

Диагностика деталей вагонов

Лабораторные работы

Ташкент– 2009

ГАЖК “Ўзбекистон темир йўллари”

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Диагностика деталей вагонов

Методические указания для выполнения лабораторных работ по
дисциплине «Технология ремонта вагонов»
для подготовки бакалавров по направлению
образования 5.521.100 «Наземные транспортные системы»

УДК 629. 45/. 46. 004. 67

Методические указания предназначены для проведения лабораторных работ по дисциплине «Технология ремонта вагонов» студентами 4 курса по направлению образования 5. 521. 100 «Наземные транспортные системы».

В методических указаниях изложены современные методы диагностики технического состояния составных частей вагонов, обеспечивающие своевременное обнаружение отказов.

Рекомендовано к изданию решением Учебно-методической комиссии Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта.

Составители: старший преподаватель Бобровская И. И., ассистент Соболева И. Ю.

Рецензенты: начальник вагонного депо ВЧД-2 Нарходжаев А. М.;

доктор технических наук, профессор Файзибаев Ш. С.

ГАЖК “Ўзбекистон темир йўллари”
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Разрешаю в печать
Проректор по учебной работе
доцент **Ф. Каримова**
«__» _____ 200__ г.

Диагностика деталей вагонов

Методические указания по дисциплине «Технология ремонта вагонов»
для выполнения лабораторных работ бакалаврами 4-го года обучения
направления образования 5.521.100 «Наземные транспортные системы»

Подписано в печать	Объем	Редактор п.л.
Формат бумаги 60x84 1/16	Тираж	Заказ №
Типография ТашИИТ	Ташкент, Адылходжаева, 1	

ВВЕДЕНИЕ

Состояние вагонного парка оценивается характером износа и повреждений деталей при поступлении вагонов в текущий, отцепочный или в плановые виды ремонта. Износ и повреждения вагонных деталей выявляются наружным осмотром, шаблонами и измерительными инструментами, а также испытаниям с применением стендов, приспособлений и приборов для неразрушающего контроля.

Учебная дисциплина «Технология ремонта вагонов» является наукой, изучающей сущность, взаимосвязь, развитие многочисленных и разнообразных технологических процессов, используемых при ремонте вагонов в целом и отдельных деталей. Изучение курса «Технологии ремонта вагонов» сопровождается проведением ряда лабораторных работ, которые являются составной частью учебного процесса. Основной целью лабораторных работ является расширение, углубление и закрепление теоретических знаний, и приобретение практических навыков в выполнении наиболее типичных технологических процессов ремонта вагонов.

В настоящее время накоплен большой опыт в области использования методов технического диагностирования и неразрушающего контроля при техническом обслуживании и ремонте вагонов. Неразрушающий контроль предназначен для выявления дефектов типа нарушений сплошности материала изделий, контроля геометрических параметров, оценки физико-химических свойств материала и позволяет оценить качество продукции без нарушения ее пригодности к использованию по назначению. Основные виды неразрушающего контроля, применяемые в вагоностроении и при ремонте вагонов: акустический, магнитный, тепловой, электромагнитный (вихретоковый), оптический, электрический, проникающими веществами радиационный, радиоволновой.

Настоящие методические указания являются необходимым руководящим материалом студенту, цель которых дать краткие методические рекомендации по подготовке, проведению и содержанию лабораторных работ по магнитному, ультразвуковому, вихретоковому дефектоскопированию деталей вагонов, а также по микрометрическим измерениям элементов колесной пары.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОБЩИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ

Цель работы. Колесная пара является одним из важнейших элементов вагона. От конструкции, технологии изготовления и ремонта, а также от текущего содержания колесных пар зависит безопасность движения поездов. Целью работы является изучение основных методов проверки технического состояния колесных пар путем осмотра и обмера обнаруженных неисправностей, характера степени износа и определение основных направлений технологии ремонта.

Теоретические сведения. Колесные пары в процессе работы под вагонами изнашиваются и повреждаются. В точках соприкосновения колес с рельсами возникают контактные напряжения, в результате чего происходит естественный износ трущихся поверхностей, а также упругие пластические деформации и усталостные разрушения. В процессе торможения также возникают износы и повреждения колес. На ось воздей-

ствуют большие статические и динамические нагрузки, а также знакопеременные напряжения изгиба. Кроме того, она испытывает дополнительные напряжения сжатия в местах прессовых соединений с колесами и воспринимает удары от рельсов при наличии дефектов на поверхности катания.

Сочетание различных технологических нарушений, при ее изготовлении и обработке, способствуют возникновению в оси местных перенапряжений, которые совместно с усталостными явлениями приводят к образованию трещин.

1. Дефекты колеса

Естественный износ происходит вследствие отрыва мелких частиц металла под влиянием контактных касательных сил, возникающих при трении качения. В результате износа появляются прокат, уменьшение толщины обода гребня. При наличии несимметричности расположения колес на оси, разницы диаметров колес одной колесной пары, перекосов рамы тележки или неточности сборки буксового узла, а также при воздействии центробежной силы во время проследования по кривым участкам пути возникает односторонний износ, появляются вертикальный подрез гребня, острый гребень, ступенчатый прокат.

Усталостные разрушения являются следствием долговременного нарушения поверхности катания касательными силами, в результате чего металл отслаивается или выкрашивается более крупными кусками. К усталостным разрушениям относятся шелушение поверхности катания, отслоение металла, коррозионное точечное выкрашивание, глубокие выщербины, а также отколы, изломы, местное уширение обода, сопровождающиеся внутренней трещиной. Усталостные выщербины являются следствием развития поверхностных трещин вглубь обода с последующим отрывом кусочков металла и достигают глубины 15-20 мм.

Накат обода и остроконечный накат гребня возникает в результате пластических деформаций, когда металл больше «течет», чем изнашивается. При остроконечном накате гребень становится тонким и острым и формируется смятием металла.

Разрушения на поверхности катания колес от действия касательных сил при торможении могут быть в виде ползунов, лысок, местных очагов закалки в виде отбеленных пятен овальной формы, мелких выщербин, пластических деформаций в виде наволакивания, а также наваров и кольцевых выработок от воздействия композиционных колодок.

Выщербины, являющиеся следствием структурных изменений металла на поверхности катания, возникают в результате образования микротрещин и глубина их не превышает 1,5-3 мм.

Ползуны появляются из-за скольжения колеса по рельсу при заклинивании колесных пар в процессе действия тормозных устройств. Ползуны крайне опасны, так как вызывают сильные удары колес о рельсы при движении вагона. Глубина ползуна в эксплуатации для колесных пар с роликовыми подшипниками допускается не более 1 мм.

К скрытым дефектам в металле относятся различные неметаллические включения, внутренние раковины, трещины от загрязнения металла, различные пленки и обнаруживаются они при обточке.

2. Дефекты оси

Поперечные трещины появляются в результате усталостного разрушения металла и являются наиболее опасными, так как приводят к изломам осей. Если угол наклона трещины по отношению к продольной линии оси превышает 30° , она считается поперечной. Причиной появления наклонных и продольных трещин, чаще всего, являются пороки металлургического происхождения.

Кольцевые протертости на средней части оси возникают вследствие трения горизонтальных тяг во время торможения при неправильной сборке рычажной передачи тормоза или ослабления ее крепления.

Пластические деформации оси могут появиться под воздействием больших внешних сил при крушениях, сходе вагона с рельсов или его перегрузке. В результате ось сгибается по шейкам или в средней части.

Дефектом оси являются также следы от ожога ее электродом или оголенным электросварочным проводом, в результате место контакта может быть причиной образования трещин.

Из-за неправильной сборки буксового узла, отсутствия или недостатка смазки, попадания в буксу посторонних предметов при движении вагона происходит повреждение подшипников. Тогда нарушаются нормальные условия трения, шейка оси входит в непосредственный контакт с трущимися стальными деталями, быстро нагревается, на ее поверхности возникают глубокие круговые риски-задиры. Процесс разрушения заканчивается ее изломом или отвалом вместе с буксой.

К дефектам колесной пары относятся ослабление и сдвиг ступицы колеса на оси, которые могут произойти из-за слабого натяга при запрессовке, грубой обработки сопрягаемых элементов, воздействия внешних сил при крушениях.

3. Содержание работы и порядок измерения

Проверка технического состояния колесных пар проводится в соответствии с требованиями инструкции ЦВ 3429.

Осмотр колесной пары начинается с определения типа колесной пары. Тип колесной пары определяется размерами оси и, в частности, размерами шейки оси.

Величина **диаметра шейки оси** имеет важное значение для подбора и прочности подшипников качения. Измерение шейки оси производится с помощью микрометрической рычажной скобы (рис.1) в трех сечениях и в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (рис.2). В результате этих измерений можно установить наличие овальности, конусности, бочкообразности и волнистости шейки оси. Полученные значения необходимо сопоставить с допустимыми величинами, заданными в инструкции.

