

При использовании указанной методики после разработки плана формирования поездов с использованием традиционных методов расчета для участков, на которых имеются маломощные сквозные струи вагонопотока, не выделенные в самостоятельные назначения, рассчитывается разница между средней продолжительностью следования по участку сквозного и участкового поезда, после чего для каждого из таких участков определяется экономия эксплуатационных расходов при следовании подвижного состава в сквозных поездах, приходящаяся в среднем на один вагон. На основании полученных данных для маломощных сквозных струй вагонопотока выполняется расчет экономии эксплуатационных расходов, достигаемой при следовании локомотивов и вагонов в сквозных поездах, и устанавливается экономическая целесообразность выделения таких струй в самостоятельные назначения.

Использование описанной методики на отдельных направлениях с малыми размерами вагонопотоков позволило обосновать экономическую целесообразность формирования ряда сквозных поездов, которые были бы признаны экономически нецелесообразными при выполнении расчетов традиционными методами. Например, с использованием методики была подтверждена целесообразность формирования на станции Лида сквозного поезда назначением на станцию Лунинец, следующего через станцию Барановичи-Центральные без переработки, что позволило обеспечить годовую экономию эксплуатационных расходов, эквивалентную стоимости восьми тысяч вагоно-часов.

Необходимо отметить, что применение вышеуказанной методики является достаточно трудозатратным. Определение средней экономии расходов при следовании подвижного состава в сквозных поездах, приходящейся на один вагон, требует обработки большого объема статистических данных о движении по участку поездов различных категорий. Для обеспечения достаточной точности выполняемых расчетов целесообразным является проведение их актуализации не реже чем раз в год, а на направлениях со значительно выраженной сезонной неравномерностью грузовых перевозок необходимо производить расчет указанного параметра несколько раз в течение года. Более того, в периоды высокой нестабильности грузопотоков эффективное использование методики требует оперативного выполнения расчетов.

В связи с вышеизложенным актуальным направлением совершенствования процесса разработки плана формирования грузовых поездов является создание автоматизированной системы, которая на основе информации из существующих баз данных позволила бы с использованием предложенной методики осуществлять автоматизированную проверку целесообразности выделения в самостоятельные назначения отдельных маломощных струй вагонопотока.

Список литературы

- 1 Негрей, В. Я. Особенности расчета плана формирования одногруппных поездов в рыночных условиях / В. Я. Негрей, К. М. Шкурин // Вестник ВНИИЖТ. – 2018. – Т. 77, № 3. – С. 133–140.
- 2 Негрей, В. Я. Расчетные вагонопотоки для разработки плана формирования поездов / В. Я. Негрей, С. В. Дорошко // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2016. – № 2 (33). – С. 26–31.
- 3 Кекиш, Н. А. Адаптивная система планирования железнодорожных перевозок для разветвленных полигонов с преобладанием маломощных вагонопотоков / Н. А. Кекиш // Вестник РГУПС. – 2020. – № 1. – С. 103–110.

УДК-625.161.5

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ «МОДУЛЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ» УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДЕФЕКТОСКОПА АВИКОН-11

И. Е. ЯНЦЕВИЧ, А. П. ИВАНОВА

Оренбургский институт путей сообщения – филиал Самарского государственного университета путей сообщения, Российская Федерация

Дефектоскопия является важной частью оценки состояния железнодорожного пути. На данный момент существует множество методов и технических приспособлений для осуществления контроля возникающих дефектов и неисправностей, начиная от путевого шаблона и заканчивая вагонами-дефектоскопами и дефектоскопными тележками.

Наиболее универсальным и мобильным считается ультразвуковой дефектоскоп Авикон-11. Для расширения его возможностей целесообразно разработать «модуль программного обеспечения»,

позволяющий получать, анализировать, обрабатывать информацию о наличии дефектов для их устранения.

Разработке «модуля программного обеспечения» предшествует определенный объем работ, связанный с дистанционным мониторингом имеющихся данных. При этом мониторинг охватывает области, включающие выявление потенциальных возможностей ультразвукового дефектоскопа Авикон-11 (в том числе видов дефектов им определяемых), его отличительные особенности (с учетом недостатков), а также вероятность разработки и применения программного обеспечения.

Проведенный дистанционный мониторинг констатирует, что:

- дефектоскоп Авикон-11 может быть использован при контроле обеих нитей железнодорожного пути по всей длине и сечению рельсов (за исключением перьев подошвы и зон шейки над и под болтовыми отверстиями), ультразвуковыми пьезоэлектрическими резонаторами;

- проведение дефектоскопии возможно при сплошном контроле со скоростью движения до 4 км/ч, при выборочном ручном контроле отдельных сечений рельсов ручными ПЭП;

- дефектоскоп позволяет осуществлять измерение координат обнаруженных дефектов и амплитуд сигналов;

- контролю этим дефектоскопом подлежат рельсы типа Р50, Р65 и Р75, номинальные размеры, материал и состав которых соответствуют ГОСТ Р 51685.

