

ПРИМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПУТИ ПОНИЖЕННОЙ ВИБРАЦИИ В РОССИИ

Чурсанова И.А.¹, Емельянова Г.А.²

¹Чурсанова Ирина Александровна – студент,
кафедра путь и путевое хозяйство;

²Емельянова Галина Александровна – доктор технических наук, профессор,
кафедра мосты и тоннели,
Российский университет транспорта РУТ(МИИТ),
г. Москва

Аннотация: в статье анализируется применение пути пониженной вибрации (LVT), рассматривается устройство и эффективность конструкции. Представлены основные характеристики, рассмотрены примеры использования данной технологии в московском метрополитене и на российских железных дорогах, на основе нормативной документации, научных работ и статей по данной теме.

Основной целью является анализ возможностей применения конструкции пониженной вибрации (LVT) и её распространение на территории России.

Ключевые слова: путь пониженной вибрации, амортизирующие прокладки, низкочастотные вибрации, виброгасящий путь.

Актуальность

Технология пути пониженной вибрации (LVT) является современной разработкой, которая может помочь транспортной отрасли избежать негативных последствий, связанных с вибрационной нагрузкой.

Одним из преимуществ пути пониженной вибрации – это улучшение эргономики. Вибрация может вызвать различные заболевания, такие как общая усталость, головные боли, повышение артериального давления и даже риск сердечно-сосудистых заболеваний. Снижение вибрации улучшает здоровье работников транспортной отрасли и повышает комфорт пассажиров. [7]

Еще одним важным преимуществом технологии LVT является снижение износа транспортных средств и оборудования. Вибрация может привести к деформации и повреждению механизмов, что повышает риск аварий и приводит к повышенным затратам на обслуживание и ремонт. Использование LVT помогает уменьшить нагрузку на оборудование и увеличить его эксплуатационный ресурс.

Кроме того, применение технологии пути пониженной вибрации способствует экологической безопасности в транспортной отрасли. Многие виды транспорта производят большое количество шума, а LVT помогает снизить уровень шума и вибрации, что благоприятно влияет, как на конструкции, так и на людей.

Таким образом, можно сделать вывод, что технология пути пониженной вибрации является актуальной и перспективной разработкой в транспортной отрасли.

Технология LVT

LVT – Low Vibration Track, или путь пониженной вибрации – безбалластная система верхнего строения пути (ВСП), швейцарская технология по укладке пути, принадлежащая Sonneville AG. В России производство и применение системы, осуществляет АО «РЖДСтрой».

Существуют разные виды конструкции для гашения вибрации верхнего строения пути (ВСП), например, подбалластные маты, примененные в железнодорожном тоннеле под площадью Гагарина и в московском метрополитене. Использование верхнего строения с упругим подбалластным матом толщиной 37,5 мм в Гагаринском тоннеле оказалось эффективным методом защиты от вибраций в диапазоне частот 31,5÷160 Гц. Эта конструкция продемонстрировала стабильные свойства и продолжала работать надежно даже через 18 лет эксплуатации [1].

Другой технологией, применяемой для гашения вибраций, служит путь пониженной вибрации (LVT). Сегодня эта система используется в различных странах и регионах мира, включая США, Канаду, Европу, Японию, Китай, Корею, Тайвань, Австралию и Новую Зеландию.

Некоторые примеры проектов, где использовалась технология пути пониженной вибрации:

- Железнодорожная линия Шин-Тосу в Японии, открытая в 2001 году, была построена с использованием технологии NTV (New Tokaido Vibration Control) для понижения вибрации и шума вблизи населенных пунктов.
- В Канаде технология была применена на железнодорожной линии Vaudreuil-Hudson, проходящей через город Монреаль.
- В США технология была использована на железнодорожных линиях Нью-Йорк - Бостон и Вашингтон - Балтимор.
- В Европе технология была применена на некоторых участках высокоскоростных железнодорожных магистралей, например, на французской линии LGV Méditerranée и на итальянской линии Венеция - Падуя - Болонья.
- В Китае технология используется на железнодорожной линии Харбин - Далянь - Шэньян.
- В Новой Зеландии технология была применена на участке железнодорожной линии между городами Окленд и Пукехок.