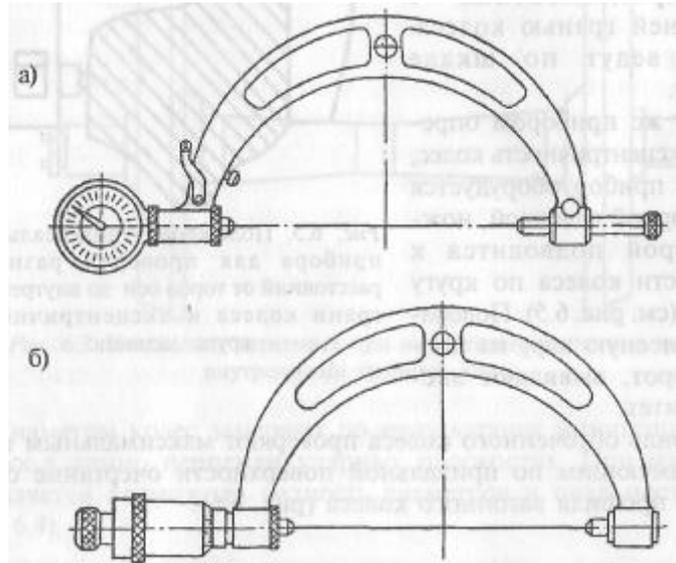


Рис.1. Микрометрическая рычажная скоба:
а – с индикатором; б – без индикатора

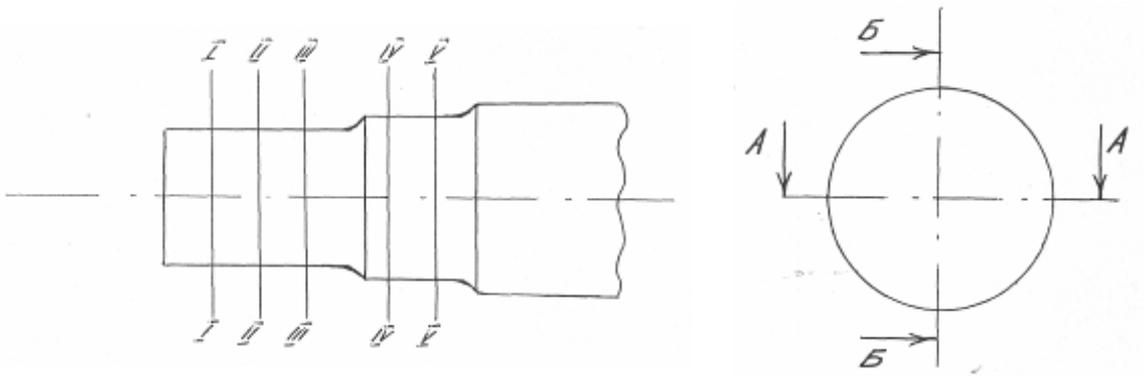


Рис.2. Схема измерения диаметра шейки оси

Измерения радиусов галтелей необходимы для контроля за наиболее напряженными местами оси и производится специальным шаблоном. Шаблон с закруглениями радиусов 3, 10, 20 и 40 мм прикладывают к соответствующим галтелям оси (рис.3). Отсутствие зазора между галтелью оси и шаблоном указывает на соответствие проверяемой галтели установленному размеру.

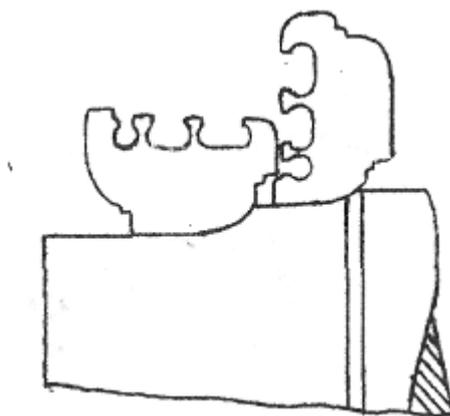


Рис.3. Схема замера галтелей оси

Изгиб оси и сдвиг колес определяется измерением расстояния между внутренними гранями ободов колес не менее чем в четырех диаметрально противоположных точках по диаметру колеса и производится штангенциркулем (рис.4).

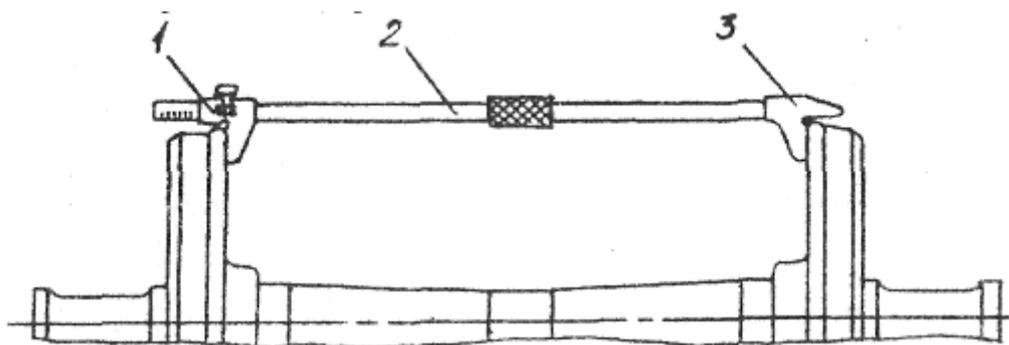


Рис.4. Схема замера расстояния между внутренними гранями колес

Если эти измерения равны и находятся в пределах допустимых размеров, значит изогнутости оси и сдвига колеса нет. Эти измерения необходимы для предупреждения схода колесной пары с рельсов в кривой (при малом расстоянии между колесами) или для предупреждения расстройств стрелочных переводов, подреза гребня и схода вагона на стрелках (при большом расстоянии между колесами).

Толщина обода колеса измеряется толщиномером (рис.5).

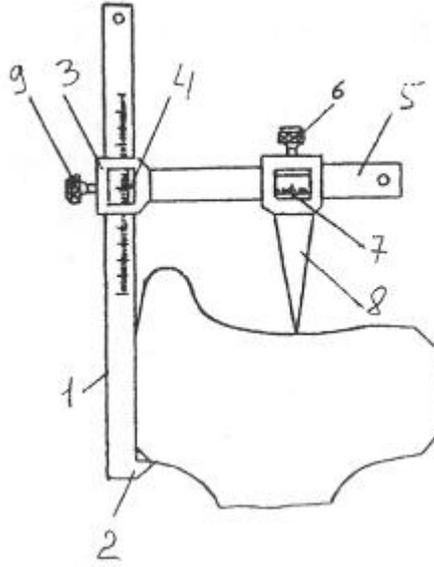


Рис.5. Схема замера толщины обода

Риску 4 движка 3 толщиномера необходимо установить на расстоянии 70 мм от внутренней грани обода (против деления 70 на линейке 5) и закрепить движок в этом положении винтом 6. Линейку 1 надо плотно прижать к внутренней грани колеса. При этом выступ 2 должен упираться в обод. Линейку с движком 7 опустить до соприкосновения ножки движка 3 с поверхностью катания колеса и закрепить винтом 8. Снять толщиномер с колеса и против риски на движке 7 прочесть на шкале линейки 1 цифру, указывающую толщину обода.

Измерения производятся в трех точках на каждом колесе. Результаты измерения сверяются с допускаемыми в эксплуатации размерами Инструкции. Измерение толщины обода необходимо для контроля его прочности, так как в тонком ободе появляются высокие контактные напряжения, которые могут привести к разрушению колеса. Кроме того, более тонкие обода колес имеют более высокую интенсивность нарастания проката.

Прокат колеса измеряют абсолютным шаблоном (рис.6). Вертикальный движок 1 устанавливают в прорези 3 на расстоянии 70 мм от внутренней грани колеса. Опорную скобу 6, имеющуюся на вертикальной грани 5, плотно прикладывают к внутренней грани обода колеса, выступ 4 – к гребню, движок 1 плотно прижимают к кругу катания. Цифра на шкале 2, совпадающая с контрольной рисккой вертикального движка показывает величину проката. Шаблон прикладывают в трех точках. Результаты измерений сверяют с допускаемыми величинами.

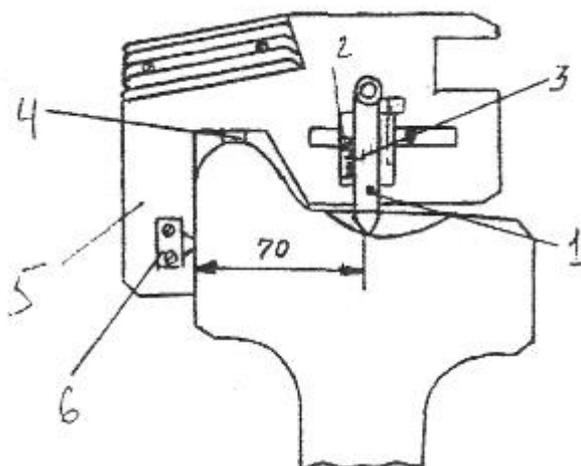


Рис.6. Схема замера проката колеса

Измерения проката необходимо для обеспечения безопасности движения и минимального сопротивления движению колесной пары. Прокат, придавая ободу колеса форму желоба, тем самым, увеличивает сопротивление движению колесной пары.

Ползуны и выщербины на ободу колеса измеряются абсолютным шаблоном так же как и прокат.

Ширину обода колеса измеряют кронциркулем с помощью обычной измерительной линейки или шаблоном с встроенной в него измерительной выдвижной линейкой. Шаблон устанавливают на обод колеса, прижимают к его внутренней грани и, выдвигая линейку до упора в наружный торец обода, читают показания измерительной шкалы (Рис.7).

