

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Факультет транспортных коммуникаций

Кафедра «Мосты и тоннели»

МОСТЫ И ТОННЕЛИ

МАТЕРИАЛЫ

75-й Студенческой научно-технической конференции

Минск
БНТУ
2019

Редакционная коллегия:

Главные редактор: кандидат технических наук, доцент В.А. Гречухин;

Технический редактор: старший преподаватель В.А. Ходяков;

Редакторы:

доктор технических наук, профессор Г.П. Пастушков;

доктор технических наук, профессор Г.Д. Ляхевич;

кандидат технических наук, доцент И.Л. Бойко;

кандидат технических наук, доцент В.В. Нестеренко;

кандидат технических наук, доцент В.Г. Пастушков;

доцент Л.Г. Расинская;

старший преподаватель Л.А. Галковская;

старший преподаватель А.А. Яковлев;

старший преподаватель А.Н. Вайтович;

старший преподаватель М.А. Кисель;

старший преподаватель О.В. Костюкович;

ассистент М.П. Петров;

В сборник включены тезисы докладов, представленных на 75-й студенческой научно-технической конференции БНТУ студентами кафедры «Мосты и тоннели».

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Айрапетян Никита Эдвардович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ В ГРЕЦИИ	9
<i>Бабонова Татьяна Андреевна</i> ШУМОПОГЛОЩАЮЩИЕ И ШУМООТРАЖАЮЩИЕ ЭКРАНЫ.....	13
<i>Бабонова Татьяна Андреевна</i> ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО ТОННЕЛЯ ПОД ЗАЩИТОЙ ЭКРАНА ИЗ СТАЛЬНЫХ ТРУБ	15
<i>Белая Елизавета Викторовна</i> СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ В ТОННЕЛЕ.....	18
<i>Белоусов Денис Михайлович</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ АНКЕРОВ «ТИТАН» В РАМКАХ ТОННЕЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ.....	22
<i>Блинковский Савелий Иванович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ БЕЙОН И ГРАНД БРЕТАНЬ Г. ТУЛУЗА.....	26
<i>Будемко Александр Владимирович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ SAN DONATO VAL DI COMINO - VILLETTA BARREA	29
<i>Булытко Виктория Евгеньевна</i> РАЗВЕДОЧНОЕ БУРЕНИЕ	34
<i>Бурак Александра Сергеевна</i> ХИМИЧЕСКИЕ ИНЪЕКЦИИ	37
<i>Бурак Дмитрий Григорьевич</i> ОГРАЖДЕНИЯ БАРЬЕРНОГО ТИПА.....	40
<i>Бурак Дмитрий Григорьевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ WYBEZEZE GDANSKIE И ZYGMUNTA STOMINSKIEGO В ГОРОДЕ ВАРШАВА(ПОЛЬША).....	43
<i>Бурак Илья Иванович</i> ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОРОДСКИХ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ	48

<i>Вабищевич Фёдор Витальевич</i> УГЛЕРОДНЫЙ БЕТОН	51
<i>Волах Павел Игоревич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ ТАСКЕЛЕНИ И СЭЙМЕНИСКИ. НОВЫЕ ВАГОНЫ ДЛЯ МИНСКОГО МЕТРО	53
<i>Волчек Алексей Геннадьевич</i> УСТРОЙСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА В АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЯХ. КОНТРОЛИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ	60
<i>Волчек Алексей Геннадьевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ FRONTONE - SCHEGGIA	63
<i>Ворожбицкий Николай Станиславович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ В ИТАЛИИ POLLEIN И GIMILLAN.....	66
<i>Воронкин Никита Дмитриевич</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВИДЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СКРЫТЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ	69
<i>Выгодин Андрей Игоревич</i> СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ В ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ	72
<i>Гаранина Евгения Александровна</i> КОРРОЗИЯ БЕТОНА	75
<i>Гаранина Евгения Александровна</i> ТОННЕЛЬ В ГРЕЦИИ.....	77
<i>Гречаник Александр Сергеевич</i> ПЕРВАЯ В МИРЕ ПОДВОДНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ МАГИСТРАЛЬ	80
<i>Гордеенко Александр Сергеевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ПАРКОВКОЙ (РАЗВЯЗКОЙ) НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ ПРОСПЕКТ МАШЕРОВА И УЛИЦЫ ТИМЕРЯЗЬЕВА	82
<i>Дудицкий Евгений Янович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦЫ ГОЛОСЕЕВСКАЯ И ПРОСПЕКТА ГОЛОСЕЕВСКИЙ	85

<i>Евдокимова Дарья Дмитриевна, Киргизова Мария Владимировна, Ложников Дмитрий Евгеньевич, Подлозная Вероника Александровна</i> НАДЕЖНОСТЬ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРОЧНОСТИ	90
<i>Евдокимова Дарья Дмитриевна</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ АУТ ДЕН ШРЕДЕРВИЗЕН И ДАХАУЭР ШТРАССЕ	93
<i>Жилинская Анастасия Михайловна</i> АРМИРОВАНИЕ ГРУНТА В НЕОБСЫПНЫХ УСТОЯХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ	96
<i>Золотарь Антон Сергеевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ CITTA DI CASTELO - PIANELLO	98
<i>Карнейко Антон Сергеевич, Головач Анастасия Дмитриевна</i> ПОДВОДНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЪЁМКА ДНА С ПРИМЕНЕНИЕМ БППА	102
<i>Карпович Марина Андреевна</i> ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ.....	105
<i>Киргизова Мария Владимировна, Ложников Дмитрий Евгеньевич</i> ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ КЕССОННЫЙ МЕТОД	108
<i>Киргизова Мария Владимировна, Ложников Дмитрий Евгеньевич</i> СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ	110
<i>Комлев Никита Андреевич, Маркевич Максим Александрович</i> МОНИТОРИНГ СТРОИТЕЛЬСТВА ТУННЕЛЕЙ: КАК БЕСПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ IOT УМЕНЬШАЮТ РИСКИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ.....	113
<i>Комлев Никита Андреевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ	117
<i>Корнейчик Виталий Игоревич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ В КАЗАХСТАНЕ	120
<i>Кострова Елена Сергеевна</i> ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА НА ПРОЧНОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ	124

<i>Кострова Елена Сергеевна</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТОННЕЛЯ, СООРУЖАЕМОГО ЩИТОВЫМ СПОСОБОМ. ВОДОПОНИЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБИННЫХ СКВАЖИН, ОБОРУДОВАННЫХ ПОГРУЖНЫМИ НАСОСАМИ.....	126
<i>Лазаров Максим Андреевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ НЕСЕБРСКАЯ И ВОРОВСКАЯ В Г.СОЧИ.....	128
<i>Лаппо Екатерина Ивановна</i> СПОСОБ СООРУЖЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ В ОБВОДНЕННЫХ НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТАХ	131
<i>Ложников Дмитрий Евгеньевич, Киргизова Мария Владимировна</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕНТОНИТОВЫХ МАТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	132
<i>Киргизова Мария Владимировна</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С СЕТЬЮ ТОННЕЛЕЙ В ЛЕОНЕ	134
<i>Ляшук Марина Ивановна</i> ЧУГУН И ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ	137
<i>Мерзляков Святослав Алексеевич</i> ДЕФЕКТЫ МОСТОВ И ПУТЕПРОВОДОВ ВОЗНИКАЮЩИЕ В ХОДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЯ.....	139
<i>Мерзляков Святослав Алексеевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ГОРОДЕ ВОЛГОГРАД.....	141
<i>Мотошко Иван Сергеевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ GRAN VIA И DE ALCALA В Г. МАДРИД.....	145
<i>Муравский Владислав Юрьевич</i> РЕМОНТ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ МЕТОДОМ «ГИЛЬЗОВАНИЯ»	148
<i>Муравский Владислав Юрьевич</i> ПОДВОДНЫЙ ПЛАВУЧИЙ ТОННЕЛЬ В НОРВЕГИИ.....	151
<i>Мытько Никита Николаевич</i> СИГНАЛИЗАЦИЯ, СВЯЗЬ И УПРАВЛЕНИЕ В ТОННЕЛЯХ	154
<i>Новик Иван Сергеевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ БЕЙОН И ГРАНД БРЕТАНЬ Г. ТУЛУЗА.....	156

<i>Пилюга Виктория Викторовна</i> ТЕХНОЛОГИЯ РАССОЛЬНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТОВ	159
<i>Подлозная Вероника Александровна</i> СКВАЖИННЫЕ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ПОНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД	163
<i>Прошунин Владислав Николаевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ ВЕГЕНБУРГ И КАНШТАТТЕР В ГОРОДЕ ШТУТГАРТ (ГЕРМАНИЯ)	166
<i>Пуссель Артем Вячеславович</i> АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТОННЕЛЬ В ИТАЛИИ	170
<i>Радивановская Анна Юрьевна</i> ЛЕГКИЕ ИГЛОФИЛЬТРОВЫЕ УСТАНОВКИ	173
<i>Роман Даниил Александрович</i> ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	177
<i>Романов Фёдор Сергеевич</i> ДЫМОУДАЛЕНИЕ ПРИ ПОЖАРАХ В ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ.....	180
<i>Савицкий Даниил Александрович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ	183
<i>Свистун Ольга Геннадьевна</i> ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЯ.....	187
<i>Свистун Ольга Геннадьевна</i> ГИДРОРАЗРУШЕНИЕ- НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ	189
<i>Синьковец Владислав Дмитриевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ CARPINETO ROMANO - MOROLO	191
<i>Соболевский Николай Романович</i> КОНСТРУКТИВНЫЕ ФОРМЫ МОНОЛИТНЫХ ОБДЕЛОК ТОННЕЛЕЙ И МНОГОСЛОЙНЫЕ БЕТОННЫЕ ОБДЕЛКИ, СООРУЖАЕМЫЕ СПОСОБОМ NATM	195

<i>Федористов Максим Олегович</i> СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ. ПРОДОЛЬНАЯ, ПРОДОЛЬНО-СТРУЙНАЯ, ПОПЕРЕЧНАЯ И КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ	198
<i>Чаусова Виктория Александровна, Тарлецкий Иван Владимирович</i> ПЕРСПЕКТИВА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВ	204
<i>Шильченок Владислав Викторович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ KRANIES-MEGALOCHARI	206
<i>Щемелёв Денис Дмитриевич</i> СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ	210
<i>Юнис Давуд</i> ПУТЕПРОВОД НА АВТОДОРОГЕ М6 МИНСК-ГРОДНО В РАЙОНЕ Г. ЩУЧИН.....	212

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ В ГРЕЦИИ

*Айрапетян Никита Эдвардович, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы, был выбран город в Греции - Афины, проанализировав местоположение, геологический характер местности, потребности населения в транспортной сети внутри города, а также перспективы расширения численности населения в дальнейшем - было принято решение разработать одноярусный автодорожный тоннель, спроектировать портал в виде многофункционального развлекательного комплекса

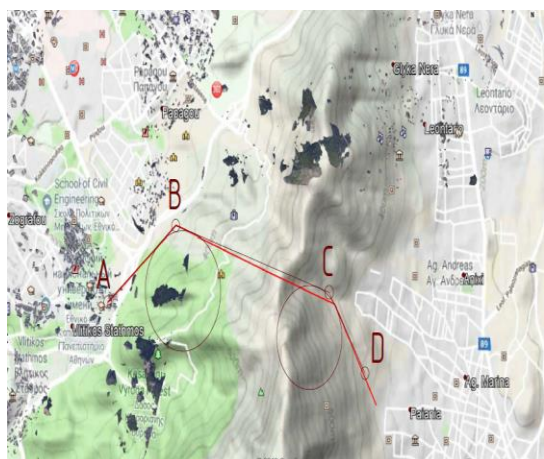


Рисунок 1 – Карта

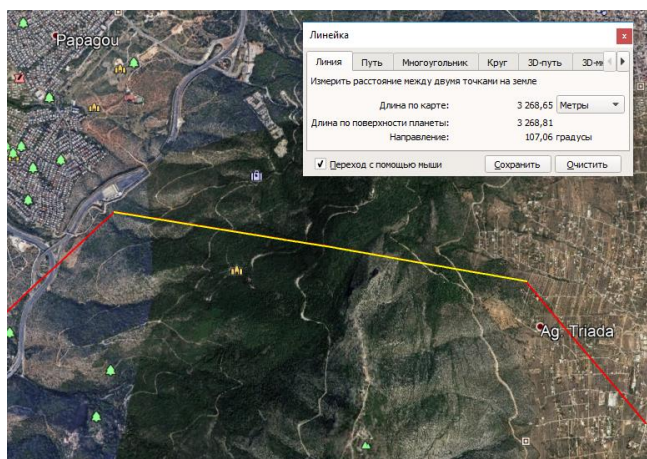


Рисунок 2 – Запроектированный тоннель
существующих дорог и генплан

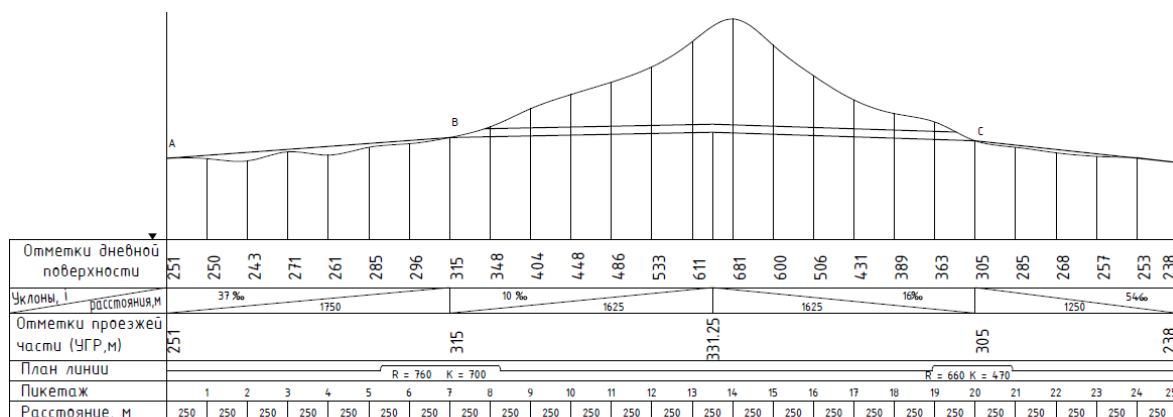


Рисунок 3 – Продольный профиль тоннеля

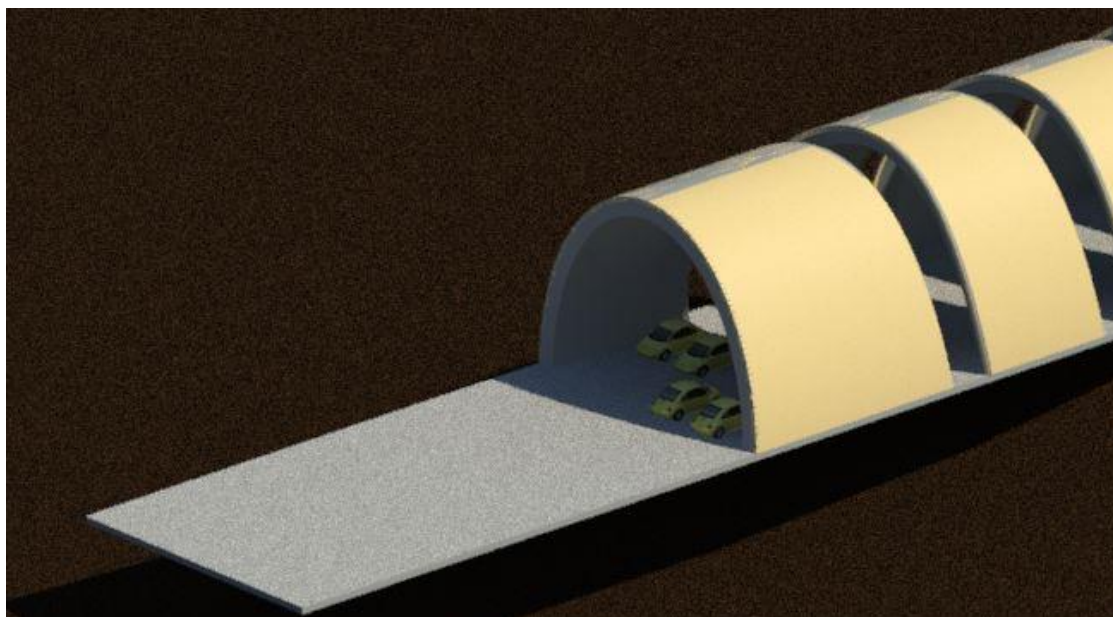


Рисунок 4 – Концептуальная модель портала

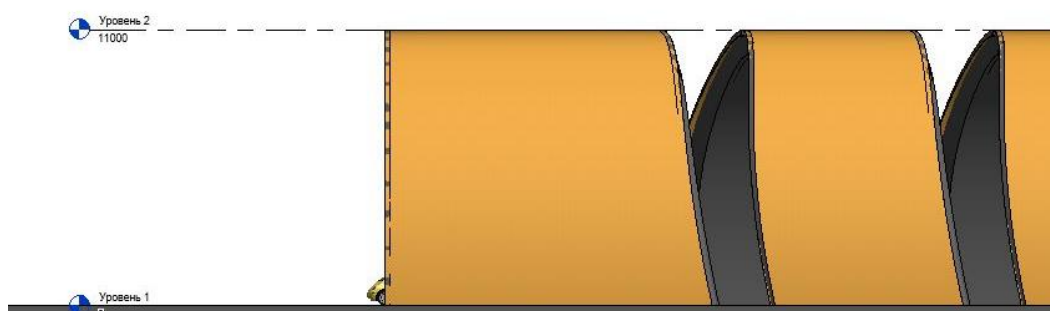


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - западный)

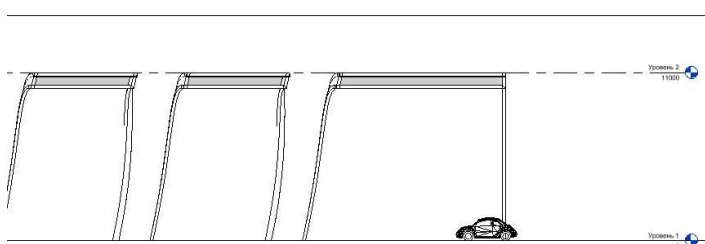


Рисунок 6 – Разрез

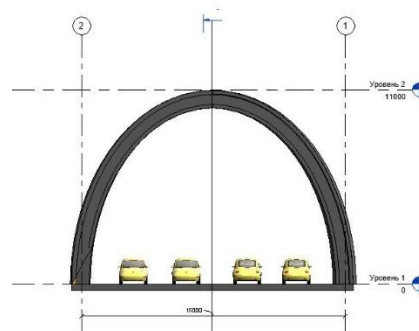


Рисунок 7 – Фасад северный

Концепция портала состоит в использовании современной архитектуры. Помимо основной технической функции – входной части тоннеля, портал несет и другие, а именно:

- оборудование центра управления и наблюдения за системами безопасного движения;
- устройства в верхней части портала смотровых и вертолетных площадок;
- обеспечение перехода с одной стороны на другую.

В архитектуре перед порталом, разработан комплекс, включающий: кафе, торгово-развлекательный центр, небольшие гостиницы и многое другое.

Тоннель спроектированы в один ярус. Это решение позволит сократить время переезда из одной части города Афины в другую, что в свою очередь разгрузит объездные дороги и привлечет поток жителей других городов и туристов.

Одна из главных задач любого тоннеля, при его эксплуатации, заключается в обеспечении безопасной транспортировке людей, грузов. Аварии, поломки авто и другие нештатные ситуации особо опасны в тоннелях. В связи с этим необходима установка различных контролирующих систем, следящих за габаритами автомобилей, их скоростью движения и дистанцией между ними. Важным является и мгновенное обнаружение аварийных ситуаций в тоннелях, с последующим принятием действий, для максимального безопасного решения возникшей задачи.

Прочность, долговечность, стойкость, простота проведения работ, а также экономическая целесообразность – ряд требований, предъявляемых к обделке тоннелей. Существует несколько видов материалов, соответствующих этим качествам, но наибольшую популярность у строителей приобрел монолитный бетон, заливаемый на опалубку, либо набрызгиваемый на поверхность выработки пневматическими машинами. (Рис. 8). Армирование бетона производят стальными сетками в местах наибольших напряжений.



Рисунок 8 – Набрызгивание бетона

Широкое применение монолитного бетона обусловлено рядом достоинств:

-Отсутствие швов в обделке, что способствует повышению водонепроницаемости

-Простота доставки материала

-Легкость создания обделки

К недостаткам монолитного бетона можно отнести длительный срок достижения проектной прочности бетона, что вынуждает поддерживать бетонный свод на специальных подпорках. Этот недостаток можно преодолеть путем применения добавок, ускоряющих твердение, либо применением временной крепи, которая воспринимает все нагрузки кроме собственного веса обделки. Также недостатком бетона является его малая прочность при работе на растяжение, она составляет не более 10% от его прочности на сжатие. Этот недостаток компенсируется армированием. Однако железобетон применяется при строительстве тоннелей довольно редко.

Литература:

1. Тоннели и метрополитены. Волков В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н., Храпов В.Г.
2. В.И. Тильченко и др. Технология возведения зданий и сооружений: Строительные технологии. — 2011.
3. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Специальные бетоны. — М.: Инфра-Инженерия, 2012
4. Учебно-методическое пособие для студентов специальности «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» - Проектирование тоннелей, сооружаемые горным способом, Г.П. Пастушков, В.А. Кузьмицкий, В.Г. Пастушков, Минск 2005г.
5. Омелянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал «Технология защиты» №4 2007 г.

ШУМОПОГЛОЩАЮЩИЕ И ШУМООТРАЖАЮЩИЕ ЭКРАНЫ

*Бабонова Татьяна Андреевна, студент 4-го
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ляхевич Г.Д., докт. техн. наук, профессор)*

Главным недостатком больших городов является высокий уровень шума. Он плохо влияет на организм человека, а именно на органы ЖКТ, сердечно-сосудистую, нервную систему. Человек становится более раздражительным. И чтобы этого избежать прибегают к различным методам. Одним из методов-это шумопоглощающие и шумоотражающие экраны. Они защищают, людей, сооружения и близлежащие здания от воздействия шума, дорожной пыли, грязи и т.д. Есть и минусы экранов, а именно они создают ограничение пространства, некоторые обзоры для прохожих и водителей могут быть не видны, также нарушается эстетический вид некоторых зданий или дорог, так как закрываются пейзажи некоторых местностей.

Отличаются они тем, что шумопоглощающие экраны воспринимают на себя звуковые волны и поглощают их. Для изготовления используют акустические панели, они снижают уровень шума примерно на 30-40 децибел. А шумоотражающий экран не поглощает звуковую волну, а отражает ее большую часть. Они могут изготавливаться из поликарбоната-прозрачные и из металлических панелей, которые будут прилегать плотно друг другу, непрозрачные.

Экраны комбинированного типа представляют собой экраны с сочетанием нескольких видов панелей. Например, из поликарбоната и перфорированной панели.

Использование таких панелей на железнодорожных и автомобильных дорогах лучше с использованием прозрачных вставок, т.к. для пассажиров будет открыт вид пейзажа, у водителей будет отсутствовать чувство замкнутого пространства и на подсознании человек не будет так быстро утомляться. Помимо использования прозрачных вставок, снизу предусмотрена панель, которая будет защищать от различных повреждений. Благодаря таким комбинированным панелям происходит снижение стоимости самих экранов. Как пример может послужить шумозащитный экран на Краснопресненском проспекте в городе Москва, который представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Шумозащитный экран с прозрачными вставками

Литература:

1. Экзодинамические процессы освоенных территорий/ Горшков С.П.- Москва,1982. - 286с.
2. Шумозащитный экран/ Свободная энциклопедия [Электронный ресурс].- Электрон.дан.-Москва,2016.
3. Шумозащитные экраны: универсальность в конструкции/Журнал современных строительных технологий. - 2006.

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО ТОННЕЛЯ ПОД ЗАЩИТОЙ ЭКРАНА ИЗ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

*Бабонова Татьяна Андреевна, студент 4-го
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Для оптимизации движения был разработан тоннель в столице Китая, город Пекин. (Рис.1) Население составляет 21,54 миллиона человек. Под архитектуру города была создана модель портала будущего тоннеля.



Рисунок 1 – привязка к местности

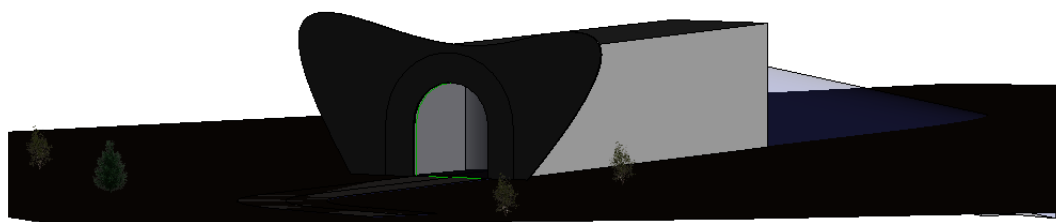


Рисунок 2 – портал тоннеля

Также тоннель ведет в подземный комплекс, состоящий из торгового центра и паркинга (Рис. 2).

При строительстве городских тоннелей возникают не малые трудности. Основная сложность-это плотная городская застройка, сложные геологические условия, а также строительство под большим количеством городских магистралей. При таких условиях разрабатываются новые методы строительства. Одним из методов является применение экрана из стальных труб. С помощью этого метода можно строить автомобильные и пешеходные тоннели на застроенной территории. Строительство открытым способом будет в этом случае не актуален. На данном рисунке мы видим схему экрана из стальных труб.

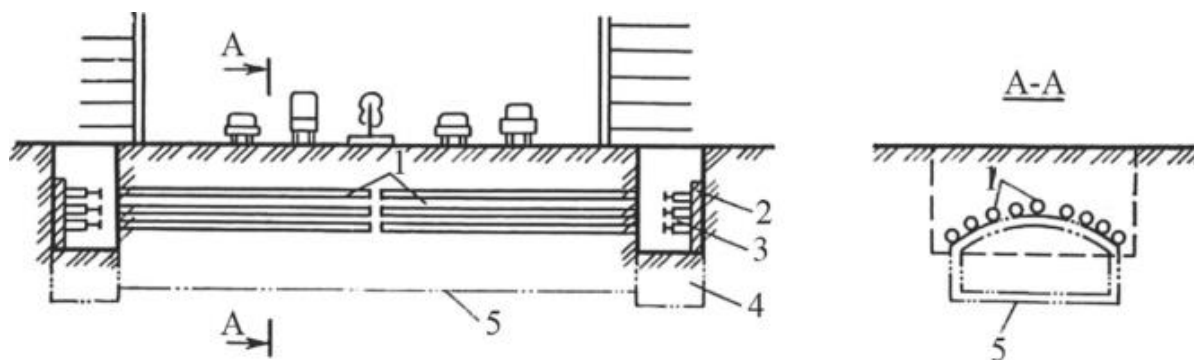


Рисунок 3 – Схема экрана из стальных труб: 1-экран из труб; 2-упор; 3-домкраты; 4-котлован; 5- контур тоннеля;

Далее расскажу немного о технологии строительства. Изначально для создания экрана производится проходка вспомогательных выработок, в виде домкратных и буровых установок, в которую и устанавливается все необходимое для создания экранов. Затем возводится устройство защитной крепи. Оно представляет собой стальные трубы, которые располагаются друг от друга на расстоянии от 2-ух до 5-ти метров. Соединяют их при помощи сварки на определенном расстоянии. Из труб извлекают грунт и заполняют их монолитным железобетоном. А уже в конце возводят постоянную крепь.

При таком методе не используется искусственное замораживание грунта, закрепление грунта химическим путем и другие методы. Благодаря экрану из стальных труб не требуется вскрытие земной поверхности, что очень удобно при плотной застройке домов и различных сооружений, не нарушается движение транспорта. Этот метод адаптируется к любым изменениям в процессе строительства и в городских условиях будет незаменим.

Литература:

1. Рекомендации по применению опережающих экранов из труб при сооружении транспортных тоннелей/ кандидаты техн.наук В.Е.Меркин, Д.И.Колин, К.П.Безродный [и др.] – Москва:, 1988.-47с.

2. Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов./ академик РААСН, доктор техн. наук, проф. Ильичев В.А. - руководитель работы, доктор архитектуры, проф. Голубев Г.Е.; кандидаты техн. наук: Замараев А.В., Скачко А.Н., Игнатова О.И., Буданов В.Г., Короткова О.Н.- Москва:, 2004.
3. «Применение защитных экранов из труб при строительстве подземных сооружений в Санкт-Петербурге» / Львова О.М., Павлович К.Ю.// Инженерно-строительный журнал.- 2009.-№7.-9 с.

СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ В ТОННЕЛЕ

Белая Елизавета Викторовна, студент 4 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Стремительное развитие современной транспортной инфраструктуры крупных городов приводит к необходимости строительства большого количества автодорожных тоннелей. За многие годы эксплуатации транспортных сооружений, а в частности тоннелей, расположенных в пределах города, была выявлена высокая вероятность аварий и дорожно-транспортных происшествий, которые сопровождались пожарами. Одним из примеров частых пожаров является тоннель в Гамбурге, проложенный под Эльбой, возгорания в котором возникают практически каждый месяц. (Рис. 1).

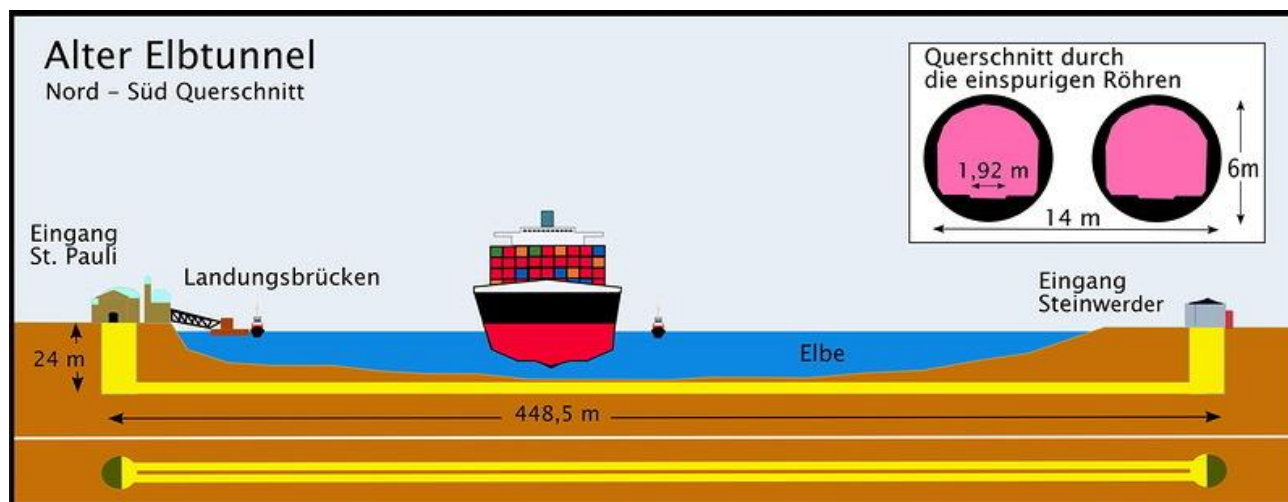


Рисунок 1 – Тоннель под Эльбой

Высокая пожароопасность городских автодорожных тоннелей обусловлена несколькими факторами: высокой интенсивностью движения автомобилей, достаточно высокими скоростями развития пожара и задымления тоннелей, сложностью развертывания сил и средств пожарной охраны, ограничения, связанные с расположением в тоннелях противопожарного оборудования и установок. Также немаловажными факторами являются ограничения, связанные с наличием нужного количества воды для тушения пожара, вызванным проведением работ в условиях довольно плотной городской застройки, а также ограниченная возможность эвакуации людей из тоннеля.

Статистика чрезвычайных ситуаций демонстрирует, что тоннели относятся к сооружениям повышенного риска. ЧС сопутствуются выделением газов, снижением видимости из-за задымления, что препятствует эвакуации людей и автомобилей, а также эффективной работе спасателей, что неизменно приводит к риску гибели людей.

Опыт использования автотранспортных тоннелей, расположенных в пределах города, указывает на возрастающую вероятность аварий и ДТП, сопровождаемых пожарами. Вероятность возгорания на транспортном средстве считают одной из наиболее опасных. По результатам исследований, статистика показывает, что ДТП в тоннелях в полтора раза чаще приводят к пожарам, чем на скоростном шоссе.

Чтобы обеспечить безопасность людей, находящихся в тоннеле при проектировании объекта предусматривается система противопожарной защиты тоннеля, в которую включены активные и пассивные устройства защиты. К активным относятся системы пожаротушения и противодымная вентиляция, а к пассивным - эвакуационные сбойки, секционирование и применение конструктивной защиты от пожара.

Противопожарная защита автодорожных построена из принципа эшелонированной защиты, которая включает в себя следующие системы:

- Система автоматической пожарной сигнализации.
- Систему автоматического тушения возгораний.
- Систему оповещения и управления эвакуацией при пожаре.
- Систему противодымной защиты (СПДЗ), имеющую в своем составе, в том числе, совокупность систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, конструктивные решения для обеспечения огнестойкости строительных конструкций.

Рассматривая особенности объёмно-планировочных решений тоннелей основной задачей противодымной защиты является необходимость ограничения распространения продуктов горения в пространстве одного из двух отсеков по критериям безопасности для осуществления эвакуации людей, а также блокировка распространения продуктов горения на пути эвакуации из тоннеля при возникновении пожара как в транспортном отсеке, так и в кабельном коллекторе.

Совокупность установленных норм позволяет создать необходимые условия для работы пожарных подразделений по спасению людей и тушению пожара.

Пожаротушение в тоннелях сильно усложняется наличием большого количества кабельных и электросетей и прочего оборудования. Даже минимальное возгорание способно привести к распространению огня по всей территории

объекта. Для эффективного устранения возгораний специалисты рекомендуют следующие системы: порошковые, аэрозольные и газовые.

Порошковые системы пожаротушения хороши тем, что химические порошки (моноаммоний фосфат и бикарбонат натрия) при попадании на горящий материал препятствуют доступу кислорода, тем самым делая процесс горения невозможным. Чаще всего такие порошки используют для ликвидации возгорания электроустановок и оборудования, однако они наносят ущерб имуществу. (Рис. 2)

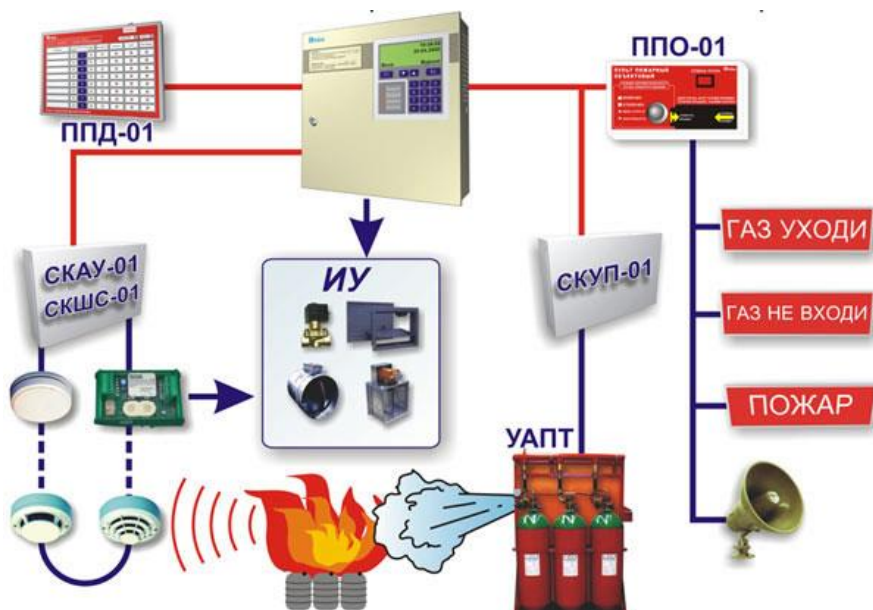


Рисунок 2 – Порошковая система пожаротушения

В условиях закрытого пространства широко используются аэрозольные системы пожаротушения – мелкодисперсные химические порошки. Преимуществами таких систем являются низкая стоимость установки и обслуживания, надёжность и длительный срок службы. (Рис. 3)



Рисунок 3 – Принцип работы аэрозольной системы пожаротушения

Газовые – наиболее эффективные системы для тушения пожаров в тоннелях и прочих подземных сооружениях. Газ (азот, углекислота, хладон) вытесняет кислород, тем самым снижая его концентрацию до 8-10%, тем самым прекращая процесс горения. Пожаротушение данным способом не наносит никакого вреда оборудованию, однако отличается весьма высокой стоимостью установки и обслуживания. (Рис. 4)

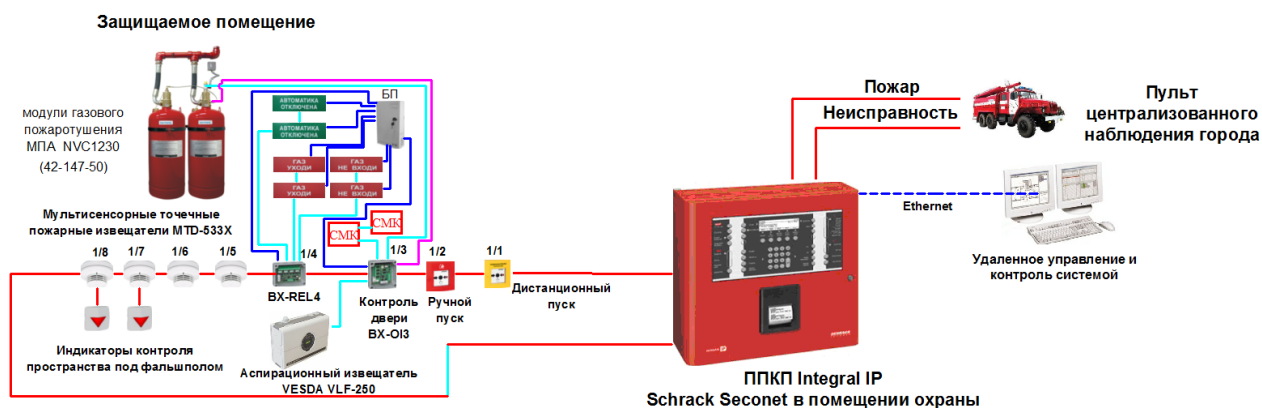


Рисунок 4 – Структурная схема газового пожаротушения

Литература:

1. Автоматическая система пожаротушения. Виды АСПТ. – URL: <https://ag-bezopasnost.ru/uslugi/sistemy-pozharotushenija/>
2. Системы автоматического газового пожаротушения. Установки АГПТ. – URL: <http://firepro.ru/solutions/pozharotushenie-tonnelej/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ АНКЕРОВ «ТИТАН» В РАМКАХ ТОННЕЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ

*Белоусов Денис Михайлович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Одним из самых современных способов возведения тоннельных сооружений считается методика "Новый Австрийский Метод Тоннелестроения" ("НАМТ"). Сущность способа заключается в кратковременном перекрытии свода туннеля экраном под горизонтальным углом, инъекционными анкерами, которые устанавливаются внахлест один за другим. Данная методика широко применяется при строительстве в грунтах, имеющих слабую прочность.

Анкера «ТИТАН» - одни из самых подходящих для возведения тоннелей таким способом, так как их длина может превышать 4 м, благодаря чему возрастает пролет проходки, что позволяет увеличить скорость возведения тоннеля. Данные анкера так же используются для прикрепления шарообразных железобетонных элементов в лучевом расположении, в процедуре возведения, и восстановления тоннелей. (Рис.1).

В качестве буроинъекционного строительного материала возможно применение цементного раствора и растворов с использованием различных видов смол и полимеров. Такие растворы засыхают в короткие сроки и отлично защищают от проникновения влаги.



Рисунок 1 – Анкера «Титан»



Рисунок 2 – Экранное перекрытие свода тоннеля

Представленная технология применяется в следующих случаях:

- В горах (если существует риск обрушения породы, для надежности перекрытия используют анкерные болты). (Рис.2)
- Для лучевого крепление тубингов.
- Для забивки свай в основании тоннельной арки.
- Для анкерного (Рис.3) и нагельного крепления тоннельных порталов. (Рис.3)

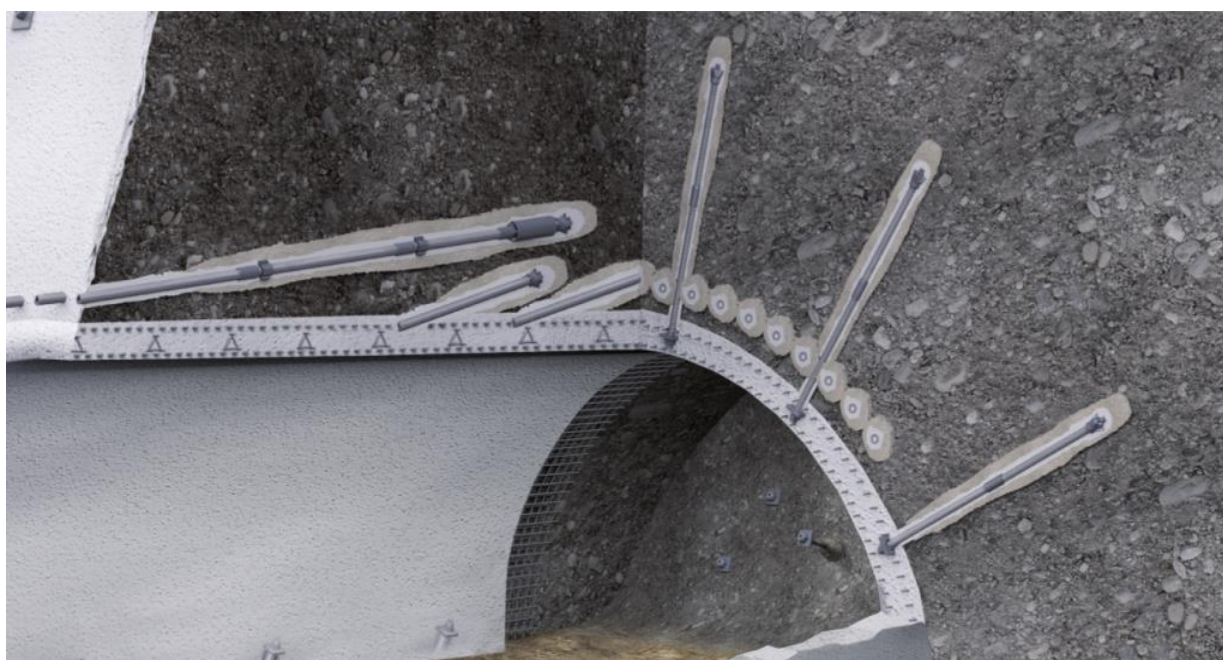


Рисунок 3 – крепление анкерными болтами свода тоннеля

К плюсам этой технологии относят весьма экономичный расход строительных материалов, возможность возведения тоннеля в сжатые сроки, выполнение работ материалами, которые не занимают много места. Эта технология простая и удобная в обращении, даже в крайне стеснённых условиях. (Рис.4)



Рисунок 4 – Общий вид тоннеля с использованием данной методики

В период эксплуатации на тоннели часто воздействуют неблагоприятные факторы: оползни, сейсмика, давление гор и их сдвиг. В связи с этим увеличиваются деформации сооружения, теряется его устойчивость и способность воспринимать нагрузки.

На практике часто можно наблюдать изменения габаритов, что в свою очередь приводит к изменению таких важных характеристик, как пропускная способность тоннеля или воздействие нагрузок от транспорта. Учитывая это необходимо произвести восстановление тоннеля. При проведении реконструкционных работ возможно проведение таких операций, как укрепление стен, сводов или оснований туннеля, усиление стенок портала. (Рис.5).



Рисунок 5 – Возведение тоннеля методом «ТИТАН»

В реконструкции важную роль играет такая деталь, как условия строительства, а так же короткие сроки для выполнения работы такого характера

Литература:

1. Новый австрийский метод тоннелестроения. – URL: <http://www.deilmann-haniel.com/index.php?id=2&L=2>
2. Способ искусственного замораживания грунтов. – URL: <http://vselekcii.ru/mosty-i-tonneli/stroitelstvo-tonnelej-i-metropolitenov/sposob-iskusstvennogo-zamorazhivaniya-gruntov>
3. Крепление выработок анкерами в тоннельном строительстве. –URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294851/4294851047.pdf>

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ БЕЙОН И ГРАНД БРЕТАНЬ Г. ТУЛУЗА

*Блинковский Савелий Иванович, студент 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Было принято решение разгрузить данные улицы. Для оптимизации движения транспорта было предусмотрено устройство транспортных тоннелей с использованием многофункционального подземного комплекса включающего в себя паркинг, отель, кинотеатр, детский развлекательный комплекс, торговый центр, казино, океанариум.

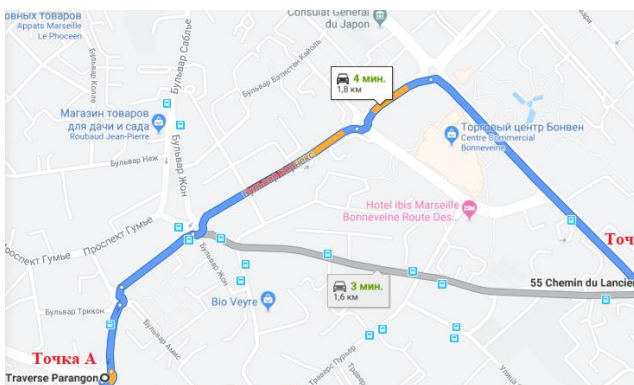


Рисунок 1 – Карта пробок (7 баллов)

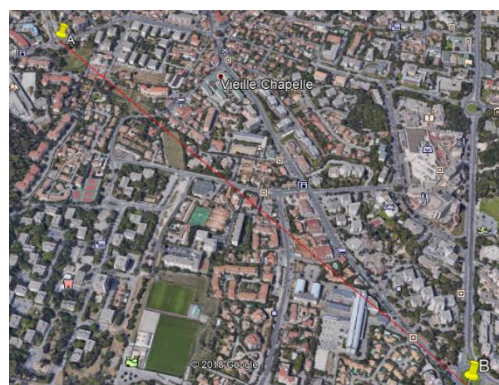


Рисунок 2 – Генеральный план с координатами точек строительства

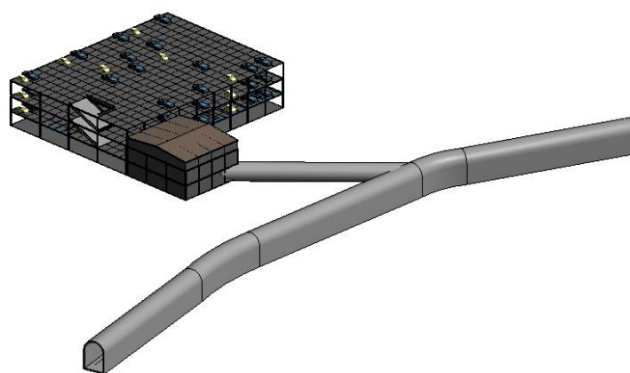


Рисунок 3 – Аксонометрия подземного многофункционального комплекса

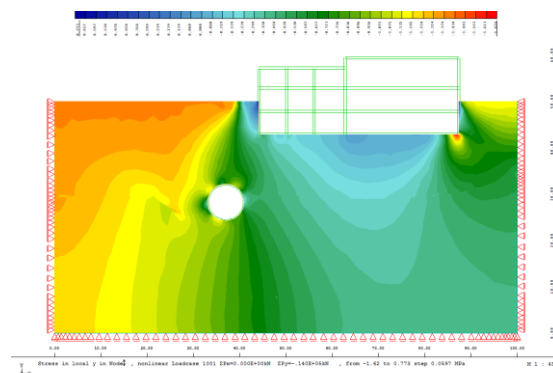


Рисунок 4 – Изополя перемещений по вертикали упругого полупространства совместного с конструкцией железобетонной обделки на стадии строительства тоннеля

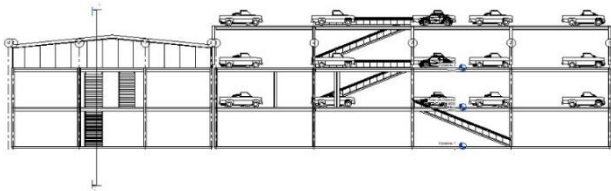


Рисунок 5 – Фасад многофункционального комплекса

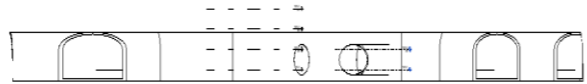


Рисунок 6 – Продольный разрез сооружения тоннеля

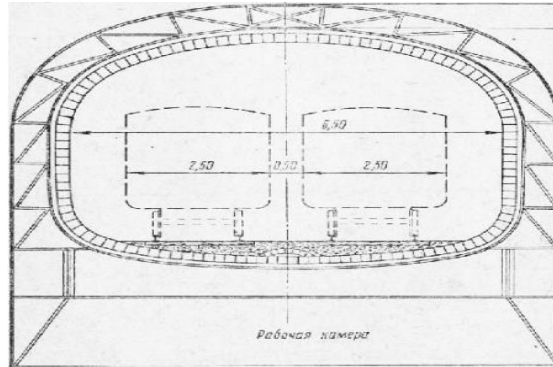


Рисунок 7 – Разрез тоннеля

Использование полимеров в строительных конструкциях

Для упрочнения конструкции используется арматура (рис. 7) или пластины из углепластика. Производительность арматуры зависит от прочности клея, используемого для связывания ее с бетонной поверхностью, и степени напряжения на границе раздела бетона и, непосредственно, самой арматуры, что определяет начало расслоения.



Рисунок 7 – Арматура из углеродистых полимеров

Повреждения, вызванные разрушением бетона, могут значительно уменьшить прочность конструкций, усиленных композитными полимерами. Кроме того, эти конструкции могут потребовать более высокий коэффициент безопасности в проекте.

Литература:

1. How a submersible well pump works and signs of failure [electronic resource]. – mode of access: <https://www.skillingsandsons.com/blog/how-a-submersible-well-pump-works-and-signs-of-failure>. - Date of access:30.05.2019
2. How do deep well water pumps work [electronic resource]. – mode of access: <https://chucta.com/how-do-deep-well-water-pumps-work/>. – Date of access:30.05.2019
3. Строительный портал новых технологий [электронный ресурс]. – режим доступа: <https://taratutenko.ru/>. – дата доступа:30.05.2019

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ SAN DONATO VAL DI COMINO - VILLETTA BARREA

*Будемко Александр Владимирович, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы, было выбрано два города в Италии – San Donato Val di Comino и Villetta Barrea, проанализировав их месторасположение, геологический характер местности, потребности населения в транспортной сети между городами, а также перспективы расширения численности населения в дальнейшем - было принято решение разработать одноярусный автодорожный тоннель, спроектировать портал в виде многофункционального и развлекательного комплекса.

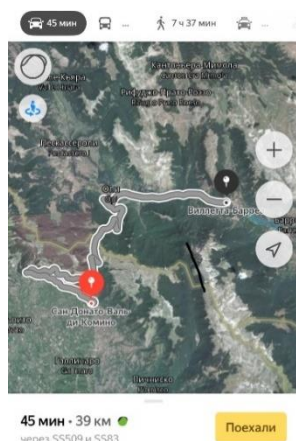


Рисунок 1 – Карта существующих дорог



Рисунок 2 – Запроектированный тоннель

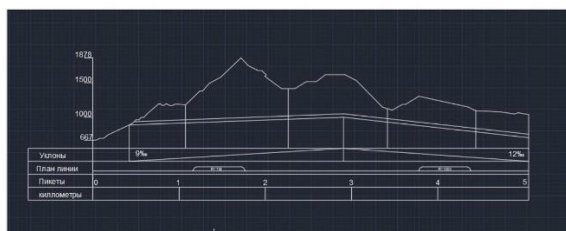


Рисунок 3 – Продольный профиль

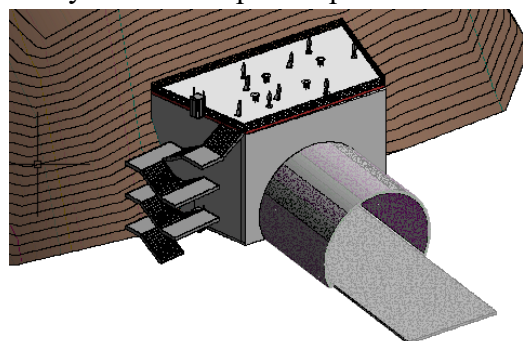


Рисунок 4 – Концептуальная модель портала

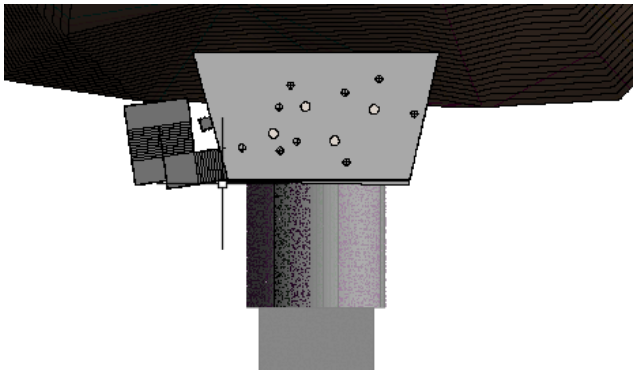


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (вид сверху)

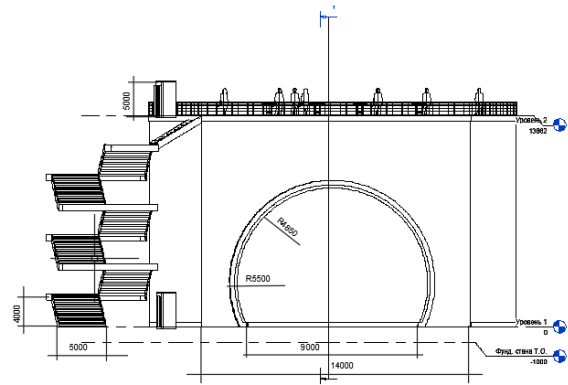


Рис Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - южный)

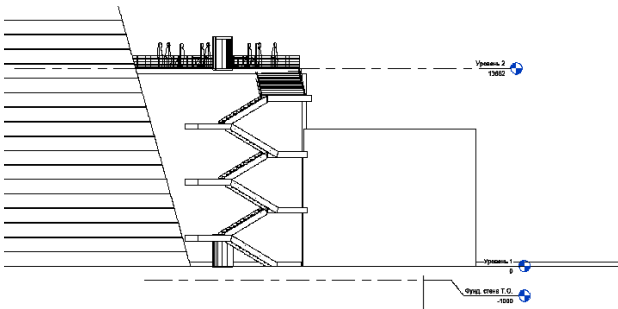


Рисунок 7 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - западный)

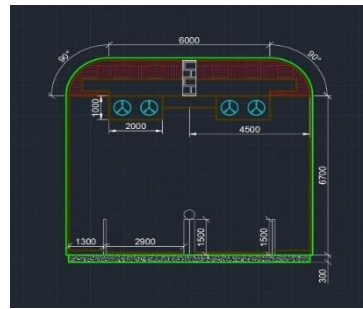


Рисунок 8—Поперечный профиль тоннеля

Помимо основной технической функции – входной части тоннеля, портал несет и другие, а именно:

- оборудование центра управления и наблюдения за системами безопасного движения;

- устройства в верхней части портала смотровых площадок;

- устройство столиков для приема пищи.

В перспективе может быть разработан комплекс, включающий: кафе, торгово-развлекательный центр, небольшие гостиницы и многое другое.

Тоннель спроектирован в один ярус, для возможности движения автомобилей. Это решение позволит сократить время переезда с San Donato Val di Comino до Villetta Barrea, что в свою очередь разгрузит объездные дороги и привлечет поток жителей из других городов и туристов.

