

Перспективные конструкции пути в метрополитене

М. Н. КОЛОДКИН, главный инженер службы пути ГУП «Петербургский метрополитен»,

А. А. ЗАЙЦЕВ, заместитель начальника отдела пути и станций «Ленгипротранспуть» — филиала ОАО «Росжeldорпроект»



Применение современных конструкций пути в метрополитене позволяет повысить безопасность движения поездов, сделать перевозки более комфортными для пассажиров, сократить затраты на текущее содержание и ремонт пути. В Санкт-Петербургском метрополитене подготовлена к опытной эксплуатации безбалластная конструкция верхнего строения пути с изолированными рельсовыми опорными блоками.

В метрополитенах России и стран СНГ со времен открытия первого в СССР Московского метрополитена основным типом конструкции железнодорожного пути является путь на деревянных шпалах, монолитных в путевой бетон. Такое устройство пути по сравнению с современными конструкциями, применяемыми в метрополитенах зарубежных стран, приводит к повышенным затратам на текущее содержание пути, поскольку требует частых его перешивок по шаблону и уровню.

Деревянные шпалы подвержены гниению, усыханию и растрескиваниям, при этом происходит их отслоение от путевого бетона, что ведет к высоким трудозатратам при ремонтах пути. Средний срок службы деревянной шпалы — менее 40 лет, и для ее замены необходимы трудоемкие работы по разбивке бетона. Кроме того, при использовании данной конструкции приходится сталкиваться такой проблемой, как повышенный уровень шума и вибрации, которые не только понижают комфортность для пассажиров, но и оказывают неблагоприятное воздействие на состояние целостности конструкций сооружений метрополитена, в том числе тоннельной обделки.

Появившиеся в последнее десятилетие конструкции с монолитными в путевой бетон бетонными полушпалками (вместо деревянных шпал) с установленными типовыми скреплениями, которые применяют на сети РЖД, из-за повышенной жесткости не отвечают современным требованиям, предъявляемым к пути в тоннелях.

Таким образом, назрела острая необходимость в новых, прогрессивных виброгасящих долговечных конструкциях верхнего строения пути в метрополитене.

Виброзащитные конструкции

Эффективность гашения вибраций в конструкции пути определяется собственной частотой ее колебаний. Чем больше масса подрельсового основания, не связанного жестко с тоннельной обделкой, тем ниже его частота собственных колебаний и тем эффективнее гашение колебаний.

Одним из вариантов виброзащитного пути является путь с лежневым подрельсовым основанием, который позволяет значительно уменьшить вибрацию от проходящих поездов метрополитена, а также увеличить ресурс рельсового полотна. Эта конструкция впервые в практике отечественного метростроения была применена в Новосибирском и Казанском метрополитенах, а также в Киевском метро на Украине. В такой конструкции основным элементом, снижающим уровень вибрации, является подлежневая амортизационная резиновая прокладка. Нельзя не отметить, что устройство и эксплуатация лежневого пути сопряжены с трудностями, в числе которых высокие требования к точности соблюдения геометрических параметров при устройстве бетонного

основания под лежни, большая масса лежней и, соответственно, сложности, возникающие при монтаже пути, невозможность их укладки в кривые радиусом менее 500 м, труднодоступность упругих элементов и, как следствие, проблемы при их смене или регулировке положения пути.

Другой вариант виброзащитной конструкции — отдельные опорные блоки или полушпалки, установленные в готовых нишах на упругие подшпальные элементы. Основным виброизолирующим элементом в такой конструкции является упругая прокладка. Система обеспечивает требуемую жесткость бетонного опорного блока, а также связанный с ней вертикальный прогиб рельса. Вместе с тем масса опорного блока позволяет достичь низкого коэффициента динамической жесткости, что благоприятно воздействует на распределение вертикального и горизонтального давления колес, уменьшая волнообразный износ рельсов.

Осенью 2010 г. представители Петербургского метрополитена по приглашению Киевского метростроя и фирмы Tines (Польша) приняли участие в семинаре по виброзащитным конструкциям пути для метрополитенов, проходившем в Киеве. На семинаре была представлена безбалластная конструкция верхнего строения пути с изолированными рельсовыми опорными блоками — система EBS фирмы Tines. Также специалисты осмотрели участок строящегося метрополитена Киева, где путь уложен на блоках Tines.