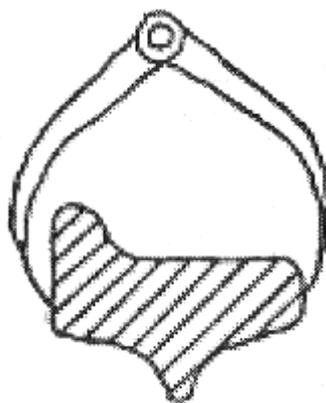


Рис.7. Схема замера ширины обода колеса

Толщина гребня колеса измеряется абсолютным шаблоном (рис. 8). Шаблон устанавливается на колесе так же, как при измерении проката. Горизонтальный движок 1 с обратной стороны шаблона плотно прижимают к гребню колеса. Цифра на рамке 2, против которой установится контрольная риска движка, будет указывать толщину гребня колеса на расстоянии 18 мм от вершины. Измерения производят в 3-х точках. Результаты измерений сверяют с допускаемыми.

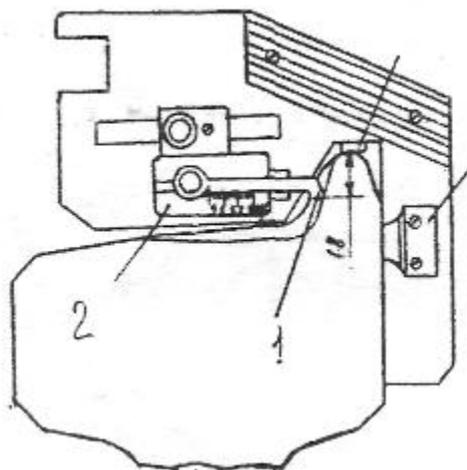


Рис.8. Схема замера толщины гребня

Превышение толщины гребня сверх установленных размеров может вызвать ослабление крепления частей стрелочного перевода на шпалах, а преждевременный износ – износ гребня. Слишком тонкий (подрезанный) гребень при входе колеса на стрелку может накатиться на острьяк пера, вызвав сход вагона с рельсов. Кроме того, в тонком гребне могут возникнуть трещины и отколы.

Вертикальный подрез и остроконечный накат гребня определяется специальным шаблоном (рис.9). При пользовании шаблоном нужно вертикальную ножку 1 плотно приложить к внутренней грани колеса, а движок 2 – к гребню.

Движок имеет риску или выступ на расстоянии 18 мм от нижней кромки движка. Если вертикальная грань движка прикасается к гребню хотя бы только в месте приложения риски или выступа, то это указывает на наличие вертикального подреза, и колесная пара бракуется независимо от толщины гребня. Если же такого соприкосновения нет, то колесная пара не бракуется. Подрез гребня измеряют в трех точках и устанавливают пригодность к эксплуатации колесной пары.

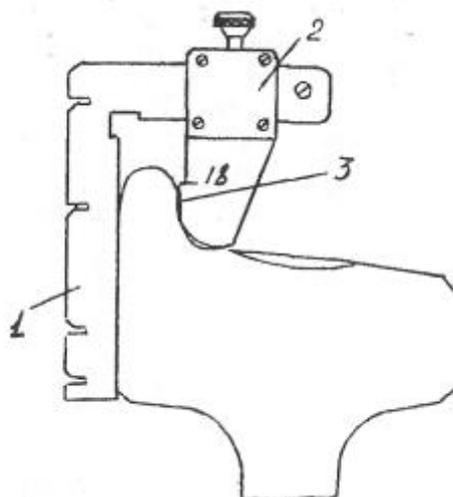


Рис.9. Схема замера вертикального подреза гребня

Диаметр колес измеряют штангенциркулем (рис. 10). Прибор должен плотно прижиматься к внутренним граням обода колеса по кругу катания в четырех точках. Результаты измерений сверяются с допускаемыми величинами. При измерении диаметра колеса определяется овальность. Овальность колеса ухудшает плавность хода вагона и увеличивает динамическое воздействие на вагон и на путь.

Форму профиля колеса проверяют максимальным шаблоном (рис. 11). Шаблон прикладывают к поверхности катания в нескольких точках и комплектом щупов измеряют наибольший зазор между шаблоном и поверхностью катания колеса.

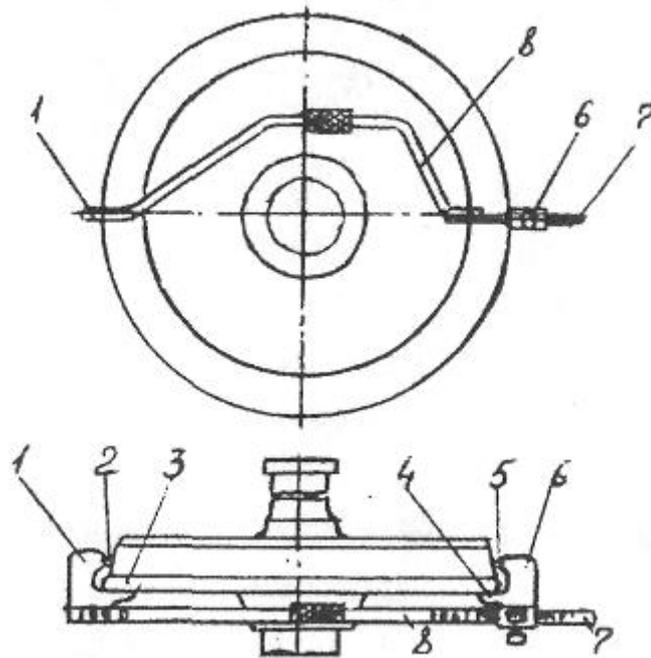


Рис.10. Схема замера диаметра колеса

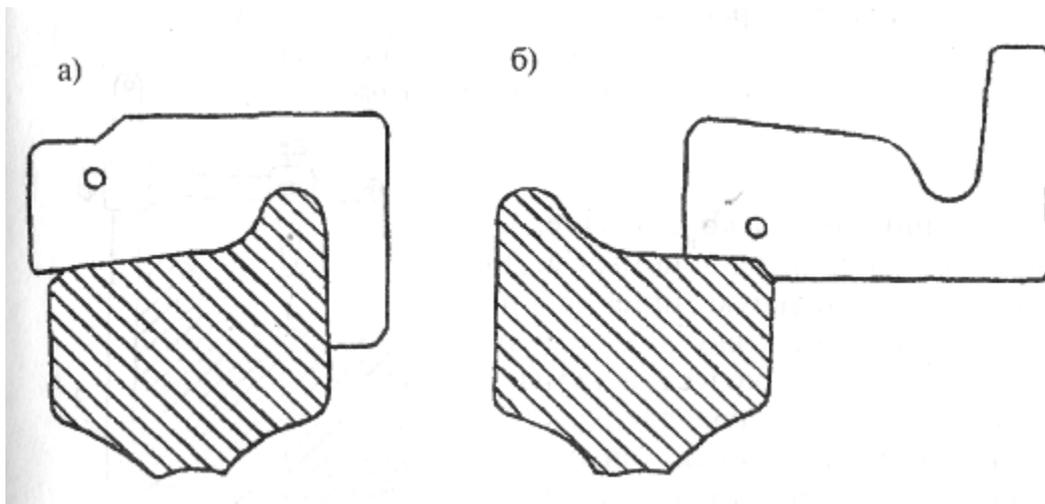


Рис. 11. Схема обмера формы профиля колеса

Допускаются отклонения очертаний колеса от профиля выреза шаблона по высоте гребня 1 мм, по поверхности катания 0,5 мм.

Рекомендуемая литература

1. И.И.Бобровская. Технология ремонта вагонов. Учебное пособие. ТашИИТ, 2008.
2. Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар, ЦВ-3429, М., Транспорт, 1997, 125 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

МАГНИТНОЕ ДЕФЕКТОСКОПИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ

1. Техника безопасности при выполнении лабораторной работы

1. Перед началом проведения лабораторной работы студент должен изучить содержание проводимой работы и уметь обращаться с дефектоскопами в процессе работы.
2. Студенты, выполняющие магнитное, вихретоковое и ультразвуковое дефектоскопирование, обязаны строго соблюдать общие требования техники безопасности по обслуживанию электрических приборов.
3. Запрещается пользоваться дефектоскопами при повреждении изоляции катушек соединительных приборов, сетевых выключателей, неисправности кожуха корпуса.
4. Переносимый соединительный шланг нужно располагать так, чтобы исключалась возможность повреждения.
5. В процессе работы дефектоскоп должен находиться под током только в течение времени, необходимого для намагничивания или испытания детали, и не должен нагреваться более 50 градусов.
6. При обнаружении неисправности дефектоскопа или электропроводки студент должен прекратить работу и обратиться к преподавателю.

2. Цель работы

1. Закрепить знания по дефектоскопированию деталей вагонов.
2. Изучить методику и технику выполнения работ по магнитному дефектоскопированию вагонных осей с получением практических навыков.

3. Теоретические сведения

Трещины, возникающие в деталях вагонов, часто имеют усталостный характер, возникают под воздействием знакопеременных нагрузок. Кроме того, трещины могут

образовываться в процессе шлифовки и закалки, сварки и наплавки деталей. Дефекты в ответственных деталях вагонов могут повлиять на безопасность движения поездов, поэтому при наличии в деталях опасных трещин их нельзя допускать к эксплуатации. Поверхностные трещины в начальной стадии развития в большинстве случаев не обнаруживаются визуальным способом. Поэтому для определения трещин пользуются различными видами дефектоскопирования, один из которых – магнитный.

При оценке технического состояния вагонной колесной пары, магнитному дефектоскопированию подвергаются:

шейки и предподступичные части осей при всех видах освидетельствования. У колесных пар с роликовыми подшипниками при полном освидетельствовании;

подступичные части осей при обточке перед запрессовкой на них колес;

средние части осей при полном освидетельствовании и при каждом выпуске колесных пар из ремонта.