К основным достоинствам системы можно отнести:

- Эффективное понижение вибрации в вертикальной плоскости;
- Хорошая аэродинамика;
- Длительный срок службы конструкции;
- Гибкость конструкции дренажной системы
- Высокая точность и скорость укладки ВСП (200 мм за смену при развороте работ)
- Долговременное обеспечение требуемой геометрии верха головок рельсов.

В случае необходимости проведения инспекции или при корректировке пути обеспечен простой доступ ко всем компонентам системы без разрезания рельса [2].

Система LVT состоит из четырех основных компонентов: бетонного блока, эластичной прокладки, резинового чехла и шпал (см. Рис.1).



Рис.1 – схема строения LVT. А – бетонный блок, Б – эластичная прокладка, В – резиновый чехол.

Строительство пути на технологии LVT начинается с монтажа рельсов, затем на них подвешиваются шпалы, которые заливают в бетон. На шпалы надеваются резиновые чехлы с амортизирующими прокладками для смягчения удара колес поезда и уменьшения отдачи рельса. Между рельсами и шпалами помещается упругий материал для снижения колебаний при движении поезда. Болты крепятся пружинами, чтобы уменьшить вибрацию и шум, а стальная скоба обеспечивает прочность и упругость конструкции. Шпалы укладываются на пружинную железобетонную плиту, что обеспечивает плавность движения поезда по рельсам.

LVT в России

[3] 11 августа 2011 года, АО "РЖДстрой" провело сертификацию системы LVT для высокоскоростных магистралей (ВСМ) и совмещенного движения на территории РФ. Они также локализовали производство блоков LVT на своей производственной площадке в городе Сызрани.

ОАО "Научно-Исследовательский Институт Железнодорожного Транспорта" (ВНИИЖТ) и Петербургский государственный университет путей сообщения (ПГУПС) были назначены ответственными за научное сопровождение работ по внедрению технологии LVT в России.

Основными преимуществами LVT являются простота монтажа, точность и ремонтоспособность пути. Технология зарекомендовала себя, как быстрый и эффективный способ реконструкции и эксплуатации железнодорожного пути, особенно в ограниченных условиях. В зарубежных странах скорость движения пассажирских поездов на участках, уложенных с помощью технологии LVT достигает 250 км в час, а грузовых - до 160 км в час.

Экономический эффект от внедрения технологии LVT является значительным, и он окупается в течение семи лет. В России эту технологию широко применяют в тоннелях и метрополитенах.

Московский метрополитен

Проблема метрополитена заключается в необходимости защиты близлежащих зданий от низкочастотных вибраций, которые передаются через грунт и могут повредить фундаменты зданий. Эта проблема актуальна как для новых, так и уже давно эксплуатируемых линий метро. В России и за рубежом есть единичные случаи эффективного решения этой проблемы, но только на коротких участках пути.

Согласно [4], уже укладывается виброгасящий путь по технологии LVT на 40 станциях 11 линий московского метрополитена, таких как Некрасовская линия, Солнцевская, Большая кольцевая, Калужско-Рижская (см. Рис.2, Рис.3) и другие. Также в метро Москвы используют бесстыковой путь, который снижает уровень шума и вибрации на станциях. Для его укладки используются бетонные блоки, уложенные на эластичные прокладки в резиновых чехлах и соединенные с бетонным основанием пути. Технология использовалась на Солнцевской, Филевской линиях и на Московском центральном кольце. На Кольцевой линии также укладывают бесстыковой путь.



Рис.2. Станция метро Свиблово.



Рис. 3. Конструкция LVT на станции метро Свиблово.

Для метрополитена полушпалы конструкции LVT изготавливаются в следующих вариантах:

LVT M – для путей метрополитена (см. Рис. 4);

LVT M-1 – для путей метрополитена пассажирских платформ и других участков пути.

Полушпалы предназначены для применения на путях метрополитена в безбалластной конструкции верхнего строения пути с пониженной вибрацией. Они предназначены для путей с рельсами типа Р65 и Р50 [5].

