

Опыт эксплуатации трамвайных путей в Санкт-Петербурге



Е. П. Дудкин,
д. т. н., профессор,
руководитель НОЦ «Промышленный и городской транспорт» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I



С. В. Китаев,
к. т. н., старший научный сотрудник, советник директора — начальник службы технической политики СПб ГУП «Горэлектротранс»



О. В. Востриков,
начальник службы пути СПб ГУП «Горэлектротранс»

В статье анализируется опыт эксплуатации в Санкт-Петербурге различных конструкций трамвайных путей с учетом их влияния на экологическую обстановку в городе. Обсуждаются достоинства и недостатки тех или иных конструкций, приводятся рекомендации по их применению.

В 2011 г. кафедра «Промышленный и городской транспорт» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС) по поручению председателя Комитета по развитию транспортной инфраструктуры правительства Санкт-Петербурга занималась разработкой новых конструкций и технологий строительства и ремонта трамвайных путей для совмещенных, выделенных и обособленных линий. Были проанализированы конструкции трамвайных путей, эксплуатирувавшихся в нашем городе [1].

На техническом совете ГУП «Горэлектротранс» 16.11.2012 с учетом результатов исследований ПГУПС для строительства и ремонта были рекомендованы различные конструкции трамвайных путей в зависимости от условий эксплуатации [1, 5, 7–9]. Обязательным условием для всех конструкций трамвайных путей в черте города было включение изолирующих профилей (подшвенных и боковых). Такая конструкция обеспечивает не только снижение шума и вибрации до допустимых значений, но и улучшает динамическое взаимодействие подвижного состава и пути, повышая комфортность проезда пассажиров и сроки службы пары колесо–рельс.

С 2011 г. в Санкт-Петербурге были уложены следующие конструкции пути:

1) на совмещенном полотне — 77,5 км, в том числе:

- шпально-щебеночная, на усиленном основании из тощего бетона с боковыми прирельсовыми профилями — 25 км;

- на монолитной железобетонной плите с анкерным креплением и прирельсовыми профилями — 19,5 км;

- на монолитном основании с применением опорных блоков БС-1 и прирельсовыми профилями — 21,5 км;

- на монолитном основании из фибробетона с прирельсовыми профилями — 11,5 км;

2) на обособленном полотне — 65,4 км, в том числе:

- шпально-щебеночная на усиленном основании из тощего бетона с покрытием из железобетонных плит — 46,8 км;

- на монолитном основании из фибробетона с прирельсовыми профилями и дорожным покрытием из асфальтобетона — 9,9 км;

- на монолитном основании из фибробетона с прирельсовыми профилями и без дорожного покрытия — 7,3 км;

