

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ИННОВАЦИОННЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
МАГИСТРАТУРА

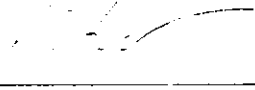
Кафедра «Автоматизированные системы обработки  
информации и управления»

Магистерская диссертация

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА ВАГОНОВ НА  
ПРИМЕРЕ ТОО «ЭКОТРАНСМОБИЛ-П»**

БНП-14 «Вычислительная техника и программное обеспечение»

Исполнитель  01.06.09 Д.С. Сартаков  
(подпись, дата)

Научный руководитель  
к.т.н., профессор  04.06.09 В.В. Наумов  
(подпись, дата)

Допущен к защите  
Зав. кафедрой «АСОИиУ»  В.В. Наумов  
профессор (подпись, дата)

Павлодар, 2009

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Инновационный Евразийский Университет

Магистратура

Направление подготовки

Кафедра

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение магистерской диссертации**

Магистранту (ке)

Тема диссертации

утверждена приказом по университету от " 15 " 11 2007 г. №

Срок сдачи законченной диссертации

Исходные данные к диссертации

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов или краткое содержание:

а)

б)

## **Реферат**

Магистерская диссертация выполнена объемом 69 страниц и содержит 5 таблиц, 7 рисунков.

Объект исследования: Вагоноремонтные организации, ТОО «ЭкоТрансМобил-П» г.Павлодар.

Цель исследования: Ознакомление с современными проблемами железной дороги Республики Казахстан; анализ новых путей решения проблем с применением современных технологий в области автоматизации.

Методы исследования: Анализ современного состояния железной дороги; анализ применяемых технологических процессов ремонта вагонов; анализ технической документации вагоноремонтных организаций.

Полученные результаты: Разработка нового метода диагностирования котлов цистерн, предоставление проектов автоматизации нового метода.

Новизна работы заключается в применении новых современных технологий для технологического процесса диагностирования котлов цистерн в вагоноремонтных организациях.

## Содержание

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                                                                                    | 3  |
| 1 Аналитический обзор.....                                                                                                                       | 4  |
| 1.1 Анализ современных проблем железной дороги.....                                                                                              | 4  |
| 1.2 Анализ существующих методов<br>автоматизации технологических процессов ремонта вагонов.....                                                  | 5  |
| 1.3 Анализ применяемого оборудования и<br>технической документации для ремонта вагонов.....                                                      | 9  |
| 1.4 Методы определения количества технологического оборудования и<br>оснастки производственных подразделений вагоноремонтных<br>организаций..... | 38 |
| 1.5 Постановка целей.....                                                                                                                        | 39 |
| 2 Применяемый технологический процесс ремонта котлов цистерн .....                                                                               | 40 |
| 2.1 Подготовительные работы.....                                                                                                                 | 41 |
| 2.2 Оборудование и оснастка.....                                                                                                                 | 42 |
| 2.3 Дефектация.....                                                                                                                              | 43 |
| 2.4 Ремонтные работы.....                                                                                                                        | 44 |
| 3 Разработка нового метода технологического процесса дефектации<br>котлов цистерн.....                                                           | 46 |
| 3.1. Основные виды неразрушающего контроля.....                                                                                                  | 52 |
| 3.2 Выбор неразрушающего метода контроля.....                                                                                                    | 56 |
| 3.3 Новый метод технологического процесса дефектации котлов цистерн.....                                                                         | 58 |
| 3.4 Необходимое оборудование.....                                                                                                                | 61 |
| 4. Проект автоматизации нового технологического процесса<br>диагностирования котлов цистерн .....                                                | 63 |
| 4.1 Первый метод автоматизации.....                                                                                                              | 64 |
| 4.2 Второй метод автоматизации.....                                                                                                              | 65 |
| Заключение.....                                                                                                                                  | 67 |
| Литература .....                                                                                                                                 | 68 |

## Введение

Развитие инновационной деятельности в Казахстане в последние годы приобретает особое значение. Разработка новых идей, а также применение их внутри той или иной корпорации – будь то внедрение новой продукции, новых стратегий управления бизнесом или других производственных процессов – являются необходимыми условиями для роста и развития любого успешного государственного или частного предприятия. Сегодня, когда в республике реализуется Стратегия индустриально-инновационного развития, внедрение инновационных проектов в ключевые отрасли экономики способно существенно модернизировать железную дорогу.

Технология вагоностроения и ремонта вагонов является наукой, которая изучает сущность, взаимосвязь, развитие многочисленных и разнообразных технологических процессов, используемых при изготовлении и ремонте вагонов в целом, их сборочных единиц и деталей.

Сложны и многообразны процессы изготовления и ремонта вагонов. Для их осуществления требуются значительные затраты труда и времени, необходимы различные технологическое оборудование и оснастка.

Вагоностроительные и вагоноремонтные предприятия представляют собой производственно – хозяйственные организации, состоящие из основных и вспомогательных производственных участков и обслуживающих хозяйств, в которых одновременно протекает множество разнородных, но в то же время тесно взаимосвязанных процессов производства. Ведущее место среди них занимают технологические процессы, в результате осуществления которых предприятие выпускает новые или отремонтированные вагоны.

Основу вагоностроительного и вагоноремонтного производств составляют специализированные предприятия, оснащенные высокопроизводительными станками, вагоноремонтными машинами, автоматическими и механизированными поточными линиями для изготовления и ремонта деталей и сборочных единиц вагонов.

Для повышения качества ремонта и надежности вагонов большое значение имеет уровень технологии вагоноремонтного производства. Поэтому предусмотрены внедрение на вагоноремонтных предприятиях прогрессивных технологических процессов восстановления деталей и сборочных единиц вагонов, повышение уровня требований к соблюдению технологических процессов.

Главное направление развития современного вагоноремонтного производства состоит в его дальнейшей индустриализации, основой которой служит система машин, обеспечивающая комплексную автоматизацию технологических процессов ремонта вагонов и производства запасных частей.

## **1 Аналитический обзор**

### **1.1 Анализ современных проблем железной дороги**

Старение вагонного и локомотивного парка на железной дороге стало большой экономической проблемой. Проблемы железной дороги с износом основных фондов, особенно подвижного состава возникли не сегодня. Они шли по нарастающей все последние годы. Причина в целом ясна: экономике, существовавшей в кризисном состоянии, было не до обновления транспортных фондов, особенно настолько дорогих, как у железной дороги, где цена только одного локомотива доходит до нескольких миллионов долларов.

В советские времена железнодорожный сегмент транспортной системы были построен достаточно хорошо, с большим запасом прочности, что позволило просуществовать последние пятнадцать лет. Но проблемы нарастали и начинали переходить из количества в качество. Естественно, плохое.

Общее количество грузовых вагонов сегодня составляет 76 979 единиц (не считая вагонов, принадлежащих частным компаниям). Из них 13 084 вагона, или 17%, полностью выработали свой ресурс. Это очень высокий показатель износа вагонного парка. Лишь 10 225 вагонов, или 13%, имеют износ до 50%. Что, кстати, тоже немалый показатель выработки, но на общем нынешнем фоне может рассматриваться как приемлемый. Эксперты отмечают, что в ожидании исключения из инвентарного парка периодически простаивает до 3000 единиц вагонов. На протяжении последних трех кварталов в неисправном состоянии в среднем в сутки находилось более 27 000 вагонов. При этом количество изношенных единиц грузового вагонного парка продолжает увеличиваться, особенно это касается парка цистерн и полувагонов. Большая часть грузового вагонного парка по действующим нормативам приближается к предельным срокам эксплуатации: от 20 до 32 лет. Самый же неприятный факт даже не это, а то, что количество вагонов со сроком менее десяти лет составляют всего около 2% от общего числа грузовых вагонов. То есть, обновление парка вагонов явно не соответствует количеству выводимого из эксплуатации изношенному парку вагонов.

Структура вагонного парка тоже не удовлетворяет потребностям перевозчиков. Самым большим дефицит являются полувагоны, цистерны и контейнера, то есть именно те типы вагонов, которые больше всего нужны для перевозки тех грузов, что перевозятся в Казахстане. При этом есть большой парк вагонов, которые не особо используются сегодня - рефрижераторы и неспециальные платформы. Сложная ситуация и с локомотивами. Еще два года назад из общего парка локомотивов примерно в 1100 машин в активном рабочем парке было 550 грузовых и 120 для пассажирских перевозок. Уже тогда прогнозировалось, что примерно с 2010 года железная дорога столкнется с серьезной проблемой активного выбытия локомотивов из строя.

Учитывая это, до 2014 года предусмотрено приобретение 104 электровозов и 152 тепловозов, модернизация 85 магистральных тепловозов и 141

маневровых. В ближайшие три года будет приобретено 11 новых локомотивов. В настоящее время проводится тендер по их приобретению. Суммарный объем инвестиций в локомотивное хозяйство в период с 2010-2015 года планируется в пределах 127,3 млн. долларов. Наращивание объемов капитального ремонта поездных локомотивов позволило сократить в текущем году число тепловозов с перепробегом до 48,5 машин, против 131 в 2007 году и 77,5 в 2008 году. Приобретаются 120 комплектов радиостанций диапазона УКВ и КВ для связи машинистов пассажирских локомотивов с начальником поезда. Из 310 локомотивов, работающих в пассажирском движении 199 единиц, или 64,2% оборудовано электропневматическими тормозами. Завершение этой программы намечено в 2010 году.

Предпринимаются меры на казахстанской железной дороге и для решения проблем с вагонами. В период с 2009 по 2015 годы планирует приобретение 9600 полувагонов и 3700 цистерн, для чего предусматриваются необходимые инвестиции. В настоящее время проблема поддержания рабочего парка грузовых вагонов решается путем увеличения объемов ремонта и выполнения капитально-восстановительного ремонта с продлением срока службы. За прошлый год капитально отремонтированы 3300 вагонов.

Очевидно, все эти меры позволят сгладить проблему и обеспечить на ближайшее время функционирование железной дороги. Но достаточно ли всего этого в случае увеличения объема перевозок, который логично должен следовать за экономическим ростом в стране, и тем более для реализации больших планов по развитию транзитных грузоперевозок.

## **1.2 Анализ существующих методов автоматизации технологических процессов ремонта вагонов**

В последние годы увеличился рост методов автоматизации технологических процессов ремонта вагонов, большую часть которых составляют индивидуальные разработки инженеров отдельных ремонтных депо, и лишь малую долю этих методов составляют крупные государственные проекты.

Рассмотрим наиболее крупные проекты, внедренные за последний год.

Вагонное колесо является наиболее ответственным элементом ходовой части вагона, от надежности которого во многом зависит безопасность движения. В процессе эксплуатации колесо подвергается воздействию широкого спектра нагрузок, как со стороны элементов пути, так и со стороны вагона. Излом колесной пары влечет за собой сход не только одного вагона, но и всего состава поезда. С целью повышения безопасности движения на железнодорожном транспорте разработано устройство видеоконтроля подвижного состава (УВК ПС). Оно обеспечивает автоматизированный видеоконтроль колесных пар движущихся вагонов.

Такой контроль на ходу поезда является достаточно эффективным, поскольку он выполняется цифровой оптикой, способной видеть не хуже человеческого глаза, но более быстродействующей. Это позволяет

проводить контроль на скорости движения около 10 км/ч, тем самым сокращая время простоя состава.

Достоверность контроля повышается путем программной обработки полученных с видеокамер данных. При использовании такого способа человек выводится из опасной зоны.

Поскольку во время движения подвижного состава колесо на  $2/3$  своей площади закрыто боковой рамой тележки, то чтобы получать полное изображение поверхности колеса, требуется установить 3 видеокамеры, которые должны находиться на расстоянии, обеспечивающем отображение всей поверхности колеса.

В основу работы УВК ПС положен принцип программного анализа графических образов, воспринимаемых видеоадаптером на основе прибора с зарядовой связью.

Устройство УВК ПС устанавливают в центре рельсового полотна, ниже уровня головок рельса (с целью контроля внутренней поверхности), а также по обе стороны от железнодорожного пути (для контроля наружной поверхности колесной пары).

Напольные камеры, смонтированные внутри профиля пути, закрывают сверху прочным защитным кожухом, чтобы защитить их от удара волоочащимися деталями подвижного состава. Соединительные провода и кабели передачи информации (КПИ) укладывают в междупальном пространстве.

Возле видеокамер установлены и целенаправленно ориентированы световые прожекторы таким образом, чтобы можно было освещать диск колеса в перекрестном свете, тем самым избегая бликов.

Конструктивно УВК ПС состоит из центрального процессора, управляющего работой нескольких позиций контроля. Каждая позиция контроля представляет собой участок пути, оборудованный управляемыми от центрального процессора видеоадаптерами, позволяющими считывать изображение наружной и внутренней поверхности колеса.

Управление видеоадаптером выполняется центральным процессором по сигналу, поступающему от путевого датчика, через кабель передачи информации. Видеоадаптер конструктивно состоит из оптической системы, через которую изображение контролируемого объекта фокусируется на матрицу прибора с зарядовой связью.

Информация с прибора с зарядовой связью считывается видеоконтроллером в момент «наезда» колесной парой на путевой датчик и записывается в оперативное запоминающее устройство. По команде от центрального процессора информация об изображении объекта считывается в память центрального процессора, где выполняется ее анализ по разработанному авторами алгоритму.

Принцип работы алгоритма программы основан на построении гистограмм распределения яркости и контрастности при сравнении дефектной и бездефектной поверхностей. Обнаружив дефект, программа выдает через внутренний динамик специальный звуковой сигнал.

Данная установка может использоваться как для снятия входных и выходных параметров состояния колесных пар до и после ремонта, так и для диагностики и промежуточного контроля во время длительной эксплуатации вагонов.

Инновационные разработки в области неразрушающего контроля представило ЗАО «Виматек». Оно представило две модульные установки для контроля колесных пар, которые позволяют выявлять поверхностные и подповерхностные дефекты, возникающие в процессе эксплуатации, а также измерять 18 геометрических параметров колес. Два готовых модуля - магнитопорошкового контроля и бесконтактного измерения геометрических параметров колес (с использованием лазерных триангуляционных датчиков) - в дальнейшем планируется дополнить модулями очистки колесных пар, а также модулем ультразвукового контроля для выявления внутренних дефектов. Все оборудование в комплексе должно составить единую технологическую линию по контролю колесных пар.

Данная разработка позволит не только автоматизировать контроль состояния деталей вагонов, но и значительно повысить достоверность результатов контроля.

Контрольный модуль «Магнитоскоп-КП» предназначен для магнитопорошкового контроля колесных пар грузового вагона при проведении ремонта на специализированных участках вагонных депо и заводов. Модель имеет следующие особенности:

- применение программного обеспечения для автоматического поиска, распознавания дефектов, протоколирования и архивирования результатов контроля;
- автоматизация технологических операций контроля;
- автоматический мониторинг параметров контроля (интенсивности УФ-излучения, затемненности инспекционной кабины, качества магнитной суспензии и др.).

Контрольный модуль «Геометрикс» создан для бесконтактного измерения геометрических параметров колесных пар. Его особенности:

- автоматический замер линейных размеров колесных пар;
- проведение анализа параметров путем сравнения с предельными размерами;
- автоматическое протоколирование и архивирование результатов измерений;
- использование лазерных триангуляционных датчиков.

Данные установки позволяют повысить качество ремонта колесных пар на новый уровень.

С целью развития инновационной техники и технологий в Казахстане разработана программа инновационных проектов до 2013 года, в рамках которой планируется провести комплексную модернизацию подвижного состава, узлов и деталей грузовых вагонов для повышения их надежности и продления эксплуатационных ресурсов, а также автоматизировать систему управления технологическим процессом ремонта вагонов. Уже сегодня

некоторыми вагоноремонтными депо Казахстана при плановых видах ремонта проводится модернизация тележек модели 18-100 по российской технологии, увеличивающая пробег тележек со 100-120 тыс. км до 160 тыс. км. Наряду с этим внедряется опыт американских коллег, позволяющий увеличить гарантийный пробег тележек почти в десять раз, а пробег грузовых вагонов – втрое за счет модернизации тележек модели 18-100 износостойкими элементами и колесами по американской технологии «А.Стаки Компани». Суть технологии заключается в изменении профиля колеса и установки износостойких элементов в узлы трения тележек, которые принимают «нагрузку» на себя, тем самым, предотвращая износ наиболее дорогих литых деталей тележек. Нововведение позволит значительно снизить затраты на ремонт тележек и колесных пар, повысить надежность и срок эксплуатации вагонов, сократить отцепки в пути следования и, что немаловажно, связанные с ними задержки поездов. Для того чтобы американская технология стала «отечественным продуктом» представители «А.Стаки Компани» намерены обучить казахстанских специалистов технологии установки износостойких элементов.

