

дость ( $Y_8$  – НВ, МПа). Обработка экспериментальных данных позволила получить следующие уравнения регрессии (5)–(8):

$$Y_5 = 227,2 - 0,517X_1 - 1,756X_2 + 3,490X_3 + 6,996X_1X_2 - 8,340X_1X_3 - 5,083X_2X_3 + 1,559X_1^2 + 2,908X_2^2 - 3,061X_3^2; \quad (5)$$

$$Y_6 = 63,31 + 1,414X_1 - 0,124X_2 - 0,078X_3 - 0,036X_1X_2 - 4,032X_1X_3 + 2,914X_2X_3 - 1,077X_1^2 + 6,702X_2^2 + 0,458X_3^2; \quad (6)$$

$$Y_7 = 36,75 + 1,071X_1 - 0,359X_2 + 0,294X_3 + 2,106X_1X_2 - 0,671X_1X_3 - 2,687X_2X_3 - 0,846X_1^2 - 1,468X_2^2 + 0,457X_3^2; \quad (7)$$

$$Y_8 = 424,7 - 0,508X_1 + 8,477X_2 + 3,054X_3 + 1,892X_1X_2 + 0,370X_1X_3 - 10,69X_2X_3 - 6,383X_1^2 + 3,238X_2^2 + 0,103X_3^2. \quad (8)$$

Проверку адекватности полученных математических моделей (5)–(8) проводили по критерию Фишера  $F_T = 5,05$ . Экспериментальные значения критерия  $F_3$  меньше табличных и соответственно составляют 1,183; 0,207; 1,211; 1,127.

Анализ уравнений (5)–(8) показал, что наибольшее воздействие на повышение физико-механических показателей композиционного материала оказывает соотношение содержания в связующем ВВ и модифицирующей добавки ПВБ.

Из разработанных материалов изготовлены изоляторы для рельсового скрепления СБ-3, которые уложены для эксплуатационных испытаний на железнодорожном полотне. Изготовление торцевых прокладок и изолирующих втулок для скрепления позволит повысить надежность работы изолирующих стыков и рельсовых скреплений типа КБ и снизить их себестоимость в 1,5–2,0 раза.

УДК 625.143.3:620.179.05

## МАГНИТОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕЛЬСОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ

*В. М. ЛУСТОВ*

*Белорусская железная дорога, г. Минск*

*А. Г. ЖУКОВЕЦ, Н. А. ОРЕХВО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

При интенсивном движении поездов в рельсе возникают и постепенно развиваются различные дефекты. Если дефект не будет обнаружен вовремя, это может привести к излому рельса и крушению поезда. Значительная часть опасных дефектов может быть выявлена магнитодинамическим методом, который наряду с другими методами контроля: ультразвуковым, визуальным и измерением неровности рельсового пути – реализован в совмещенном вагоне-дефектоскопе разработки ОАО «Радиоавионика».

В 1997 году удалось реализовать новую систему намагничивания, когда магниты находятся на осях специальной индукторной тележки, т. е. оси выполняют роль соленоидов, а колеса тележки – магнитных полюсов, при этом получаем несколько положительных факторов: 1) стабильный магнитный поток, потому что нет зазора между полюсом и рельсом; 2) увеличение базы между полюсами до 3 м, а это дает более стабильный поток и более глубокое проникновение магнитного потока в рельс. В результате стало возможно находить дефекты на глубине до 15–20 мм. Ранее с помощью П-образного магнита можно было находить дефекты только на глубине до 4 мм, т. е. в несколько раз увеличилась глубина обнаружения дефектов магнитным методом.

На раме вагона между ходовыми тележками закреплена дефектоскопическая тележка, вокруг осей ее колесных пар расположены электромагниты, создающие мощный постоянный электромагнитный поток, который замыкается через колесные пары и участки рельсов между ними. Изменение магнитного поля над поверхностью рельса фиксируются индукционными датчиками (по одному на каждую нитку пути), если на головке рельса нет повреждений, то магнитное сопротивление сечения рельса не меняется, значит, не будет изменения магнитного поля над рельсом и датчик не зафиксирует отклонения от нулевого уровня. Но если в головке рельса есть дефект – магнитное сопротивление этого сечения увеличивается, а над местом дефекта происходит

искривление силовых линий магнитного поля. Эти изменения фиксируются индукционным датчиком.

