

## Актуальные проблемы дефектоскопии рельсов и пути их решения

ОАО «Радиоавионика»,  
директор НТК систем неразрушающего контроля,  
д.т.н. А.А. Марков



Начиная с 2015 г в ОАО «РЖД» изменились подходы к Программе безопасности, где ключевым инструментом является мониторинг показателей безопасности и введение на его основе корректирующих действий.

Несмотря на то, что количество изломов рельсов в последние годы находится на весьма низком уровне (не более 60 изломов в год), одним из главных источников риска для безопасности движения поездов являются случаи внезапных изломов рельсов из-за развития в них дефектов.

По результатам последних статистических данных Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» наиболее проблемными являются случаи изломов рельсов (рис. 1):

- в зоне сварных стыков рельсов (более 35%);
- из-за поперечных трещин в головке (25%);
- из-за трещин коррозионного происхождения в подошве рельсов по коду 69 (20%).

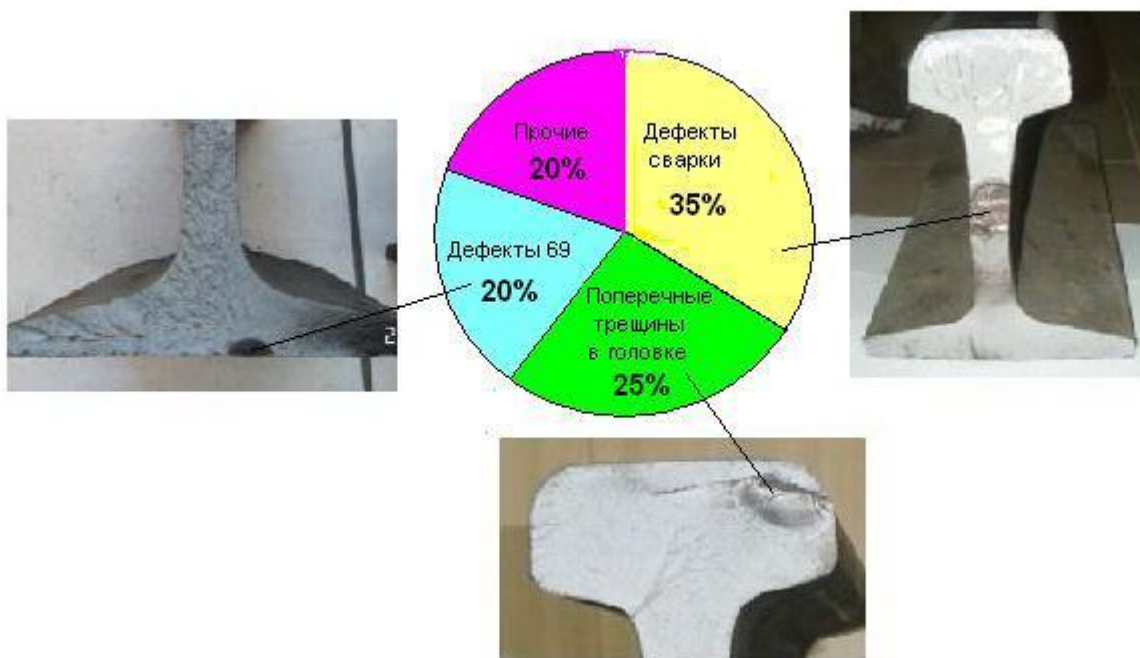


Рис. 1. Анализ изломов рельсов за последние 5 лет

## **Проблемы контроля сварных стыков**

Изломы по сварке, очевидно, вызваны как ежегодным увеличением полигона бесстыковых путей (до 70% протяженности главных путей), так и устаревшими технологиями контроля. До настоящего времени зона сварного стыка проверяется вручную по всему периметру рельсов и является наиболее трудоемкой операцией в процессе НК рельсов. Отсутствует регистрация результатов контроля и документ контроля сварных стыков.

Проблема приобретает дополнительную остроту в связи с активным внедрением новых технологий сварки алюминотермитным способом (АЛТС) и отсутствием эффективно действующих способов и средств контроля зоны АЛТС.

В процессе эксплуатации на многих сварных стыках появляются неровности на поверхности катания кода 46.3 (смятие головки из-за неравномерности механических свойств металла в месте сварного стыка). С развитием скоростного и высокоскоростного движения поездов эти дефекты будут являться проблемными с точки зрения комфортности перевозки пассажиров и зарождения дефектов рельсов.

По заданию Департамента пути и сооружений и Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» за последние годы сделано немало для устранения указанных негативных тенденций. На многих рельсосварочных предприятиях (РСП) внедрен приемочный контроль сварных стыков с обязательной регистрацией сигналов на повышенной чувствительности (на уровне структурных шумов) с помощью УЗ дефектоскопов АВИКОН-02Р(ПК). Входной контроль старогодних рельсов осуществляется с помощью ультразвуковых дефектоскопов АВИКОН-11РСП/ВС. На стадии разработки и опытной эксплуатации находится установка АВТОКОН-С, позволяющая комплексно осуществлять контроль зоны сварного стыка: УЗ дефектоскопия по всему сечению рельсов, измерение геометрических неровностей стыка и твердости металла.