Еще одно новшество, взятое на вооружение, направлено на увеличение ресурса колесных пар. В следующем году планируется закуп цельнокатаных колес с улучшенными механическими свойствами, обладающих повышенной износостойкостью по сравнению со стандартными колесами, используемыми на сегодняшний день. Так называемые «твердые» колеса с 2005 года успешно используются на российских железных дорогах, их применение значительно сократило эксплуатационные дефекты колес, а также расходы на их ремонт.

Есть среди разработок и «ноу-хау», внедряемые отечественными компаниями, одно из них в настоящее время проходит апробацию на полувагонах АО «Қазтеміртранс». Суть инновации, как и всё гениальное, предельно проста: на внутреннюю поверхность кузовов полувагонов, наиболее подверженных разрушению и негативному внешнему воздействию, наносится специальная антикоррозийная краска, обладающая прекрасными защитными свойствами. Благодаря применению новой технологии, уверены специалисты компании, сократится сменяемость крышек разгрузочных люков полувагонов по причине их коррозии, такой вагон надежно защищен, а значит и прослужит дольше, и затрат на его ремонт гораздо меньше.

Для сокращения сроков внедрения в вагоноремонтное производство новых технических средств и технологий, повышения качества ремонта и технического обслуживания вагонов необходимо существенно повысить производительность труда технологов и качество технологической документации, определяющей параметры всех операций, выполняемых на производственных участках. Решить эту задачу можно за счет автоматизации проектирования новых и корректировки действующих технологических процессов на основе использования ПЭВМ

### **1.3 Анализ применяемого оборудования и технической документации для ремонта вагонов**

Ремонт вагонов осуществляется с помощью оборудования и технической документации оговоренной в «Регламенте технической оснащенности вагоноремонтных организаций Республики Казахстан» (далее - Регламент). В Регламенте установлены требования к составу и номенклатуре основного технологического оборудования и оснастки, необходимого для выполнения ремонта грузовых вагонов, их узлов и деталей в соответствии с требованиями нормативной технической документации по ремонту грузовых вагонов. Данный Регламент разработан с учетом достигнутого уровня технической оснащенности вагоноремонтных организаций, внедривших новые технологии ремонта, восстановления грузовых вагонов и ресурсосберегающее оборудование. При оснащении вагоноремонтных организаций в соответствии с требованиями Регламента допускается использование дополнительного технологического оборудования и оснастки, позволяющего организовывать эффективный ремонт грузовых вагонов. Регламент разработан для следующих производственных подразделений вагонного хозяйства:

- вагоноремонтных организаций;
- вагоноколесных мастерских (ВКМ);
- промывочно-пропарочных станций (ППС).

В Регламенте установлен перечень основного технологического оборудования и оснастки для ремонта грузовых вагонов, их узлов и деталей без учета средств измерений, применяемых при ремонте грузовых вагонов. Также учтены требования по организации труда с учетом форм разделения и кооперации труда для обеспечения ритмичной работы производственных подразделений вагоноремонтных организаций.

Регламент предназначен для инженерно-технических работников вагоноремонтных организаций, а также проектных, научно-исследовательских организаций и должен использоваться в качестве основного нормативного документа при разработке мероприятий по техническому оснащению, переоснащению и модернизации производственных подразделений вагоноремонтных организаций, а также при проектировании, реконструкции, расширении существующих и строительстве новых вагоноремонтных организаций. Регламент является основным документом для определения, потребности в технологическом оборудовании и оснастке, а также при изменении специализации вагоноремонтных организаций, увеличении их производительности и определении соответствия производственных подразделений вагоноремонтных организаций требованиям нормативной технической документации.

Перечень технологического оборудования и оснастки в Регламенте, позволяет определить необходимое количество оборудования на каждую технологическую операцию ремонта универсальных и специализированных вагонов. Причастными работниками должны приниматься меры по совершенствованию имеющегося технологического оборудования и оснастки,

развитию и внедрению в вагоноремонтных организациях новых технологий ремонта, современного высокопроизводительного технологического оборудования и оснастки обеспечивающего энерго- и ресурсосбережения. В том случае, если вагоноремонтная организация специализируется на ремонте нескольких типов грузовых вагонов, то при определении номенклатуры требуемого оборудования и оснастки следует соблюдать условия наличия всего необходимого технологического оборудования и оснастки, относящегося к ремонту этих типов вагонов.

В дополнение к технологическому оборудованию и оснастке указанному в Регламенте вагоноремонтные организации должны иметь комплекс устройств для оперативного руководства работой технологических служб и административно-хозяйственного аппарата, включающий устройства сигнализации и связи, локальную автоматизированную информационно-справочную сеть с каналами связи АРМ участков и отделений взаимосвязанных с АРМ руководителей вагоноремонтных организаций.

В таблице 1 перечислен основной список оборудования и технической документации, необходимых для каждого вида ремонтных работ.

Таблица 1 - Основной перечень необходимого оборудования

| Вагоносборочный участок |                                                  |                                                                                                                                                                                                                              |                  |                                                                                                                        |
|-------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| № п/п                   | Наименование технологической операции            | Техническая документация, регламентирующая технологическую операцию                                                                                                                                                          | Вид оборудования | Наименование технологического оборудования и оснастки                                                                  |
| 1                       | 2                                                | 3                                                                                                                                                                                                                            | 4                | 5                                                                                                                      |
| 1                       | Ремонт деталей автосцепного устройства на вагоне | Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по дефовскому ремонту (далее – Руководство по ДР)<br>Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по капитальному ремонту (далее – Руководство по КР) | Монтажное        | Установка для снятия и постановки поглощающего аппарата с тяговым хомутом                                              |
| 2                       | Ремонт автотормозного оборудования на вагоне     | Инструкция по ремонту тележек грузовых вагонов<br>Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров                                                                                                          | Испытательное    | Установка для испытания тормоза на вагоне типа «СИТОВ» НПП «Тормо»                                                     |
| 3                       | Транспортировка деталей и запасных частей        | Комплект документов на типовой технологический процесс ремонта пятник-подпятник                                                                                                                                              | Транспортное     | Электрокар                                                                                                             |
| 4                       | Сдача - приемка вагона после ремонта             | Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижного состава железных дорог<br>Инструкция по ремонту тормозного оборудования вагонов<br>Руководство по организации ремонта тормозного оборудования        | Информационное   | АРМ 4624 (Программа формирования журнала приемки отремонтированных тележек грузовых вагонов, листка учета комплектации |

Продолжение таблицы 1

|               |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                     |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                   | <p>грузовых вагонов</p> <p>Правила постановки клейм принадлежности государству-собственнику на составных частях вагонов</p> <p>Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава</p> <p>Альбом «Знаки и надписи на вагонах грузового парка колеи 1520 мм»</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      | <p>грузового вагона, сообщения 4624) в составе АСУ ВЧД</p>                                                          |
|               |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      | АРМ оператора                                                                                                       |
|               |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      | АРМ мастера сборочного участка                                                                                      |
| Крытые вагоны |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                     |
| 1             | Ремонт крыши                      | <p>Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство ДР</p> <p>Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по КР</p> <p>Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров</p> <p>Инструкция по ремонту деревянных деталей грузовых и пассажирских вагонов</p> <p>Типовой технологический процесс на деповской ремонт четырёхосных крытых цельнометаллических вагонов с уширенными дверными проёмами. Специализированное оборудование и кузов</p> <p>Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава</p> | Электрогазосварочное | <p>Полуавтомат для сварки в среде углекислого газа</p> <p>Электросварочные посты</p>                                |
|               |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      | Газосварочное оборудование                                                                                          |
| Цистерны      |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                     |
| 1             | Ремонт и проверка состояния котла | <p>Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по ДР</p> <p>Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по КР</p> <p>Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Технологическое      | Стенд для правки вмятин котла                                                                                       |
|               |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Диагностическое      | <p>Газосигнализатор</p> <p>Диагностический комплекс для выявления трещин котла</p> <p>Ультразвуковой толщиномер</p> |

Продолжение таблицы 1

|                                  |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |                                         | Цистерны и платформы колеи 1520 мм. Руководство по капитальному ремонту в депо<br>Инструкция по ремонту и испытанию сливного прибора цистерн                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Испытательное   | Стенд для испытания сливных приборов типа Т1262<br>Оснастка для гидравлического испытания котла<br>Стенд для пневматического испытания котла типа Т1262                                                                                                                                                                     |
| Специализированные вагоны        |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1                                | Ремонт погрузочно-выгрузочных устройств | Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по ДР<br>Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по КР<br>Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Технологическое | Оснастка для ремонта и проверки деталей и узлов погрузочно-выгрузочных устройств                                                                                                                                                                                                                                            |
| Ремонтно-заготовительный участок |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1                                | Моечное                                 | Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по ДР<br>Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по КР                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Моечное         | Моечные машины для обмывки деталей вагонов                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2.                               | Механическое                            | Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров<br>Инструкция по ремонту тормозного оборудования вагонов<br>Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижного состава железных дорог<br>Рабочие чертежи на изготовление деталей вагона<br>Инструкция по окраске вагонов и контейнеров в депо<br>Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава<br>Инструкция по ремонту деревянных деталей грузовых пассажирских вагонов<br>Инструкция на изготовление досок пола платформ и досок крытого вагона из короткомерных (2, 3 и 4-х частей) и тонкомерных из двух и трехслойных заготовок | Станочное       | Станки:<br>Токарный<br>Фрезерный<br>Фрезерный универсальный<br>Вертикально-фрезерный<br>Продольно-строгальный<br>Строгальный<br>Поперечно-строгальный<br>Настольно-сверлильный<br>Вертикально-сверлильный<br>Радиально-сверлильный<br>Зубофрезерный<br>Заточной<br>Отрезной<br>Точильно-шлифовальный<br>Кругло-шлифовальный |
| 3                                | Кузнечно-прессовое                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Кузнечное       | Молот кузнечный пневматический                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Продолжение таблицы 1

|    |                      |                                            |                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                      | прессовое                                  | Пресс гидравлический<br>Пресс листогибочный<br>Пресс-ножницы<br>Ножницы гильотинные<br>Пресс-ножницы комбинированные<br>Нагревательный горн (печь)                                                                                            |
|    |                      | Подъемно-транспортное                      | Кран-балка расчетной грузоподъемности<br>Электрокар                                                                                                                                                                                           |
| 4  | Сварочно-наплавочное | Электрогазосварочное                       | Электросварочные посты<br>Газосварочное оборудование<br>Сварочные автоматы и полуавтоматы<br>Электросварочные манипуляторы<br>Стенд для наплавки пятниког<br>Оборудование для плазменной резки металла                                        |
|    |                      | Прочее                                     | Электрическая или пневматическая шлифовальная машинка                                                                                                                                                                                         |
| 5. | Деревообрабатывающее | Станочное Оборудование для сушки древесины | <b>Станки:</b><br>Круглопильный<br>Четырехсторонний строгальный<br>Циркулярная пила<br>Ленточно-пильный<br>Строгальный<br>Рейсмусовый<br>Токарный<br>Фрезерный<br>Сверлильно-долбежный<br>Сверлильно-пазовальный<br>Шипорезный<br>Торцовочный |

Продолжение таблицы 1

|                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    | Шлифовальный<br>Заточный для<br>деревообрабаты-<br>вающего<br>инструмента                  |
|                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    | Сушильные<br>камеры                                                                        |
| 6.                                                                                         | Отделение<br>подготовки<br>лакокрасочных<br>материалов для<br>нанесения<br>защитных<br>покрытий на<br>вагон |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Подъем<br>но-<br>транспо<br>ртное  | Кран-балка<br>расчетной<br>грузоподъемности<br>Монорельс с<br>тельфером<br>Тяговая лебедка |
|                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Краскоз<br>агото-<br>вительн<br>ое | Оборудование для<br>приготовления<br>красок и контроля<br>за их качеством                  |
| 7.                                                                                         | Оборотная<br>кладовая                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Информ<br>а-<br>ционное            | КСАРМ<br>заготовительного<br>участка                                                       |
|                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    | КСАРМ<br>оборотной<br>кладовой                                                             |
| Дополнительное оборудование ремонтно-заготовительных участков, ремонтирующих<br>Полувагоны |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |                                                                                            |
| 1.                                                                                         | Отделение<br>ремонта<br>торцевых<br>дверей и<br>крышек люков                                                | Грузовые вагоны железных дорог<br>колеи 1520 мм. Руководство по ДР<br>Грузовые вагоны железных дорог<br>колеи 1520 мм. Руководство по КР<br>Инструкция по сварке и наплавке<br>при ремонте вагонов и<br>контейнеров<br>Комплект документов на типовой<br>технологический процесс ремонта<br>полувагонов цельнометаллических<br>Правила по охране труда при<br>техническом обслуживании и<br>ремонте грузовых вагонов и<br>рефрижераторного подвижного<br>состава | Подъем<br>но-<br>транспо<br>ртное  | Кран-балка<br>расчетной<br>грузоподъемности<br>Кантователь<br>Электрокар                   |
|                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Прессов<br>ое                      | Стенды для<br>правки типа<br>Т1286 ПКБ ЦВ<br>или УВЗ                                       |
|                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Электро<br>-<br>газосвар<br>очное  | Электросварочны<br>е посты<br>Газосварочное<br>оборудование                                |
| Крытые вагоны                                                                              |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |                                                                                            |
| 1.                                                                                         | Отделение<br>ремонта дверей                                                                                 | Грузовые вагоны железных дорог<br>колеи 1520 мм. Руководство по ДР<br>Грузовые вагоны железных дорог<br>колеи 1520 мм. Руководство по КР<br>Инструкция по сварке и наплавке<br>при ремонте вагонов и контейнеров<br>Типовой технологический процесс                                                                                                                                                                                                              | Подъем<br>но-<br>транспо<br>ртное  | Кран-балка<br>расчетной<br>грузоподъемности<br>Кантователь<br>Электрокар                   |
|                                                                                            |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Прессов<br>ое                      | Пресс для правки                                                                           |

Продолжение таблицы 1

продолжение таблицы 1

|          |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                       |                                                                                             |
|----------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                      | на деповской ремонт четырёхосных крытых цельнометаллических вагонов с уширенными дверными проёмами. Специализированное оборудование и кузов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Электро-газосварочное | Электросварочные посты<br>Газосварочное оборудование                                        |
| 2        | Отделение ремонта загрузочных и боковых люков        | Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Прессовое             | Пресс для правки                                                                            |
|          |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Сварочное             | Электросварочный пост                                                                       |
| Цистерны |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                       |                                                                                             |
| 1.       | Отделение ремонта сливных приборов                   | Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по ДР<br>Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по КР<br>Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров<br>Инструкция по ремонту и испытанию универсального сливного прибора цистерн<br>Комплект документов на типовой технологический процесс ремонта сливных приборов цистерн<br>Типовой технологический процесс на ремонт предохранительно-впускных клапанов<br>Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава | Слесарно-монтажное    | Стенд для ремонта сливных приборов типа Т1300 ПКБ ЦВ<br>Шлифовальная машинка                |
|          |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Диагностическое       | Установка для испытания сливных приборов Т1262 ПКБ ЦВ                                       |
| 2.       | Отделение ремонта предохранительно-впускных клапанов |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Слесарно-монтажное    | Стол для демонтажа и монтажа впускных клапанов типа Т124903М ПКБ ЦВ<br>Шлифовальная машинка |
|          |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Диагностическое       | Стол для регулировки и испытания клапанов типа Т1236 ПКБ ЦВ                                 |
| 3.       | Отделение ремонта крышек загрузочных люков           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Электро-газосварочное | Электросварочный пост<br>Газосварочное оборудование                                         |
| 4.       | Отделение ремонта снятых с рам котлов                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Подъемно-транспортное | Мостовой кран расчетной грузоподъемности<br>Кантователь                                     |
|          |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Электро-газосварочное | Электросварочный пост<br>Газосварочное оборудование                                         |
|          |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Диагностическое       | Газосигнализатор<br>Диагностический комплекс для выявления трещин                           |

