# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ КОЛЕСНЫХ ПАР ВАГОНОВ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ

**С. В. Шипилов, И. А. Теущаков, А. А. Иванайский**
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
г. Барнаул

На сегодняшний день ультразвуковой (УЗ) неразрушающий контроль (НК) получил широкое распространение в техногенной практике человека. Это нашло отражение в постоянно растущем количестве фирм занятых обследованием различных объектов с использованием УЗ аппаратуры. Производство аппаратуры НК является наукоемкой и высокотехнологичной отраслью, которая при правильной организации дела может являться весьма прибыльным бизнесом, что и демонстрируют ведущие зарубежные фирмы.

Накануне распада СССР научными исследованиями, разработкой и производством аппаратуры НК занимались многие организации. После распада СССР произошел разрыв производственных связей между предприятиями и отраслями образовавшихся государств членов СНГ. В сочетании с обвальной приватизацией промышленных предприятий это привело к развалу отрасли по производству аппаратуры НК как единой структуры и, как следствие, к падению производства и потребления соответствующей продукции. .[1]

Объективная потребность в аппаратуре для НК уже привели к своеобразному возрождению данной отрасли. По направлениям наукоемкой техники, которую можно производить и реализовывать без привлечения больших оборотных средств и дорогого технологического оборудования, в начале века возникли малые предприятия (МП). Они образовывались инициативными группами сотрудников ранее занимавшихся данной тематикой. Основной деятельностью подобных МП становится инновационная деятельность, производство и выпуск техники НК, оказание сервисных услуг. Как правило, подобные МП существуют при больших предприятиях, где в той или иной форме арендуются площади.

Как правило, эти фирмы являются небольшими предприятиями с числом сотрудников от 5 до 50 человек или представляют специализированные подразделения крупных предприятий. Масштабы их производства в настоящее несопоставимы с деятельностью известных западных фирм.

Зарубежные фирмы активно и настойчиво пытаются внедриться на российский рынок. Но стоимость их оборудования в среднем в 3-4 раза выше отечественных аналогов даже при сравнимом качестве. Зарубежную экспансию ограничивает низкая платежеспособность наших потребителей. В частности, для ультразвукового сегмента рынка доля эксплуатируемых импортных приборов ориентировочно составляет не более 10-15%.

По грубым оценкам, ежегодная потребность в УЗ приборах для НК может составлять более 500 универсальных толщиномеров и более 1000 дефектоскопов. Имеются в виду приборы, как для контроля металла, так и для контроля пластмасс.

К подобным изделиям необходимо поставлять различные УЗ преобразователи, как в комплекте, так и в качестве расходного материала. Доля преобразователей в объеме продаж техники может составлять более 30%. Постоянная потребность в новых приборах НК обусловлена эксплуатационным износом техники и ее моральным устареванием. В настоящее время, после разразившегося финансового кризиса, на Российском рынке производителей УЗ средств НК осталось около десяти фирм, предлагающих свое оборудование и активно занимающихся маркетингом.

Тенденция развития рынка такова, что в России возникает необходимость формирования производителя УЗ дефектоскопов и толщиномеров, которые будут обслуживать специфические потребности рынка.

В Алтайском крае работают два крупнейших в России машиностроительных завода по производству и ремонту подвижного состава железнодорожного транспорта, это ОАО «Алтайвагон» и ОАО "Барнаульский Вагоноремонтный Завод". Одной из самых ответственных деталей вагона, используемой этими предприятиями, от исправной работы которой зависит безопасность движения поездов, является колесная пара (КП).

В связи с продолжающимся старением парка подвижного состава ростом скоростей движения и грузоподъемности составов, а также использованием термоупрочненных рельсов положение с отказами колес в пути следования в последние годы ухудшается, о

чем свидетельствует статистика изломов колес, приведенная в отчетах ВНИИЖТ. Применение средств и методов входного, межоперационного и выходного неразрушающего контроля технического состояния объектов контроля при изготовлении и выполнении ремонтных работ является в современных условиях неотъемлемой частью обеспечения безопасности движения.

