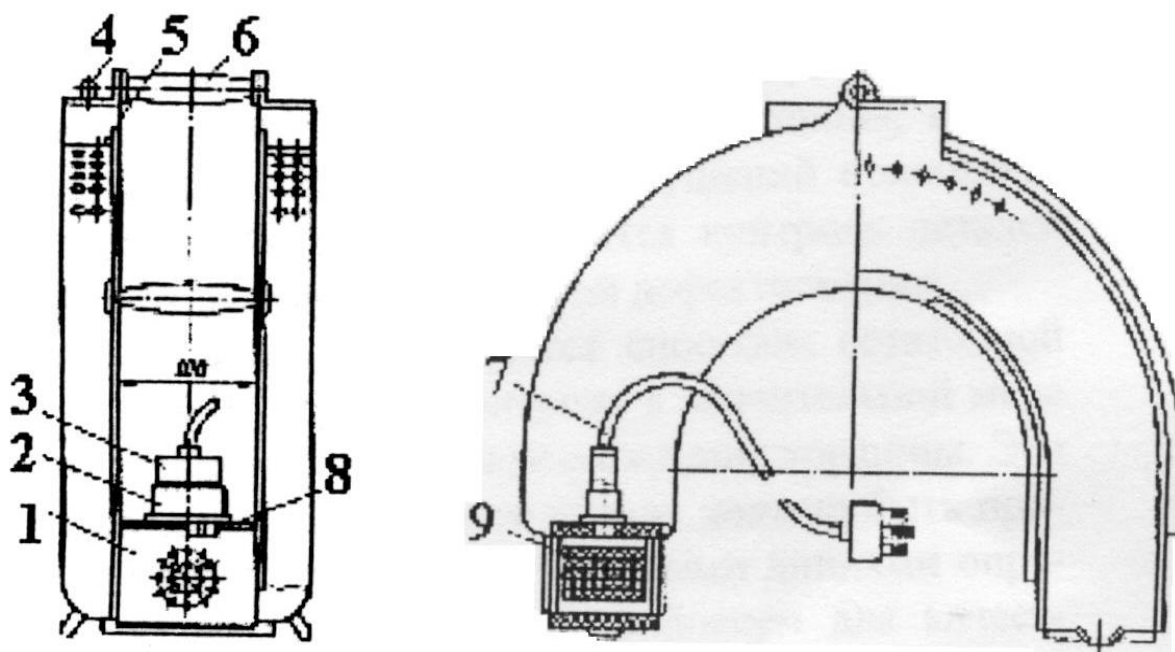


Рисунок 1 – Дефектоскоп МД-12ПС:

1 – корпус; 2 – штепсельная розетка; 3 – вилка; 4 – выключатель;
5 – подковообразный сердечник; 6 – ручка; 7 – кабель; 8 – гнезда для включения осветительной лампы; 9 – обмотка для питания осветительной лампы

Перечень деталей подвижного состава, контролируемых с помощью дефектоскопа МД-12ПС

- Колёсные пары.
- Средняя часть оси колесной пары в сборе, а также шеек и предподступичных частей оси.
- Вся поверхность свободной оси колесной пары при изготовлении и капитальном ремонте.
- Автосцепное устройство.

Некоторые части корпуса автосцепки: переключатель хвостовика, поверхность перехода от хвостовика до головной части, кромки отверстий для клина тягового хомута, верхние углы окна для замка и замкодержателя, поверхность хвостовика, нижние углы окна для замка и замкодержателя, кромки контура большого зуба,

угол сопряжения боковой и ударной поверхности большого зуба, угол сопряжения тяговой и боковой поверхности большого зуба.

Тяговой хомут, корпус хомута поглощающего аппарата Р-5П тяговые полосы, поверхности перехода от тяговых полос к соединительным планкам, соединительные планки, поверхности перехода от тяговых полос к задним опорным частям, поверхности перехода от тяговой полосы к ушкам для болтов, поверхности перехода от тяговых полос к приливам отверстий для клина.

Порядок работы

1 Подготовить ось к контролю (очистить шейку и предподступичную часть оси от грязи и смазки), осмотреть шейку, предподступичную часть оси с целью выявления видимых дефектов.

2 Подготовить СТД при МПК и проверить работоспособность дефектоскопа.

3 Установить колесную пару на роликовые опоры.

4 Установить СНУ над осью у торца, при этом зазор между осью сверху и СНУ должен быть 40...60 мм.

5 Включить дефектоскоп и СНУ и нанести суспензию на участок оси в пределах зоны ДН перед СНУ, вернуть СНУ в исходное положение.

Примечание. В процессе намагничивания деталей при помощи СНУ нужно обращать внимание на то, каким образом происходит распределение магнитного поля вокруг катушки намагничивающего устройства т. к. это обуславливается его конструкцией. В центре соленоида намагничивающего устройства между его катушками магнитное поле имеет большую нормальную составляющую H_n , а тангенциальная составляющая H_t почти полностью отсутствует, т. е. $H_n/H_t > 3$ (т. е. отношение нормальной составляющей напряженности магнитного поля к тангенциальной составляющей больше 3). По этой причине на участке поверхности объекта контроля между катушками, а именно под центральной частью соленоида намагничивающего устройства является зоной, где выявить дефекты невозможно. Зона достаточной намагниченности, в которой отношение $H_n/H_t \leq 3$. Эта зона находится с внешней стороны от катушки СНУ.

6 Осмотреть шейку и предподступичную часть оси, обращая внимание на галтели перехода от шеек к предподступичной части. Обнаруженные характерные скопления магнитного индикатора отмечаются маркером. Скопление магнитного индикатора в виде четкой линии указывает на наличие трещины.

7 Прекратить нанесение суспензии и выключить СНУ. Начальное и конечное положения СНУ относительно двух ступиц оси должны быть симметричны.

8 Повторить контроль шейки ещё дважды, поворачивая её на 120° .

9 Для размагничивания установить СНУ на середине шейки оси, включить СНУ и медленно отвести его от торца шейки оси на расстояние не менее 0,5 м, выключить СНУ.

10 Установить СНУ над другой шейкой и предподступичной частью и повторить операции 1–9.

11 Удалить с поверхностей шеек и предподступичных частей остатки магнитной суспензии, при помощи ветоши.

12 Оформить результаты контроля.

Дефектоскоп магнитопорошковый МД-13ПР для контроля средней части оси

Назначение

Для контроля средних частей колесных пар и других деталей диаметром до 235 мм, предназначены дефектоскопы разъемного типа (рис. 2). Которые представляют собой разъемный соленоид, состоящий из трех медных витков прямоугольного сечения 35×6 мм. Эти витки с одной стороны соединены шарнирно, а с другой, замыкаются при помощи ножей, входящих в контактные губки. Дефектоскоп работает от низкой обмотки трансформатора мощностью 220 В, при этом ток на шинах равен 700 А. Напряженность переменного магнитного поля на поверхности оси составляет: 80 А/см – у торца дефектоскопа, и 15 А/см – в конце зоны контроля на расстоянии 250 мм от торца дефектоскопа.

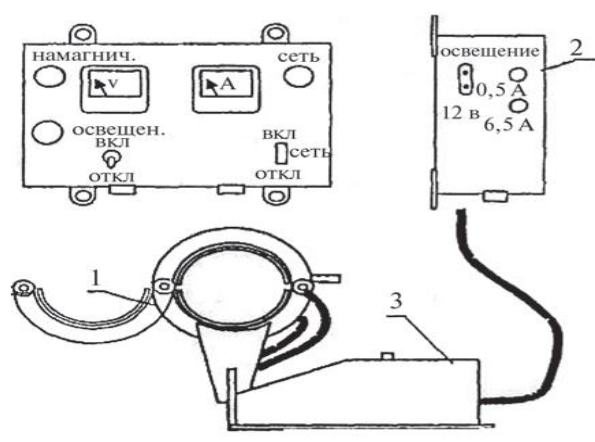


Рисунок 2 – Основные блоки дефектоскопа МД-13ПР:
1 – разъемный соленоид; 2 – блок управления; 3 – блок контроля

Технические характеристики

Питание дефектоскопа производится от сети переменного тока напряжением	220 В
Сила тока, потребляемая дефектоскопом во время работы	25 А
Сила тока в разъемном соленоиде во время работы	700 А
Число витков разъемного соленоида	3
Внутренний диаметр разъемного соленоида	240 мм
Высота подъема соленоида	250 мм

Порядок работы

- 1 Установить колесную пару на роликовые опоры.
- 2 Раскрыть разъемный соленоид и опустить его максимально вниз.
- 3 Отрегулировать высоту соленоида так, чтобы зазор между его витками и осью сверху был больше, чем снизу.
- 4 Переместить тележку к ступице одного из колес.
- 5 Замкнуть витки соленоида.

6 Нанести равномерно по всей длине средней части оси сухой магнитный порошок.

7 Включить намагничивание и перемещение соленоида.

8 Осмотреть поверхность средней части оси с двух сторон от соленоида в пределах зоны ДН.

9 Выполнить операции по 4–8.

10 Остановить соленоид у ступицы второго колеса, выключить намагничивание, осмотреть поверхность оси. Включить соленоид и переместить его к середине средней части оси, выключить намагничивание.

11 Отметить мелом границы проконтролированного участка средней части оси.

12 Провернуть ось на $1/5$ полного оборота (72 ± 5)°, переместить соленоид к ступице одного из колес и повторить контроль по 6–11.

13 Провести контроль всей поверхности средней части оси не менее чем за пять проходов.

14 Оформить результаты контроля.

Скопление магнитного индикатора в виде четкой линии указывает на наличие трещины.

При обнаружении поперечной трещины или наклонной (расположенной к образующей оси под углом более 30°), независимо от их размеров, ось бракуется.

Вопросы для самопроверки

1 Где применяется дефектоскоп МД-12ПС?

2 Какое намагничивающее устройство применено в дефектоскопе МД-12ПС?

3 Как происходит контроль деталей подвижного состава дефектоскопом МД-12ПС?

4 Какие детали подвижного состава контролируют с помощью дефектоскопа МД-12ПС?

5 Какие особенности МПК шеек осей?

6 Где применяется дефектоскоп МД-13ПР?

7 Какое намагничивающее устройство применено в дефектоскопе МД-13ПР?

8 Как происходит контроль деталей подвижного состава дефектоскопом МД-13ПР?

9 Какие детали подвижного состава контролируют с помощью дефектоскопа МД-13ПР?

Лабораторная работа № 3

МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ОСЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР НА УСТАНОВКЕ Р8617

Цель работы. Изучить назначение, конструкцию и принцип работы установки Р8617. Ознакомиться с технологией магнитопорошкового контроля шеек и предподступичных частей оси и внутренних колец подшипников, напрессованных на шейку оси.

Технические средства. Установка Р8617. Установка вращения колесной пары. Лампа для освещения поверхности объекта контроля. Магнитный индикатор (суспензия). Лупа с кратностью увеличения не менее 4. Измеритель магнитной индукции ИМП-1(2) или МФ-209. Рулетка. Обтирочный материал (ветошь).

Назначение установки

Установка дефектоскопная для магнитного контроля осей колесных пар подвижного состава (далее – установка) предназначена для выявления поверхностных усталостных трещин на шейках и предподступичных частях осей колесных пар, а также на внутренних кольцах подшипников, напрессованных на шейку оси.