Продолжение таблицы 1

|                           |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    | котла<br>Ультразвуковой<br>толщиномер                                                                                                                                                                                                                        |
| Специализированные вагоны |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1.                        | Отделение<br>ремонта<br>погрузочно-<br>выгрузочных<br>устройств | Грузовые вагоны железных дорог<br>колеи 1520 мм. Руководство по ДР<br>Грузовые вагоны железных дорог<br>колеи 1520 мм. Руководство по КР<br>Инструкция по сварке и наплавке<br>при ремонте вагонов и контейнеров<br>Правила по охране труда при<br>техническом обслуживании и<br>ремонте грузовых вагонов и<br>рефрижераторного подвижного<br>состава                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Техноло-<br>гичес-<br>кое          | Оснастка для<br>ремонта и<br>проверки деталей<br>и узлов<br>погрузочно-<br>выгрузочных<br>устройств                                                                                                                                                          |
| Участок ремонта тележек   |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1.                        | Мойка и<br>разборка<br>тележек                                  | Грузовые вагоны железных дорог<br>колеи 1520 мм. Руководство по ДР<br>Грузовые вагоны железных дорог<br>колеи 1520 мм. Руководство по КР<br>Инструкция по сварке и наплавке<br>при ремонте вагонов и контейнеров<br>Инструкция по ремонту тележек<br>грузовых вагонов<br>Инструкция по ремонту тележек<br>грузовых вагонов модели 18-100 с<br>установкой износостойких<br>элементов в узлах трения<br>Типовой технологический процесс<br>ремонта тележек грузовых вагонов<br>модели 18-100 с установкой<br>износостойких элементов в узлах<br>трения (по проекту М1698.00.000)<br>ТУ на ремонт соединительных<br>балок<br>Правила по охране труда<br>при техническом обслуживании и<br>ремонте грузовых вагонов и<br>рефрижераторного подвижного<br>состава<br>Комплект документов на типовой<br>технологический процесс ремонта<br>пятник-подпятник<br>Неразрушающий контроль деталей<br>вагонов. Общие положения<br>Феррозондовый метод контроля<br>деталей вагонов<br>Магнитопорошковый метод<br>неразрушающего контроля деталей<br>вагонов | Подъем<br>но-<br>транспо-<br>ртное | Кран-балка<br>расчетной<br>грузоподъемност<br>и<br>Конвейер<br>перемещения<br>тележек типа<br>Т198М или<br>Т44602М ПКБ<br>ЦВ или 12.824<br>ГОСНИТИ<br>г. Рязань<br>Подъемно-<br>поворотное<br>устройство<br>Устройство<br>подачи тележек в<br>моечную машину |
|                           |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Моечно<br>е                        | Моечная машина<br>типа Т1285М<br>ПКБ ЦВ;<br>Т446.01М<br>ПКБЦВ                                                                                                                                                                                                |
|                           |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Расборо-<br>чно-<br>сборочн<br>ое  | Стенд разборки<br>тележки типа<br>Т1308М; ПКБ ЦВ                                                                                                                                                                                                             |

Продолжение таблицы 1

|    |                                                          |                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Неразрушающий контроль, средства измерений и диагностики | Зоны контроля и дефекты деталей подвижного состава.<br>Таблицы кодов<br>Инструкция по окраске вагонов и контейнеров в депо<br>Правила постановки клейм принадлежности государству-собственнику на составных частях вагонов | Средства измерения и диагностики | Стенд для акустико-эмиссионного метода контроля боковых рам и наддрессорных балок (ПКБ ЦВ)<br>Стенд для измерения и сортировки пружин типа "Лазер-М"<br>Автоматизированная установка контроля геометрических параметров фрикционных клиньев типа "КЛИН-М"<br>Стенд для выходного контроля параметров тележки в сборе после ремонта |
| 3. | Клепка фрикционных планок                                |                                                                                                                                                                                                                            | Клепальное                       | Установка для нагрева заклепок<br>Гидравлическая скоба для клепки                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4. | Сварка и наплавка                                        |                                                                                                                                                                                                                            | Сварочно-наплавочное             | Установка для наплавки буксовых проемов боковых рам<br>Кантователь боковых рам типа Т1285М ПКБ ЦВ<br>Установка для наплавки наддрессорных балок<br>Кантователь наддрессорных балок типа Т130806М ПКБ ЦВ<br>Устройство для местного нагрева боковой рамы<br>Устройство для                                                          |

Продолжение таблицы 1

|    |                                                                                             |  |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                             |  |                                      | нагрева<br>подпятника<br>наклонных<br>поверхностей<br>надрессорной<br>балки Устройство<br>для нагрева                                                                                                                                                 |
| 5. | Механическая<br>обработка                                                                   |  | Станочн<br>ое                        | <b>Станки:</b><br>Для обработки<br>наклонных<br>поверхностей<br>надрессорной<br>балки<br>Для обработки<br>подпятника<br>Для обработки<br>буксового проема<br>боковой рамы<br>Установка для<br>запрессовки<br>втулок в<br>отверстия в<br>боковых рамах |
| 6. | Ремонт<br>соединительных<br>балок 8-<br>миосных<br>цистерн                                  |  | Подъем<br>но-<br>транспо<br>ртное    | Кран-балка<br>расчетной<br>грузоподъемност<br>и<br>Кантователь<br>Электрокар                                                                                                                                                                          |
|    |                                                                                             |  | Электро<br>-<br>газосвар<br>очное    | Электросварочны<br>й пост<br>Газосварочное<br>оборудование                                                                                                                                                                                            |
| 7. | Восстановление<br>лакокрасочного<br>покрытия                                                |  | Окрасоч<br>ное                       | Камеры для<br>окраски деталей<br>тележки                                                                                                                                                                                                              |
| 8. | Выходной<br>контроль                                                                        |  | Контрол<br>ьно-<br>измерит<br>ельные | Стенд выходного<br>контроля<br>параметров<br>тележки в сборе                                                                                                                                                                                          |
| 9. | Управление<br>производствен<br>ным процессом<br>и сдача-приемка<br>тележек после<br>ремонта |  | Информ<br>ационно<br>е               | АРМ оператора<br>тележного<br>участка в составе<br>АСУ ВЧД.                                                                                                                                                                                           |

| Колёсно-роликовый участок |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                        | Транспортировка, мойка и диагностирование | <p>Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар</p> <p>Инструктивные указания по эксплуатации и ремонту вагонных букс с роликовыми подшипниками</p> <p>Инструкция по организации ремонта колесных пар в вагоноколёсных мастерских и вагоноремонтных предприятиях</p> <p>Типовой технологический процесс ремонта корпусов букс грузовых вагонов</p> <p>Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров</p> <p>Инструкция по окраске вагонов и контейнеров в депо</p> <p>Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава</p> | <p>Подъёмно-транспортное</p> <p>Кран-балка с тельфером расчетной грузоподъемности и Поворотное устройство типа Т715М или Т624М ПКБ ЦВ Толкатель к.п. типа Т601М или Т285М ПКБ ЦВ Транспортёр корпусов и деталей букс типа Т1039М или Т1308.17М ПКБЦВ Жёлоб транспортный типа Т606М или Т634М ПКБ ЦВ</p> |
|                           |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Моечное</p> <p>Машина для обмывки колёсных пар типа Т1291М; Т464М или Т1290.11М ПКБ ЦВ Машина для обмывки подшипников типа Т6344 М ПКБ ЦВ или ММП 2 ВЧД г. Рязань Машина для обмывки корпусов букс и деталей буксового узла типа Т1308.13М ПКБЦВ</p>                                                 |
|                           |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Диагностическое</p> <p>Установка для контроля параметров буксовых узлов УДП-85, УДП-88 Стенд для обкатки роликовых подшипников</p>                                                                                                                                                                   |

Продолжение таблицы 1

|    |                           |  |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|---------------------------|--|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                           |  |           | после монтажа<br>буксовых узлов<br>типа ПКБ ЦВ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2. | Механическая<br>обработка |  | Станочное | <p>Колесо-токарный станок</p> <p>Станок механической обработки корпусов букс</p> <p>Заточный станок</p> <p>Станок для шлифовки роликов подшипников типа Т.295М; Т264М ПКБ ЦВ или АЗЦ-1: АЗЦ-2 г. Новосибирск</p> <p>Станок для шлифовки образующей поверхности роликов подшипников типа Т.264М ПКБ ЦВ</p> <p>Станок для шлифовки, зачистки наружных и внутренних колец подшипников</p> <p>Технологическая линия по ремонту роликовых подшипников типа ВЧД г. Омск</p> |

Продолжение таблицы 1

|    |                           |  |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Слесарно-монтажные работы |  | Демонтажно-монтажное | <p>Стенд для демонтажа буксового узла типа Т266АМ или Т1308.09М ПКБ ЦВ</p> <p>Стенд для монтажа буксового узла типа Т348М или Т1308.14М ПКБ ЦВ</p> <p>Приборы и средства для измерения диаметра шейки оси типа БВ-7491-01; БВ-7492</p> <p>Приборы и средства для измерения посадочного диаметра внутренних колец подшипников (установка типа РМ8617; УПП или УКПП г. Владимир; БВ 7491)</p> <p>Стенд для дефектации полиамидных сепараторов подшипников типа УИСА-200 или ВЧД Челябинск</p> <p>Приборы и средства для измерения длины и диаметров роликов подшипников типа АУ ООО «Приборы плюс» г. Владимир; БВ-6375; ВМ38 4155</p> <p>Установка для измерения радиальных зазоров подшипников типа Т500М ПКБ ЦВ</p> <p>Прибор для измерения осевых зазоров подшипников типа Т501М ПКБ ЦВ</p> <p>Установка для Контроля внут-</p> |
|----|---------------------------|--|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>ренних колец на шейке оси типа РМ8617</p> <p>Установка для подбора сепараторов типа БВ-9271</p> <p>Установка для контроля колец подшипников</p> <p>Установка для подбора лабиринтных колец типа ООО «Прибор плюс»</p> <p>г. Владимир</p> <p>Установка для подбора подшипников по диаметру типа МНПП «Прибор»</p> <p>г. Владимир</p> <p>Индукционный нагреватель для снятия внутренних колец подшипников и лабиринтных колец с шейки оси колёсной пары типа ПР1548 или УН-2</p> <p>ПКБ ЦТ; ИН-3</p> <p>Электрическая печь или масляная ванна для нагрева внутренних колец подшипников и лабиринтных колец перед установкой типа Т75404М ПКБ ЦВ или «Техносистема»</p> <p>Установка для выпрессовки подшипников из корпуса буксы типа Т.1308.10М ПКБ ЦВ или ТОО «АГРОЭЛ»</p> <p>г. Рязань</p> <p>Установка для нагрева колёсных пар перед наплавкой</p> |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Продолжение таблицы 1

|    |                                                 |                          |                                                                                                                                                                                         |
|----|-------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                 |                          | Установка для наплавки гребней колёсных пар<br>Оборудование для наплавки резьбы М110                                                                                                    |
| 4. | Сварочно-наплавочные работы                     | Сварочно-наплавочное     | Оборудование для восстановления наплавкой корпусов букс<br>Термокамера для выдержки температуры остывания колёсных пар после наплавки<br>Установка для напыления шпек осей колёсных пар |
| 5. | Восстановление лакокрасочного покрытия          | Окрасочное               | Камеры для окраски элементов колесных пар                                                                                                                                               |
| 6. | Выходной контроль                               | Контрольно-измерительные | Стенд выходного контроля параметров колесной пары в сборе                                                                                                                               |
| 7. | Управление производственным процессом и приемка | Информационное           | АРМ КРЦ (мастера колесно-роликового цеха) в составе АРМ ВЧД<br>АРМ БРО                                                                                                                  |

Продолжение таблицы 1

|                                    |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       | (бригадира<br>роликового<br>отделения)                                                                                                                                                          |
| Контрольный пункт автосцепки (КПА) |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                                                                                                                                                                                                 |
| 1.                                 | Подготовительная | Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижного состава железных дорог<br>Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров<br>Технологическая инструкция на ремонт сваркой перемычки замка автосцепки<br>Технологическая инструкция на ремонт сваркой поглощающего аппарата автосцепки<br>Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава<br>Инструкция по окраске вагонов и контейнеров в депо | Моечно<br>с           | Установка для очистки или обмывки автосцепки                                                                                                                                                    |
|                                    |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Подъемно-транспортное | Кран-балка расчетной грузоподъемности и<br>Кран-укосина расчетной грузоподъемности и<br>Кассета для транспортировки автосцепок<br>Тележка-транспортёр для деталей и узлов поглощающих аппаратов |
|                                    | 2.               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Разборка и дефектация | Контрольное                                                                                                                                                                                     |
|                                    |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Транспортное          | Рольганг для транспортировки деталей                                                                                                                                                            |

Продолжение таблицы 1

|    |                        |  |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------|--|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Сварочно-наплавочное   |  | Сварочн<br>о-<br>наплаго<br>чное | Комплекс устройств для нагрева деталей при ремонте их сваркой и перед наплавкой<br>Сварочный выпрямитель и трансформатор<br>Газосварочное оборудование<br>Установка электрошлаковой заварки<br>перемычки хвостовика<br>автосцепки<br>Стенд для наплавки корпуса автосцепки<br>Полуавтомат ПДГ-501-1<br>Приспособление для закрепления деталей автосцепки при их наплавке<br>Приспособление для приварки полочки в корпусе автосцепки типа Т593 ПКБ ЦВ<br>Прибор для определения твердости корпуса и замка автосцепки после наплавки |
|    |                        |  | Транспо<br>ртное                 | Рольганг для транспортировки деталей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4. | Механическая обработка |  | Станочн<br>ое                    | Универсальный фрезерный станок<br>Поперечно-строгальный станок<br>Сверлильный станок<br>Точильно-шлифовальный станок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Продолжение таблицы 1

|    |                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|----------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                        |  | Заточной станок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|    |                                        |  | <p>Приспособление для обработки корпуса автосцепки на строгальном и фрезерном станках</p> <p>Приспособление для обработки замыкающей части автосцепки</p> <p>Приспособление для обработки отверстий валика подъемника в корпусе автосцепки типа Т421 ПКБ ЦВ</p> <p>Приспособление для обработки овального отверстия замка</p> <p>Приспособление для обработки перемычки хвостовика автосцепки</p> <p>Фрезерный станок для обработки шипа автосцепки типа Т98 ПКБ ЦВ</p> <p>Приспособление для обработки замыкающей поверхности замка</p> <p>Приспособление для обработки торца хвостовика автосцепки</p> <p>Приспособление для обработки предохранителя</p> |
| 5. | Слесарно-монтажные и правильные работы |  | <p>Приспос<br/>обления</p> <p>Стенды</p> <p>Стенд для сжатия поглощающего аппарата Ш-6-ТО-4</p> <p>Стенд для ремонта</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Продолжение таблицы 1

|                                      |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                        | поглощающего аппарата Ш-6-ТО-4<br>Стенд для ремонта эластомерного поглощающего аппарата                                                                                              |
|                                      |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Кузнечное              | Электродогрев для нагрева хвостовика автосцепки и деталей механизма<br>Пресс правки хвостовика автосцепки<br>Стенд для правки деталей предохранителя от саморасцепа и замкодержателя |
|                                      |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Окрасочное             | Камера для окраски корпуса автосцепки                                                                                                                                                |
| 6.                                   | Окрасочные работы                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                                      |
| Контрольный пункт автотормозов (АКП) |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                                      |
| 1.                                   | Отделение ремонта тормозных приборов | Инструкция по ремонту тормозного оборудования вагонов<br>Руководство по ремонту воздухораспределителей 483 и 483М<br>Руководство по ремонту 483А.001-4 часть магистральная 483А.010-01, Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров<br>Регулятор тормозных рычажных передач модели 574Б. Руководство по ремонту<br>Кран концевой. Руководство по ремонту<br>Руководство по ремонту шаровых разобщительных кранов.<br>Руководство по ремонту соединительных рукавов Р17, Р36<br>Триангель рычажной передачи тележек грузовых вагонов.<br>Руководство по ремонту | Моечное                | Моечная установка для обмывки приборов типа Т1149 ПКБ ЦВ                                                                                                                             |
|                                      |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Ремонтно-испытательное | Стенд испытания воздухораспределителей типа Т1297.02.01 ПКБ ЦВ или УКВР 2 НПП «ТОРМО»<br>Стенд испытания авторежимов типа Т1297.01.01 ПКБ ЦВ или УКАР 2М НПП «ТОРМО»                 |

