

# АВТОДОРОЖНЫЕ ПУТЕПРОВОДЫ ЛИФТОВОГО ТИПА ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

В. Н. МЯЧИН, д.т.н., профессор, генеральный директор научно-исследовательского и проектного института территориального развития и транспортной инфраструктуры

Д. В. ЕФАНОВ, д.т.н., доцент, заместитель генерального директора по научно-исследовательской работе ООО НТЦ «Комплексные системы мониторинга»

Г. В. ОСАДЧИЙ, к.т.н., заместитель генерального директора — главный инженер ООО НТЦ «Комплексные системы мониторинга»

*В данной статье описываются принципы обеспечения разноуровневых развязок в условиях сложившейся плотной застройки современных городов и проблем одноуровневого пересечения автомобильных и железных дорог России и стран СНГ.*

Предлагаемое техническое решение предполагает строительство автодорожных путепроводов лифтового типа и может реализовываться в непосредственной близости к железнодорожному переезду, либо же в любых других местах подходов автомобильной дороги к железнодорожной линии. Приводится описание автодорожного путепровода лифтового типа, освещены особенности его функционирования. Дан расчет усилия подъемных конструкций для лифта, позволяющий оценить возможность выбора типа двигателя и его мощности для подъема автомобиля на высоту путепровода. Установлены особенности и режимы функционирования лифтового оборудования.

Места пересечения автомобильных и железных дорог представляют особый интерес в плане организации движения разных видов транспорта. Наиболее эффективным в этой связи является строительство транспортных развязок в разных

уровнях с использованием автомобильных и железнодорожных путепроводов. Однако такое решение является весьма затратным и требует строительства транспортных подходов, что вызывает трудности, например, при их реализации в условиях сложившейся инфраструктуры городской застройки.

Согласно действующему СП 227.1326000.2014 «Пересечения железнодорожных линий с линиями транспорта и инженерными сетями», разноуровневые развязки в местах пересечения железнодорожных линий и автомобильных дорог проектиру-

ются в случаях, если:

- автомобильная дорога или улица пересекает три и более главных железнодорожных путей;

- в месте пересечения может быть реализована скорость движения пассажирских поездов более 120 км/ч или интенсивность движения составляет более 100 поездов в сутки;

- железнодорожный путь проложен в выемке, а также в случае, когда на подъезде к железнодорожному переезду не может быть обеспечена видимость для водителя автомобиля, находящегося от железнодорож-