4. Принцип магнитного дефектоскопирования вагонных осей

Магнитное дефектоскопирование основано на принципе использования местного изменения магнитной проницаемости и характера распределения магнитного потока в материале деталей обусловленных пороком.

Магнитное дефектоскопирование вагонных осей производится сухим или мокрым способами. При сухом способе испытываемая часть оси после намагничивания дефектоскопом посыпается сухим стальным порошком типа ПЖ4М, ПЖ6М. При мокром – поливается смесью состоящей из 200 г порошка типа ПЖ40М или ПЖ4ВМ и 1 литра трансформаторного масла. В настоящее время применяются суспензии «ДИАГМА», изготовленные фабричным способом.

При отсутствии пороков (трещин, раковин, немагнитных включений) силовые линии магнитного потока распределяются в металле оси равномерно и параллельно друг другу, и частицы порошка также распределяются на поверхности оси равномерно.

При наличии же пороков нарушается равномерность магнитного потока, и в местах пороков часть силовых линий образует на поверхности оси поля рассеивания магнитного потока (рис.12), где скапливаются частицы порошка, указывая, таким образом, место расположения пороков.

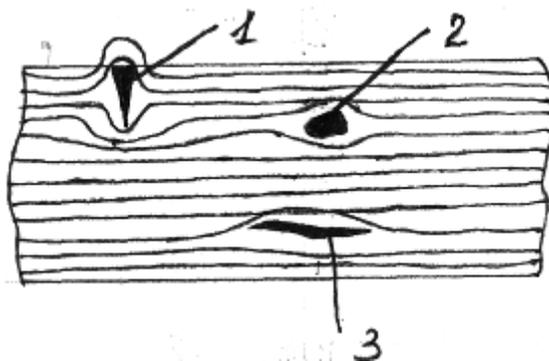


Рис.12. Схема распределения магнитного потока в металле с пороками: 1 – поперечная трещина; 2 – раковина; 3 – продольная трещина

Из рисунка видно, что наиболее четко будут выявлены те дефекты, которые направлены перпендикулярно магнитному потоку. В оси колесной пары наиболее

опасными пороками являются поперечные трещины. Поэтому при испытании вагонная ось намагничивается продольным магнитным потоком, возбуждающимся соленоидом и замыкающимся через воздух (рис.13).

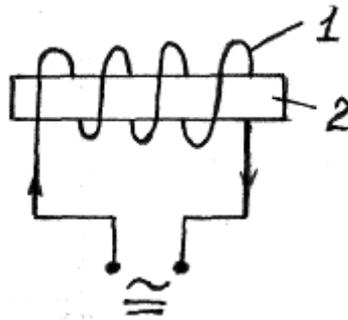


Рис.13. Полюсное намагничивание:
1 – соленоид; 2 – деталь

5. Оснастка, необходимая для магнитного дефектоскопирования

Для проведения магнитного дефектоскопирования осей необходимо иметь:

1. Неразъемный дефектоскоп системы Колесникова и Матвеева типа ДКМ-1Б для проверки шеек и предподступичных частей осей, а также подступичных частей перед запрессовкой. Дефектоскоп состоит из корпуса, в котором помещен соленоид с катушками. Дефектоскоп может работать на переменном и постоянном токе.

2. Разъемный дефектоскоп системы Колесникова и Матвеева для проверки средних или подступичных частей осей. Дефектоскоп работает на переменном токе и состоит из разъемного трехвиткового соленоида, понижающего трансформатора, подъемного устройства соленоида с винтовой передачей, передвижной тележки с ящиком и щитка с рубильником.

3. Распределительный щит для включения дефектоскопа.

4. Сосуд для смеси и металлическая коробка с сетчатой крышкой.

5. Ванна для сбора стекающей смеси и противень для порошка.

6. Контрольные эталоны с невидимой естественной трещиной для проверки качества смеси и порошка.

7. Ванна для сбора стекающей смеси и противень для порошка.

8. Металлические щетки для очистки осей.

6. Основные операции, выполняемые при магнитном дефектоскопировании вагонных осей

В лабораторных условиях дефектоскопирование производится в действующем переменном магнитном поле, для чего дефектоскоп непосредственно подключается к сети переменного тока напряжением 220В.

Перед началом магнитного контроля необходимо проверять:

1. исправность дефектоскопа по потребляемому току (амперметром). Ток в обмотке дефектоскопа не должен отклоняться от номинальной (паспортной) величины больше чем на 10%;

2. состояние изоляции проводящих проводов и защитных шлангов;

3. Качество магнитной смеси или сухого порошка на эталонах путем выявления трещин в действующем магнитном поле. Частицы порошка должны собираться у трещины и четко рисовать ее контур.

Проверяемая поверхность оси должна быть предварительно очищена, а при применении сухого способа – совершенно сухой. При работе дефектоскопа на переменном токе магнитное дефектоскопирование вагонных осей состоит из следующих основных операций.

При мокром способе:

1. присоединение дефектоскопа к сети;
2. установка дефектоскопа на оси в рабочее положение;
3. поливка магнитной смесью;
4. намагничивание;
5. осмотр политой поверхности;
6. размагничивание.

При сухом способе:

1. присоединение дефектоскопа к сети;
2. установка дефектоскопа на оси в исходное положение;
3. опыление магнитным порошком;
4. намагничивание;
5. перемещение дефектоскопа вдоль проверяемой поверхности и осмотр;
6. размагничивание.

После каждого осмотра ось последовательно поворачивается на 90^0 при сухом способе, а при мокром способе на 180^0 для шейки оси и на 120^0 для подступичной части.

Границы проверяемых участков при каждом повороте оси отмечают мелом.

При осмотре особое внимание необходимо обращать на галтели и те места, где располагаются края ступицы колеса, так как именно в этих местах наиболее часто появляются трещины.

В случае, когда на проверяемом участке оси частицы порошка собираются в виде четкой линии, указывающей наличие трещины, это место необходимо протереть и подвергнуть особо тщательной повторной проверке. Во время всякого рода подготовительных работ дефектоскоп во избежание перегрева током должен быть выключен.

По окончании работы дефектоскопы нужно очистить от порошка, тщательно вытереть и поставить на место, где обеспечивается их исправное хранение.

После самостоятельной работы студент должен заполнить журнал, прилагаемый к данному методическому пособию: описать последовательность всех операций при маг-

нитном дефектоскопировании вагонных осей; дать эскиз положения дефектоскопа на оси колесной пары при проверке.

Вариант задания для каждого студента указывается преподавателем.

Ниже даются варианты заданий.

1. Проверка шеек и предподступичных частей осей колесных пар.
2. Проверка подступичных частей осей колесных пар сухим способом.
3. Проверка подступичных частей осей колесных пар мокрым способом.
4. Проверка средних частей вагонных осей.

Рекомендуемая литература

1. И.И. Бобровская, Технология ремонта вагонов, Ташкент 2006, 180 с.
2. В.С. Герасимов, Технология вагоностроения и ремонта вагонов, М. Транспорт, 1988, 440 с.
3. Л.Н. Левыкин, Дефектоскопирование деталей локомотивов и вагонов, М., Транспорт, 1979, 281 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

КОНТРОЛЬ ПОДСТУПИЧНЫХ ЧАСТЕЙ ОСИ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ДЕФЕКТОСКОПОМ

Цель работы: Изучение методики работ по ультразвуковому дефектоскопированию вагонных деталей и получения практических навыков.

1. Общие положения

Ультразвуковое дефектоскопирование осей вагонных колесных пар типов РУ1 и РУ-1Ш (ГОСТ 22780) производится при их освидетельствовании, в том числе после восстановления изношенных элементов.

Ультразвуковое дефектоскопирование обеспечивает обнаружение в осях колесных пар усталостных трещин и внутренних несплошностей эквивалентных и больших по своим отражающим свойствам искусственным отражателям в контрольном образце (КО) оси, используемым для настройки чувствительности ультразвукового контроля (УЗК) определенной части оси.

Для выполнения УЗК осей вагонных колесных пар необходимо обеспечить доступ к их торцевым поверхностям.

2. Оборудование, материалы и вспомогательные инструменты

- ультразвуковой дефектоскоп типа УД2-12;
- пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП) типа П121-2,5-50⁰-002; П111-2,5-К12-002.

3. Подготовка к контролю

Подготовка к контролю включает:

- подготовку аппаратуры;
- настройку аппаратуры;
- подготовку оси.

При подготовке и настройке аппаратуры проводятся операции по установке органов управления дефектоскопа в исходные положения, осуществляемые в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Операция	Орган управления или коммутации	Место нахождения органа управления на корпусе
1. Заземлить корпус дефектоскопа	Клема “⊥” защитного заземления	Задняя панель
2. Проверить наличие и соответствие предохранителей номиналу	Предохранители 1А и 0,5А или 2А (в зависимости от напряжения сети)	Задняя панель
3. Подключить кабель питания к сети	Кабель питания	Задняя панель
4. Установить режим внутренней синхронизации	Нажать кнопку “ВНЕШ/ВНУТР”	Задняя панель
5. Установить частоту следования зондирующих импульсов	Нажать кнопку “x2” и “125Hz/500Hz”	Задняя панель
6. Установить органы управления дефектоскопа в следующие положения	а) все кнопки на верхней панели дефектоскопа установить в отпущенное положение, кроме кнопки “x10” на блоке А6;	Верхняя панель

	<p>б) регуляторы границ стробов “↵” и “↗” на блоках А8 и А10 установить в крайнее левое положение;</p> <p>в) установить все прочие плавные регуляторы в крайнее правое положение (кроме блока А5);</p> <p>г) установить ручку “↵” на передней панели в крайнее левое положение; кнопки аттенюатора отжать;</p> <p>д) нажать кнопку “НАКАЛ”, затем “РАБОТА”;</p> <p>е) регуляторами “↔”, “↑”, “*” “∇” “◎” и установить линию развертки на нулевую линию горизонтальной шкалы ЭЛТ дефектоскопа, начало линии совместить с левой границей шкалы и получить четкое изображение</p>	<p>Верхняя панель</p> <p>Верхняя панель</p> <p>Передняя панель</p> <p>Передняя панель</p> <p>Верхняя панель, блок А5</p>
7. Установить требуемую частоту ультразвука(2,5 МГц)	Нажать кнопки “2,5”	Верхняя панель блоки А7 и А9
8. Подключить соответствующий прямой ПЭП (в зависимости от типа оси)	Разъемы “(←)” и “(→)”	Передняя панель

4. Проведение контроля

1. При контроле осей колесных пар применяются три способа прозвучивания.