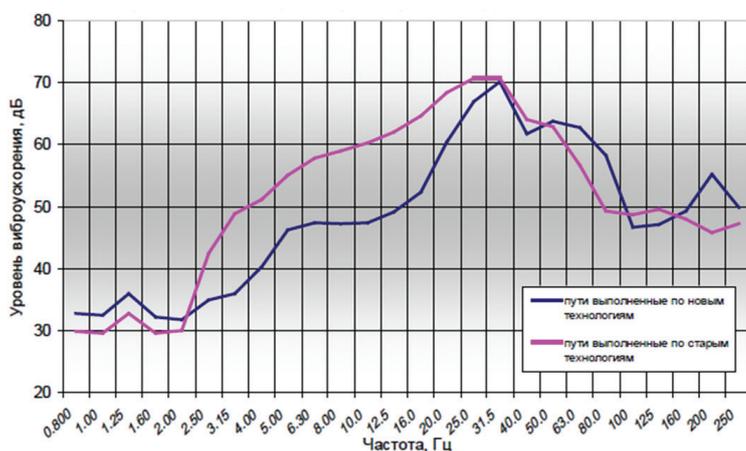


Рис. 1. Усредненные спектры виброускорений на фундаментах зданий

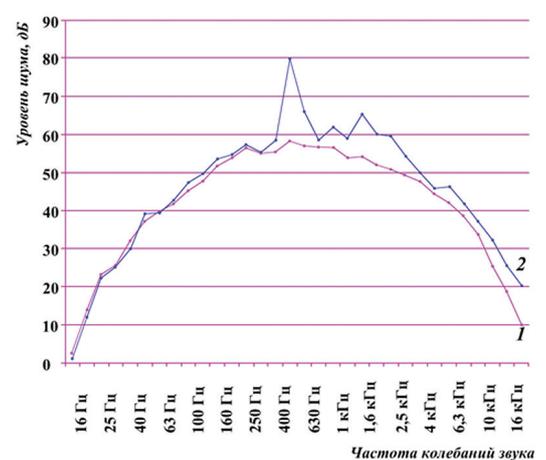


Рис. 2. Результаты замеров уровня шума от прохождения трамвая по кривой при наличии смазки(1) и без неё(2) .

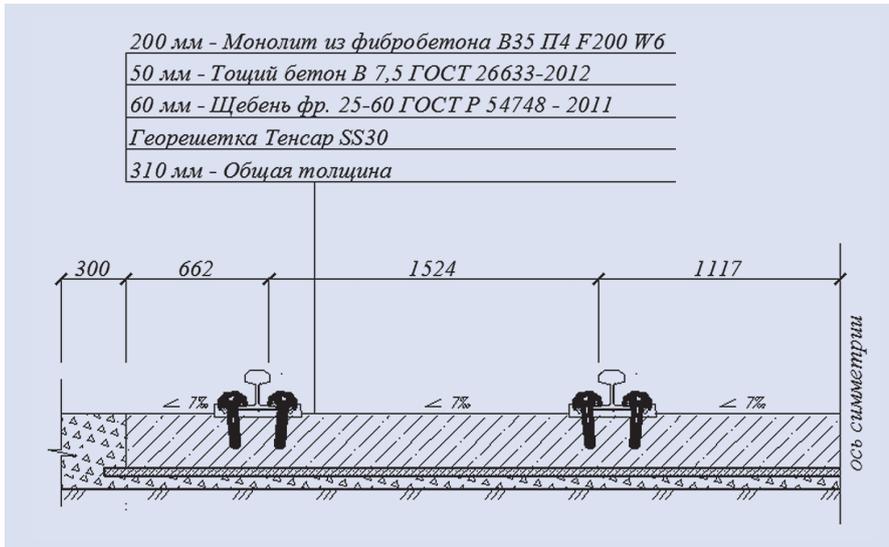


Рис. 3. Конструкция трамвайного пути с применением скрепления типа Vossloh

- на монолитном основании из фибробетона, скрепление типа Vossloh — 1,4 км.

Таким образом, за указанный период на совмещенном полотне почти 70 % путей уложены с прирельсовыми вкладышами, а на обособленном — лишь 30 %. Приведем результаты исследований, выполненных рядом организаций [2].

Шум от подвижного состава при проходе по путям, выполненным по старым технологиям (без использования прирельсовых вкладышей), в 1,5–2,0 раза выше, чем при проходе по путям с прирельсовыми вкладышами.

Трамваи, движущиеся по путям, выполненным по старым технологиям, создают среднеквадратичные уровни виброускорения более высокие (на 5–7 дБ), чем при движении по путям, выполненным по новым технологиям (рис. 1).

Для городских улиц, где трамвайное движение (по выделенной центральной полосе) с интенсивностью 25–36 пар в час совмещено с автотранспортным движением с интенсивностью 2200–3500 автобусов в час, вибрационное воздействие трамвая превышает таковое автотранспорта и в целом определяется трамваем.

Вибрационное воздействие от движения трамваев по путям, выполненным по современным технологиям, на фундаментные части зданий расположенных на расстоянии 16 м и более от головки ближайшего рельса, не превышает нормативных уровней для ночного (62 дБ) и дневного (67 дБ) времени.

Вибрационное воздействие от движения трамваев по путям, выполненным по старым технологиям, на фундаментные части зданий, расположенных на расстоянии 16 м от головки ближайшего рельса, составляет 66,7 дБ, что превышает нормативные уровни для ночного времени. Нормативные уровни



Рис. 4. Вяземский переулоч, монолитное основание



Рис. 5 Пискаревский проспект, конструкция на шпалах: вспучивание асфальтобетона

для дневного времени выполняются без запаса [3, 4].