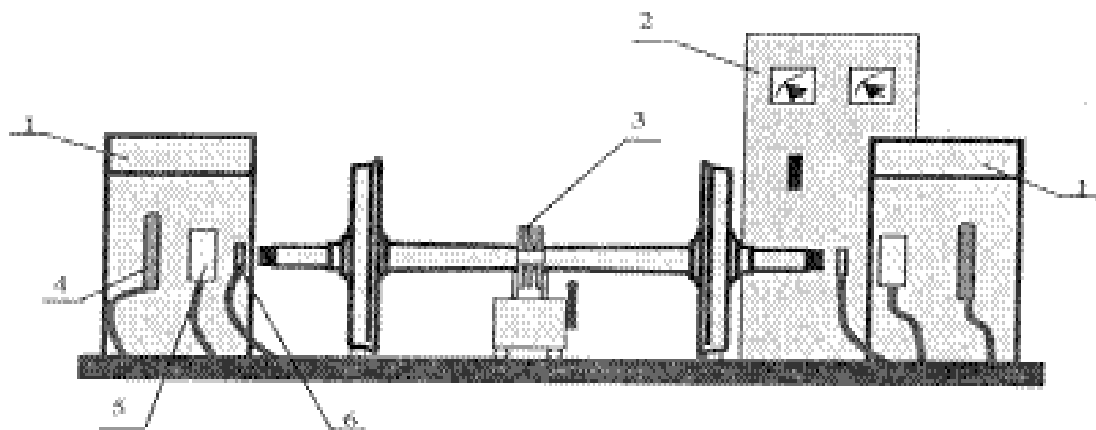


Рисунок 1 – Общий вид установки Р 8617:

1 – пульт управления; 2 – шкаф с электроаппаратурой; 3 – разъемный соленоид с тележкой для намагничивания средней части оси; 4 – шейчный соленоид для намагничивания и размагничивания шейки оси (при снятых внутренних кольцах); 5 – соленоиды для продольного намагничивания и размагничивания внутренних колец; 6 – контактные головки с пневматическим приводом для циркулярного намагничивания внутренних колец подшипников, напрессованных на шейки оси, пропуская импульсный ток по оси

Технические характеристики установки

1	Время дефектоскопирования одной колесной пары не более, мин	5
2	Напряжение питающей сети, В	380
3	Мощность, потребляемая трансформатором при размагничивании колец подшипников не более, кВт	6,0
4	Напряжение на вторичной обмотке трансформатора при разомкнутом соленоиде и номинальном напряжении сети не менее, В	4,0

5	Амплитудное значение тока размагничивания при номинальном напряжении сети без детали, кА	1,0
6	Амплитудное значение напряженности переменного магнитного поля промышленной частоты в центре соленоида без детали не менее, А/м	180
7	Амплитудное значение импульсного тока, пропускаемого через ось колесной пары и соленоид не менее, кА	5,0
8	Габаритные размеры шкафа с аппаратами не более, м	
	длина	0,65
	ширина	0,65
	высота	1,85
9	Масса шкафа с аппаратами не более, кг	250
10	Габаритные размеры шкафа с трансформаторами, м	
	длина	0,6
	ширина	0,9
	высота	1,6
11	Масса шкафа с трансформаторами, кг	350
12	Частота вращения привода вращателя колесной пары, об/мин	5–8

Устройство и принцип работы

Установка позволяет осуществить намагничивание колец роликовых подшипников одновременно двумя взаимно перпендикулярными полями (продольным магнитным полем соленоида и циркулярным полем, возникающим при прохождении импульса через ось), что позволяет выявлять в кольцах трещины любой ориентации.

Принципиальная схема установки представлена на рис. 2.

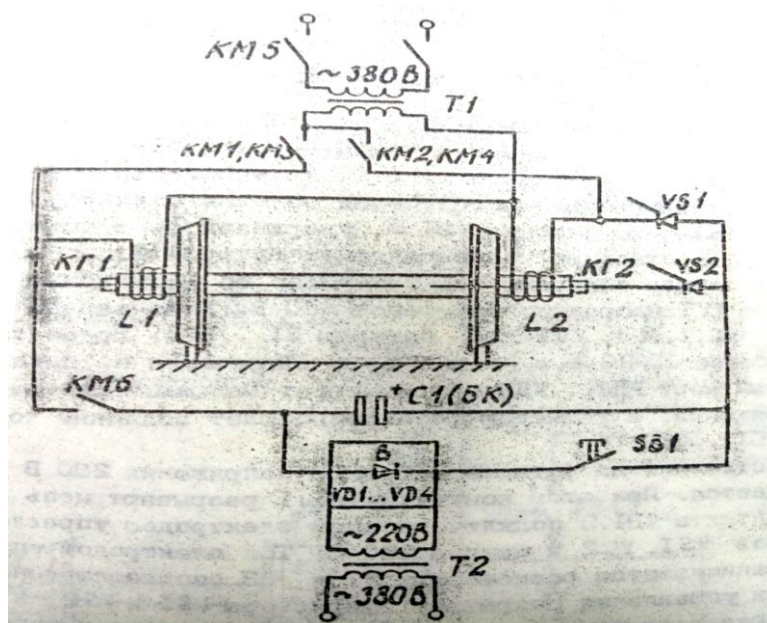


Рисунок 2 – Принципиальная схема установки:

C1 (БК) – батарея конденсаторов; КМ – магнитные пускатели; В – выпрямитель;
 КГ – контактные головки; L – соленоиды; SB – выключатель КЕ 0П;
 Т – трансформаторы; VS – тиристоры

Установка состоит из двух опор вращателя, клеммников, соленоидов и контактных головок (по 2 шт.), шкафа с аппаратами и шкафа с трансформатором.

Питание установки осуществляется от сети переменного тока промышленной частоты 380 В через общий автомат QF1 (см. рис. 2). Все основные электрические цепи защищены автоматическими выключателями QF1 и QF2.

После установки колесной пары на роликовые опоры соленоиды L1 и L2 надеваются на шейки оси с кольцами роликовых подшипников. Контактные головки КГ1 и КГ2 одеваются на шейки оси колесной пары и закрепляются на ней для обеспечения надежного электрического контакта. Затем нажимают кнопку SB1 и, удерживая ее в нажатом состоянии, заряжают накопительную конденсаторную батарею C1...C23. Момент окончания заряда определяется визуально по достижению показаний вольтметра PV1 напряжения не менее 220 В. Цепь заряда включает T2 (220 В), SB1, R4, VD1...VD4, батарею C1...C23. Время заряда составляет не более 15...20 с и зависит от напряжения питания установки.

Диодный мост VD1...VD4 обеспечивает выпрямление питающего батарею напряжения, а резистор R4 ограничивает величину тока заряда батареи C1...C23.

По достижению на батарее C1...C23 напряжения 220 В кнопка SB1 освобождается. При этом контакты SB1.1 разрывает цепь заряда C1...C23, а контакты SB1.2 подключают цепи электродов управления силовых тиристоров VS1, VS2 к цепи +220 В. Ток электродов управления VS1, VS2 ограничиваются резисторами R1 и R3 соответственно, появившийся ток управления открывает тиристоры VS1 и VS2, и конденсаторная батарея разряжается через обмотку соленоидов и через цепь КГ1 – ось – КГ2.

Ток, проходящий через соленоиды, обеспечивает магнитное поле осевой направленности. Мощный импульс тока через ось обеспечивает образование магнитного поля с циркулярным направлением силовых магнитных линий. Взаимодействие двух упомянутых магнитных полей приводит к образованию результирующего магнитного поля сложной направленности, обеспечивающего обнаружение трещин любой ориентации.

Перед выявлением трещин на кольцах соленоиды L1 и L2 и контактные головки КГ1 и КГ2 снимаются с оси колесной пары. Затем производится полив контролируемой поверхности колец магнитным индикатором (суспензией), включается электропривод вращателя колесной пары и осуществляется осмотр политых индикатором поверхностей с целью обнаружения трещин.

После контроля колец производится размагничивание колец с помощью соленоидов L1 и L2 при питании их от трансформатора T1 переменным током с частотой 50 Гц. Для этого соленоиды L1 и L2 поочередно одеваются на шейку оси колесной пары, нажимаются кнопки SB2 или SB3, расположенные на корпусах соответствующих соленоидов (при этом подается ток в цепи соленоидов от трансформатора T1), и соленоиды медленно удаляются на расстояние не менее 700 мм от торца оси. После чего кнопка соответствующего соленоида освобождается, прекращается питание его катушек и соленоид укладывается на опору.

Размыкание силовых контактов магнитных пускателей КМ1...КМ4 происходит после выключения тока размагничивания (пускатель КМ5), что исключает размыкание их под током.

Контроль свободных шеек и предподступичных частей оси осуществляется в приложенном переменном продольном магнитном поле, что позволяет выявлять в шейках и предподступичных частях оси поперечные трещины. При этом один из соленоидов L1 или L2 перемещается на шейку оси. Нажатием кнопки SB1 или SB2 в соленоид подается ток промышленной частоты. Выявление трещин производится путем осмотра контролируемой поверхности шеек и предподступичных частей оси, предварительно покрытой магнитным индикатором (суспензией).

В качестве магнитного индикатора трещин используется смесь магнитного порошка ПЖВ5-71 (класса крупности 71) ГОСТ 9849 с трансформаторным маслом ГОСТ 982 в количестве 200 г порошка на 1 л масла. Допускается в качестве жидкой основы применять дизельное топливо или керосин, а также водные суспензии на основе КМС (концентраты магнитных суспензий) ДИАГМА или МИНК.

Удаление остатков магнитного индикатора с размагниченных контролируемых поверхностей дефектоскопист производит ветошью, смоченной в суспензии.

После дефектоскопирования размагниченная и очищенная от остатков магнитной суспензии колесная пара выкатывается с роликовых опор вращателя.

Подготовительные операции

Перед работой (в начале смены) необходимо убедиться в исправности установки и ее элементов в соответствии с Руководством по эксплуатации (паспортом) установки, а также проверить работоспособность системы магнитного порошкового контроля в соответствии с требованиями действующей нормативной документации по неразрушающему контролю: выявляющую способность магнитных индикаторов на контрольном образце, представляющем из себя колесную пару с искусственными или естественными дефектами в контролируемых зонах, и режимов намагничивания.

Технология контроля

1.1 Протереть шейки или напрессованные на шейки оси кольца подшипников (особенно галтели и технологические выкружки колец).

1.2 Включить автоматические выключатели QF1, QF2.

1.3 Установить колесную пару на роликовые опоры имеющегося вращателя.

1.4 Произвести контроль внутренних колец подшипников без демонтажа с шеек осей в следующей последовательности:

1.4.1 Надвинуть соленоиды L1 и L2 на шейки оси с внутренними кольцами роликовых подшипников.

1.4.2 Закрепить контактные головки КГ1 и КГ2 на оси.

1.4.3 Зарядить конденсаторную батарею нажатием и удержанием кнопки SB1 до тех пор, пока напряжение по показанию вольтметра PV1 не достигнет значения не менее 280 В.

1.4.4 Намагнитить внутренние кольца подшипников, для чего освободить кнопку SB1.

При этом батарея С1...С23 разрядится через L1 – L2 – КГ1 – ось – КГ2 и обеспечит намагничивание оси и кольца. В цепи разряда включены контакты пускателя КМ6, обеспечивающие отключение батареи С1...С23 от оси колесной пары при работе установки в режиме размагничивания (включенном трансформаторе Т1).

1.4.5 Сдвинуть соленоиды с шеек осей колесной пары, снять головки КГ1 и КГ2.

1.4.6 Включить привод вращателя и произвести полив поверхности колец подшипников тщательно перемешанной магнитной суспензией.

