

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

УДК 330.342.3/4

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Н. А. АВСИЕВИЧ, А. В. АВСИЕВИЧ

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Безопасность движения поездов в первую очередь зависит от состояния железнодорожного пути как основы всего железнодорожного движения. В настоящее время с ростом массы железнодорожных составов и высокоскоростного движения пассажирских составов возникает необходимость в усовершенствовании методов диагностики состояния железнодорожного пути в целом. Современные методы диагностики заключаются в проведении выборочных проверок в соответствии с технологическим регламентом и нормативными документами железных дорог. Из этого следует, что существуют моменты времени в которые железнодорожный путь находится не под наблюдением и его состояние в эти моменты не определено и никем не контролируется.

Для постоянного контроля железнодорожного пути необходимо разработать систему постоянного мониторинга, для чего подходит современная динамично развивающаяся технология создания цифровых двойников, элементы которой уже интенсивно внедряются в ОАО РЖД [1, 2].

Неотъемлемая часть технологии цифровых двойников – наличие платформы «Интернет вещей (IoT)», необходимая для создания «цифрового следа» о состоянии и режиме эксплуатации железнодорожного пути.

Одним из направлений сбора информации о состоянии железнодорожного пути является динамическая составляющая, возникающая при взаимодействии колеса с рельсом и полностью характеризующаяся ускорением. Для подтверждения данной гипотезы в Самарском государственном университете путей сообщения разработан прототип измерительного комплекса для снятия ускорения рельса [3–5], который состоит из крепления к рельсу с акселерометром и информационной системы по сбору и первичной обработке полученной информации.

Прототип измерительного комплекса прошёл апробацию на участке железнодорожного пути Куйбышевской железной дороги в разное время; получены данные об ускорении рельса при движении участка пути 6 грузовыми и 2 пассажирскими составами с различными массами и скоростью. Полученные данные позволили провести исследования о необходимости установки датчиков ускорения на железнодорожный путь [6] и по определению напряженно-деформированного состояния элементов железнодорожного пути, результаты которых отражены в работах [7–9].

Таким образом, измерение ускорения даёт возможность определить реальные прогибы рельса в трёх плоскостях. Если известна масса подвижного состава (осевой нагрузки), возможно вычислить фактическое динамическое воздействие от колес, передаваемых на рельсы, в том числе величины боковых сил. Также с помощью данной системы возможно выявление мест с отступлениями от норм содержания балластного слоя: отсутствие уплотнённого балластного слоя под шпалой вызывает значительные прогибы рельсов, выходящие за предельные модельные значения.

Полученные результаты по вертикальным, поперечным и продольным отклонениям содержат в себе не только величины прогибов рельса, но и общие перемещения рельсошпальной решётки, включая деформацию балластного слоя. Вследствие этого зафиксированные величины выше аналитических, рассчитанных для пути в условно идеальном техническом состоянии.

Поэтому дальнейшее развитие системы представляется в установке дополнительных акселерометров на подрельсовые опоры для единомоментной фиксации ускорений на рельсах и шпалах, что позволит определять динамическую жесткость промежуточных рельсовых скреплений, фактические прогибы рельсов (а не перемещения рельсошпальной решётки), степень уплотнения балластного слоя за счет оценки перемещение шпалы, а также выявлять отступления от норм содержания балластного слоя, норм содержания колёсных пар подвижного состава и тележек в целом.

В результате проведённых исследований выявлено, что мешает переходу железнодорожной отрасли к четвёртой индустриальной революции в области применения IoT:

а) дороговизна акселерометров, затрудняет применение датчиков ускорения на протяжении всего железнодорожного пути, что делает необходимым разработку сенсоров с низкой себестоимостью в производстве и эксплуатации;

б) отсутствие локальных источников питания не требующих обслуживания в длительные периоды времени, что делает актуальным разработку необслуживаемых высокой ёмкости источников энергии или альтернативных источников энергии, совместимых с эксплуатационными требованиями железнодорожной отрасли;

в) отсутствие полного покрытия железной дороги системами передачи данных для сбора информации с датчиков, что делает актуальными разработку и внедрение систем передачи данных, совместимых с железнодорожной инфраструктурой.

В перспективе внедрение технологии IoT для непрерывного мониторинга железнодорожного пути поможет не только контролировать текущее состояние пути, но и на основании полученных данных проводить его оценку состояния на базе моделей, например, проводить расчёт остаточного ресурса железнодорожного полотна, прогнозировать сроки ремонта и т. д. Другими словами, внедрение IoT делает возможным переход от планового содержания пути к содержанию пути по состоянию с учётом его фактического износа.

Список литературы

1 Суслов, О. А. Цифровые двойники-перспективная основа планирования технического обслуживания железнодорожного пути / О. А. Суслов, В. И. Федорова // Наука 1520 ВНИИЖТ: Загляни за горизонт : сб. материалов науч.-практ. конф. АО «ВНИИЖТ», Российская Федерация, Щербинка, 26–27 августа 2021 года / АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта». – Щербинка : ВНИИЖТ, 2021. – С. 184–192.

2 Суслов, О. А. Перспективные подходы к прогнозируемому моделированию деградационных процессов элементов верхнего строения пути и их применение при создании цифровых двойников / О. А. Суслов, В. И. Федорова // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2021. – Т. 80, № 5. – С. 251–259. – DOI : 10.21780/2223-9731-2021-80-5-251-259.

3 Трифонова, Н. В. Система сбора и обработки данных динамических параметров пути / Н. В. Трифонова, Н. А. Авсиевич // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : материалы II Всероссийской науч.-практ. конф., Самара, 26–27 марта 2020 г. – Самара : СамГУПС, 2020. – С. 84–88.

4 Авсиевич, Н. А. Измерительный комплекс регистрации и первичной обработки ускорений / Н. А. Авсиевич // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : материалы III Всероссийской науч.-практ. конф., Самара, 26–27 января 2021 г. – Самара : СамГУПС, 2021. – С. 16–19.

5 Авсиевич, А. В. О возможности стационарных систем измерения просадки железнодорожного пути / А. В. Авсиевич, В. В. Авсиевич, Н. А. Авсиевич // Вестник СамГУПС. – 2021. – № 4 (54). – С. 68–74.

6 Авсиевич, А. В. Определение напряженно-деформированного состояния элементов железнодорожного пути на основе измерения ускорений и математического моделирования / А. В. Авсиевич, Д. В. Овчинников // Вестник транспорта Поволжья. – 2022. – № 1 (91). – С. 34–42.

7 Railway track stress-strain analysis using high-precision accelerometers / A. Avsievich, V. Avsievich, N. Avsievich [et al.] // Applied Sciences (Switzerland). – 2021. – Vol. 11, no 24. – DOI : 10.3390/app112411908.

8 Перспективные технологии эффективной эксплуатации подвижного состава и железнодорожного пути / А. В. Авсиевич [и др.]. – Самара : СамГУПС, 2021. – 175 с.

УДК 625.143.482

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОНТРОЛЮ ЗА СОСТОЯНИЕМ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ

В. В. АТАПИН

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

В современном мире железнодорожный транспорт является ключевым звеном в сфере мировых экономических отношений. Его динамичное развитие и эффективное функционирование – необходимые условия достижения устойчивых темпов развития, обеспечения экономической целостности и безопасности любой страны, повышения уровня жизни людей.

Важную роль в достижении указанных показателей играет бесстыковая путь. Данная конструкция является преобладающей в большинстве стран мира и обладает рядом преимуществ по сравнению со звеньевой: