

Вклад ОАО «Радиоавионика» в развитие методологии НК рельсов



А. А. Марков
ОАО «Радиоавионика»¹

Рассмотрены этапы развития методов и средств дефектоскопии рельсов за последние десятилетия. Показано, что только системный подход и комплексное применение разных физических методов неразрушающего контроля обеспечивает требуемую достоверность диагностики рельсов. Отмечен вклад ОАО «Радиоавионика» в дальнейшее развитие методологии неразрушающего контроля рельсов.

В текущем году ОАО «Радиоавионика» исполняется четверть века. В числе основных направлений компании важное место занимает направление по разработке и производству средств неразрушающего контроля. Это направление было организовано 23 года назад усилиями первого генерального директора организации Е.Э. Чернышева, член-корреспондента Академии транспорта РФ А.К. Гурвича при участии автора этих строк. По мере появления вызовов времени по неразрушающему контролю рельсов, а иногда и опережая эти вызовы, сотрудники ОАО «Радиоавионика» в эти годы поэтапно решали весьма сложные и разные задачи по диагностике рельсов [1].

Учитывая, что выявляемость дефектов в первую очередь зависит от применяемых ультразвуковых (у.з.) схем прозвучивания, немало усилий было приложено к развитию разнообразных способов и схем обнаружения дефектов в сечении рельса. Патентованные для рельсовой дефектоскопии способы у.з. контроля «Зеркальный» [2], РОМБ и РОМБ+ [3, 4], «2-эхо» [5] стали основными в схемах прозвучивания практически всех выпускаемых ОАО «Радиоавионика» дефектоскопов и комплексов [6]. Именно благодаря этим техническим решениям удалось заметно (от 0,70 до 0,99) повысить вероятность обнаружения дефектов в головке, шейке и подошве (в проекции шейки) рельсов [7].

¹ Анатолий Аркадиевич Марков, доктор техн. наук, зам. генерального конструктора по развитию методов и средств неразрушающего контроля ОАО «Радиоавионика». Тел. (812) 458-67-37. E-mail: amarkovspb@gmail.com.

По мере разработки новых для своего времени микропроцессорных двухниточных дефектоскопов АВИКОН- 01МР, АВИКОН-11 и АВИКОН-14 (рис. 1), а также приборов и установок для контроля сварных стыков рельсов МИГ-УКСМ и АВТОКОН-С [8] предложены и реализованы новые для этой отрасли конструктивные решения: по центровке искательных систем; по конструкции дефектоскопной тележки; по обеспечению надежного акустического контакта как с помощью систем скольжения (у.з. лыжи), так и путем ввода акустических колебаний через упругую оболочку колесного преобразователя (у.з. колесо) [6].



Рис. 1. Съемные микропроцессорные (МП) дефектоскопы – этапы развития

Применение дефектоскопов типа АВИКОН-14 с у.з. колесными преобразователями [9] может существенно «сократить» протяженность так называемых «контроленепригодных» участков пути [10]. Это достигается за счет обеспечения стабильного ввода у.з. колебаний как на участках с поверхностными неровностями, так и на изношенных рельсах за счет более плотного прилегания упругой оболочки у.з. колеса к поверхности катания. В масштабе всей сети железных дорог такое нововведение может дать существенный экономический эффект.

Попутно отметим, что установки для контроля сварных стыков типа МИГ-УКСМ и АВТОКОН-С являются единственными в мире, позволяющими за один-два прохода сканирующей системы полноценно озвучивать все сечение (включая перья подошвы) рельса как в пути, так и на рельсосварочных предприятиях (рис. 2).

- 100% контроль всего сечения;
- круглосуточная работа;
- регистрация результатов

- многоуровневая регистрация на уровне структурных шумов









- высокая производительность (3 мин. на один стык);
- документирование результата

- время проверки не более 3 мин.;
- колесные преобразователи;
- стабильный акустический контакт;
- документирование результатов;
- измерение геометрии и твердости

Рис. 2. Установки для входного контроля и проверки качества сварных стыков рельсов в условиях рельсосварочных предприятий - от АВИКОН-11РСП/ВС до установки АВТОКОН-С.

Наши специалисты впервые в России (и в мире) объединили акустические и магнитные методы в одном дефектоскопическом комплексе АВИКОН-03 вагона-дефектоскопа [11] (рис. 3). Убедившись в эффективности синергетического эффекта, комплекс впоследствии дополнен визуальным (от 2-х до 12 камер), а в ряде случаев - и инерциальными методами контроля [7]. В результате, вероятность обнаружения дефектов в контролируемых ими зонах достигает максимально достижимого значения.