Продолжение таблицы 1

|    |                                                                                                     |                                                                                                                                                                 |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Отделение<br>ремонта<br>запасных<br>резервуаров и<br>камер воздухо-<br>распределите-<br>лей         |                                                                                                                                                                 |                                   | Стенд ремонта и<br>испы-тания камер<br>воздухорас-<br>пределителей<br>типа Т1325 ПКБ<br>ЦВ<br>Устройство для<br>очистки<br>воздушных<br>фильтров типа<br>ЦОФ НПП<br>«ТОРМО»<br>Стенд испытания<br>78-литровых<br>резервуаров типа<br>Т1322.ПКБ ЦВ<br>или<br>СИЗР НПП<br>«ТОРМО»                                                                                                                                                                                     |
| 3. | Отделение<br>ремонта<br>регуляторов<br>тормозной<br>рычажной<br>передачи,<br>тормозных<br>цилиндров | Авторежим грузовой модели 265 А-1. Руководство по ремонту<br>Регуляторы тормозной рычажной<br>передачи моделей РТРП-675 М И<br>РТРП-675. Руководство по ремонту | Ремонт<br>о-<br>испытат<br>ельнос | Приспособление<br>для ремонта<br>авторегулятор-ов<br>типа Т1313 ПКБ<br>ЦВ или РТРП1<br>НПП «ТОРМО»<br>Стенд испытания<br>авторегуляторов<br>типа Т1288 ПКБ<br>ЦВ или<br>УКРП-1 НПП<br>«ТОРМО».<br>Машина для<br>испытания<br>пружин типа<br>МИП НПП<br>«ТОРМО»<br>Стенд для<br>разборки и<br>сборки<br>поршневых узлов<br>тормозных<br>цилиндров типа<br>Т1108 ПКБ ЦВ<br>Стенд испытания<br>тормозных<br>цилиндров типа<br>Т1323. ПКБ ЦВ<br>или СИТЦ НПП<br>«ТОРМО» |

Продолжение таблицы 1

|    |                                                                                                                                                                                                  |  |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | Отделение<br>ремонта<br>концевых,<br>разобщительных<br>кранов,<br>соединительных<br>рукавов                                                                                                      |  |                               | <p>Приспособление для разборки концевых кранов типа Т1310 ПКБ ЦВ</p> <p>Приспособление для смены уплотнений клапана концевого крана типа Т1310 ПКБ ЦВ</p> <p>Устройство для испытания концевых кранов типа Т1310 ПКБ ЦВ</p> <p>Устройство для испытания разобщительных кранов типа Т1310 ПКБ ЦВ</p> <p>Стенд комплектования соединительных рукавов типа Т1035 ПКБ ЦВ</p> <p>Стенд испытания соединительных рукавов типа Т939 ПКБ ЦВ или САИР НПП «ТОРМО»</p> <p>Приспособление для проверки соединительных рукавов световым лучом типа Т475.04 ПКБ ЦВ</p> |
| 5. | Отделение<br>ремонта<br>триангелей,<br>вертикальных и<br>горизонтальных<br>рычагов,<br>затяжек,<br>тормозных тяг,<br>башмаков<br>(территориально<br>может<br>располагаться на<br>участке ремонта |  | Ремонт<br>о-<br>испытательное | <p>Стенд разборки, сборки и испытания триангелей типа Т1085.07 ПКБ ЦВ</p> <p>Гайковерт для откручивания и закручивания гаек триангеля</p> <p>Устройство запрессовки втулок в распорке триангеля,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Продолжение таблицы 1

|  |                                                 |                      |                                                                                                                              |
|--|-------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | тележек или в ремонтно-заготовительном участке) |                      | рычагах, затяжках<br>Стенд для испытания триангелей, тяг на растяжение                                                       |
|  |                                                 | Электрогазосварочное | Установка наплавки цапф триангелей типа Т1085.05 ПКБ ЦВ                                                                      |
|  |                                                 | Станочное            | Приспособление для расточки отверстий в распорке<br>Приспособление для нарезки резьбы триангелей типа ТОО «АГРОЭЛ» г. Рязань |

Большое внимание при ремонте вагонов уделяется колесным парам и буксовым узлам. В таблице 2 представлено необходимое оборудование для диагностирования и ремонта колесных пар.

Таблица 2 - Необходимое оборудование для вагоноколесных мастерских

| Вагоноколесные мастерские |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |                                                                                                                                                         |
|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| № п/п                     | Наименование технологической операции | Техническая документация, регламентирующая технологическую операцию                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Вид оборудования        | Наименование технологического оборудования и оснастки                                                                                                   |
| 1                         | 2                                     | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4                       | 5                                                                                                                                                       |
| 1.                        | Подготовительные                      | Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар<br>Инструкция по организации ремонта колесных пар в вагоноколесных мастерских и вагоноремонтных предприятиях<br>Инструктивные указания по эксплуатации и ремонту вагонных букс<br>Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава<br>Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров<br>Неразрушающий контроль деталей | Погрузочно-разгрузочное | Кран мостовой расчетной грузоподъемности                                                                                                                |
|                           |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Подъемно-транспортное   | Электроталь расчетной грузоподъемности<br>и<br>Кран-балка с тельфером расчетной грузоподъемности<br>и<br>Поворотное устройство типа Т715М; Т611М ПКБ ЦВ |
|                           |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Моечное                 | Моечная машина для обмывки колесных пар                                                                                                                 |

Продолжение таблицы 2

|    |                                                                             |                                                                                                                                                                                                               |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                             | <p>вагонов. Общие положения</p> <p>Феррозондовый метод контроля деталей вагонов</p> <p>Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов Зоны контроля и дефекты деталей подвижного состава</p> |                                                                            | <p>типа Т1139М;<br/>Т1290М; Т464М<br/>ПКБ ЦВ</p> <p>Моечная машина для обмывки подшипников</p> <p>Моечная машина для обмывки корпусов букс типа<br/>Т715М;<br/>Т1308.13М ПКБ ЦВ</p> <p>Моечная машина для обмывки деталей буксового узла «Технад»</p> <p>Ультразвуковая мойка роликов</p> <p>Установка для сухой очистки средней части оси и дисков колёс</p>                  |
| 2. | <p>Испытание, диагностика, средства измерения и неразрушающего контроля</p> |                                                                                                                                                                                                               | <p>Средства испытаний, измерений диагностики и неразрушающего контроля</p> | <p>Установка для контроля внутреннего диаметра роликовых букс типа УКБ. ООО «Прибор плюс» г. Владимир; БВ-7588; КРБ-02; КПП-01</p> <p>Установка для контроля параметров колесных пар типа «Профиль» ТОО «АГРОЭЛ» г. Рязань</p> <p>Установка для дефектации стопорных планок типа РМ 8617</p> <p>Установка для дефектации подшипников без снятия с шейки оси (микропроцесс-</p> |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>сорный пульт<br/>         типа МПП-93 г.<br/>         Владимир; РМ-<br/>         8617)<br/>         Установка для<br/>         подбора<br/>         лабиринтных<br/>         колец типа ООО<br/>         «Прибор плюс»<br/>         г. Владимир<br/>         Установка для<br/>         дефектации<br/>         гребней колесных<br/>         пар типа УСК-3<br/>         Установка для<br/>         дефектации<br/>         ободов, дисков и<br/>         поверхностей<br/>         катания колесных<br/>         пар<br/>         Установка для<br/>         дефектации<br/>         шейки оси<br/>         колесных пар<br/>         Установка для<br/>         дефектации<br/>         предподступично<br/>         й и под<br/>         ступичной частей<br/>         оси колесных пар<br/>         Установка для<br/>         дефектации<br/>         средней части оси<br/>         колесных пар<br/>         Установка для<br/>         дефектации<br/>         латунных<br/>         сепараторов<br/>         подшипников<br/>         Установка для<br/>         дефектации<br/>         полиамидных<br/>         сепараторов<br/>         подшипников<br/>         типа УИСА-200<br/>         или ВЧД г.<br/>         Челябинск<br/>         Установка для<br/>         дефектации<br/>         роликовых<br/>         подшипников<br/>         Установка для</p> |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>дефектации внутренних и наружных колец подшипника в свободном состоянии типа ПР-9402</p> <p>Прибор для замера дорожки качения наружного кольца</p> <p>Установка для стабилизации температуры роликов</p> <p>Автоматизированная установка для подбора подшипников по диаметру типа УПП; УКПП</p> <p>МНПП «Прибор» г. Владимир</p> <p>Установка для определения геометрических размеров и подбора роликов типа МНПП «Прибор» г. Владимир</p> <p>Прибор для контроля отверстия в ступице колеса типа БВ-7577</p> <p>Прибор для контроля подступичной части типа БВ-7576</p> <p>Установка для подбора сепараторов типа БВ-9271</p> <p>Установка для подбора лабиринтных колец типа УПЛК ВЧД Владимир или БВ-7492</p> <p>Прибор для</p> |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Продолжение таблицы 2

|    |                           |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|---------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                           |                      | <p>измерения диаметра шейки оси типа БВ-7491-01; БВ-7492</p> <p>Приборы для измерения посадочного диаметра внутренних колец подшипников типа УПК ВЧД г. Владимир или БВ-7492-01</p> <p>Приборы и средства для измерения длины и диаметра роликовых подшипников типа БВ-7528; ВМ 38 4155</p> <p>Приборы для измерения радиальных и осевых зазоров подшипников типа БВ-7602</p> |
| 3. | Слесарно-монтажные работы | Сборочно-разборочное | <p>Стенд для демонтажа буксового узла типа Т 266М ПКБ ЦВ</p> <p>Стенд для монтажа буксового узла типа Т 348М ПКБ ЦВ</p> <p>Установка для выпрессовки подшипников из корпусов букс типа Т 1308. 10М ПКБ ЦВ или ВЧД Сасово</p> <p>Пневматический или электрический реверсивный гайковерт</p> <p>Установка</p>                                                                   |

Продолжение таблицы 2

|    |                    |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|--------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                    |                      | <p>индукционного нагрева для снятия внутренних колец с шейки оси колесной пары типа КУН 1 или ИН-4А</p> <p>Печь для нагрева внутренних колец перед установкой типа «Техносистема»</p> <p>Динамометрический ключ для затяжки гайки М110 торцевого крепления</p> <p>Динамометрический ключ для затяжки болтов М20 шайбы торцевого крепления</p> <p>Манипулятор типа ШБМ-150 ВЧД</p> <p>Сасово</p> |
| 4. | Наплавочные работы | Сварочно-наплавочное | <p>Установка для наплавки гребней колесных пар типа ЛНВ-3 г. Рязань; ВЧД Челябинск; АДФ-1202</p> <p>Установка нагрева колёсной пары перед наплавкой</p> <p>Установка для наплавки резьбы М110 типа УНО 2 ВНИИЖТ</p> <p>Камера для выдержки температурного режима остывания колесной пары после наплавки типа ВЧД Кинель</p>                                                                     |

|    |                        |  |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------|--|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. | Механическая обработка |  | Станочное | <p>Установка для механической обработки корпусов букс</p> <p>Станок для обточки колесных пар</p> <p>Установка для нарезки резьбы М110 подшипников</p> <p>Установка для зачистки торцевых поверхностей роликовых подшипников типа АЗТ-2 НПО «Гелмос» или Т285М ПКБ ЦВ</p> <p>Средства для шлифовки цилиндрической поверхности роликов подшипников типа АЗЦ-1 НПО «Гелмос» или Т264М ПКБ ЦВ</p> <p>Приспособление для шлифовки (зачистки) наружных и внутренних колец подшипника</p> <p>Станок для обработки выточки на торцевой гайке</p> <p>Станок горизонтально-фрезерный</p> <p>Станок фрезерный ВМ127М</p> <p>Гильотинные ножницы установка для обработки подступичной части</p> <p>Вертикально-сверлильный станок</p> <p>Универсальный шлифовальный станок</p> <p>Токарно - винторезный станок</p> <p>Универсальный</p> |
|----|------------------------|--|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Продолжение таблицы 2

|    |                                              |                            |                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                              |                            | фрезерный станок<br>Поперечно-<br>строгальный станок<br>Заточный станок<br>Наждачно-<br>точильный станок<br>Осс-токарный<br>станок<br>Шеечно-<br>шлифовальный<br>станок<br>Токарно-<br>карусельный станок<br>Гидравлический<br>пресс |
|    |                                              | Диспетч<br>ерский<br>пульт | Для управления и<br>контроля за<br>технологическим<br>и процессами<br>ремонта колесных<br>пар.                                                                                                                                       |
| 6. | Управление<br>производственн<br>ым процессом | АСУ                        | АРМ<br>дефектоскописта<br>ВЧД                                                                                                                                                                                                        |

Оборудование и техническая документация, приведенные в таблице 1 и таблице 2, собраны из лучших образцов со всех депо Казахстана. Наличие всего перечня оборудования и технической документации на одном вагоноремонтном депо не представляется экономически возможным. Железная дорога долгое время простаивала и за этот период не производилось обновление технического оборудования. Программа возрождения железной дороги предполагает постепенное обновление оборудования для ремонта вагонов на протяжении семи лет, но и это приводит к серьезным экономическим и временным затратам. Выходом из сложившейся ситуации является модернизация и разработка своими силами новых методов технологического процесса и оборудования вагоноремонтных организаций

#### 1.4 Методы определения количества технологического оборудования и оснастки производственных подразделений вагоноремонтных организаций

Определение количества технологического оборудования и оснастки производственных подразделений вагоноремонтных организаций производится на основании разработанных технологических процессов ремонта грузовых вагонов и норм времени по операциям или другим нормативным показателям, характеризующим его производительность.

Исходными данными для расчетов являются:

- годовое задание - выпуск изделий в штуках за год;
- технологический процесс на изготовление или ремонт;
- нормативные показатели (норма времени, суточная или часовая производительность, трудозатраты, норма расхода материалов) на единицу продукции по каждой операции, выполняемой с использованием технологического оборудования;
- действительный годовой фонд рабочего времени оборудования.

Технологическое оборудование и оснастка, применяемые в вагоноремонтных организациях, с учетом выполняемых работ условно подразделяется на следующие группы:

- диагностика и неразрушающий контроль;
- станочное оборудование;
- сварочно-наплавочное оборудование;
- стенды для разборки, комплектации и монтажа основных узлов;
- грузоподъемные механизмы и оборудование;
- моечные машины;
- прочее технологическое оборудование и оснастка (включая нестандартизированное).

В таблице 3 представлены результаты процентного соотношения количества используемого технологического оборудования и количеством требуемого к использованию технической документацией на примере ТОО «ЭкоТрансМобил-П», а также время, затрачиваемое на одну операцию с использованием данного оборудования. При расчетах не рабочее и списанное оборудование, на момент обследования, не учитывалось.

Таблица 3 - Количество оборудования вагоноремонтных участков

| Наименование участка ремонта | Количество оборудования (%) | Время, затрачиваемое на одну операцию (час) |
|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|
| Вагоносборочный участок      |                             |                                             |
| полувагоны                   | 89                          | 2                                           |
| крытые вагоны                | 83                          | 3                                           |
| цистерны                     | 57                          | 5                                           |
| платформы                    | 91                          | 2                                           |
| Участок ремонта тележек      | 87                          | 3                                           |
| Колёсно-роликовый участок    | 97                          | 3                                           |

Продолжение таблицы 3

|                                   |    |   |
|-----------------------------------|----|---|
| Контрольный пункт автосцепки      | 92 | 1 |
| Контрольный пункт<br>автотормозов | 95 | 2 |

Из данных таблицы 3 видно, что в вагоноборочном участке при ремонте цистерн не достаточно оборудования, что в свою очередь ведет к значительным временным затратам.

### 1.5 Постановка целей

Обновление парка подвижного состава – одна из важнейших задач. Переходный этап экономики страны 90-х годов негативно отразился на состоянии железнодорожной отрасли. Эксплуатируется подвижной состав, выпущенный еще в советский период, а пополнение парка практически не проводилось, либо было мизерным. Одной из временных мер является ремонт и модернизация подвижного состава, направленная на продление срока эксплуатации вагонов. Но чтобы выполнить эту задачу необходимо модернизировать и внедрить новые технологии в технологические процессы ремонта вагонов. Для этого поставим следующие цели:

- Произвести анализ технологических процессов ремонта вагонов;
- Определить наиболее производственно-необходимый и экономически выгодный для модернизации и внедрения новых технологий технологический процесс ремонта вагонов;
- Разработать новый метод технологического процесса ремонта котла цистерн;
- Разработать проект методов автоматизации нового технологического процесса ремонта котла цистерн.

