

# Городской рельсовый транспорт: инновационные конструкции трамвайного пути на выделенном полотне



**Е. П. Дудкин,**  
докт. техн. наук,  
профессор, заведующий  
кафедрой «Промышленный  
и городской транспорт»  
Петербургского  
государственного  
университета путей  
связи (ПГУПС)

Для развития трамвайного транспорта необходимо повышать скорость, безопасность и комфортабельность перевозок, в первую очередь, за счет совершенствования конструкций рельсового пути. Кафедрой «Промышленный и городской транспорт» ПГУПС разработаны новые конструкции трамвайных путей для выделенного полотна. Техико-экономические расчёты доказывают, что экономически наиболее эффективной является конструкция на монолитном основании из фибробетона со скреплением типа Vossloh W-Tram и рельсами Р-65. Предложенные конструкции применяют при ремонте трамвайных путей в Санкт-Петербурге.



**Ю. Г. Параскевопуло,**  
канд. техн. наук, доцент,  
декан очно-заочного  
(вечернего) факультета,  
заведующий кафедрой  
«Начертательная  
геометрия и графика»  
ПГУПС

Городской пассажирский транспорт является важнейшей составной частью городской инфраструктуры. Он обеспечивает транспортную доступность, удовлетворяет потребности населения в мобильности. Автобусами, троллейбусами, трамваями и метрополитеном ежегодно в России перевозится более 43 миллиардов пассажиров. Автобусный транспорт работает более чем в 1200 городах и поселках городского типа, трамвай – в 64 городах, троллейбус – в 88, метрополитен – в 7 городах.

Трамвай работает в городах с различной численностью населения: от Москвы с населением более 11 млн человек и Санкт-Петербурга с самой большой протяжённостью трамвайных путей (около 500 км) до города Волчанск (Свердловская область) с 10 тысячами жителей и одной линией протяжённостью около 8 км. 60 городов имеют численность населения более 100 тысяч жителей.



**Н. Н. Султанов,**  
начальник ПТО, инженер  
ООО МК-20СХ

Трамвай, несмотря на имеющиеся недостатки, является важнейшим видом городского наземного транспорта. К его основным достоинствам относятся: экологичность, высокая провозная способность, высокая скорость, экономичность, бесшумность и комфортность (при удовлетворительном состоянии путей и подвижного состава).

Важнейшим элементом, обеспечивающим функционирование и развитие трамвайного движения, является путевое хозяйство. Конструкция и состояние рельсового пути оказывают определяющее влияние на перевозку пассажиров. В Санкт-Петербурге большая часть трамвайных маршрутов проходит по историческому центру города, многие пути совмещены с автомобильными дорогами. Эксплуатируется большое количество разнообразных конструкций трамвайных путей. Сохранились старые конструкции, близкие по своим параметрам к железнодорожному пути магистральных дорог. Используются конструкции на деревянных шпалах с костыльными скреплениями и на железобетонных шпалах со скреплениями типа КБ. Они укладываются на усиленное основание или замоноличиваются бетоном.



**Г. Ю. Параскевопуло,**  
магистр, ведущий  
инженер-проектировщик,  
филиал ОАО ПИ  
«ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»

Важность сохранения и развития трамвайного движения неоднократно обсуждалась Международным союзом общественного транспорта (МСОТ/UITP) [1, 2]. При пассажиропотоке более 5000 пасс./ч эксплуатация трамвая обходится дешевле эксплуатации автобуса и троллейбуса.

В пределах улиц трамвайные пути устраиваются в одном уровне с проез-

Население 64 городов Российской Федерации, где эксплуатируется трамвай, составляет более 35 % жителей России [3].

жей частью (на совмещённом полотне) или в разных уровнях (на обособленном полотне).

При ремонте и модернизации путей на совмещённом полотне в прошлые годы использовались усиленные конструкции. Применён ряд новых для России беспалльных конструкций, которые хорошо зарекомендовали себя в странах Европы [4]: по немецкой, голландской, чешской технологии, а также усиленные конструкции пути компаний Санкт-Петербурга.