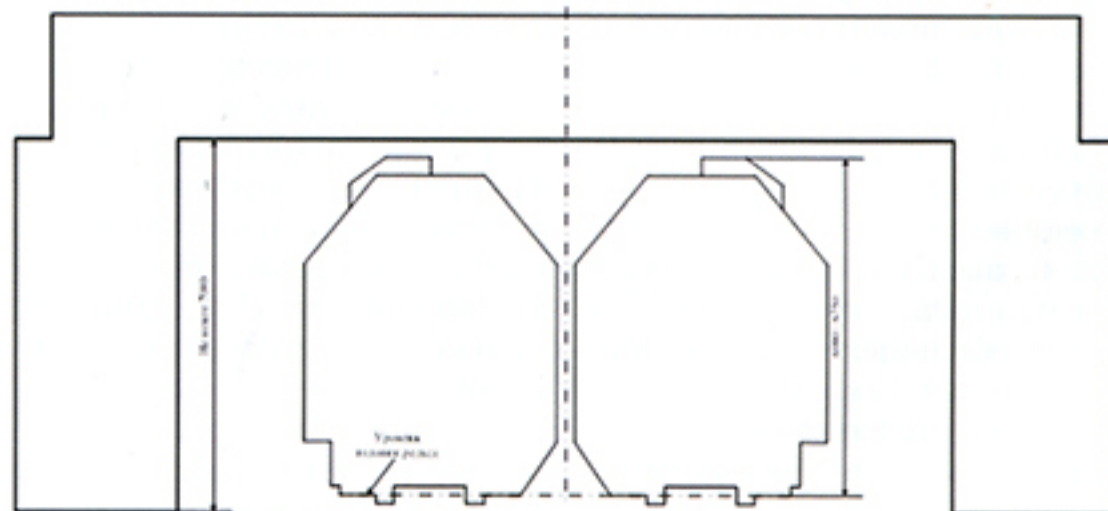


Рис. 1. Схематический план расположения путепровода с лифтами

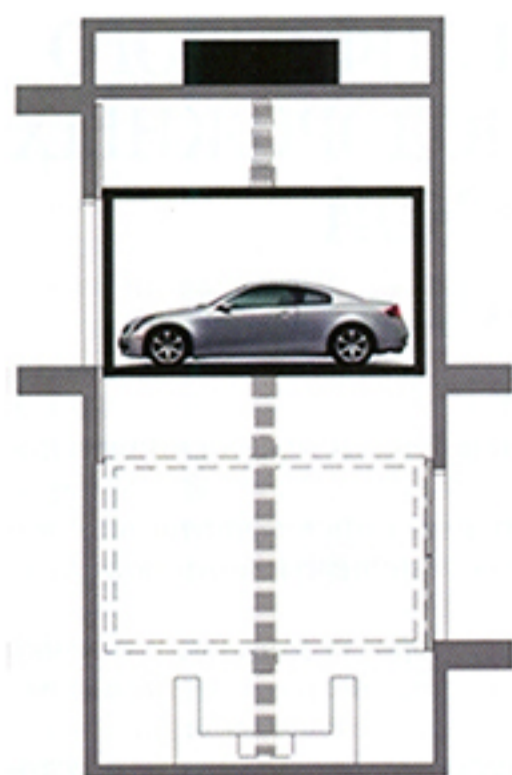


Рис. 2. Автомобильный лифт

ного переезда на определенном расстоянии, приближающегося к железнодорожному переезду поезда не менее чем за 400 м, а машинист приближающегося поезда может видеть середину железнодорожного переезда на расстоянии не менее 1000 м.

Тем не менее, в крупных городах России и зарубежья с уже сложившейся плотной городской застройкой оказывается невозможным строительство разноуровневых транспортных развязок. В этих случаях устраиваются транспортные развязки в одном уровне — переезды. Приоритет движения на переездах отдан железнодорожному транспорту. По этой причине они предварительно при приближении поезда закрываются для движения автомобильного транспорта.

Переезды являются «узкими местами» в работе автомобильного транспорта и вызывают накопление транспорта и образование автомобильных пробок при длительных закрытиях, а также при отказах технических средств автоматизации переездов. Особенно негативно на перевозочный процесс

автомобильным транспортом влияет работа переездов в тех местах, где имеется интенсивное автомобильное движение и часто курсируют пригородные, скоростные и высокоскоростные поезда. К примеру, «узким местом» для движения автомобильного транспорта на линии скоростного железнодорожного транспорта Санкт-Петербург — Москва являются переезды в г. Колпино (Санкт-Петербург), где ввиду частого обращения поездов типа «Сапсан» переезд подолгу (20-30 минут) бывает закрытым.

Мировая статистика [1, 2] говорит о том, что переезды являются самыми частыми объектами и железной, и автомобильной дорог, где возникают какие-либо происшествия. По числу смертельных исходов переезды занимают второе место (после суицидов) на железных дорогах.

Строительство новых путепроводов уменьшает количество дорожно-транспортных происшествий на пересечении автомобильных дорог и железнодорожных линий в зоне переезда и заторы на подъезде. Водители автотранспорта не должны постоянно находиться в пробках, чтобы пересечь железнодорожную линию. Из-за роста числа автомобильного транспорта, грузо- и пассажирооборота и происходит увеличение застоев и времени ожидания открытия переезда. На железнодорожных переездах водители автомобильного транспорта нередко могут простоять в ожидании его открытия весьма продолжительное время. Это влияет не только на длительность поездок автомобильным транспортом, но и на психологическое состояние водителя (нарушается спокойное состояние, возникает соблазн

проезда на запрещающий сигнал и допущения иных нарушений в движении).

Пересечение железнодорожных линий в одном уровне с автодорогой давно стало проблемой для водителей обоих видов транспорта. Известны случаи аварий как из-за нарушений водителями правил дорожного движения, так и из-за некорректной работы систем железнодорожной автоматики (вспомните, например, случай в январе 2018 года в Белоострове, г. Санкт-Петербург). Единственный путь реального скачка в повышении безопасности на переезде — это строительство разноуровневых развязок (тоннель или путепровод), что не всегда возможно в условиях сложившейся городской застройки и архитектурного облика.

Другой путь повышения безопасности — это использование современных средств автоматизации и информатизации участников движения [3, 4], а также мобильных сервисов, интегрированных в навигационные комплексы и позволяющих оптимизировать процесс движения автомобильного транспорта [5]. Однако и этого бывает недостаточно. В данной работе авторы предлагают концептуальное решение, предполагающее строительство автомобильных путепроводов лифтового типа облегченной конструкции, легко вписываемых в дизайн ландшафта.