Магнитный канал является всепогодным. Например, когда большая заснеженность путей (ультразвуковые лыжи все в снегу и во льду), очень сложно ввести ультразвук в рельс, а у магнитных каналов такой проблемы не возникает. У магнитного канала есть небольшой недостаток: он проявляется зимой. Магнитный канал стоит конструктивно сзади ультразвуковой лыжи, вода течет, холод – образуются наледи, капельки попадают на магнитную лыжу и постепенно магнит на лыже поднимается, поэтому ухудшается качество записи.

Характерная особенность магнитного канала (чем он отличается от других дефектоскопических средств) – высокая воспроизводимость сигнала. Она связана с тем, что сигнал магнитного канала мало зависит от внешних факторов и в значительной мере – от состояния исследуемого объекта, если сигнал изменяется, это означает что в рельсе развился дефект. Сравнение дефектограмм, полученное в разное время, является актуальной и интересной задачей, потому что на основании этого анализа можно сделать важные выводы о состоянии рельса. Если сигнал стабильный, значит, они могут поддаваться автоматической классификации распознавания. Сам процесс расшифровки автоматизируется и занимает меньшее количество времени. Можно облегчить расшифровку и повысить выявляемость в том числе опасных дефектов. Все вещи, связанные с автоматизацией расшифровки магнитного канала, реализованы в программном обеспечении, которое устанавливается на вагоны ОАО «Радиоавионика». Поэтому магнитный канал позволяет наиболее эффективно выявлять повреждения, в том числе в тяжелых климатических условиях.

12 вагонов дефектоскопов, которые работают на Российской железной дороге, оснащены системой намагничивания, и система намагничивания на всех этих вагонах идентичная. В результате любой вагон фиксирует от одного и того же дефекта одинаковую картину.

Каждый сварной стык имеет свой характерный отклик, потому что сварка выполняется при разных режимах, разной скорости состыковки, разных токах, разной шлифовке, разной индукционной закалке, поэтому каждый сварной стык имеет свой образ (рисунок 1).

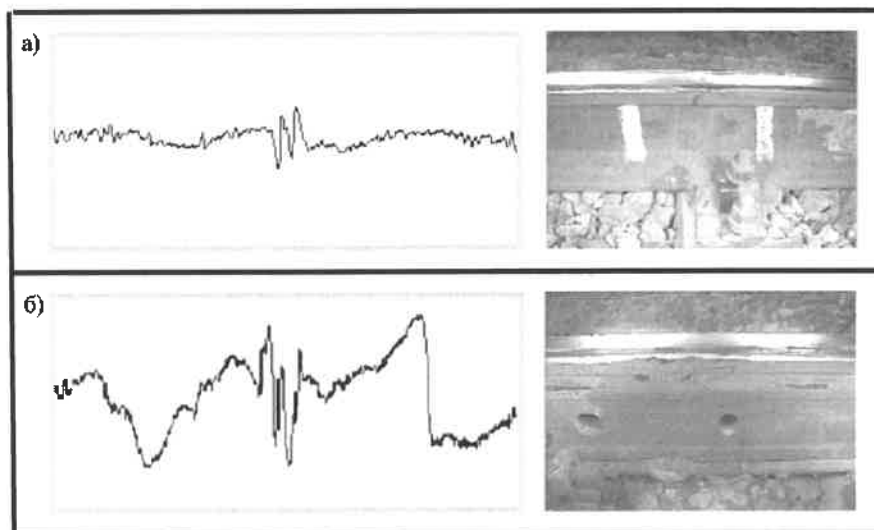


Рисунок 1 – Магнитограммы сварных стыков рельсов:  
а – электроконтактного; б – алюминотермитного

Этот образ четко фиксируется с помощью магнитного вагона-дефектоскопа и не меняется годами. Изменение происходит только если в сварном стыке начинает появляться дефект – тогда меняется форма магнитного сигнала от сварки. Это позволяет на ранней стадии обнаружить развивающийся дефект в сварном шве и своевременно изъять его из пути.

В некоторых случаях опасные дефекты рельсов невозможно выявить ультразвуковым методом. На фрагментах дефектограмм (рисунок 2), полученных после прохода совмещенным вагоном-дефектоскопом различных участков пути, в ультразвуковых каналах сигналы от дефекта либо отсутствуют, либо представлены отдельными точками – практически неотличимыми от обычных шумов. Пропадание донного сигнала незначительно. Но магнитный канал в каждом из четырех случаев дает четко выраженный сигнал дефекта.