1.1. «Сквозное» прозвучивание всей оси последовательно с двух торцов прямым ПЭП.

1.2. Прозвучивание ближних подступичных частей оси под внешней кромкой ступицы наклонным ПЭП продольных волн с вводом ультразвука с цилиндрической поверхности шейки оси.

1.3. Прозвучивание отдельных зон средней и подступичной частей оси наклонным ПЭП поперечных волн с цилиндрической поверхности шейки и средней части оси.

2. При контроле оси используют два способа прозвучивания: основной по п. 1.1 и дополнительный по п. 1.2 в зависимости от типа оси, демонтажа элементов колесной пары и снятия колец подшипников.

3. Прозвучивание по п. 1.3 наклонным ПЭП поперечных волн проводится с целью уточнения результатов УЗК или для обеспечения повышенной чувствительности УЗК средней и подступичной частях оси.

4. Контроль осей колесных пар следует выполнять по этапам:

4.1. Этап 1 – УЗК средней части и дальней подступичной части оси, кроме зоны под внешней кромкой.

Зона контроля на экране ЭЛТ приведена в таблице 2. Контроль выполняют поочередно с каждого торца оси.

Для осей типов РУ-1 применяют прямой ПЭП П131-2,5-0/18 из комплекта ПКО, который устанавливают на смазанную маслом торцевую поверхность зарезьбовой канавки.

Для осей типа РУ-1Ш применяют прямой ПЭП П111-2,5-К12-002 (из комплекта дефектоскопа УД2-12) или прямой ПЭП из комплекта ПКО, который устанавливают на торец оси вплотную к внешней окружности и торца шейки вне резьбовых отверстий на торце.

Схема и характерный вид экрана ЭЛТ при контроле приведены на рисунке 14.

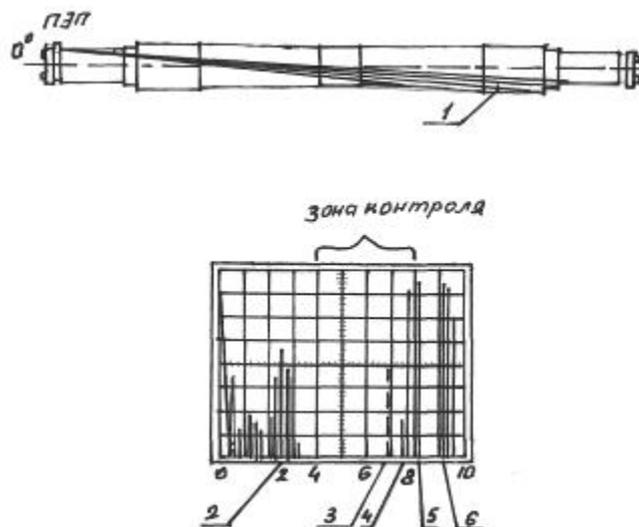
4.2. Этап 2 – УЗК ближней шейки и предподступичной части оси.

Зона контроля на экране ЭЛТ приведена в табл. 2. Контроль выполняют поочередно с каждого торца оси.

Для осей типов РУ-1 применяют прямой ПЭП П131-2,5-0/18 из комплекта ПКО, который устанавливают на смазанную маслом торцевую поверхность зарезьбовой канавки.

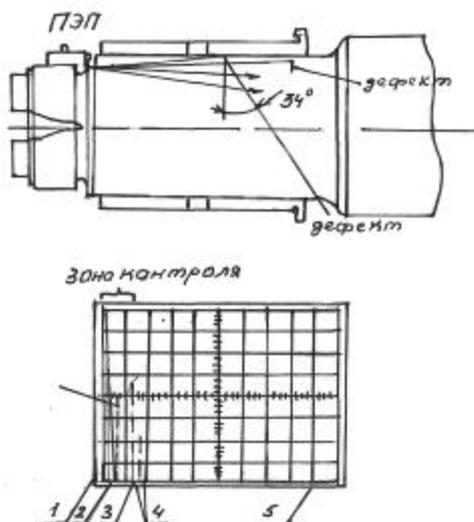
Для осей типа РУ-1Ш применяют прямой ПЭП П111-2,5-К12-002 (из комплекта дефектоскопа УД2-12) или прямой ПЭП из комплекта ПКО, который устанавливают на торец оси вплотную к внешней окружности и торца шейки вне резьбовых отверстий на торце.

Схема и характерный вид экрана ЭЛТ при контроле приведены на рисунке 15.



$$M_{\text{прод}} = 250 \frac{\text{мм}}{\text{дел}}$$

Рис. 14. Схема и вид экрана ЭЛТ при контроле средней части оси: 1 - дефект под внутренней кромкой ступицы колеса; 2 – мешающие сигналы от кромок колес; 3 – сигнал от дефектоскопа под внутренней кромкой ступицы; 4 – сигнал от внешней кромки ступицы колеса; 5 – сигнал от галтелей; 6 – «донный» сигнал.



$$M_{\text{прод}} = 250 \frac{\text{мм}}{\text{дел}}$$

Рис. 15. Схема и вид ЭЛТ при контроле ближней шейки оси:

1 – передний фронт зондирующего импульса; 2 – задний фронт зондирующего импульса; 3 – эхо-сигнал прямого луча от дефекта в галтели шейки оси; 4 – эхо-сигнал трансформаторного луча от модели дефекта в галтели шейки оси; 5 – мешающие сигналы от кромок колец роликоподшипников; 6 – «донный» сигнал

Зона контроля на экране ЭЛТ приведена в таблице 2. Контроль выполняют поочередно с каждого торца оси.

4.3. Этап 3 – УЗК ближней подступичной части оси в зоне под внешней кромкой ступицы.

4.3.1. При УЗК осей без демонтажа элементов колесной пары и снятия колец подшипников.

Для осей типов РУ-1 применяют прямой ПЭП П131-2,5-0/18 из комплекта ПКО, который устанавливают на смазанную маслом торцевую поверхность резьбовой канавки.

Для осей типа РУ-1Ш применяют прямой ПЭП П121-2,5-18 из комплекта ПКО, который устанавливают на торец оси вплотную к внешней окружности и торца шейки вне резьбовых отверстий на торце.

Схема и характерный вид экрана ЭЛТ при контроле приведены на рисунке 6.

4.3.2. При УЗК осей колесных пар после снятия колец подшипников.

Для осей типов РУ-1, РУ-1Ш применяют наклонный ПЭП П121-2,5-50-002 (из комплекта дефектоскопа УД2-12) или наклонный ПЭП из комплекта ПКО который устанавливают на смазанную маслом цилиндрическую поверхность средней части оси в направлении озвучивания подступичной части оси.

Схема и характерный вид экрана ЭЛТ при контроле приведены на рисунке 15.

5. УЗК по Этапу 1.

Для выполнения УЗК следует:

- нанести на рабочую поверхность ПЭП или на торец (зарезьбовую канавку) контактную смазку;
- установить прямой ПЭП на торец (зарезьбовую канавку);
- установить при необходимости регулятором “®” на блоке А6 сигнал от противоположного торца оси на соответствующее деление горизонтальной шкалы для данного типа оси (см.п.3.2.2);
- кнопками аттенюатора довести амплитуду эхо-сигнала от противоположного торца оси до середины экрана ЭЛТ;
- показания аттенюатора N'_0 занести в журнал;
- если разность показаний аттенюатора $N_0 - N'_0 < 10\text{дБ}$, установить на аттенюаторе значение браковочной чувствительности N_1 (дБ);

Примечание: Если разность показаний аттенюатора $N_0 - N'_0 > 10\text{дБ}$, установить на аттенюаторе значение браковочной чувствительности, равное $N'_1 = N_1 - (N_0 - N'_0)$ (дБ)

- установить чувствительность поиска, уменьшив показание аттенюатора на 6-8 дБ;
- выполнить сканирование, перемещая ПЭП по зарезьбовой канавке или последовательно устанавливая его на торце оси в 20-25 точках;
- при появлении в зоне контроля одиночного эхо-сигнала уменьшить чувствительность до браковочной.

6. УЗК по Этапу 2.