Аналитическая оценка данных, полученных на этапах мониторинга, позволяет считать отличительными особенностями дефектоскопа следующие моменты:

- существует возможность полуавтоматической настройки чувствительности дефектоскопа по эталонному отражателю;

- может быть проведена предварительная запись настроек в память дефектоскопа;

- осуществляется запись в протокол контроля изображения с экрана дефектоскопа с сигналами от дефекта в виде «стоп-кадра» игибающей амплитуды сигналов от дефектов;

- могут быть использованы функции хранения в памяти дефектоскопа типовых вариантов методов контроля, применяемых при контроле рельсов, электроконтактных и алюминио-термитных сварных стыков рельсов;

- изображение дефектов в контролируемом сечении в виде В-развертки;

- передача данных на компьютер;

- формирование протоколов контроля на компьютере с возможностью их распечатки на принтере.

Несмотря на то, что дефектоскоп Авикон-11 хорошо себя зарекомендовал в работе, в процессе мониторинга выявлены недостатки, такие как ограниченность возможностей выявляемых дефектов.

Из общего числа дефектов в соответствии с распоряжением от 23 октября 2014 г. № 2499р об утверждении и введении в действие инструкции «Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и острodefектных рельсов». Авикон-11 определяет коды выявляемых дефектов по классификатору дефектов и повреждений рельсов НТД/ЦП-1-93: 20.1-2; 21.1-2; 24; 25; 26.3; 27.1-2; 30В.1-2; 30Г.1-2; 38.1; 50.1-2; 52.1-2; 53.1-2; 55;56.3; 60.1-2; 66.3; 69 (в зоне проекции шейки рельса); 70.1-2; 74 и 79, в то время как общее число дефектов в соответствии с вышеописанным распоряжением много больше.

Все дефекты рельсов в классификации кодированы трехзначным числом. Использована следующая структура кодового обозначения:

- первая цифра кода определяет группу дефектов по месту появления дефекта по элементам сечения рельса (головка, шейка, подошва, всё сечение);

- вторая цифра определяет тип дефекта рельсов с учетом основной причины его зарождения и развития;

- третья цифра указывает на место расположения дефекта по длине рельса.

Первые две цифры кода дефектов рельсов отделяются от третьей цифры точкой.

Задача ультразвукового дефектоскопа Авикон-11 – диагностировать наличие дефектов. Установлено, что Авикон-11 выявляет уже сформировавшийся или зарождающийся дефект, но не может спрогнозировать появление новых дефектов.

Результаты дистанционного мониторинга дефектов и повреждений рельсов, выявляемых дефектоскопом Авикон-11, можно отразить в таблице 1.

Таблица 1 – Фрагмент результатов выборки дефектов и повреждений рельсов, выявляемых дефектоскопом Авикон-11

Причины возникновения дефектов	Тип дефектов				
	поперечные трещины	продольные трещины	дефекты в шейке	дефекты в подошве	изломы
Нарушение в процессе изготовления	20,1	30,1	50,1	60,1	70,1
Пропуск гарантированного тоннажа	21,1	–	–	–	–
Нарушение при эксплуатации	24,1	–	–	–	74,1
Нарушения при механическом воздействии	25,1	–	55,1	–	–
Нарушение в сварных стыках: – до пропуска гарантированного тоннажа	27,1	–	–	–	–
– после пропуска гарантированного тоннажа	26,3	–	56,3	66,3	–
Нарушения, не подлежащие контролю	–	38,1	–	69,2	79,1

В соответствии с проведенным дистанционным мониторингом следует отметить, что наиболее часто встречающимися причинами износа рельсов считаются:

- наработка тоннажа, измеряемого в миллионах тонн брутто;
- нарушения технологии изготовления и сварки, недостаточно высокое качество стали;
- нарушение требований по текущему содержанию железнодорожного пути, обработки торцов элементов верхнего строения пути и болтовых отверстий;
- повышенное динамическое воздействие на пути, в том числе юз, боксование, обусловленные недостатками подвижного состава и нарушением режимов вождения;
- различные механические воздействия (рельса о рельс, удары инструментами);
- сезонность (зимой увеличивается в 2–3 раза);
- отклонение от норм эксплуатации (надежность);
- нагрев при трении;
- коррозия.