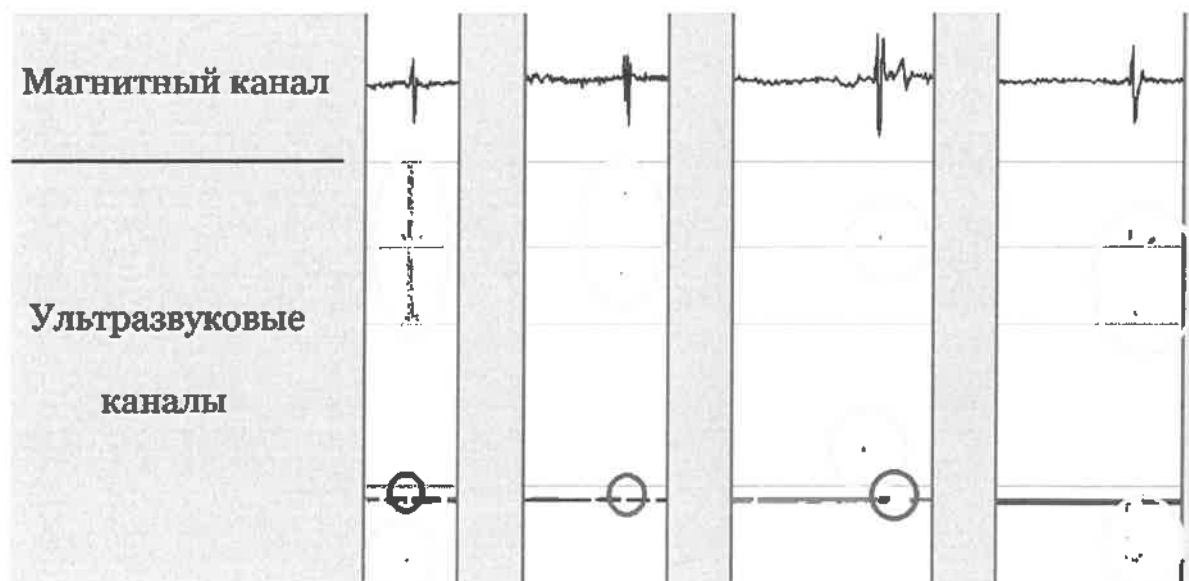


Рисунок 2 – Фрагменты дефектограмм

УДК 656.2.08

## БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*В. В. МАРИНИЧ, Д. В. МАЛАШКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта г. Гомель*

Наряду с бесспорными достоинствами автомобилизации появляется тенденция к увеличению человеческих и материальных потерь вследствие аварий, связанных с транспортными средствами. Автомобиль представляет собой потенциальный источник повышенной опасности для людей, которая резко возросла в последние годы в результате роста мощности двигателей и скорости движения. В связи с этим требования к конструктивной безопасности транспортных средств повышаются.

Безопасность транспортного средства подразумевает такие эксплуатационные и динамические качества, которые уменьшают вероятность дорожно-транспортного происшествия (ДТП), а в случае его возникновения – исключение травм водителя, пассажиров и снижение их последствий.

Конструктивная безопасность транспортного средства включает в себя активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность транспортного средства.

Активная безопасность – это свойство транспортного средства предотвращать дорожно-транспортное происшествие (снижать вероятность его возникновения). Активная безопасность проявляется в период, соответствующий начальной фазе дорожно-транспортного происшествия, когда водитель еще в состоянии изменить характер движения транспортного средства (ТС).

Активная безопасность транспортного средства зависит от его конструкции: габаритных и весовых параметров, тяговой и тормозной динамичности, устойчивости и управляемости.

Конструктивная безопасность является одним из обобщенных свойств ТС. Для количественной характеристики применяют показатели эксплуатационных (минимальный тормозной путь, максимальное замедление, критические скорости по условиям заноса и опрокидывания и т. п.) и других свойств.

Под пассивной безопасностью подразумевается комплекс эксплуатационных свойств транспортного средства, обеспечивающих снижение тяжести последствий ДТП. Пассивная безопасность вступает в действие, если водителю не удалось избежать аварии, и обеспечивает уменьшение инерционных нагрузок на водителя и пассажиров, ограничение перемещения их в кабине, защиту от травм, увечий при ударе, устранение возможности выбрасывания из кабины в момент столкновения.

Различают внутреннюю и внешнюю пассивную безопасность. Под внутренней пассивной безопасностью понимают свойства транспортного средства, снижающие тяжесть последствий ДТП для водителя и пассажиров, находящихся в транспортном средстве. Внешняя пассивная безопасность –