Предлагаемое техническое решение представляет собой специальную конструкцию, совмещающую в себе надземный путепровод и конструкции для вертикального подъема на него по обоим концам с использованием грузового лифта (рис. 1).

Данное техническое решение является, фактически,

аналогом разработанного компанией известного изобретателя Илона Маска подземного тоннеля под Лос-Анджелесом. Его решение также подразумевает использование грузовых лифтов. Они доставляют автомобили на специальные платформы, которые движутся по тоннелю под землей. Такое решение, однако, является более дорогостоящим, чем предложенное авторами.

Возведение представленной на рис. 1 конструкции не требует изменения застройки в районе пересечения автомобильной и железной дорог, а также строительства подходов, что крайне актуально в условиях сложившейся застройки и не влияет на архитектурный облик города.

В качестве устройств доставки автомобиля на путепровод можно использовать специальные подъемники или лифты. В современном мире уже давно нашлись способы экономии места в случае с автомобилями. Уже во многих зарубежных городах все сильнее ощущается нехватка свободного пространства, и размещение автомобилей под землей с помощью подъемного механизма не нарушает окружающую архитектуру. Автомобильные лифты нашли свое применение и в торговых центрах с парковками на крыше, а в жилых домах — в подвале.

Наиболее совершенным вариантом, лишенным обозначенных недостатков, является автомобильный лифт (рис. 2) — грузовой лифт, способный поднимать на необходимую высоту многотонный груз. При данном варианте подъемника не нужно следить за срабатыванием датчиков и переставлять транспорт в «более удобное» положение. В этом случае, при заезде автомобиля в кабину



Рис. 3. Расположение автомобильного лифта на месте пересечения автомобильной и железной дорог

лифта, подъем начинается сразу же после полного закрытия дверей.

Внешний вид автомобильного путепровода лифтового типа представлен на рис. 3 и рис. 4. Следует отметить, что данный вариант содержит дизайн, вписывающийся в общий ландшафт. Сам путепровод может выполняться как с одним тоннелем для движения, так и с двумя тоннелями (они могут быть расположены как параллельно, так и друг над другом в зависимости от архитектурного решения).

Автодорожный путепровод лифтового типа — это конструкция, не предназначенная для всеобщего беспешинного использования. Такой путепровод может функционировать в двух режимах — быстрого пересечения железнодорожной линии высокоприоритетным значимым транспортом (например, машинами скорой помощи) и пересечения железнодорожной линии низкоприоритетным транспортом по предварительным заявкам (в виде «дополнительной услуги (сервиса)»).

С целью фиксации автотранспорта на подходах к путепроводу устанавливаются зоны контроля и оплаты, работающие автоматически (по

аналогии зон проследования автомобильного транспорта на платных скоростных магистралях, на стоянках и в аэропортах). Целесообразно реализовывать работу путепровода с применением мобильных приложений, позволяющих автомобилистам заблаговременно спланировать свою поездку, забронировать место в очереди с различным приоритетом и минимизировать время на проследование железнодорожной линии.

Важным аспектом внедрения автодорожных путепроводов лифтового типа является определение максимального числа обслуживаемых автомобилей в обоих направлениях пересечения железнодорожной линии. Сам путепровод может иметь один или два коридора для движения автомобилей, работающие в различных режимах. Режим работы автодорожного путепровода определяется наличием заявки на обслуживание с обоих подходов к нему. Фактически предлагаемое техническое решение может быть описано либо одноканальной, либо двухканальной системой массового обслуживания.

Автодорожный путепровод лифтового типа может быть реализован не только как устройство, позволяющее



Рис. 4. Возможный вариант дизайна путепровода лифтового типа

оптимизировать движение автомобильного транспорта, но и как средство, снабженное дополнительным функционалом. Прежде всего, строения самого путепровода не должны рассматриваться как статичные конструкции, не обладающие «собственным интеллектом и возможностями». Следует при использовании автодорожных путепроводов максимально интегрировать дополнительные функции с учетом таких возможностей:

- оптимизации процессов технического обслуживания компонентов самого путепровода, железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава;

- минимизации углеродного следа  $CO_2$  за счет использования возобновляемых источников энергии и экологических материалов;

- наделятия компонентов путепровода «техническими органами чувств», позволяющими воспринимать внешние данные об окружающей среде и объектах вокруг (датчики физических величин, метеопараметров, техническое зрение и пр.) и передавать обработанную информацию в ситуационные центры мониторинга;

- использования конструкций, покрываемых солнечными панелями для генерации энергии и преимущественного использования именно источников возоб-

новляемой энергетики.