На кафедре «Промышленный и городской транспорт» ФБГОУ ПГУПС разработана конструкция трамвайных путей для совмещённого полотна на монолитном основании. Главной особенностью предлагаемой конструкции является применение специально разработанных опорных бетонных блоков, позволяющих значительно упростить технологию строительства и обеспечить качество выполняемых работ: регулировать положение рельсов по ширине колеи и по уровню [5], снизить расходы на её содержание, уменьшить неблагоприятное воздействие шума и вибрации. С 2011 г. данная конструкция широко применяется при ремонте трамвайных путей города.

Для трамвайных путей на обособленном полотне до настоящего времени, как правило, укладывались шпальные конструкции, близкие к традиционным. Хотя конструкции мостили и усиливали, они всё равно обладали всеми недостатками шпальных конструкций: для деревянных шпал это маленький срок службы и необходимость частого выполнения работ по текущему содержанию пути, для железобетонных шпал со скреплениями типа КБ – невозможность звеньеовой укладки пути в городских условиях, высокая жёсткость пути, возникновение волнообразного износа рельсов, высокие затраты на текущее содержание.

В настоящее время основным видом работ на трамвайных путях в Санкт-Петербурге являются текущий или капитальный ремонт. В таких условиях важно учесть все факторы, влияющие на стоимость строительства: прекращение работы действующей трамвайной линии, неудобства, испытываемые местным населением от временного прекращения работы линии, сроки строительства, а также стоимость возвратных ма-

териалов и возможность их вторичного применения.

В 2012–2013 гг. на кафедре «Промышленный и городской транспорт» выполнены исследования по разработке новых конструкций путей для совмещённого полотна, наряду с анализом существующих конструкций. При разработке учитывались следующие показатели, характеризующие рациональность применения той или иной конструкции трамвайного пути:

- конструктивные – простота изготовления, высокая устойчивость основания и покрытия;
- строительные – время монтажа, механизация и автоматизация работ, надёжность крепления рельса к основанию, независимость качества строительных и ремонтных работ от сезонности и температуры окружающего воздуха;
- эксплуатационные – повышение срока службы, уменьшение затрат на текущее содержание, возможность механизации текущего содержания;
- экономические – снижение капитальных и эксплуатационных затрат.

В результате были выбраны, разработаны и проанализированы 10 вариантов конструкций как на традиционном шпальном, так и монолитном основании:

- 1) конструкция на монолитном железобетонном основании с опорными блоками, рельсами R160 и прирельсовыми резиновыми профилями;
- 2) конструкция на монолитном железобетонном основании с опорными блоками, рельсами R160 и прирельсовыми резиновыми профилями и дренажным лотком в междупутье;

3) конструкция на монолитном основании из фибробетона с рельсами R160 и прирельсовыми профилями;

4) конструкция на монолитном основании из фибробетона с рельсами R160 и прирельсовыми профилями с устройством дренажного лотка в междупутье;

5) конструкция на деревянном шпальном основании с рельсами R160, боковыми прирельсовыми профилями и плитами покрытия;

6) конструкция на железобетонном шпальном основании с рельсами P65, боковыми прирельсовыми профилями и плитами покрытия;

7) конструкция на железобетонном шпальном основании с рельсами P65 (с ручной (а) и механизированной (б) укладкой пути);

8) конструкция на монолитном основании из фибробетона с рельсами P-65 и прирельсовыми профилями, с устройством дренажного лотка в междупутье;

9) конструкция на монолитном основании из фибробетона со скреплением типа Vossloh W-Tram и рельсами R160;

10) конструкция на монолитном основании из фибробетона со скреплением типа Vossloh W-Tram и рельсами P-65.

Для каждой конструкции выполнены расчёты пути на прочность, разработана технология укладки, определена сметная стоимость работ.

Для путей с подрельсовым основанием из фибробетона [6] разработана технология строительства с использованием рельсовых порталов, которая позволила значительно сократить сроки выполнения работ.

