

## СИСТЕМЫ ВОДООТВОДА В АВТОДОРОЖНЫХ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЯХ

*Ложников Дмитрий Евгеньевич, Киргизова Мария Владимировна,  
студенты 4-го курса кафедры «Мосты и тоннели»  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск  
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Для оптимизации движения был разработан тоннель в Италии, недалеко от курортного города Ламеция-Терме. Население составляет 70501 человек, площадь города составляет 160,2 квадратных километра. Тоннель соединяет город Деколлатура и Кейс Кария. Трасса тоннеля с привязкой по координатам представлена на рисунке. (Рис. 1)

Данный тоннель является оптимальным решением проезда к курортному городу Ламеция-Терме. Тоннель соединяет несколько городов и дорог между собой, что значительно улучшает сообщение между городами и помогает сократить время в дороге. Так как тоннель железнодорожный, по нему будут передвигаться высокоскоростные поезда. В порталных зонах будут расположены остановочные пункты. Над железнодорожной линией планируется торгово-развлекательный центр, с большим фудкортом и зонами отдыха (Бассейн, Спа, фитнес залы). Так как по тоннелю будут ходить высокоскоростные поезда, то и требуется качественные конструкции. Следует применить в строительстве нижеперечисленные методы отвода воды из тоннеля.