Таким образом, сами конструкции путепровода могут быть использованы для реализации некой «умной зоны автомобильного и железнодорожного транспорта», включающей в себя такие компоненты, как:

- технические средства контроля, диагностирования и мониторинга:

- объектов верхнего строения пути (при расположении в непосредственной близости к переезду, например, позволяющих анализировать состояние непосредственного пересечения и автомобильной, и железной дорог);

- подвижного состава «на ходу» (подобно многофункциональным комплексам, используемым на железнодорожном транспорте, однако с развитым функционалом);

- контактной подвески в зоне путепровода с контролем отжатия контактного провода пантографом, что весьма актуально;

- загрузки вагонов, целостности пломб вагонов, распознавания номеров вагонов, дефектоскопии буксовых узлов (возможен вариант с использованием технологии поверхностных акустических волн для мониторинга);

- реальной весовой нагрузки на железнодорожный путь.

- технические средства генерации энергии и места для заправок для электрического автомобильного транспорта;

- технические средства концентрации и преобразования диагностической информации для передачи ее потребителям по категориям (пользователям со стороны эксплуатационного персонала, дорожных служб, ГИБДД, МЧС и пр., а также участникам движения в ограниченном функционале);

- технические средства реализации цифровых моделей объектов мониторинга и самих конструкций автодорожного путепровода, позволяющие не только моделировать работу объектов удаленно, но и определять прогнозные сроки эксплуатации и наступления отказов.

Следует отметить, что все оборудование энергоснабжения, управления и обработки данных может размещаться в специальных модулях контейнерного типа, имеющих типовые конструкции и включающих в себя необходимые средства. Для различных зон расположения автодорожных путепроводов лифтового типа реализации могут быть различными (может быть использован базовый вариант, включающий в себя только основной функционал путепровода, а могут быть использованы дополнительные средства повышения функционала). Таким образом, автодорожный путепровод становится решением модульным и включающим в себя заранее определяемый функционал.

Автодорожный путепровод лифтового типа представляет собой уникальное техническое решение, использование которого может оказать ощутимый эффект на транспортные системы крупных

городов со сложившейся инфраструктурой. Внедрение путепровода не меняет архитектурного облика города и позволяет решать задачу развязки транспортных потоков в тех районах с плотной застройкой, где невозможно строительство многоуровневых транспортных развязок.

У технического решения есть свои достоинства и недостатки. Достоинства, на наш взгляд, показаны в настоящей статье. К недостаткам следует отнести особенности эксплуатации и обслуживания конструкции лифтового типа. По всей видимости, широкое использование таких инфраструктурных объектов потребует и наличия соответствующей

сервисной службы в составе, оперативно реагирующей на возможные неисправности составляющих конструкции, а время реагирования должно быть минимальным.

Внедрению предлагаемой технологии может препятствовать консерватизм транспортной отрасли и стремление следовать традиционным тенденциям. По этой причине, скорее всего, автодорожные путепроводы лифтового типа должны сначала появиться в наиболее развитых странах зарубежья и крупных агломерациях в странах СНГ, а затем уже и «перекочевать» в транспортные системы на широком пространстве России и сопредельных стран.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Report on Railway Safety and Interoperability in the EU. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020, 113 p.
2. Enhancing Level Crossing Safety 2019 – 2029. A Long-Term Strategy Targeting Improved Safety on Great Britain's Railway. – London: NetworkRail, 2019, 35 p.
3. Busse R. Increased Network Availability with the Intelligent Operation of Level Crossing Protection Systems // Signal+Draht, 2020 (112), issue 10, pp. 11-17.
4. Samaranayake P., Matawie K.M., Rajayogan R. Evaluation of Safety Risks at Railway Grade Crossings: Conceptual Framework Development // 2011 IEEE International Conference on Quality and Reliability, 14-17 September 2011, Bangkok, Thailand, pp. 125-129, doi: 10.1109/ICQR.2011.6031694.
5. Ефанов Д.В., Плотников Д.Г., Осадчий Г.В. Сервис прогнозирования временных параметров работы железнодорожного переезда // Транспорт Российской Федерации. – 2018. – №4. – С. 31-36.