При строительстве любого тоннеля необходима выработка, т.е. искусственная пустота в земной коре. Если породы неустойчивы, то необходимо соорудить временную крепь. Обделка также очень важна при строительстве тоннеля. Она воспринимает давление окружающих горных пород обеспечивает гидроизоляцию тоннеля. От выполнения этой процедуры зависит правильность работы конструкции.

При строительстве тоннеля горного типа рекомендуется использовать горный способ проходки с использованием буровзрывных работ или комбайновый способ.

Во время строительства необходимо использовать гидроизоляционные материалы, а также устроить и дренажную систему, позволяющую получить дополнительный уровень защиты.

Значительно увеличить водонепроницаемость бетонной обделки тоннеля поможет торкретирование ее внутренней поверхности несколькими слоями песчано-цементного раствора. Изготовление раствора на водонепроницаемом безусадочном цементе поможет избежать трещин. Эффективность торкретной изоляции увеличится при нанесении ее на предварительно прикреплённую стальную сетку.

Чтобы дополнительно увеличить защиту, используются специальные мембраны, изготовленные из ПВХ и других современных полимеров. Их также необходимо закладывать в конструкцию еще на этапе строительства.

Одна из главных задач любого тоннеля, при его эксплуатации, заключается в обеспечении безопасной транспортировке людей, грузов. Аварии, поломки авто и другие нештатные ситуации особо опасны в тоннелях. В связи с этим необходима установка различных контролирующих систем, следящих за габаритами автомобилей, их скоростью движения и дистанцией между ними. Важным является и мгновенное обнаружение аварийных ситуаций в тоннелях, с последующим принятием действий, для максимального безопасного решения возникшей задачи.

Вентиляция тоннелей – система мероприятий, направленная на поддержание нормальных атмосферных условий в тоннелях при их эксплуатации.

Контроль СО является одним из важнейших требований при проектировании тоннелей и подземных сооружений. Воздействие на человека оксида углерода может привести к серьёзным проблемам со здоровьем, а в некоторых случаях и к летальному исходу. Соответственно, вопрос правильного проектирования системы вентиляции в тоннелях и подземных сооружениях должен быть тщательно изучен.

На данный момент существует несколько типов вентиляционных систем:

- Естественная и искусственная (различаются по способу передвижения воздуха)
- Приточная и вытяжная (различаются по назначению)
- Местная и общеобменная (различаются по зоне обслуживания)
- Наборная и моноблочная (различие по типу конструкции)

Далее остановлюсь на более подробном описании естественной и искусственной вентиляции.

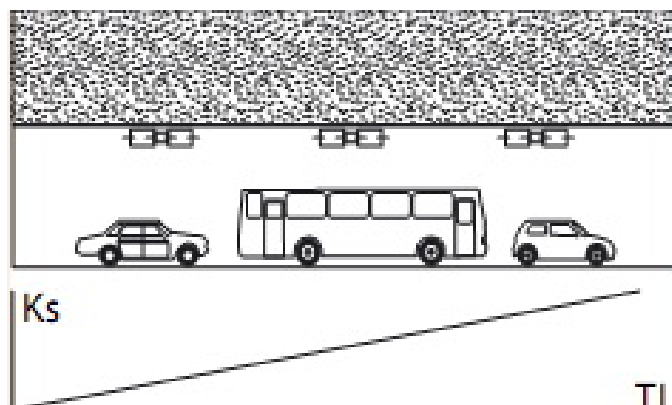


Рисунок 9 – Естественная система вентиляции

При естественном типе вентиляционных систем (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**) поток воздуха создается между двумя концами тоннеля за счет естественной разницы температур воздуха, изменения давления в зависимости от высоты и ветрового давления. Такая система вентиляции считается одной из самых дешевых, надежных и долговечных. Она часто применяется при строительстве небольших по длине тоннелей, а также тоннелей с малой интенсивностью движения. Например, во Франции, как и в Англии, максимальная длина городских тоннелей с таким типом вентиляции – 300 м.

Минусом такой системы вентиляции является ее прямая зависимость от погодных факторов (скорости ветра, его направления и т.д.). Соответственно, при определенных погодных условиях такие системы просто перестают работать. Например, такая система не позволяет контролировать распространение дыма при пожаре.

При искусственной вентиляции (также известной как механическая) поток воздуха создается при помощи специальных вентиляторов. Такая вентиляция применяется там, где недостаточно естественной. Этот способ вентиляции постоянно контролирует поток воздуха и более эффективен при чрезвычайных ситуациях.

При строительстве тоннелей чаще всего рассматривается вариант использования механической **продольной вентиляции** (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**), так как она требует наименьших капитальных затрат и наиболее проста в реализации. Такая система чаще всего используется для коротких тоннелей с односторонним движением. С помощью реактивных вентиляторов свежий воздух поступает через один из порталов тоннеля, а загрязненный выходит через противоположный.



Рисунок 10 – Продольная вентиляция

Кроме продольной вентиляции также используется **поперечные и полупоперечные типы вентиляционных систем**. Полупоперечная вентиляция характеризуется подачей свежего воздуха извне через канал, расположенный в тоннеле. Свежий воздух поступает через диффузоры, а загрязненный выходит через порталы тоннеля. При поперечной вентиляции свежий воздух и загрязненный циркулируют через каналы, расположенные внутри тоннеля, но отделенные от транспортных средств подвесным потолком или стеной. Такая система вентиляции является самой безопасной.

Литература:

1. Университет климата. Учебно-консультационный центр. [Электронный ресурс] - Система вентиляции тоннелей. Выбор схемы вентиляции. Режим доступа: https://www.hvac-school.ru/vestnik_ano/vestnik_ano_ukc_universitet_8/sistema_ventiljicii_tonnelei_2/ Дата доступа: 25.04.2019

РАЗВЕДОЧНОЕ БУРЕНИЕ

Булышко Виктория Евгеньевна, студентка 3 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Разведочное бурение используется при инженерно-геологических работах для определения геологического строения и гидрогеологических условий строительной площадки на нужную глубину, отбора проб грунтов и подземных вод, проведения опытных работ и стационарных наблюдений. В целом используется при исследовании горизонтальных или полого попадающих пластов и осуществляется посредством буровых скважин.

Буровая скважина - горная выработка преимущественно круглого сечения, проделанная специальным оборудованием с поверхности земли или с подземной выработки без доступа человека к забою под любым углом к горизонту. Состоит из устья, стенки и забоя.

В процессе работы происходит непрерывное извлечение горных пород. Образцы могут быть ненарушенной (керна) или нарушенной структуры.

Преимущества бурения: высокая скорость проделывания скважин, высокая механизация производства работ, возможность достижения большой глубины, мобильность бурового оборудования. Недостатки: малый диаметр скважин не позволяет производить осмотр стенок, по одной скважине нельзя определить элементы залегания слоев, размер образцов ограничивается диаметром скважины.

Обычный диаметр скважин 100—450 мм. Глубина зависит от задач строительства и может составлять десятки метров.

Бурение бывает ручное (выполняется ударно-вращательным или ударно-канатным способом) и механическое (осуществляется вращательными, ударно-механическими и вибро-буровыми установками).

В местах с некаустыми (глинистыми и песчаными) грунтами используется вращательное шнековое бурение. В комплект инструментов используемых для данного вида бурения входит долото и шнеки. Преимуществами шнекового бурения являются высокая скорость бурения по сравнению с остальными, большой процент времени чистого бурения, небольшие затраты времени на монтажные, демонтажные работы и вспомогательные операции, возможность отбора керна при использовании специального инструмента.

Бурение скважин глубиной до 30 метров производят забивными стаканами, желонками и грунтоносами. Забивное бурение используется в местах с любой разновидностью связных грунтов. При проходке неустойчивых глинистых и песчаных грунтов бурение проходит с одновременным погружением обсадных труб.

В местах с песчаными, илистыми грунтами и дресвой используется желонка. Она представляет собой стакан, в нижней части которого находится башмачок с клапаном. При подъёме он закрывает отверстие для того, чтобы извлекаемый грунт задерживался на дне стакана. Для прохождения дресвы также можно использовать долото.

По мере проходки буровой скважины составляется геологолитологическая колонка. На ней отображается, как залегают слои, их толщина, литологический тип, глубина залегания уровня грунтовых вод, места отбора керна, возраст пород. Принимаемый масштаб 1:100—1:500.

После завершения бурения скважина засыпается.

На сегодняшний день разведочное бурение развивается очень даже неплохо. Из-за большой потребности в нём эволюция в технике не обходит его стороной. Так можно отметить буровую установку Boyles С6С от компании «Эпирок». Она оснащена новым вращателем Durahead, который имеет две передачи. Одно из главных его преимуществ - отсутствие цепи. Он может работать только на высокой и низкой передаче, что очень сильно облегчает жизнь бурильщикам. Эффективное уплотнение предотвращает попадание воды и грязи в коробку передач и значительно повышает надежность и прочность установки. Кроме того, он очень прост в обслуживании благодаря семи смазочным фиттингам и удобному расположению фильтров смазочного масла. Boyles С6С очень эффективна, так как может самостоятельно взбираться на крутые холмы.

Буровая установка ГЕО 126П – новинка от кировского завода. Она гораздо компактнее и дешевле почти в 1,5 раза (что очень важно для импортозамещения) своих аналогов из других стран, может работать в тяжелейших условиях Крайнего Севера. Ей достаточно площади 8,5 м², легко разбирается и собирается, поэтому она может активно использоваться в узких тоннелях. Максимальный диаметр отверстия, проделываемого в породе - 300 мм, а глубина - 1270 м. Тяговое усилие ГЕО 126П составляет 126 кН. Данная новинка может бурить не только под любым углом к горизонту, но и веерным способом.

Литература:

1. Колпашников Г. А. Бурение инженерно-геологических скважин на строительной площадке и их опробование/ Колпашников Г. А. – Минск: БНТУ, 2018. – 56 с.
2. Геологический словарь. — М.: Недра, 1978. — Т. 2. — 227 с.
3. Этапы бурения скважины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.geotherm.kz/ru/news/77-etapy_burenija_skvazhiny/. – Дата доступа: 13.04.2019.
4. Инженерно-геологические изыскания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/2004065/>. – Дата доступа: 13.04.2019.
5. Антилопа пыгун из Блэк-Маунтин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epiroc.com/ru-kz/customer-stories/2018/the-klipspringer-of-black-mountain>. – Дата доступа: 13.04.2019.
6. Буровая установка ГЕО 126П [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=H9B-MRsYaSo>. – Дата доступа: 13.04.2019.
7. Прогресс технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.rambler.ru/other/41448942-zbt-predstavil-novuyu-modulnuyu-burovuyu-ustanovku-geo-126p/>. – Дата доступа: 13.04.2019.

ХИМИЧЕСКИЕ ИНЪЕКЦИИ

Бурак Александра Сергеевна, студентка 4 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Инженерам приходится сталкиваться с ситуациями, в которых здания и сооружения страдают от проблем, связанных с грунтовыми условиями. Почва, поддерживающая фундамент, со временем изменяется, и это создает дополнительную нагрузку на фундамент, вызывая деформации.

Улучшение почвы - первый шаг к исправлению этих проблем. Это можно достигнуть многими путями, но теперь доступна технология с низким уровнем помех, которая состоит из впрыскивания вспенивающейся полиуретановой смолы.

Традиционные инъекционные методы используют смесь воды и цемента с добавками. Это нерасширяющиеся смолы. Улучшение почвы достигается путем приложения давления к жидкому раствору, а уменьшение или уплотнение пустот достигается за счет объема.

Вспенивающиеся полиуретановые смолы получают экзотермической реакцией между полиолом и изоцианатом. Во время химической реакции образуется большое количество углекислого газа, что вызывает объемное расширение смеси и образование губчатой структуры. При производстве углекислого газа необходима вода, которая реагирует с изоцианатной группой. При отсутствии воды используется химически инертное вещество с низкой температурой кипения, которое испаряется, потребляя часть тепла полимеризации.

Смесь превращается из жидкости в твердое вещество и затвердевает за очень короткое время. Время реакции зависит от температуры смешанных компонентов. Таким образом, регулируя температуру компонентов, можно ускорить или замедлить время реакции.

Давление зависит от способности газа расширяться в пузырьках до его затвердевания. Структура «закрытой ячейки» вспененной смолы показана на рисунке 1.

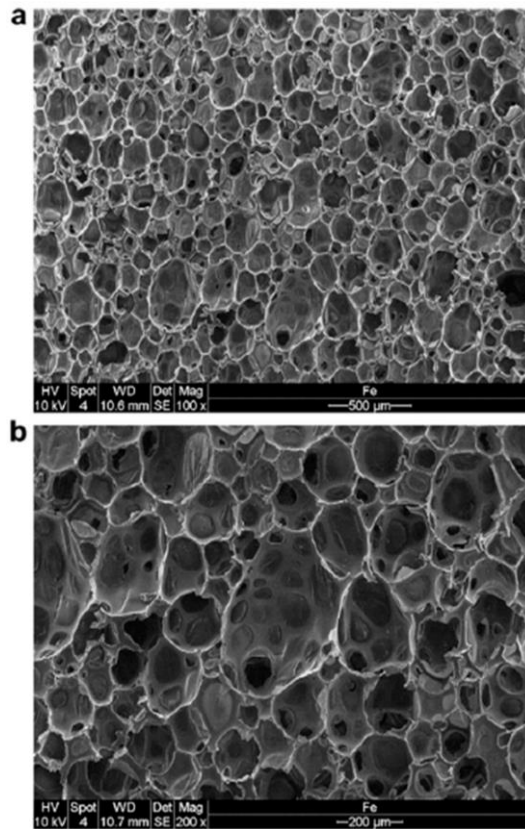


Рисунок 1 – Изображения, полученные с помощью электронного микроскопа расширяющейся полиуретановой смолы. (а) Увеличено $\times 100$; (б) Увеличено $\times 200$

Благодаря инъекционной технологии полиуретановая смола вводится в почву через небольшие отверстия на разных глубинах, не нарушая конструкции и вышележащий грунт. Обработанный грунт уплотняется впрыскиванием смолы под фундамент под низким давлением. Как только смола в почве расширяется, поверхность раздела почвы может быть восстановлена на разных глубинах и в областях, где допустимые значения напряжения являются низкими. (Рис. 2).

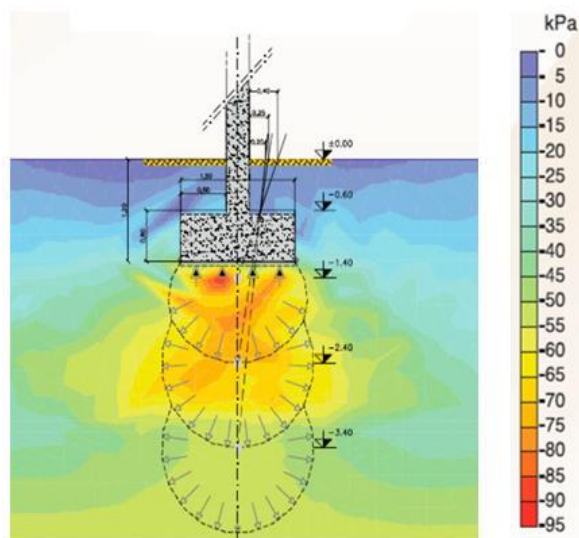


Рисунок 2 – Изополя напряжений грунтового массива после усиления

Таким образом достигается лучшее распределение нагрузки, а пики натяжения под фундаментом ограничены. Внедрение расширяющейся полиуретановой смолы в почву является технологией для улучшения почвы, которая также используется для правильного оседания почвы в строительстве.

Литература:

1. Слоан С. В. Использование расширяющейся полиуретановой смолы для восстановления обширных оснований почвы.
2. Будиман Дж. Экспансивная почва: причины и методы лечения.

ОГРАЖДЕНИЯ БАРЬЕРНОГО ТИПА

*Бурак Дмитрий Григорьевич, студент 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)

Барьерное ограждение - конструктивный элемент дороги, состоящий из консолей, стоек и балки, тросов, а также из бетона, предназначенный для:

-предотвращения выезда транспортного средства на встречную полосу движения;

-исключения съезда автомобиля с обочины или мостового сооружения;

-создания препятствия для случайного выхода пешеходов на проезжую часть, а также для перехода их в неположенном месте.

В данный момент на наших дорогах устанавливают три типа ограждений:

1) Металлические – гасят удар за счет своей деформации. (Рис.1).

2) Бетонные – не деформируются, в случае повреждения повышается стоимость самого отбойника и увеличиваются повреждения автомобиля. (Рис.2).

3) Тросовое ограждение – состоит из 2-4 стальных тросов, установленных на слабо закрепленных стойках. На 25% дешевле бетонного ограждения. (Рис.3).

На путепроводах и автомобильных мостах устанавливают мостовые ограждения барьерного типа 11МО (мостовое одностороннее) и 11МД (мостовое двухстороннее), препятствующие съезду движущегося транспортного средства с проезжей части подобных сооружений. (Рис.1). Независимо от протяженности и размеров любой мост является объектом повышенной опасности, поэтому мостовые ограждения всегда были под строгим контролем качества и предъявляемым к ним требованиям техники безопасности.



Рисунок 1 – Мостовое ограждение

Испытание

В качестве испытания используется металлическое ограждение барьерного типа 11ДО (дорожное одностороннее), которое устанавливается вдоль дорог и предотвращает случайному выезду за их пределы. (Рис.2).



Рисунок 2 – Ограждение группы 11ДО



Рисунок 3 – Ограждение 11ДО. Детали соединения балки со стойкой. 1 – Балка, 2 – Стойка, 3 – Консоль железная, 3 – Болт М16 х 45.58 ГОСТ 7802-81, 4 – Болт М10 х 1,25-8g х 30.58 ГОСТ 7796-70

Целью испытания является проверка удерживающей способности конструкций ограждений барьерного типа.

Испытание проводится на специально отведенном полигоне, оборудованном площадкой для разгона автомобилей и местом установки ограждения. На площадке для разгона закреплен рельс, по которому движется буксирующий автомобиль-тележка с устройством для отделения автомобиля

перед наездом на испытываемое ограждение. Тележка буксируется через систему блоков тросом, который вытягивается автомобилем-тягачом. Эта система предусматривает возможность получения скорости испытываемого автомобиля выше скорости тягача в 2-3 раза.

Под углом в 20 град. И разгонному направляющему рельсу устанавливается испытываемое ограждение.

Для проведения испытаний выбраны параметры взаимодействия автомобиля с ограждением:

- скорость наезда на ограждение легковых автомобилей – 90 км/ч;
- скорость наезда автобуса – 70 км/ч;
- угол наезда – 20 град.;
- массы автомобилей – легкового 1 т., автобуса 20 т.

По результатам испытаний определялись следующие параметры:

- удерживающая способность от легкового автомобиля составила 297 кДж;
- удерживающая способность от автобуса составила 462 кДж;
- фактические углы наезда в 20 град. соблюдены;
- динамический прогиб ограждения от легкового автомобиля 0,35 м;
- динамический прогиб ограждения от автобуса – 1,13 м.

Таким образом, можно сделать вывод, что автомобиль, вступивший во взаимодействие с ограждением не должен опрокидываться через его; ограждение должно исправить траекторию при наезде транспортного средства; уменьшить тяжесть дорожно-транспортного травматизма людей.

Литература:

1. Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия: ГОСТ 26804-2012. - Введ 01.11.2013. - Минск, Беларусь.
<http://docs.cntd.ru/document/1200101296>.
2. Ограждения дорожные, удерживающие для автомобилей барьерного типа, дорожной и мостовой групп, односторонние и двухсторонние. Технические условия: ТУ 5216-055-00110604-2007. – Взамен ТУ 5216-017-00110604-02, ТУ 5216-020-00110604-03, ТУ 5216-021-00110604-03, ТУ 5216-024-00110604-04, ТУ 5216-025-00110604-06, ТУ 5216-031-00110604-06, ТУ 5216-054-00110604-02; введ. РФ 04.07.2008. - Домодедово.
3. Обоснование параметров конструкций ограждений барьерного типа/ Малинин Павел Квинтельянович. – 13.10.1993.
<http://tekhnosfera.com/view/424243/a#?page=1>.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ WYBRZEZE GDANSKIE И ZYGMUNTA STOMINSKIEGO В ГОРОДЕ ВАРШАВА(ПОЛЬША)

*Бурак Дмитрий Григорьевич, студент 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы требуется решить проблему больших пробок в городе Варшава, Польша. Было принято решение разгрузить данные улицы- Wybrzeze Gdanskie и Zygmunta Stominskiego. Выполнив детальную разработку проекта транспортных узлов города Варшава, для оптимизации движения транспорта проектом было предусмотрено устройство транспортного тоннеля с использованием многофункционального подземного комплекса, включающего в себя паркинг на 720 машино-мест. Мое решение представлено на фото с учетом действия нагрузок на тоннель.

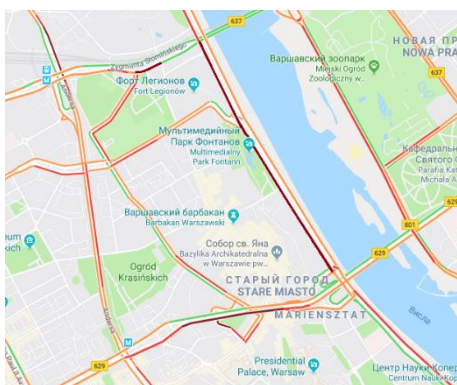


Рисунок 1 – Карта с учетом пробок в 9 баллов

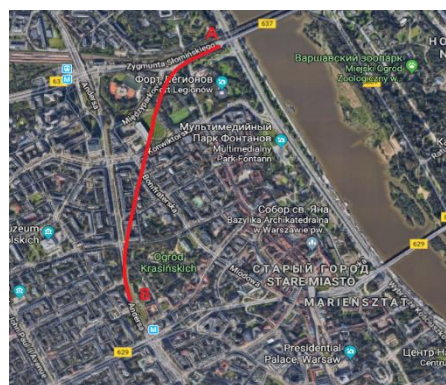


Рисунок 2 – Генеральный план размещения тоннеля

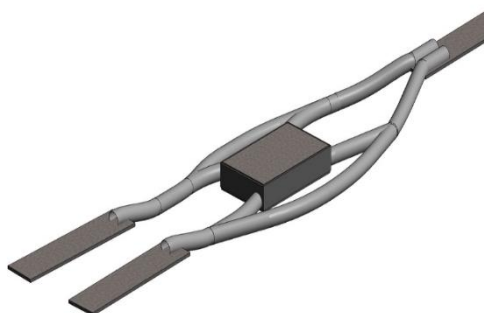


Рисунок 3 – Концептуальная модель тоннелей

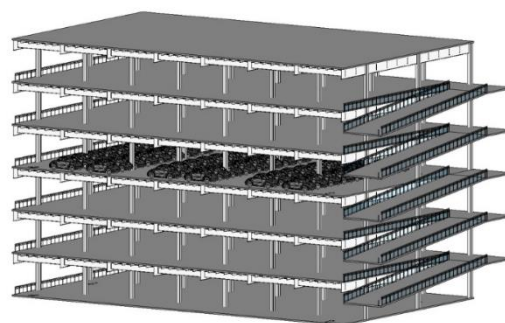


Рисунок 4 – Разрез паркинга

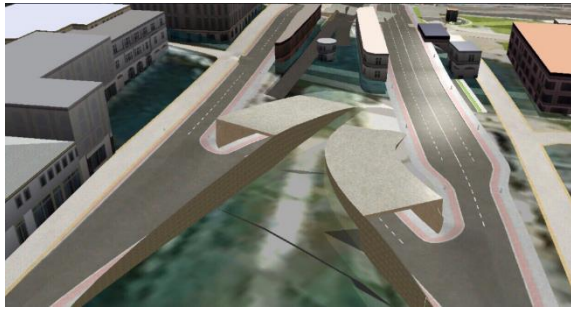


Рисунок 5.1 – Архитектурно-планировочное решение въезда/выезда в тоннель



Рисунок 5.2 – Архитектурно-планировочное решение въезда/выезда в тоннель

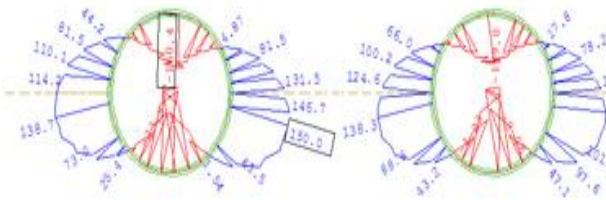


Рисунок 6 – Эпюры моментов, возникающие в конструкции железобетонной обделки на стадии завершения строительства тоннеля



Рисунок 7 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершения строительства тоннеля

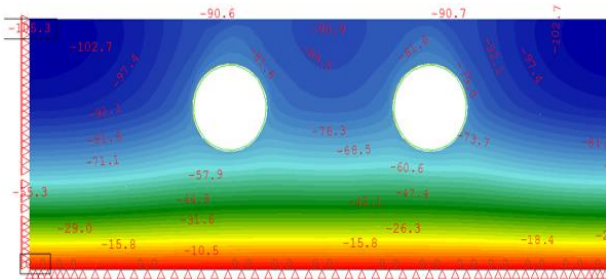


Рисунок 8 – Изополя перемещений по вертикали упругого полупространства совместного с конструкцией железобетонной обделки на стадии строительства тоннеля

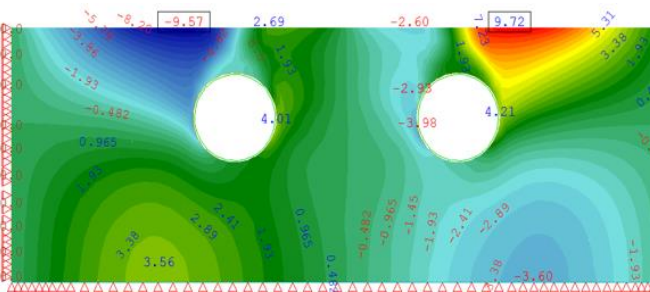


Рисунок 9 – Изополя перемещений по горизонтали упругого полупространства совместного с ж/б обделки на стадии строительства тоннеля

Было принято решение при строительстве данного транспортного тоннеля применить такую технологию, которую предложил создатель первого скоростного тоннеля Илон Маск.

В 2016 году американский инженер Илон Маск опубликовал запись в Twitter, что планирует начать копать тоннели, чтобы обеспечить альтернативу перегруженным дорогам Лос-Анджелеса. “Зачем сидеть в пробке над землей, когда возможно ускориться ниже неё?” - добавил он.

Эта идея, прозвучавшая почти как шутка, получила поддержку со стороны подписчиков его аккаунта. Стоит отметить, что почти любые необычные проекты, которые вызывают достаточно положительный отклик у людей, могут перерасти в реальный проект. Теперь шутка превратилась во что-то реальное.

19 декабря Маск открыл первый скоростной подземный тоннель под Лос-Анджелесом, по которому будут на большой скорости перемещаться электрокары. (Рис.1). Возможности тоннеля продемонстрировал на примере продукции основанной им компании Tesla.



Рисунок 10 – Движение электрокара по тоннелю

Длина тоннеля, на строительство которого ушло 10 миллионов долларов и полтора года, составляет 1 километр 835 метров. Электрокары будут передвигаться со скоростью более 240 километров в час. Илон Маск отметил, что по тоннелю могут передвигаться не только автомобили Tesla, но и любые электрокары, оснащенные специальными выдвижными колесами, которые можно убрать по необходимости. Такие наборы направляющих колес, которые соединяют автомобиль со стенами тоннеля, будут стоить от 200 до 300 долларов.

Слова журналиста, который проехал по данному тоннелю:

“Автомобиль въехал на небольшую парковку и остановился на металлическом лифте. Спустя несколько мгновений видение Маска о том, как справиться с пробками, начало обретать форму. (Рис.2).