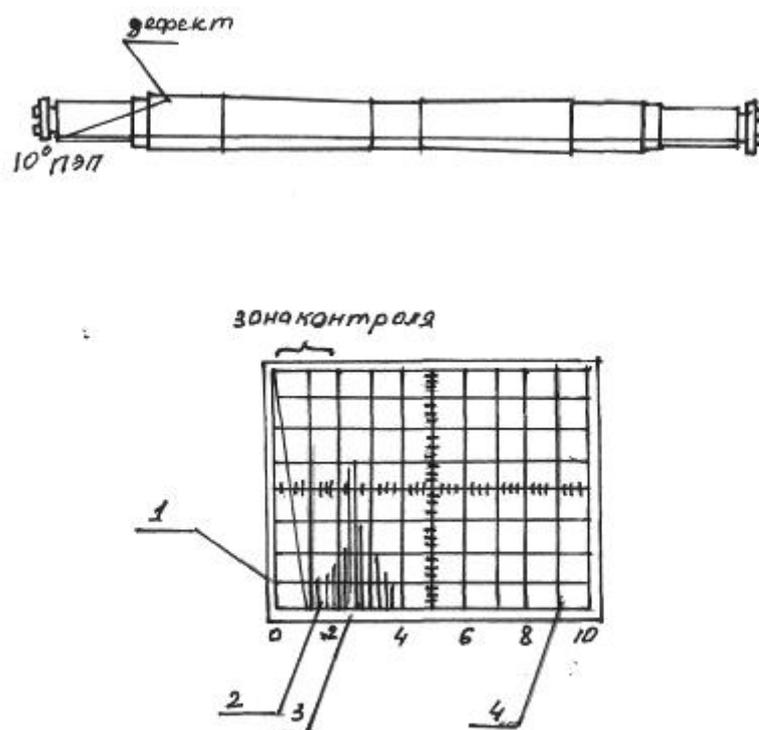
Для выполнения УЗК следует:

- нанести на рабочую поверхность ПЭП или на торец (зарезьбовую канавку) контактную смазку;
- установить прямой ПЭП на торец (зарезьбовую канавку);
- установить на аттенюаторе значение браковочной чувствительности N (дБ) если внутренние кольца подшипников надеты и N если внутренние кольца подшипников сняты;
- установить чувствительность поиска, уменьшив показание аттенюатора на 6-8 дБ;
- выполнить сканирование, перемещая ПЭП по зарезьбовой канавке или последовательно устанавливая его на торце оси в 20-25 точках;
- при появлении в зоне контроля одиночного эхо-сигнала уменьшить чувствительность до браковочной.

7. УЗК по Этапу 3.

7.1. При УЗК осей без монтажа элементов колесной пары и снятия колец подшипников следует:

- нанести на рабочую поверхность ПЭП или на торец (зарезьбовую канавку) контактную смазку;
- установить прямой ПЭП на торец (зарезьбовую канавку);
- установить на аттенюаторе значение браковочной чувствительности N (дБ);
- установить чувствительность поиска, уменьшив показание аттенюатора на 6-8 дБ;
- выполнить сканирование, перемещая ПЭП по зарезьбовой канавке или последовательно устанавливая его на торце оси в 20-25 точках;



$$M_{\text{прод}} = 250 \frac{\text{мм}}{\text{дел}}$$

Рис. 15. Схема и вид экрана ЭЛТ при контроле зон оси типа РУ-1 под внешней кромкой ступицы колеса:

1 – передний фронт зондирующего импульса; 2 – сигнал от дефекта под внешней кромкой ступицы колеса; 3 – мешающие сигналы от кромок колеса и зоны прессового соединения; 4 – «донный» сигнал.

- при появлении в зоне контроля одиночного эхо-сигнала уменьшить чувствительность до браковочной.

7.2. При УЗК осей колесных пар после снятия колец подшипников следует:

- нанести на рабочую поверхность ПЭП или на цилиндрическую поверхность шейки оси контактную смазку;

- установить контрольный ПЭП на цилиндрическую поверхность шейки оси;

- установить на аттенюаторе значение браковочной чувствительности N (дБ);

- установить чувствительность поиска, уменьшив показание аттенюатора на 6-8 дБ;

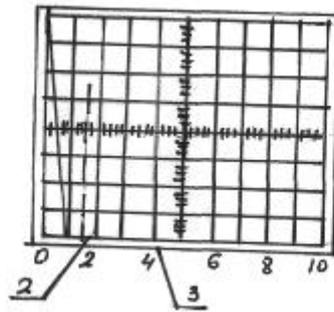
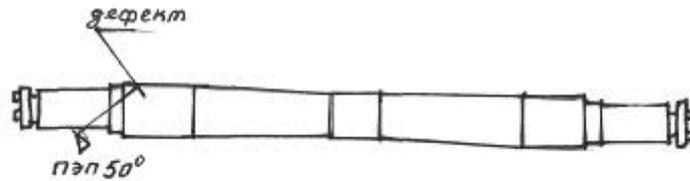
- выполнить сканирование, перемещая ПЭП по окружности оси по продольно-поперечной зигзагообразной траектории, сохраняя расположение центрального луча диаграммы направленности ПЭП в плоскости центрального продольного сечения оси; поперечный шаг сканирования должен быть не более 15 мм;

- при появлении в зоне контроля одиночного эхо-сигнала уменьшить чувствительность до браковочной.

Признаком обнаружения дефекта является появление в зоне контроля эхо-сигнала, который превышает середину экрана ЭЛТ при браковочной чувствительности соответствующего этапа.

Появление признаков обнаружения дефекта может быть вызвано наличием ложных отражателей.

9.1. При продольном перемещении наклонного ПЭП поперечных волн по цилиндрической поверхности средней части оси при установке на аттенуаторе значения брковочной чувствительности N (дБ) эхо-сигнал от дефекта наблюдается вблизи эхо-сигнала от галтельного перехода предподступичной части в подступичную часть оси (рис. 16).



$$M_{\text{попер}} = 140 \frac{\text{мм}}{\text{дел}}$$

Рис. 16. Схема и вид экрана ЭЛТ при контроле зоны оси от внешней ступицы колеса преобразователем поперечных волн:

1 – дефект под внешней кромкой ступицы колеса; 2 – эхо-сигнал от трещины; 3 – эхо-сигнал от внутренней кромки колеса

9.2. При продольном перемещении наклонного ПЭП поперечных волн по цилиндрической поверхности шейки или средней части оси эхо-сигналы перемещаются по экрану ЭЛТ. Граничный слой прессового соединения ступицы колеса с осью может, в ряде случаев, давать диффузное (рассеянное) отражение ультразвука, что приводит к появлению на экране ЭЛТ «размытого» эхо-сигнала, не изменяющего своего положения на экране ЭЛТ при продольном перемещении преобразователя.

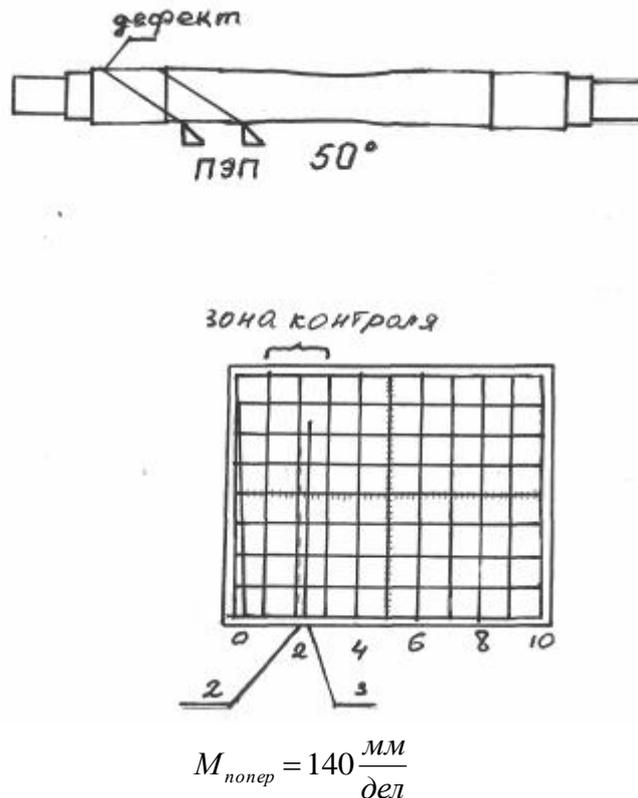


Рис. 17. Схема и вид экрана ЭЛТ при контроле оси наклонным ПЭП:
1 – эхо-сигнал от трещины; 2 - эхо-сигнал от галтели

5. Оценка качества вагонной оси

Ось колесной пары подлежит браковке, если:

- отсутствует сигнал от противоположного торца оси при «сквозном» прозвучивании;
- в зоне контроля при браковочной чувствительности имеется сигнал, превышающий середину экрана ЭЛТ.

Рекомендуемая литература

1. И.И. Бобровская, Технология ремонта вагонов, Ташкент 2006, 180 с.
2. Л.Н. Левыкин, Дефектоскопирование деталей локомотивов и вагонов, М., Транспорт, 1979, 281 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ВИХРЕТОКОВОЕ ДЕФЕКТОСКОПИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ВАГОНА

Цель работы. Ознакомление с устройством дефектоскопа типа ТВД и приобретение навыков дефектоскопирования.

1. Устройство и работа дефектоскопа

На железнодорожном транспорте чаще всего приходится встречаться с трещинами, возникающими в деталях в процессе их эксплуатации. Эти трещины возникают из-за

усталостных явлений в металлах, находящихся длительное время под воздействием знакопеременных нагрузок. Усталостные трещины, развивающиеся с поверхности детали, называют поверхностными, чем подчеркивают их отличие от трещин глубинных (внутренних). Поверхностными являются также трещины, возникающие в процессе шлифовки и закалки, сварки и наплавки деталей. Дефекты в ответственных деталях вагонов могут повлиять на безопасность движения поездов, поэтому при наличии в деталях опасных трещин их нельзя допускать к эксплуатации. Поверхностные трещины в начальной стадии развития в большинстве случаев не обнаруживаются визуальными методами контроля. Поэтому для определения трещин пользуются более совершенными методами, одним из которых является метод вихретокового дефектоскопирования.