1.4.7 Произвести осмотр внутренних колец подшипников, обращая особое внимание на галтель (канавку) кольца.

1.4.8 Остановить вращение колесной пары, выключив привод вращателя.

1.5 Произвести размагничивание шеек и колец в следующей последовательности:

1.5.1 Надвинуть соленоид L1 (L2) на шейку оси.

1.5.2 Включить трансформатор Т1 кнопками «Размагничивание» SB3 (SB2) на левом (правом) соленоиде.

1.5.3 Отодвинуть соленоид с шейки оси на расстояние не менее 700 мм. Освободить кнопку «Размагничивание» SB3 (SB2).

1.6 Привести вторично колесную пару во вращение. Тщательно протереть кольца ветошью. Остановить вращение и удалить колесную пару с вращателя.

При контроле шеек осей без внутренних колец роликовых подшипников намагничивание производится только соленоидами L1, L2, так как на шейках и предподступичных частях осей возникают и развиваются только поперечные трещины, которые надежно выявляются при одном продольном намагничивании в приложенном переменном магнитном поле.

Вопросы для самопроверки

- 1 Назначение установки Р 8617.
- 2 Устройство установки Р 8617.
- 3 Принцип работы установки Р 8617.
- 4 Как производится контроль деталей на установке Р 8617?

Лабораторная работа № 4

ВИХРЕТОКОВЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА. КОНТРОЛЬ КОЛЁС ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Цель работы:

- 1 Изучить физические основы вихретокового метода неразрушающего контроля.
- 2 Провести контроль колеса с применением дефектоскопа ВД-213.1.

Технические средства. Дефектоскоп ВД-213.1. Лампа для освещения поверхности объекта контроля. Лупа с кратностью увеличения не менее 4. Обтирочный материал (ветошь).

Общие сведения о вихретоковом методе

Вихретоковый метод контроля основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля этим полем. В качестве источника электромагнитного поля чаще всего используется индуктивная катушка, называемая вихретоковым преобразователем.

Вихретоковый контроль позволяет обнаруживать как поверхностные, так и подповерхностные (залегающие на глубине 1...4 мм) дефекты. Вихретоковый контроль применяется в основном для контроля качества электропроводящих объектов: металлов, сплавов, графита, полупроводников и т. д.

Вихретоковый контроль сварных соединений позволяет обнаруживать микротрещины на поверхности металлоконструкций и сварных соединений, выявлять степень износа и усталости металла в местах изгибов. Вихретоковый контроль сварных соединений дает более точные результаты по сравнению с капиллярным контролем сварных швов.

Особенность вихретокового контроля в том, что его можно проводить без контакта преобразователя и объекта. Их взаимодействие происходит обычно на расстояниях, достаточных для свободного движения преобразователя относительно объекта долей миллиметра до нескольких миллиметров.

Получение первичной информации в виде электрических сигналов, бесконтактность и высокая производительность определяют широкие возможности автоматизации вихретокового контроля.

Одна из особенностей вихретокового метода состоит в том, что на сигналы преобразователя практически не влияют влажность, давление и загрязненность газовой среды, радиоактивные излучения, загрязнение поверхности объекта контроля непроводящими веществами.

Простота конструкции преобразователя – еще одно преимущество ВТМ. В большинстве случаев катушки помещают в предохранительный корпус и заливают компаундами, благодаря этому они устойчивы к механическим и атмосферным воздействиям, могут работать в агрессивных средах в широком интервале температур и давлений.

Приборы и установки, реализующие вихретоковый метод, широко используются для обнаружения несплошностей материалов (дефектоскопия и дефектометрия), контроля размеров ОК и параметров вибраций (толщинометрия и виброметрия), определения физико-механических параметров и структурного состояния (структуроскопия), обнаружения электропроводящих объектов (металлоискатели) и для других целей.

Вихретоковые преобразователи

Классификация и применение вихретоковых преобразователей (ВТП).

По рабочему положению относительно объекта контроля преобразователи делят на проходные, накладные и комбинированные.

Проходные ВТП делятся на наружные, внутренние, погружные. Особенность проходных ВТП заключается в том, что они в процессе контроля проходят либо снаружи объекта, охватывая его (наружные), либо внутри объекта (внутренние), либо погружаются в жидкий объект (погружные). Они имеют однородное поле в зоне контроля, в результате чего радиальные смещения однородного объекта контроля не влияют на выходной сигнал преобразователя.

С помощью наружных проходных ВТП контролируют линейно протяженные объекты (проволоку, прутки, трубы и т. д.), осуществляют массовый контроль мелких изделий. С помощью внутренних проходных ВТП контролируют внутренние поверхности труб, баллонов, а также отверстий в различных деталях. Погружные ВТП применяют для контроля жидких сред, экранные проходные – для контроля труб, щелевые – для контроля проволоки.

Накладные ВТП (рис. 1) обычно представляют собой одну или несколько катушек, к торцам которых подводится поверхность объекта. Накладные преобразователи могут иметь катушки круглые коаксиальные, прямоугольные, прямоугольные крестообразные, катушки со взаимно перпендикулярными осями.

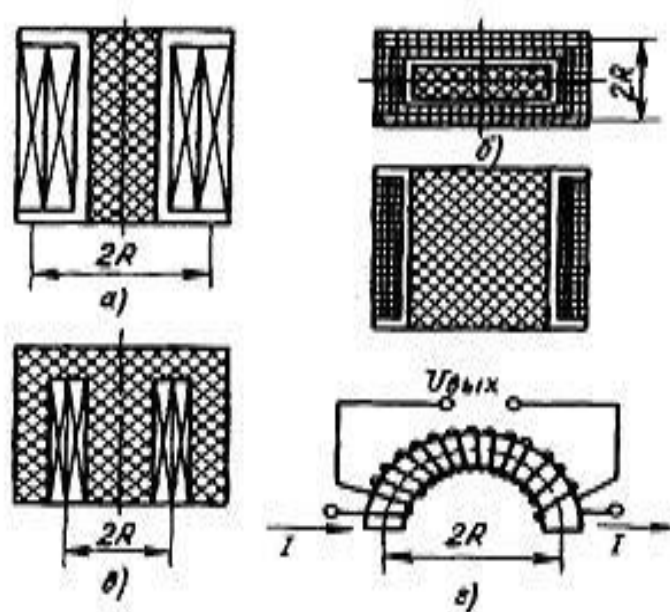


Рисунок 1 – Накладные преобразователи с сердечниками:

a – цилиндрическим; *б* – прямоугольным; *в* – полуброневого типа; *г* – в виде полутороида

Накладные ВТП обладают значительно большими возможностями для контроля, чем проходные. Они позволяют контролировать геометрические и электромагнитные параметры ОК сложной формы. Они применяются также, когда надо обеспечить локальность и высокую чувствительность контроля.

Комбинированные ВТП представляют собой комбинацию проходных возбуждающих катушек и накладных измерительных катушек.

По типу преобразования параметров ОК в выходной сигнал ВТП подразделяются на параметрические и трансформаторные. Преимущество параметрических ВТП заключается в их простоте, а недостаток, который значительно слабее выражен в трансформаторных ВТП, в зависимости выходного сигнала от температуры преобразователя.

По способу соединения катушек (обмоток) ВТП подразделяются на абсолютные и дифференциальные. Абсолютным называют ВТП, выходной сигнал которого определяется абсолютными значениями параметров ОК в зоне контроля. Дифференциальным ВТП принято называть совокупность двух ВТП, обмотки которых соединены таким образом, что выходной сигнал определяется разностью параметров ОК соответствующих зон контроля.

Вихретоковый дефектоскоп ВД-213.1

Дефектоскоп ВД-213.1 (рис. 2) предназначен для выявления поверхностных трещин, а также волосовин шириной более 0,002 мм, длиной более 3 мм, глубиной более 0,1...0,25 мм в деталях из ферромагнитных и неферромагнитных металлов и сплавов.

Предельно допустимая шероховатость поверхности детали при контроле R_z 320.

Предельные уровни чувствительности обеспечиваются на поверхностях с шероховатостью не хуже $R_a \leq 2,5$ мкм с радиусом положительной и отрицательной кривизны более 200 мм.

При проведении контроля отклонение оси ВП от нормали к поверхности не должно превышать 10 градусов.

В дефектоскопе предусмотрена возможность предварительной настройки и запоминания 99 сочетаний типов материала и порога для контроля различных деталей. Дефектоскоп может быть настроен для контроля деталей:

- из ферромагнитных металлов и сплавов;
- из неферромагнитных металлов с высоким значением проводимости (медь, латунь, алюминий и т. д.);
- из неферромагнитных металлов с невысоким значением проводимости (титан, легированные стали и т. д.);
- для цилиндрических деталей с диаметром до 50 мм из ферромагнитных материалов.

При однократном нажатии кнопки 1 (**ПИТ**) происходит включение дефектоскопа. Об этом информирует светящийся индикатор 4 (**ВКЛ**). При повторном нажатии, происходит выключение прибора (кроме устройства памяти).

Функции органов управления и индикации



Рисунок 2 – Дефектоскоп ВД-213.1:

1 – кнопка включения питания ПИТ; 2 – дисплей; 3 – светодиодные индикаторы дефекта; 4 – светодиодный индикатор ВКЛ; 5 – кнопка подсветки шкалы дисплея; 6 – кнопка ЗАПИСЬ; 7 – кнопки переключения состояний дефектоскопа РЕЖИМ+/-; 8 – кнопки +, ПАМЯТЬ, -; 9 – кнопка МАТЕРИАЛ; 10 – кнопка КАЛИБР; 11 – кнопки переключения состояний дефектоскопа >, <; 12 – кнопка БАТАРЕЯ; 13 – крышка отсека соединителя «ВЫВОД ИНФОРМАЦИИ»; 14 – кнопки цифровой клавиатуры; 15 – преобразователь

Дисплей 2 (рис. 3) высвечивает значения измеряемых величин и информирует о текущем состоянии дефектоскопа. Информация высвечивается в двух строках дисплея, в каждой из которых может размещаться 16 символов. Позиции, в которых размещаются символы, нумеруются слева направо.

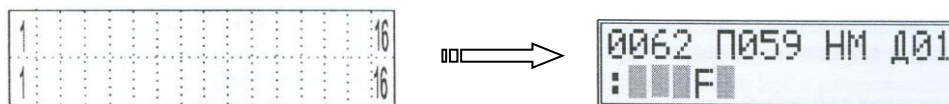


Рисунок 3 – Индикация на дисплее

При обнаружении дефектов обновление показаний дисплея происходят с периодом 16 мс, состояний светового и звукового индикаторов – с периодом 80 мс.

Кнопки 5 при однократном нажатии включают подсветку дисплея. При последующем нажатии подсветка дисплея выключается. Если подсветку дисплея не выключать, она автоматически выключится через минуту.

Световой индикатор 3 (**ДЕФЕКТ**) периодически светится (мигает):

- если сигнал ВП превышает порог;
- если снижается ниже допустимого значения 8,5 В напряжение аккумуляторной батареи.

Однократное кратковременное свечение индикатора 3 наблюдается, если нажимается любая кнопка дефектоскопа;

Трехкратное кратковременное свечение индикатора 3 наблюдается, если в дефектоскоп вводится ошибочная информация (например, 32-е число месяца) или предпринята попытка, сделать недопустимое переключение состояний.

Свечение индикаторов 3 дублируется звучанием звукового индикатора.

При нажатии кнопки 6 (ЗАПИСЬ) (если ВП установлен над дефектом, сигнал от которого превышает пороговый уровень F, иначе «МЕНЮ ДЕФЕКТА» не появиться при нажатии кнопки «ЗАПИСЬ»):

– записывается информация о дефекте (рис. 4).