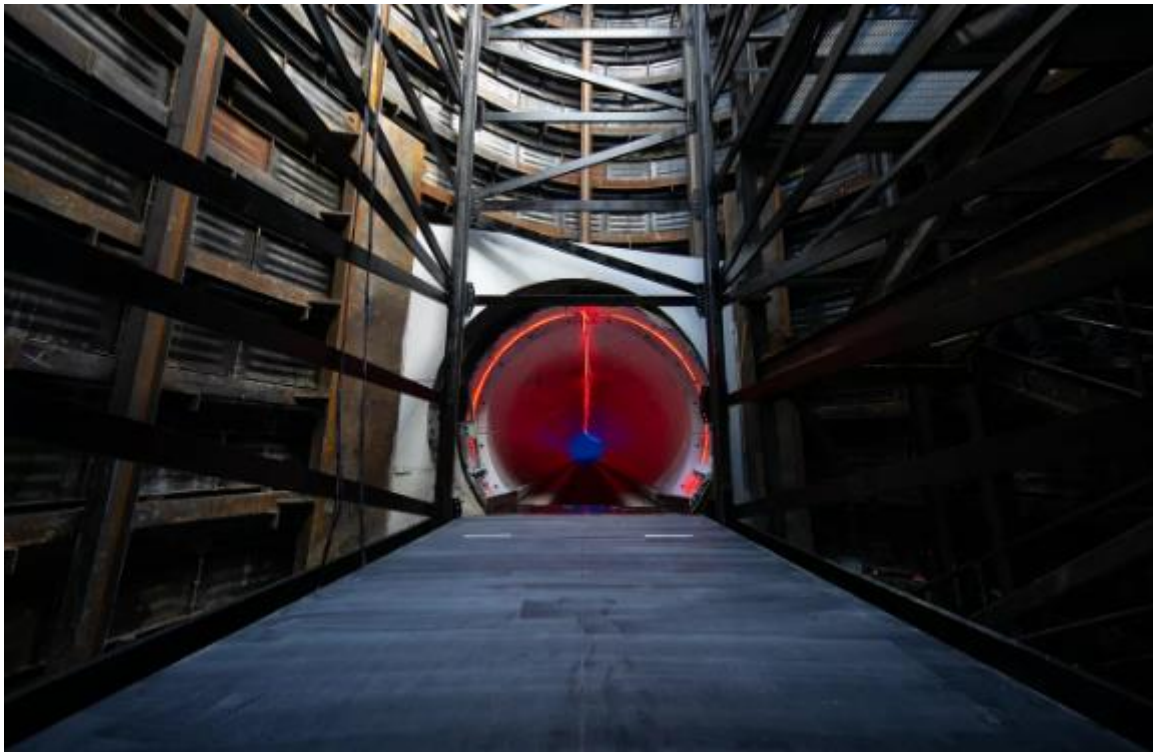


Рисунок 11 – Спуск на лифте в тоннель

Лифт медленно опустил нас вниз. Посмотрев через лобовое стекло, мы с тремя журналистами увидели, к чему мы пришли- это был тоннель, длиной почти в 2 километра, построенный для экспериментов с технологией подземного транспорта. Наша Tesla со скоростью в 70 километров в час движется вперед. В конце пути мы снижаем скорость и наш автомобиль вздрогнул. Красные огни на вершине тоннеля внезапно стали зелеными. Это было похоже на поездку в парке развлечений. Примерно через 2 минуты автомобиль вышел из тоннеля на парковку”.

Илон Маск описывает свое путешествие по тоннелю как “эпическое”. Он продолжил: “Для меня это был момент эврики. Эта штука очень хорошо работает.”

Инженеры компании утверждают, что создание системы подземных автомобильных тоннелей можно считать наиболее эффективным средством борьбы с пробками. Подземные трассы, по мнению представителей компании, можно располагать практически неограниченным количеством слоев, причем в отличие от многоуровневых магистралей над землей они не будут зависеть от погоды или создавать дополнительные трудности для передвижения пешеходов. Также тоннели во многих отношениях выглядят более перспективным методом борьбы с пробками, чем летающие автомобили, которые производили бы много шума и являлись бы причиной постоянной тревоги для тех, кто оказался под ними.

Литература:

1. Американский веб-сайт о технике “THE VERGE” [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.theverge.com/2018/12/19/18148061/boring-tunnel-test-drive-hawthorne-tesla-elon-musk>. – Дата доступа: 19.12.2018.
2. Информационно-аналитический бизнес-телеканал “CNN Business” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edition.cnn.com/2018/12/19/tech/boring-company-tunnel-elon-musk/index.html>. – Дата доступа: 13.01.2016.
3. Редакция газеты “Московский комсомолец” Электронное периодическое издание “МК.RU”, г. Москва. Главный редактор и учредитель – П.Н. Гусев. <https://www.mk.ru/science/2018/12/19/otkryt-tonnel-pod-losanzhelesom-chem-unikalen-proekt-ilona-maski.html>.

ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОРОДСКИХ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Бурак Илья Иванович, студент 4-го курса

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Подземное строительство в городской местности сталкивается с множеством проблем и трудностей. Технические достижения и достижения в области технологий проходки тоннелей в сочетании со стоимостью земли для строительства наземных сооружений будут представлять собой сильный толчок к развитию подземного строительства.

Чем больше инфраструктуры построено на земле и под землей, тем больше проблем возникает при проектировании и строительстве подземных сооружений в городской черте, которые должны быть решены. Каждый отдельный случай будет отличаться и потребует специальных решений. Можно предположить, что проблемы такого рода будут увеличиваться и в будущем при строительстве под всё более интенсивными городскими застройками.

Одной из наиболее часто встречающихся помех является необходимость избегать нанесения удара по существующим инфраструктурам. (Рис. 1) Это означает, что их нужно переносить, или отклонять ось планируемого сооружения, что повлечёт за собой некоторые изменения в существующий проект. Пересечение над или под существующими конструкциями может вызвать серьезную головную боль.

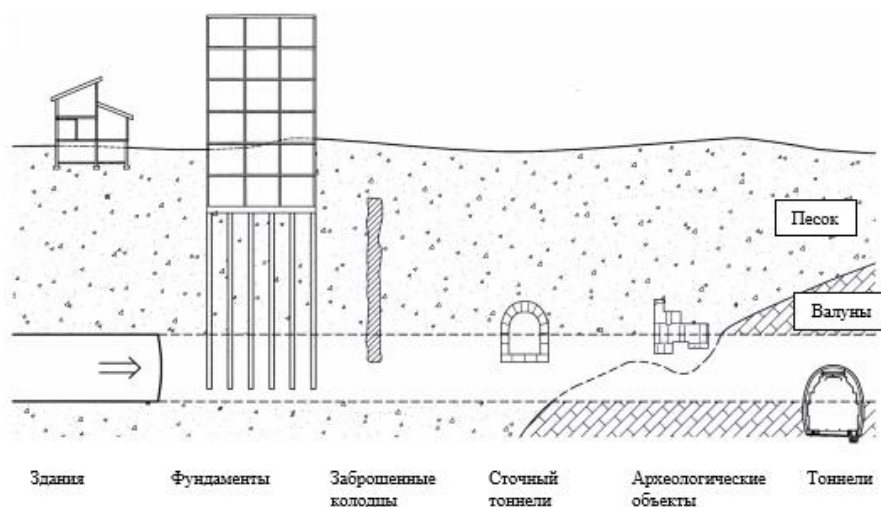


Рисунок 1 – Препятствия возникающие на пути проходки тоннеля

Дополнительные неопределенности могут возникнуть из-за присутствия неизвестных, более старых структур под историческим районами городов. В качестве примера можно упомянуть бывшие подземные карьеры, шахтные галереи, военные подземные сооружения, старые подвалы или заброшенные колодцы, которые могли быть заполнены вещами, представляющими большой археологический интерес и ценность.

В современном мире в связи с большой глобализацией и развитием обширных сетей метрополитена возникает проблема проектирования и строительства транспортных тоннелей из-за действия дополнительных нагрузок на обделку тоннелей и на окружающий грунт. Ниже представлен расчёт в программе SOFiSTiK нагрузок на тоннель, возникающих от выше проходящей ветки метрополитена (состав метropоезда состоит из 5 вагонов).

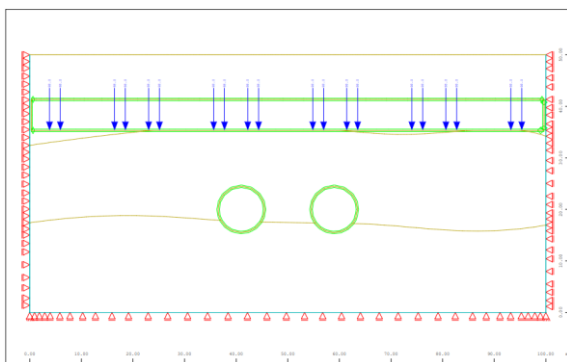


Рисунок 2 – Схема расположения нагрузки от поезда

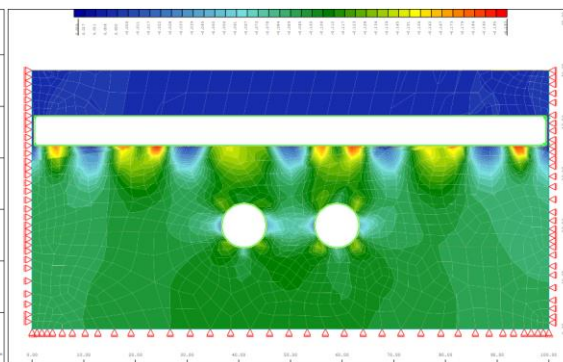


Рисунок 3 – Перемещения грунта по оси Y

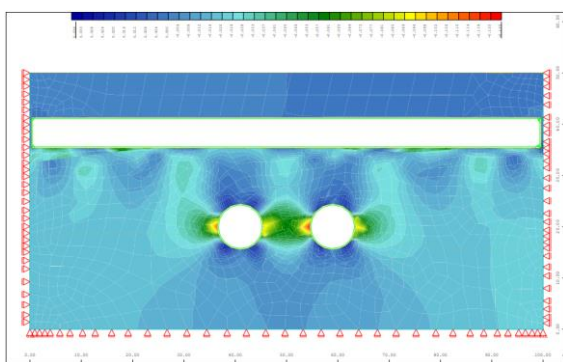


Рисунок 4 – Перемещения грунта по оси X

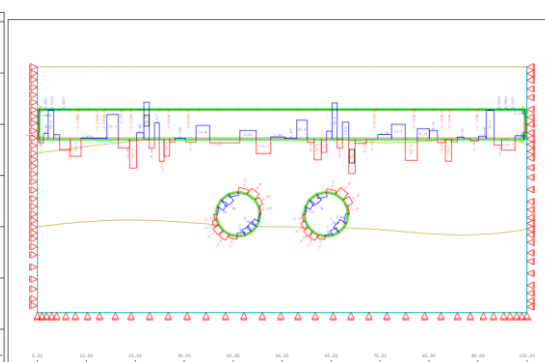


Рисунок 5 – Эпюра напряжений в обделке тоннелей

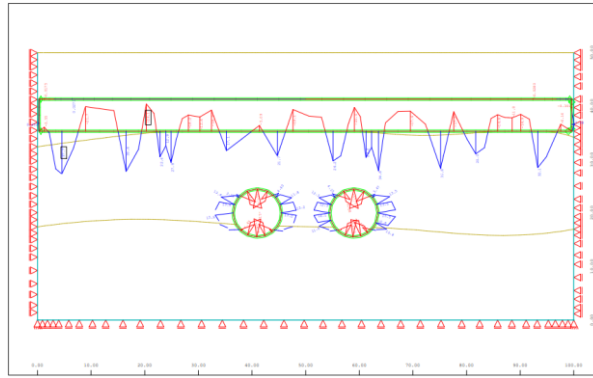


Рисунок 6 – Эпюра моментов в обделке тоннелей

Расчёт проводился по невыгодному положению нагрузки. Нагрузка была приложена точно т.е. без учёта её распределения через железнодорожные пути.

УГЛЕРОДНЫЙ БЕТОН

*Вабищевич Фёдор Витальевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., ассистент)*

Уже более 100 лет на рынке доминирует один строительный материал: железобетон. Из-за коррозии срок службы железобетонных конструкций становится все меньше и меньше. Более 100 миллионов кубометров построено из железобетона. Это самый важный строительный материал в Германии. Бетон - это материал, наиболее используемый после воды в мире, который всегда имеет высокий расход сырья. Кроме того, это приводит к огромным выбросам CO₂. На производство цемента приходится 6,5% общих выбросов углекислого газа. Это примерно в три раза больше количества углекислого газа, выбрасываемого мировой авиацией. Однако появился новый композитный материал, который обладает большей прочностью, долговечностью и легкостью. Это углеродный бетон.

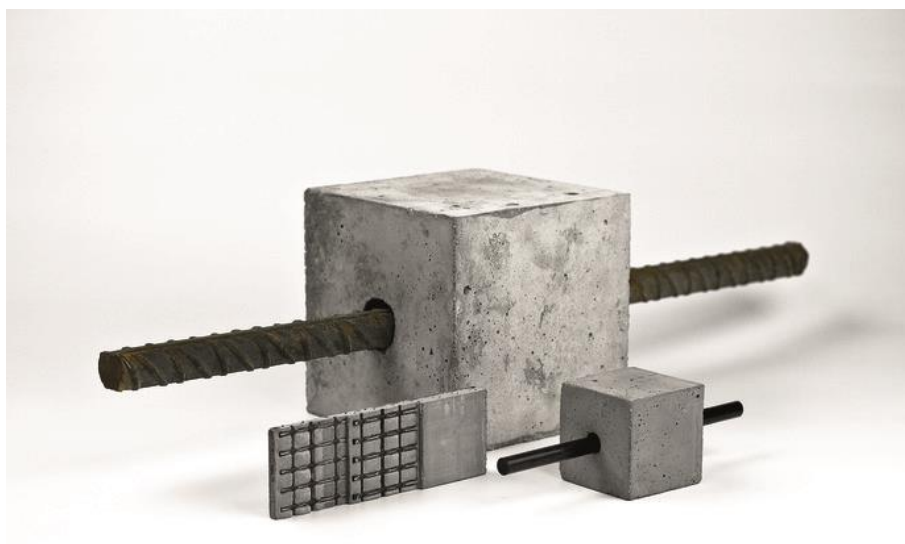


Рисунок 1 – Сравнение стальных и углеродных стержней, а также бетона с углеродной сеткой

Строительный материал изготавливается разными методами. Под углеродным бетоном понимается соединение бетона и углеродных волокон. В настоящее время существует три метода изготовления данного строительного материала:

Углеродные стержни добавляются в бетон. Они расположены по всему массиву сооружения.

В виде сеток из углеродных волокон, расположенных между тонкими слоями бетона.

Углеродные волокна систематически распыляются в бетон. Это производит строительный материал с чрезвычайной прочностью на растяжение.

Углеродный бетон сочетает в себе ряд преимуществ. С углеродом прочность увеличивается в пять-шесть раз по сравнению с арматурной сталью. Срок службы тоже значительно увеличивается. Углерод не подвержен коррозии. Строительный материал может быть изготовлен из любого другого материала, который содержит углерод. В текущих проектах исследователи используют то, что называется лигнином, например, отходы, которые производятся при производстве древесины.

Мосты являются хорошим примером. В Германии более 200 000 мостов. Большинство из них требуют срочного восстановления, поскольку их средняя продолжительность жизни составляет всего около 40-50 лет. Мосты из армированного углеродом бетона, такие как мост в Альбштадте, смогут прослужить в течение примерно 80 лет без каких-либо масштабных ремонтных работ.

Затраты являются самым большим недостатком будущего строительного материала. Один килограмм железобетона стоит около 1 евро в производстве, один килограмм углеродного бетона около 20 евро. Однако эти абсолютные цифры не отражают реальную картину. Углеродный бетон позволяет сэкономить около 75 процентов материалов. Следовательно, общая стоимость строительного проекта снижается. В связи с долговечностью, прочностью и коррозионной стойкостью материала затраты уравниваются.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.allplan.com/en/carbon-concrete> – Дата доступа: 26.04.2019.
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bauen-neudenken.de/en/#rethink-building> – Дата доступа: 26.04.2019.
3. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.newscientist.com/article/2185217-the-future-with-lower-carbon-concrete/> – Дата доступа: 26.04.2019.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ ТАСКЕЛЕНИ И СЭЙМЕНИСКИ. НОВЫЕ ВАГОНЫ ДЛЯ МИНСКОГО МЕТРО

*Волах Павел Игоревич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Для оптимизации движения был разработан тоннель в г.Вильнюс. Население города Вильнюс составляет 544 386 чел. Площадь составляет 401 км². Тоннель ведет в подземный комплекс, состоящий из торгового центра и паркинга на 400 машино-мест.

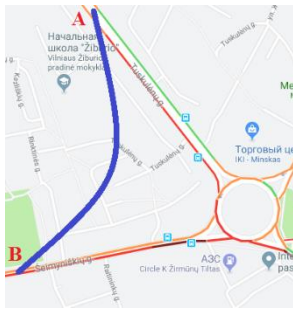


Рисунок 1 – Карта с пробками

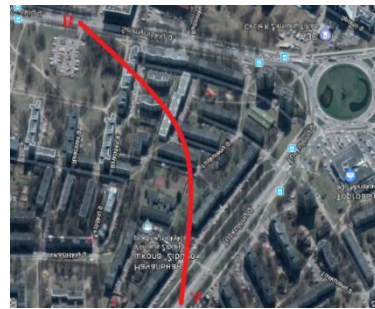


Рисунок 2 – Генеральный план



Рисунок 3 – Модель тоннеля



Рисунок 4 – Архитектурное решение портала

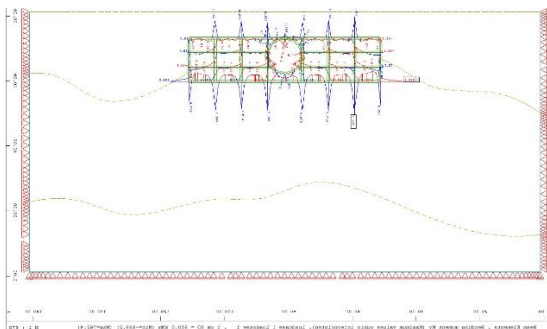


Рисунок 5 – Моменты возникающие в конструкциях тоннелей



Рисунок 6 – Внутренние усилия в конструкциях

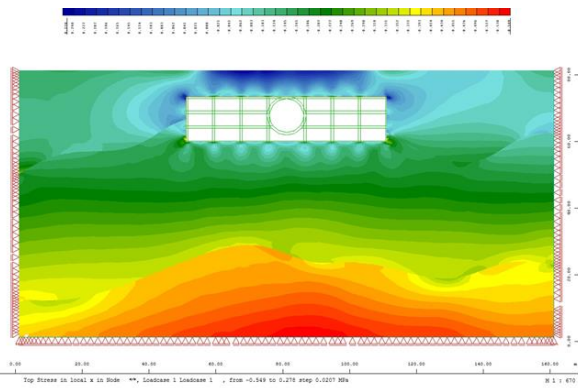


Рисунок 7 – Изо-поля напряжений по оси X (по горизонтали)

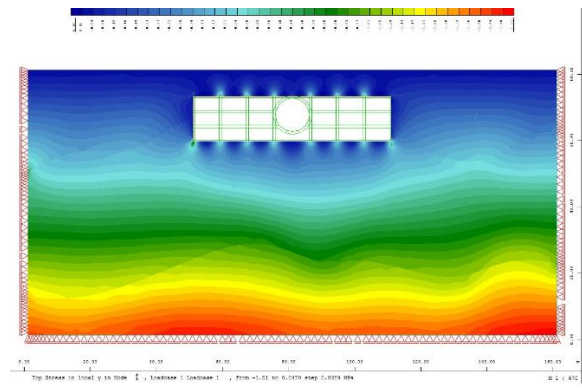


Рисунок 8 – Изо-поля напряжений по оси Y (по вертикали)

В июне 2019 года Минскому метрополитену исполнится 35 лет, назрела необходимость поэтапного обновления подвижного состава на двух действующих линиях. До 2035 года в планах Минского метрополитена - обновление около 200 вагонов метро из 361.

В январе 2017 года ЗАО "Штадлер Минск" и "Минский метрополитен" заключили трёхлетний контракт на поставку десяти поездов с асинхронным тяговым приводом (ЭПМ-АТП) на сумму более 122 миллиона рублей. По контракту "Штадлер Минск" должен изготовить 44 вагона - 6 четырёхвагонных поездов и 4 пятивагонных. Планируется их эксплуатация на всех действующих линиях предприятия "Минский метрополитен", а в перспективе ими должны заменить существующий парк подвижного состава. Вся партия должна быть поставлена до 2020 года.

ЗАО «Штадлер Минск» - предприятие швейцарского концерна Stadler, его филиалы работают по всему миру. Специализация Штадлер Минск - производство современного подвижного состава для стран СНГ и Европы : одноэтажных региональных поездов семейства FLIRT, двухэтажных поездов KISS (в том числе 4-х и шестисекционных аэроэкспрессов), а также вагонов для метрополитена. Готовый поезд для Минского метрополитена презентовали на «Штадлере» 20 марта. (Рис. 9).



Рисунок 9 – Первый поезд

Современная модульная система изготовления поездов позволяют составить электропоезда от четырех до восьми вагонов. Длина поезда из четырех вагонов - 78,4 м, из пяти - 97,65 м. Размеры одного вагона - ширина 2,65 м, высота - 3,69 м. В каждом вагоне установлено 8 двухстворчатых дверей. Количество сидячих мест — 168 в четырехвагонном поезде и 212 в пятивагонном. Количество стоячих мест — соответственно 588 и 737. (Рис. 10).



Рисунок 10 – Вагоны

Средняя скорость поездов — 40 км/ч, максимальная — 80 км/ч, что позволит сократить интервалы между поездами. Гарантийный срок эксплуатации поездов составляет 560 тыс. км пробега.

Кузов вагона изготовлен из алюминиевых сплавов и представляет собой цельнометаллическую несущую конструкцию, сроком службы составляет 50 лет. В конструкции кузова применены звукопоглощающие материалы, что позволит существенно снизить уровень шума не только в пассажирском салоне, но и на рабочем месте машиниста в кабине поезда. (Рис. 11).



Рисунок 11 – Пассажирский салон

В основе дизайна вагона — цвета герба Минска: синий, белый и красный. По задумке дизайнеров внешний вид поезда должен ассоциироваться с Минском. Национальный колорит разработчики сохранили и внутри вагона.

Всё оборудование и устройство в поезде выполнено с учетом удобства и безопасности. Между вагонами поезда (классификация 900-WE2) есть сквозной проход с широким переходом, что позволит увеличить пассажироместимость до 8 %.

Салоны оборудованы системой вентиляции и кондиционирования. Для быстрой посадки и высадки пассажиров предусмотрены просторные входные площадки. Зона возле дверей для повышения безопасности пассажиров выделена желтым цветом. Сидения в салоне расположены продольно, они крепятся к

боковым стенам вагона и повторяют форму человеческого тела. В головных вагонах, в непосредственной близости от входной двери, оборудована зона для перевозки лиц с ограниченными возможностями, а также предусмотрены дополнительные откидные сиденья. Для связи с машинистом в зонах для людей с ограниченными возможностями и в переходах на удобной высоте размещены устройства связи "пассажир-машинист". Головные вагоны оборудованы откидными телескопическими трапами для быстрой и безопасной эвакуации пассажиров в чрезвычайных ситуациях.

На кузове головного вагона установлены цифровые видеокамеры наружного видеонаблюдения вдоль состава, обеспечивающие необходимую обзорность машинисту. В салоне каждого вагона также установлены четыре цифровые видеокамеры системы видеонаблюдения. В каждом вагоне имеются места для подзарядки электронных девайсов. (Рис. 12).



Рисунок 12 – Разъем для зарядки телефона

Для обеспечения контроля и безопасности движения, снижения расхода электроэнергии и сокращения интервалов движения поезд оборудован системой автоведения. Основные функции системы: соблюдение графика движения поездов, автоматическое закрытие дверей и проверка их закрытия до отъезда поезд, включение и отключение тяговых двигателя для выполнения заданного

режима эксплуатации, автоматическая остановка поезда, запрет на открытие дверей со стороны, противоположной пассажирской платформе,

1 апреля 2019 года новый состав для столичной подземки прибыл в Минск в депо «Московское» Минского метрополитена. Доставка была осуществлена по рельсам благодаря тому, что ширина колеи, используемая в метро, такая же, как на железной дороге. Дальнейшие статические и динамические пусконаладочные испытания будут проводиться специалистами ЗАО "Штадлер Минск" и испытательными центрами на действующих линиях и тракционных путях депо при содействии госпредприятия "Минский метрополитен".

Планируется, что поезд начнут эксплуатировать на второй линии подземки в октябре-ноябре 2019 года, до этого его будут обкатывать в метро без пассажиров. Современные поезда соответствуют всем необходимым требованиям в части безопасности, комфорта, удобства управления и технического обслуживания.

Литература:

1. Лисатович, Т. Stadler и Минский метрополитен презентовали поезд для столичной подземки [Электронный ресурс] / Татьяна Лисатович // БЕЛТА. – Режим доступа: <https://www.belta.by/regions/view/stadler-i-minskij-metropoliten-prezentovali-poezd-dlja-stolichnoj-podzemki-340665-2019/>. – Дата доступа: 16.05.2019.
2. Директор "Штадлер Минск": в планах — поезда метро для СНГ и новый завод [Электронный ресурс] // Sputnik. Режим доступа: <https://sputnik.by/radio/20190325/1040588102/Direktor-Shtadler-Minsk-v-planakh--poezda-metro-dlya-SNG-i-novyy-zavod.html>. – Дата доступа: 16.05.2019.
3. Как выглядит новый поезд для минского метро. Репортаж с презентации Stadler [Электронный ресурс] // СТБ. – Режим доступа: <http://www.ctv.by/novosti-minska-i-minskoy-oblasti/kak-vyglyadit-novyy-poezd-dlya-minskogo-metro-reportazh-s>. – Дата доступа: 16.05.2019.
4. Чеканов, В. В. Минский метрополитен: вчера, сегодня, завтра [Электронный ресурс] / В. В. Чеканов // Метро и тоннели. – 2018. – № 3. – С. 12–16. – Режим доступа: <https://library.bsu.by:3260/item.asp?id=35344310>. – Дата доступа: 16.05.2019.

5. Яковлев, П. Г. Опыт работы компании Stadler на «Пространстве 1520» [Электронный ресурс] / П. Г. Яковлев // Железные дороги мира. – 2017. – № 6. – С. 50–53. – Режим доступа: <https://library.bsu.by:3260/item.asp?id=29187279>. – Дата доступа: 16.05.2019.
6. Коршун, Т. И. Транспортная инфраструктура Республики Беларусь: особенности, направления развития [Электронный ресурс] / Т. И. Коршун, А. А. Корда, О. С. Гулягина // Логистические системы в глобальной экономике. – 2018. – № 8. – С. 158–162. – Режим доступа: <https://library.bsu.by:3260/item.asp?id=35425388>. – Дата доступа: 16.05.2019.

УСТРОЙСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА В АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЯХ. КОНТРОЛИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Волчек Алексей Генадьевич, студент 3 курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Одна из главных задач любого тоннеля, при его эксплуатации, заключается в обеспечении безопасной транспортировке людей, грузов. Аварии, поломки авто и другие нештатные ситуации особо опасны в тоннелях. В связи с этим необходима установка различных контролирующих систем, следящих за габаритами автомобилей, их скоростью движения и дистанцией между ними. Важным является и мгновенное обнаружение аварийных ситуаций в тоннелях, с последующим принятием действий, для максимального безопасного решения возникшей задачи.

Контролировать габариты автомобилей и другого транспорта в тоннелях очень важно, поскольку проезд автомобиля с превышающими габаритами, приведет к повреждению конструкций тоннеля, деформации различного оборудования, установленного непосредственно в нем. Для выполнения этой задачи, используются различные системы контроля.

У въезда, на определенной высоте, устанавливаются оптические устройства, испускающие световой луч. При пересечении негабаритным автомобилем, раздается сигнал, предупреждающий водителя об опасности. Также применяют нейлоновую нить, натягиваемую перед порталом. При ее обрыве срабатывают датчики, раздается предупредительный сигнал. Недостаток - в периодической замене оборванной нити. Конечно, имеет место и комбинирование оптических устройств с нейлоновой нитью, при этом первое работает при замене нити. Еще одним решением, являются гибкие шланги с сжатым воздухом. Из-за деформации, которых, срабатывают датчики, сигнализирующие о необходимой остановке. При любом контролирующем устройстве, предупредительный сигнал одновременно активирует и световые указатели, требующие остановки движения.