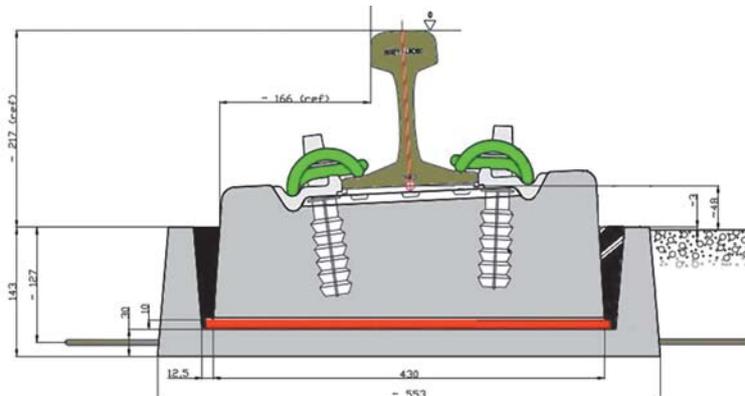


Рис. 1. Изолированный рельсовый опорный блок системы EBS фирмы Tines

Блоки EBS Tines

Блоки представляют собой сборную конструкцию. Промежуточное скрепление изготовлено фирмой Vossloh. Внутренний железобетонный блок вклеивается в бетонное корыто на специальный упругий подливочный раствор (рис. 1). Далее весь блок омоноличивается в путевой бетон. Таким образом, применение готовых блоков, собранных (вклеивкой) в заводских условиях, облегчает монтаж непосредственно в тоннеле. Подобное устройство пути имеет достаточную степень шумо- и виброзащиты.

К настоящему времени накоплен значительный опыт применения блоков EBS Tines в метрополитенах различных стран мира.

В конце 2011 г. в Санкт-Петербургском метрополитене на строящемся отрезке Фрунзенского радиуса в пределах станции «Международная» был уложен опытный участок на опорных блоках EBS Tines (рис. 2).

Стоит отметить, что при опытной укладке блоков возникли сложности. Например, пришлось пересматривать конструкцию крепления кронштейна для фиксации контактного рельса. При существующей эпюре пути (утвержденной СП 32-105-2004 «Метрополитены») между блоками EBS Tines не помещался типовой железобетонный блок для кронштейна контактного рельса. В настоящее время совместно с фирмой Tines решается вопрос адаптации типовой конструкции EBS к российским реалиям с учетом действующих нормативных документов.

С момента пуска в конце 2012 г. станции «Международная» путь на блоках Tines (рис. 3) будет находиться в опытной эксплуатации. Планируется замерять уровень шума и вибрации на станции.

Стрелочные переводы

При переходе на перспективные конструкционные решения для пути метрополитена возникает еще одна



Рис. 2. Подготовленные к монтажу блоки EBS Tines на станции «Международная» Петербургского метрополитена



Рис. 3. Путь на блоках EBS Tines на станции Международная Петербургского метрополитена



Рис. 4. Стрелочный перевод на деревянных брусках в тоннеле

сложность — устройство стрелочных переводов, являющихся неотъемлемой частью железнодорожного пути. Высокая интенсивность движения, возросшие требования к надежности пути, перспектива увеличения скорости нового подвижного состава обусловили необходимость разработки специальных стрелочных переводов и съездов.

Применяемая в настоящее время в Петербургском метрополитене конструкция стрелочных переводов предполагает укладку их на щебень и деревянные брусья со скреплениями типа «Метро» или КД-50 (рис. 4). Основным недостатком данной конструкции является малый срок службы деревянных брусков и шпал, что влечет за собой потребность в частой регулировке ширины колеи путем перешивки и в регулировке по уровню путем подбивки. Также с течением времени происходит загрязнение балласта, соответственно, требуется замена щебня — процедура крайне трудоемкая в стесненных условиях метрополитена. Замена стрелочных брусков в тоннеле также сложная,

длительная и трудозатратная работа, которую приходится выполнять поэтапно.