Такие факторы, как существенный процент износа эксплуатируемого подвижного состава, ужесточение требований к качеству ремонта с одной стороны, и необходимость увеличения производительности труда с другой стороны, требуют разработки нового оборудования и эффективных методов ультразвукового контроля элементов КП, узлов и деталей подвижного состава. В настоящее время при дефектоскопии элементов КП железнодорожных вагонов используются магнитопорошковый, вихретоковый, ультразвуковой методы контроля [2].. Но при существующем многообразии различных методов неразрушающего контроля все еще имеют место пропуски опасных дефектов элементов КП (трещины в диске, гребне и ободе колеса, трещины в средней части, шейки и подступичной части оси). Ухудшает ситуацию то, что средства ультразвукового контроля, эксплуатируемые на предприятиях по ремонту и обслуживанию вагонов на сети железных дорог, морально и физически устарели. Проведенный анализ показал, что в вагонных депо и на вагоноремонтных заводах контроль выполнялся с помощью аналоговых ультразвуковых дефектоскопов, разработанных в 1960-1980 годах (УЗД-64, УД-ППУ). Применяемые технологии контроля не позволяют обнаруживать целый ряд опасных дефектов и не обеспечивают требуемую достоверность.

Повышение качества ремонта вагонов и безопасности движения поездов возможно только за счет разработки интеллектуальных систем оценки состояния КП, новых и совершенствования действующих методик, средств и технологий ультразвуковой дефектоскопии, обеспечивающих надежное обнаружение дефектов различного типоразмера, в том числе не выявляемых ранее.

Интеллектуальная система оценки состояния КП должна решать следующие задачи:

1. Настраивать чувствительность при ультразвуковом контроле дисков колес на основе исследования акустического тракта.

2. Выбирать схемы и основные параметры ультразвукового контроля ободьев колес;

3. Выявлять и описывать дефекты КП различного типоразмера;

4. Позволять использовать различные функциональные решения аппаратуры ультразвукового контроля элементов колесных пар вагонов;

Для этого в разрабатываемый программный продукт были внедрены аналитические выражения для расчета акустического тракта эхо и зеркально-теневого методов при контроле поверхностными волнами по вогнутой криволинейной поверхности, обеспечивающие возможность выбора основных параметров ультразвукового контроля дисков цельнокатаных колес. Безэталонная настройка чувствительности реализована на основе анализа опорного сигнала от двугранного угла при контроле поверхностными волнами, что в свою очередь позволило исключить необходимость применения стандартных образцов с моделями дефектов.

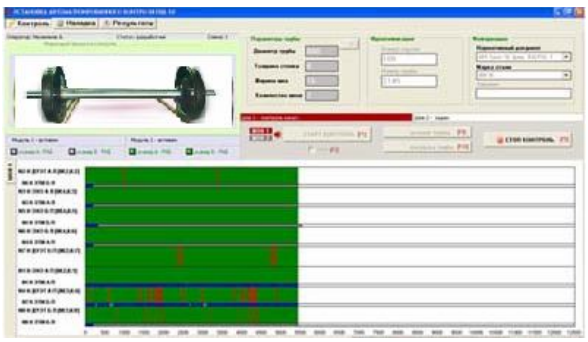

Рисунок 1 – Интерфейс
разрабатываемой программы контроля

Реализация комплексной схемы прозвучивания при ультразвуковом контроле ободьев цельнокатаных колес, обеспечит возможность обнаружения потенциально опасных дефектов с их графической интерпретаций в виде «а» и «б» сканов с нанесением дефектов режиме реального времени. Функциональное решение ультразвукового дефектоскопа представлено на рисунке 2.

Сканирующие ультразвуковые импульсы, проникающие в среду (металл, сварной шов), формируются на элементе, который получая аналоговый сигнал от платы аналого-цифрового преобразователя, создает направленный электрический импульс. Прием отраженной ультразвуковой волны осуществляется пьезоэлектрическим приемником, который под физическим воздействием, выра-

батывать электрический заряд, той же частоты, что и частота воздействия.