Следующей из контролирующих систем, является видеонаблюдение (Рис.1). Камеры устанавливаются на въездах и внутри тоннеля. Расстояние между ними зависит от продольного профиля и уровня освещения. Изображение передается на экраны, установленные в диспетчерском помещении. Для

повышения работы диспетчера и его разгрузки, применяются элементы видеоаналитики.

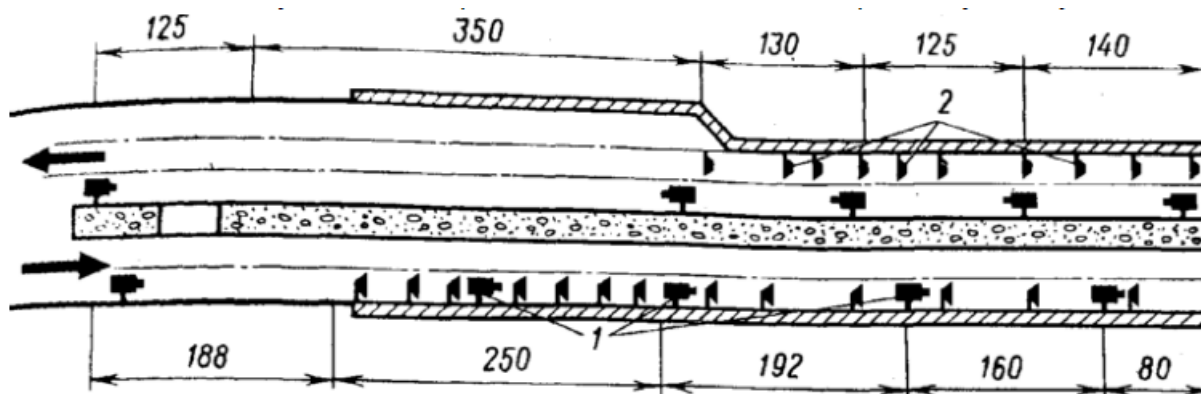


Рисунок 1 – Схема размещения телекамер и радаров в автотранспортном тоннеле

Система автоматически показывает оператору, любое отклонение от базы, которая собирается каждый день и составляет свою статистику на определенный день, число, время.

Но обнаружение аварийной ситуации – лишь полдела, при ее возникновении необходимо передать информацию людям, находящимся в тоннеле, при необходимости дать указания для их эвакуации, координировать действия спасательных команд. Для выполнения этих задач, устанавливаются системы освещения, громкоговорители.

Сам диспетчерский центр располагается в самом сооружении или возле него. Управление всеми контролирующими системами и устройствами производится непосредственно из него. Также могут быть и пункты дистанционного управления. Сюда поступает и обрабатывается вся информация по системам: вентиляции, водоотвода, освещения, а также датчикам, регистрирующим показания контролирующих систем, камер видеонаблюдения, световым и звуковым устройствам и прочим. В помещении устанавливают световое табло, показывающее всю обработанную информацию и центральный пульт, для непосредственного управления системами. По полученным данным, производят контроль и координирование управления всеми устройствами, обеспечивая безопасность движения.

В аварийных ситуациях крайне важна длительная работоспособность контролирующих систем. Должна быть приемлемая картинка с видеокамер при аварийном освещении. Расположение самих камер с максимальной защитой кабелей, которые необходимо прокладывать в металлических трубках и желательно на определенном расстоянии от тоннеля. Также огнестойкость камер, для их максимальной работоспособности, при высокой температуре во время пожара.

Высокая скорость движения и ее превышения зачастую является основной причиной ДТП и других различных аварийных ситуациях, поэтому ее контроль необходим как ничто другое. Осуществляется он за счет применения специального оборудования, такого как: радаров, фотоэлектрических и пневматических датчиков, магнитных детекторов, датчиков линейного перемещения.

Скоростные датчики размещают через каждые 100 м, при превышении допустимой скорости включаются световые указатели и сигналы. Возможна установка аппаратуры для фотофиксации нарушителей.

Въезды в тоннель оборудованы светофорами. Датчики, регистрирующие интенсивность потока, количество автомобилей на въезде в тоннель, передают информацию на светофоры, которые указывают направление проезда по отдельным полосам. Благодаря которым, можно закрывать проезды в один из отсеков, в случае неполадок систем, аварийных ситуаций или ремонтных работ. По всей длине тоннеля, также устанавливают двухсторонние светофоры, регулирующие движения по отдельным участкам или перевод транспорта из одного отсека в другой, при необходимости.

Для передачи информации людям, находящимся в тоннеле, устанавливают сеть громкоговорителей, что дает возможность передать сообщение в экстренной ситуации.

Тоннели, обладающие значительной длиной, обустраиваются камерами, что позволяет размещать в них авто и повышает возможность быстрой ликвидации аварий различной степени. Камеры могут использоваться для разворота транспорта, размещения эксплуатационного оборудования.

Литература:

1. Колокова Н.М., Копац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
3. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
4. Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.
5. Омелянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал «Технология защиты» №4 2007 г.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ FRONTONE - SCHEGGIA

*Волчек Алексей Генадьевич, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы, было выбрано два города в Италии - Frontone и Sceggia, проанализировав их месторасположение, геологический характер местности, потребности населения в транспортной сети между городами, а также перспективы расширения численности населения в дальнейшем - было принято решение разработать двухъярусный авто- и железнодорожный тоннель, спроектировать портал в виде многофункционального и развлекательного комплекса.

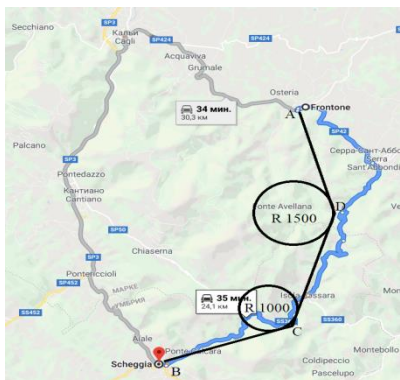


Рисунок 1 – Карта существующих дорог и запроектированный тоннель

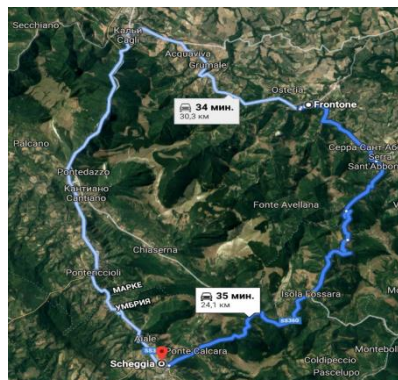


Рисунок 2 – Генеральный план

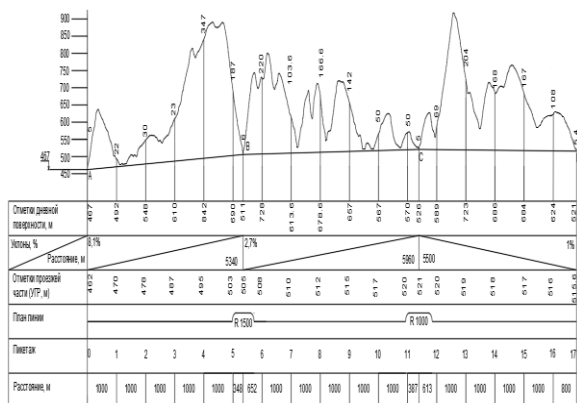


Рисунок 3 – Продольный профиль



Рисунок 4 – Концептуальная модель портала

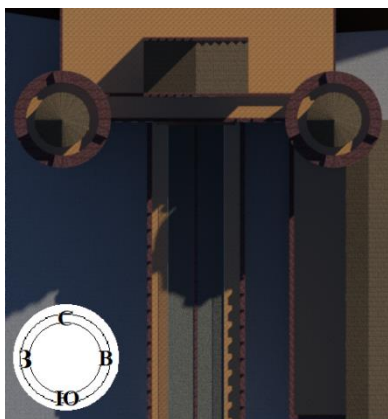


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (вид сверху)

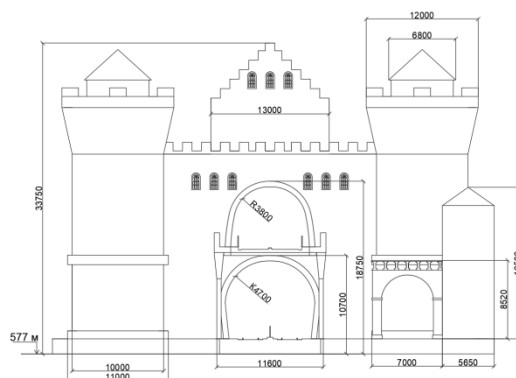


Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - южный)

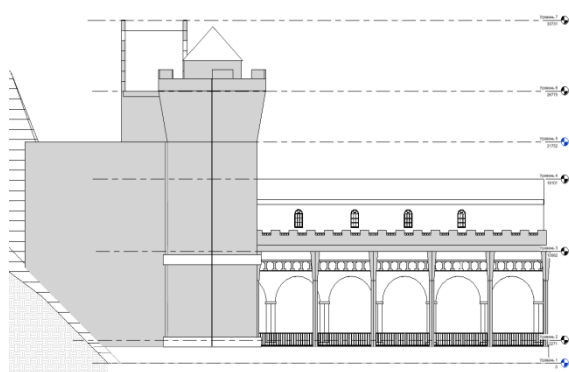


Рисунок 7 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - западный)

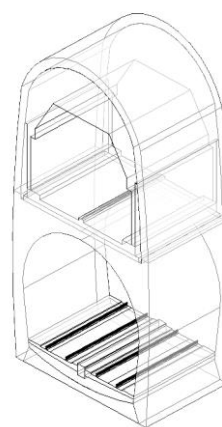


Рисунок 8 – Модель тоннеля

Концепция портала состоит в использовании архитектуры Италии XIII века и выполнении сооружения в виде «замка». Помимо основной технической функции – входной части тоннеля, портал несет и другие, а именно:

- оборудование центра управления и наблюдения за системами безопасного движения;

- устройства в верхней части портала смотровых и вертолетных площадок;

- обеспечение перехода с одной стороны на другую.

В архитектуре той же эпохи, перед порталом, разработан комплекс, включающий: кафе, торгово-развлекательный центр, небольшие гостиницы и многое другое.

Тоннель спроектированы в два яруса, для возможности прокладки путей и движения поездов на нижнем ярусе и возможности одновременного движения автомобилей на верхнем ярусе. Это решение позволит сократить время переезда с Frontone до Scheggia, что в свою очередь разгрузит объездные дороги и привлечет поток жителей других городов и туристов.

Одна из главных задач любого тоннеля, при его эксплуатации, заключается в обеспечении безопасной транспортировке людей, грузов. Аварии, поломки авто и другие нештатные ситуации особо опасны в тоннелях. В связи с этим необходима установка различных контролирующих систем, следящих за габаритами автомобилей, их скоростью движения и дистанцией между ними. Важным является и мгновенное обнаружение аварийных ситуаций в тоннелях, с последующим принятием действий, для максимального безопасного решения возникшей задачи.

Литература:

1. Колокова Н.М., Кобац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
3. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
4. Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.
5. Омелянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал «Технология защиты» №4 2007 г.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ POLLEIN И GIMILLAN

*Ворожбицкий Николай Станиславович, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы, было выбрано два города в Италии - Pollein и Gimillan, проанализировав их месторасположение, геологический характер местности, потребности населения в транспортной сети между городами, а также перспективы расширения численности населения в дальнейшем - было принято решение разработать автодорожный тоннель, спроектировать портал.

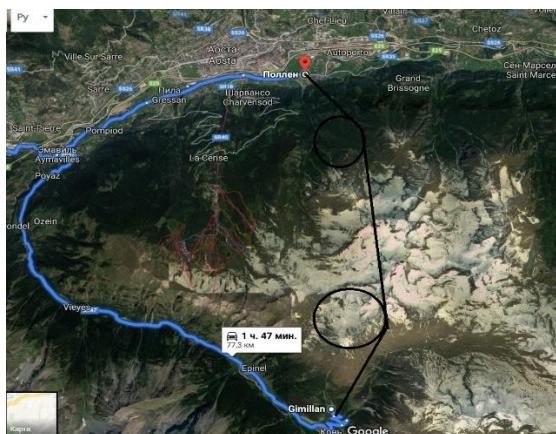


Рисунок 1 – Карта существующих дорог и запроектированный тоннель

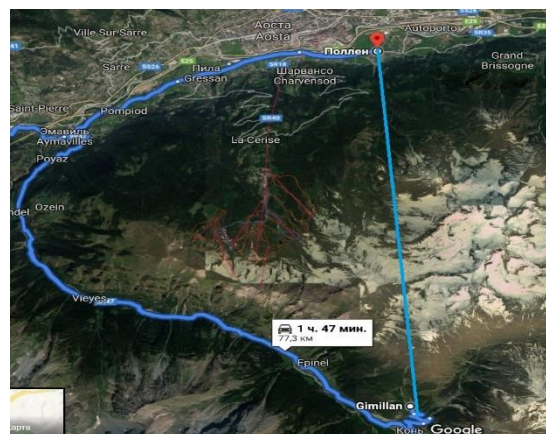


Рисунок 2 – Генеральный план

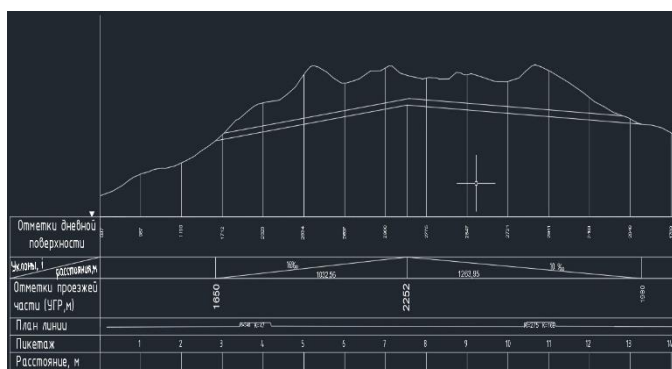


Рисунок 3 – Продольный профиль

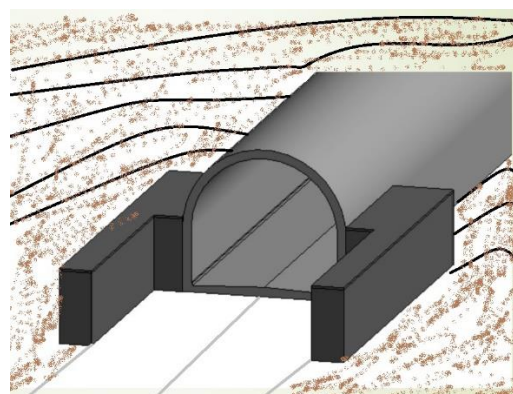


Рисунок 4 – Концептуальная модель портала

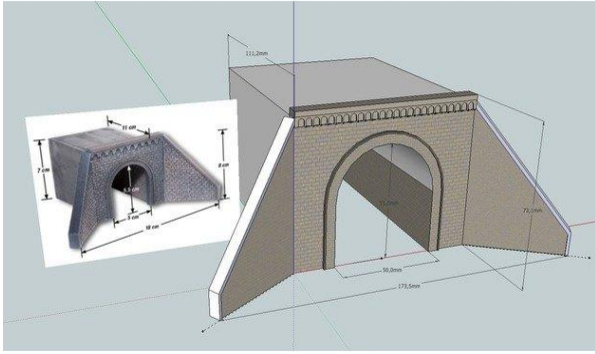


Рисунок 5 –портал с другой стороны

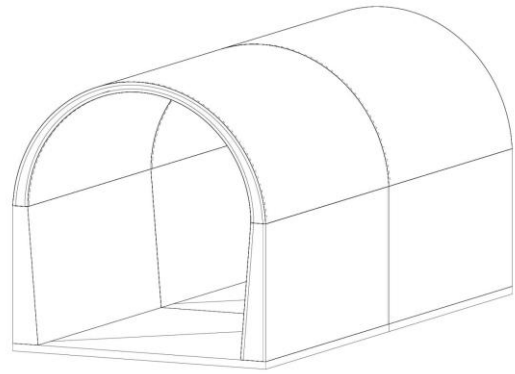


Рисунок 6 –профиль тоннеля(3D)



Рисунок 7 – портал проходящий под горой

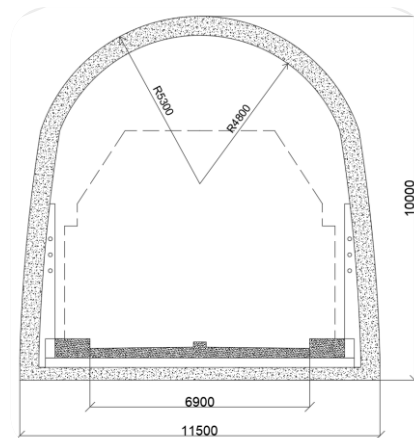


Рисунок 8 – Модель тоннеля

Тоннель спроектирован в один ярус, для возможности передвижения автомобилей. Это решение позволит сократить время переезда с Pollein до Gimillan, что в свою очередь разгрузит объездные дороги и привлечет поток жителей других городов и туристов.

Одна из главных задач любого тоннеля, при его эксплуатации, заключается в обеспечении системы водоснабжения и отопления в подземных сооружениях. В связи с этим необходима установка водопроводных систем. При строительстве метро и железнодорожных тоннелей необходимо устанавливать изоляционный короб на контактные рельсы. Важным является устройство водоотводных лотков (у лестничных сходов и у входных дверей вестибюля устраиваются лотки с решетками для очистки ног, они оборудуются, в основном, с обогревом, водостоком и водопроводом). При прорыве водопровода или грунта устанавливаются водоотливные установки, которые в свою очередь должны перекачивать воду из пониженных участков в водоотливную сеть одного из тоннелей. В случае если тоннель мелкого заложения сброс воды будет идти в городской водосток

Литература:

1. Колокова Н.М., Копац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
3. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
4. Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.
5. Омелянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал «Технология защиты» №4 2007 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВИДЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СКРЫТЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

*Воронкин Никита Дмитриевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Было принято решение разгрузить данные улицы. Для оптимизации движения транспорта было предусмотрено устройство транспортных тоннелей с использованием многофункционального подземного комплекса включающего в себя паркинг, отель, кинотеатр, детский развлекательный комплекс, торговый центр, подземный паркинг.

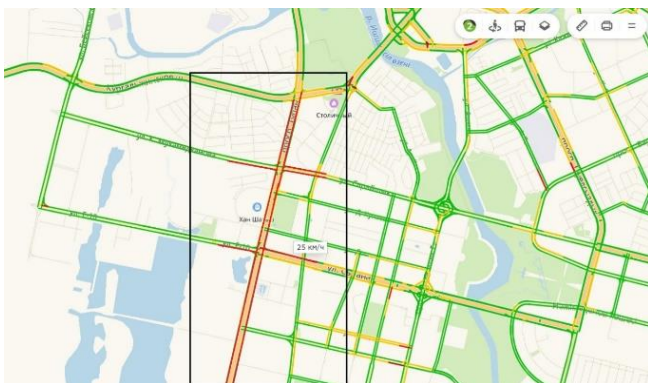


Рисунок 1 – План пробок

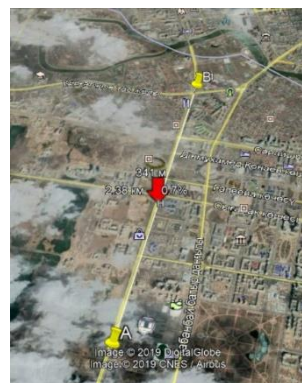


Рисунок 2 – Привязка местности



Рисунок 3 – Аксонометрия подземного многофункционального комплекса

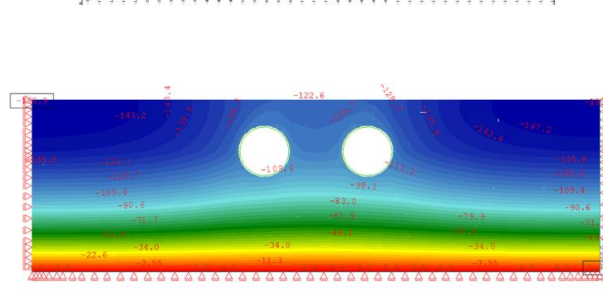


Рисунок 4 – Расчет в SOFiSTiK



Рисунок 5 – Фасад сооружения



Рисунок 6 – Разрез сооружения

Добавляя термографию, тепловизию, вместе с трехмерным лазерным сканированием и визуализацией, возможно обнаружить скрытые повреждения, скрывающиеся при осмотрах на месте.

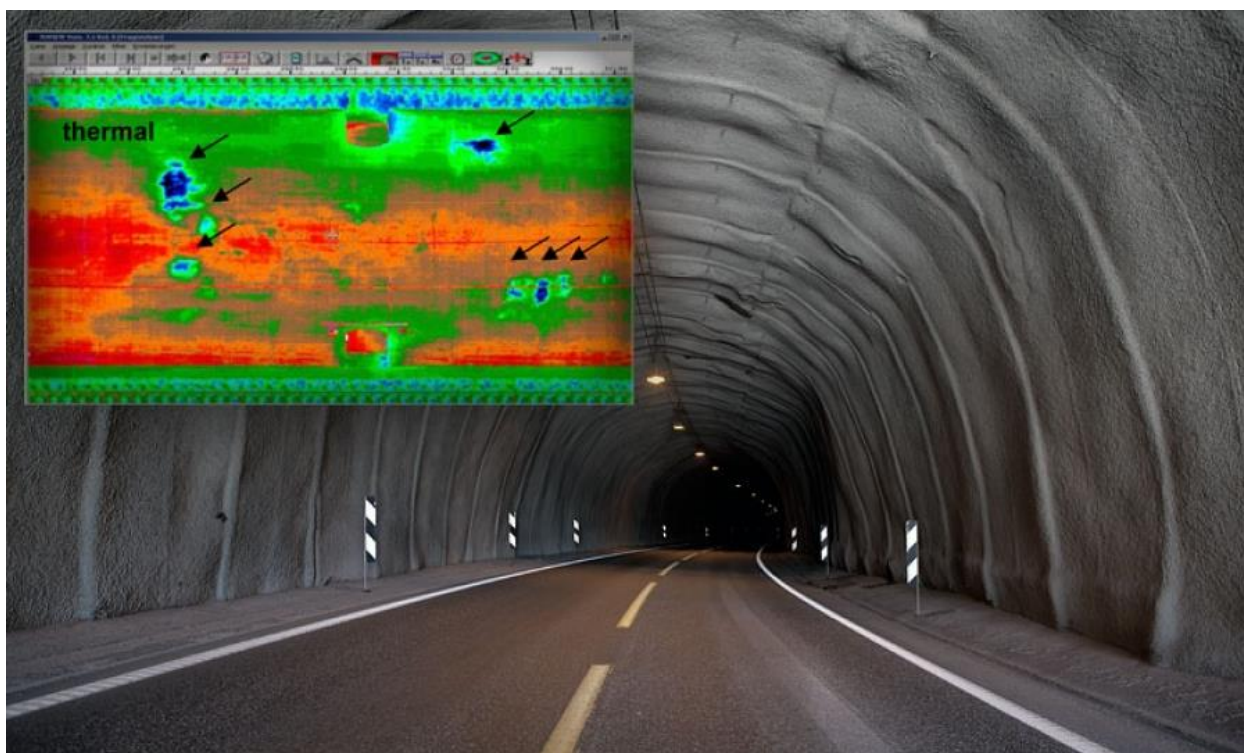


Рисунок 7 – Пример термовизуального анализа

Тоннельный сканер использует три канала одновременной записи и генерирует запись изображения поверхности тоннеля, термографическое изображение и трехмерную съемку измерений, что позволяет использовать комбинацию на основе компьютера и открывает широкий спектр различных вариантов анализа.

Чтобы максимизировать результаты теплового изображения, сканирование должно проводиться в условиях, которые дают лучшие различия в температуре в тоннеле. Термографические изображения будут показывать слабые места в теплоизоляции посредством «температурных аномалий». Всесторонний угол обзора обеспечивает полную запись всей поверхности объекта за одно сканирование. Разрешение 10000 пикселей при 360 ° для всех трех каналов записи также дает возможность точной идентификации трещин. Как часть процесса, программное обеспечение играет важную роль в проверке тоннеля. Инструмент, который делает работу проще и более эффективной для инженеров на месте во время осмотров и реконструкции. Перед проведением обследования записи сканера проверяемых областей проверяются. Данные, полученные в ходе предыдущих проверок, также доступны и сопоставлены. При просмотре отображаются заметные точки и

области, которые необходимо проверить на месте. Эти точки и области затем отмечаются на экране и заносятся в компьютерный контрольный список для легкой локализации во время физического осмотра на месте.

Литература:

1. SPACETEC. Laser scanner systems for tunnel examination. Режим доступа - <http://www.spacetec.de>- Дата доступа 04.06.2019
2. Tunntech. Global news. Режим доступа - <https://tunntech.com/index.php/technology-news/item/247-use-of-thermal-imaging-to-detect-hidden-damages> – Дата доступа 04.06.2019

СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ В ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Выгодин Андрей Игоревич, студент 3 курса

кафедра «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Станции метрополитенов, вестибюли и подземные линии оборудуются хозяйственно-техническим и противопожарным водопроводом, согласно СНиП II-Д.3-68. Источником воды является городская водопроводная система. В свою очередь, каждая станция оборудована одним водопроводным вводом с разделительными задвижками, а также водомером, который находится в вестибюле. В тоннелях водопроводная система прокладывается на другой стороне от контактного рельса. В случае если водопроводная труба находится в достаточной близости от рельса труба заключается в металлический чехол.

С учетом не безграничности водных масс вводится расход воды на хозяйственные и технологичные цели. К расходу применимы следующие нормы:

- 1) для мытья платформ, вестибюлей и т.д. – 2,5 л/сутки на 1м² пола
- 2) для водоснабжения помещений – 15 л. в смену на человека
- 3) для охлаждения редукторов – 2 л/сек.
- 4) На тушение пожаров расход принимается из действия двух струй воды, мощностью каждая 2,5 л/сек.

У лестничных сходов и у входных дверей вестибюля устраиваются лотки с решетками для очистки ног. Они оборудуются, в основном, с обогревом, водостоком и водопроводом.

Для удаления воды из подземных сооружений, поступающей из-за неисправности гидроизоляции, от мытья станций, тоннелей, тушения пожаров, от установок охлаждения служат водоотливные насосные установки, расположенные в пониженных участках трассы. (Рис.1).

Водоотливные установки должны перекачивать воду из пониженных участков в водоотливную сеть одного из тоннелей. В случае если тоннель мелкого заложения сброс воды будет идти в городской водосток. Водоотливные установки глубокого заложения оснащаются 3 насосами, а мелкого – двумя или тремя в зависимости от притока грунтовых вод. Транзитные и местные водоотливные установки оснащаются двумя насосами (рабочий и запасной). Уровень пола камер водоотливных установок должен быть выше уровня головки

насосов и количество воды в водосборнике. В последнее время устанавливаются горизонтальные центробежные насосы типа 4НДВ-60. (Рис. 3).