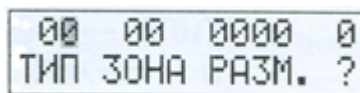


Рисунок 4 – Индикация записи дефекта

Если дефект видно визуально, а информацию о детали необходимо внести в память прибора, нужно зайти в «МЕНЮ № ЗАВОДА» и в подменю «ЛИЧНЫЙ НОМЕР» остановить курсор на последней цифре», после чего нажать кнопку 6 (ЗАПИСЬ).

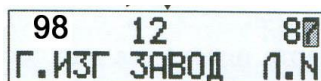


Рисунок 5 – Индикация при записи

– производится тестирование памяти.



Рисунок 6 – Тестирование памяти

В меню «ТЕСТ ПАМЯТИ» необходимо нажать кнопку 6 (ЗАПИСЬ), после чего все данные из памяти прибора удалятся. Если память исправна, то прибор переключиться в меню «МИКРОАКУСТИКА»

С помощью кнопок 7 (РЕЖИМ+, РЕЖИМ-) переключают «МЕНЮ» дефектоскопа.



Рисунок 7 – Меню дефектоскопа

С помощью кнопок >, < (больше-меньше):

– просматривается подменю дефектоскопа, например, в меню «МИКРОАКУСТИКА» можно посмотреть подменю «ТЕЛЕФОН», «E-mail» фирмы изготовителя данного дефектоскопа.



Рисунок 8 – Меню МИКРОАКУСТИКА

– устанавливается порог при настройке дефектоскопа.

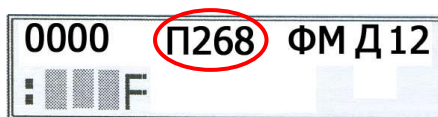


Рисунок 9 – Настройка порога чувствительности

С помощью кнопок 14 вводится цифровая информация.

Часть этих кнопок имеют дополнительное назначение:

– с помощью кнопок 8 (кнопка –1; кнопка +3) набирается номер детали от 01 до 99, при этом загорается символ «Д» который указывает на хранения данной настройки в памяти прибора.

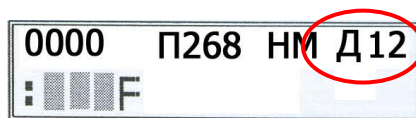


Рисунок 10 – Установка номера детали

При изменении данной настройки, например, вместо «НМ – немагнитные материалы» выбираем «ФМ – ферромагнитные материалы» нажатием кнопки 9 (МАТЕРИАЛ), символ «Д» исчезает или при изменении значения «ПОРОГ».

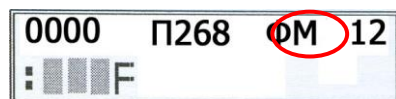


Рисунок 11 – Выбор материала объекта диагностирования

– с помощью кнопки 9 (МАТЕРИАЛ) переключают дефектоскоп для работы с различными материалами (НМ- немагнитные материалы; ЦМ-цветные материалы; ФМ – ферромагнитные материал или с деталями малого радиуса кривизны МР):

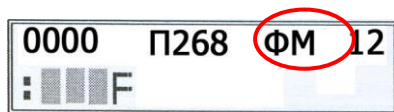


Рисунок 12 – Индикация при выборе материала

– с помощью кнопки 10 (КАЛИБР.) осуществляется автоматическая настройка чувствительности дефектоскопа, для чего необходимо:

Установить ВП на бездефектный участок СОП нажать кнопку «КАЛИБР» о чём будет свидетельствовать символ «К» в 10-й позиции верхней строки экрана, а порог примет минимальное значение 008.



Рисунок 13 – Индикация калибровки

Перемещая ВП через ИД (искусственный дефект), необходимо добиться максимального значения показания «Порог», после чего отвести ВП на бездефектный участок СОП и повторно нажать кнопку «КАЛИБР», после чего символ «К» гаснет.

ВНИМАНИЕ!!! при настройке прибора с помощью «КАЛИБР» чувствительность сильно завышена, поэтому порог дефектоскопа необходимо повысить, до тех пор, пока после порогового символа «F» будет наблюдаться от 3 до 5 индикаций при пересечении искусственного дефекта на СОП

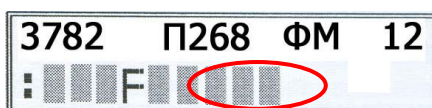


Рисунок 14 – Установка пороговой чувствительности

Для запоминания сделанной настройки, необходимо записать её в память прибора нажатием кнопки «ПАМЯТЬ», после чего в 13-й появится символ «Д».



Рисунок 15 – Индикация записи настройки

– при нажатии и удерживании кнопки 12 (БАТАРЕЯ) на дисплее высвечивается значение напряжения литиевой батареей (нижний предел разряда 2,5 В, при этом информация в памяти прибора не сохраняется!!!), а при повторном нажатии высвечиваются показания заряда внешней батареи.

Операции контроля (общие положения)

При проведении вихретокового контроля проводят:

- подготовку детали;
- подготовку дефектоскопа;
- обнаружение дефектов;
- браковку детали.

При подготовке деталей к контролю:

- очищают деталь от загрязнения с помощью моечных (чистящих) устройств или металлической (волосяной) щетки;
- осматривают все элементы детали с целью выявления дефектов;
- детали с обнаруженными неустранимыми дефектами выбраковывают и делают соответствующую запись в журнал учета неразрушающего контроля;
- детали, подлежащие вихретоковому контролю, помещают на позицию контроля и при необходимости закрепляют.

Подготовку дефектоскопов проводят в соответствии с руководством по эксплуатации.

Для обнаружения дефектов необходимо сканировать зоны контроля детали с помощью вихретокового преобразователя (ВП) по заданным траекториям.

Установить ВП на контролируемую поверхность так, чтобы ось ВП совпала с нормалью (перпендикуляром) к поверхности детали, и перемещать ВП по линиям сканирования. При этом угол α между осью ВП и нормалью к поверхности детали (рис. 16) не должен превышать заданного значения.

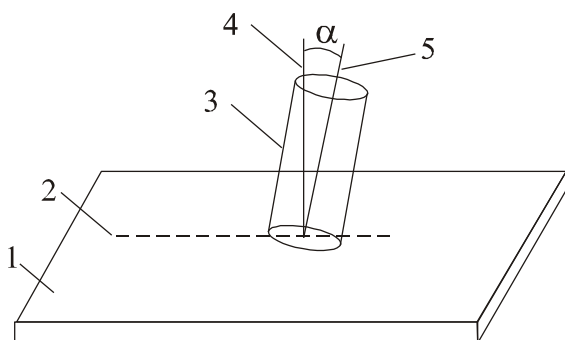


Рисунок 16 – Угол α между осью преобразователя и нормалью к поверхности детали:

- 1 – поверхность контролируемой детали;
- 2 – линия сканирования;
- 3 – преобразователь; 4 – нормаль к поверхности детали;
- 5 – ось преобразователя

Скорость сканирования не должна превышать 5 см/с.

Если при сканировании в некоторой точке поверхности детали сработал индикатор дефекта (появился сигнал дефекта), выполнить следующие операции:

- провести повторно ВП по месту появления сигнала;
- найти точку максимума сигнала

(по стрелочному прибору или цифровому индикатору) и отметить ее мелом;

- выполнить с помощью ВП параллельное сканирование с шагом (3...5) мм слева и справа или снизу и сверху от метки, в зависимости от предполагаемого направления трещины. Точки максимума сигналов отмечать новыми метками. Параллельное сканирование производить до прекращения срабатывания индикаторов дефектов.

Если метки выстроятся в линию, осмотреть отмеченный участок и убедиться в наличии трещины. При необходимости зачистить зону предполагаемого дефекта и сканировать зачищенный участок.

Если после зачистки величина сигнала дефекта по показаниям индикатора не уменьшилась, то обнаружена трещина, требующая принятия решение о браковке детали.

Если величина сигнала дефекта существенно уменьшилась, зачистку повторяют до исчезновения сигнала. Дефект поверхностный, не представляющий опасности.

Исключать из рассмотрения:

- сигналы, вызванные неровностями контролируемой поверхности;
- сигналы, не подтвердившиеся при параллельном сканировании;
- сигналы, вызванные сложной формой детали.

Детали подвижного состава, контролируемые вихретоковым методом

Таблица 1 — Детали колесной пары и буксового узла

Наименование детали (зоны контроля)	Виды работ, при выполнении которых проводится контроль	Дефектоскоп
Цельнокатаное колесо (обод, приободная зона диска, переход от диска к ступице, кромка ступицы)	При всех видах освидетельствования колесной пары	ВД-213.1
Латунный сепаратор буксовых подшипников (диски и перемычки по периметру окон под ролики)	При полном освидетельствовании колесной пары	ВД-211.7, ВД-211.7А, ВД-211.17, ВД-211.27
Ролики буксовых подшипников (поверхность катания)	При полном освидетельствовании колесной пары	ВД-211.5, ВД-211.15, ВД-211.51
Наружные и внутренние кольца подшипника № 2726	При полном освидетельствовании колесной пары	ВД-233.100 ВД-233.200

Таблица 2 — Детали тележки грузового вагона

Наименование детали (зоны контроля)	Виды работ, при выполнении которых проводится контроль	Дефектоскоп
Шкворень тележки ЦНИИ-ХЗ (цилиндрическая поверхность)	При плановом ремонте	ВД-213.1
Подвеска тормозного башмака (вся поверхность)	При плановом ремонте	
Валик подвески тормозного башмака (цилиндрическая поверхность)	При плановом ремонте	
Тяга тормозная (околошовная зона приварки новых частей, поверхность вокруг отверстий)	При плановом ремонте	

Таблица 3 — Контроль деталей автосцепного устройства

Наименование детали (зоны контроля)	Виды работ, при выполнении которых проводится контроль	Дефектоскоп
Клин тягового хомута (вся поверхность)	При плановом ремонте	ВД-213.1
Корпус автосцепного устройства		
Тяговый хомут		
Валик тягового хомута (цилиндрическая поверхность.)		
Подвеска маятниковая (вся поверхность)		

Таблица 4 — Детали тележки пассажирского вагона

Наименование детали (зоны контроля)	Виды работ, при выполнении которых проводится контроль	Дефектоскоп
Подвеска тормозного башмака (вся поверхность)	При плановом ремонте	ВД-213.1
Тяга подвески тележек КВЗ ЦНИИ (вся поверхность)		
Шкворень (цилиндрическая поверхность)		
Тяга поводка тележки КВЗ-ЦНИИ (цилиндрическая поверхность)		
Серьга тележек КВЗ-ЦНИИ (вся поверхность)		

Технология контроля

Настройка прибора на контроль

- 1 Включить питание
- 2 Нажатием кнопки «+» или «-» РЕЖИМ, переключить дефектоскоп в состояние обнаружение дефектов (см. рис. 2).
- 3 Нажатием кнопки «БАТАРЕЯ» проверить заряд аккумуляторных батарей.
- 4 Нажатием кнопки «МАТЕРИАЛ» выбрать ФМ – ферромагнитные материалы.
- 5 Нажатием кнопки «+», установить номер настройки, например, «1».
- 6 Подготовить к работе стандартный образец, на котором создан искусственный дефект.
- 7 Ручная настройка чувствительности дефектоскопа – установить ВП на бездефектный участок стандартного образца предприятия (СОП) так, чтобы ось ВП была перпендикулярна его поверхности перемещая ВП по поверхности СОП перпендикулярно искусственным дефектам, убедиться в надежном срабатывании индикатора «дефект» над искусственным дефектом. Кнопкой «>» увеличить чувствительность на одну позицию и зафиксировать это значение.