Для нужд Петербургского метрополитена на базе существующего стрелочного перевода марки 1/9 с рельсами Р50 проекта 2891.00.000, утвержденного и применяемого для укладки на путях метрополитена, потребовалось разработать проектно-конструкторскую документацию на укладку перевода на бетонное основание вместо щебеночного балласта и деревянных переводных брусков. В качестве подрельсового основания необходимо было применить монолитный железобетон с прикреплением металлических элементов стрелочного перевода анкерными болтами, а в качестве амортизаторов под подкладки и мостики — использовать эластичные быстротвердеющие композиционные составы, которые подливаются непосредственно при монтаже.

В 2010 г. по договору с институтом «Ленметрогипротранс» и фирмой Sika, с одной стороны, и Научно-исследовательским институтом железнодорож-

ного транспорта (ОАО «ВНИИЖТ») и Проектно-технологическо-конструкторским бюро по пути и путевым машинам ОАО «РЖД» (ПТКБ ЦП) — с другой, была разработана новая конструкция стрелочного перевода типа Р50 марки 1/9 на монолитном основании — проект ПТКБ ЦП 3045.00.000. Элементы узлов промежуточных скреплений нового опытного стрелочного перевода испытаны на стенде во ВНИИЖТ, получено заключение о возможности применения стрелочного перевода проекта 3045.00.000. После этого по заказу Петербургского метрополитена ОАО «Ленметрогипротранс» спроектировал укладку данного типа перевода в оборотном тупике на станции «Международная».

Основные особенности нового стрелочного перевода:

- используется сплошное железобетонное основание вместо щебеночно-го балласта и деревянных брусьев;



Рис. 5. Путевая подкладка с анкерами Hilti и упругой клеммой SKL 12-32 Vossloh, установленная на подливочный раствор Icosit

- применяется новый тип стрелочных подкладок, в том числе под крестовиной, контррельсами, корнями остяков, с использованием упругой клеммы SKL 12-32 Vossloh (рис. 5);



Рис. 6. Путь на бетонном основании с подкладками на подливочном растворе Icosit, анкерах Hilti. Станция «Международная»



Рис. 7. Электродепо «Северное». Стрелочный перевод на бетоне

- стрелочные подкладки крепятся к бетону с помощью путевых химических анкеров HRC фирмы Hilti; в комплект анкера входят изолирующая втулка, пружина, контрящаяся гайка;

- в дополнение к креплению на анкер Hilti стрелочные подкладки приклеиваются к бетону подливочным раствором Icosit; подливочный раствор одновременно является клеящим компонентом и упругой подкладкой, поглощающей шум и вибрацию.

Помимо стрелочного перевода на монолитной железобетонной плите аналогичным образом устроены пути на съездах к стрелочному переводу. На этих участках применяется путевая подкладка, используемая в переводной кривой стрелочного перевода.

Все подкладки, как стрелочные, так и путевые, устанавливаются на анкера Hilti и подливаются (одновременно с приклеиванием) двухкомпонентным раствором Icosit 340/7 (рис. 6). При заливке Icosit применяется пневматический нагнетательный пистолет, который позволяет точно дозировать раствор и подавать его непосредственно в отверстия подкладки, для этого используется Icosit 340/7 в картриджах (тубах).

При укладке стрелочного перевода и путей съездов к шеф-надзору за работами привлекались представители фирмы Hilti и Sika.

Необходимо отметить, что идея укладки стрелочного перевода на бетонном основании для Петербургского метрополитена не нова. В 2010 г. внутри здания электродепо «Северное» уже были уложены на бетоне два стрелочных перевода Р50 М1/5 (рис. 7).

Большая протяженность главных путей Петербургского метро (более 200 км), высокая интенсивность движения (до 40 пар поездов в час), значительные объемы перевозок (несколько миллионов пассажиров ежедневно) требуют дальнейшего поиска новых решений в конструкциях пути, совершенствования его строительства и эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабошин В. Ф. Основные параметры новой конструкции пути метрополитенов с повышенными виброзащитными свойствами // Труды ВНИИЖТ. 1981. Вып. 630.
2. Кравченко Н. Д., Шиллок И. Т., Василец В. С., Кучеренко А. С. Восьмилетний опыт эксплуатации виброзащитного пути и его результаты // Метро. 2000. № 3-4.
3. Крамер И. Путь на жестком основании для тоннелей // Железные дороги мира. 1999. № 5.