

УДК 656.4

**А.Н. Акашов**

АО «Национальная компания «Қазақстан темір жолы» - «Центр диагностики пути»,  
Республика Казахстан, г. Нур-Султан  
[akashov\\_a@railways.kz](mailto:akashov_a@railways.kz)

## ДИАГНОСТИКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В НОВОМ ФОРМАТЕ

**Аннотация.** В статье рассматривается роль комплексной диагностики пути в обеспечении безопасности движения поездов. Автор описывает научно-исследовательские работы впоследствии приведшие к переходу к комплексной диагностике мобильными средствами. Рассмотрены достоинства существующих в настоящее время мобильных диагностических комплексов, а также приведены фактические результаты их работы. На основе имеющегося опыта эксплуатации мобильных диагностических комплексов приведены фактически достигнутые качественные выгоды.

**Ключевые слова:** комплексная диагностика, диагностика железнодорожного пути, мониторинг и оценка состояния железнодорожного пути, мобильные средства диагностики, мобильный диагностический комплекс.

**Аңдатпа.** Мақалада пойыздардың қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі жолды кешенді диагностикалаудың рөлі қарастырылады. Автор содан кейін мобильді құралдармен кешенді диагностикаға көшуге әкелетін ғылыми-зерттеу жұмыстарын сипаттайды. Қазіргі уақытта қолданыстағы мобильді диагностикалық кешендердің артықшылықтары қарастырылған, сонымен қатар олардың жұмысының нақты нәтижелері келтірілген. Мобильді диагностикалық жүйелерді пайдалану тәжірибесінің негізінде нақты қол жеткізілген сапалық артықшылықтар келтірілген.

**Түйінді сөздер:** кешенді диагностика, темір жол диагностикасы, темір жолдың жағдайын мониторингілеу және оны бағалау, диагностиканың мобильді құралдары, мобильді диагностикалық кешен.

**Abstract.** The article discusses the role of complex track diagnostics in ensuring the safety of train traffic. The author describes the research work that subsequently led to the transition to complex diagnostics with mobile devices. The advantages of the currently existing mobile diagnostic systems are considered, as well as the actual results of their work. On the basis of the existing experience in the operation of mobile diagnostic systems, the actually achieved qualitative benefits are given.

**Keywords:** complex diagnostics, diagnostics of railway track, monitoring and evaluation of railway track, mobile diagnostic tools, mobile diagnostic complex.

Современная эксплуатация железных дорог требует повышенной безопасности, увеличения скоростей движения поездов и пропускной способности магистральной сети железных дорог. От качества проводимой диагностики и постоянного мониторинга состояния объектов инфраструктуры путевого хозяйства зависит точность прогнозирования предотказного состояния железнодорожного пути, а также достоверная оценка эффективности выполняемых ремонтных работ.

Одним из основных направлений в повышении уровня безопасности движения в АО «НК «КТЖ» является реализация комплекса задач по внедрению современных технических средств комплексной диагностики железнодорожного пути.

Так, в рамках Плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (далее - НИОКР) был реализован проект АСУ «Магистраль», направленный на автоматизацию системы мониторинга и диагностики состояния железнодорожного пути.

Основная цель НИОКР АСУ «Магистраль» - изучение совместимости работ разных систем диагностики как неразрушающего контроля, путеизмерения и видеоконтроля состояния пути, а также переход от нормативного планирования ремонтно-путевых работ к содержанию и ремонту пути по его фактическому состоянию.

По результатам проведения НИОКР АСУ «Магистраль» был разработан мобильный диагностический комплекс (далее - МДК) с расширенными параметрами. За счет применения современной лазерной системы измерения геометрических параметров рельсовой колеи и автоматизации процессов обработки и формирования отчетных форм, в МДК было обеспечено совмещение нескольких независимых друг от друга диагностических систем различного назначения на базе одного вагона (дефектоскопное и путеизмерительное оборудование).

Дополнительным эффектом от внедрения МДК является то, что по результатам удачного совмещения нескольких систем на базе одного вагона и автоматизации процессов обработки данных удалось значительно сократить эксплуатационные расходы на локомотивную тягу, техническое обслуживание и ремонты вагонной части. К тому же, дополнительные параметры измерения МДК позволяют с помощью сопоставления данных в единой координатной системе проводить полноценный анализ для определения коренных причин появления дефектов в элементах железнодорожного пути и дальнейшего планирования ремонтных работ по фактическому его состоянию.