Было подготовлено технико-экономическое обоснование выбора кон-

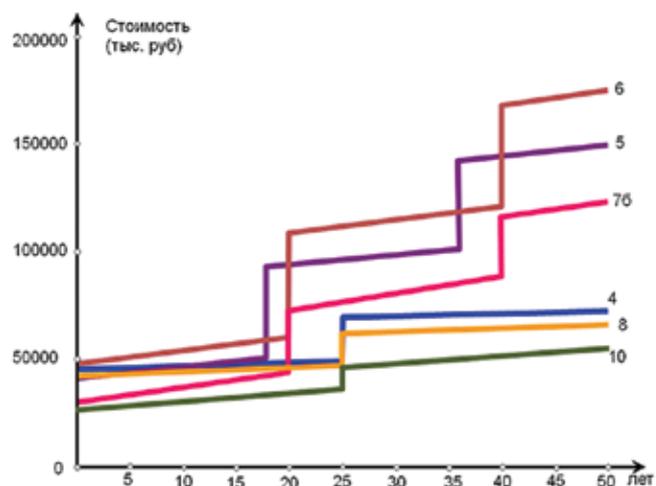


Рис. 1. Жизненный цикл рассматриваемых конструкций

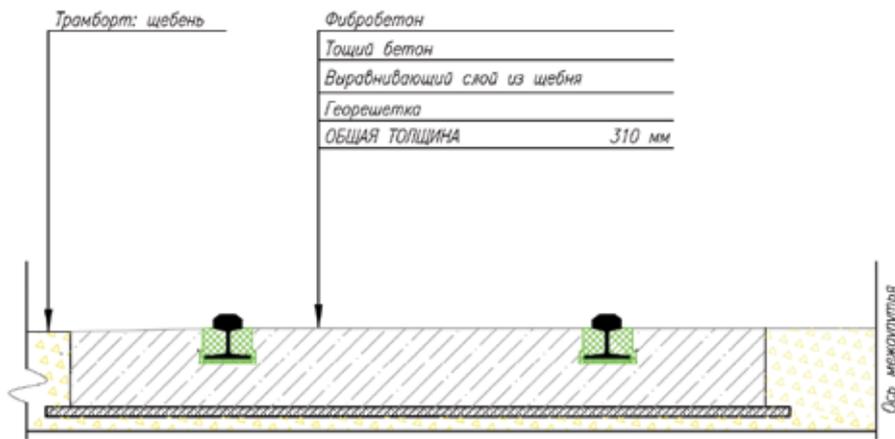


Рис. 2. Конструкция на монолитном основании из фибробетона с рельсами Р-65 и прирельсовыми профилями, с устройством дренажного лотка в междупутье

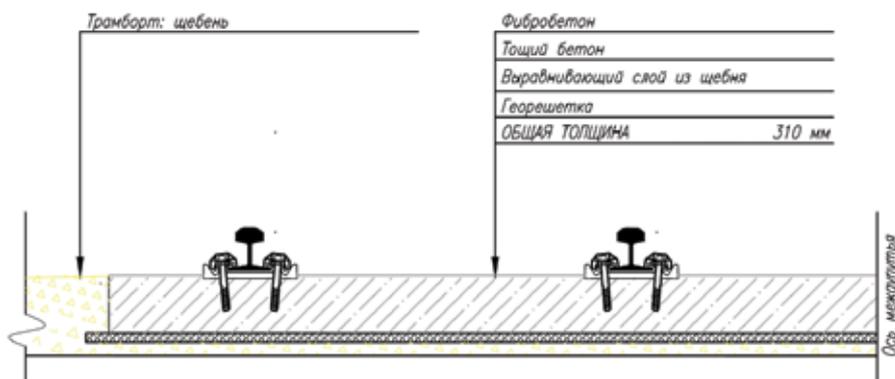


Рис. 3. Конструкция на монолитном основании из фибробетона со скреплением типа Vossloh W-Tram и рельсами Р-65

струкции трамвайных путей. В расчётах учитывались сроки службы конструкций, сроки между капитальными ремонтами, сроки строительства, стоимость строительства, капитального ремонта и текущего содержания, возвратная стоимость материалов верхнего строения путей. Учитывалась упущенная прибыль организации, эксплуатирующей трамвайные пути (СПБ ГУП «Горэлектротранс»), за время строительства от закрытия движения. Для каждой конструкции были рассчитаны приведённые затраты.