## 2 Применяемый технологический процесс ремонта котлов цистерн

Технологического процесса ремонта котлов цистерн как такового не существует. Во время проведения ремонтных работ вагоноремонтные организации опираются на технологию проведения подобных ремонтных работ из других технологических процессов. В процессе написания данного диссертационного проекта был разработан и внедрен в работу ТОО «ЭкоТрансМобил-П» технологический процесс ремонта котлов цистерн. Принципиальная схема технологического процесса изображена на рисунке 1.

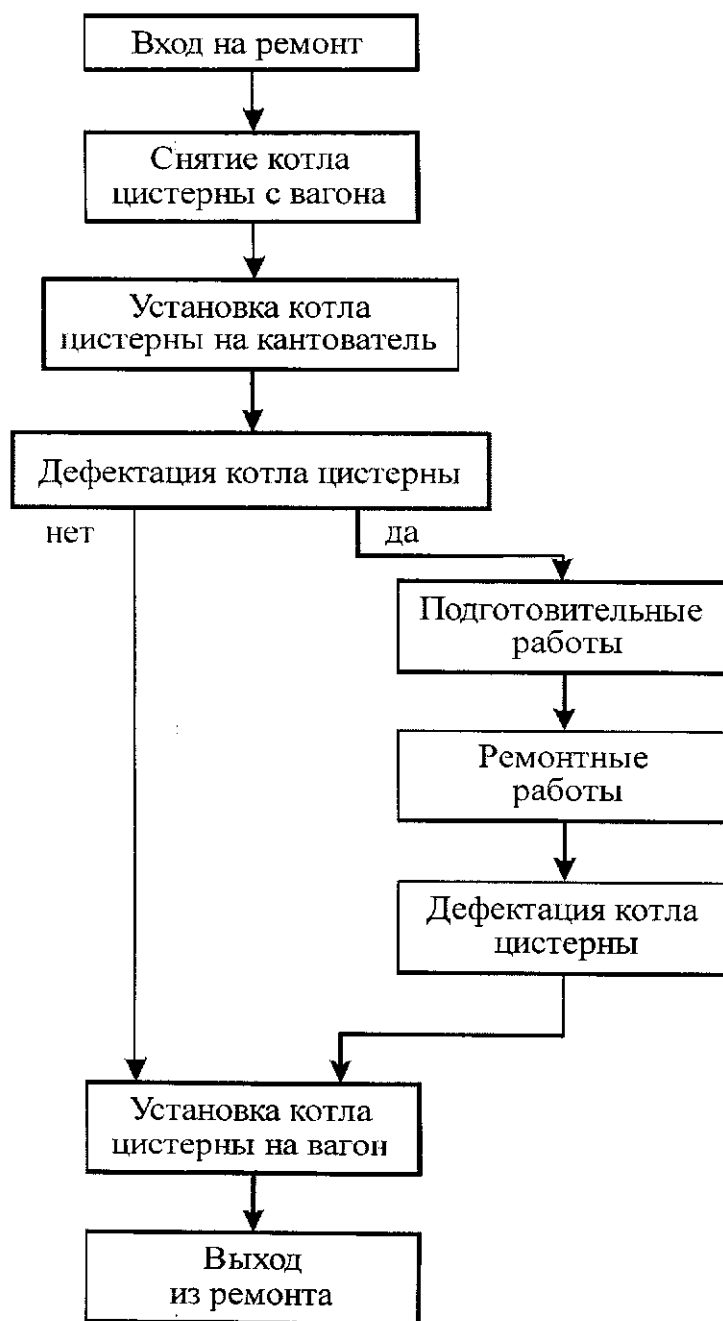


Рисунок 1 - Принципиальная схема технологического процесса ремонта котла цистерн

При разработке технологического процесса за основу были приняты следующие нормативно-технические документы:

- Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров ЦВ-201-78, Астана 2006 г.
- Инструкция по сварке и наплавке при ремонте грузовых вагонов ЦВ-201-08, новая редакция, утверждённая комиссией Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества 29-30 мая 2008 года, г. Москва.
- Правила по охране труда при текущем ремонте и подготовке к наливу цистерн для нефтепродуктов и вагонов бункерного типа для нефтебитума, Алматы 1998 г.
- Охрана труда на железнодорожном транспорте, Жданов П.А., Москва “Транспорт” 1972 г.
- ТК-137 Типовой технологический процесс «Восьмиосные цистерны для нефтепродуктов». Специализированное оборудование и котёл. 1986 г.
- ТК-139 Типовой технологический процесс «Четырёхосные цистерны для вязких нефтепродуктов моделей 15-897 и 15-1566». Специализированное оборудование и котёл. 1986 г.
- Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава. Алматы 1997 г.

Данный технологический процесс можно разделить на четыре основных этапов:

- подготовительные работы;
- оборудование и оснастка;
- дефектация (диагностические работы);
- ремонтные работы.

## **2.1 Подготовительные работы**

Котлы цистерн до поступления в ремонт должны быть пропарены, промыты, дегазированы, очищены внутри, обмыты и очищены снаружи в соответствии с требованиями Правил по охране труда.

Перед началом сварочных работ на котлах цистерн следует проверить воздушную среду внутри котла на взрывоопасность, на пожароопасность и на отсутствие токсичных выделений, опасных для сварщика и работающего с ним персонала. Основным устройством для контроля воздушной среды внутри котла является сигнализатор содержания горючих газов типа «ОКА-М», который предназначен для сигнализации об увеличенном (выше допустимого предела) содержании смесей горючих газов (токсичных выделений) в воздушной среде внутри котла.

Перед началом ремонта котлов цистерн сваркой следует установить по технической документации на изготовление цистерн материал котла, его узлов и элементов крепления, что определяет выбор материала вставок и сварочных

материалов. Заменяемые при ремонте сваркой основные элементы котлов, несущие элементы рамы, детали и сборочные единицы, а также накладки и вставки должны изготавливаться из сталей, соответствующих требованиям ГОСТ 5520-79, ГОСТ 19281-89 и конструкторской документации.

Работы, связанные с ремонтом трещин котлов цистерн должны производиться при положительных температурах в закрытых, отапливаемых в холодное время и вентилируемых помещениях.

Для проведения работ по дефектации, ремонту и контролю должно быть выделено рабочее место, обеспеченное вентиляцией.

Все работы, связанные с ремонтом трещин котлов цистерн должны производиться на рабочем месте, оборудованном кантователем.

Оборудование и оснащение рабочего места сварщика должно соответствовать “Единым техническим требованиям к сварочным цехам вагонного депо”.

## **2.2 Оборудование и оснастка**

Транспортировка котла цистерны должна выполняться мостовым опорным краном грузоподъемностью не менее 10 т.

Механическую очистку зоны разделки металла следует выполнять пневматической машинкой ТУ 22-166-30-91 типа ИП-20148, с круговыми металлическими щётками по ОСТ 17830-80.

Для установки котла цистерны в необходимое положение (при подготовительных операциях, сварочно-наплавочных работах) должен применяться кантователь, разработки инженера-рационализатора ТОО «ЭкоТрансМобил-П» Илык В.А., обеспечивающий надёжное фиксирование котла и её вращение на 360°.

Засверловку краёв трещин производить применением пневматической сверлильной машинки по ТУ 22 3637-76.

Газо-резательные работы следует выполнять газовыми резаками (ГОСТ 5191-79), работающими как на ацетилене, так и на газах-заменителях.

Зачистка поверхностей разделанных трещин, сварочных швов и обработка поверхности металла должна производиться пневматическими машинками ТУ 22-166-30-91 типа ИП-20148, со шлифовальными кругами (ГОСТ 2424-85) типа ПП, ЦП или ЧК.

Для подключения минусового провода – «массы» к заготовке должны использоваться винтовые или пружинные зажимы, в которых токопроводящий провод должен быть впаян высокотемпературным припоем или закреплён механическим способом.

Очистка сварных швов, удаление шлака, наплывов, и т.п. должны производиться с применением:

- молотка слесарного, ГОСТ 2310-77;
- щётки металлической, ОСТ 17-830-80;
- шлакоотделителя, ТУ 36-1746-79.

Для вырубки дефектных мест сварного шва применяются зубила и молотки.

Контроль и дефектацию котла цистерны следует производить с применением:

- для визуального контроля – лупы-1-10\*, ГОСТ 25706-83;
- переносной лампы напряжением 12-36 В с отражателем;
- установка для подачи сжатого воздуха в котёл;
- манометр для контроля давления воздуха в котле;
- ветошь обтирочная;
- мел, ГОСТ 12085-88, ГОСТ 17498-72.

Участок по ремонту котла цистерны должен быть оборудован подводом сжатого воздуха давлением 5-6 кгс/см<sup>2</sup>, вытяжной вентиляцией от места сварки, оборудованного гибким шлангом диаметром 100 мм длиной 10 м.

### 2.3 Дефектация

Дефекты, обнаруженные в сварных соединениях в процессе ремонта сваркой котлов цистерн, должны быть устранены с последующим контролем исправленных участков. Методы и качество устранения дефектов должны обеспечивать необходимую надёжность и безопасность работы цистерны.

Дефектация котла цистерны производится с целью оценки его технического состояния, определения объёма ремонта и должна включать в себя:

- визуальный контроль;
- пневматический контроль;
- гидравлический контроль.

С учётом технической оснащённости предприятия и в соответствии с требованиями технических условий дефектация котлов цистерн производится визуально и пневматически.

Визуальный контроль производится непосредственными исполнителями, в присутствии сменного мастера вагонсборочного цеха, с целью оценки общего технического состояния котла цистерны и выявления дефектов в виде вмятин, разрушения элементов и других, с составлением дополнения к дефектной ведомости (ф. ВУ-22А) на котёл цистерны, являющимся нарядом-заданием на проведение работ по устранению трещин котла цистерны.

При пневматическом контроле предварительно удаляется предохранительно-впускной клапан, место соединения заглушается и только после этого производится пневматическое испытание котла цистерны давлением 1,0-3,0 кгс/см<sup>2</sup>, с выдержкой по времени в течение 1-2 часов. Падение давления по манометру не допускается. При выявлении трещин на котле цистерны, границы трещины обмеливаются, а подозрительные места проверяются обмыливанием. Производится замер длины трещины, количество трещин не должно превышать более двух на площади 1 м<sup>2</sup>.

При обнаружении утончения металла котла из монолитной стали на 50% и более от номинальной толщины, а в броневом листе в местах опор – более 30%, следует установить границы вырезки – она должна проходить там, где толщина металла обечайки или днища котла отличается от первоначальной на 2 мм.

Котлы с толщиной листов меньше половины (50%) номинальных размеров на площади более 30% обечайки ремонтируют сменой повреждённых частей, а имеющие меньшие повреждения площади ремонтируют вырезкой их и постановкой заплат встык или внахлёстку, с наложением сварочных швов с обеих сторон. При этом на одной части (обечайке, днище) допускается не более четырёх заплат. Толщина листа котла контролируется с помощью ультразвукового толщиномера УТ-301. Допускается контролировать толщину металла котла путём засверливания отверстий диаметром 10 мм с последующей их заваркой.

## **2.4 Ремонтные работы**

Заварка трещин, подготовленных к сварке, производится сварочными электродами типа Э50А ГОСТ 9466-75. Рекомендуемые режимы сварки, в зависимости от применяемых сварочных материалов, диаметра электрода и положения сварки применяются согласно технической документации.

Заварка трещин должна производиться с соблюдением следующих требований:

- заварку трещин производить при температуре окружающей среды, но не ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ ;
- заварку трещин производить сразу после их разделки, многослойными швами, без перерывов в работе, в противоположных направлениях, с удалением шлака и с проковкой каждого слоя, кроме первого (корневого), сразу после окончания шва;
- корневой шов необходимо выполнять электродами 5 мм;
- не заваренные кратеры не допускаются;
- длительные перерывы в процессе заварки трещины – не допускаются;
- после наложения каждого слоя должна производиться тщательная очистка наложенного слоя от шлака;
- ручная дуговая сварка коротких швов (до 300 мм) должны выполняться на проход, т.е. от начала до конца без длительных перерывов;
- швы средней длины должны завариваться двумя участками от середины к концам – обратноступенчатым способом или комбинированным способом (РТМ 32 ЦВ 201–78 стр.17);
- заварка трещины должна производиться с обязательным предварительным подогревом металла до температуры  $250-300^{\circ}\text{C}$ .

После заварки трещин и наложения усиливающих накладок должен быть удалён шлак, брызги металла, выполнены мероприятия по уменьшению концентрации напряжений в зоне технологического усиления шва.

Ремонтные сварные швы должны быть обработаны шлифовальной машинкой заподлицо, при этом риски от механической обработки должны располагаться по нормали к продольной оси шва.

После обработки подрезы и шлаковые включения не допускаются. Сварные швы должны очищаться, подвергаться контролю внешним осмотром и замеряться, дефекты подлежат устранению.

При сдаче вагона-цистерны из ремонта, в обязательном порядке должно производиться пневматическое испытание котла цистерны в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. По результатам испытания должен составляться соответствующий акт (произвольной формы).

Сварка встык деталей неодинаковой толщины, в случае незначительной разницы по толщине, должна производиться так же, как деталей с одинаковой толщиной.

Для осуществления плавного перехода от одной детали к другой допускается наклонное расположение поверхности шва, конструктивные параметры подготовленных кромок и размеры сварного шва следует выбирать по большей толщине.

При значительной разнице по толщине свариваемых деталей, на детали, имеющей большую толщину, должен быть сделан скос под углом  $15^\circ$  с одной или двух сторон до толщины тонкой детали, при этом конструктивные параметры подготовленных кромок и размеры сварного шва следует выбирать по меньшей толщине.

Допускается смещение свариваемых кромок деталей относительно друг друга не более:

- 0,5 мм – для толщины до 4 мм;
- 1 мм – для толщины от 4 до 10 мм;
- более 1 мм, но не более 3 мм – для толщины более 10 мм.

При стыковом соединении элементов разной ширины на более широком элементе должны быть выполнены скосы с уклоном 1 : 5.

Стыковой шов уголков или швеллеров должен выполняться с двух сторон по V-образной разделке с подрубкой корня шва.

При сварке стыковых соединений балок должен соблюдаться порядок, исключающий возможность появления трещин в швах. В начале завариваются корневые швы поясов и заполняется часть разделки (60-70% толщины стыкового шва), затем заваривается шов стенки, после чего заканчивается сварка стыковых швов поясов.

По окончании всех работ производится повторная дефектация с применением визуального, пневматического и гидравлического контроля.

Проанализировав все этапы технологического процесса ремонта котлов цистерн делаем вывод, что существенных результатов можно добиться, если модернизировать и автоматизировать технологический процесс дефектации котла цистерн. Данный процесс занимает около семидесяти процентов всего времени ремонта котлов цистерн и только тридцать процентов составляет сам процесс ремонта.

### **3 Разработка нового метода технологического процесса дефектации котлов цистерн**

Разработка нового метода дефектации котлов цистерн основана на применении неразрушающих методов контроля. Неразрушающие методы контроля, или дефектоскопия, - это обобщающее название методов контроля материалов (изделий), используемых для обнаружения нарушения сплошности или однородности макроструктуры, отклонений химического состава и других целей, не требующих разрушения образцов материала и/или изделия в целом.

Основные требования, предъявляемые к неразрушающим методам контроля, или дефектоскопии:

- возможность осуществления контроля на всех стадиях изготовления, при эксплуатации и при ремонте изделий;
- возможность контроля качества продукции по большинству заданных параметров;
- согласованность времени, затрачиваемого на контроль, со временем работы другого технологического оборудования;
- высокая достоверность результатов контроля;
- возможность механизации и автоматизации контроля технологических процессов, а также управления ими с использованием сигналов, выдаваемых средствами контроля;
- высокая надёжность дефектоскопической аппаратуры и возможность использования её в различных условиях;
- простота методик контроля, техническая доступность средств контроля в условиях производства, ремонта и эксплуатации.