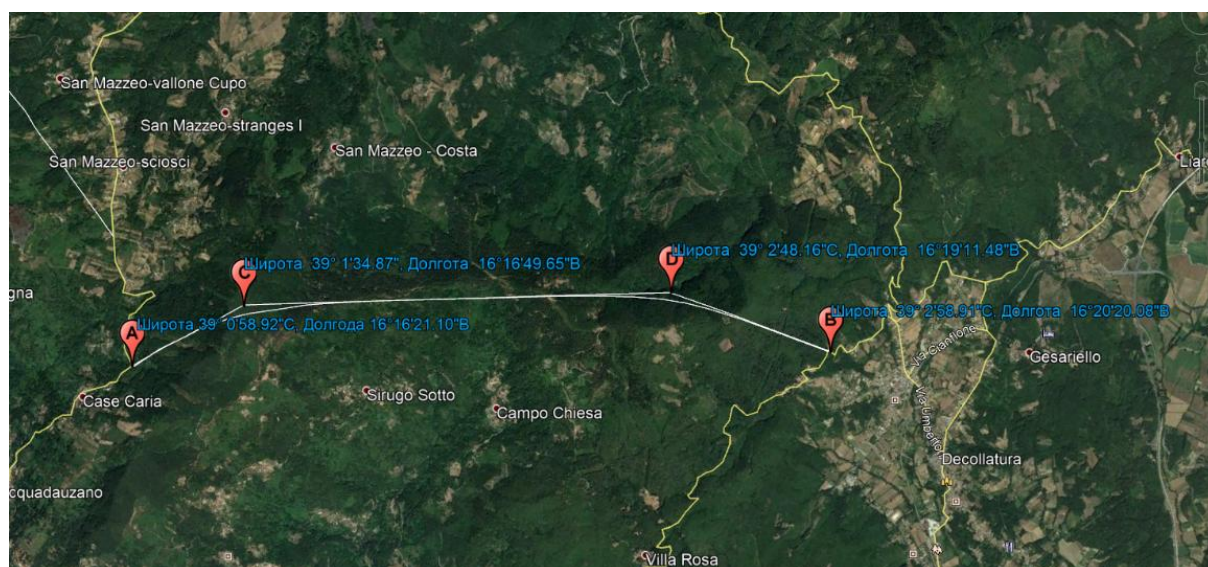


Рисунок 1 - Трасса тоннеля с привязкой по координатам



Рисунок 2 – Общий вид фасада портала

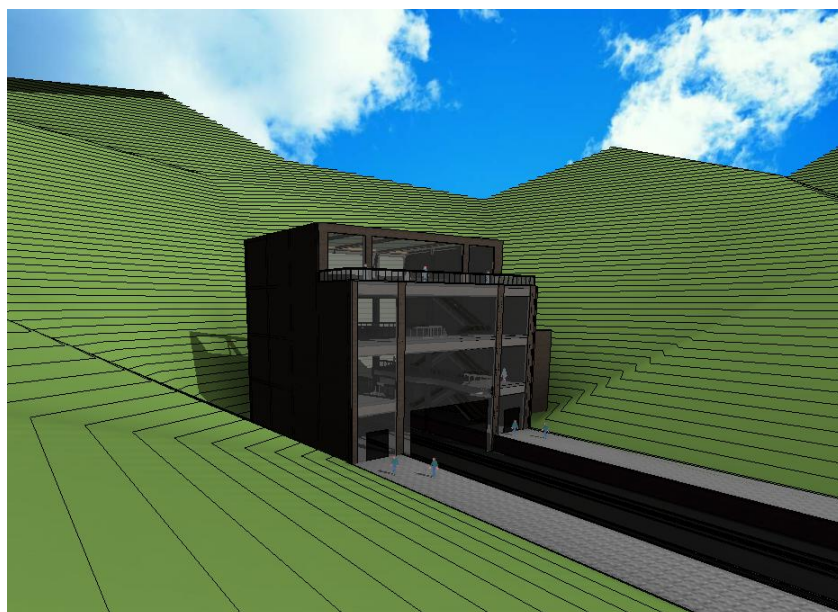


Рисунок 3 – Общий вид портала

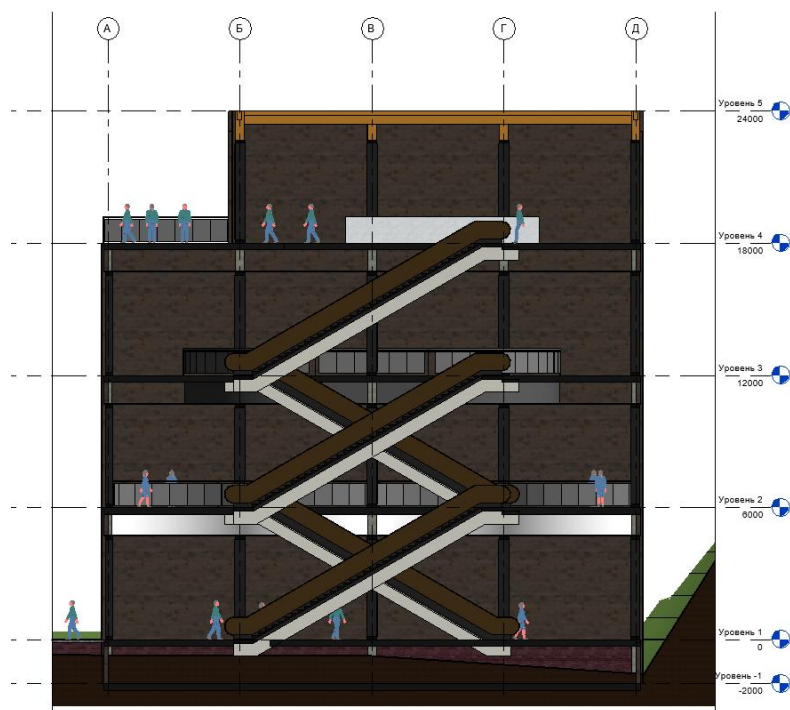


Рисунок 4 – Разрез в осях А-Д

Водоотвод в тоннеле — сбор и удаление воды из тоннелей самотёком. Источниками воды, проникающей в тоннель, могут служить подземные или поверхностные воды; вода, конденсирующаяся из газов, выделяемых локомотивами; вода от мытья обделки и т. п. Водоотвод в тоннеле осуществляется по лоткам, сооружаемым вдоль тоннеля, как правило, у одной из его стен, обычно с тем же продольным уклоном, что и путь или проезжая часть в тоннеле (минимум 2—3%). Лотки снабжаются смотровыми колодцами с отстойниками. В местностях с суровым климатом лотки утепляются. Внутренние размеры лотков выбираются в соответствии с гидравлическими расчётами на максимально возможный приток воды, но не менее 0,3 X 0,3 метра.

Несущая конструкция дорожного тоннеля должна быть полностью водостойкой. При проектировании системы защиты дорожных тоннелей от воды основными параметрами являются уровень грунтовых вод, количество притока и свойства воды в среде горных пород, в которой расположен тоннель. Также следует заметить, что необходимым является использование гидроизолирующих материалов.

В тех случаях, когда допускается перевозка опасных грузов, основным вопросом является дренаж легковоспламеняющихся и токсичных жидкостей. Дренаж имеет важное значение для сведения к минимуму разливов, которые могут образовываться в случае утечки с автоцистерны. В случае утечки

легковоспламеняющейся жидкости система дренажа может существенно повлиять на размер возникшего возгорания.

Системы дренажа обычно состоят из каналов, труб, отстойников и насосов, сепараторов нефти и воды и систем управления для сбора, хранения, разделения и удаления стоков, которые могли бы собираться на дороге. Отстойники и насосы обычно устанавливаются на порталах и в низких точках.

Расход стоков, попадающих в тоннель от дождя и снега, определяют в соответствии с периодом однократного превышения дождя (снега) расчетной интенсивности для данной местности.