Разработанный в рамках НИОКР МДК показал свою работоспособность и повысил эффективность управления путевым хозяйством. Вместе с этим, внедрение МДК значительно повысило оперативность и объективность данных диагностики железнодорожного пути, и, как следствие, уровень безопасности движения поездов. МДК позволил обеспечить оперативное получение широкого спектра показателей состояния пути, что дало возможность для дальнейшего перехода к комплексной оценке его состояния.

Учитывая положительный опыт эксплуатации МДК на заседании Научно-технического совета АО «НК «КТЖ» было принято решение о тиражировании проекта АСУ «Магистраль».

Таким образом, в период с 2019 по 2021 годы в АО «НК «КТЖ» в рамках Государственной программы «Цифровой Казахстан» и программы «Цифровая трансформация» был реализован проект «Внедрение мобильных диагностических средств в рамках АСУ «Магистраль». Проектом был предусмотрен ввод в эксплуатацию 6 единиц МДК.

Ввод в эксплуатацию первой партии 3 единиц МДК был проведен 2 мая 2019 года. 15 марта 2020 г. введены в эксплуатацию оставшиеся 3 единицы МДК.

В новых усовершенствованных диагностических комплексах на базе одного специального вагона совмещены системы диагностики различного назначения, что позволяет проводить комплексную диагностику пути с привязкой всех параметров к единой системе координат и измерением следующих характеристик:

- измерение геометрии рельсовой колеи, ультразвуковая и магнитная дефектоскопия, видеоконтроль верхнего строения пути;
- измерение стыковых зазоров;
- измерение бокового износа рельсов на кривых участках пути;
- измерение величин ступенек в стыках;
- измерение смещений контрольных сечений относительно «маячных» шпал;
- измерение подуклонки рельсов;
- выявление и оценка негабаритных мест;
- оценка нормативных параметров балластного слоя и земляного полотна;
- комплексная оценка состояния пути «до» и «после» проведения ремонтных работ.

Диагностическими комплексами с момента ввода в эксплуатацию (май 2019 г.) по настоящее время продиагностировано более 630 тыс. км железнодорожных путей. По результатам диагностики в том числе своевременно обнаружены: острodefектные рельсы в количестве более 11 тысяч шт., места со сверхнормативными стыковыми зазорами – более 630 тыс. шт., негабаритные места – около 695 мест, негабаритные расстояния между осями главных путей – более 640 мест. Результаты МДК позволили своевременно выявить неисправности железнодорожного пути, принять соответствующие меры по их устранению, и, тем самым, избежать неблагоприятных последствий. Кроме того, результаты диагностики на сегодняшний день позволяют планировать проведение неотложных, первоочередных и плановых видов ремонта пути, определять как общую оценку состояния пути, так и его отдельных элементов (рельсы, шпалы, крепления, состояние балласта), а также изменение состояния бесстыкового пути.

Одной из дополнительных систем МДК является система 3Д сканера, предназначенная для трехмерного сканирования окружающего пространства с целью определения негабаритных объектов железнодорожной инфраструктуры. Пример обнаружения МДК объекта с нарушением габарита приведен на рисунке 1.