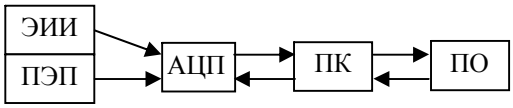


Рисунок 2 – Блок схема работы ультразвукового дефектоскопа, где
ЭИИ – электро-импульсный излучатель,
ПЭП – пьезо-электрический приемник,
АЦП – плата аналого-цифрового преобразователя, ПК – персональный компьютер, ПО – программное обеспечение

В зависимости от схемы реализации возможно совмещение излучателя и приемника ультразвуковых колебаний. Далее полученный отраженный сигнал поступает на плату аналого-цифрового преобразователя, который выполняет роль промежуточного звена, между ПК с аналоговыми устройствами для сбора и передачи информации. Специально разработанная программа на языке высокого уровня, имеет в себе возможность через АЦП управлять ЭИИ, а также выполнять сбор и анализ информации с ПЭП. Принципиальная блок схема ПО представлена на рисунке 3.

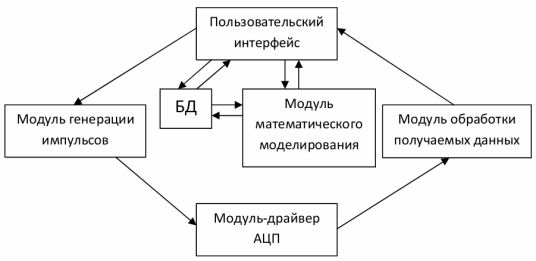


Рисунок 3 – Принципиальная блок-схема программного обеспечения

Оболочка программы, имеет идеологию Windows, что позволяет удобно и, наиболее, продуктивно работать с программой. Модуль генерации импульсов – набор функций, которые позволяют получить желаемый сигнал на ЭИИ, а именно величина импульса, частота, скважность. База данных внедрена для накопления полученной информации. В модуль математического моделирования записаны алгоритмы для анализа и моделирования обрабатываемых данных. Модуль обработки получаемых данных это набор функций, которые позволяют получать, данные из ПЭП. синхронизованные с ЭИИ. Модуль драйвер АЦП – драйвер служащий для реализации связи программы с АЦП, по средствам современной шины USB.

Диалоговое окно программы содержит диаграммы отраженного звука и перечня инструментов для работы с ней. Одной из важных функций инженерного программного обеспечения является автоматическое фиксирование координат дефекта с трёхмерным моделированием. Это позволяет наглядно определить вид и размер дефекта менее квалифицированному специалисту. Также очень важной функцией является возобновление работы с точки прерывания. Для этого нужно открыть фаил с проверяемым участком и продолжить процесс. При нахождении тех же особенностей строения участка трёхмерная модель «пристыковывается» к уже существующей и можно продолжать работу. В процессе контроля нередко появляются «пробелы», зоны, которые случайно может пропустить специалист, но в случае построения трёхмерной модели, специалист будет вынужден избегать таких участков, чтобы обеспечить единство модели. Это намного увеличит качество изделий. Также в данной программе задается база допустимых и недопустимых дефектов.

Таким образом, внедрение разрабатываемой системы оценки состояния колесных пар вагонов позволит с одной стороны повысить качество изготовляемой и ремонтируемой продукции, а с другой стороны существенно снизить издержки на устранение поломок образующихся в результате пропуска дефектов при ультразвуковом контроле качества колесных пар.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. «Рынок средств ультразвукового контроля - современное состояние», Клюев В.В., д.т.н. Ковалев А.В., к.т.н. Самокрутов А.А, http://acsys.ru/article/?article_id=22
2. Экспериментальные исследования формирования информативных сигналов при ультразвуковом контроле дисков колес поверхностными волнами. - Отчет о НИР, СПб.; ПГУПС, 1996.
3. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля М.; Машиностроение, 1981. 240 с.