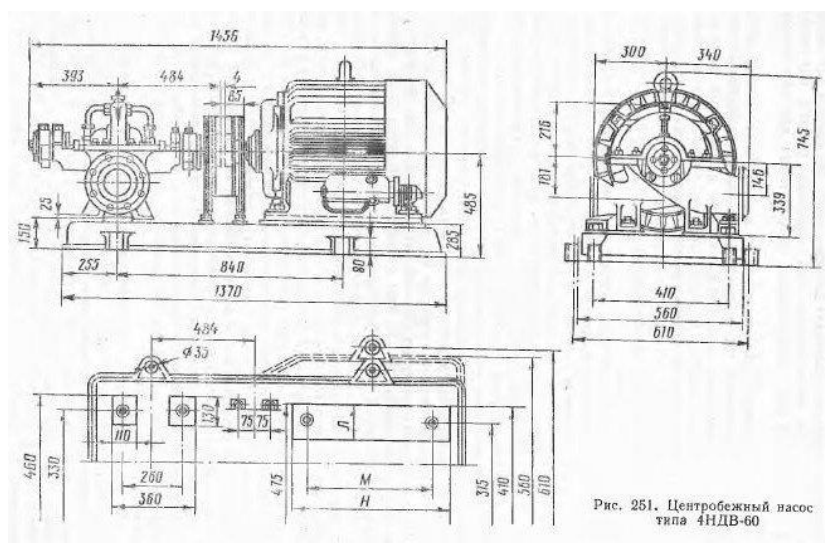


Рисунок 3 – Центробежный насос типа 4НДВ-60

В холодное время подземные сооружения отапливаются. Подземные станции и тоннели обогреваются воздухом, нагретым теплом от движения поездов, работой электрооборудования и от передвижения пассажиров. А также прилегающими грунтами. Раньше тепло подавалось от котельных, встроенных в вестибюли или находящихся в ближайших зданиях. Теперь оно подается от городских тепловых сетей или квартальной котельной. Возможно также электрическое отопление при отсутствии рядом тепловых сетей. Входы и выходы оснащаются воздушно-тепловыми завесами. Включаются они при открытии станций, а отключаются при их закрытии.

Литература:

1. Студенческая библиотека [Электронный ресурс] /Типы водозаборных сооружений для приема подводных вод. - 2017. - Режим доступа: <https://students-library.com/>. Дата доступа: 12.04.2019.
2. Tunnel Talk [Электронный ресурс] /Innovative ventilation solutions for Gotthard. – 2016. - Режим доступа: <https://www.tunneltalk.com/>. Дата доступа: 13.04.2019.
3. Репозиторий Белорусского национального технического университета [Электронный ресурс] / Вентиляция тоннелей и подземных сооружений. - Режим доступа: <https://rep.bntu.by/>. Дата доступа: 13.04.2019.

КОРРОЗИЯ БЕТОНА

*Гаранина Евгения Александровна, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Ходяков В. А., ассистент)*

Одной из причин возникновения коррозии в бетоне является снижение уровня кислотности материала. Это происходит в результате насыщения бетона углекислым газом - карбонизации. Разрушение идёт с поверхности вглубь элемента. Прокарбонизовавший бетон теряет свои защитные свойства по отношению к арматуре. В результате чего арматура начинает корродировать прямо в бетоне, её объём увеличивается, что приводит к вспучиванию и последующему отслоению защитного слоя бетона.

Глубину карбонизации можно определить с помощью 0,1%-го спиртового раствора фенолфталеина. Его наносят на свежий скол бетона. Толщина слоя бетона, потерявшего свои щелочные свойства определяется расстоянием от края образца до границы окраски индикатора в малиновый цвет. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Свежесколотый бетон, обработанный фенолфталеином

Виды коррозии бетона очень разнообразны, так как существует множество веществ, которые при контакте с бетоном вызывают его деструкцию. Но существует и не меньшее количество способов защиты бетона от разрушений. Они подразумевают под собой проведение некоторых мероприятий по обеспечению долговечности конструкции на стадии изготовления – различные химические добавки – и эксплуатации – нанесение защитных коррозионностойких покрытий на готовые элементы.

Литература:

1. Тытюк А. А. Обеспечение долговечности бетона защитного слоя в условиях атмосферных климатических воздействий/Н. В. Савицкий, Ан. А. Тытюк, А. А. Тытюк, //Строительство, материаловедение, машиностроение.- Днепропетровск: ПГАСА, 2015.
2. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник: В 2 т, Т. 1 / А.А. Герасименко, А.К. Баталов, Б.В. Бочаров и др. - М.: Машиностроение, 1988с

ТОННЕЛЬ В ГРЕЦИИ

*Гаранина Евгения Александровна, студент 3-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Местность для строительства автомобильного тоннеля выбрана в Греции. Он проходит через такие населенные пункты как Тридендро - Валари – Враггиана – Тровато (Рис. 1).

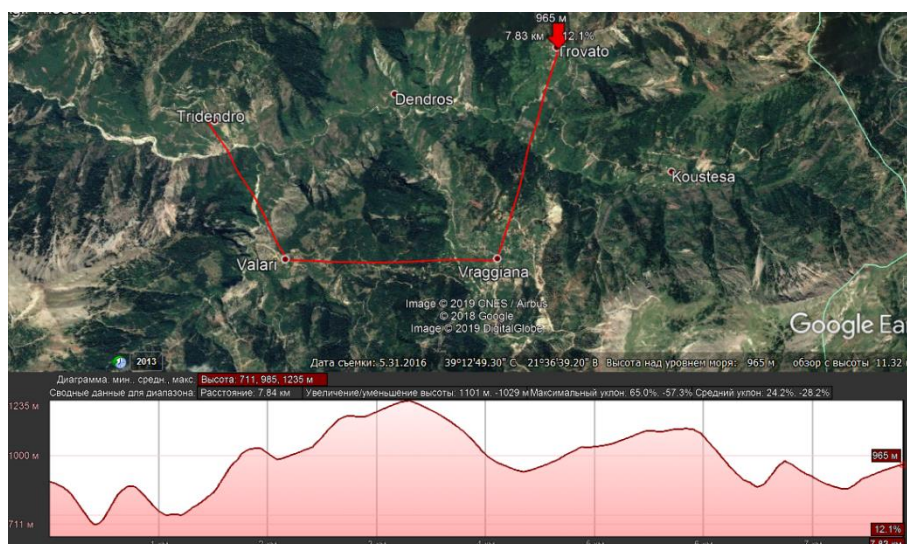


Рисунок 1 – Трассировка и продольный профиль тоннеля



Рисунок 2 – Рельеф местности

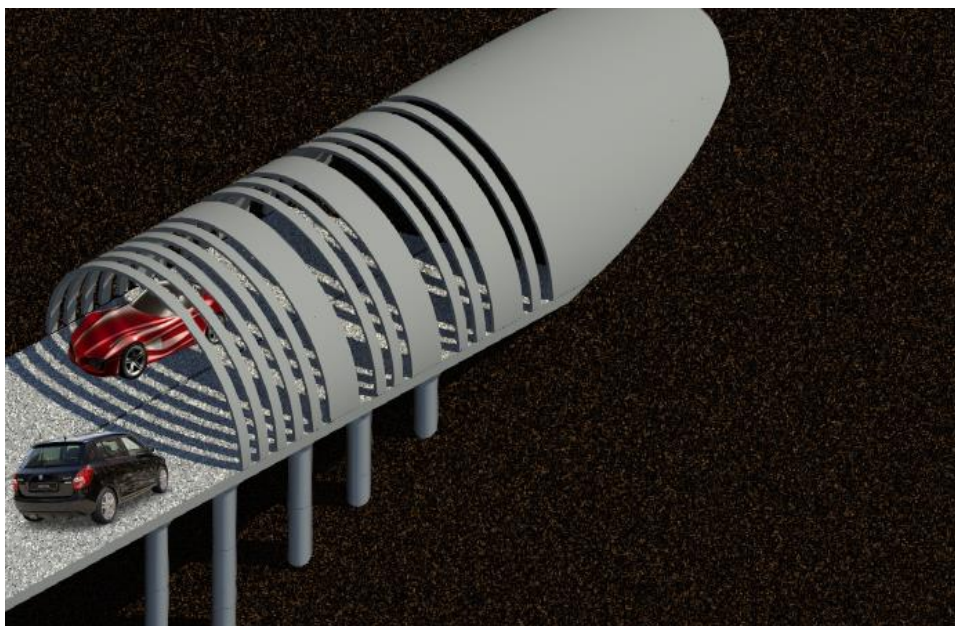


Рисунок 3 – Портал тоннеля

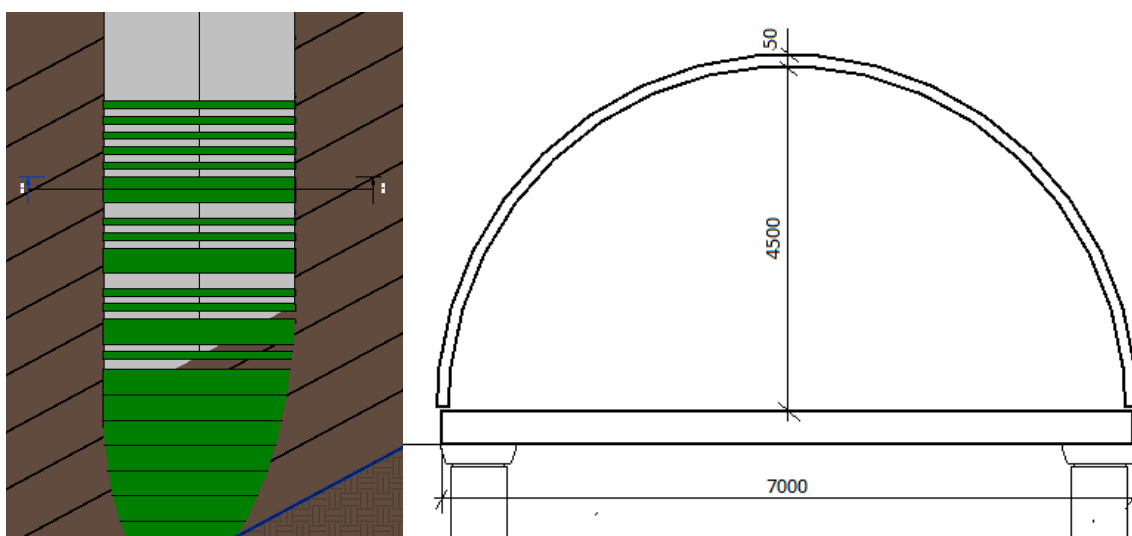


Рисунок 4 – Разрез

Всем известно, что одной из важнейших характеристик эксплуатации тоннеля является его безопасность. А одной из причин возникновения чрезвычайных ситуаций – возгорания. Любой носитель энергии может стать его источником – будь то проводка или транспортное средство.

В качестве решения этой проблемы я предлагаю рассмотреть свой вариант установки системы пожаротушения и устранения возгораний с помощью дронов-пожарных.

Внутри тоннеля по обе стороны проезжей части на каждые 300 м в обделку будут встроены блоки с дронами, оснащёнными некоторым запасом огнетушащего вещества и датчиками, реагирующими на резкие перепады температур и изменение состава воздуха. На высоте 0.5 м от поверхности дороги

по обе стороны тоннеля будет расположена сеть рычагов через каждые 100 м, которыми одновременно активируются ближайшие (в обе стороны) дроны и автоматически отправляется сигнал в рядом находящуюся пожарную часть.

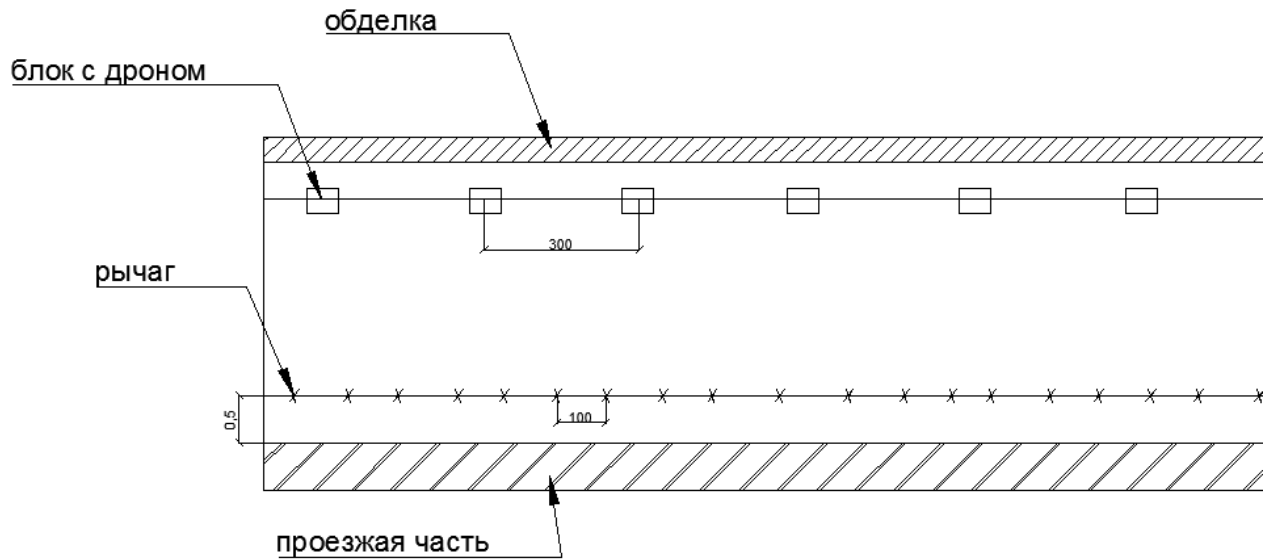


Рисунок 5 – Продольный разрез тоннеля. Схема установки сети дронов

Литература:

1. Учебно-методическое пособие для студентов специальности «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» - Проектирование тоннелей, сооружаемые горным способом, Г.П. Пастушков, В.А. Кузьмицкий, В.Г. Пастушков, Минск 2005г.

ПЕРВАЯ В МИРЕ ПОДВОДНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ МАГИСТРАЛЬ

*Гречаник Александр Сергеевич, студент 2 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

В настоящее время поездка более 1000 километров из южного города Кристиансанн в северный Тронхейм занимает 21 час. Кроме того, путешествуя приходится сменить 7 паромов.

Правительство Норвегии решило упростить эту задачу. В отличие от наших людей, норвежцы относятся к своей природе как к святыне. Чтобы не уродовать ландшафт и не вносить изменения в экосистему, было решено построить подводную дорогу, по которому автомобили смогут преодолевать расстояние в 1000 километров за рекордно короткое время, примерно 11 часов. Для осуществления данного проекта Норвежцы разработали план: “Плавающий тоннель”. Замысел предусматривает создание двух параллельных тоннелей. На глубине, примерно, в 30 метров их будут удерживать тросы, прикрепленные к мощным понтонам сверху и тяжёлым якорям снизу.



Рисунок 1 – Макет подводной магистрали

Данная магистраль будет проходить не только под водой. На некоторых участках будут возведены небольшие мосты, а также усовершенствованы некоторые участки существующей дороги.



Рисунок 2 – Мост через морской пролив “Фьорды”

Норвежское правительство планирует завершить этот революционный проект к 2020 году.

Литература:

1. Joinfo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://joinfo.ua/inworld/1246519_Norvegiya-stroit-pervuyu-mire-podvodnuyu.html. - Дата доступа: 28.04.2019.
2. Youtube [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=5uuYxTW_I-k. – Дата доступа: 28.04.2019.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ПАРКОВКОЙ (РАЗВЯЗКОЙ) НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ ПРОСПЕКТ МАШЕРОВА И УЛИЦЫ ТИМЕРЯЗЬЕВА

*Гордеенко Александр Сергеевич, студент 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 городе Минске. Население столицы составляет 1 982 444 чел. Плотность населения составляет 5 700 чел/км². Площадь составляет 348,8 км².

Минск нуждается в устройстве тоннелей. Город загроможден развязками. Строительство тоннелей позволит убрать светофоры с широких улиц и проспектов и увеличить скоростной режим, а так же сократить затраты на строительство и содержание надземных громоздких развязок.

Мной был разработан тоннель, который позволяет разгрузить пробки на дороге. По обеим сторонам тоннеля запроектированы паркинг, который увеличит шансы найти место для парковки в большом городе, а так же площадь для размещения торгово-развлекательных объектов.

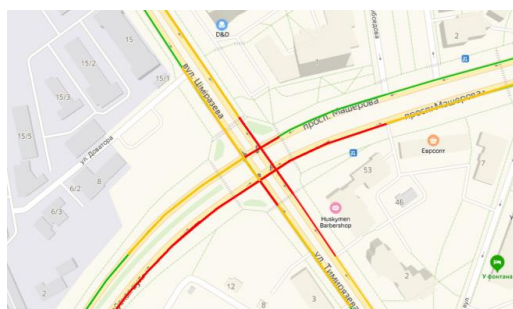


Рисунок 1 – Карта с пробками

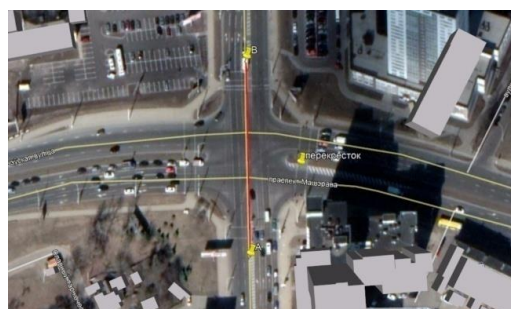


Рисунок 2 – Генеральный план

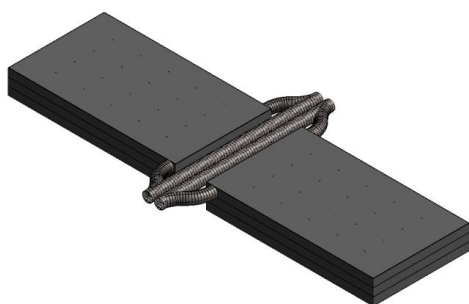


Рисунок 3 – Модель тоннелей



Рисунок 4 – Архитектурное решение портала

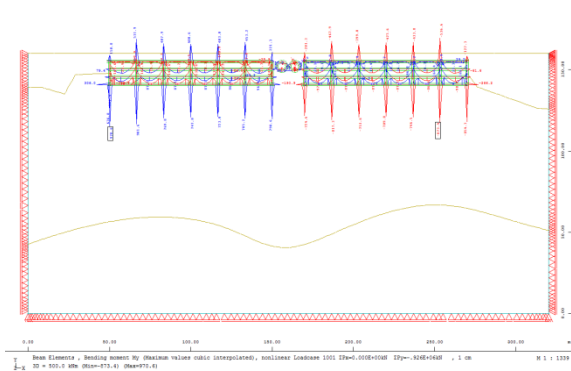


Рисунок 5 – Моменты возникающие в конструкциях тоннелей

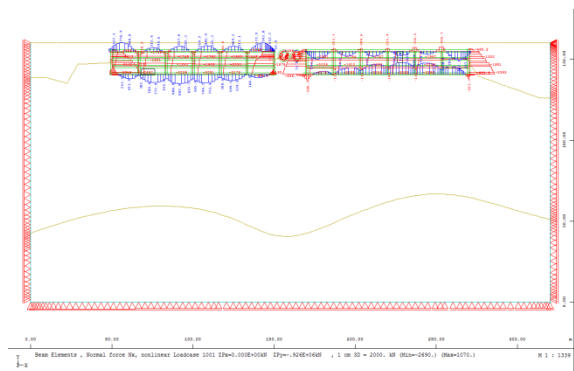


Рисунок 6 – Внутренние усилия в конструкциях тоннелей

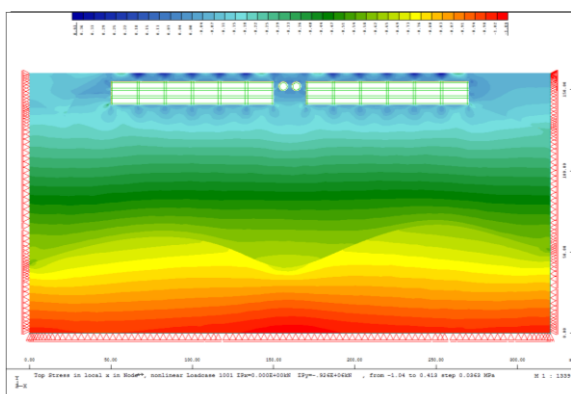


Рисунок 7 – Изо-поля напряжений по оси X (по горизонтали)

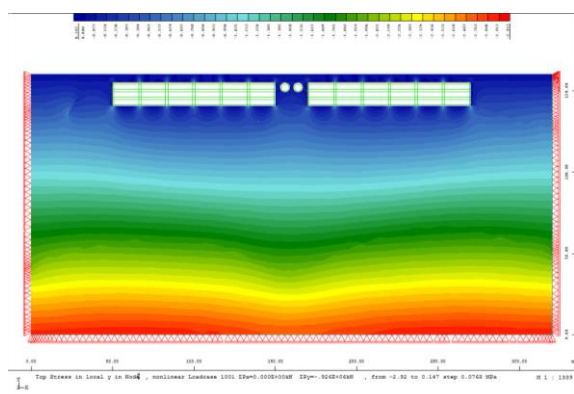


Рисунок 8 – Изо-поля напряжений по оси Y (по вертикали)

При проектировании и строительстве тоннелей требуется учитывать возможные проблемы с инженерно-геологическими условиями. Стабилизация грунтов широко используется в процессе возведения различных промышленных и гражданских зданий, в гидротехническом, подземном и дорожном строительстве, горном деле.

Закрепление достигается различными методами. Нужный метод выбирается в зависимости от требуемых условий по свойствам данного грунта.

Методы:

- инициирование в массив грунта различных вяжущих материалов (химический метод);
- действие на массив грунта электрического тока (электрический и электрохимический методы);
- влияние на массив грунта нагревания и охлаждения, замораживание (термический метод);
- устройство грунтовых подушек, грунтовых свай, вытрамбовывание (механический способ).

Термический и электрический способы

Электрическая стабилизация связной почвы выполняется с помощью процесса, известного как электроосмос. Постоянный ток подается через глинистую почву для миграции поровой воды к отрицательному электроду (катоде). Прочность такого грунта существенно увеличивается при удалении из него воды.

Электроосмос - это метод, при котором вода сливается из связного грунта с помощью постоянного тока. Катод - это скважинная точка, которая собирает воду, должна сливаться из почвы и сбрасывать воду, как в обычной системе точечных скважин.

По мере удаления значительного количества воды из массы почвы прочностные свойства повышаются. Также установлено, что небольшое изменение направления потока помогает повысить устойчивость склона, даже если не наблюдается значительного снижения содержания воды в почве. Таким образом, этот процесс также значительно повышает устойчивость склона. Система требует около 20 ~ 30 ампер электричества на лунку при напряжении 40 ~ 180 В. Потребление энергии составляет от 0,5 до 10 кВт / ч. .

Термический метод зачастую применяется в маловлажных глинистых грунтах с большой степенью проницаемости. Метод следует применять, если просадка грунта более расчетной величины осадки сооружения. В процессе влияния температуры на грунт прочность связей между частицами грунта усиливается.

Необходимая температура воздействия на глинистый грунт — 300-400 °С. При этом структура грунта быстро изменяется: происходит значительное уменьшение количества глинистых частиц. Происходит спекание частиц грунта друг с другом, поэтому увеличивается его несущая способность. Этот метод способен увеличить прочность грунта на сжатие до 100 кг/см². На строительной площадке этот метод используется с помощью скважин диаметром 120-200 мм. Максимальная глубина закрепления грунта - 20 м.

Для нагнетания воздуха в скважины, они плотно закрываются. Внутри массива грунта получается камера сгорания.

Литература:

1. ПК Анкер Гео [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.anker-pk.ru>. – Дата доступа:22.04.19
2. Midstate Companies [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.midstatecompanies.com>. – Date of access:22.04.19

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦЫ ГОЛОСЕЕВСКАЯ И ПРОСПЕКТА ГОЛОСЕЕВСКИЙ

*Дудицкий Евгений Янович, студент 4-го курса
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы требовалось запроектировать сеть тоннелей в Киеве, Украина, для решения дорожного коллапса. Так как тоннель находится в городской местности, и в плохой геологической ситуации, требовалось разработать концептуальную модель с учетом существующей застройки и плохих грунтов. Данное решение строительства тоннеля позволит разгрузить дороги. Тоннель будет проходить через 7-ми уровневый подземный комплекс, в котором находится парковка, торговый центр, бассейн и зоны отдыха.

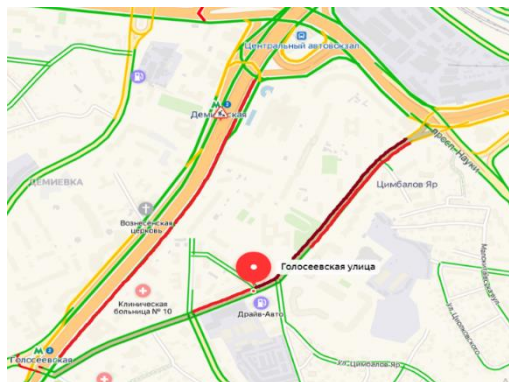


Рисунок 1 – Карта с пробками

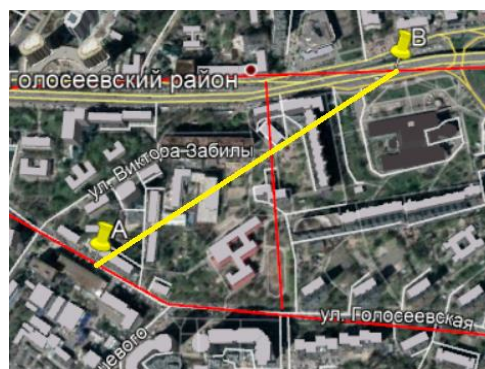


Рисунок 2 – Генеральный план

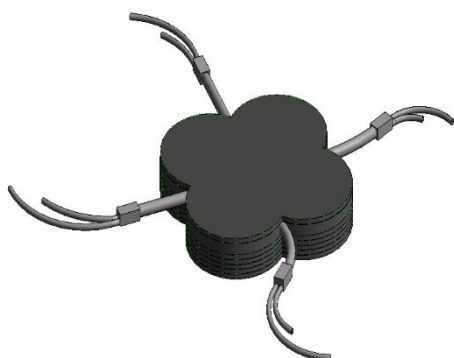


Рисунок 3 – Концептуальная модель тоннелей



Рисунок 4 – Архитектурно-планировочное решение



Рисунок 9 – Опалубка

Требования к системам опалубки регламентируются ГОСТами. В соответствии со стандартами опалубка должна иметь стабильные геометрические размеры, иметь достаточную прочность и хорошо фиксироваться. Щиты опалубки могут быть изготовлены из древесины, металла, полимерных, композитных и различных материалов. В зависимости от определенных условий строительства и типа сооружения подбирается определенная опалубочная конструкция.

Современные виды опалубок имеют разные характеристики, быть предназначенными для различных климатических условий и удовлетворять разным требованиям в строительстве.

Типы опалубок:

- мелкощитовая разборно-переставного типа;
- крупнощитовая;
- скользящего типа;
- подъемно-переставного типа;
- перемещаемая в горизонтальном направлении;
- блочного типа;
- несъемного типа;
- термоактивная;



Рисунок 10 – Опалубка для заливки стен

Требования к опалубочным системам:

- возможность быстрого монтажа или демонтажа;
- простота в сборке и ремонте;
- взаимозаменяемость элементов;
- ровная и гладкая поверхность без повреждений;
- нижние щиты не должны быть подвержены деформации при заливке;
- возможность фиксации закладных деталей, предусмотренные проектом;



Рисунок 11 – Несъемная опалубка из пенополистирола

Самыми основными производителями такого типа опалубок являются:

Гелиос, Peri (Германия), Дока (Австралия), МонолитСтройКомплект (Россия), Техноком-БМ (Россия), Geotub (Америка), Мекос (Россия), MonotechMonotube (Америка), Крамос (Россия).

Литература:

1. Опалубочные системы для монолитного строительства [Электронный ресурс] / Анпилов С.М. // Totalarch. – Режим доступа: <http://books.totalarch.com/node/3565/>. – Дата доступа: 18.05.2019.
2. Вид несъемной опалубки из пенополистирола [Электронный ресурс] // Wizardsoft. Режим доступа: <http://digest.wizardsoft.ru/articles/tech/nes%E2%80%99emnaya-opalubka-iz-penopolistirola-osobennosti-tehnologii-stroitelstva-doma>. – Дата доступа: 18.05.2019.
3. Опалубка для заливки стен [Электронный ресурс] // Bouw. – Режим доступа: <https://bouw.ru/article/opalubka-dlya-betonnih-sten>: 16.05.2019.
4. Требования к современным опалубкам [Электронный ресурс] / Maestro. Режим доступа: <https://maistro.ru/articles/building/sovremennaya-opalubka-v-monolitnom-stroitelstve>: 18.05.2019.