8 Автоматическая настройка чувствительности дефектоскопа – нажать кнопку «КАЛИБР» и провести два или три раза преобразователем по поверхности образца пересекая искусственный дефект не отрывая преобразователь, и нажать повторно кнопку «КАЛИБР» – это переведет дефектоскоп в состояние обнаружение дефектов с настроенным значением порога, которое высветится в позициях 7–9 первой строки дисплея.

Проведение контроля

1 Подготовить и установить на рабочую позицию объект контроля (деталь). Выполнить сканирование по заданным траекториям со скоростью не более 5 см/мин с легким нажатием, без перекосов, вращения и отрывов от поверхности.

2 Если в некоторой зоне поверхности детали сработали индикаторы дефектов, при загрязненной детали произвести в этой зоне очистку поверхности и с помощью лупы удостовериться в том, что срабатывание индикаторов вызвано поверхностным дефектом.

3 Если в процессе визуального осмотра дефекты не обнаружены, установить порог по сигналу, вызывающему срабатывание индикаторов. Если этот порог превысит тот, который был выставлен с помощью стандартного образца, провести ВП повторно по месту появления сигнала, найти точку максимума сигнала и отметить ее.

4 После того как найдена и отмечена первая точка максимума, выполнить с помощью ВП вблизи этой точки несколько параллельных сканирований, отмечая новые точки максимумов. Если отметки выстраиваются в линию, решение о выявлении дефекта выносить, анализируя характер и длину линии.

Запись параметров дефекта

Установить ВП над дефектом в точке, где сигнал достигает максимума, и, удерживая ВП в этой точке, нажать кнопку ЗАПИСЬ. В момент нажатия этой кнопки происходит запоминание величины сигнала над дефектом.

Переход в состояние готовность к вводу типа дефекта является условным. Для реализации записи параметров дефекта «ТИП» «ЗОНА» «РАЗМЕР» необходимо, чтобы работали индикаторы дефектов и в дефектоскоп в процессе *ввода технологической информации* был введен заводской номер детали, состоящий не менее чем из двух цифр. Если после включения питания не была введена информация о проверяемой детали, при нажатии кнопки ЗАПИСЬ произойдет переход в состояние готовность к вводу технологической информации, т. е. заводской номер изделия, код детали и т.п.

Контроль цельнокатаных колес

Контролю подлежат цельнокатаные колеса, изготовленные из колесной стали по ГОСТ 10791–89, с шероховатостью поверхности Rz 80 – Rz 160.

Установить рабочую чувствительность дефектоскопа над дефектом ИД5 на поверхности Б стандартного образца СОП-НО-037;

Основные типы дефектов (по классификации неисправностей вагонных колесных пар и их элементов ИТМ-1-В), подлежащих выявлению в цельнокатаном колесе:

- продольные трещины в ободе;
- поперечные единичные трещины в ободе;
- сетка термических трещин в ободе;
- трещины в диске;
- трещины в ступице.

Последовательность операций при контроле цельнокатаных колес:

- колесную пару, подлежащую дефектоскопированию, разместить на позиции контроля;

- выполнить круговое сканирование по наружной и внутренней граням обода колеса (рис. 17). Число линий сканирования определяется толщиной обода и может меняться от 4 до 10 при шаге сканирования (3–5) мм.

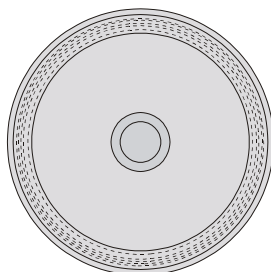


Рисунок 17 – Контроль обода колеса

- сканировать приободную зону диска с обеих сторон в соответствии с рис. 18. Шаг сканирования (3–5) мм в зоне шириной от 50 до 100 мм.

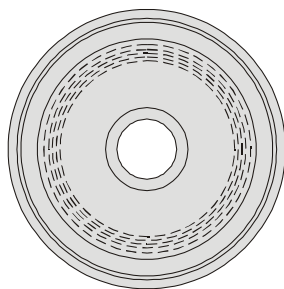


Рисунок 18 – Контроль приободной зоны диска

- сканировать переходы от поверхности диска к ступице с обеих сторон колеса в соответствии с рис. 19. Шаг сканирования (5–8) мм.

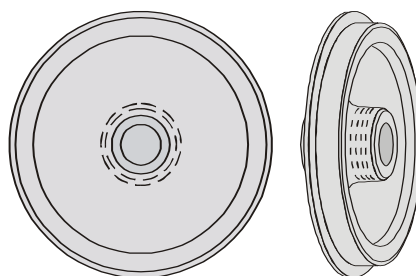


Рисунок 19 – Контроль перехода от диска к ступице

– сканировать торцы ступицы с обеих сторон колеса (рис. 20).

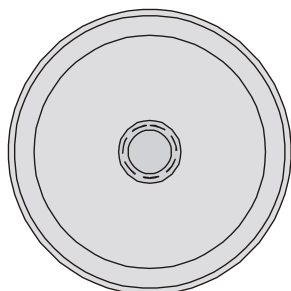


Рисунок 20 – Контроль ступицы колеса

Вопросы для самопроверки

- 1 На каком принципе основано выявление дефектов вихретоковым методом НК?
- 2 Как настроить дефектоскоп ВД-213.1?
- 3 Какие вы знаете вихретоковые преобразователи?
- 4 Каким ВП вы пользуетесь для выявления дефектов колеса?
- 5 Как производится контроль колеса?

Лабораторная работа № 5

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ. ДЕФЕКТОСКОП УД2-102 «ПЕЛЕНГ». ТЕХНОЛОГИЯ УЗК

Цель работы:

- 1 Изучить физические основы ультразвукового метода контроля.
- 2 Провести контроль деталей подвижного состава с помощью дефектоскопа УД2-102.

Технические средства

Аппаратура и образцы, используемые при выполнении работы: дефектоскоп УД2–102; преобразователи (ПЭП) прямые П111-5,0-0°, П111-2,5-К12 ($\alpha = 0^\circ$), комбинированные П131-2,5-0°/18° или ЩРО ($\alpha = 0^\circ, \alpha = 18^\circ$); наклонные преобразователи, работающие с частотой 2,5 МГц и углом ввода $\alpha = 50^\circ$, например П121-2,5-50°-V002; стандартные образцы СО-2 или СО-3Р; контрольный образец оси РУ-1, РУ-1Ш или СОП; минеральные масла; ветошь, кисти.

Ультразвуковой контроль

Ультразвуковая дефектоскопия – один из методов неразрушающего контроля. Свойство ультразвука распространяться в однородной среде направленно и без существенных затуханий, а на границе раздела двух сред (например, металл – воздух) почти полностью отражаться, позволило применить ультразвуковые колебания для выявления дефектов (раковины, трещины, расслоения и т. п.) в металлических деталях без их разрушения. Акустический вид неразрушающего контроля (НК) пригоден для контроля деталей, изготовленных из любых материалов, достаточно хорошо проводящих акустические волны (металлов, пластмасс, керамики, бетона и т. д.). Основан на регистрации параметров упругих волн, возникающих или возбуждаемых в объектах контроля (ОК).

Колебания в зависимости от частоты разделяют на инфразвук – до 16 Гц, звук – (15–20 000) Гц, ультразвук – более 20 кГц и гиперзвук – свыше 10 ГГц, когда уже наблюдается тепловое движение частиц.

Чаще используют упругие волны ультразвукового диапазона, причем в двух направлениях: технологическом, куда входят процессы очистки, обработки, пайка, терапия в медицине и др.,

На ремонтных предприятиях железнодорожного транспорта ультразвуковому контролю подлежат следующие детали подвижного состава: оси колесных пар типа РУ-1, РУ, РУ-1Ш, оси с редуктором, цельнокатаные колеса (обод, приободная зона, гребень), элементы тяговых электродвигателей и передач локомотивов, оси колесных пар локомотивов, коленчатые валы дизелей.

Пьезоэлектрические преобразователи

Наиболее распространенным способом возбуждения ультразвуковых волн в контролируемом объекте и приема волн, прошедших через объект, является использование пьезоэлектрических преобразователей. Для возбуждения волн используется *обратный пьезоэлектрический эффект*, а для их приема – *прямой*

пьезоэлектрический эффект. Для возбуждения и приема волн могут использоваться два отдельных преобразователя, либо может использоваться совмещенный преобразователь, выполняющий функции излучателя и приемника. Между объектом и преобразователем обычно необходимо создание прослойки контактной жидкости, так как при наличии между ними слоя воздуха эффективность излучения и приема волн будет резко снижаться из-за существенного различия акустического сопротивления воздуха и контролируемого материала (материала преобразователя).

Активным элементом ПЭП является пьезопластина, изготавливаемая из природных монокристаллов кварца, сегнетовой соли, турмалина или из искусственных пьезокерамических материалов (титаната бария, цирконата – титаната свинца и др.). На плоские поверхности пластин наносят тонкий слой серебра (электрод), основным назначением которого является увеличение срока службы пьезоэлемента за счёт более равномерного распределения звукового давления на его поверхности и повышения механической прочности пьезопластины. Керамические пьезопластины приобретают пьезосвойства только после поляризации, при которой случайно ориентированные векторы электрической поляризации элементарных частиц – доменов – поворачиваются в направлении электрического поля. Пьезоэлектрические свойства сохраняются до температуры, называемый точкой Кюри. При температуре выше точки Кюри пьезосвойства материала пропадают. Основные свойства некоторых пьезокерамических материалов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Свойства пьезокерамических материалов

Материал	Плотность ρ , г/см ³	Пьезомодуль $d \cdot 10^{-12}$, Кл/Н	Температура Кюри T_k , °С	Скорость звука, Км/с
Кварц	2,65	2,3	573	5,74
Титанат бария	5,3	190	105±10	4,7
ЦТС-19	7,0	200	290	3,3±0,3

Прямым пьезоэффектом называется возникновение электрических зарядов на поверхности пьезопластины при ее деформации.

Обратный процесс заключается в изменении линейных размеров пьезопластин под действием переменного электрического напряжения, подаваемого на её поверхность от генератора импульсов возбуждения (ГИВ).

Методы ультразвуковой дефектоскопии

Существует несколько методов ультразвукового контроля: эхо-импульсный, эхо-зеркальный, эхо-сквозной, дельта-метод (разновидность эхо-зеркального), когерентный метод (разновидность эхо-импульсного), теневой, зеркально теневой. Рассмотрим кратко наиболее распространенные из них.

1 Эхо-импульсный метод. Он заключается в направлении акустической волны на сварное соединение и регистрации отражённой волны от дефекта. При таком методе источником и приёмником волн выступает один преобразователь.

2 Теневой метод. Такой метод ультразвуковой дефектоскопии заключается в использовании двух преобразователей, установленных на разные стороны сварного соединения. При таком методе один из преобразователей генерирует акустические волны (излучатель), а второй их регистрирует (приёмник). При этом приёмник должен быть расположен строго по направлению движения волны, переданной излучателем. При таком методе признаком дефекта является пропадание ультразвуковых колебаний. В потоке ультразвука получается глухая область, это означает, что волна на этом участке не преодолела сварной дефект.

3 Эхо-зеркальный метод. Он также заключается в использовании двух преобразователей, но располагаются они с одной стороны сварного соединения. Сгенерированные приёмником ультразвуковые колебания отражаются от дефекта и регистрируются приёмником. На практике такой метод получил широкое распространение для поиска дефектов, расположенных перпендикулярно поверхности сварного соединения, например, сварных трещин.

