

ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ РЕЛЬСОВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Киселева Е.А. Киселев А.Г.

Донецкий национальный технический университет
кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: kis_katrin@mail.ru

Аннотация:

Киселева Е.А. Киселев А.Г. Проблемы диагностики рельсов на железных дорогах. Анализ существующих проблем диагностики технического состояния рельсов и пути реализации на базе современных компьютерных технологий.

Общая постановка проблемы

В настоящее время существует ряд проблем безопасности движения поездов, связанных с диагностикой технического состояния рельсов: оптимальное планирование сроков контроля средствами дефектоскопии, автоматизация обработки сигналов при дефектоскопии, минимизация влияния «человеческого фактора» при неразрушающем контроле рельсов и обеспечение мониторинга за процессом дефектоскопирования рельсов.

Исследования

Планирование сроков контроля рельсов основано на анализе статистических данных об их фактическом состоянии, научных исследованиях на экспериментальных участках и разработке на их основе алгоритма определения сроков диагностики рельсов на различных участках железных дорог (с различными техническими характеристиками).

В основе разработки периодичности диагностики рельсов средствами дефектоскопии лежит информация о выходе (изъятии из пути) остродефектных (подлежащих немедленной замене в день обнаружения) рельсов за определенный статистический промежуток времени (обычно за 12 прошедших месяцев), грузонапряженности контролируемого участка железной дороги по итогам за истекший год (измеряется в миллионах тонн перевезенного по рельсам участка груза на километр в год) и суммарный пропущенный тоннаж по рельсам (измеряется в миллионах тонн брутто).

Разработка периодичности в настоящий момент выполняется вручную специалистами железной дороги. Она не учитывает ряд серьезных факторов, которые непосредственно влияют на скорость развития дефектов в рельсах и, соответственно, могут учитываться при оптимизации интервалов между проверками состояния рельсов и минимизации затрат на диагностики. К таким факторам относятся:

- скорость движения поездов на участке (чем выше скорость, тем выше интенсивность выхода остродефектных рельсов);
- тип пути (бесстыковый – когда рельсы сварены между собой на протяженном участке «бархатный путь», или звеньевой – когда уложены рельсы длиной по 25 метров, соединенные между собой путем болтовых стыков);
- наличие поверхностных дефектов и повреждений в эксплуатируемом пути;
- тип применяемых средств диагностики (современные дефектоскопы, с регистрацией данных контроля, или устаревшие, более низкого уровня эффективности по выявлению дефектов);
- состояние пути по результатам путевых измерений (фактической оценке ряда динамических параметров пути, таких как ширина колеи (шаблон), уровень нитей пути (перекосы и просадки), нелинейные ускорение за счет изменения устойчивости пути);

- тип основного подвижного состава, который оборачивается на участке контроля (пассажирский, грузовой).

Все эти данные можно накапливать и вносить в компьютерные базы данных и на их основе автоматизировать определение оптимальной периодичности диагностики рельсов средствами дефектоскопии. На данный момент эта задача может быть реализована с помощью алгоритмов систем поддержки принятия решений или экспертных систем.

В настоящее время одним из этапов диагностики рельсов является визуальная обработка дефектограмм проведенного ультразвукового контроля, которая основана на распознавании определенных групп сигналов, идентифицируемых как «дефект». Грамотный анализ сигналов требует достаточного обширного теоретического и практического материала, навыков в распознавании сигналов и огромной концентрации внимания при расшифровке. Однако на результаты анализа сильно влияет человеческий фактор. Естественным выходом из сложившейся ситуации может стать переход на автоматическую расшифровку сигналов контроля. Однако сложность этой проблемы обусловлена не только трудностью создания соответствующих алгоритмов обработки сигналов от многообразных дефектов, но и постоянно изменяющимися условиями контроля, вызванными следующими причинами:

- отклонение геометрических размеров рельса от номинальных вследствие износа;
- изменение акустических свойств металла рельса разных производителей и лет выпуска, уложенных на одну линию;
- флуктуация (изменения уровня) отражающих свойств поверхностей рельса и плоскости дефекта вследствие коррозии и других причин;
- нарушение параметров настройки дефектоскопических каналов операторами при проверке;
- нестабильность условий ввода ультразвуковых колебаний в рельс.

Вследствие действия последней причины уровень сигнала от одного и того же отражателя может изменяться до 30 децибел.

На первом этапе может применяться «полуавтоматическая» расшифровка дефектограмм ультразвукового контроля, заключающаяся в исключении (отсеивании) явно бездефектных участков дефектограммы. На втором этапе может применяться многоуровневая система распознавания с образцов, где каждый уровень выполняет конкретную часть общей задачи распознавания дефектов:

- на первом уровне – обнаружение явления;
- на втором – пространственное преобразование;
- на третьем – распознавание аномальных сигналов;
- на четвертом – распознавание образа дефекта.