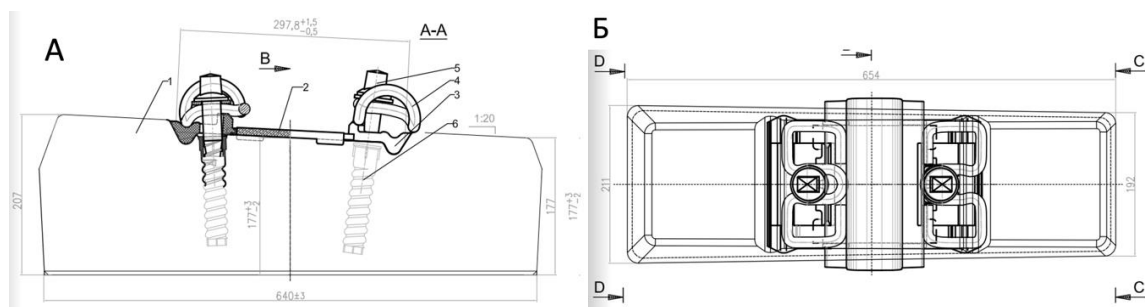


Рис. 4. Схема LVT M на рельсах Р65. А - вид сбоку, Б - вид сверху.

Железнодорожные тоннели

Согласно [6], в 2013 году РЖД протестировали технологию LVT в городе Сочи в рамках проекта по модернизации тоннелей №6 и №7 Северо-Кавказской железной дороги.

Укладка пути по этой технологии позволила достигнуть достаточного габарита тоннелей для безопасного проезда двухэтажных пассажирских поездов и уменьшить воздействие вибрации на окружающие строения без реконструкции верхнего свода.

Длинный Лысогорский тоннель, соединявший Краснодар, Туапсе и Сочи, не претерпевал ремонтов более 40 лет. Движение было остановлено в середине января и возобновилось в конце апреля. Необходимо было провести демонтаж рельсов и железобетонных шпал, которых в тоннеле более 6 тыс., и установить новые шпалы, увеличив срок их дальнейшей безремонтной эксплуатации. Процесс осложнялся тем, что шпалы в старом путевом бетоне

были замоноличены. Однако, тоннель был успешно модернизирован при помощи методов, таких как демонтаж и замена рельсов и шпал, а также использование системы LVT.



Рис. 5. Лысогорский тоннель.

Это позволило электропоездам проходить тоннель на скорости до 60 км/ч, в то время как раньше они были вынуждены снижать скорость до 20 км/ч.

Вывод

В системе присутствуют главные преимущества, которые можно выделить следующим образом: в первую очередь, она эффективно уменьшает вибрацию в вертикальной плоскости. Кроме того, ее аэродинамические характеристики находятся на хорошем уровне. Особенно важно то, что конструкция имеет длительный срок эксплуатации. Большое значение также имеет гибкость дренажной системы. Благодаря этой характеристике удастся точно и быстро укладывать ВСП. Также система обеспечивает требуемую геометрию верхних головок рельсов в течение долгого времени.

На наш взгляд, технология имеет большой потенциал для уменьшения шума и вибрации на железнодорожных путях. Использование LVT может существенно улучшить условия жизни людей, живущих рядом с железнодорожными линиями, и повысить комфортность передвижения пассажиров. Кроме того, благодаря низкому уровню шума и вибрации, LVT может снизить затраты на обслуживание и ремонт железнодорожных линий.

Список литературы

1. Опыт применения верхнего строения пути с эластомерными подбалластными матами в железнодорожном тоннеле для снижения, генерируемого подвижным составом вибрационного воздействия// Ашпиз Е.С., Титов Е.Ю., Гордеев А.В.
2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rsrs-austria.com/dizajn-i-tipy-lvt.html/> (дата обращения: 10.06.2023).
3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rzdstroy.ru/news/tehnologiya-lvt-vyigrysh-i/> (дата обращения: 10.06.2023).
4. Путь и путевое хозяйство. – 2020. – № 6. – С. 24-27. (Перечень ВАК – № 2011 от 23.09.2022) // Вибрации в метрополитене и виброзащитные конструкции пути// Замуховский А.В., Погосян Д.А.
5. Технические условия ТУ 5864-299-01124323-2012
6. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rzd.ru/ru/9284/page/3102?id=281590/> (дата обращения: 10.06.2023).
7. Текст научной статьи по специальности «Строительство и архитектура» // Оценка уровня вибраций с точки зрения их воздействия на пассажиров поездов при движении по мостовым сооружениям на высокоскоростных железнодорожных магистралях // Дьяченко Леонид Константинович, Смирнов Владимир Николаевич, Дудкин Евгений Павлович.