НАДЕЖНОСТЬ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРОЧНОСТИ

*Евдокимова Дарья Дмитриевна, Киргизова Мария Владимировна, Ложников
Дмитрий Евгеньевич, Подлозная Вероника Александровна
студенты 4-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Нестеренко В.В., доцент кафедры)*

В настоящей работе дана оценка точности расчета прочности нормального сечения для плиты проезжей части балочного пролетного строения железобетонного моста по действующим нормам проектирования.

На основе статистической обработки информации о параметрах, определяющих прочность плиты проезжей части, было проанализировано

распределение отношения $\frac{M_R^{act}}{M_R^{not}}$, где: M_R^{act} – прочность плиты, вычисленная по

фактическим средним значениям ее параметров; M_R^{not} – прочность плиты, вычисленная по проектным средним значениям прочности материалов.

Проектная и фактическая изменчивость прочности бетона и арматуры были приняты одинаковыми: $V_{f_c} = 19,7\%$ (бетон); $V_{f_y} = 10,4\%$ (арматура).

Изменчивость геометрических размеров поперечного сечения плиты и толщины защитного слоя бетона установлена расчетным путем исходя из допусков по СТБ 1941–2009 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски» и ГОСТ 13015.0–83 «Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования»: $V_{A_s} = 2,9\%$ (площадь арматуры); $V_b = 0\%$ (ширина сечения); $V_d = 2,9\%$ (рабочая высота сечения).

В результате расчетов получены следующие обобщенные статистические

характеристики для отношения $\frac{M_R^{act}}{M_R^{not}} : \left(\frac{M_R^{act}}{M_R^{not}} \right)_m = 1,0$; $V_M = 10\%$ (рисунок 1).

Значение коэффициента однородности несущей способности j и соответствующий ему минимальный коэффициент надежности K_{min} вычислялись по формулам :

$$j = \left(\frac{M_R^{act}}{M_R^{not}} \right)_m \cdot (1 - n \cdot V_M) = \left(\frac{M_R^{act}}{M_R^{not}} \right)_m \cdot (1 - 3 \cdot V_M),$$

$$K_{min} = \frac{1}{j},$$

где n – число «стандартов», принимаемое в зависимости от требуемой обеспеченности.

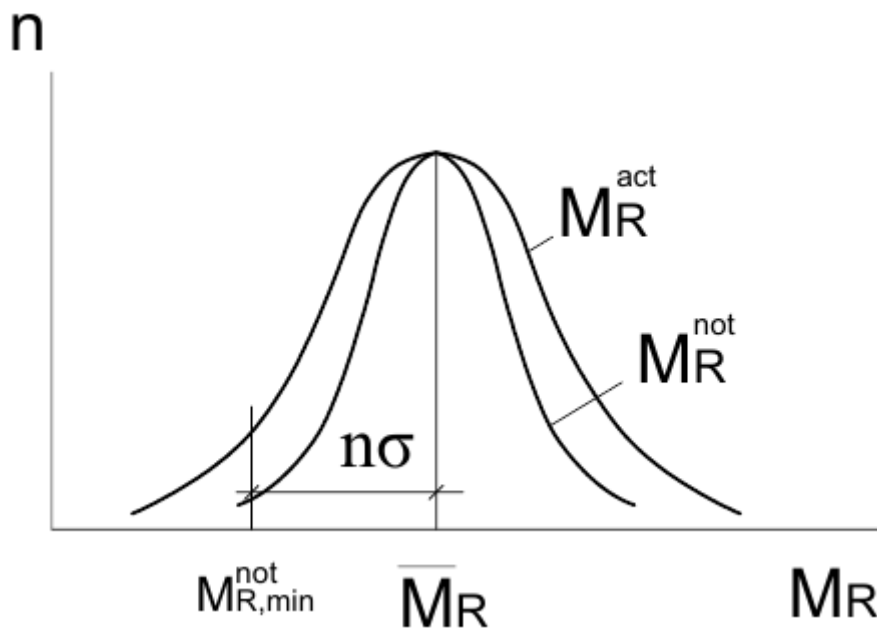


Рисунок 1 – График обобщенных характеристик

Коэффициент надежности расчетной формулы прочности плиты проезжей части, заложенный в ТКП 45–3.03–232–2011 (02250), определялся по формуле

$$K_{зан.} = \frac{M_R^{not}}{M_{R,min}^{not}},$$

где: M_R^{not} – прочность, вычисленная по средним сопротивлениям материалов;

$M_{R,min}^{not}$ – прочность, вычисленная по расчетным сопротивлениям материалов.

Получены следующие значения коэффициентов:

$$j = 1 \cdot (1 - 3 \cdot 0,10) = 0,7; \quad K_{\min} = \frac{1}{0,7} = 1,43.$$

$$K_{\text{зан.}} = \frac{M^{\text{not}}}{M_{\min}} = 1,40$$

Таким образом, минимальное значение коэффициента надежности $K_{\min} = 1,43$ больше коэффициента надежности $K_{\text{зан.}} = 1,40$ расчетной формулы по ТКП 45–3.03–232–2011 (02250), из чего следует, что надежность расчета прочности плиты проезжей части недостаточна.

Литература:

1. Мосты и трубы. Строительные нормы проектирования: ТКП 45–3.03–232–2011 (02250). – Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2011.
2. О надежности расчета несущей способности изгибаемых железобетонных элементов, К.Э.Таль, И.Г.Корсунцев//Бетон и железобетон: 1967. – №4. – С. 34 – 36.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ АУТ ДЕН ШРЕДЕРВИЗЕН И ДАХАУЭР ШТРАССЕ

Евдокимова Дарья Дмитриевна, студентка 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Для оптимизации движения был разработан тоннель в г.Мюнхен. Население межрайонного города Мюнхен составляет 1 450 381 чел. Плотность населения составляет 4713 чел./км². Площадь составляет 310,71 км².

Мюнхен знаменит своими тоннелями. Город не загроможден развязками. Каждый тоннель имеет свое название. Это очень удобно для ориентировки на местности. В тоннелях обычно разрешено движение со скоростью не более 50 км/ч.

Мной был разработан тоннель, который позволяет разгрузить пробки на дороге. По обеим сторонам тоннеля запроектированы паркинг, который увеличит шансы найти место для парковки в большом городе, а так же маленький маркет.

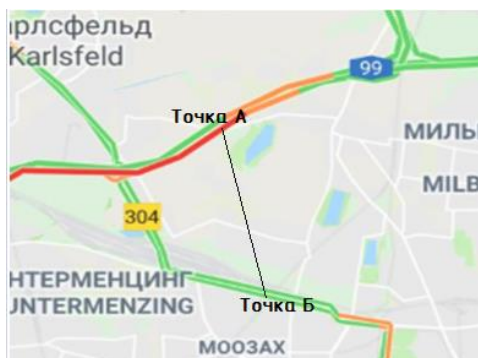


Рисунок 1 – Карта с пробками



Рисунок 2 – Генеральный план

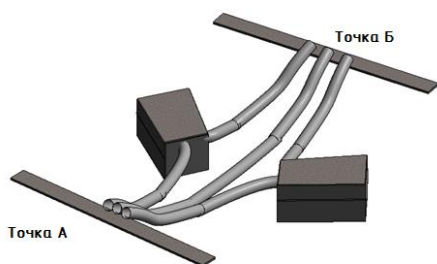


Рисунок 3 – Модель тоннелей

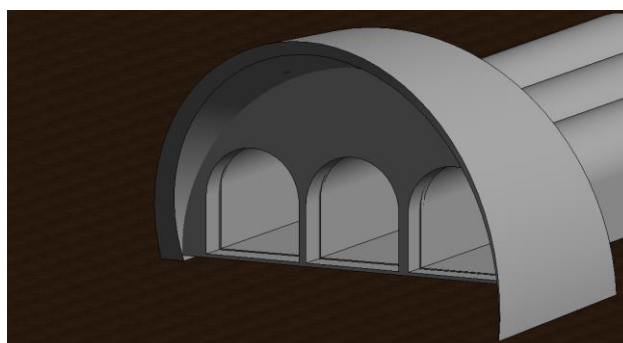


Рисунок 4 – Архитектурное решение портала

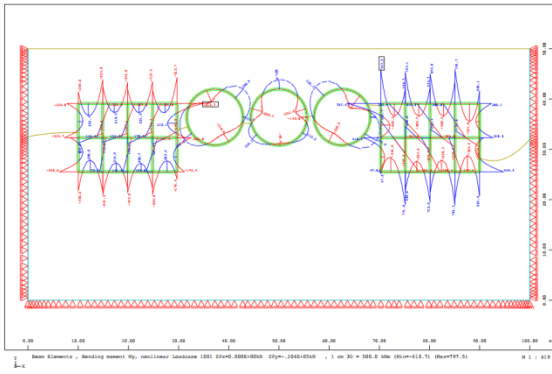


Рисунок 5 – Моменты возникающие в конструкциях тоннелей

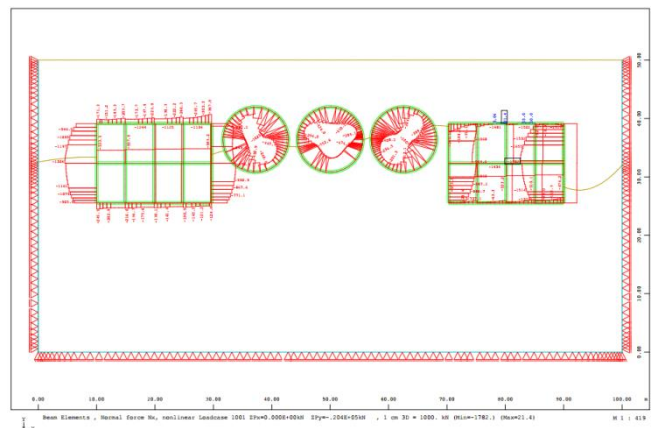


Рисунок 6 – Внутренние усилия в конструкциях

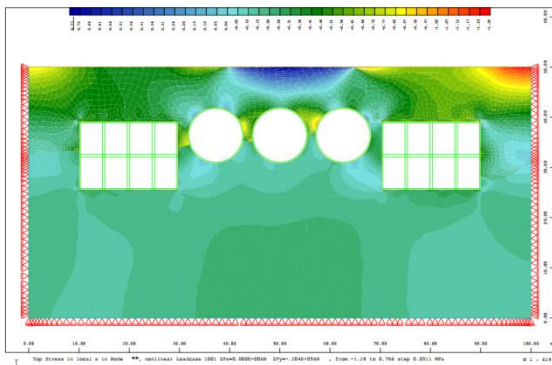


Рисунок 7 – Изо-поля напряжений по оси X (по горизонтали)

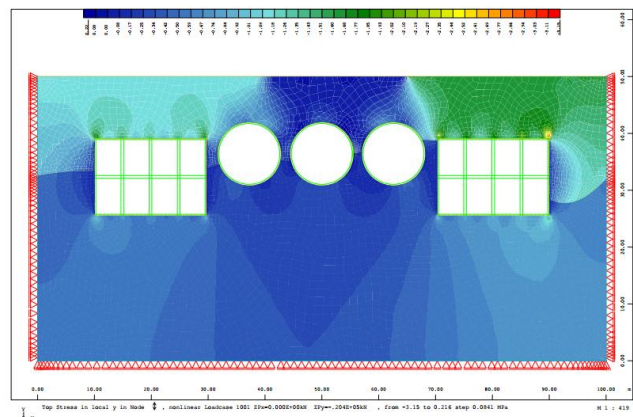


Рисунок 8 – Изо-поля напряжений по оси y (по вертикали)

При проектировании и строительстве тоннелей требуется учитывать возможные проблемы с инженерно-геологическими условиями. В слабых и неустойчивых грунтах при высоком уровне грунтовых вод, грунт «плышет» из забоя и закрепить его практически невозможно.

Одним из вариантов осушения грунтов при подземном строительстве является способ, включающий в себя образование в грунте скважин и осуществление через них подачи воздуха, откачку грунтовой воды через другие установленные скважины. Целью такого способа является –повышение эффективности осушения.

К недостаткам такого способа относятся:

- Большая трудоемкость работ;
- Сложность применения на участках, густо насыщенных инженерными коммуникациями;
- Высокий расход материалов

Трасса разбивается на участки (35-70 м), скважины размещают по контуру осушаемого массива грунта, подачу сжатого воздуха и откачку воды осуществляют в смежных скважинах, при этом подачу воздуха ведут с переменным давлением.

Литература:

1. Дренаж промышленных площадок и городских территорий - М.: Гос. Издательство литературы по строительству и архитектуре // Абрамов С.К. Найфельд Л.Р. Скричелло О.Б. -1954-428 с.
2. Национальный правовой Интернет-портал [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru>.

АРМИРОВАНИЕ ГРУНТА В НЕОБСЫПНЫХ УСТОЯХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Жилинская Анастасия Михайловна, магистрант

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

Армирование грунта – уплотнение насыпи, армированной геосинтетическими лентами, соединенных с железобетонными плитами облицовки. Это специфический тип управляющих операций, для борьбы с неустойчивостью грунтовых массивов и предупреждения развития нежелательных техногенных процессов.

Железобетонные плиты облицовки используются для:

- Облицовки подпорной стены
- Укрепления стен грунтового массива.

Данные железобетонные плиты облицовки обеспечивают отвод дренажных вод к основанию стены по всей высоте стены по специальным каналам в торцах плит.

Преимущества применения армирование грунта:

1. Отвод дренажных вод
2. Низкая стоимость
3. Простота монтажа
4. Надежность конструкции в различных климатических условиях
5. Возможно повторное использование ж/б плит.

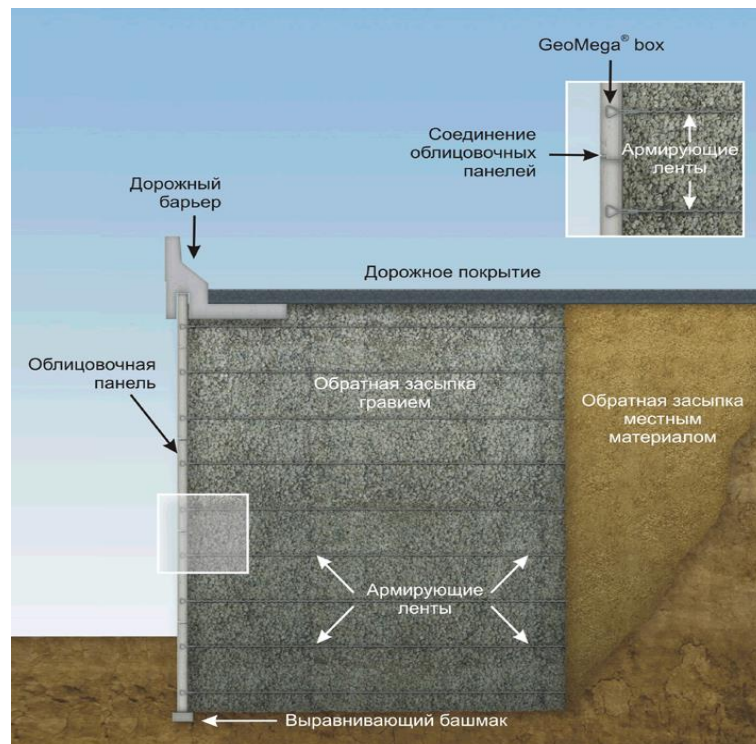


Рисунок 1 –Армирование грунта

Оптимальное распределение жестких элементов в грунтовом массиве улучшает структуру взаимодействия всех видов внутренних напряжений армированной системы, увеличивает её сопротивляемость сжимающим, сдвигающим и растягивающим усилиям, позволяет увеличить несущую способность грунтового основания, осуществлять контроль за устойчивостью склонов и откосов, стабилизировать осадки инженерных сооружений и т. д.).

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ CITTA DI CASTELO - PIANELLO

*Золотарь Антон Сергеевич, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы, было выбрано два города в Италии - Citta di Castelo и Pianello, проанализировав их месторасположение, геологический характер местности, потребности населения в транспортной сети между городами, а также перспективы расширения численности населения в дальнейшем - было принято решение разработать автодорожный тоннель, спроектировать портал в виде многофункционального комплекса.

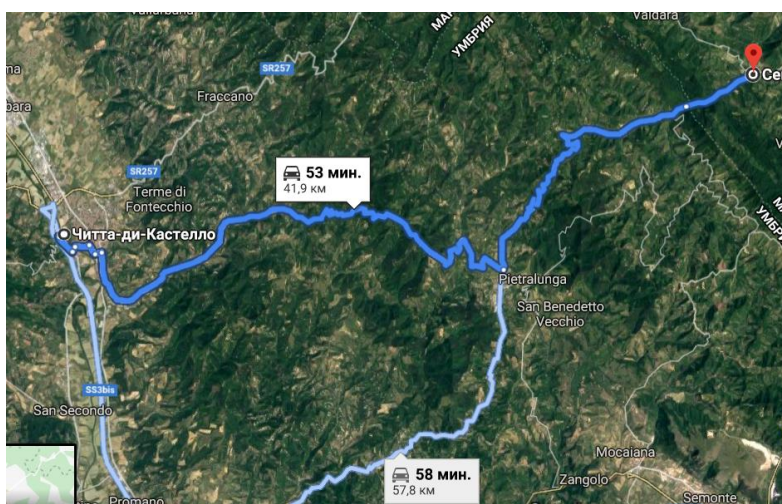


Рисунок 1 – Карта существующих дорог

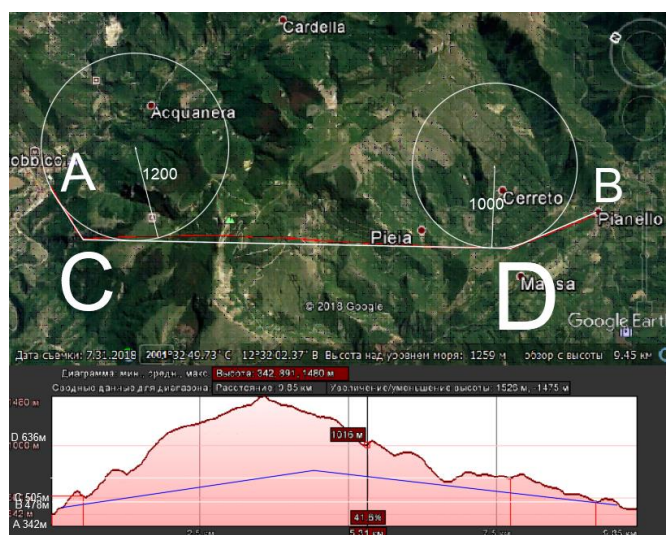


Рисунок 2 – Запроектированный тоннель

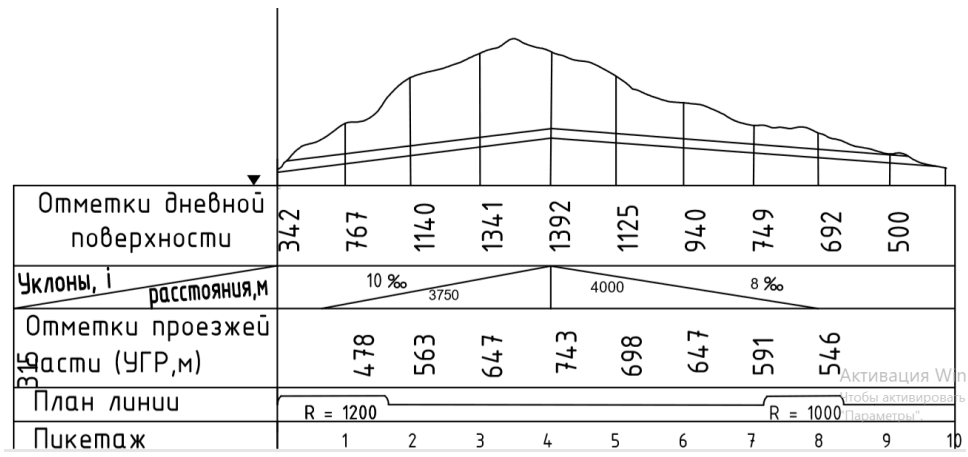


Рисунок 3 – Продольный профиль

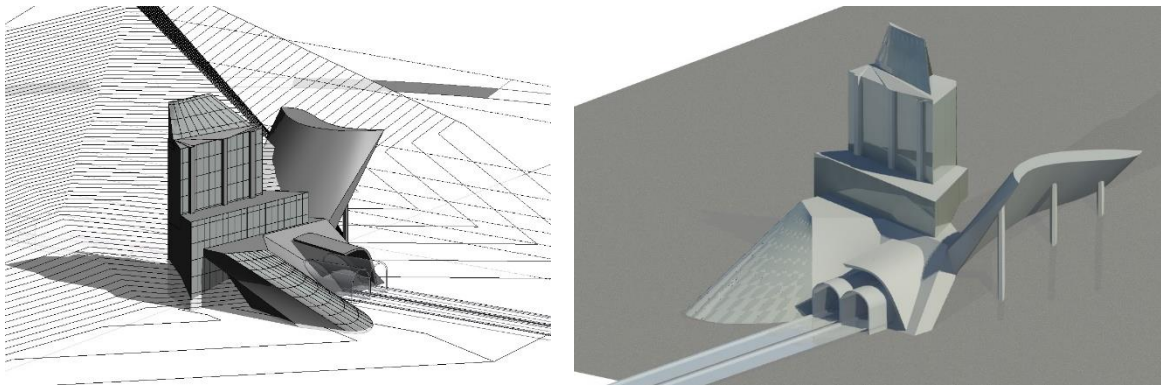


Рисунок 4 – Концептуальная модель портала

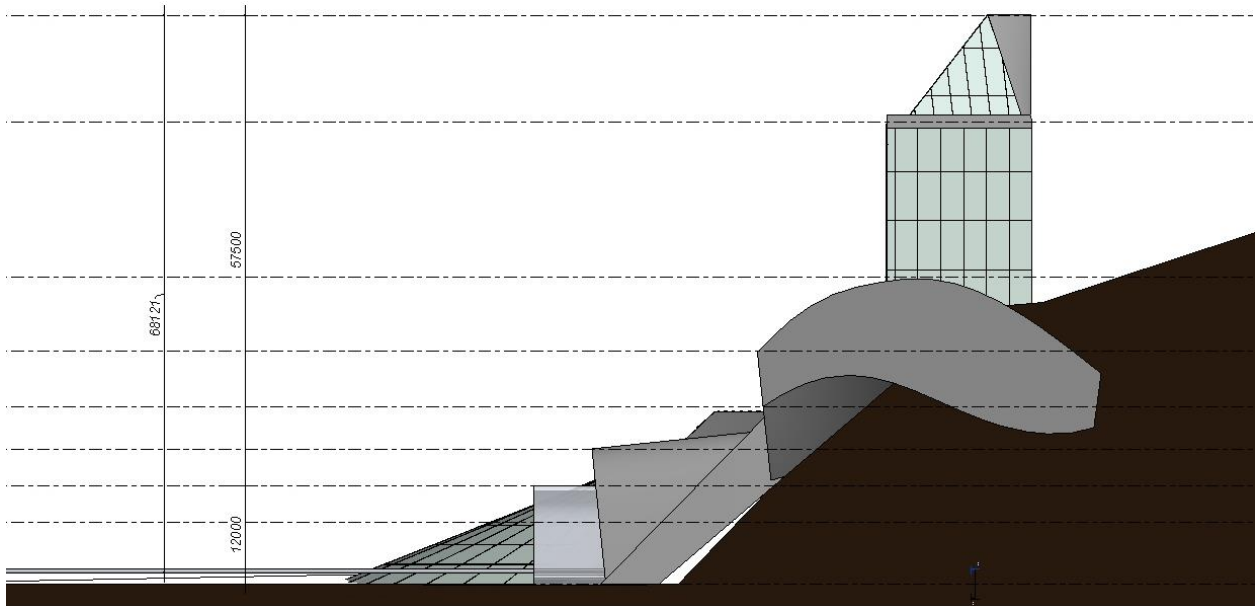


Рисунок 5 – Вид справа

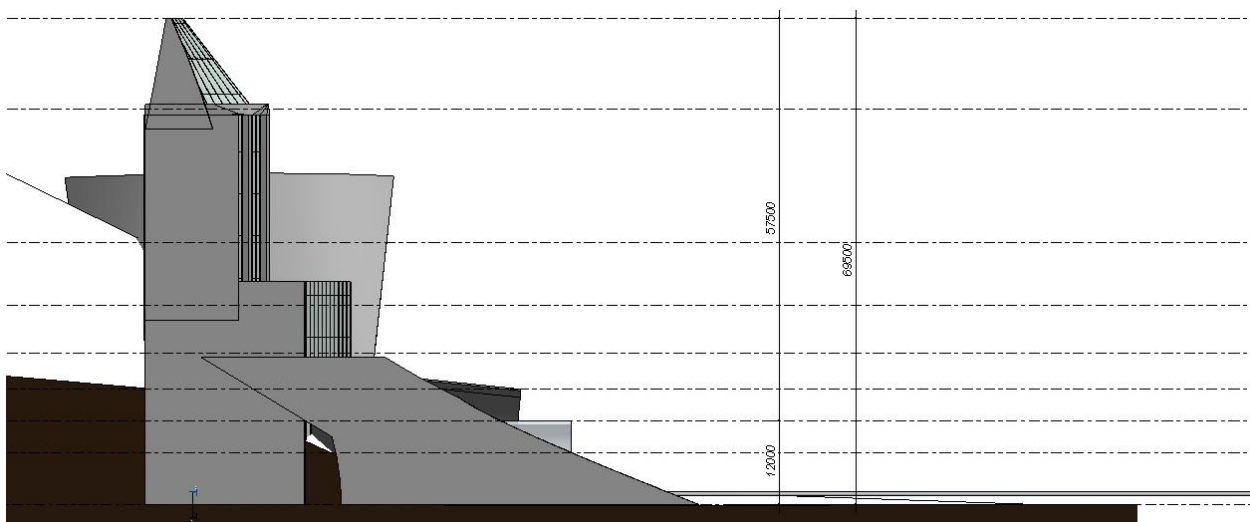


Рисунок 6 – Вид слева

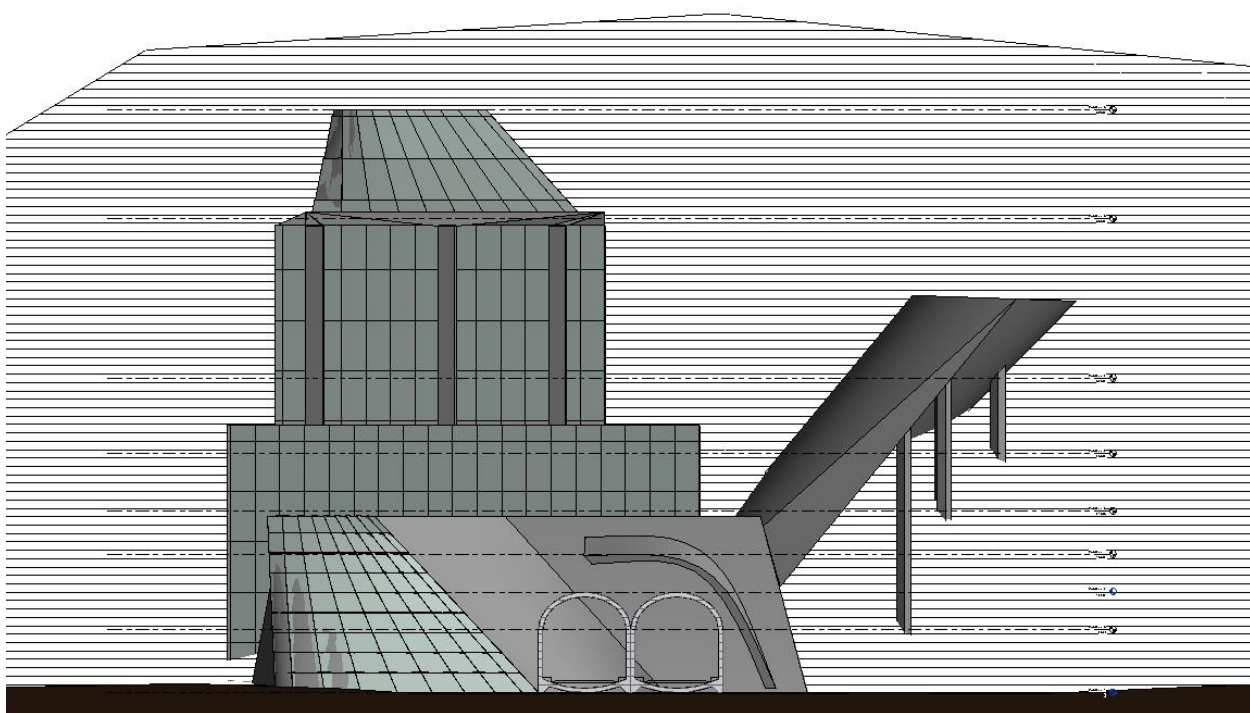


Рисунок 7 – Разрез

Перед порталом, разработан комплекс, включающий: кафе, торгово-развлекательный центр, отель и другое.