В зависимости от вида тоннеля, района его расположения, глубины заложения и гидрогеологических условий применяют различные системы водоотвода. В горных тоннелях, имеющих одно- или двускатный продольный профиль выпуклого очертания, отвод воды осуществляется самотеком.

В подводных и городских автотранспортных тоннелях, продольный профиль которых имеет вогнутое очертание, предусматривают принудительный отвод воды. Образующийся на наклонных участках тоннеля сток перехватывается дождеприемниками в виде закрытых лотков, проложенных поперек оси тоннеля. Расстояния между дождеприемниками в зависимости от продольного уклона тоннеля принимают от 70 до 80 метров.

Первые дождеприемники устанавливают у начала продольного уклона тоннеля, в месте сопряжения с открытым участком дороги. При такой расстановке дождеприемников слой воды на проезжей части тоннеля во время дождя не превышает 6 -7 сантиметров, что обеспечивает безопасность движения автотранспортных средств.

При проектировании системы для удаления воды из тоннелей необходимо учитывать гидроизоляцию, удаление воды из тоннеля путем дренажа и удаление воды с дорог.

Защита тоннеля от грунтовых вод разработана в соответствии с гидрогеологическими условиями, агрессивностью грунтовых вод, и типа тоннельной конструкции. Защита обеспечивается с использованием качественных гидроизоляционных материалов.

Удаление воды из тоннеля системой дренажа.

Строительство и эксплуатация дорожных тоннелей с использованием непрерывного водоотводного лотка экономически и функционально выгодно. Если тоннель проходит сквозь породу, содержащую легкорастворимые минералы, то утечка грунтовых вод может привести к выщелачиванию растворимых компонентов и быстрому засорению водоотводного лотка тоннеля. Удаление таких загрязнителей составляет значительную часть расходов на техническое обслуживание.



Основная дренажная система состоит из системы дренажных труб, которые удаляют грунтовые воды из тоннеля. (Рис.5).

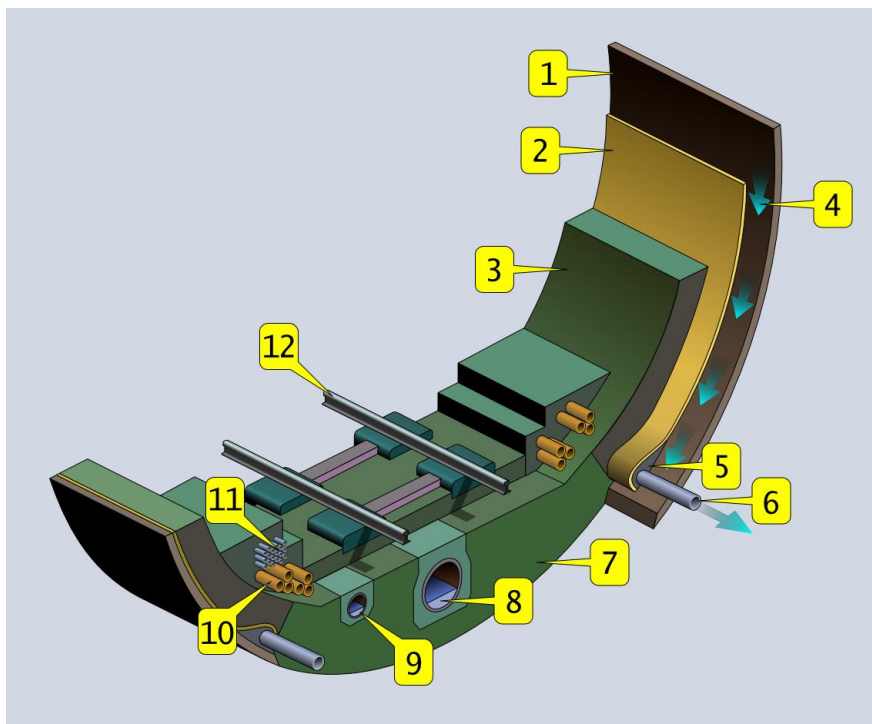


Рисунок 5 – Схемы водоотводных устройств в автотранспортных тоннелях: 1 - Защитный слой; 2 - гидроизолирующий слой; 3 – тоннельная обделка; 4 – стек воды по защитному слою; 5 – фильтрационная засыпка в виде щебня; 6 – первичная отводная труба; 7 – лотковая плита; 8, 9 – дренажные трубы; 10, 11 – коммуникации; 12 – железнодорожный рельс.

Дренажная система спроектирована в соответствии с количеством воды, попадающей в тоннель.

Различают следующие конструкции водоотводных лотков:

1. система боковых водоотводных лотков без основного коллектора
2. система боковых водоотводных лотков с трубами, проходящими через смотровые колодцы, к основному коллектору.