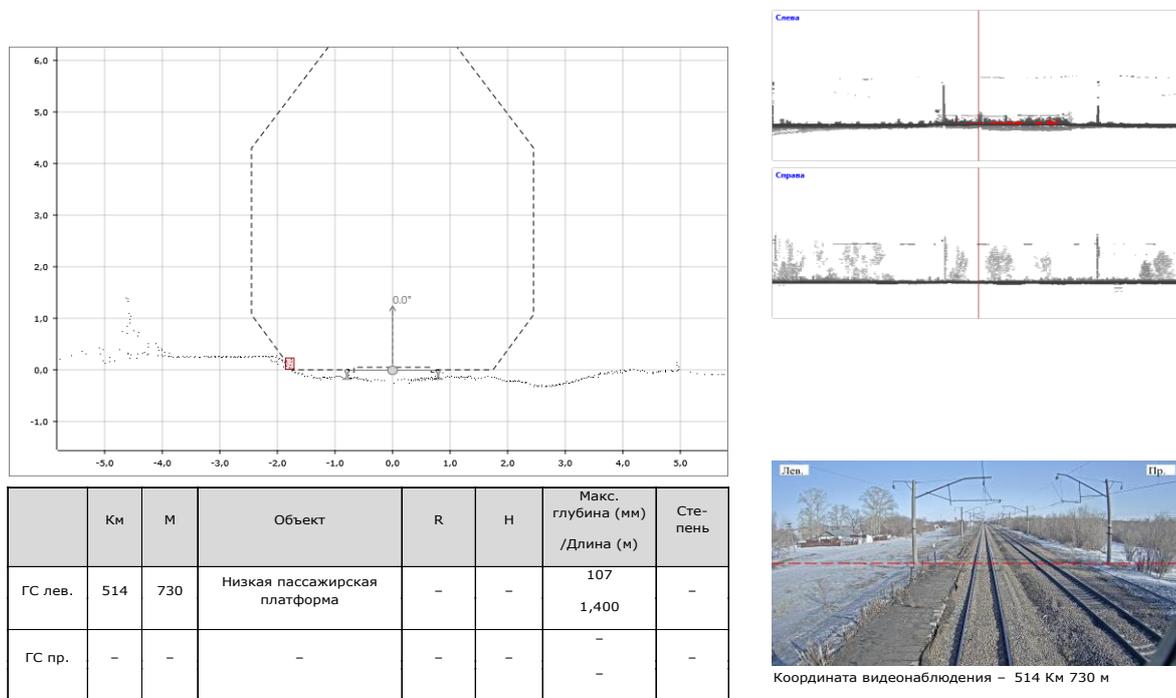


Рисунок 1 - Пример обнаружения МДК объекта железнодорожного пути с нарушением габарита

Также, используя данные комплексной диагностики пути филиалом АО «КТЖ» - «Центр диагностики пути» были проведены ряд исследований для установления причин, влияющих на образование острodefектных рельсов (ОДР).

Так, проведенный анализ образования ОДР (усталостного характера по коду 21.1-2) на участках с пропущенным тоннажем более 750 млн.тн.брутто в регионах с разными климатическими условиями показывает, что одним из факторов, влияющих на интенсивность развития дефектов, являются значения амплитуды перепадов температуры воздуха, то есть климатические условия. Визуально, результаты анализа представлены на рисунке 2.



Рисунок 2

Следовательно, на участках с умеренным климатом реже наблюдается развитие дефектов усталостного характера, чем в регионах с резко-континентальным климатом, в которых наблюдается быстрое развитие внутренних дефектов.

При помощи системы видеоконтроля элементов верхнего строения пути появилась возможность визуального мониторинга и выявления динамики изменения состояния каждого элемента пути. Так, на рис.3 наглядно представлена динамика ухудшения состояния рельсового стыка, что впоследствии привело к образованию ОДР по коду 33.1