Согласно результатам исследования по лубрикации стрелочных переводов и кривых малых радиусов с целью снижения интенсивности износа и уровня шума и вибраций интенсивность износа пары колесо–рельс при использовании лубрикаторов снижается в четыре–шесть раз, существенно снижается уровень шума [5]. Так, при движении трамвая по кривой



Рис. 6. Пискаревский проспект, конструкция на шпалах: деревянные шпалы выходят из строя менее чем за 10 лет службы



Рис.7. Дальневосточный проспект, конструкция на шпалах: балласт засорен, его верхний слой разрушен



Рис. 8. Тихорецкий проспект, конструкция на монолитном основании

радиусом 40 м снижение уровня шума, особенно в области высших колебаний звука (характерный визг), составило 8–20 дБ (рис. 2).

Таким образом, согласно экологическим требованиям в черте города трамвайные пути, расположенные на расстоянии ближе 16 м от зданий, должны в обязательном порядке иметь прирельсовые вкладыши, а в кривых участках пути и стрелочных переводах необходимо установить лубрикаторы, обеспечивающие снижение шума и вибрации до допустимого уровня. Поэтому, например, конструкции пути на фибробетонном основании (рис. 3), уровень шума от которых превышал нормативные значения, несмотря на их существенные технико-экономические преимущества, не рекомендовано укладывать в пределах жилых застроек.



Рис. 9. Проспект Культуры: вода скапливается на плите



Рис. 10. Проспект Культуры: подрельсовое пространство забито мусором и землей, что не позволяет эффективно отводить воду с плиты

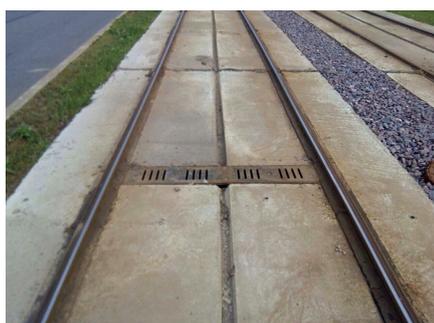


Рис. 11. Проспект Ветеранов: коробки для отвода воды из пространства между рельсами

Из анализа эксплуатационных наблюдений за прошедший период следует, что конструкции на шпальном основании имеют ряд недостатков (рис. 5–9, 14):

- низкий срок службы деревянных шпал;
- железобетонные шпалы железнодорожного типа непригодны для установки на ряде участков пути (кривые, узлы) и подходят не для всех типов рельсов;
- шпалы создают неравноупругое основание, вследствие этого снижается комфорт езды и развивается волнообразный износ рельсов, а в зоне перекрестков и на совмещенном полотне с асфальтобетонным покрытием происходит быстрое разрушение верхних слоев покрытия;
- требуется постоянно контролировать положение пути в плане, профиле и своевременно выполнять работы по



Рис. 12. Проспект Ветеранов: вода эффективно отводится с поверхности плиты



Рис. 13. Пятно контакта на монолитной конструкции без подуклонки



Рис. 14. Пятно контакта на конструкции на шпалах с подуклонкой

восстановлению пути (подбивка, рихтовка);

- любое покрытие трамвайных путей на шпалах (плитка, плиты, асфальтобетон) не позволяет контролировать состояние креплений, что недопустимо в плане безопасности движения;
- путь, уложенный на шпалах, требует периодической регулировки ширины колеи, что невозможно выполнить в случае покрытия на путях;
- пути без покрытия затрудняют их обслуживание с помощью техники на колесном ходу; обслуживающая техника зачастую наносит вред как балласт-

ному слою, так и состоянию пути (гнет тяги);

- балластный слой путей без покрытия быстро засоряется и приходит в негодность; пока не разработана эффективная технология очистки балластного слоя в городских условиях;
- после укладки пути требуется выполнение послеосадочной подбивки, что невозможно сделать при укладке путей на перекрестках и участках с совмещенным движением;
- не позволяют эффективно гасить вибрацию и шум вследствие невозможности установки прирельсовых вкладышей.