Вода должна быть удалена с дорожного полотна, используя либо отдельные дренажные трубы, которые опущены в боковые водоотводные лотки, либо основной коллектор, который перфорирован и который позволяет удалять воду с дорожного полотна.

Расстояние между смотровыми колодцами должны быть в границах 50-75 метров.

Крышки смотровых колодцев должны быть водонепроницаемыми и изготовлены из композитного материала (армирования волокна и связующего) или из нержавеющей стали.

Смотровые колодцы, расположенные на проезжей части должны находится на расстоянии 50-75 метров друг от друга. Крышки должны быть запираемыми и чугунными (ковкий чугун). Крышки должны соответствовать требованиям огнестойкости.

Дренажная система может засориться по следующим причинам:

1. Разрушение строительных материалов в результате большей агрессивности грунтовой воды.
2. Наличие известковых отложений в каменистой среде.

Если система засорится из-за выщелачивания строительных материалов или в результате естественного содержания кальция в грунтовых водах, необходимо будет усилить базовую систему удаления воды с примесями различных веществ, но без изменения конструкции дренажа.

На основе инженерно-геологических исследований и анализа воды необходимо принять меры для ограничения чрезмерного засорения дренажных труб. Меры будут определены на отдельных этапах подготовки проектной документации и, как минимум, на стадии оформления разрешения на строительство.

В случае агрессивных грунтовых вод, которые имеют среднюю и сильную агрессивность к бетону, цементные элементы, в частности, строительные материалы должны быть подготовлены к такому воздействию. Важно обеспечить, чтобы минимально возможное количество подземных вод вступало в контакт с конструкциями. Поэтому, если это возможно, вода должна захватываться непосредственно на стенках конструкций, с помощью гидроизолирующего материала, и не проникала внутрь.

Дренажные трубы следует заполнять фильтрующим материалом, например, камни, гранитный щебень. Такие меры позволяют избежать засорения дренажных каналов крупными частицами.

Если инженерно-геологическое исследование обнаруживает особенно неблагоприятное содержание минеральных веществ в грунтовых водах, то есть, если оно ожидает существенного засорения труб, будут предложены дальнейшие меры или системы для стабилизации жесткости воды. Они будут указаны в тендерной документации и в специальных технических спецификациях.

В целях должного контроля за конструкцией дренажа используют смотровые колодцы.

Дренажные трубы должны укладываться на твердое основание. Должны быть прочно закреплены и сварены между собой. В автодорожных и железнодорожных тоннелях применяют различные конструкции водоотводных лотков, в которые укладываются дренажные трубы и засыпаются щебнем.

Различают монолитные и сборные водоотводные лотки из железобетона. В основном применяются лотки прямоугольного сечения.

Кроме того, до сдачи в эксплуатацию тоннеля должны проводиться следующие независимые и всесторонние осмотры: осмотр труб с помощью камеры и визуальный осмотр другого оборудования.

Эксплуатационная документация должна включать: отчет о чистке и техническом обслуживании, протокол проверок, запись произведенных ремонтов, обзор обнаруженных неисправностей и их устранение, а также обзор осадков.

Минимальные требования к обслуживанию:

Трубы необходимо регулярно чистить. Частая чистка предотвратит постепенное забивание труб. Использование стабилизаторов твердости предотвращает или уменьшает образование осадка. Интервалы очистки должны соответствовать притоку воды, загрязнением и засорением. Интервал очистки должен быть указан в руководстве по эксплуатации.

Трубы должны быть очищены квалифицированным персоналом. Если имеется большое количество осадка, если осадок не удаляется надлежащим образом или если очистка неэффективна, рекомендуется контролировать трубы с помощью системы камеры.

В дренажных и многоцелевых трубах, функция которых заключается не только в обеспечении оттока, но особенно для поглощения подземных вод через впускные отверстия, то промывка под высоким давлением должна быть адаптирована таким образом, чтобы осадки и остатки удалялись не только из поперечного сечения трубы, но и также из дренажных отверстий. Поэтому необходимо уделять особое внимание при выборе чистящего оборудования, чистящих головок для дренажных и многоцелевых труб. Выбор подходящей промывочной головки зависит, помимо прочего, от типа трубы, диаметра трубы, типа и состава загрязнений и материала, из которого изготовлена труба.

#### Литература:

1. Тоннели и метрополитены / Храпов В.Г., Демешко Е.А., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н, Туренский Н.Г., под ред. Храпова В.Г. / Москва: Транспорт, 1989. - 383 с.
2. Тоннели и метрополитены / Волков В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н. / Москва, 1975 – 551 с.
3. Мосты и сооружения на автомобильных дорогах / Гибшман Е.Е., Дедух . И. Е., / Москва: Транспорт, 1981. - 398 с.