Основными областями применения неразрушающих методов контроля являются:

- дефектоскопия особенно ответственных деталей и устройств (атомные реакторы, летательные аппараты, подводные и надводные плавательные средства, космические корабли и т.п.);
- дефектоскопия деталей и устройств длительной эксплуатации (портовые сооружения, мосты, краны, атомные электростанции, котлы, искусственные спутники Земли);
- непрерывная дефектоскопия особо ответственных агрегатов и устройств (котлы атомных, тепло- и электростанций), контроль подземных выработок;
- проведение исследований структуры материалов и дефектов в изделиях с целью усовершенствования технологии.

В таблице 4 представлены средства неразрушающего контроля, применяемые во всех вагоноремонтных организациях при различных видах дефектации.

Таблица 4 - Средства неразрушающего контроля

| Колесные пары |                                                        |                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| № п/п         | Перечень деталей и их элементов, подвергаемых контролю | Техническая документация, регламентирующая порядок и средства контроля                                                                                                                                                                        | Вид контроля                             | Типы приборов (дефектоскопов), разрешенных к применению                                                                                                                                                                                    |
| 1             | 2                                                      | 3                                                                                                                                                                                                                                             | 4                                        | 5                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.            | Средняя часть оси                                      | Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br>Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения                                                                                                                    | Магнитопорошковый (МПК)                  | МД-13 ПР;<br>МД-12 ПС;<br>Установки серии Р8617<br>или МД 14 ПКМ                                                                                                                                                                           |
| 2.            | Вся ось                                                | Руководство по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар вагонов<br>ТИ по ультразвуковому контролю осей колесных пар программируемым дефектоскопом "Пеленг"-УД2-102                                                                  | Ультразвуковой (УЗК)                     | УД-2-12 и УДС 1-22,<br>УР-1, УСК-4,<br>комплект ультразвуковых преобразователей;<br>УДС2-32 и УДС 1-22, УР-2, УСК-4,<br>комплект ультразвуковых преобразователей                                                                           |
| 3.            | Шейки и предпоступичные части оси                      | Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br>Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения                                                                                                                    | МПК                                      | МД-12 ПШ;<br>МД-12 ПЭ;<br>Установки серии Р8617<br>или МД-14 ПКМ                                                                                                                                                                           |
| 4.            | Цельнокатаное колесо                                   | Руководство по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар вагонов<br>ТИ по ультразвуковому контролю осей колесных пар программируемым дефектоскопом "Пеленг" УД2-102<br><br>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона | УЗК<br><br>или<br><br>Вихретоковый (ВТК) | УД2-12 и УДС1-22;<br>УР-1; УСК-4<br>комплект ультразвуковых преобразователей;<br>УДС2-32 и УДС1-22;<br>УР-2; УСК-44<br>комплект ультразвуковых преобразователей<br><br>ВД-12НФМ;<br>ВД-12НФ;<br>ВД-15НФ;<br>ВД-113.5;<br>ВД-113;<br>ВД-213 |

Продолжение таблицы 4

|               |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                             |                                                                                                                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.            | Внутренние кольца подшипников, напрессованные на шейки оси | Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br>Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения                                                                                                                                           | МПК                                         | МД-12 ПШ;<br>МД-14ПКМ;<br>Установки серии Р8617 или МД-14 ПКМ                                                                                                    |
| Буксовый узел |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                             |                                                                                                                                                                  |
| 6.            | Внутреннее кольцо подшипника свободное                     | Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br>Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения<br>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона                                                                              | МПК<br><br>или<br><br>ВТК                   | Установка УМДП-01<br><br><br>ВД-18НФ;<br>ВД-211.7;<br>ВД-15НФ;<br>ВД-113.5;<br>ВД-113;<br>ВД-213                                                                 |
| 7.            | Наружное кольцо подшипника свободное                       | Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br>Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения<br>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона                                                                              | МПК<br><br>или<br><br>ВТК                   | Установка УМДП-01<br><br><br>ВД-12 НФ;<br>ВД-211.7;<br>ВД-15 НФ;<br>ВД-113.5;<br>ВД-ПЗ;<br>ВД-213                                                                |
| 8.            | Сенаратор подшипника латунный                              | Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона                                                                                                                                                                                                            | ВТК                                         | ВД-12 НФ;<br>ВД-211.7                                                                                                                                            |
| 9.            | Упорное кольцо подшипника свободное                        | Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br>Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения<br>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона<br>Руководство по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар вагонов | МПК<br>или<br>ВТК<br><br><br>или<br><br>УЗК | УМДП-01;<br><br>ВД-113.5;<br>ВД-113;<br>ВД-213;<br>ВД-12 НФМ;<br>ВД-12 НФ;<br>ВД-15 НФ;<br><br>УД-2-12;<br>УДС 2-32,<br>Комплект ультразвуковых преобразователей |
| 10.           | Ролики подшипника                                          | Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона                                                                                                                                                                                                            | ВТК                                         | ВД-13 НФ;<br>ВД-211.5                                                                                                                                            |

Продолжение таблицы 4

|            |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                          |
|------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11.        | Стопорная планка                      | Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br>Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения                                                                                                                                     | МПК                                                                                                                                                                         | МД-12ПШ                                                                                                                                  |
| Автосцепка |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                          |
| 12.        | Корпус автосцепки                     | Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения<br>Феррозондовый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br>Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона         | ФЗК<br>МПК<br>(хвостовик и переход от хвостовика к головной части;<br>все зоны в головной части - только для подтверждения результатов ВТК) и ВТК (все зоны головной части) | ДФ-103;<br>ДФ-105;<br>ДФ-201;<br>ДФ-205<br>МД-12ПШ;<br>МД-12ПЭ;<br>МД-12ПС<br><br>ВД-12НФМ;<br>ВД-12НФ;<br>ВД-15НФ;<br>ВД-113;<br>ВД-213 |
| 13         | Тяговый хомут                         | Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения<br>Феррозондовый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br><br>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона<br><br>Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов | ФЗК<br><br>ВТК<br><br>МПК                                                                                                                                                   | ДФ-103;<br>ДФ-105;<br>ДФ-201;<br>ДФ-205ВД-12НФ;<br><br>ВД-15НФ;<br>ВД-113;<br>ВД-113,5;<br>ВД-213<br><br>МД-12ПС;<br>МД-4ПКМ             |
| 14.        | Корпус поглощающего аппарата Ш-6-ТО-4 | Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона                                                                                                                                                                                                      | ВТК                                                                                                                                                                         | ВД-12НФ;<br>ВД-15НФ;<br>ВД-113;<br>ВД-113,5;<br>ВД-213                                                                                   |
| 15.        | Клин тягового хомута                  | Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br><br>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона                                                                                                                               | МПК<br><br>Или<br><br>ВТК                                                                                                                                                   | МД-12ПШ;<br>МД-12ПЭ<br><br>ВД-113;<br>ВД-113,5;<br>ВД-213                                                                                |

Продолжение таблицы 4

|                |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16.            | Валик тягового хомута              | Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br><br>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона                                                                                                                                                                                                                                                                  | МПК<br><br>или<br><br>ВТК                                                                                                                             | МД-12ПШ;<br>МД-12ПЭ<br><br><br>ВД-113;<br>ВД-113,5;<br>ВД-213                                                                                                                                                          |
| 17             | Маятниковая подвеска               | Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона<br><br>Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов                                                                                                                                                                                                                                                                  | ВТК<br><br><br>МПК                                                                                                                                    | ВД-113;<br>ВД-113,5;<br>ВД-213<br><br>МД-12ПШ;<br>МД-12ПЭ                                                                                                                                                              |
| 18             | Стяжной болт поглощающего аппарата | Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | МПК                                                                                                                                                   | МД-12ПШ;<br>МД-12ПЭ                                                                                                                                                                                                    |
| Детали тележек |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                        |
| 19             | Боковая рама                       | Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения<br><br>Феррозондовый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br><br>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона<br><br><br>Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов<br><br><br>Методика акустико-эмиссионного контроля диагностирования боковых рам и надрессорных балок тележек модели 18-100 | <br><br>ФЗК<br>или<br><br><br>ВТК<br><br><br><br><br>МПК (при необходимости подтверждения результатов контроля)<br><br><br>Акустико-эмиссионный (АЭК) | <br><br>ДФ-103;<br>ДФ-105;<br>ДФ 201;<br><br>ДФ-205<br>ВД-12НФМ;<br>ВД-12НФ;<br>ВД-15НФ;<br>ВД-113;<br>ВД-113,5;<br>ВД-213<br><br>Электромагниты МД-4К или МЭД-120<br><br><br>Установка для АЭК ПКБ ЦВ ТУ32ЦВ2501-2002 |

Продолжение таблицы 4

|                                    |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                           |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20.                                | Надрессорная балка                                                                           | <p>Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения</p> <p>Феррозондовый метод неразрушающего контроля деталей вагонов</p> <p>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона</p> <p>Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов</p> <p>Методика акустико-эмиссионного контроля диагностирования боковых рам и надрессорных балок тележек модели 18-100</p> | <p>ФЗК</p> <p>или</p> <p>ВТК,</p> <p>МПК (при необходимости подтверждения результатов контроля)</p> <p>Акустико-эмиссионный (АЭК)</p> | <p>ДФ-201;<br/>ДФ-205</p> <p>ВД-12НФМ;<br/>ВД-12НФ;<br/>ВД-15НФ;<br/>Электромагниты МД-4К или МЭД-120</p> <p>Установка для АЭК ПКБ ЦВ ТУ32ЦВ2501-2002</p> |
| 21.                                | Соединительная балка тележки 18-101                                                          | Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ФЗК или ВТК, МПК (при необходимости подтверждения результатов контроля)                                                               | ДФ-201;<br>ДФ-205<br>ВД-12НФМ;<br>ВД-12НФ;<br>ВД-15НФ;<br>Электромагниты МД-4К или МЭД-120                                                                |
| 22.                                | Шкворень                                                                                     | <p>Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов</p> <p>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона</p>                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>МПК</p> <p>или</p> <p>ВТК</p>                                                                                                      | <p>МД-12ПШ;<br/>МД-12ПЭ</p> <p>ВД-113;<br/>ВД-113,5;<br/>ВД-213</p>                                                                                       |
| Детали тормозной рычажной передачи |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                           |
| 23.                                | Подвеска тормозного башмака                                                                  | <p>Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов</p> <p>Вихретоковый метод неразрушающего контроля деталей вагона</p>                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>МПК</p> <p>или</p> <p>ВТК</p>                                                                                                      | <p>МД-12ПШ;<br/>МД-12ПЭ</p> <p>ВД-113;<br/>ВД-113,5;<br/>ВД-213</p>                                                                                       |
| 24.                                | Тормозные тяги (при капитальном ремонте вагонов, при изготовлении и ремонте деталей сваркой) | Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | МПК или ВТК                                                                                                                           | ВД-113,5;<br>МД-12ПШ;<br>МД-12ПЭ<br>ВД-113                                                                                                                |

Как видно из таблицы 3 средства неразрушающего контроля при дефектации котла цистерн не применяются.

### **3.1. Основные виды неразрушающего контроля**

В зависимости от принципа работы все неразрушающие методы контроля делятся на акустические (ультразвуковые); капиллярные; магнитные (или магнитопорошковые); оптические (визуально оптические); радиационные; радиоволновые; тепловые; контроль течеисканием; электрические; электромагнитные, или токовихревые (методы вихревых токов).

Акустические методы основаны на регистрации колебаний, возбуждаемых или возникающих в контролируемом объекте. Их применяют для обнаружения поверхностных и внутренних дефектов (нарушений сплошности, неоднородности структуры, межкристаллитной коррозии, дефектов склейки, пайки, сварки и т.п.) в деталях и изделиях, изготовленных из различных материалов. Они позволяют контролировать геометрические параметры при одностороннем допуске к изделию, а также физико-механические свойства металлов и металлоизделий без их разрушения. В настоящее время разработаны и успешно применяются теневой, резонансный, эхоимпульсный, эмиссионный, велосимметрический, импедансный и метод свободных колебаний. Эти методы называют также ультразвуковыми.

Капиллярные методы основаны на капиллярном проникновении капель индикаторных жидкостей в полости поверхностных дефектов. При контроле этими методами на очищенную поверхность детали наносят проникающую жидкость, которая заполняет полости поверхностных дефектов. Затем жидкость удаляют, а оставшуюся в полостях дефектов часть обнаруживают с помощью проявителя, который образует индикаторный рисунок. Капиллярные методы используются в полевых, цеховых и лабораторных условиях, в широком диапазоне положительных и отрицательных температур. Они позволяют обнаруживать термические и шлифовочные трещины, волосовины, закаты и пр. Капиллярные методы могут быть применены для обнаружения дефектов в деталях из металлов и неметаллов простой и сложной формы.

Магнитные методы контроля основаны на регистрации магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами, или на определении магнитных свойств контролируемых изделий.

Эти методы позволяют обнаружить дефекты типа несплошности материала (трещины, волосовины, закаты), а также определить механические характеристики ферромагнитных сталей и чугунов по изменению их магнитных характеристик.

Визуально оптические методы контроля основаны на взаимодействии светового излучения с контролируемым объектом. По характеру взаимодействия различают методы прошедшего, отражённого, рассеянного и индуцированного излучений (под последним имеется в виду оптическое излучение предмета под действием внешнего воздействия, например люминесценцию).

Информативными параметрами этих методов являются амплитуда, фаза, степень поляризации, частота или частотный спектр, время прохождения света через объект, геометрия преломления или отражения излучения. Оптические методы широко применяют из-за большого разнообразия способов получения первичной информации о наличии наружных дефектов независимо от материала контролируемого изделия.

Радиационные методы контроля основаны на регистрации и анализе проникающего ионизирующего излучения. Используется рентгеновское, гамма-излучение, потоки нейтрино и т.д. Проходя через толщу изделия, проникающие излучения по-разному ослабляются в дефектном и бездефектном сечениях и несут информацию о внутреннем строении вещества и наличии дефектов внутри изделия. Эти методы используются для контроля сварных и паяных швов, отливок, проката.

Радиоволновые методы основаны на регистрации параметров электромагнитных волн радиодиапазона, взаимодействующих с контролируемым объектом. Обычно используются волны сверхвысокочастотного диапазона длиной 1-100 мм для контроля изделий из материалов, где радиоволны затухают не очень сильно: диэлектрики (пластмасса, керамика, стекловолокно), магнитодиэлектрики (ферриты), полупроводники, тонкостенные металлические объекты. Так же, как оптические и акустические, различают методы прошедшего, отраженного, рассеянного излучения и резонансный метод.

Тепловые методы основаны на регистрации изменений тепловых или температурных полей контролируемого объекта. Они применимы к любым материалам. Различают пассивный (на объекты не воздействуют внешним источником тепла) и активный (объект нагревают или охлаждают) методы. Измеряемым информативным параметром является температура или тепловой поток.

При пассивном методе измеряют температурное поле работающего объекта. Дефект определяется появлением мест повышенной (пониженной) температуры. Таким методом определяют места утечки теплоты в зданиях; трещины в двигателях и т.д. При контроле активным методом объект нагревают контактным или бесконтактным методом и измеряют температуру с той или другой стороны объекта. Это позволяет обнаруживать несплошности (трещины, пористость, инородные включения) в объектах, изменения в структуре физико-механических свойствах материала по изменению теплопроводности, теплоёмкости, коэффициенту теплопередачи. Измерение температуры или тепловых потоков выполняют контактным или бесконтактным способом. Наиболее эффективное средство бесконтактного наблюдения - сканирующий тепловизор. Его используют для определения дефектов пайки многослойных изделий из металлов и неметаллов, клеевых соединений и т.п.

Методы контроля течеисканием основаны на регистрации индикаторных жидкостей и газов, проникающих в сквозные дефекты контролируемого объекта. Их применяют для контроля герметичности работающих под

давлением сварных сосудов, баллонов, трубопроводов, топливной и гидроаппаратуры, масляных систем силовых установок и т.п.

К методам течеискания относят гидравлическую опрессовку, аммиачно-индикаторный метод, контроль с помощью гелиевого и галоидного течеискателей и т.д. Проводят течеискание и с помощью радиоактивных веществ, что значительно повышает чувствительность метода.

Электрические методы основаны на регистрации параметров электрического поля, взаимодействующего с контролируемым объектом (собственно электрический метод), или поля, возникающего в контролируемом объекте в результате внешнего воздействия (термоэлектрический или трибоэлектрический методы).

Первичными информативными параметрами является электрическая емкость или потенциал. Ёмкостный метод используется для контроля диэлектрических или полупроводниковых материалов. По изменению проводимости, в частности её реактивной части, контролируют химический состав пластмасс, полупроводников, наличие в них несплошностей; влажность сыпучих материалов и другие свойства.