Достоинства конструкции на монолитном основании (рис. 4, 8, 11–13) следующие:

- могут применяться как на прямых, так и на кривых участках и узлах;
- эффективно гасят шум и вибрацию за счет прирельсовых вкладышей, монолитности всей конструкции и массы плиты;
- подуклонка рельсов устанавливается естественным образом вследствие упругости вкладышей и воздействия колеса (в том случае, когда правильно подобраны геометрические параметры вкладышей и его жесткость);
- создают равноупругое основание, что увеличивает срок службы рельсов и повышает комфорт проезда пассажиров;
- снижают затраты на текущее содержание;
- вследствие стабильности конструкции и использования прирельсовых профилей асфальтобетонное покрытие в зоне путей служит дольше;
- плита значительно лучше распределяет нагрузку на нижние слои, что защищает и удлиняет срок службы инженерных сетей, проходящих в зоне трамвайных путей;

• все комплектующие для конструкции производятся на территории РФ.

В то же время сметная стоимость конструкций пути на монолитном железобетонном и фибробетонном основании в 1,5–2,0 раза превышает стоимость типовой шпальной конструкции, устройство таких путей требует применения дополнительной технологической оснастки и может выполняться только при определенных климатических условиях. После заливки бетона требуется определенное время для его затвердевания. Согласно технико-экономическим расчетам при сроке службы

подрельсового монолитного основания 50 лет и смене рельсов через 25 лет стоимость жизненного цикла конструкции на монолитном основании значительно меньше, чем на шпальном основании. Однако для расчета срок службы конструкции (50 лет) взят из зарубежных источников (достаточного опыта эксплуатации таких конструкций в России нет), срок службы рельсов 25 лет возможен при их твердости не менее 290 НВ, отечественные трамвайные рельсы имеют значительно меньшую твердость. При укладке пути на перекрестках требуется на длительное время закрывать эти участки, т. е. в данном случае может быть выгоднее укладывать путь на усиленном шпальном или плитном основании. Таким образом, несмотря на существенные преимущества конструкций трамвайных путей на монолитном основании необходимо разработать технико-экономическое обоснование при выборе конструкций в зависимости от условий их эксплуатации. Значительное снижение трудо-

емкости выполнения проектных работ и повышение их качества может быть обеспечено созданием альбома типовых конструкций, привязанных к условиям эксплуатации трамвайных путей. **Т**

Литература

1. Дудкин Е. П., Султанов Н. Н., Параскевопуло Ю. Г. и др. Городской рельсовый транспорт: инновационные конструкции трамвайного пути на выделенной полосе // Транспорт РФ. 2013. № 4 (47). С. 51–54.
2. Марков С. Б., Пименов И. К., Пешин В. Н. Исследование вибрационного воздействия, обусловленного движением трамваев в городских условиях // Матер. IV Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участием «Защита от шума и вибрации». — СПб., 2013. С. 578–596.
3. СН 2.2.4/2.1.8.566–96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий
4. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, об-

щественных зданий и на территории жилой застройки.

5. Дудкин Е. П., Черняева В. А. Проблемы охраны труда и геоэкологической опасности городского транспорта // Технол. техносферной безопасности: науч. интернет журнал. 2014. № 1 (53). С. 29.
6. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (2-я ред.). — М.: Экономика, 2000.
7. Левадная Н. В., Черняева В. А. Рациональные меры и средства снижения городского шума // Транспорт РФ. 2013. № 4 (53). С. 76–78.
8. Дудкин Е. П., Параскевопуло Ю. Г., Султанов Н. Н. Использование фибробетона в конструкции трамвайных путей // Там же. 2012. № 3–4 (40–41). С. 77–79.
9. Дудкин Е. П., Коланьков С. В., Султанов Н. Н. Методика технико-экономического обоснования выбора конструкции трамвайного пути // Известия ПГУПС. 2016. № 2 (47). С. 485–493.

ТРАНСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОРТАЛ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Портал **ROSTRANSPO.COM** – это информационная площадка для встречи специалистов транспорта.

Пишите,
и Ваше мнение узнает
вся транспортная
Россия.