4 Зеркально-теневой метод. По своей сути представляет собой теневой метод, но преобразователи располагаются не на противоположных поверхностях сварного соединения, а на одной. При этом регистрируются не прямой поток ультразвуковых волн, а поток, отражённый от второй поверхности сварного соединения. Признаком дефекта является пропадание отражённых колебаний.

Ультразвуковой дефектоскоп УД2-102 «Пеленг»

Назначение дефектоскопа

Прибор предназначен для ручного контроля сварных соединений листовых элементов, труб, котлов, рельсов, деталей подвижного состава и других изделий (металлических и неметаллических), а также для измерения толщины деталей.

Наличие микропроцессорного управления позволяет упростить и унифицировать операции по настройке прибора и проведению контроля практически любых деталей, при этом все функции управления дефектоскопом не зависят от специализации прибора.

Дефектоскоп выпускается в шести модификациях (универсальный, нефтегазовый, локомотивный, вагонный, рельсовый и для подвижного состава метрополитена). Каждый из этих вариантов отличается программным обеспечением.

Прибор «Пеленг» УД2-102 оснащен встроенной аккумуляторной батареей, что позволяет использовать прибор при контроле крупногабаритных деталей непосредственно на месте их эксплуатации.

Корпус электронного блока выполнен из ударопрочной пластмассы и имеет степень защиты IP53 по ГОСТ 14254-80. Для удобства проведения контроля предусмотрен чехол с системой ремней, что позволяет размещать дефектоскоп на груди оператора.

Диапазон частот применяемых преобразователей от 0,4 МГц до 5,0 МГц, а для контроля рельсов – 0,1 МГц.

Приемно-усилительный тракт и комплект прилагаемых кабелей позволяют использовать совместно с дефектоскопом пьезоэлектрические преобразователи как входящие в комплект поставки, так и ПЭП других производителей.

Прибор позволяет:

- снизить вероятность пропуска дефектов (режим «В»-развертки, режим автоматической регистрации дефектов, автоматическое выравнивание чувствительности, расширенная регулировка ВРЧ);
- повысить производительность и облегчить работу оператора (предварительное создание настроек или блоков настроек, режим индикации при распространении ультразвуковых колебаний в контролируемом изделии, режим «огИБающая», «W»-развертка;
- документировать результаты контроля (отчет, протокол «А»- и «В»-разверток);
- кроме типовых настроек, которые заложены в память прибора при его изготовлении, «Пеленг» позволяет создавать и запоминать ряд настроек для каждого случая и использовать их в процессе дефектоскопирования различных деталей.

В дефектоскопе используется свойство УЗК отражаться от неоднородностей или поглощаться в контролируемом изделии. Для возбуждения и приема УЗК используются совмещенные, раздельно-совмещенные (РС) ПЭП, а также ПЭП, включенные по раздельной схеме.

Реализуемые методы ультразвукового контроля и признаки обнаружения дефектов для каждого метода контроля приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Методы ультразвукового контроля, реализованные в дефектоскопе

Методы ультразвукового контроля	Признаки обнаружения дефектов
Эхо	Превышение порога АСД (амплитудной селекции дефекта) эхо-сигналом, имеющимся в зоне ВС (временной селекции)
ЗТМ (зеркально-теневоЙ)	Уменьшение ниже порога АСД имеющегося в зоне ВС первого донного сигнала
ТеневоЙ	Уменьшение ниже порога АСД имеющегося в зоне ВС прошедшего через контролируемое изделие сигнала

Структура дефектоскопа

Дефектоскоп состоит из следующих основных составных частей:

- электронного блока (БЭ);
- сетевого адаптера;
- головных телефонов;
- комплекта инструментов и принадлежностей (ПЭП, кабели, дискета с программным обеспечением для ПК).

БЭ предназначен для генерации импульсных ультразвуковых колебаний необходимой частоты, приема и усиления отраженных сигналов, их временной и амплитудной селекции и отображения на ЖКД, а также для измерения характеристик дефектов, управления АСД и хранения (вызова) информации в памяти дефектоскопа. Основными узлами БЭ являются: приемо-возбудитель (ПВ),

устройство цифрового интерфейса (УЦИ), устройство обработки (УО), пульт управления и индикации (ПУИ), преобразователь напряжений (ПН), встроенный звуковой индикатор, встроенная аккумуляторная батарея и зарядное устройство. Энергообеспечение БЭ осуществляется с помощью встроенной аккумуляторной батареи или внешнего сетевого адаптера с возможностью одновременной зарядки / подзарядки аккумуляторной батареи.

Наличие дефектов в контролируемом изделии индицируется на жидкокристаллическом дисплее (ЖКД), светодиодом «ДЕФЕКТ», а также на экране (визуальная картинка).

Органы управления дефектоскопа

На коммутационной панели электронного блока (БЭ) расположены (рис. 1):

- разъем «АКК»;
- разъем «24V» – для подключения питающего кабеля от сетевого адаптера;
- тумблер «ВКЛ/ОТКЛ» – для включения, отключения дефектоскопа;
- разъем «RS232» – для подключения БЭ дефектоскопа к ПК (для копирования настроек и содержимого протоколов и отчетов о проведении контроля на ПК с последующей распечаткой на принтере);
- разъем «ТЛФ» – для подключения головного телефона;
- разъем «➤» – при включении ПЭП по отдельной схеме: для подключения приемного ПЭП ко входу приемного тракта;
- разъем «↔» – при включении ПЭП по совмещенной схеме прозвучивания, для подключения совмещенного ПЭП к выходу генератора импульсов возбуждения (ГИВ) и входу приемного тракта дефектоскопа; при включении ПЭП по отдельной схеме: для подключения излучающего ПЭП к выходу ГИВ.

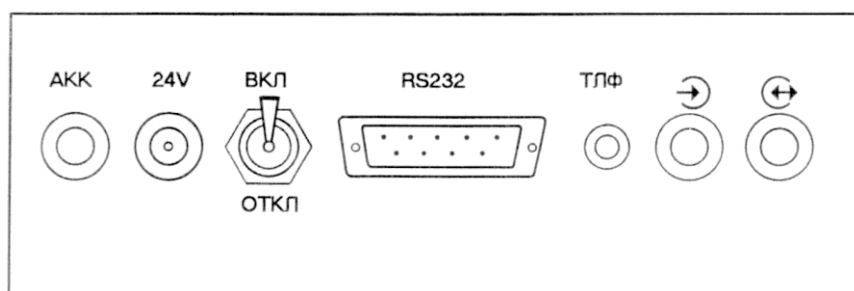


Рисунок 1 – Органы управления дефектоскопом

На лицевой (передней) панели прибора (рис. 2) расположена кнопочная клавиатура управления.

Предусмотрено два режима кнопок:

- основной;
- режим «F» (ввод цифровой информации).



Рисунок 2 – Внешний вид дефектоскопа

В режиме кнопок «ОСНОВНОЙ» используются символные обозначения кнопок. Данный режим кнопок устанавливается по умолчанию. В строке-подсказке (над меню) индицируются символы основных действующих кнопок.

Первые верхние два ряда кнопок используются для прямого ввода управляющих сигналов или для ввода цифровой информации через функциональную клавишу «F» (нижний ряд значений клавиш).

Для режима кнопок «F» в строке-подсказке индицируются символы «F0123456789».


Кнопками передней панели реализуются следующие функции.


Регулировка коэффициента усиления:

 – уменьшение;


 – увеличение;

Управление по блокам данных (выполнение блока этапов):

 2 – шаг назад (переход к предыдущему этапу контроля, вызов предыдущей настройки для записи строки в отчет о проведении контроля);

 3 – шаг вперед (переход к следующему этапу контроля, вызов очередной настройки для записи строки в отчет о проведении контроля);

Выход из подменю:

 4 – возврат на шаг назад при работе в меню управления (переход из текущего меню в меню верхнего уровня, а также выход из меню «ИНДИКАТОРЫ»).

Кнопки изменения значений параметров:



– уменьшение параметра, либо переключение состояний, либо включение / отключение режима в выделенном темным фоном пункте меню;



– увеличение параметра, либо переключение состояний, либо включение / отключение режима в выделенном темным фоном пункте меню;

Управление ручной меткой строба:



– перемещение строба ручной метки влево по развертке;



– перемещение строба ручной метки вправо по развертке;

Ввод данных в память:



– переход из текущего меню в подменю (меню нижнего уровня), ввод и изменение режимов (вход в меню, режим записи протокола или настройки и т.д.).



– включение кнопочного ввода информации (режим «F») с помощью цифровых кнопок 0÷9, переход в режим «ОСНОВНОЙ».

Перемещение по пунктам текущего меню:



– вверх;



– вниз;



– режим тестирования клавиш (в вагонных и локомотивных версиях не применяется); в режиме «F» набор символа «←»;



– переключение режимов измерения (мм, мкс) (автоматический пересчет значений);



– режим «пауза» (гаснет экран, прибор переходит в экономный режим, нажатие любой клавиши выключает этот режим и возвращает прибор в предыдущий режим работы);



– вызов/удаление меню «ИНДИКАТОРЫ», ввод символа «•» в режиме «F»;



– вызов/удаление меню «ПОИСК»: нажатие кнопки переводит прибор в режим сервисных функций: «В»-развертка, запись/просмотр протокола и т. д.;





– вызов/удаление меню «ИЗМЕРЕНИЕ» (нажатие этой кнопки позволяет измерить в режиме ручной метки параметры сигнала, выбранного стробирующим импульсом);



– меню «Настройка» (при проведении контроля нажатие этой кнопки осуществляет вызов меню с возможностью просмотра параметров настройки или ее корректировки).

Примечание:

При выделении темным фоном пункта «ОБЪЕКТ» (меню «ЗАПИСЬ ПРОТОКОЛА» или «ЗАП. ОТЧЕТА») в режиме «F» кнопка  используется для ввода буквы «Ф», а кнопка  – для ввода «РК».

На передней панели прибора расположены также индикаторные светодиоды:

– «**АККУМУЛЯТОР – ЗАРЯЖАЕТСЯ**» – индикация заряда встроенной аккумуляторной батареи;

– «**АККУМУЛЯТОР – РАЗРЯЖЕН**» – индикация окончания ресурса встроенной аккумуляторной батареи (мигание светодиода происходит ориентировочно за 20 мин до автоматического отключения дефектоскопа); продолжительность полного заряда встроенной аккумуляторной батареи – не более 5 ч;

– «**ДЕФЕКТ**» – индикация признака наличия дефекта: постоянное свечение (при отключенном режиме «УДЛИНЕНИЕ АСД») либо мигание (при включенном режиме «УДЛИНЕНИЕ АСД»);

– «**ПОДОГРЕВ ЭКРАНА**» – индикация автоматического включения/отключения подогрева экрана ЖКД.

Встроенная в прибор аккумуляторная батарея, рассчитанная на 1000 циклов зарядки – разрядки, обеспечивает автономную работу в течение 8...10 часов.

Если в процессе эксплуатации питание дефектоскопа осуществляется только от сети переменного тока, то периодически (ориентировочно 1 раз в месяц) необходимо производить полную разрядку встроенной аккумуляторной батареи. Для этого дефектоскоп необходимо отключить от сети и оставить включенным от встроенной аккумуляторной батареи на 8...10 ч (до мигания светодиода «АККУМУЛЯТОР РАЗРЯЖЕН» на передней панели БЭ).

