

УСТРОЙСТВО ТОННЕЛЕЙ ЧЕРЕЗ СУЩЕСТВУЮЩИЕ НАСЫПИ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ПЕРМИ)

*Харьковская Тамара Андреевна, студент 4-го курса кафедры
«Автомобильные дороги и мосты»*

*Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, г. Пермь*

(Научный руководитель – Бартоломей И.Л., канд. техн. наук, доцент)

Сегодня во всем мире повышаются темпы урбанизации, что неразрывно связано с развитием транспортного строительства: расширение автодорожного и железнодорожного комплексов, возведение новых транспортных сетей и развязок. Плотная застройка современных мегаполисов привела к удорожанию городских земель, что, со временем, вызвало необходимость распространения подземных сооружений. Одними из таковых являются тоннельные переходы.

Тоннелестроение зародилось еще в древности – за 2000 лет до н.э.: известно, что они использовались в качестве первых водопроводов, жилья, подземных хранилищ, укреплений и т.д.

В начала XX века в мире получили распространение городские тоннели, сооружаемые, в основном, уже в существующих железнодорожных насыпях, при плотной городской застройке или многоуровневых транспортных развязках, чему и посвящена данная работа.

Данная тема актуальная в связи с расширением мегаполисов, загруженностью автомобильных дорог и ростом цен на городские земельные участки. Возведение многоуровневых развязок, как надземных, так и подземных помогло бы увеличить пропускную способность городских дорог, снизить интенсивность движения на крупных автомагистралях, а, следовательно, и аварийность.

Как уже было сказано, свое развитие городские тоннели получили в начале XX века: с ростом урбанизации и появлением автомобиля. Считается, что в России первые городские тоннели появились в связи со строительством Транссибирской магистрали: как альтернативный вариант путепроводной схеме развязки. Среди них можно выделить тоннели в г. Перми, расположенные на площади Гайдара (Рис. 1) и вдоль улицы Вишерской (Рис. 2) – с двух сторон от железнодорожного вокзала «Пермь-II». Стоит отметить, что эти сооружения существуют и эксплуатируются по сей день.



Рисунок 1 – Общий вид на старый (справа) и новый (слева) автотранспортные тоннели в створе улицы Локомотивной (площадь Гайдара) в г. Перми



Рисунок 2 – Внешний вид тоннеля в насыпи железной дороги в створе Вишерской улицы в г. Перми

В основном, городские тоннели прокладывают при пересечении с автомобильными и железными дорогами, линиями трамваев и метрополитена для беспрепятственного движения транспорта в разных уровнях. В зависимости от городских условий, тоннели могут сооружать

с целью пересечения особо охраняемых природных или природно-архитектурных комплексов.

Такие тоннели устраивают, преимущественно, с минимальной глубиной заложения с целью уменьшения их длины, глубины котлована, а, следовательно, и стоимости строительства.

В зависимости от городских условий, тоннели могут сооружать с целью пересечения особо охраняемых природных или природно-архитектурных комплексов. Стоит обратить внимание, что в таких случаях городские тоннели имеют глубокое заложения.

Городские автомобильные тоннели с короткой закрытой частью – 30 - 150 м – также называют путепроводами тоннельного типа. Известно, что путепроводы тоннельного типа часто устраивают на пересечениях автомобильных дорог небольшой ширины с железными дорогами.

Путепроводы тоннельного типа располагаются в существующих насыпях и могут не иметь рамповых участков, а снабжены подпорными стенками. Также, стоит отметить, что притоннельные сооружения в данном случае отсутствуют. Обделка таких тоннелей может быть незамкнутой, а в качестве основания используется естественный грунт или свайный фундамент.

Среди способов сооружения городских тоннелей в существующих насыпях можно выделить следующие:

1. Открытый способ;
2. Полуоткрытый способ;
3. Закрытый способ.

Открытый способ сооружения путепроводов тоннельного типа

Открытый способ строительства подземных сооружений (в данном случае – тоннелей) – комплекс производственных процессов по сооружению подземных выработок со вскрытием поверхности земли небольшой глубины (до 60 м).

Различают котлованный и траншейный способы сооружения тоннелей.

Котлованный способ предполагает возведение подземных конструкций в открытых котлованах с обратной засыпкой их грунтом и последующим восстановлением покрытия дороги. Стоит отметить, что строительство подобным способом предусматривает наличие большой свободной поверхности и хороших грунтовых условий: откосы сооружаются без специального крепления стен. В водонасыщенных грунтах предварительно применяется искусственное водопонижение; когда водопонижение применить нельзя, устраивается шпунтовое ограждение, производится искусственное замораживание откосов или цементация грунта. Также в качестве ограждения

котлована при больших глубинах могут применяться сваи: забивные металлические, бетонные буронабивные, сваи-стойки различного поперечного сечения.

При строительстве городских тоннелей открытым способом строительства применяют подвижную металлическую крепь (механизированный комплекс со щитом открытого профиля), перемещающуюся с использованием гидравлических домкратов путём отталкивания от опускаемой сзади щита секции цельнозамкнутой обделки тоннеля.