Он широко пригоден для дефектоскопирования, измерения толщины стенок, для изучения структуры металла.

Сущность метода состоит в оценке распределения вихревых токов в приповерхностной зоне объекта. Для возбуждения токов используют различные накладные преобразователи, состоящие из одной или нескольких катушек индуктивности. Катушки возбуждаются переменным током и создают переменное магнитное поле. При наложении преобразователя на поверхность объекта такое поле наводит в приповерхностном слое вихревые токи. Магнитное поле вихревых токов в свою очередь воздействует на катушки преобразователя, изменяя их электрическое поле сопротивления или наводя в них электродвижущую силу. Изменение напряжения в выводах катушки или ее сопротивления дает информацию о состоянии приповерхностного слоя контролируемого объекта.

С помощью вихретокового дефектоскопа могут обнаруживаться дефекты, в том числе под слоем лакокрасочного покрытия не более 0.2 мм.

Дефекты выявляются глубиной:

на немагнитных материалах не менее 0.15 мм;

на немагнитных жаропрочных (титановых) материалах не менее 0.5 мм;

на ферромагнитных материалах не менее 0.15 мм.

В данной лабораторной работе используется токовихревой дефектоскоп типа ТВД 0-0-0 ТО. Сема дефектоскопа состоит из автогенератора ВЧ, измерительного узла, регистрирующего узла и источника питания.

Автогенератор ВЧ выполнен на полевом транзисторе У1 с $p-n$ переходом и n -каналом по схеме двухконтурного автогенератора с емкостной обратной связью. Первый параллельный резонансный контур автогенератора включен в цепи затвора полевого транзистора У1, который составлен из индуктивности датчика У1 и параллельно подключенных к нему: постоянного конденсатора С3, настроечных С1 и С6, емкости кабеля датчика, конденсатора С18 – для немагнитных материалов. Конденсатор С5 используется в качестве элемента в схеме автогенератора. Автогенератор обеспечивает прерывистый режим работы (см. рис.13) со значительными интервалами между импульсами.

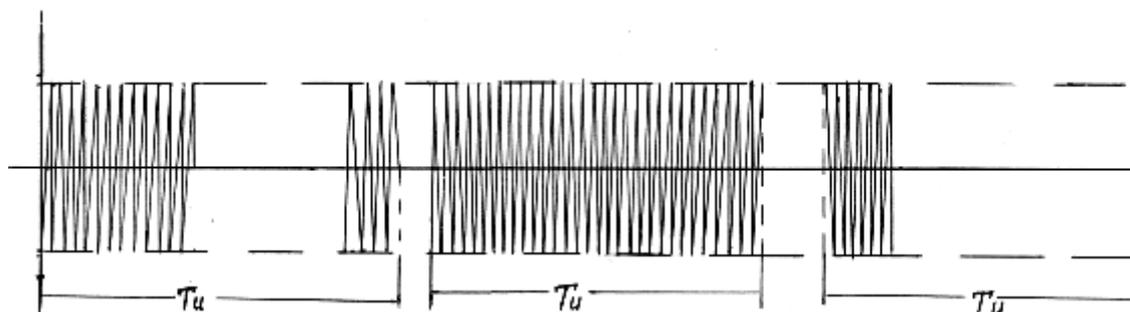


Рис. 13. Диаграмма режима работы автогенератора

Период повторения импульсов T выбран в верхней части звукового диапазона, частота которой используется для контроля местонахождения датчика: на поверхности материала или в воздухе. При установлении датчика в воздухе интервал между импульсами значительно уменьшается, вместе с этим частота звукового сигнала понижается. При перемещении датчика по поверхности материала в сторону дефекта интервал между импульсами еще более уменьшается, также понижается частота звукового сигнала, что указывает на приближение датчика к дефекту. При установлении датчика на поверхности в зоне дефекта автогенератор переходит в режим почти непрерывной генерации: импульсы большой длительности с очень короткими интервалами между ними (рис.14). При этом ток стока транзистора $У1$ резко возрастает, а постоянное напряжение на стоке (вывода 2) транзистора $У1$ резко падает.

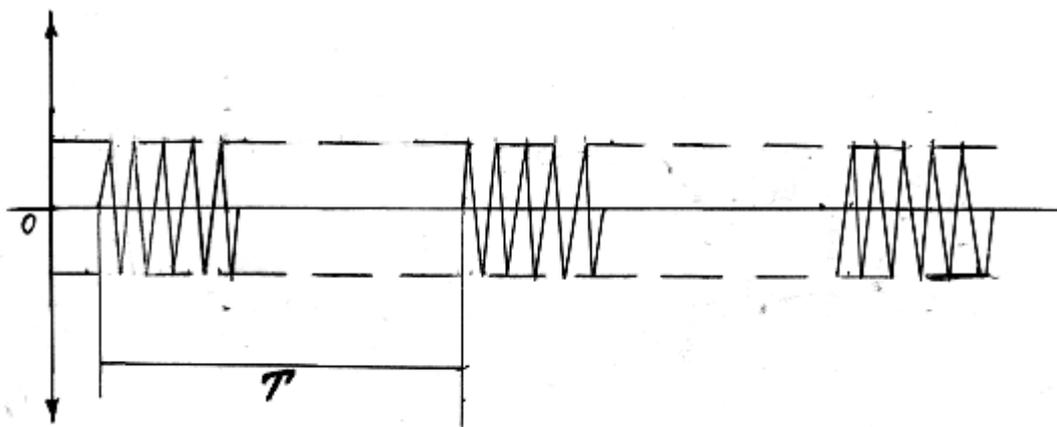


Рис.14. Диаграмма автогенератора в режиме непрерывной генерации

Напряжение питания на автогенератор поступает от источника $G-B1$ через стабилизатор тока на полевом транзисторе $У2$ с n -каналом. Это позволяет получить большой перепад напряжения транзистора $У1$ при переходе автогенератора из режима прерывистой генерации к непрерывной, большую крутизну этого перепада и более стабильную работу автогенератора при контроле разных материалов.

Стабилизатор тока для радиочастоты автогенератора шунтирован конденсатором $C7$, емкость которого выбрана такой, чтобы не шунтировалось напряжение с частотой следования радиоимпульсов (звуковой частотой). Для температурной стабилизации работы автогенератора в исток (вывод 1) транзистора $У2$ установлены элементы: диод $У3$ и резистор $R2$.

Стабилизатор тока на транзисторе $У2$ при прерывистой генерации работает на наклонной ветви вольтамперной стоковой характеристики в точке A (см. рис.15), которая находится вдали от точки перехода автогенератора в режим непрерывной генерации.

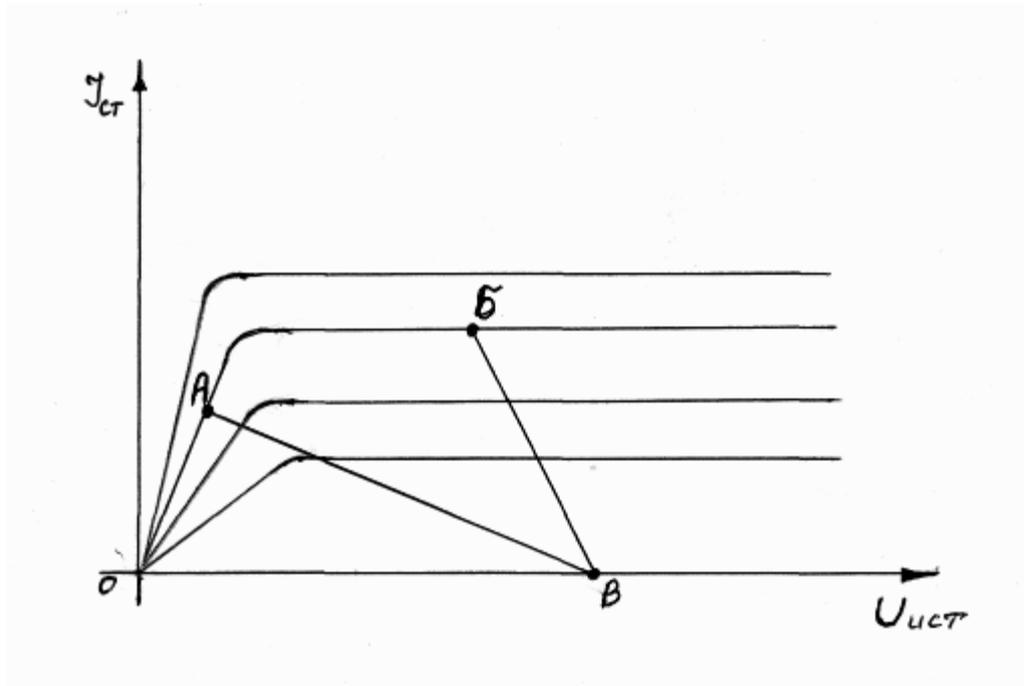


Рис.15. График работы стабилизатора тока на транзисторе

При приближении к дефекту (к точке перехода в режим непрерывной генерации) ток транзистора $У1$ возрастает и рабочая точка переходит в область насыщения характеристики $У2$ (точка Б, см. рис. 15), при котором постоянное напряжение между стоком (выводом 2) транзистора $У2$ и общим проводом резко снижается и автогенератор на транзисторе $У1$ переходит в режим непрерывной генерации. В момент, когда это напряжение достигает нуля, происходит полный срыв генерации автогенератора. При отводе датчика от дефекта прерывистая генерация восстанавливается, Резонансная частота параллельного контура датчика выбирается ниже резонансной частоты контура, составленного из индуктивности $L1$ и емкости монтажа, включенного в цепи стока.