На первом уровне определяется наличие в потоке поступающей информации сигналов от конкретных отражателей (явлений, представляемых значимость – рис.1). При этом для каждого класса явлений в памяти системы хранятся типичные свойства данных с определенными параметрами (образы дефектов – рис.2). Все сигналы, находящиеся вне анализируемых временных зон и не удовлетворяющие заданным параметрам (например, по числу импульсов в группе (пачке сигналов)) отбрасываются.

На втором уровне осуществляется пространственное преобразование сигналов с учетом геометрического расположения преобразователей (датчиков контроля), углов ввода и скорости распространения ультразвуковых волн в металле рельса. При этом также учитываются допустимые погрешности расчета и амплитуды сигналов (их интенсивность). Все это позволяет вычислить позицию и размер отражающего объекта (дефекта), с учетом сигналов разных каналов контроля.

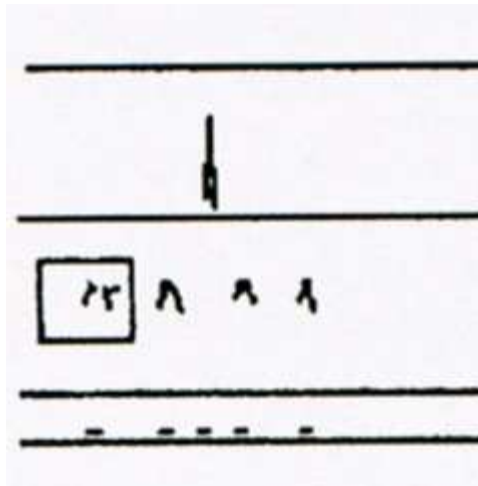


Рис.1 Сигналы от реальных отражателей в болтовом стыку рельсов

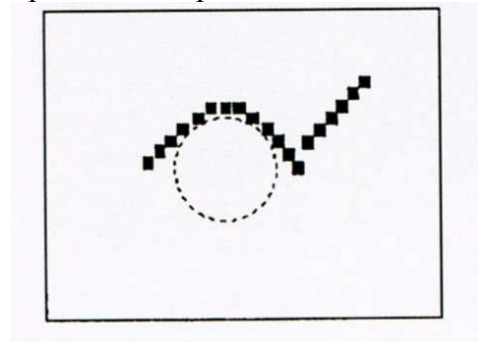


Рис.2 Образ «идеального» дефекта

На третьем уровне обрабатывается дефектограмма сформированная на втором уровне и, используя метод группировки, распознаются образы простых объектов (болтовых отверстий и др.). Дефектограмму сканируют с целью поиска сигналов, который группируется вместе с учетом глубины залегания канала контроля близости откликов друг к другу. Задавая различные параметры указанных сигналов можно распознать простые образы групп сигналов, которые всегда пространственно коррелированы (рис.3).

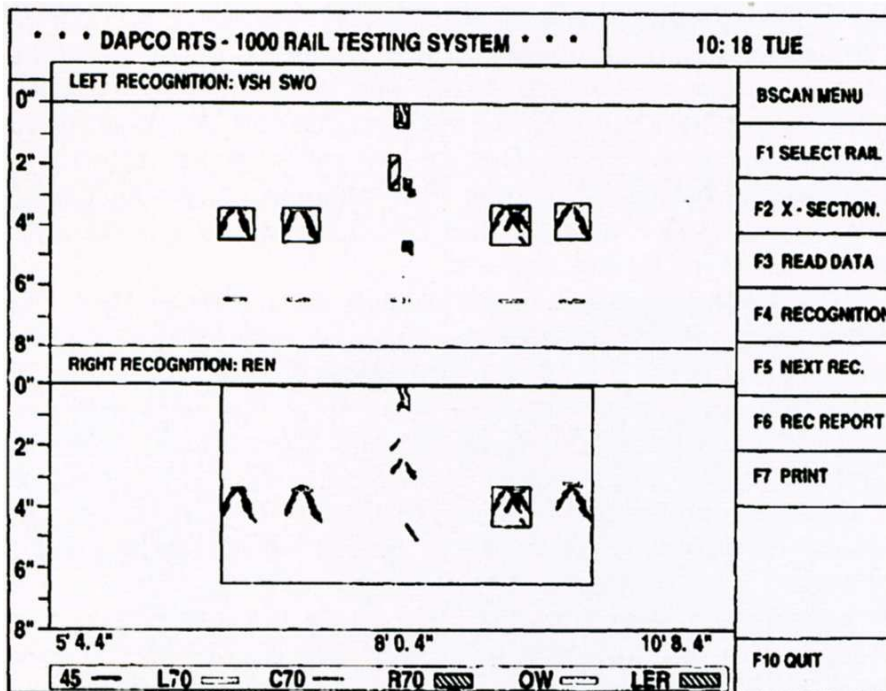


Рис.3 Выделение простых образов групп сигналов и аномальных явлений

На четвертом уровне (каскаде) рассматривают серию образов, сформированных на третьем уровне сопоставляя их с типовыми. Работа этого уровня заключается в сканировании потока образов дефектов и их сопоставление с образами, хранящимися в памяти. Образ должен соответствовать ряду требований задаваемых пользователем и определяться местоположением по высоте и длине рельса. В итоге такой каскад обладает способностью отличать дефекты в контролируемом изделии (например, лопнувший рельс) от конструктивных элементов (болтовой стык) в автоматическом режиме в реальном масштабе времени. Результатом работы всей системы автоматической обработки является распечатка каждого распознанного образа, включающая следующие данные:

- положение по высоте рельса (глубина залегания);
- протяженность объекта и координаты по длине рельса;
- описание распознанного объекта (текстовая информация);
- указание о том, что опознанный объект является конструктивным отражателем или дефектом.