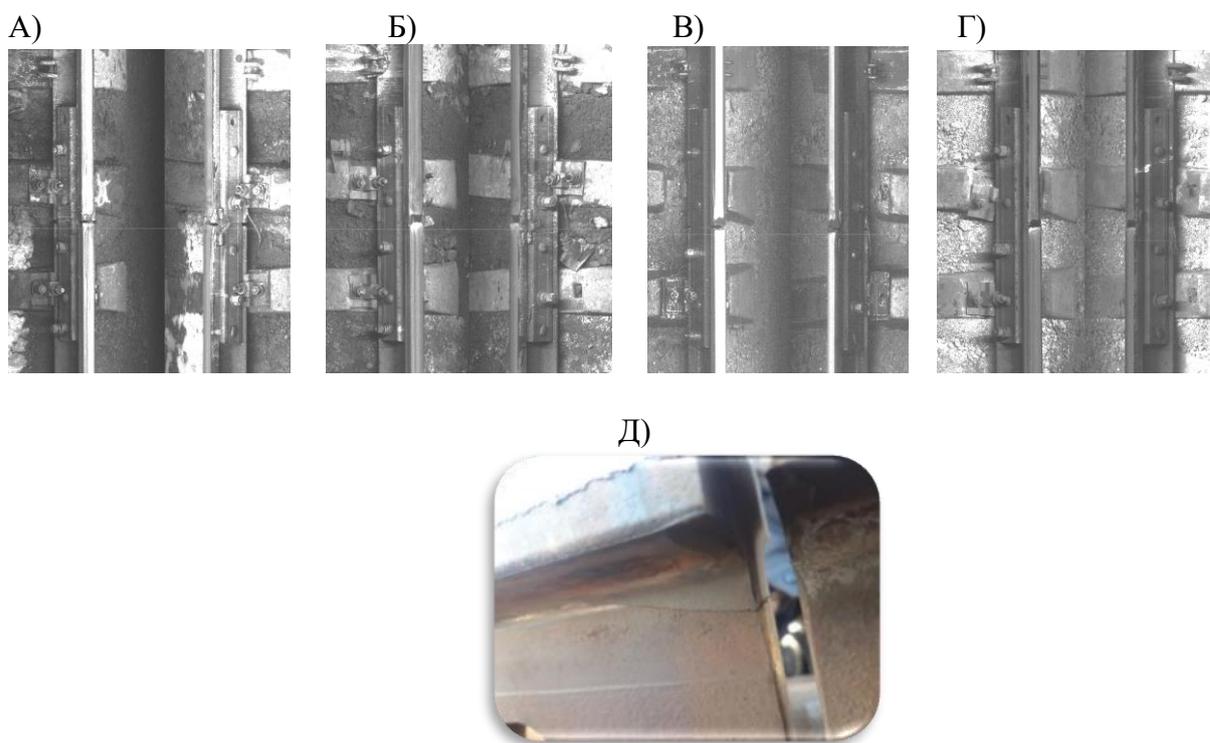


Рисунок 3

На рисунке 3:

А) Проезд МДК от 29.10.2020г. Визуально отсутствуют отступления от норм содержания рельсового стыка;

Б) Проезд МДК от 13.04.2021г. Отсутствует крепление КБ на одной из шпал в рельсовом стыке;

В) Проезд МДК от 29.07.2021г. Отсутствуют скрепления на обоих шпалах, одна из шпал поломана;

Г) Проезд МДК от 28.09.2021г. Последний проезд МДК перед обнаружением ОДР, состояние рельсового стыка без изменений, устранение отступлений не выполнено;

Д) Фото ОДР по коду 33 от 28.10.2021г.

Следовательно, неудовлетворительное текущее содержание пути в зоне рельсового стыка приводит к повышению динамических нагрузок и как следствие является одной из причин образования ОДР.

Таким образом, необходимо отметить, что уровень обеспечения безопасности движения поездов зависит не только от комплексной диагностики пути современными мобильными диагностическими комплексами, но и напрямую от качественного и своевременного устранения выявленных неисправностей железнодорожного пути, то есть от исполнительской дисциплины работников линейного уровня.

Вместе с этим, в рамках внедрения МДК были также введены в эксплуатацию программные обеспечения «Комплексный анализ предотказного состояния бесстыкового пути» (КАПС - БП) и «Программа расчета предотказного состояния геометрии рельсовой колеи» (ПО ПГРК).

ПО КАПС - БП предназначено для комплексного анализа предотказного состояния бесстыкового железнодорожного пути, возникающего из-за нарушения поперечной устойчивости его рельсошпальной решетки, определения вероятности возникновения выброса, а также для принятия управленческих решений по техническому обслуживанию бесстыкового пути.

ПО ПГРК предназначено для определения предотказного состояния рельсовой колеи из-за нарастающих с течением времени изменений в геометрии рельсовой колеи и ослабления промежуточных рельсовых скреплений, а также оценке и прогноза развития этих изменений во времени.

В итоге, проведение комплексной диагностики железнодорожного пути с применением современных мобильных диагностических комплексов уже на сегодняшний день позволило:

- повысить уровень обеспечения безопасности движения поездов за счет увеличения контролируемых параметров и автоматизации процессов обработки данных;
- проводить контроль состояния рельсовых стыков с применением мер по ограничению скоростей движения поездов, что уже на сегодняшний день привело к уменьшению образования поверхностных дефектов в рельсах в зоне стыка;
- определять предотказное состояние бесстыкового пути с помощью программного обеспечения «Комплексный анализ предотказного состояния бесстыкового пути», и своевременно принимать меры по устранению выявленных нарушений, тем самым предотвратить потенциальные выбросы пути;
- осуществлять мониторинг изменения состояния пути и оценивать качество и эффективность проведенных ремонтных работ, как дистанциями пути, так и подрядными организациями;
- проводить регулярный контроль габаритов приближения строений и расстояний между осями путей с принятием мер по обеспечению безопасного пропуску негабаритных грузов;
- проводить оценку параметров балластного слоя и земляного полотна;
- оптимизировать устаревшие и неэффективные двухниточные дефектоскопные тележки без регистраторов и вагоны- путеизмерители.