Был рассчитан жизненный цикл конструкции, т. е. суммарные затраты по каждой конструкции за максимальный срок службы – 50 лет.

На основании проведённого анализа был построен график жизненного цикла каждой конструкций (рис. 1).

Анализ показал, что кажущееся экономическое преимущество конструкций на рельсошпальном основании исчезает при рассмотрении длительного периода эксплуатации.

Шпальные конструкции требуют значительных затрат на текущее содержание и капитальный ремонт. Установлено очевидное преимущество строительства трамвайных путей на монолитном основании. Одна из таких конструкций представлена на рис. 2.

Очевидно, что на данный момент одной из перспективных конструкций для обособленного полотна является конструкция на основании из фибробетона со скреплением типа Vossloh W-Tram и железнодорожными рельсами Р-65 на прямых участках (рис. 3).

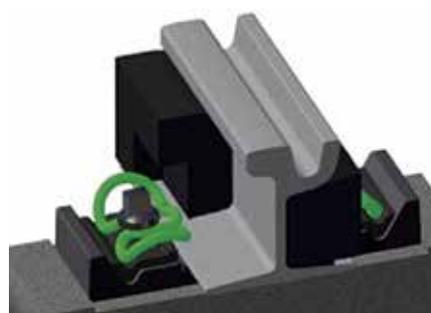


Рис. 4. Система W-Tram с упругой клеммой Sk1 21

Экономически она наиболее эффективна.

На кривых участках пути, пересечениях с автодорогами, в зонах пешеходных переходов и посадочных площадок по-прежнему остается необходимость строительства трамвайного пути с трамвайными рельсами Ri60 с применением изолирующих вкладышей для устройства асфальтобетонного покрытия [7].

По нашему мнению, система Vossloh W-Tram (рис. 4) по своим техническим и стоимостным характеристикам в наибольшей степени подходит для современных конструкций путей городского рельсового транспорта на выделенном полотне. Она, что очень важно, обеспечивает электрическую изоляцию рельсов, не требует постоянного технического обслуживания, позволяет регулировать положение рельсовых нитей без снятия крепёжных элементов, обеспечивает необходимое высокое сопротивление угону рельса, надёжно защищает рельс от опрокидывания. ■

#### Литература

11. Материалы Мельбурнской конф. MCOT по легкорельсовому транспорту (2000 г.): <http://tram.ruz.net/info/pub/200006vget.htm>
12. 7-я междунар. конф. MCOT по легкому рельсовому транспорту (ЛРТ). Междунар. Союз Общественного Транспорта (MCOT / UITP) 21–24 апреля 2004 г., Дрезденская декларация. <http://www.uitp.com/mediaroom/april-2004/full-declaration-ru.cfm>
13. Транспорт в России – 2009 г. Федеральная служба гос. статистики.
14. Информационные материалы по применению современных конструкций верхнего строения трамвайных путей: Отчет о НИР ПГУПС / рук. Е. П. Дудкин; исполн. Ю. Г. Параскевопуло [и др.]. СПб., 2006. 82 с.
15. Параскевопуло Ю. Г., Ильин А. А., Султанов Н. Н., Кулинич Н. В. Городской рельсовый транспорт: инновационные технологии // Путь и путевое хоз-во. М., 2013. № 5. С. 38–40.
16. Дудкин Е. П., Параскевопуло Ю. Г., Султанов Н. Н. Использование фибробетона в конструкции трамвайных путей // Транспорт РФ. 2012. № 3/4 (40/41). С. 7–79.
17. СНиП 2.05.09-90 Трамвайные и троллейбусные линии.