Для включения дефектоскопа при питании его от встроенной аккумуляторной батареи установить тумблер «ВКЛ/ОТКЛ» на коммутационной панели БЭ в положение «ВКЛ».

В момент включения дефектоскопа раздается звуковой сигнал, после которого на экране ЖКД индицируется меню «РЕЖИМ РАБОТЫ», причем темным фоном будет выделен первый пункт меню «ВЫЗОВ БЛОКА ЭТАПОВ».

При зарядке встроенной аккумуляторной батареи возможно нагревание сетевого адаптера и электронного блока (БЭ) до температуры 35 °С, но не более.

Прекращение зарядки происходит автоматически. Об этом свидетельствует погасший светодиод «АККУМУЛЯТОР – ЗАРЯЖАЕТСЯ» на передней панели БЭ.

Устройство дефектоскопа позволяет осуществлять одновременно зарядку встроенной аккумуляторной батареи и проведение контроля.

С целью исключения пропуска дефектов, имеющих малые условные размеры или для которых отраженный сигнал незначительно превышает порог АСД, в дефектоскопе предусмотрено увеличение времени работы светодиода «ДЕФЕКТ» и срабатывания звуковой сигнализации (режим «УДЛИНЕНИЕ АСД»).

Звуковая сигнализация осуществляется с помощью:

- встроенного звукового индикатора;
- головных телефонов, подключенных к коммутационной панели дефектоскопа через разъем «ТЛФ».

В дефектоскопе предусмотрены:

- выбор типа звукового индикатора;
- отключение/включение звуковой сигнализации;
- регулировка громкости звучания головных телефонов;
- отключение/включение режима «УДЛИНЕНИЕ АСД».

Виды представления информации на экране ЖКД

Основным видом индикации отраженных сигналов является динамическая «А»-развертка (отраженные сигналы представлены в координатах амплитуда N – время T).

Возможны следующие виды «А»-развертки:

- «ТЕКУЩАЯ» – временное или амплитудное положение сигнала в каждый текущий момент времени (рис. 3);

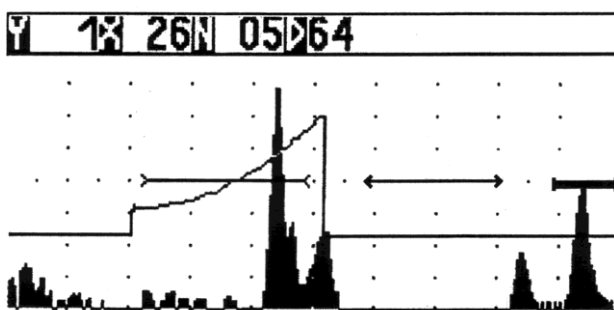


Рисунок 3

- «СТОП – КАДР» – запоминание (фиксация) текущего состояния экрана для настройки дефектоскопа, анализа полученных сигналов либо протоколирования (замораживается изображение отраженных сигналов);

- «ОГИБАЮЩАЯ» – отображение всех полученных сигналов в процессе перемещения ПЭП; при этом текущее положение сигнала отображается светлым тоном на фоне темной огибающей отраженных сигналов (рис. 4).

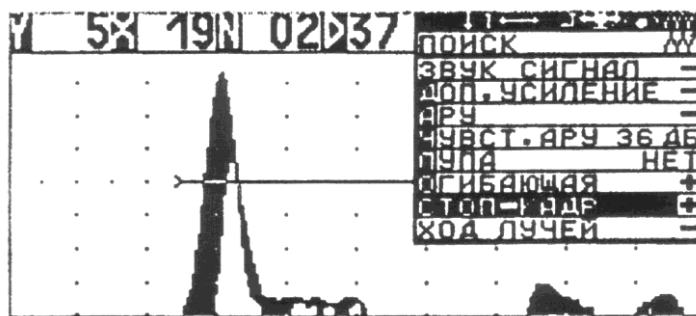
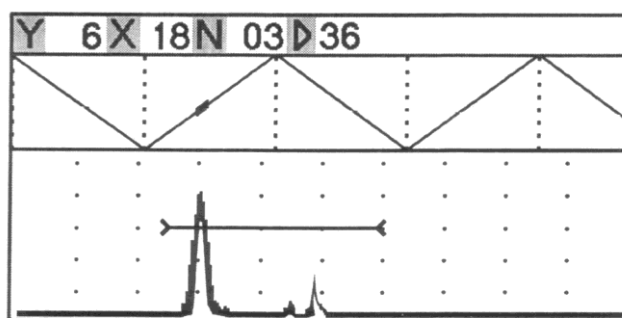


Рисунок 4

При анализе сигналов в режиме «ОГИБАЮЩАЯ» имеется возможность определения условной высоты ΔY выявленного дефекта (как разность значений Y , соответствующих переднему и заднему фронтам огибающей), а также точного и однозначного определения максимума эхо-сигнала.

– «ЛУПА» – отображение зоны контроля, либо требуемого отраженного сигнала в увеличенном (по длине развертки) масштабе.

Следует отметить, что в приборе применяется так называемая «W»-развертка (режим «ХОД ЛУЧЕЙ»), которая позволяет показать сечение контролируемого изделия в плоскости падения луча. В этом режиме индицируется траектория распространения УЗК, а также места расположения дефектов. Для удобства ультразвукового контроля в дефектоскопе УД2-102 «W»-развертка индицируется совместно с «A»-разверткой (рис. 5).



«W» - развертка

Рисунок 5

Другим способом отображения расположения дефектов в контролируемом сечении является «B»-развертка. Она формируется в течение предварительно установленного времени сканирования ПЭП и представляет собой совокупность отдельных «A»-разверток.

«B»-развертка позволяет:

– более наглядно представить образ дефекта по длине и высоте контролируемой детали на экране ЖКД дефектоскопа (рис. 6);

- проводить контроль на фоне акустических помех (сигналов от конструктивных отражателей);
- оценивать условную протяженность ΔX (по горизонтальной оси экрана ЖКД) и весьма точно измерять условную высоту ΔY (по вертикальной оси) дефекта (см. рис. 6).

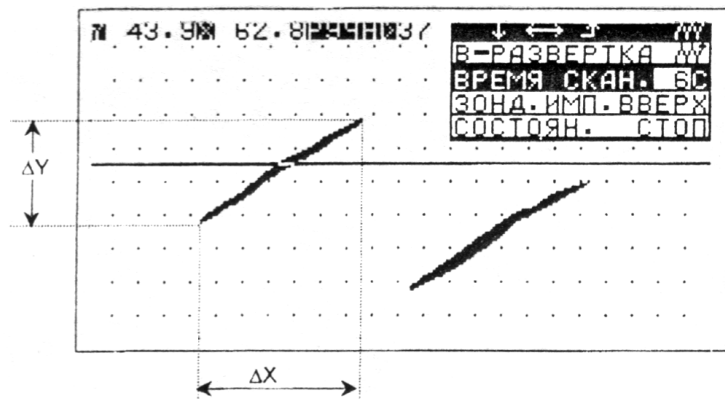


Рисунок 6

Сопоставление сигналов на А- и В-развертках при контроле деталей представлено на рис. 7.

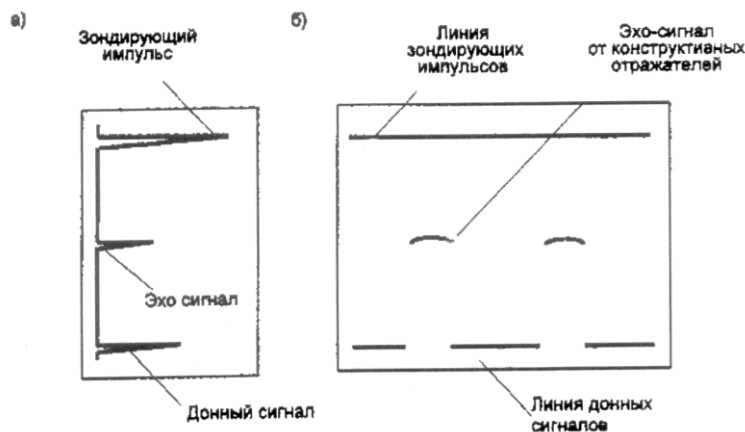


Рисунок 7

Длительность развертки может принимать дискретные значения, кратные 24 мкс.

Временная селекция (ВС) – это зона, в пределах которой дефектоскопом регистрируются изменения отраженных сигналов относительно порога амплитудной селекции дефекта (АСД), отображается на «А»-развертке в виде горизонтального отрезка.

При этом отображение начала и конца зоны ВС зависит от применяемого метода контроля:

- если острия стрелок (по краям зоны ВС) смотрят внутрь (см. рис. 7), то признак дефекта выдается при превышении отраженными сигналами порога АСД (эхо-метод);

– если острия стрелок смотрят изнутри зоны ВС, то это значит, что признак дефекта возникает при недостижении отраженными сигналами порога АСД (дефектоскоп работает по зеркально-теневому или теневому методу).

В режиме индикации «А»-развертки имеется возможность регулировки начала и конца зоны ВС1 (ВС2), а также зоны автоматической регулировки уровня сигнала (АРУ) (на рис. 7 обозначена утолщенным отрезком без стрелок).

Для исключения пропуска дефектов небольшой протяженности в дефектоскопе имеется возможность включения оперативного затягивания (удержания) изображения на экране ЖКД (с некоторой потерей динамики изображения). Данная функция реализуется через режим «ЗАТЯГ. СИГН.»

Для тех типовых вариантов, в которых сигнал от эталонного отражателя в образце «СО-ЗР» (СО-2) расположен вне зоны ВС, предусмотрен специальный режим «НАСТР. ПО СО-2».

В этом режиме временно изменяются длительность развертки и параметры зоны ВС, которые автоматически восстанавливаются при выходе из данного режима.

При появлении признака дефекта в режимах «А»- или «В»-развертки АСД дефектоскопа:

- зажигается светодиод «ДЕФЕКТ» на передней панели дефектоскопа;
- срабатывает звуковая сигнализация.

Настройка чувствительности осуществляется относительно уровня порога АСД, индицируемого на «А»-развертке в виде горизонтального отрезка зоны ВС.

Положение порога АСД на экране ЖКД – 50 % высоты «А»-развертки. Настройка осуществляется двумя способами:

– *классическим*, когда получают максимальную амплитуду сигнала, отраженного от пропила в СОП определенной глубины, вершина которого расположена на пороге АСД (при этом дальнейшее изменение чувствительности не требуется, т. е. требуемая чувствительность равна 0 дБ).

– *автоматическим*, когда опорный сигнал может иметь амплитуду в пределах $1,5 \div 1,7$ делений; для него выполняется

операция “СТОП-КАДР” (сигнал запоминается дефектоскопом); далее устанавливается (при необходимости) значение требуемой чувствительности и дается команда на выполнение настройки.

В дефектоскопе для подавления шумов ПЭП (в зоне действия зондирующего импульса) с целью обеспечения требуемой мертвой зоны, выравнивания чувствительности по глубине контролируемой детали (для компенсации затухания и рассеяния УЗК), а также подавления сигналов от конструктивных отражателей применяется устройство ВРЧ. Имеется возможность индикации закона ВРЧ.

Предусмотрена также компенсированная отсечка (для подавления шумов и сохранения амплитуды полезных сигналов), регулируемая в процентах высоты «А»-развертки от её нижней горизонтали.

Для записи результатов контроля прибор УД2-102 имеет встроенный блок цифровой памяти: полный объем – 128 Кбайт, одна настройка – 440 байт, для «А»-разверток – 300 байт, для «В»-разверток – 2,7 Кбайт.