На основании данных МДК появилась возможность правильно расставлять приоритеты, распределять объемы работ для краткосрочного и перспективного планирования ремонтов, соблюдать технологию ремонтных работ для обеспечения стабильной работы железнодорожного пути.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон Республики Казахстан от 8 декабря 2001 года № 266-ІІ О железнодорожном транспорте – И.: ЛЕМ (Лем), 2019. – 72 с.
- [2] Марков А.А., Дефектоскопия рельсов. Формирование и анализ сигналов. Книга 2. Расшифровка дефектограмм [практическое пособие в двух книгах] / Марков А.А., Кузнецова Е.А. – Санкт-Петербург: Ультра Принт, 2014. – 332 с.

## УДК 656.4

**Акашов А.Н.**

АО «Национальная компания «Қазақстан темір жолы» - «Центр диагностики пути»,  
Республика Казахстан, г. Нур-Султан  
[akashov\\_a@railways.kz](mailto:akashov_a@railways.kz)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ИЗОЛИРУЮЩИХ СТЫКОВ «АпАТЭК Р65 МК» ЗА ПЕРИОД 1998-2021 г.г.

**Аннотация.** В статье рассматривается опыт эксплуатации бесстыкового пути без уравнительных пролетов в ОАО «РЖД» с применением изолирующих стыков с металлокомпозитными накладками «АпАТЭК Р65 МК».

**Ключевые слова:** бесстыковой путь, изолирующий стык, металлокомпозитные накладки, уравнительный пролет.

**Аннотация.** Мақалада «Ресей темір жолдары» АҚ-да «АпАТЕК R65 МК» металл-композитті төсемдері бар оқшаулағыш қосылыстарды пайдалана отырып, аралықты теңестіріссіз үздіксіз дәнекерленген жолды пайдалану тәжірибесі қарастырылады.

**Түйінді сөздер:** үздіксіз жол, оқшаулағыш қосылыс, металл композициялық төсемдер, теңестіру аралығы.

**Abstract.** The article discusses the experience of operating a continuous welded track without equalizing spans at JSC "Russian Railways" using insulating joints with metal-composite linings "ApATEK R65 MK".

**Keywords:** continuous track, insulating joint, metal-composite linings, equalizing span.

Опыт эксплуатации бесстыкового пути без уравнительных пролетов свидетельствует о существенном сокращении затрат и повышении безопасности движения поездов благодаря отсутствию рельсовых стыков и ударных воздействий колес в них, что обеспечивает снижение периодичности выправочных работ, замены материалов верхнего строения пути, исключает риски возникновения стыковых дефектов в рельсах.

Изолирующий стык с металлокомпозитными накладками «АпАТЭК Р65 МК» (далее – изостык МК), благодаря обеспечению сопротивления продольному сдвигу не менее 2,3 МН, решает эту важнейшую задачу путевого комплекса – устройство полноценного бесстыкового пути без уравнительных пролетов. Уже на стадии ремонта пути снижаются затраты на материалы, т.к. стоимость 4 пар стальных двухголовых накладок и стыкосоединителей для устройства уравнительных пролетов и композитных изолирующих накладок выше, чем цена изостыка МК. На стадии проведения капитального ремонта пути экономия составляет в ценах 2021 года 31,1 тыс. руб. на пару изостыков. Дополнительно к этому при эксплуатации благодаря исключению рельсовых стыков в уравнительных пролетах снижение затрат составит еще 20,4 и 56,3 тыс. руб. в год при грузонапряженностях 50 и 150 млн ткм бр./км в год.

На железных дорогах России бесстыковой путь без уравнительных пролетов с изостыками МК начал внедряться с 1998 года. По настоящее время на железные дороги