Для контроля проводников применяют метод электрического потенциала. Толщину проводящего слоя, наличие несплошностей вблизи поверхностей проводника контролируют, измеряя падение потенциала на некотором участке. Электрический ток огибает поверхностный дефект, по увеличению падения потенциала на участке с дефектом определяют глубину несплошности с погрешностью в несколько процентов.

Термоэлектрический метод применяют для контроля химического состава материала. Например, нагретый до постоянной температуры медный электрод прижимают к поверхности изделия и по возникающей разности потенциалов определяют марку стали, титана, алюминия или другого материала.

Разновидностью электрического метода является метод электронной эмиссии, то есть измерение эмиссии ионов с поверхности изделия под влиянием внутренних напряжений. Этот метод используется для определения растрескиваний в эмалевых покрытиях, для сортировки деталей, измерения толщины пленочных покрытий и определения степени закалки изделия.

Электромагнитный метод (вихревых токов) основан на регистрации изменений взаимодействия электромагнитного поля катушки с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых этой катушкой в контролируемый объект. Его применяют для обнаружения поверхностных дефектов в магнитных и немагнитных деталях и полуфабрикатах. Метод позволяет обнаруживать нарушения сплошности (в основном трещины) на различных по конфигурации деталях. В таблице 5 приведены примерные оценки различных методов контроля по выявляемости дефектов в изделиях из различных материалов различного назначения.

Таблица 5 - Оценка выявляемости дефектов различными видами неразрушающих методов контроля

| Объект контроля             | Вид неразрушающих методов контроля |              |              |           |             |          |            |               |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|----------|------------|---------------|
|                             | Радиационный                       | Акустический | Токовихревой | Магнитный | Капиллярный | Тепловой | Оптический | Радиоволновой |
| Неферромагнитные материалы  |                                    |              |              |           |             |          |            |               |
| Проволока диаметром, мм     |                                    |              |              |           |             |          |            |               |
| 0,01-1                      | 0                                  | 5            | 5            | 0         | 0           | 3        | 4          | 0             |
| 1-14                        | 4                                  | 5            | 5            | 0         | 0           | 0        | 4          | 0             |
| Прутки диаметром, мм        |                                    |              |              |           |             |          |            |               |
| 3-40                        | 5                                  | 5            | 5            | 0         | 0           | 0        | 4          | 0             |
| 30-100                      | 5                                  | 5            | 5            | 0         | 0           | 0        | 4          | 0             |
| 156-1000                    | 5                                  | 5            | 5            | 0         | 0           | 0        | 4          | 0             |
| Листы, плиты толщиной, мм   |                                    |              |              |           |             |          |            |               |
| 0,1-1                       | 4                                  | 5            | 5            | 0         | 4           | 3        | 4          | 3             |
| 0,1-3,9                     | 5                                  | 5            | 5            | 0         | 4           | 0        | 4          | 0             |
| 4-10 и более                | 5                                  | 5            | 5            | 0         | 4           | 0        | 4          | 0             |
| Сортовой прокат             | 5                                  | 5            | 4            | 0         | 4           | 0        | 4          | 0             |
| Отливки                     | 5                                  | 4            | 0            | 0         | 5           | 3        | 4          | 0             |
| Ферромагнитные материалы    |                                    |              |              |           |             |          |            |               |
| Проволока                   | 4                                  | 5            | 5            | 5         | 0           | 3        | 4          | 0             |
| Прутки диаметром, мм        |                                    |              |              |           |             |          |            |               |
| 3-4                         | 5                                  | 5            | 5            | 5         | 0           | 0        | 4          | 0             |
| 30-10                       | 5                                  | 5            | 5            | 5         | 0           | 0        | 4          | 0             |
| Трубы сварные диаметром, мм |                                    |              |              |           |             |          |            |               |
| 30-40                       | 4                                  | 5            | 5            | 5         | 4           | 0        | 4          | 0             |
| 50-150                      | 3                                  | 5            | 5            | 5         | 4           | 0        | 4          | 0             |
| 150-1000                    | 4                                  | 5            | 5            | 5         | 4           | 0        | 4          | 0             |
| Листы, плиты толщиной, мм   |                                    |              |              |           |             |          |            |               |
| 0,1-1                       | 3                                  | 5            | 5            | 5         | 4           | 3        | 4          | 3             |
| 0,1-3,9                     | 3                                  | 5            | 5            | 5         | 4           | 0        | 4          | 0             |
| 4-10 и более                | 3                                  | 5            | 4            | 4         | 4           | 0        | 4          | 0             |

Продолжение таблицы 5

|                                             |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Сортовой прокат                             | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 | 0 | 4 | 0 |
| Отливки                                     | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 0 | 4 | 0 |
| Диэлектрики                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Резина                                      | 5 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | 5 |
| Керамика, металлокерамика                   | 5 | 4 | 0 | 0 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| Бетон, железобетон                          | 3 | 5 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | 5 |
| Монокристаллы                               | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 5 |
| Многослойные материалы                      | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 5 |
| Стекло                                      | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 3 |
| Стеклопластики                              | 3 | 4 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Соединения                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Сварные                                     | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| Клеевые                                     | 3 | 5 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| Паяные                                      | 3 | 5 | 3 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| Резьбовые                                   | 0 | 0 | 3 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Детали к изделиям                           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Многослойные Конструкции из стеклопластиков | 3 | 4 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 4 |
| Радиоэлектронные схемы и детали             | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 4 |
| Электровакуумные приборы                    | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 |

Оценка неразрушающих методов контроля:

5 - отличная, 4 - хорошая, 3 - удовлетворительная, 0 - неудовлетворительная

### 3.2 Выбор неразрушающего метода контроля

Эффективность неразрушающих методов контроля определяется большим числом факторов, главными из которых являются выявляемость дефектов, производительность, оперативность, безопасность и стоимость.

Необходимо выбрать такой метод, который мог бы проникать в трещины исследуемого объекта. Визуальные и капиллярные методы контроля изделий из ферромагнитных материалов позволяют обнаруживать дефекты только на поверхности изделия, для решения поставленной задачи данный метод не подходит. Магнитными и токовихревыми методами можно обнаружить как

поверхностные, так и подповерхностные дефекты, но не внутренние дефекты, что тоже не удовлетворяет критерия поиска. Оптимальным выбором является радиационный и акустический (ультразвуковой) методы, которыми можно обнаружить поверхностные, подповерхностные и внутренние дефекты.

С точки зрения опасности радиационный метод оказывает существенное воздействие на здоровье обслуживающего персонала, что нельзя сказать про акустический метод, у которого наносимый вред здоровью приравнивается к нулю. Поэтому, для разработки нового метода дефектации котла цистерн будет применять акустический (ультразвуковой) метод неразрушающего контроля.

Ультразвуковые колебания являются одним из многочисленных примеров колебаний, имеющих место в природе (морские волны, ветровые импульсы и т. д.) и возникающих под действием одного или, что гораздо чаще, нескольких непрерывно действующих импульсов.

Ультразвуковые волны получили широкое применение в народном хозяйстве, в механических, физических, химических процессах, в медицине. Ультразвуковые колебания широко применяются для контроля качества материала, сварных соединений и другого. Для этих целей пьезоэлектрическим преобразователем возбуждаются ультразвуковые колебания. Возбуждение их происходит в результате так называемого пьезоэффекта - электрические колебания, поданные на пластину, преобразуются в механические. Это имеет место в пластинах из кварца, титаната бария и других материалов вследствие перестройки в них положения кристаллов, оси которых под действием проходящего тока поворачиваются в металле, и в результате этого поворота изменяется и суммарная длина пластины. Эти удлинения, следующие непрерывно друг за другом, создают волну.

Частота колебаний, возбуждаемая ультразвуком, может варьироваться в широких пределах - от 0,5 - 1,0 Гц до 20 МГц.

Между изделием и ультразвуковым преобразователем акустический контакт создают путем введения слоя воды или незамерзающей магнитной жидкости. Если акустический контакт невозможен, то применяют бесконтактный ввод ультразвуковых колебаний с помощью электромагнитных акустических преобразователей, чувствительность которых ниже, чем у пьезоэлектрических.

### **3.3 Новый метод технологического процесса дефектации котлов цистерн**

Проведенные исследования показали, что в котле цистерны, представляющий собой замкнутое пространство, на ультразвуковые волны оказываться минимальное воздействие окружающей среды. Если мы поместим излучатель ультразвука снаружи, а ультразвуковой приемник во внутрь цистерны, то при попадании луча на сквозной дефект, ультразвук проникает внутрь котла цистерны, и достигнет ультразвукового приемника.

Для обнаружения дефекта необходимо, чтобы сигнал дефекта подавался непосредственно специалисту, который проводит дефектацию. Самый простой способ связи - с помощью проводов, но из-за больших размеров цистерны и

цилиндрической формы провода будут путаться, цепляться за выступающие части котла цистерны и как следствие рваться. Также провод ограничивает действия оператора. Для решения этой проблемы было принято решение использовать связь посредством радиоволн. Средство связи будет состоять из двух частей: радиопередатчик и радиоприемник. Радиопередатчик соединяется с ультразвуковым приемником, а радиоприемник находится у специалиста, который проводит дефектацию. Принципиальная схема изображена на рисунке 2.

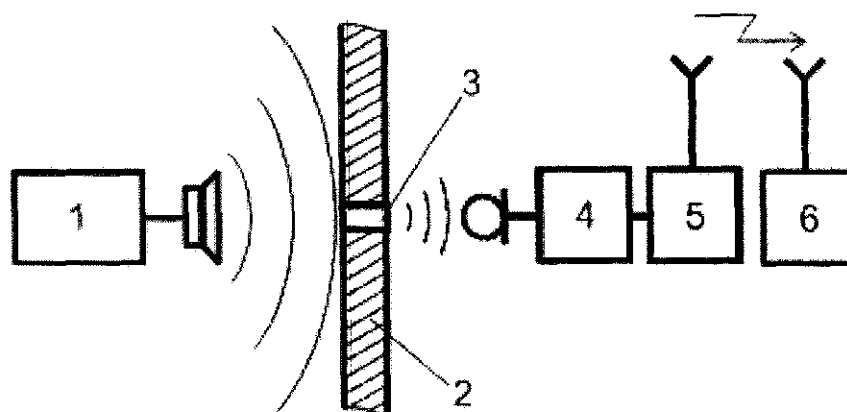


Рисунок 2 - Принципиальная схема нового метода дефектации  
1 — ультразвуковой передатчик; 2 — стенка котла; 3 — сквозной дефект;  
4 — ультразвуковой приемник; 5 — радиопередатчик; 6 — радиоприемник.

Для стабильной работы и исключения искажения радиоволн радиопередатчик необходимо разместить снаружи цистерны. В результате получим, что ультразвуковой приемник подвешивается в центре котла цистерны посредством гибкой сцепки, а радиопередатчик снаружи котла цистерны. По этой гибкой сцепке идут связующие провода, которые и связывают ультразвуковой приемник и радиопередатчик. Ультразвуковой излучатель и радиоприемник находятся у специалиста, проводящего дефектацию. Если при сканировании поверхности котла цистерны луч попадает на сквозной дефект, ультразвук проникает внутрь котла, достигает ультразвукового приемника и преобразуется в электрическое напряжение. При превышении этим напряжением заданного порога формируется сигнал дефекта, который с помощью радиопередатчика и радиоприемника передается специалисту, проводящему дефектацию (дефектоскописту). Функциональная схема нового метода дефектации изображена на рисунке 3.

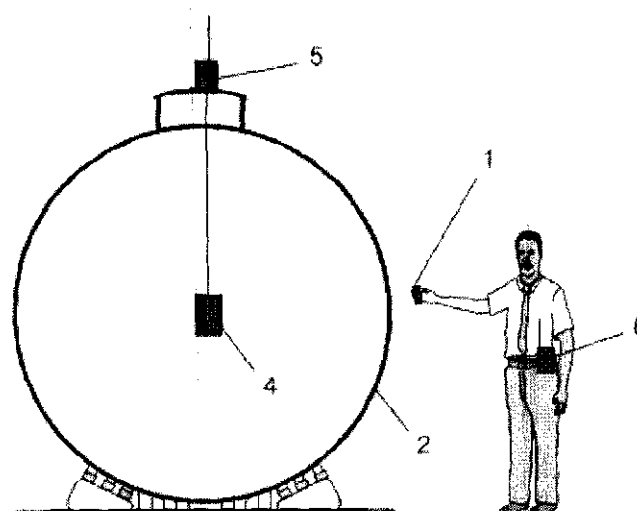


Рисунок 3 - Функциональная схема нового метода дефектации  
 1 — ультразвуковой передатчик; 2 — стенка котла;  
 4 — ультразвуковой приемник; 5 — радиопередатчик; 6 — радиоприемник.

Из-за повышенного шума в цехах вагоноремонтных организаций целесообразно будет подключить к радиоприемнику наушники.

В результате применения нового метода технологического процесса дефектации котлов цистерн изменяется принципиальная схема самого процесса. Теперь для дефектации цистерны нет необходимости снимать сам котел цистерны с вагона и устанавливать его на кантователь. Также по окончании ремонтных работ не нужно проводить полную дефектацию всего котла цистерны, достаточно провести дефектацию тех участков, где проводились ремонтные работы. Принципиальная схема нового метода дефектации котла цистерны изображена на рисунке 4.



Рисунок 4 - Принципиальная схема нового метода дефектации котла цистерны

Временной интервал необходимый для дефектации будет составлять приблизительно два часа, вместо пяти при ранее применяемом методе.

### 3.4 Необходимое оборудование

В связи с ограниченным финансированием поиск необходимого оборудования производился среди вышедшего из строя и списанного оборудования. Данное оборудование ремонтировалось, вносились существенные изменения в конструкцию, часть оборудования конструировалась вручную. Так для создания ультразвукового излучателя и ультразвукового приемника был отремонтирован и модернизирован ультразвуковой дефектоскоп УД-4Т.

Процессы преобразования энергии ультразвуковых колебаний происходят в трех трактах дефектоскопа:

- электроакустический тракт, где электрические колебания преобразуются в ультразвуковые и обратно, состоит из пьезопреобразователей, демпферов, переходных и контактных слоев, электрических колебательных контуров генератора;

- электрический тракт состоит из генератора, усилителя и определяет амплитуду зондирующего импульса;

- акустический тракт определяет путь от излучателя до отражателя в металле и обратно - от отражателя до приемника.

Ультразвуковой дефектоскоп предназначен для излучения ультразвуковых колебаний, приема эхо-сигналов, установления положения и размеров дефектов. Аппаратура ультразвукового контроля включает в себя пьезопреобразователь, электронный блок и вспомогательные устройства.

Основной частью пьезопреобразователя является пьезоэлемент, например пластина кварца или титаната бария в виде диска толщиной, равной половине длины волны ультразвуковых (УК) колебаний. Преобразователи разделяются на прямые (вводят продольную волну перпендикулярно контролируемой поверхности); наклонные (вводят поперечную волну под углом к поверхности); раздельно-смещенные (вводят продольную волну под углом  $5 - 10^\circ$  к плоскости, перпендикулярной поверхности ввода).

Прямой ультразвуковой преобразователь состоит из корпуса, пьезопластины, окруженной с одной стороны демпфером, сокращающим длительность свободных колебаний, а с другой - защитным донышком, предохраняющим ее от механических повреждений.

Наклонный преобразователь имеет пьезопластину, приклеенную к призмам из полимеров (оргстекло, полистирол и др.). Малая скорость распространения волн в полимерах позволяет при малых углах падения волн на объект вводить поперечные волны под большим углом. Когда ультразвуковой импульс достигает противоположной стороны образца, он отражается от нее и продолжает зигзагообразный путь между двумя поверхностями.

Дефектоскоп работает по следующей схеме. От блока синхронизатора тактовые импульсы поступают в генератор зондирующих импульсов и запускают его. При подаче запускающего импульса в контуре, состоящем из индуктивности, емкости накопительного конденсатора, возникают радиочастотные колебания, называемые зондирующими импульсами.

Последние возбуждают в пьезопластине ультразвуковые колебания. Одновременно тактовые импульсы с синхронизатора подаются и на генератор развертки электронно-лучевой трубки. Скорость развертки регулируется в зависимости от толщины прозвучиваемого металла.