В схеме потенциал базы транзистора $V5$ с помощью переменного резистора $R5$ выбирается таким, что транзистор $V5$ открывается при напряжении на стоке $У2$ соответствующим переходу в режим непрерывной генерации. Коллекторный ток транзистора $У5$ открывает транзистор $У4$, что вызывает появление на коллекторе $У4$ потенциала, близкого к потенциалу плюсового зажима источника питания.

С коллектора $У4$ положительное напряжение поступает на светодиод $У13$ (через резистор $R6$) и на генератор звукового индикатора, выполненного на транзисторах $У9$ и $У10$.

При появлении положительного потенциала на коллекторе транзистора $У4$ начинает заряжаться конденсатор $C9$ через резистор $R7$ и соответственно разряжается конденсатор $C8$. При достижении напряжения включения открывается однопереходной транзистор $У8$, и заряжая конденсатор $C8$ через эмитерно-базовый переход $У6$, кратковременно открывая транзистор $У6$.

Открытый транзистор $У6$ шунтирует токостабилизирующий транзистор $У2$ и потенциал на его стоке повышается. И если датчик сместить с дефекта, то восстановится прерывистая генерация, транзистор $У5$ закроется, потенциал на коллекторе $У4$ упадет до нуля, вызывая при этом выключение светового и звукового индикаторов.

Если же датчик продолжает оставаться на дефекте, то происходит очень кратковременное восстановление прерывистой генерации и выключение индикаторов, затем снова происходит срыв прерывистой генерации. Другими словами, процесс восстано-

ления и срыва прерывистой генерации периодически повторяется, вызывая импульсное свечение светодиода и звучание звукового индикатора. При быстром перемещении датчика по детали, время звучания не совпадает со временем нахождения датчика над дефектом и определяется постоянной времени цепи R7, C8, C9.

Напряжение на автогенераторе (потенциал стока вывода 2, транзистора У2) после перехода в режим непрерывной генерации зависит от амплитуды высокочастотных колебаний автогенератора, т.е. от размера дефекта (глубины срыва). Это, в свою очередь, определяет ток коллектора транзистора У5, протекающий через резистор R3.

С увеличением размера дефекта (глубины срыва) ток коллектора транзистора У5, падение напряжения на резисторе R3 и на базе транзистора У9 возрастают, что приводит к повышению частоты релаксационного Н4 генератора на однопереходном транзисторе У10 и звукового сигнала в головных телефонах.

2. Описание конструкции дефектоскопа

Дефектоскоп представляет собой портативный прибор (рис. 16), на передней панели которого установлены: микроамперметр PV1, светодиод У13, разъем для подключения датчика, разъемы для подключения головных телефонов, а также выведены ручки: переменного конденсатора С1, обозначенного „настройка грубо”, переменного конденсатора С6, обозначенного „настройка плавно”, тумблера „Вкл”, переменного резистора R16, обозначенного „смещение”.

В комплект дефектоскопа входят датчики типа „карандаш” и „Г - образные”, которые отмечаются друг от друга только конструкцией.

Внутри кожуха находится батарея питания.

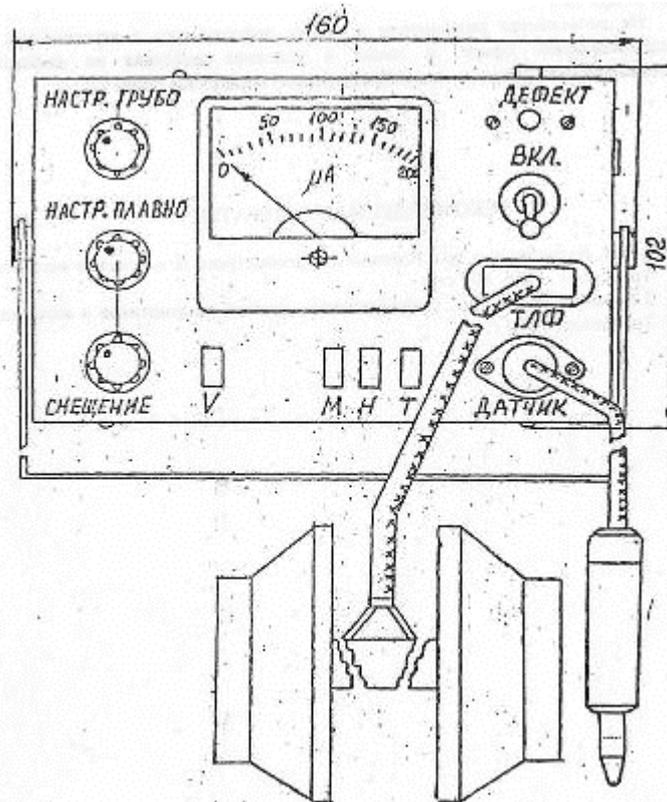


Рис.16. Общий вид токовихревого дефектоскопа

3. Порядок работы

К разъему „датчик” на передней панели приборного блока подключить датчик типа „Карандаш” либо „Г - образный”, головные телефоны, затем включить кратковременным нажатием одну из трех кнопок на передней панели приборного блока, предназначенных для контроля деталей из следующих материалов:

- кнопка „Н” – для немагнитных;
- кнопка „Т” – для титановых;
- кнопка „М” – для ферромагнитных;

Выключение кнопки производится кратковременным нажатием любой из двух других кнопок.

Установить ручки на поверхности контролируемой детали вне зоны предполагаемого дефекта так, чтобы ось датчика была перпендикулярной или отклонения от перпендикуляра не более 10° к поверхности детали.

Установить ручки „Настройка грубо” и „Настройка плавно” в среднее положение, а ручку „смещение” – в крайнее левое положение. Поворачивая ручку, „настройка плавно” добейтесь возникновения непрерывной генерации дефектоскопа, о чем будет свидетельствовать срабатывание всех видов сигнализации дефекта:

- резкое отклонение стрелки микроамперметра вправо;
- загорание светодиода „Дефект”;
- возникновение в головных телефонах громко переменного – тонального звука сигнала низкой частоты.

Плавно поворачивая ручку, „Настройка плавно” в противоположное направление, добейтесь прерывистой генерации дефектоскопа, о чем будет свидетельствовать выключение всех видов сигнализации дефекта:

- резкое возвращение стрелки микроамперметра к нулю;
- погасание светодиода „Дефект”;
- затухание в головных телефонах сигнала низкой частоты.

Ручкой „Смещение” установить стрелку микроамперметра на 10 – 30 деление шкалы. При этом световой индикатор „Дефект” горит, а в головных телефонах прослушивается негромкий сигнал высокой звуковой частоты, свидетельствующий о наличии контакта датчика с контролируемой поверхностью.

Кратковременно снять и удалить датчик от контролируемой поверхности и убедиться, что при этом стрелка микроамперметра возвращается к нулю, светодиод „Дефект” останется в выключенном состоянии, а в головных телефонах звуковой сигнал исчезает, резко ослабляется.

После указанной настройки дефектоскопа производится поиск дефекта посредством передвижения датчика без отрыва его от поверхности материала.

После окончания работы с дефектоскопом тумблер выключения напряжения питания установить в положение «Выкл».

4. Указание мер безопасности

Дефектоскоп обеспечивает нормальную работу при изменении температуры окружающего воздуха от -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажностью до 80 % при 30°C .

Не допускается размещение и работа дефектоскопа в агрессивной, либо взрывоопасной сфере, а также в условиях действия на дефектоскоп механических (ударных им вибрационных) перегрузок более 2Д.

Рекомендуемая литература

1. И.И. Бобровская, Технология ремонта вагонов, Ташкент 2006, 180 с.
2. В.С. Герасимов, Технология вагоностроения и ремонта вагонов, М. Транспорт, 1988, 440 с.
3. Л.Н. Левыкин, Дефектоскопирование деталей локомотивов и вагонов, М., Транспорт, 1979, 281 с.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	1
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.....	6
ОБЩИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ	6
1. Дефекты колеса.....	7
2. Дефекты оси.....	8
3. Содержание работы и порядок измерения.....	8
Рекомендуемая литература.....	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.....	15
МАГНИТНОЕ ДЕФЕКТОСКОПИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ ..	15
1. Техника безопасности при выполнении лабораторной работы.....	15
2. Цель работы	15
3. Теоретические сведения.....	15
4. Принцип магнитного дефектоскопирования вагонных осей	16
5. Оснастка, необходимая для магнитного дефектоскопирования.....	17
6. Основные операции, выполняемые при магнитном вагонных осей	17
Рекомендуемая литература.....	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.....	19
КОНТРОЛЬ ПОДСТУПИЧНЫХ ЧАСТЕЙ ОСИ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ДЕФЕКТОСКОПОМ.....	19
1. Общие положения	19
2. Оборудование, материалы и вспомогательные инструменты.....	20
3. Подготовка к контролю.....	20
4. Проведение контроля	21
5. Оценка качества вагонной оси	27
Рекомендуемая литература.....	27
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.....	27
ВИХРЕТОКОВОЕ ДЕФЕКТОСКОПИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ВАГОНА	27
1. Устройство и работа дефектоскопа	27
2. Описание конструкции дефектоскопа.....	31
3. Порядок работы	32
4. Указание мер безопасности	32
Рекомендуемая литература.....	33