Разработка «модуля – программного обеспечения», базируется на математических методах моделирования, позволяющих осуществлять диагностику и прогноз появления новых дефектов в той или иной области рельсов. Задача заключается в усовершенствовании программного обеспечения, которое сможет работать как напрямую в аппарате, так и исследовать полученные данные извне.

При этом прогнозирование будет осуществляться за счёт математического подхода к собранным эмпирическим данным. База полученных результатов измерений в настоящий момент уже существует на ОАО «РЖД» благодаря регулярному контролю за текущим состоянием железнодорожного пути. Соответственно, используя уже имеющиеся результаты, можно улучшить качество прогноза, так как больший набор входных данных уменьшает итоговую погрешность.

Математически линейная интерполяция определяется как некоторая система точек x_i ($i \in 0, 1, \dots, N$, находящихся в определенном промежутке D , причем функция известна только в некоторых точках: $y_i = f(x_i)$, $i = 1, \dots, N$. Задача – найти функцию F , то есть определить поведение функции, зная конкретный набор информации. Следовательно, чем шире спектр входной информации, тем более достоверным будет прогнозирование.

Например, если мы имеем набор точек $x: 1; 2; 3; 4; 5; 6$ и определённое количество базовых значений функции $f: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6$, то используемый математический метод позволяет определить, какое значение имеет данная функция в точке $x = 1,5$:

$$y_i = 0,1 + \frac{(1,5 - 1) \cdot (0,2 - 0,1)}{2 - 1} = 0,15.$$

Поиск более точного прогнозирования требует достаточно сложного, адекватного алгоритма решения.

Для придания дефектам формы функции идентичности требуется структурировать их и вывести определенную зависимость, которая позволит провести процедуру интерполяции. При этом полученный в результате математического предсказания также будет учитываться при проведении повторной процедуры. Поскольку дефект может возникать в неопределённый промежуток времени, в неопределённом месте, использование предыдущего результата необходимо для исключения некорректного предсказания.

Научный прогноз возникновения дефектов позволит уменьшить время реагирования на возникновение того или иного дефекта и заблаговременно сформировать стратегию по устранению дефектов на этапе зарождения.

Список литературы

- 1 **Зацепин, А. Ф.** Современные компьютерные дефектоскопы для ультразвуковых исследований и неразрушающего контроля : учеб. метод. пособие / А. Ф. Зацепин, Д. Ю. Бирюков. – Екатеринбург : УрФУ, 2016. – 120 с.
- 2 **Ильин, М. Е.** Аппроксимация и интерполяция. Методы и приложения : учеб. пособие / М. Е. Ильин. – Рязань, 2010. – 56 с.
- 3 **Иванова, А. П.** Анализ вибрационного воздействия на машины и механизмы / А. П. Иванова, К. В. Орлов, Д. А. Резепкина // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : материалы Всероссийской науч.-исслед. конф. – Оренбург, 2019. – С. 110–112.
- 4 **Иванова А. П.** К вопросу о композиционных материалах / А. П. Иванова, А. Р. Зарипова, Е. И. Панов // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : материалы Всероссийской науч.-исслед. конф. – Оренбург, 2019. – С. 112–113.
- 5 Оценка отклонений в интервалах времени обслуживания и эксплуатации технической системы : свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. – RU 2017662438 : заявка № 2017619026 / А. П. Иванова, Т. И. Пискарёва, Л. В. Межуева ; заявл. 07.11.2017 ; опубл. 07.09.2017.
- 6 **Катен-Ярцев, А. С.** Основы регистрации дефектоскопного контроля рельсов и расшифровки дефектограмм : учеб. пособие / А. С. Катен-Ярцев, Ю. А. Сухобок. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2018. – 94 с.
- 7 **Никитина, А. В.** Вибрации – механизм возникновения, системы защиты / А. В. Никитина, А. П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : материалы Междунар. науч.-исслед. конф. молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников. – Оренбург, 2018. – С. 88–90.
- 8 Updating the matrix approach to creating a parametric balance of technological process / V. A. Shakhov [et al.] // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020), 6th–9th October 2020. – 2021. – P. 052047.
- 9 **Черков, С.** Защита арматуры от коррозии / С. Черков, С. Рязанов, А. П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : материалы Междунар. науч.-исслед. конф. молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников. – Оренбург, 2018. – С. 134–136.
- 10 **Шпилова, Е. С.** Микропроцессорная система управления / Е. С. Шпилова, А. П. Иванова // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : материалы Междунар. науч.-исслед. конф. молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников. В 3 ч. – Оренбург, 2017. – С. 161–162.