Немало сделано и для повышения качества контроля сварных стыков в пути. Разработана Временная инструкция контроля зоны сварных стыков на повышенной чувствительности с помощью дефектоскопов АВИКОН-01МР и АВИКОН-02Р. Разработана механизированная установка МИГ-УКСМ, позволяющая повысить производительность контроля (3 мин. на стык), получить документ контроля по 80 каналам и фиксировать GPS-координату сварного стыка. С помощью установок МИГ-УКСМ в Октябрьской ДИЦДМ в 2014 г. проверено более 25 тыс. сварных стыков.

Необходимо найти оптимальные условия, при которых применение МИГ-УКСМ является оправданным и эффективным.

Для предотвращения развития дефектов кода 46.3 целесообразно воспользоваться зарубежным опытом. Например, в венгерской фирме «MAV KfV Kft» при приемке сварных стыков рельсов от бригады аутсорсеров, производящих сварку, выполняют измерение неровностей в зоне сварного стыка с помощью электронной линейки. Разработаны организационные меры, позволяющие снизить появление дефектов 46.3.

## **Обнаружение дефектов в головке рельсов**

Около 70% от всех дефектов, обнаруживаемых средствами диагностики рельсов, фиксируются в наиболее нагружаемой части рельсов – в головке.

Для обнаружения дефектов в головке рельсов используются ультразвуковые и магнитные методы НК. Однако ежегодно около 25% от всех изломов рельсов все же происходит из-за поперечных трещин в головке кодов 21, 24, 27.

Еще на прошлом научном совещании ОАО «РЖД» (Протокол №5 от 18.10.2010 г.) был констатирован факт неработоспособности УЗ методов контроля в условиях аномально низких температур (ниже – 30°C) и была признана необходимость решения задачи диагностики рельсов в этих условиях (до – 50°C). Однако на сегодняшний день эта задача не решена и по-прежнему низкие температуры являются факторами риска с точки зрения изломов рельсов.

Считаем, что единственно эффективным методом в этих условиях является **магнитодинамический метод НК**.

Возможности магнитного метода на сегодняшний день полностью не исчерпаны. В наших исследованиях показано, что при оптимизации только параметров системы намагничивания можно повысить глубину обнаружения трещин в головке в 2 раза по сравнению с традиционными П-образными системами.

Высокая воспроизводимость сигналов магнитного канала позволяет автоматизировано выделять многие конструктивные элементы рельсового пути (болтовые и сварные стыки, стрелочные переводы) с достаточной для практики достоверностью. Последовательность конструктивных элементов используется при формировании топологии (карты) рельсового пути, которая может быть использована как при сопоставительном анализе сигналов контроля, так и при разработке специфических алгоритмов для выделения сигналов в отдельных зонах рельсовой нитки.

Выполненные исследования показывают, что кроме надежного обнаружения дефектов в головке рельсов метод позволяет реализовать ряд эффективных способов: контроля сварных стыков рельсов с составлением «паспорта» стыка; мониторинга температурного изменения рельсовой плети (при установке специальных феррозондовых меток), осуществлять измерение скорости подвижной единицы (вагона-дефектоскопа) корреляционными методами. Метод может также применяться для локализации участков рельсов, поверхность катания которых повреждена микротрещинами (дефекты типа НС). Кроме того, положительной характеристикой метода является высокая скорость контроля (до 100 км/ч).

В реальных условиях эксплуатации рельсового пути не всегда возможен стабильный ввод УЗ колебаний в металл рельсов. Это связано как со значительным износом головки рельсов, так и с наличием пробуксовок, расслоений и выкрашиваний на поверхности катания. В этих условиях может

быть эффективным применение систем ввода УЗ колебаний через упругий протектор – так называемых **ультразвуковых колес**, широко применяемых на зарубежных железных дорогах.

Первый опыт эксплуатации систем с УЗ колесами (дефектоскоп АВИКОН-14) показывает хорошие результаты, обнаруживая в 2 раза больше дефектов, чем в традиционных системах скольжения при одновременном сокращении расхода контактирующей жидкости на 30%. Кроме того, возможна реализация новых схем прозвучивания, недоступных для искательных систем скольжения.

Не каждый дефект, обнаруженный даже в головке рельсов, является потенциально опасным и требует немедленного изъятия из пути. Ряд поверхностных и подповерхностных дефектов не представляет непосредственной угрозы движению поездов. Однако под указанными повреждениями могут развиваться опасные поперечные трещины, требующие немедленного изъятия.