Траншейный способ – «стена в грунте» – используют при непосредственной близости городских тоннелей от фундаментов зданий, а также в условиях интенсивного движения транспорта и пешеходов. Принцип «стены в грунте» заключается в том, что разработка траншей производится по контуру, в котором возводят конструкции стен; после – ведется разработка грунта внутри контура. Необходимо сказать, что при траншейном способе стены, возведенные по контуру траншеи, могут являться и крепью, и конструктивными элементами тоннеля (например, обделкой). Тем самым появляется возможность отказаться от громоздкого крепления котлованов, что приводит к снижению стоимости строительства.

Преимущественно, открытым способом работ возводятся одноярусные подземные сооружения.

Стоит отметить, что недостатком строительства городских тоннелей открытым способом является полное прекращение уличного движения на разрабатываемой территории. Движение транспорта может быть восстановлено лишь после завершения строительства.

Однако, на сегодняшний день, данный способ является одним из самых распространенных для сооружения городских тоннелей для автомобильного и железнодорожного транспорта и метрополитенов.

Полузакрытый способ сооружения путепроводов тоннельного типа

Полузакрытый способ работ – иначе «UP-DOWN» – заключается в том, что стены городского тоннеля изначально возводят траншейным способом («стена в грунте»), затем поверхность земли по всей ширине объекта вскрывается – устраивается перекрытие – производится обратная засыпка котлована и восстановление дорожной одежды или устраивается временная дорога. После восстановления движения начинается разработка грунта внутри сооруженного контура.

Из достоинств данного метода строительства можно выделить следующие:

1. Способ позволяет вести строительные работы с быстрым восстановлением уличного движения;

2. Возможность возведения многоярусных сооружений.

Закрытый способ сооружения путепроводов тоннельного типа

При закрытом способе производства все работы по сооружению тоннеля ведутся под землей: в теле насыпи устраивается защитный экран, затем выполняется проходка под экранного пространства. По завершению работ по разработке грунта возводится несущая конструкция городского тоннеля.

Стоит отметить, что данный способ является наиболее трудо- и финансово затратным, однако он позволяет возводить конструкции городских тоннелей без нарушения уличного движения, а также функционирования коммуникаций.

Как уже было сказано, тоннели в г. Перми, расположенные с двух сторон от железнодорожного вокзала «Пермь-II», функционируют и сегодня. Изначально оба тоннеля: на площади Гайдара и вдоль улицы Вишерской – были возведены открытым способом. Впоследствии появилась необходимость строительства новых транспортных сооружений. В начале XXI века были возведены тоннели в створе улицы Васильева закрытым способом (Рис.3).



Рисунок 3 – Тоннель под железной дорогой в створе улицы Васильева в г. Перми

При производстве работ был возведен экран из труб $\varnothing 1020$ мм способом микротоннелирования. Уникальность этих тоннелей в своей работе отмечает

А.Г. Малинин: строительство данных тоннелей велось не только без остановки движения железнодорожного транспорта, но и в ходе производства работ было произведено инъектирование торфа цементным раствором, что позволило закрепить существующую насыпь.

В ходе работы были обобщены и проанализированы способы устройства городских тоннелей через существующие насыпи.

Несмотря на то, что благодаря наименьшим финансовым затратам и трудоемкости на сегодняшний день одним из наиболее распространенных способов строительства путепроводов городского типа является открытый тип, возведение подземных сооружений полузакрытым и закрытым способом являются перспективными направлениями развития в тоннелестроении. Данные способы позволяют возводить сооружения с быстрым восстановлением движения или без приостановления движения на участке строительства. Также благодаря тенденции строительства тоннелей технологией «UP-DAWN» возможно устройство многоуровневых подземных сооружений.

Стоит заметить, что данный вопрос остается актуальным в условиях увеличения автомобильного транспорта в населенных пунктах и ограниченности городской территории, строительство подземных многоуровневых развязок.

Литература:

1. СП 122.13330.2012 «Тоннели железнодорожные и автодорожные. Актуализированная редакция СНиП 32-04-97 (с Изменением №1)».
2. СТО 03997784.М7-004-2011. «Городские автотранспортные тоннели и путепроводы тоннельного типа с длиной перекрытой части не более 300 м»
3. Автодорожные и городские тоннели России: учебное пособие / Л.В. Маковский, В.В. Кравченко, Н.А. Сула. – М.: МАДИ, 2016. – 136 с.
4. Власов С.Н., Тогралов В.В., Виноградов Б.Н. «Строительство метрополитенов».
5. Козловский Е.А. Горная энциклопедия-онлайн: электронная версия энциклопедии в пяти томах «Горная энциклопедия» – 2018г. – URL: <http://www.mining-enc.ru/>
6. Малинин А.Г. «Предварительное инъекционное закрепление железнодорожной насыпи при строительстве автодорожных тоннелей в Перми» – 2018г. – URL: <https://docplayer.ru/38454091-Predvaritelnoe-inekcionnoe-zakreplenie-zheleznodorozhnoy-nasypi-pri-stroitelstve-avtodorozhnyh-tonneley-v-permi.html>