Принцип ультразвукового контроля

Ультразвуковой контроль относится к неразрушающим методам контроля и является одним из наиболее применяемых методов. Акустические ультразвуковые волны способны распространяться внутри твёрдого тела на значительную глубину. Волны отражаются от границ или от нарушений сплошности, т. к. они обладают другими акустическими свойствами.

Направляя ультразвуковые волны на деталь с помощью специальных приборов – ультразвуковых дефектоскопов, и улавливая отражённые сигналы, можно увидеть, как на экране дефектоскопа отображаются импульсы излученной и отражённой волн. По расположению этих импульсов и по их интенсивности, можно судить о расположении дефектов, их величине и определить характер дефекта.



При контроле деталей подвижного состава необходимо тщательно выполнить прозвучивание всего металла.

Технологический процесс УЗК осей выполняется в соответствии с требованиями и состоит из следующих технологических операций:

- подготовка к контролю осей;
- подготовка требуемой аппаратуры, КО, СОП, СО, ПЭП; вспомогательных материалов, включающая операции:
 - а) подсоединения кабеля с ПЭП к электронному блоку дефектоскопа;
 - б) вызова требуемого типового варианта;
 - в) настройки на требуемую браковочную чувствительность;
- штатный контроль оси;
- разбраковка (оценку технического состояния оси) по результатам контроля;
- запись результатов контроля на ПЭВМ (при необходимости);
- оформление результатов контроля в журнале.


Технология контроля оси на прозвучиваемость

Технологический процесс УЗК оси на прозвучиваемость состоит из следующих операций.

1 Привести дефектоскоп в исходное состояние (вызвать меню «РЕЖИМ РАБОТЫ») и с помощью кнопок   выделить строку «ВЫЗОВ НАСТРОЙКИ» (рис. 8).

2 Набрать номер настройки, созданной для контроля оси требуемого типа.

3 Вывести на экран дефектоскопа соответствующую вызванной настройке

А-развертку (дефектограмму) нажатием кнопки .

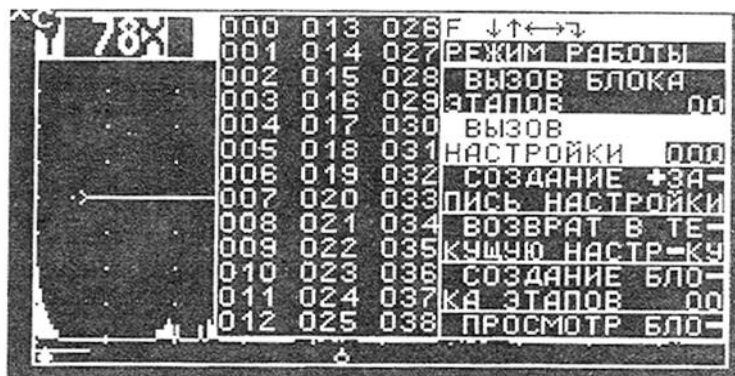







Рисунок 8 – Вид экрана в режиме «ВЫЗОВ НАСТРОЙКИ»






4. Установить режим «поисковой» чувствительности, для чего нажатием

кнопки  вывести на экран таблицу «ПОИСК», кнопками ,  выделить строку «ДОП.УСИЛЕНИЕ» и включить данный режим кнопками  или  до появления символа «+». При этом произойдет автоматическое увеличение чувствительности до «поискового» уровня.

5 Подключить к дефектоскопу требуемый ПЭП, установить его на смазанную контактной жидкостью поверхность оси, предназначенную для ввода ультразвука, и провести сканирование в соответствии с акустической схемой контроля, наблюдая за сигналом в зоне контроля.

Контроль осей по схеме «сквозного» прозвучивания проводят при включенном АРУ (типовые варианты 107 и 207). ПЭП устанавливают в 18...20 точках, равномерно распределенных по окружности зарезьбовой канавки (или торцевой поверхности).

Включение режима АРУ осуществляется следующим образом:

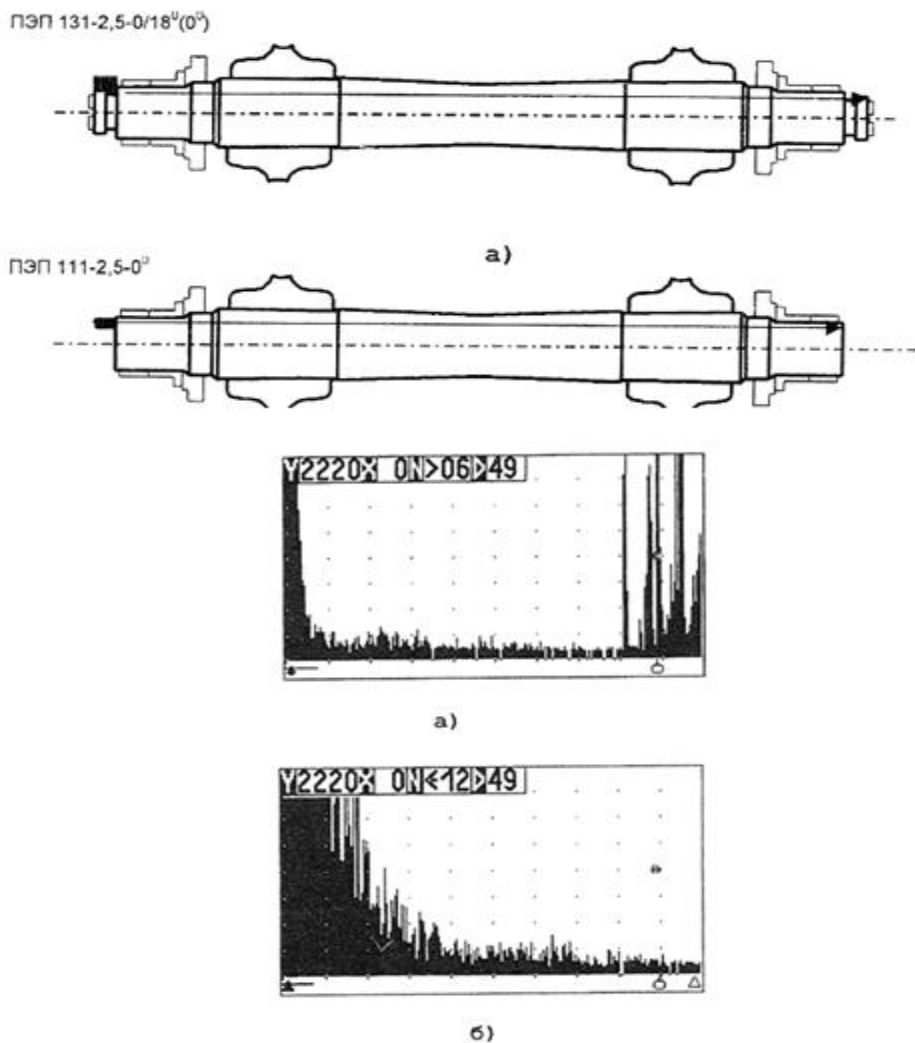
- вызвать на экран таблицу «ПОИСК» нажатием кнопки ;
- включить АРУ кнопками , , выделив строку «АРУ»;
- нажав кнопку  или , убедиться в индикации символа «+» (символ «-» свидетельствует об отключении АРУ).

После установки ПЭП амплитуда донного сигнала должна составлять 0,5 ВШ, а сигнал находится в зоне АРУ.

Примечание. Допускается контроль по схеме «сквозного» прозвучивания без использования режима АРУ.

По результатам контроля следует сделать выводы о прозвучиваемости оси. Если амплитуда сигналов $A_{CO-2} - A_{ОСИ} > 46$ дБ, то ось не прозвучивается, т. е. энергия ультразвуковой волны недостаточна для обнаружения дефектов. В этом случае ось бракуется.

Если амплитуда сигналов $A_{CO-2} - A_{ОСИ} < 46$ дБ, то ось прозвучивается.



типовой вариант 110 для РУ-1
 типовой вариант 210 для РУ-1Ш

Рисунок 9 – Акустические схемы контроля осей на «прозвучиваемость» (а, б) и типовые дефектограммы годной оси (в) и оси с неудовлетворительной прозвучиваемостью (г)

Вопросы для самопроверки

- 1 На чем основан ультразвуковой метод контроля?
- 2 Как настроить дефектоскоп УД2-102?
- 3 Технология контроля оси на прозвучивание.
- 4 Виды представления разверток на ЖКД?
- 5 Методы ультразвукового контроля, реализованные в дефектоскопе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 ГОСТ 21105-87. Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. М. : Государственный комитет по стандартам. – 17 с.
- 2 ГОСТ 20415-82. Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 4 с.
- 3 ГОСТ 18353-79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. – М. : Изд-во стандартов, 1979. – 19 с.
- 4 СТО РЖД 1.11.002-2008. Контроль неразрушающий. Элементы колесных пар вагонов. Технические требования к ультразвуковому контролю / ОАО «РЖД». – М., 2008. – 39 с.
- 5 Инструкция по ультразвуковому контролю деталей локомотивов и мотор-вагонного подвижного состава на базе программируемого дефектоскопа УД-2 – 70. № ЦТ_т – 36.1. – М. : ФГУП «ВНИИЖТ», 2002. – 21 с.
- 7 Инструкция по неразрушающему контролю деталей и узлов локомотивов и мотор-вагонного подвижного состава. Магнитопорошковый метод. № ЦТ_т – 18/1. – М. : ВНИИЖТ ; Изд-во «Техинформ», 1999. – 138 с.
- 8 Инструкция по магнитопорошkovому контролю деталей и узлов локомотивов. ПКБ ЦТ. 25.0164. – М. : ОАО «ВНИИЖТ», 2013. – 79 с.
- 9 Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения. Руководящий документ. РД 32.174-2001. – М. : ФГУП «ВНИИЖТ» – 56 с.
- 10 Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов. Руководящий документ. РД 32.159-2000. – М. : ОАО «ВНИИЖТ», 2013. – 79 с.
- 11 Руководство по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар вагонов с изменениями 1, 2 и 3. РД 07.09-97. – М. : ВНИИЖТ, 1997. – 143 с.
- 13 **Криворудченко, В.Ф.** Магнитный и ультразвуковой методы неразрушающего контроля деталей вагонов и других транспортных средств : учеб. пособие / В.Ф. Криворудченко ; Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2008. – 105 с.
- 15 **Криворудченко, В.Ф.** Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта / В.Ф. Криворудченко, Р.А. Ахмеджанов. – М. : Маршрут, 2005. – 436 с.
- 17 ПР НК В.1. Правила по неразрушающему контролю вагонов, их деталей и составных частей при ремонте. Общие положения. – М. : ФГУП «НИИ мостов», 2012. – 42 с.
- 18 ПР НК В.2. Правила неразрушающего контроля деталей и составных частей колесных пар вагонов при ремонте. Специальные требования. – М. : ФГУП «НИИ мостов», 2013. – 66 с.
- 19 ПР НК В.3. Правила неразрушающего контроля литых деталей тележек грузовых вагонов при ремонте. Специальные требования. – М. : ФГУП «НИИ мостов», 2013.

Учебное издание

Криворудченко Виктор Федорович
Игнатъев Олег Леонидович
Северина Людмила Геннадьевна
Носов Андрей Юрьевич

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Печатается в авторской редакции
Технический редактор Т.И. Исаева

Подписано в печать 27.02.20. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,02.
Тираж экз. Изд. № 507. Заказ .

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

Адрес университета: 344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка
Народного Ополчения, д. 2.