

$$R_{из} = \frac{12,58 \cos \beta \cdot v_{cp}^2 K}{h \pm 1600e / a}; \quad (2)$$

$$R_{ком} = \frac{0,0772v^2}{a_{ин} + 9,81 \operatorname{tg}(\pi\alpha^\circ / 180 + \arcsin(h / S))}, \quad (3)$$

где  $v_{cp}$  – средневзвешенная скорость потока, км/ч;  $h$  – возвышение наружного рельса в кривых, мм;  $e$  – смещение центра тяжести вагона из-за наклона кузова, м;  $\alpha$  – угол наклона кузова вагона при движении по кривой, град.

При  $R_{ком} \geq R_{из}$  необходимо установить положение точки пересечения кривых  $R_{ком}(h)$  и  $R_{из}(h)$ . Для этого используется циклическая операция расчета до тех пор, пока разность между  $R_{ком}$  и  $R_{из}$  не будет меньше 1 м (блоки 5–8, см. рисунок 1).

При  $R_{ком} < R_{из}$  установление радиуса производится в блоке 9 (см. рисунок 1).

В этом случае необходимо принимать больший из радиусов  $R_{из}(h)$  и  $R_{ком}(h)$  при  $h = 150$  мм. При этом, если  $R_{из} > R_{ком}$ , то, приняв проектное значение радиуса равным  $R_{из}$ , мы обеспечиваем равномерное давление на рельсы и непогашенное ускорение меньше нормативного значения.

Если  $R_{ком} > R_{из}$ , то будут обеспечены комфортабельные условия, а давление на внутренний рельс и его износ будут большими.

Таким образом, предложенный алгоритм позволяет определять величины радиуса кривой с учетом условий её эксплуатации – скоростей движения и размеров перевозок.

Эта методика универсальна: может быть использована как для обычного подвижного состава, так и для подвижного состава с наклоном кузова.

УДК 625.144

## ПРОГРЕССИВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПУТИ НА СПЛОШНОМ БЕТОННОМ ОСНОВАНИИ

А. Г. ЖУКОВЕЦ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Скоростному и высокоскоростному движению на железных дорогах уделяется большое внимание. В настоящее время распространено смешанное движение, когда по одному и тому же пути следуют скоростные, пассажирские, а зачастую и грузовые поезда. Современные системы диагностики и сигнализации позволяют обеспечить требуемый уровень, но при такой нагрузке существенно повышаются требования и к самому пути. В связи с этим оправдан интерес к принципиально новой разработке, представленной компанией Balfour Beatty, конструкция которой отличается от традиционной, а ряд элементов просто отсутствует, хотя раньше они считались основными.

Это конструкция пути на сплошном подрельсовом бетонном основании, от внедрения которого ожидают получения существенного экономического эффекта. Традиционные рельсы Т-образного профиля были заменены на сплошной металлический брус прямоугольной формы, вмонтированный в сплошное бетонное основание, что обеспечивает стабильное положение рельса и исключает потребность в промежуточных скреплениях.

На основании испытаний были определены следующие основные достоинства: более меньший объем работ на текущем содержании, увеличение продолжительности срока службы, снижение относительной высоты верхнего строения, высокий коэффициент сопротивления боковым усилиям, отсутствие угрозы вылета из-под подвижного состава частиц балласта при движении на высокой скорости.

Под рельсом находится прокладка из эластомера которая помещена в пластмассовую коробку, армированную волокном и жестко закрепленную в выемке бетонной плиты с помощью цементного раствора. Такая конструкция позволяет точно выдержать установленную ширину колеи. Рельс находится на опоре целиком, а не опирается на нее отдельными точками, что позволяет повысить плавность хода, снизить износ колес и продлить срок службы рельсов.

Поскольку каждый рельс жестко закреплен с трех сторон, возможность его сдвига под воздействием сил, возникающих при прохождении поезда, практически исключается. Повышенная устойчивость рельсов способствует безопасной эксплуатации подвижного состава большого габарита и то, что значительная часть рельса практически закрыта, способствует снижению шума, который является большой проблемой для некоторых типов пути на сплошном подрельсовом основании. Основным преимуществом данной конструкции является значительно меньшее количество деталей. Один метр пути на балласте включает около пятидесяти деталей, а данная конструкция состоит всего из пяти элементов. Данная конструкция имеет ряд преимуществ перед другими конструкциями пути на плитном основании, которые требуют исключительно точной укладки рельсов. Здесь использован иной подход. Бетонную плиту с выемкой изготавливают в соответствии со стандартными допусками строительной промышленности, а рельсы фиксируются при установке. Рельсы и изолирующие прокладки могут меняться без разрушения или повреждения плиты или выемки в ней. Плита имеет постоянную толщину, что исключает искажение профиля пути. Сплошное опирание рельса не позволяет ему сдвигаться в продольном и поперечном направлениях, а его четкая фиксация обеспечивает стабильность пятна в зоне контакта колеса и рельса. Конструкция отлично воспринимает статические и динамические нагрузки. Стоимость укладки пути на плитном основании превышает стоимость нового балласта примерно на 30 %, но если учесть продолжительность службы балластного слоя, проведения дренажных работ, различия в производительности, то разница окажется значительно меньше.

УДК 625.14

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ПО СТРЕЛОЧНЫМ ПЕРЕВОДАМ**

*В. И. ИНЮТИН, В. Е. МИРОШНИКОВ, А. Ф. ХАРЬКОВ, А. А. КИРЬЯНОВА*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Бесперебойное и безопасное движение поездов на Белорусской железной дороге зависит от прочности и надежности подрельсового основания. На главных и станционных путях Белорусской железной дороги эксплуатируется значительное количество стрелочных переводов с деревянными брусками. Одной из главных причин выхода из строя деревянных брусков стрелочных переводов является их механический износ. Путьевые прокладки предотвращают износ деревянных брусков стрелочных переводов, способствуя продлению срока их службы. Для изготовления прокладок используется резина и композиционные материалы. Включение в состав прокладок каучука приводит к повышению их стоимости. Кроме того, как показывают эксплуатационные испытания резиновых прокладок, вследствие повышенной гибкости они не могут распределять динамическое давление на площадь, большую площади металлических подкладок. Прокладки из композиционных материалов, имеющие повышенную жесткость, передают давление от поездной нагрузки на площадь, на 10 % большую, чем площадь металлических подкладок, что способствует уменьшению давления на шпалу и снижению износа древесины. С целью защиты стрелочных брусков от механического износа используются комплекты прокладок, для изготовления которых создаются композиционные материалы на основе промышленных отходов.

Известно, что на обувных предприятиях Республики Беларусь образуется большое количество промышленных отходов, значительная часть которых не используется, а сжигается на свалке, что приводит к загрязнению окружающей среды.

Для разработки композиционного материала в качестве связующего использовали вторичный полиэтилен (в виде измельченных тарных мешков, пленки и ленты), а наполнителями служили измельченные отходы обувного производства. Увеличение прочности полимерной матрицы и стабильности свойств материала получали путем введения в связующее минерально-органического наполнителя. При этом в объеме полимерной матрицы формируется трехмерная минерально-органическая сетка, которая образует прочный армирующий каркас в объеме материала, снижающий деформации и увеличивающий прочность и износостойкость прокладок.