Оператор может регулировать параметры группировки сигналов и отнесение их к значимым или к помехам, добиваясь минимизации ложной браковки.

В целом автоматизированная система обработки сигналов предназначена для оказания максимального содействия оператору в выполнении стоящем перед ним задач по обнаружению дефектов, для упрощения проверки и повышения качества проведения ультразвукового контроля рельсов. Окончательное решение принимает оператор, а система помогает оператору при окончательной расшифровке.

В конечном итоге данная система может быть реализована на языке программирования высокого уровня, который поддерживает обработку сигналов и изображения.

В современных условиях развития железнодорожного транспорта одной из важных задач является уменьшение эксплуатационных расходов при безусловном обеспечении безопасности движения. В путевом хозяйстве особое внимание уделяется текущему содержанию пути и непосредственно неразрушающему контролю рельсов и стрелочных переводов, которые периодически проверяются дефектоскопными средствами (мобильными и съемными).

В настоящее время работу съемных дефектоскопных средств и периодичность контроля рельсов и стрелочных переводов контролирует мастер участка дефектоскопии. С целью эффективного использования рабочего времени, повышения контроля за работой средств неразрушающего контроля рельсов, оперативной передачи информации о выявлении острodefектные рельсы и точного места его нахождения для уменьшения времени выполнения ремонтных работ существует необходимость внедрения автоматизированной системы непрерывного мониторинга нахождения съемных рельсовых дефектоскопов на пути с использованием спутниковых технологий GPS / GSM устройств.

После внедрения данной автоматизированной системы непрерывного мониторинга нахождения съемных рельсовых дефектоскопов на пути с использованием спутниковых технологий GPS / GSM устройств появится возможность осуществлять:

- слежение за точным местонахождением средств диагностики и обслуживающего персонала;
- мониторинг за соблюдением маршрута, скорости и установленного графика проверки рельсов и элементов стрелочных переводов;
- непрерывный мониторинг, оперативная связь с диспетчером дистанции пути;
- оперативную сигнализацию на пульт диспетчера о выявленных неисправностях в пути, которые могут угрожать безопасности движения;
- оперативное и эффективное управление комплексом диагностических средств;

- контроль использования рабочего времени операторами дефектоскопных тележек;

Реализуемая система мониторинга должна определять:

- географическое положение дефектоскопов с привязкой к электронной карте железных дорог;
- маршрут движения дефектоскопов за установленный (заданный) период времени;
- временные параметры работы диагностических средств (текущую дату, текущее время, время начала и конца движения дефектоскопа, время затраченное на остановки);
- скорость движения дефектоскопов;

Все данные о работе дефектоскопа должны отображаться в табличном виде в системе географических координат и на электронной карте, которая должна быть установлена на сервере, к которому имеют доступ рабочие места.

Выводы

Разработка и внедрение программ для определения периодичности контроля рельсов средствами диагностики позволит автоматически формировать планы проверки диагностируемых участков пути через определенные интервалы с учетом изменяющихся статистических данных.

Решение проблемы автоматической расшифровки дефектограмм позволит ускорить обработку информации, получаемой от диагностических средств, уменьшить влияние негативного «человеческого фактора», что в итоге позволит повысить уровень безопасности движения поездов, оптимизировать и снизить затраты на диагностику.

На основании анализа работы дефектоскопов с использованием данных системы мониторинга можно будет определять оптимальную потребность средств неразрушающего контроля рельсов, необходимую реальную периодичность контроля рельсов и элементов стрелочных переводов, что позволит оптимизировать и снизить затраты. Применение системы позволит получать координатно-временные и навигационные данные об объектах железнодорожного транспорта для осуществления оперативного контроля их работы, что уменьшит нарушения персоналом технологического процесса диагностики рельсов, повысит качество неразрушающего контроля и как следствие повысит уровень безопасности движения поездов.

Литература

1. Лысюк В. С., Бугаенко В. М. Повреждения рельсов и их диагностика. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006.
2. Системы GPS мониторинг/ Интернет-ресурс. - Режим доступа : [www/ URL: http://www.gps.ua/sistemi_GPS_monitoring/](http://www.gps.ua/sistemi_GPS_monitoring/). - Загл. с экрана.
3. Марков А.А. Зарубежные системы контроля. – Журнал «Путь и путевое хозяйство» (№9-2010).
4. Марков А.А., Шпагин Д.А. Регистрация и анализ сигналов ультразвукового контроля рельсов. – Спб.: 2003.