Отраженные от дефекта импульсы упругих колебаний подаются на пьезопластину и преобразуются в ней в электросигналы. Эти колебания усиливаются в усилителе, затем подаются на экран электронно-лучевой трубки. При развертке расстояние от зондирующего импульса до принятого сигнала пропорционально времени прохождения импульса от пьезопластины до дефекта и обратно. По числовым значениям скорости и времени прохождения ультразвука можно определить координаты дефекта. Отклонение луча на электронно-лучевой трубке в вертикальном направлении характеризует амплитуду сигнала и пропорционально значению размера дефекта.

Амплитуда измеряется градуированными приборами - аттенюаторами, имеющимися в дефектоскопе. Дефектоскоп также содержит автоматизированный сигнализатор для звуковой и световой индикации дефектов.

Для применения данного дефектоскопа к поставленной задаче необходимо было разделить его на две части: излучатель и приемник. Поскольку задача заключается в определении наличия и расположения дефекта, а расположение определяется положением ультразвукового излучателя на поверхности котла цистерны, то блок усилителя электросигнала и блок формирования электроимпульса на электронно-лучевую трубку вместе с самой электронно-лучевой трубкой были удалены из прибора. Оставшаяся часть прибора была разделена на излучатель и приемник ультразвуковых волн, а автоматизированный сигнализатор индикации дефектов был установлен в ультразвуковой приемник. Для бесконтактного метода диагностирования ультразвуковой излучатель и приемник были снабжены электромагнитными акустическими преобразователями. Радиопередатчик и радиоприемник были сделаны из детских раций. Данные рации позволяют передавать сигнал до одного километра и не требуют выкупа радиочастоты.

Питание данных устройств производится от двух аккумуляторных батарей «МОД-2» напряжением 9,6В, ток потребления данных устройств не превышает 80мА. По расчетам данных батарей должно хватить на одну рабочую смену, или около семи часового интенсивного использования.

#### 4 Проект автоматизации нового технологического процесса диагностирования котлов цистерн

Для автоматизации технологического процесса диагностирования котлов цистерн планируется объединить разработанное устройство для дефектоскопирования и кантователь. Кантователь используется во всех вагоноремонтных организациях, специализирующихся на ремонте вагонов-цистерн. Данное устройство представляет собой две дуги, на краю которых находятся ролики. Располагаются дуги параллельно друг другу на расстоянии длины цистерны. На них, с помощью подъемного крана, ложится котел цистерны, и за счет роликов можно выполнять поворот цистерны на 360 градусов. Рабочий с помощью лебедки проворачивает котел цистерны в нужное положение, необходимое для проведения ремонтных работ. Кантователь изображен на рисунке 5.

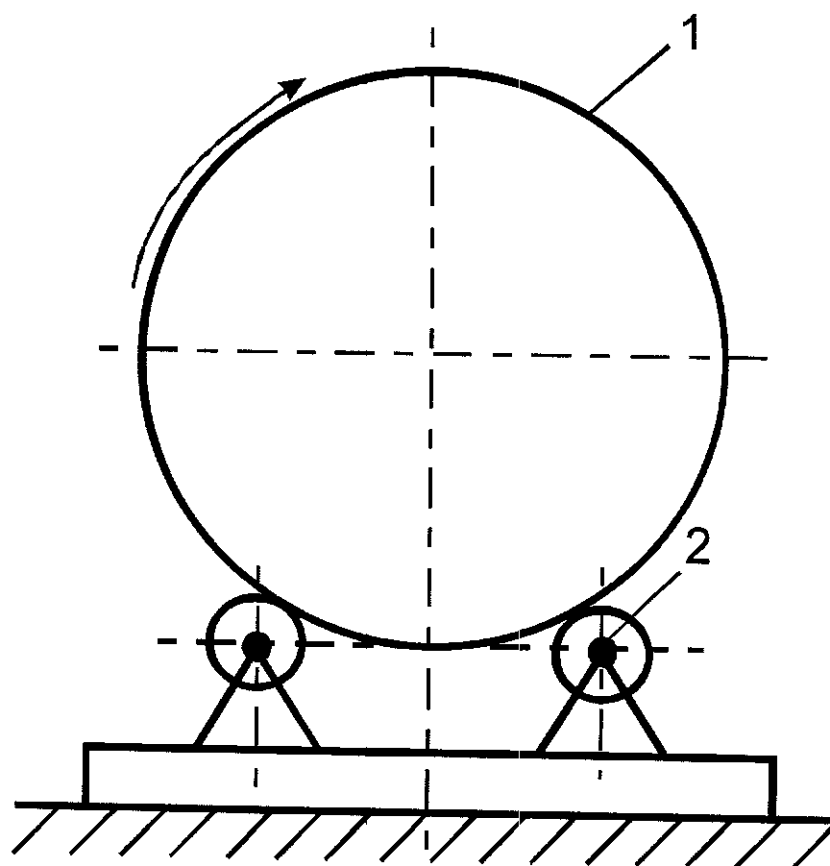


Рисунок 5 – Кантователь  
1 – котел цистерны; 2 – кантователь.

Проект автоматизации технологического процесса диагностирования котлов цистерн состоит из двух методов.

#### 4.1 Первый метод автоматизации

Вдоль всего котла цистерны к кантователю крепятся ультразвуковые излучатели, вовнутрь котла цистерны, на жесткой сцепки, устанавливаем ультразвуковой приемник. Кантователь подключаем к электроприводу. Все оборудование соединяем с ЭВМ.

Под управлением ЭВМ начинается вращение котла цистерны, и одновременно включаются ультразвуковые излучатели. В момент попадания ультразвука в сквозной дефект и в приемник, котел цистерны останавливается. После чего начинается последовательное включение излучателей, для определения местоположения дефекта. На экране ЭВМ выдается сообщение о дефекте и его местоположение. На рисунке 6 изображен первый метод автоматизации.

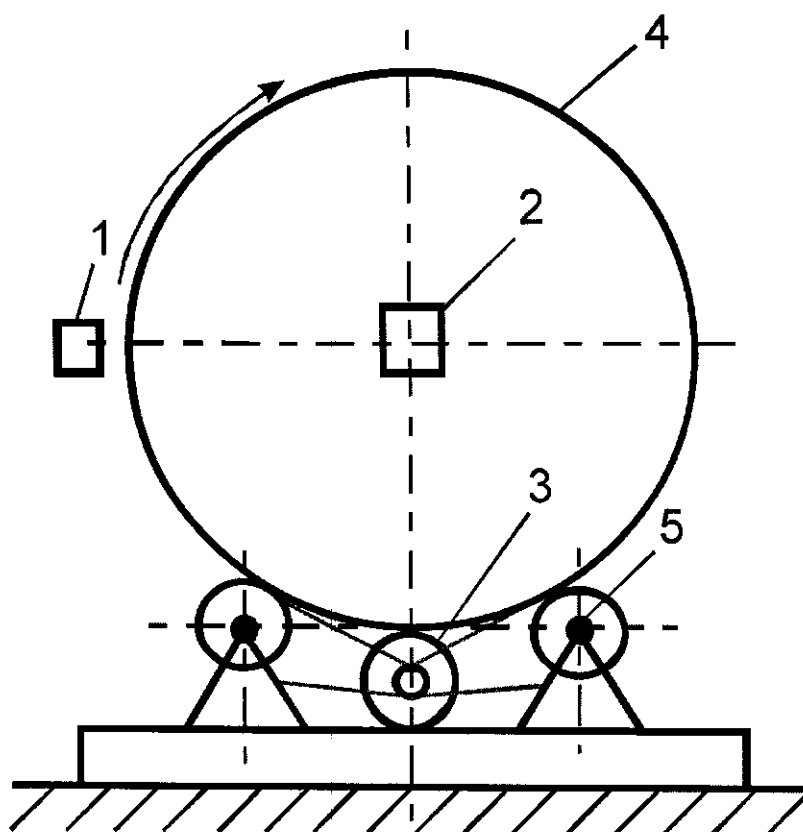


Рисунок 6 – Первый метод автоматизации

1 – ультразвуковые излучатели; 2 – ультразвуковой приемник;  
3 – электропривод; 4 – котел цистерны; 5 – кантователь.

Данный метод не требует существенных доработок в разработанное устройство дефектации котла цистерны, но потребуются материальные вложения.

## 4.2 Второй метод автоматизации

Как и в первом методе, вдоль всего котла цистерны к кантователю крепятся ультразвуковые приемники, вовнутрь котла цистерны, на жесткой сцепки, устанавливаем ультразвуковой излучатель. На кантователь крепим датчики положения котла цистерны и подключаем к электроприводу. Все оборудование соединяем с ЭВМ.

Под управлением ЭВМ начинается вращение котла цистерны, и одновременно включаются ультразвуковые излучатели. В момент выхода ультразвукового сигнала через сквозной дефект и его попадание в один из приемников, ЭВМ, используя датчики положения котла цистерны и положение ультразвукового приемника, начинает фиксировать координаты дефекта. В отличие от первого метода нет необходимости останавливать вращение котла цистерны, вращение выполняется в полный круг, а по окончании ЭВМ выводит картографическую карту дефектов котла цистерны. Поскольку технология устранения дефекта зависит от его расположения, а теперь мы можем его фиксировать, то вместе с картографической картой дефектов ЭВМ выводит и справочно-советующую информацию о виде дефекта и о технологии его ремонта. На рисунке 7 изображен второй метод автоматизации.

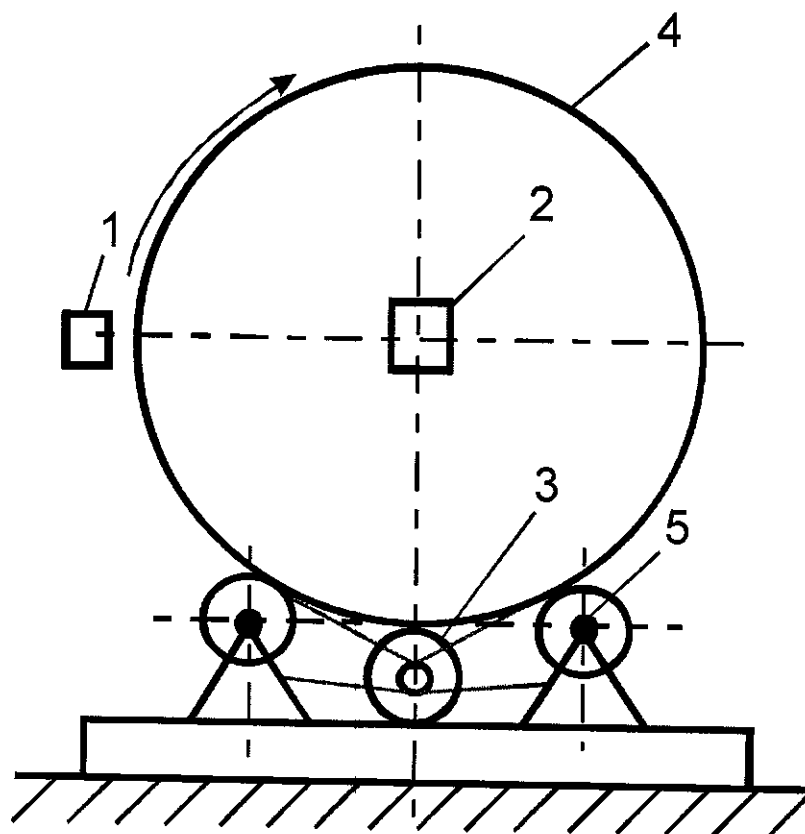


Рисунок 7 – Второй метод автоматизации

1 – ультразвуковые приемники; 2 – ультразвуковой излучатель;  
3 – электропривод; 4 – котел цистерны; 5 – кантователь.

Для данного метода требуется внести изменения в разработанное устройство дефектации котла цистерны, а также более существенные материальные вложения.

## Заключение

Обновление парка подвижного состава – одна из важнейших задач. Переходный этап экономики страны 90-х годов негативно отразился на состоянии железнодорожной отрасли. Эксплуатируется подвижной состав, выпущенный еще в советский период, а пополнение парка практически не проводилось, либо было мизерным. Одной из временных мер является ремонт и модернизация подвижного состава, направленная на продление срока эксплуатации вагонов. Но чтобы выполнить эту задачу необходимо модернизировать и внедрить новые технологии в технологические процессы ремонта вагонов.

На основании целей были поставлены следующие задачи и реализованы следующие решения:

- Произведен анализ применяемых технологических процессов ремонта вагонов;
- На основании анализа технологических процессов выявлен наиболее производственно-необходимый и экономически выгодный для модернизации и внедрения новых технологий технологический процесс – технологический процесс ремонта котлов цистерн;
- Разработан новый метод технологического процесса дефектации котла цистерн и необходимое оборудование;
- Разработаны несколько проектов автоматизации нового технологического процесса дефектации котлов цистерн.

В данном диссертационном проекте достигнуты все поставленные цели, разработаны новые методы ремонта и диагностики с использованием современного развития технологий, предложены несколько проектов автоматизации технологического процесса дефектации котлов цистерн.

## Литература

1. Регламент технической оснащенности вагоноремонтных организаций ИП-ЦВ/665/429-08;
2. Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по деповскому ремонту КЖДТ-ЦВ/369-07 ЦГ АО «НК «КТЖ», 29.01.2007г;
3. Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Руководство по капитальному ремонту ЦВ/334-06 ЦГ АО «НК «КТЖ», 10.05.2006г;
4. Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров ЦВ/201-78 Пр. МТик № 482, 9.06.1997г;
5. Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте грузовых вагонов и рефрижераторного подвижного состава ЦВ 1997 Пр. МТик № 482, 09.06.1997г;
6. Инструкция по ремонту и испытанию сливного прибора цистерн РД 32 053-96/1 ЦГ РГП «КТЖ», 2001г;
7. Душина Ж.В. - Физические основы ультразвуковой дефектоскопии и технология ультразвукового контроля деталей подвижного состава, М-2000г.;
8. Криворудченко В. Ф., Ахмеджанов Р. А. - Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта, М. – 2005г.;
9. Лачин В. И., Савелов Н. С. – Электроника, Ростов н/Д, 2000г.;
10. Алешин Н.П., Щербинский ВТ. Радиационная, ультразвуковая и магнитная дефектоскопия металлоизделий, - М.- 1991г.;
11. Новокщенова СМ. Дефекты стали, М.- 1984г.;
12. Белокур И.П. Дефектология и неразрушающий контроль, Киев-1990г.;
13. Самойловича Г.С. Неразрушающий контроль металлов и изделий, М.- 1996г.;
14. Марков П.И. Волоконно-оптическая интроскопия, М.-1987г.;
15. Белокур И.П., Коваленко В.А. Дефектоскопия материалов и изделий, Киев – 1989г.;
16. Ключев В.В., Соснин Ф.Р., Румянцев С.В. - Неразрушающий контроль, М. - 2001.;
17. Адаменко А.А. Современные методы радиационной дефектоскопии. – Киев - 1984.;
18. Филова В.А. - Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества, Л.- 1990.;
19. Яковлев С.Т. Методы и аппаратура магнитного и вихревого контроля, СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003.;
20. Паврос С.К. Неразрушающий контроль изделий радиографическим методом, СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2005. ;
21. Терехов В. М., Осипов О. И. - Системы управления электроприводов- 2-е изд., М.- 2006.;
22. Ракитин Н.И., Ирхин П.В. - Прогрессивные методы технического обслуживания вагонов, ЖТ – 2002.;
23. Соколов М.М., Варава В.И." Левит Г.М. Измерения и контроль при

ремонта и эксплуатации вагонов, М.- 1991.;

24 Соколов М.М. Диагностирование вагонов, М. - 1990.;

25 Орлов М.В., Зыков Ю.В. - Техническому обслуживанию вагонов - современные методы, М. ЖТ - 2002.;

26 Газизова Г. Г. и др. - Физические основы неразрушающего контроля (магнитопорошковый, вихретоковый и ультразвуковой методы). Технические средства неразрушающего контроля деталей подвижного состава, М. - 2005.;

27. Неразрушающий контроль деталей вагонов. Общие положения РД 32 ЦЭВ 197-14 ЦГ АО «НК «КТЖ», 22.07.2004г;

28 Зоны контроля и дефекты деталей подвижного состава. РД 32 ЦЭВ 198-14 ЦГ АО «НК «КТЖ», 22.07.2004г;

29 Резанов Ю. К., Соколова Е. М. - Электронные устройства электромеханических систем, М. 2004г.