

головки с образованием наплывов металла в сторону внутренней грани головки. Эти складки служат концентраторами напряжений, из-под которых развиваются трещины в глубь головки. Они считают, что продольные трещины, приводящие к неглубоким выкрашиваниям, могут зарождаться и внутри головки рельса на глубине 2–3,5 мм от поверхности катания.

В. Н. Данилов главной причиной появления выкрашивания считает наклеп. По его мнению, возникновение начальной трещины может произойти как с поверхности, так и из внутренних точек. Аналогичного мнения придерживается Г. Е. Андреев, который считает, что начальные трещины возникают в наклепанном слое.

В основу классификации контактно-усталостных повреждений рельсов по Д. П. Маркову положена гипотеза о том, что критерием зарождения усталостной трещины являются остаточные растягивающие напряжения, возникающие в процессе циклического контактного деформирования.

На практике наибольшее подтверждение получила теория образования контактно-усталостных повреждений от внутренних продольных трещин. Интенсивность образования выщербин на рельсах зависит от большого количества эксплуатационных факторов. Степень влияния этих факторов в каждом конкретном случае различна и, как правило, на образование дефектов влияет совокупное сочетание этих факторов, среди которых один или два могут оказать преобладающее действие. Многолетние исследования позволяют выделить ряд основных эксплуатационных факторов, к которым помимо уровня металлургического качества относятся: динамическое воздействие подвижного состава и, прежде всего, осевые нагрузки; кривизна пути и его конструкций; жесткость подрельсового основания; климатические условия.

УДК 625.42

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ПУТИ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

*А. А. КЕБИКОВ, Д. Л. ПАСТУШЕНКО, И. В. ПАХОМОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Конструкция пути Минского метрополитена, а также метрополитенов стран СНГ принципиально не претерпела изменений практически с момента ввода в эксплуатацию первой очереди строительства Московского метрополитена – в качестве подрельсового основания используют деревянные шпалы, которые в абсолютном большинстве случаев замоноличены в путевой бетон. В отличие от перегонных тоннелей, где используют цельные деревянные шпалы, пересекающие лоток, на путях у станционных платформ применяют деревянные шпалы-коротыши. При этом лоток между рельсовыми нитями остается открытым, что создает благоприятные условия для его очистки. Кроме того, габариты лотка позволяют укрыться человеку, случайно упавшему с платформы в момент приближения поезда. Пересечение же лотка шпалами в перегонных тоннелях существенно усложняет работы по очистке лотковой зоны и замене подрельсового основания (бригада из пяти человек в течение одного ночного технологического «окна» заменяет одну шпалу).

По мнению специалистов, существующая конструкция пути с деревянными шпалами, замоноличенными в путевой бетон, относится к разряду неремонтопригодных. Попытки полной механизации работ по замене шпал также не увенчались успехом. Одновременно с этим следует отметить низкий срок службы деревянных шпал, который ограничивается 20 годами.

В Минском метрополитене с вышеуказанной конструкцией пути наибольшее распространение получило раздельное скрепление типа «Метро». Такая конструкция пути отличается повышенными затратами при текущем содержании, главным образом из-за излома шурупов. Оставшуюся в шпале стержневую часть шурупа практически невозможно извлечь. Металлическую подкладку в таких случаях смещают на новое место, осуществляя при этом вывинчивание оставшихся шурупов, сверля отверстия и повторную установку шурупов. Кроме того, типовая конструкция пути отличается повышенным уровнем шума и вибраций от проходящих поездов.

Нередки для метрополитена и случаи возгорания деревянных шпал, что свидетельствует о несоответствии их в полной мере противопожарным требованиям. Из-за усушки древесины также происходят отслоения шпал от путевого бетона. Прикрепляемые к шпалам кронштейны контактного



рельса под поездной нагрузкой имеют повышенную амплитуду колебаний, что приводит к хаотической подвижке контактного рельса, вызывающей на контакте с токоприемником подвижного состава искрение повышенной интенсивности, негативно влияющее на работу тяговых двигателей мотор-вагонных секций.

Большим недостатком типовой конструкции пути с деревянными шпалами является наличие утечки тягового тока, что негативно сказывается на целостности обустройств как тоннельной обделки, так и других сооружений, находящихся в зоне действия блуждающих токов.

За более чем полувековой период применения типовой конструкции верхнего строения пути метрополитена с деревянными шпалами и скреплением «Метро», был выявлен целый ряд ее недостатков, к основным из которых можно отнести повышенный уровень шума и вибраций, утечку тягового тока, низкую ремонтпригодность, повышенные затраты при текущем содержании и т.д. Из-за превышения санитарных норм уровня шума и вибраций от обращающихся поездов в зданиях, прилегающих к линиям метрополитена мелкого заложения, совершенствование конструкции пути в настоящее время направлено главным образом на решение данной проблемы.

Для совершенствования основных конструкций верхнего строения пути и скреплений в Минском метрополитене предлагается разработать новую конструкции пути с повышенными виброзащитными свойствами.

УДК 625.17

## МОДЕРНИЗАЦИЯ БЕСКОНТАКТНОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЕФЕКТОСКОПИИ

*Д. С. КОВАЛЕВСКИЙ, В. В. КУЦАЕВ, В. И. ЛАВРИСЮК, С. Н. СКОРИНКО*  
*Минская дистанция пути ПЧ-3, Республика Беларусь*

*О. В. ХОЛОДИЛОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Рельсы – важнейший элемент пути. От их состояния во многом зависит обеспечение необходимых скоростей и безопасности движения поездов. При высокой грузонапряженности железных дорог в рельсах возникает большое число разнообразных дефектов. Под воздействием подвижного состава вследствие недостаточной прочности металла и наличия местных включений в основном металле рельса, а также внутренних дефектов в месте сварки в головке рельса развиваются поперечные трещины.

Для своевременного обнаружения опасных дефектов используются средства НК, а именно средства магнитной и ультразвуковой (УЗ) дефектоскопии. При этом трещины, расположенные на небольшой глубине, могут быть обнаружены методом магнитной дефектоскопии, а образовавшиеся на большой глубине и дефекты определенного вида – только УЗ.

Вагон-дефектоскоп № 682 представляет собой многоканальную автоматизированную систему совмещенного УЗ и магнитного неразрушающего контроля рельсов с использованием эхоимпульсного и зеркально-теневого методов при контактном способе ввода УЗ-колебаний и обработке информации с использованием персонального компьютера (ПК).

Принцип УЗ-контроля основан на способности УЗ-колебаний отражаться от несплошностей и физически неоднородных включений в контролируемом объекте. Излучателями и приемниками УЗ-колебаний служат пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП), устанавливаемые в искательных лыжах, установленных на механизме подъема-опускания искательных лыж дефектоскопной тележки.

Дефектоскопная тележка, входящая в состав ВД, обеспечивает центрирование преобразователей по оси симметрии рельса, слежение за поверхностью рельса, а также перемещение преобразователей по прямолинейным и кривым участкам пути и стрелочным переводам.

УЗ-колебания, отраженные от различных неоднородностей в металле рельса (дефекты, стыки, болтовые отверстия и т. п.) или от подошвы рельса, преобразуются этими же преобразователями в