АВИКОН-03

АВИКОН-03М

Казахстанский МДК

Венгерский ФМК 008

- 4 метода контроля;
- короткие неровности;
- 24 УЗ канала;
- 12 видеокамер;
- 2 МД канала;
- 60 км/ч

- УЗ, МД, видео;
- Лазерная система измерения геометрии и профиля (ППК «Прогресс»);
- Синхронизация с АСУ «Магистраль»









- УЗ и МД;
- 16 УЗ канала;
- 2 МД канала;
- 60 км/ч

- УЗ и видео;
- Автовыделение дефектных участков;
- Централизованная система управления;
- **80 км/ч**

Рис. 3. Мобильные средства контроля рельсов реализуют до четырех разных физических методов контроля и могут контролировать рельсы на скоростях до 80 км/ч

С целью минимизации расходов и автоматизации обработки собираемой диагностической информации о состоянии рельсового пути в последние годы по заказу АО «НК «КТЖ» удалось на борту одного вагона интегрировать полноценный дефектоскопический и путеизмерительный комплексы [6]. Лазерная система измерения геометрии пути, включая измерения профиля рельса (разработки московской фирмы ПИК «Прогресс»), видео, магнитная и у.з. дефектоскопия нашего производства составляют единый мобильный диагностический комплекс МДК, предоставляющий достоверную информацию, необходимую для безаварийной эксплуатации ж.д. пути.

Развивались новые методические подходы по контролю наиболее сложных участков рельсового пути. Впервые для оценки состояния сварных стыков рельсов предложено анализировать уровни структурных шумов при у.з. контроле [12] и изменение формы магнитного поля при магнитодинамическом методе контроля [13 и 14] в зоне термического влияния стыка.

Опережая новые требования НТД по оценке размеров дефектов в головке рельсов, еще в 2011 году нами предложен и реализован принципиально новый дефектоскоп АВИКОН-17, по сути, представляющий собой ультразвуковой томограф (рис. 8) [15 и 16]. Работоспособность и эффективность этого прибора доказана на многих действующих путях ОАО «РЖД», железных дорогах Белоруссии и Казахстана [17]. Прибор позволяет не только подтверждать дефекты в головке рельса, в том числе и под поверхностными расслоениями, но и оценить реальный размер трещины с требуемой для практики точностью, а также определять конфигурацию дефектов, создавая предпосылки к более дифференцированному подходу по срокам замены дефектных и остродефектных рельсов.

и сканер САТС-02

- 11 каналов;
- 3 метода УЗ контроля;
- менее 8 кг;
- регистрация сигналов

- режимы: А-развертка,
- В-развертка,
- Амплитудная огибающая
- менее 2 кг



- озвучивание сварного стыка по всему сечению рельса; 108 каналов контроля;
- регистрация сигналов; GPS координата;
- 3 минуты на 1 стык

2005 г.

2011 г.

2011 – 15 г.

2007 - 2011 г.

Рис. 4. Ультразвуковые дефектоскопы контроля локальных участков пути – от одноканального дефектоскопа АВИКОН-02Р для вторичного контроля до многоканальной (108 каналов) переносной установки МИГ-УКСМ для одновременного контроля сварных стыков по всему сечению

Успехи компании по развитию методологии НК рельсов и создании принципиально новых приборов и установок были поддержаны ОАО «РЖД» и замечены зарубежными фирмами. Более чем 10-летний опыт работы с венгерской фирмой MAV KFV Kft позволили создать для диагностики рельсового пути стран центральной Европы уже два комплекта дефектоскопического оборудования для вагонов-дефектоскопов. Эти вагоны удовлетворяют всем европейским требованиям по выявляемости дефектов и успешно выдерживают ежегодные испытания на специальных полигонах, проводимых независимой немецкой фирмой.

Французская фирма «Жейсмар» поставляет наше дефектоскопическое оборудование практически в любую точку мира (от Канады до Вьетнама) выставляя каждый раз новые требования к функциональным возможностям и конструкции приборов. Это с одной стороны усложняет выполнение заказа, но с другой – позволяет оценивать потребности и адаптировать наши приборы таким образом, чтобы они удовлетворяли мировым требованиям. В результате происходит взаимовыгодное развитие предприятий и специалистов.

Например, по заказу ф. «Жейсмар» разрабатывается однниточный у.з. дефектоскоп на базе колесных преобразователей для европейских ж.д. По просьбе фирмы MAV KFV Kft начаты совместные исследования по

обнаружению микротрещин (Head Checking) на рабочей выкружке головки рельсов у.з. методами. Естественно эти технические решения могут быть применены и на российских ж.д. Разработанный нами двухниточный дефектоскоп нового поколения АВИКОН-31 уже учитывает самые передовые требования как отечественных, так и зарубежных ж.д. В результате формируется новый класс приборов неразрушающего контроля, отвечающих самым современным требованиям.

Итоги работ по развитию методологии и средств в области неразрушающего контроля (НК) регулярно публикуются в авторитетных журналах «Дефектоскопия» (Российская академия наук), «Путь и путевое хозяйство», «В мире неразрушающего контроля» и др., а также докладываются на Всероссийских и Международных конференциях по НК и инфраструктуре путевого хозяйства. Наши технические предложения неоднократно докладывались на научно-технических советах ОАО «РЖД». Вновь разработанные средства НК периодически демонстрируются на международных и отраслевых выставках, основными из которых являются: «Международный железнодорожный салон EXPO 1520» (г. Щербинка, Экспериментальное кольцо ВНИИЖТа), крупнейшая международная выставка транспортных технологий и инноваций «INNOTRANS» (г. Берлин). Новые технологии, методики, технические решения, разработанные нашей компанией, становятся доступными для всех, кто работает для обеспечения безопасности железных дорог.

Понимая важность уровня квалификации обслуживающего персонала при эксплуатации инновационных приборов дефектоскопии, в компании в начале 2000 годов создан Центр подготовки «Радиоавионика», в котором уже повысили свою квалификацию более 3200 специалистов со всех железных дорог ОАО «РЖД» и других сопредельных государств. Специально для слушателей курсов подготовки разработчиками приборов написаны и изданы 5 учебников по рельсовой дефектоскопии, созданы 4 –компьютерные обучающие программы и снято 3 учебных фильма [18].

Безусловно, такой системный подход к разработке методологии диагностики рельсов, охватывающий путь от создания методов и средств диагностики рельсов до технологии их эксплуатации, включая соответствующую подготовку обслуживающего персонала, дает свои результаты. Средства и технологии НК, предлагаемые ОАО «Радиоавионика», становятся все более востребованными всеми, кто заинтересован в обеспечении безопасности движения поездов на железных дорогах.

История развития диагностики рельсового пути за последние два десятилетия показывает, что за короткий исторический период удалось решить ряд принципиально новых и сложных технических проблем (комплексирование методов, регистрация сигналов сплошного контроля, измерение размеров дефектов и др.). А это придает уверенность, что то и вновь возникающие вызовы настоящего времени будут успешно решены в ближайшее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков А.А. Современное состояние, проблемы и направления развития диагностики рельсов и элементов инфраструктуры// Путь и путевое хозяйство, 2015, № 4, с. 19 - 24.
2. Патент на изобретение RUS 2060493. Способ ультразвукового контроля головки рельсов./ Марков А.А., Гурвич А.К., Молотков С.Л., Миронов С.С. Оpubл. 20.05.1996.
3. Патент на изобретение RUS 2184960 Способ ультразвукового контроля головки рельсов /Марков А.А. Бершадская Т.Н., Белоусов Н.А., Мосягин В.В., Маркова А.А.. Оpubл. 24.08.2001.
4. Патент на изобретение RUS 2184374. Ультразвуковой способ контроля головки рельсов./ Марков А.А. Бершадская Т.Н., Белоусов Н.А., Мосягин В.В., Маркова А.А. Оpubл. 28.08.2001.
5. Патент на изобретение № 2052808. Ультразвуковой способ обнаружения трещин в стенках отверстий изделий. /Марков А.А, Миронов Ф.С. Оpubл.
6. Марков А.А. Актуальные проблемы рельсовой дефектоскопии // Путь и путевое хозяйство, 2009, № 6, С. 24 -27.
7. Марков А.А., Политай П.Г., Маховиков С.П., Алексеев Д.В., Кузнецова Е.К. Комплексный анализ состояния рельсового пути с помощью нового вагона-дефектоскопа АВИКОН-03.// В мире неразрушающего контроля, № 3 (61), 2013. С. 74 -79.
8. Марков А.А., Козьяков А.Б., Марков Ю.А. Неразрушающий контроль на рельсосварочных предприятиях. Развитие и перспективы. // Путь и путевое хозяйство, 2015, № 7, С. 2 - 8.
9. Марков А.А., Мосягин В.В., Кузнецова Е.К. Обнаружение дефектов на участках с поверхностными повреждениями головки рельсов. // Путь и путевое хозяйство –2012,-№ 11. - С. 2 - 6.
10. Инструкция «Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и остродефектных рельсов». Утв. ОАО «РЖД» распоряж. № 2499 р от 23.10.2014. - 140 с.
11. Бершадская Т.Н., Марков А.А. «Радиоавионика» – комплексное обеспечение безопасности движения. Газета ЕВРАЗИЯ вести. Сентябрь 2005, с. 20.
12. Марков А.А., Козьяков А.Б., Кузнецова Е.А. Расшифровка дефектограмм ультразвукового контроля рельсов. - С-Петербург: «Образование – Культура». 2006. – 206 с.
13. Марков А.А., Антипов А.Г. Корреляционный анализ сигналов контроля сварных стыков магнитодинамическим методом. // В мире НК –2015, - № 2(68). - С. 74 - 77.
14. Марков А.А., Антипов А.Г. Возможности магнитодинамического метода дефектоскопии рельсов // Контроль. Диагностика – 2016, -№ 6. С. 36-45.

15. Патент на изобретение № 2340495. Способ оценки дефекта в головке рельса/ Марков А.А., Мосягин В.В., Кескинов М.В. Оpubл. 13.06.2007 г.
16. Мосягин В.В., Марков А.А. Оценка реальных размеров дефектов в изделиях с двусторонним доступом. // В мире НК –2014, - № 4(66). - С. 11 - 14.
17. Мосягин В.В., Марков А.А. Обнаружение и оценка поперечных трещин под поверхностными расслоениями головки рельса. // В мире НК –2015, - № 2(68). - С. 68 - 73.
18. Егорова М.Н., Лялякина Н.Б., Смольникова И.Г. Десять лет спустя // Путь и путевое хозяйство, 2016, № 3, С. 23 - 25.