До недавнего времени отсутствовали методы и средства **оценки реальных размеров и конфигурации дефектов** в головке рельсов. По заданию Центральной дирекции инфраструктуры эта задача решена и реализована в первых образцах дефектоскопа АВИКОН-17. Прибор позволяет не только измерять размеры дефектов, но и «заглянуть» под поверхностное расслоение головки и своевременно локализовать опасную трещину, угрожающую движению поездов.

Знание реальных размеров внутренних дефектов в головке позволяет оценить продолжительность возможной эксплуатации дефектного рельса для планирования сроков его замены и минимизации влияния на перевозочный процесс. С целью экономии ресурсов целесообразно предусмотреть работы по исследованию остаточного ресурса рельсов при наличии повреждений (совместно с соответствующими подразделениями ВНИИЖТ).

### **Изломы по дефектам кода 69**

Изломы рельсов по дефектам коррозионно-усталостного происхождения в подошве (код 69) являются одной из главных проблем при эксплуатации рельсов в зимних условиях.

Современные средства дефектоскопии рельсов способны выявлять только поперечно ориентированные трещины подошвы высотой более 7 мм, расположенные в проекции шейки. Отсутствуют технологии и средства, позволяющие обнаруживать дефекты в перьях подошвы. Практически единственным средством, осуществляющим контроль перьев подошвы, является установка входного контроля рельсов АВИКОН-11РСР/ВС, внедренная на ряде рельсосварочных предприятий (РСР). По этим причинам значительный процент дефектов 69 не выявляется и приводит к 20% изломам рельсов.

Для решения данной проблемы ОАО «Радиоавионика» предлагает внедрить двухэтапную технологию:

- на 1 этапе локализовать участки пути с повышенными коррозионными повреждениями подошвы рельсов (путем анализа амплитуды донных сигналов на контролируемом пути);

- на 2 этапе для выделенных участков осуществить контроль перьев подошвы сверху с использованием специальных компактных искательных систем.

Указанную технологию планируется реализовать в новом двухниточном дефектоскопе сплошного контроля, оснащенном аппаратурой и специальным устройством сканирования по перьям подошвы рельса.

### **Повышение скоростей и производительности мобильных средств контроля**

На прошедшем 26 февраля с.г. научно-техническом совете ОАО «РЖД» «О перспективном развитии систем диагностики и мониторинга объектов путевого хозяйства ОАО «РЖД» на период до 2025 года» в качестве приоритетных задач были определены задачи повышения рабочих скоростей уже эксплуатирующихся мобильных средств дефектоскопии (вагонов-дефектоскопов и автомотрис), разработки и внедрения новых скоростных диагностических комплексов с автоматизацией обработки результатов контроля.

Проведенные на специальном дефектном участке пути испытания при разных скоростях контроля показывают, что вагоны-дефектоскопы производства ОАО «Радиоавионика» могут реализовать скорости сканирования до 60 км/ч практически без потери информации. Необходимо скорректировать указанные в НТД допустимые скорости сканирования мобильных средств 35 км/ч в сторону увеличения до значений, указанных в ТУ на средство контроля.

С целью дальнейшего повышения производительности контроля, в дополнение к сложным и дорогостоящим многофункциональным диагностическим поездам типа «ЭРА», «ИНТЕГРАЛ» сетевого назначения ОАО «Радиоавионика» совместно с ЗАО «ПИК ПРОГРЕСС» предлагает мобильные диагностические комплексы (МДК), эксплуатируемые в границах одной железной дороги. С учетом многолетней положительной практики комплекс размещается в модернизированном пассажирском вагоне и представляет собой полнофункциональный дефектоскоп-путеизмеритель.

Четыре метода НК (акустический, магнитодинамический, видео и инерциальный) позволяют надежно обнаруживать все известные дефекты рельсов как внутри сечения, так и на поверхности катания (кроме перьев подошвы). Современная аппаратура, основанная на бесконтактных (лазерных) измерителях, обеспечивает измерение полного перечня параметров геометрии пути (от шаблона до вертикальных ступенек). Создаются предпосылки к развитию систем комплексного анализа диагностической информации.

Одновременно с увеличением числа технических характеристик комплекса значительно (до 1,8 раз) сокращается обслуживающий персонал

(по сравнению с технологией применения отдельных вагонов-дефектоскопов и путеизмерителей) и снижаются эксплуатационные расходы (на тяговые единицы, обслуживание и ремонт комплексов).

Вся обработанная диагностическая информация, полученная МДК, может быть передана в систему расчета, оценки и прогнозирования предотказного состояния рельсовой колеи (ПГРК — УРРАН), позволяющей существенно минимизировать риски нарушения безопасности движения поездов.

Первый образец МДК (рис. 6) разработан в 2014 г. по заказу железных дорог Казахстана (рис.2).



Рис. 2. Мобильный диагностический комплекс АО «КТЖ»

Применение рассматриваемых комплексов позволит не снижать пропускную способность железных дорог и одновременно повысит эффективность и достоверность диагностики рельсового пути.