Тоннель спроектирован в один ярус, для возможности передвижения автомобилей. Это решение позволит сократить время переезда с Citta di Castelo до Pianello, что в свою очередь разгрузит объездные дороги и привлечет поток жителей других городов и туристов.

Одна из главных задач любого тоннеля, при его эксплуатации, заключается в обеспечении безопасной транспортировке людей, грузов. В автодорожных тоннелях для снижения выбросов загрязняющих веществ от транспортных

средств, таких как угарный газ (СО), оксиды азота (NOx) и сажа (частицы), необходима скорость вентиляции, чтобы поддерживать приемлемое качество воздуха для пользователей.

Не менее важно контролировать последствия пожара в тоннелях. Система вентиляции должна быть спроектирована и рассчитана таким образом, чтобы обеспечить достаточную скорость и направление для контроля распространения дыма и тепла в случае пожара.

Для этого применяется вентиляция одного из 3х типов: продольная, поперечная или полупоперечная. Выбор зависит от длины тоннеля и его загруженности.

Литература:

1. Колокова Н.М., Копац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
3. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
4. Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.
5. Омелянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал «Технология защиты» №4 2007 г.

ПОДВОДНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЪЁМКА ДНА С ПРИМЕНЕНИЕМ БПША

Карнейко Антон Сергеевич, Головач Анастасия Дмитриевна
студенты 1 курса кафедры «Мосты и тоннели»
(Научные руководители – Гречухин В.А., зав. каф. «Мосты и тоннели»,
доцент; Пожселаева К.А., асс. каф. ГиАКГТ)

При строительстве опор мостов, тоннелей методом опускных секций, прокладке коммуникаций или при реализации более масштабных проектов требуется выполнить топографическую съёмку дна водоёма. Традиционные способы топографирования в данной ситуации сложно осуществимы ввиду особенностей водной среды (было бы проблематично бегать по дну в акваланге, расставлять вехи, а потом снимать данные тахеометром).

Традиционно дно океанов и морей сканируется эхолотом, но у данного способа есть свои нюансы.

«Существенным недостатком обычных эхолотов является их достаточно широкая диаграмма направленности при излучении и приеме акустического сигнала. Это приводит к значительным искажениям изображений форм рельефа на участках со сложным строением дна (Рис. 1).

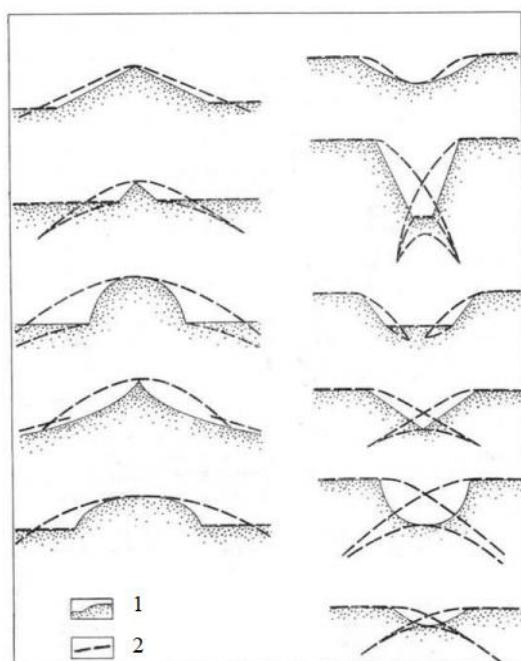


Рисунок 1 – Иллюстрация эффектов искажения эхолотных записей на различных формах рельефа (1 – истинный рельеф; 2 – форма рельефа на записи эхолота)

Изображения положительных форм рельефа растягиваются в горизонтальном направлении. При этом резкие «изломы» отражающих границ ведут к образованию дифрагированных волн. В результате одновременного прихода отраженных и дифрагированных волн от разных участков границы на записях формируются сложные зоны интерференции. Еще сильнее искажаются размеры и форма отрицательных форм рельефа. На соответствующих изображениях уменьшаются не только горизонтальные, но, в ряде случаев, и вертикальные размеры этих морфоструктур, вплоть до их полного исчезновения. При этом записи на эхограмме осложняются зонами интерференции, обусловленными одновременным приходом волн, отраженных от различных участков границы.» [1].

Частично данную проблему удалось решить благодаря применению современных многолучевых эхолотов. Они используют несколько десятков лучей (как правило от 100 до 200), расходящихся в разные стороны, перпендикулярного навигационной линии. Эта технология предоставляет информацию о глубине до нескольких сотен метров с каждой стороны судна, позволяет обследовать большие участки морского дна с более высокой плотностью и лучшей точностью, чем традиционные эхолоты. Точность таких систем составляет плюс-минус 5 сантиметров.

А что же делать, если требуются более точные данные?

В традиционной геодезии применяют современные лазерные сканеры. Данные сканеры позволяют достаточно быстро и точно произвести съёмку местности и в дальнейшем результаты их работы используются для построения объёмных моделей рельефа. Точность данных сканеров составляет от 0.5 до 5 миллиметров.

Мы предлагаем совместить два метода в одном беспилотном подводном аппарате (БППА), разместив на его борту эхолот совместно с лазерным сканером, включающим в себя камеру высокого разрешения. Данный комплекс будет управляться либо человеком, либо специализированной программой.

Лазерному лучу под водой свойственен эффект рассеивания. Степень рассеивания зависит от вида воды (солёная или пресная), времени года, геологического строения дна, течения, если таковое имеется, и многого другого. Но применение беспилотника относительно небольших размеров позволит получить приемлемые для дальнейшей работы данные. БППА сможет подойти достаточно близко к рельефу дна на расстояние меньше метра при котором мы сможем пренебречь эффектом рассеивания.

В процессе работы, первым делом будет составлена достаточно общая и неточная предварительная карта поверхности с помощью традиционного эхолота. Далее в работу включается лазерный сканер и составляет «облако

точек» (Рис. 2) необходимой плотности (до 1 точки на каждый квадратный миллиметр). Данные можно снять как со всей поверхности, так и с отдельного небольшого участка, если этого будет достаточно. Следующим шагом будет наложение данного “облака” на картинку с камеры. В итоге, мы получим полноценную трёхмерную модель, с которой сразу можно работать в специализированных программах. На полученной модели мы сможем сразу же в пару “кликов” узнать необходимые нам геометрические параметры тех или иных объектов или естественных структур с точностью до одного миллиметра!

Данная система сможет в сжатые сроки получить точную топографическую карту дна, снизить погрешности по сравнению с традиционным эхолотом и не потребует много времени.

Также данный БППА можно использовать и для мониторинга осадок и смещений уже готовых конструкций, в местах геологических разломов земной коры возможно следить за изменениями поверхности дна, а как следствие – и за движением тектонических плит.

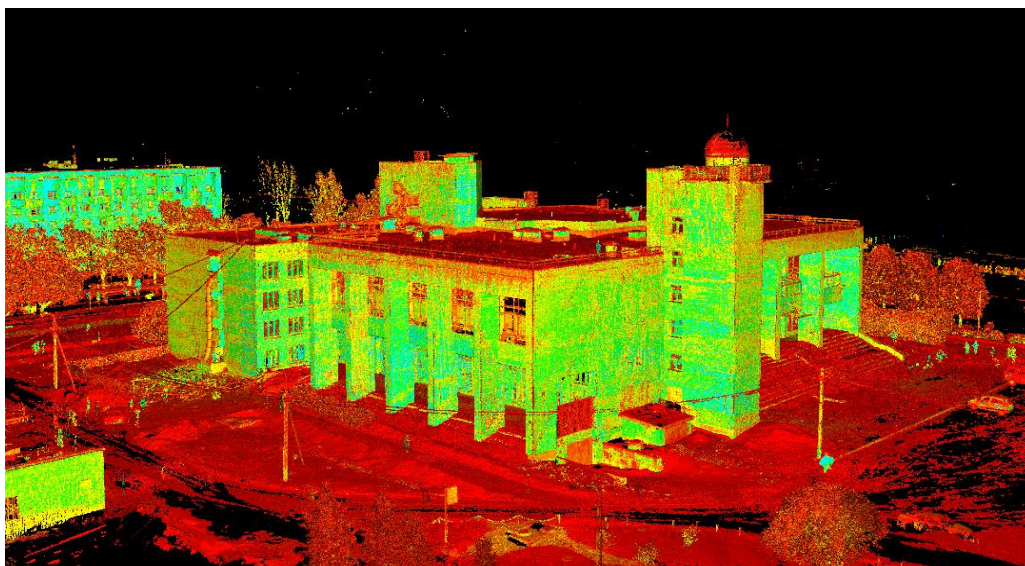


Рисунок 2 – Облако точек, полученное при наземном лазерном сканировании

Очень актуальна данная система будет для создания очень точной модели затонувших судов. Наш БППА сможет помочь в расследовании морских происшествий и, как следствие, увеличению общей безопасности морских грузоперевозок и путешествий.

«Литература»

1. Селиверстов Н.И. «Введение в геологию океанов и морей». Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН 2016. 170 с.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ

*Карпович Марина Андреевна, студентка 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Ходяков В.А., ассистент)*

Разработанная еще в середине прошлого века в СССР, стеклопластиковая арматура (СПА) начала масштабно использоваться сравнительно недавно. Популярность стеклотекстолитовые изделия приобрели благодаря снижению стоимости их производства. Малый вес, высокая прочность, широкие возможности применения и легкость монтажа сделали арматуру СПА хорошей альтернативой стальной арматуре. Материал прекрасно подходит для малоэтажного строительства, сооружения береговых укреплений, несущих конструкций искусственных водоемов, элементов мостов

Стеклопластиковая композитная арматура представляет собой стержень, произведенный из стеклянного сплеточного нитевидного волокна (ровинга) прямого или скрученного, скрепленного особым составом. Обычно это синтетические эпоксидные смолы. Другой вид представляет собой стекловолоконный стержень с намоткой из углепластиковой нити. После намотки такие стекловолоконные заготовки подвергают полимеризации, превращая их в монолитный стержень. Стекловолоконная арматура имеет диаметр от 4 до 32 мм, толщиной от 4 до 8 мм упаковывается в бухты. Бухта содержит 100-150 метров арматуры. Также возможна нарезка в заводских условиях, когда размеры предоставляет заказчика. От технологии производства и связующего зависят прочностные характеристики стержня. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Стеклопластиковая арматура

Стеклопластиковая арматура используется в различных отраслях промышленного и частного строительства, для обычного и предварительно напряженного армирования строительных конструкций и элементов, эксплуатация которых, проходит в средах с различной степенью агрессивного воздействия. Самые известные примеры использования:

1. Армирование блочных, кирпичных стен и стен из газосиликатных блоков. Стеклопластиковая арматура показала весьма неплохие результаты при армировании данных конструкций. Основные плюсы: экономия средств и облегчение конструкций.
2. В качестве связующего бетонных элементов, между которыми располагается утеплитель. СПА позволяет улучшить сцепление бетонных элементов.
3. Для укрепления несущих элементов конструкций, которые подвержены воздействию факторов, вызывающих коррозию (искусственные водоемы, мосты, укрепительные сооружения береговых линий пресных и соленых естественных водоемов). В отличие от металлических прутьев, стекловолоконные не подвержены коррозии.
4. Для армирования конструкций из клееной древесины. Использование арматуры из СПА позволяет в разы повысить прочность балок из клееного дерева и повысить жесткость конструкции.
5. Возможно применение в строительстве ленточных заглубленных фундаментов для малоэтажных зданий, если они располагаются на твердых, неподвижных грунтах. Заглубление выполняется ниже уровня промерзания почвы.
6. Для повышения жесткости полов в жилых домах и промышленных комплексах.
7. Для повышения прочности и долговечности дорожек и дорожного покрытия.

Стоимость стеклопластиковой арматуры ниже стоимости стальной арматуры всех классов, поэтому использование ее для повсеместной замены арматуры в железобетонных конструкциях в настоящее время экономически целесообразно. Так же она обладает рядом специфических свойств, которыми не обладает стальная арматура. Внедрение этих конструкций в практику строительства дает значительный технико-экономический эффект.

Основной причиной разрушения железобетонных конструкций является коррозия стальной арматуры и, кроме того, в большинстве случаев разрушаются традиционные цементные бетоны. В связи с этим для создания долговечных армированных конструкций, как правило, требуется не только замена стальной

арматуры стеклопластиковой, но и использование бетонов специальных составов, химически стойких в реальных эксплуатационных условиях. В качестве таких бетонов могут быть использованы полимербетоны, полимерцементные бетоны, полимерсиликатные бетоны и др.

Таким образом, высокая коррозионная стойкость стеклопластиковой арматуры предопределяет ее использование в долговечных армированных конструкциях из специальных бетонов. Эти конструкции предназначены для замены железобетонных конструкций (панелей перекрытий, ограждающих конструкций, колонн, балок и прогонов, технологических трубопроводов, резервуаров и других видов конструкций и технологического оборудования).

Литература:

1. Конструкции из стеклопластиковой арматуры в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.armaturasila.ru>. – Дата доступа: 20.04.2019.
2. Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.21kompozit.ru>. – Дата доступа: 20.04.2019.
3. Преимущества и недостатки, технические характеристики и применение стеклопластиковой арматуры (СПА) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vseoarmature.ru>. – Дата доступа: 20.04.2019.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ КЕССОННЫЙ МЕТОД

Киргизова Мария Владимировна, студентка 4 курса

Ложников Дмитрий Евгеньевич, студент 4 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Кисель М.А., старший преподаватель)

Пневматический кессон-это, по существу, большая перевернутая коробка, на которой построен пирс, и внутри которой может быть выполнена работа, потому что вода вытесняется из коробки сжатым воздухом. Пневматический кессонный метод включает в себя наземное строительство железобетонного кессона, имеющего рабочую камеру внутри в нижней части, подачу сжатого воздуха в рабочую камеру для предотвращения поступления туда подземных вод, земляные работы грунтов в рабочей камере и, наконец, погружение всей конструкции кессона. Пневматические кессоны применяются для различных конструкций: фундаментов мостов и зданий и очистных сооружений, подземных водорегулирующих резервуаров, шахт для установки щитовых проходческих машин и тоннелей. Пневматические кессоны имеют герметичную камеру на дне, в которую подается сжатый воздух для предотвращения попадания воды. Внутри камеры, земля выкопана как раз как для наземных строительных работ.

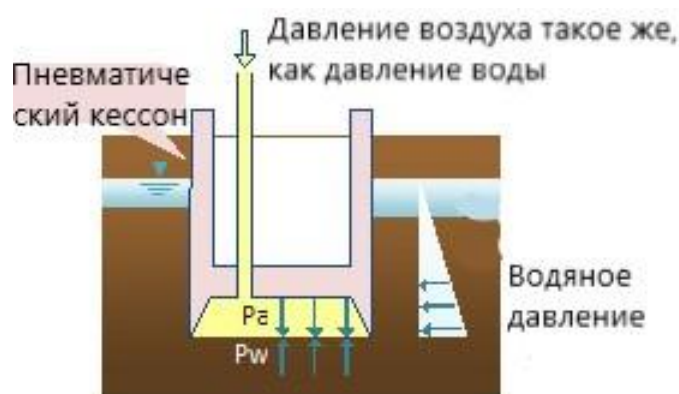


Рисунок 1 – Принцип метода пневматического кессона

Кессон строится на берегу, спускается на воду и буксируется на свое место. Иногда, в целях экономии (при условии, что древесина дешевле), эта часть пирса от верхней части рабочей камеры до нескольких метров ниже линии низкой воды может быть построена как деревянная колыбель и заполнена сыпучим камнем или гравием просто для того, чтобы утяжелить ее. Этот метод обычно дешевле

каменной кладки, а древесина, всегда находящаяся под водой, долговечна. Самая большая глубина, на которую когда-либо опускался такой кессон, находится примерно на 35 метров ниже уровня воды. Эта глубина была достигнута при погружении одного из пирсов моста Сент-Луис. На таких глубинах давление воздуха на квадратный метр составляет около 340 кПа, что в три-четыре раза больше нормальное атмосферное давление. Для предотвращения утечки воздуха при таком давлении необходимы тщательные меры предосторожности.

Преимущества пневматический кессонов: предотвращает попадание в скважину осадков или грунтовых вод, защита от замерзания, бетон залитый в сухом месте будет иметь хорошее качество.

Недостатки пневматический кессонов: пневматические кессоны имеют большую стоимость, они не могут быть погружены более 35 м, нельзя устанавливать вблизи коммуникаций, поскольку кессоны громоздкие, вредное воздействие сжатого воздуха на организм рабочих.

Литература:

1. Кессонные фундаменты // Озеров Н.В. –1940г.–724 с.;
2. Гидромеханизация кессонных работ // Зингоренко Г. И. и Силин Н. А. – 1949г. – 208 с.;
3. Выбор оптимального режима работы гидромеханизационных установок в кессонах // Хализев Е. П. – 1957г.;

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ

*Ложников Дмитрий Евгеньевич, студент 4 курса
Киргизова Мария Владимировна, студентка 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Кисель М.А., старший преподаватель)

Улучшение характеристик грунтов - это изменение любого свойства почвы с целью улучшения ее технических характеристик, таких как прочность, сжимаемость, водопроницаемость или улучшенное состояние грунтовых вод. Это может быть либо временный процесс, разрешающий строительство объекта, либо постоянная мера для улучшения производительности завершеного объекта.

Существуют различные методы улучшения почвы, основанные на строительной деятельности и типе почвы. Методы улучшения почвы:

1. Уплотнение поверхности грунтов
2. Методы дренажа
3. Методы вибрации
4. Предварительное сжатие и консолидация грунтов
5. Затирка и инъекция
6. Химическая стабилизация
7. Гео текстиль и гео-мембраны
8. Другие методы



Рисунок 1 – Уплотнительные катки

Одним из самых старых методов уплотнения грунтов является уплотнение поверхности. Для строительства новой дороги, взлетно-посадочной полосы, насыпи или любого мягкого, или рыхлого участка требуется уплотненное основание для укладки дорожной одежды. Для уплотнения поверхности грунта обычно используют катки и трамбовки.

Подземные воды - одна из самых сложных проблем в земляных работах. Присутствие воды уменьшает прочность грунта на сдвиг. Дальнейший сильный приток воды к месту строительства может вызвать эрозию или обрушение стенок открытых котлованов. Существуют определенные методы контроля грунтовых вод и обеспечения безопасного и экономичного строительства.

Распространенными методами дренажа являются: дренажные скважины, поверхностный дренаж, водопонижение иглофильтрами, водопонижение методом электроосмоса.

Методы вибрации могут быть эффективно использованы для быстрого уплотнения водонасыщенных несвязных грунтов. Вибрация и ударные волны в рыхлых грунтах вызывают разжижение с последующим их уплотнением, сопровождающимся рассеиванием избыточного давления воды в порах. Некоторыми из наиболее распространенных методов вибрации являются взрывные работы, вибрационный зонд, вибрационные катки, виброфлотация или разжижение грунтов.

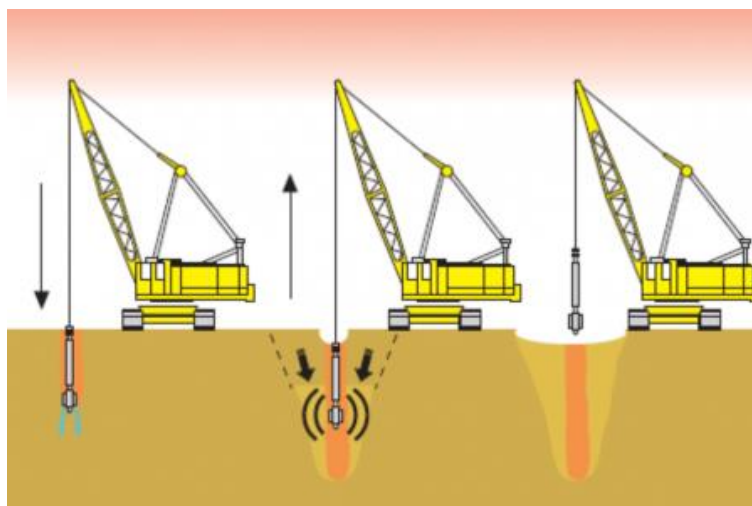


Рисунок 2 – Виброфлотация

Предварительное сжатие и консолидация - этот метод направлен на укрепление грунта перед строительством. Используются различные методы: предварительная загрузка грунта, вертикальные скважины, динамическое уплотнение, и другое.

Инъекция - это процесс, при котором стабилизаторы, либо в виде суспензии, либо раствора, вводятся в грунт или породу для повышения их физико-механических свойств.

Инъекция осуществляется с помощью суспензионных растворов, которые заключаются в цементации с почвой: цементно-цементные смеси, цемент, известь, химические составы.

Химическая стабилизация снижает проницаемость грунта, улучшает прочность на сдвиг, увеличивает несущую способность, уменьшает осадки и ускоряет строительство.

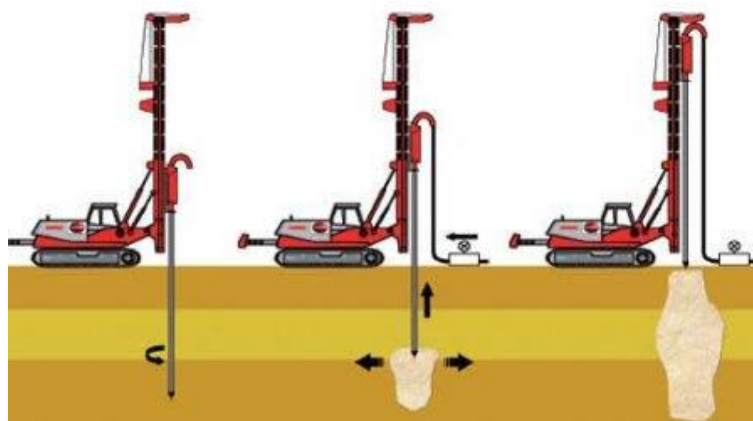


Рисунок 3 – Инъекция

Геотекстиль - это пористые ткани, изготовленные из синтетических материалов, такие как полиэфир, полиэтилен, полипропилен и поливинилхлорид, нейлон, стекловолокно и различные их смеси. Геотекстиль используется в качестве сепараторов, фильтров, сеток армирования грунтов, геомембран.

Литература:

1. Закрепление грунтов земляного полотна автомобильных и железных дорог // Игорь Рубцов, Владимир Митраков, Олег Рубцов – 2007г. – 184 с.
2. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве // Безрук В.М. – 1971 г. - 248 с.
3. Технология и механизация укрепления грунтов в дорожном строительстве // Безрук В.М., Левицкий Е.Ф., Ястребова Л.Н., Либерман М.А., Исаев В.С., Глухман Л.И. – 1976 г. 232 с.

МОНИТОРИНГ СТРОИТЕЛЬСТВА ТУННЕЛЕЙ: КАК БЕСПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ ИОТ УМЕНЬШАЮТ РИСКИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ

Комлев Никита Андреевич, студент 3 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

Маркевич Максим Александрович, студент 3 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Недавнее исследование, проведенное компанией TrackVia, показало, что 47% руководителей строительных работ все еще используют ручные методы для сбора важной информации о проекте. Строительный сектор медленно осваивает новые технологии: хотя автоматизированные данные, часто с помощью беспроводных систем мониторинга, могут сделать операции более эффективными, сэкономить затраты и снизить риски, промышленность по-прежнему не решается внедрять новые подходы.

Туннельные проекты являются одной из наиболее рискованных геотехнических строительных площадок. Возможность контролировать устойчивость окружающих сооружений и подземных выработок в режиме реального времени имеет большое значение для поддержания низкого потенциала риска. Операторы, которые полагаются на ручные показания, работают с устаревшей информацией и поэтому принимают частично слепые решения. Это создает серьезные риски, поскольку потенциальные инциденты не могут быть легко обнаружены. Несмотря на значительные достижения в области контрольно-измерительных приборов и мониторинга, гибель рабочих и населения в результате инцидентов при строительстве туннелей по-прежнему представляет собой серьезную угрозу. Уровень риска может быть значительно снижен с помощью передовых технологий Интернета вещей (IoT).

Технология IoT для мониторинга в реальном времени

Один из подходов к замене показаний вручную заключается в развертывании беспроводной системы мониторинга. Хотя "беспроводная связь" не может претендовать на пост новой концепции, система, которая работает по технологии IoT, таковой является. Мониторинг интернета вещей основан не на 3G или Wi-Fi, а на маломощных широкозонных сетях (LPWA), таких как Sigfox и LoRa, что повышает точность и надежность данных. С помощью беспроводных систем мониторинга IoT датчики, такие как многоточечные скважинные

экстенсометры, используемые в строительном проекте, могут быть подключены к беспроводным узлам данных, которые передают данные датчика через шлюзы на серверы, на месте эксплуатации. Это позволяет операторам отслеживать операции в реальном времени.

В Северной Америке некоторые из крупнейших проектов расширения метрополитена, такие как фиолетовая железнодорожная линия в Вашингтоне, округ Колумбия, фиолетовая линия в Лос-Анджелесе и проект метро Торонто, используют беспроводной мониторинг IoT для обеспечения надежности и точности своих систем управления рисками.

- **Беспроводные системы мониторинга IoT предлагают разнообразные преимущества, такие как: Дальнобойный, маломощный геотехнический мониторинг**

Системы, работающие в сетях IoT LPWA, таких как Sigfox и LoRa, обеспечивают повышенную точность и надежность данных. Они позволяют операторам удаленно собирать и передавать данные на большие расстояния (в зависимости от случая использования на расстоянии до 14 километров) без необходимости использования большой мощности. Системы, как правило, питаются от батареи и могут эксплуатироваться до восьми лет, что делает их простыми в обслуживании.

Кабели, которые все еще часто используются в проектах строительства туннелей, в отличие от беспроводных подходов, уязвимы к физическому повреждению, на окружающие структуры влияют движения грунта, вызванные проходкой туннеля. Также сложно установить кабели в труднодоступных местах, и они уязвимы к повреждению с течением времени.

- **Повышение доступности данных**

В пределах туннеля наиболее интересные данные соответствуют первым дням после раскопок. Данные, собираемые вручную в течение этого периода, содержат много скрытой или не поддающейся расшифровке информации, поскольку они не могут отслеживать события точно так, как они произошли. Когда системы основаны на технологии IoT и работают на LoRa, эта технология позволяет обеспечить эффективную связь в условиях, когда другие системы считывания данных или подходы отказывают.

- **Минимальное обслуживание**

Необходимость регулярно заменять или поддерживать систему мониторинга требует подвергать работников большому риску, а также снижает надежность и общую безопасность, поскольку существует постоянная возможность того, что система может внезапно упасть, а вместе с ней и все операции по управлению рисками. Это угрожает жизни.

Системы, использующие маломощное беспроводное оборудование, обладают высокой прочностью и адаптивностью и, таким образом, являются хорошим вариантом, поскольку они требуют гораздо меньшего содержания и адаптированы к конкретным условиям окружающей среды, что делает их погрешность менее значительной. Это относится к датчикам так же, как к сети и программному обеспечению. Дальние, маломощные беспроводные технологии, такие как LoRaWan, используемые сетями IoT по всему миру, являются наиболее надежным вариантом.

- **Гибкость и долговечность**

Чтобы выдерживать суровые условия работы на строительных площадках туннелей, устройства, используемые для измерения ситуации на объекте, должны быть очень долговечными. Беспроводные узлы данных специально предназначены для установки в жестких условиях. Для сравнения, кабели, как правило, гораздо более уязвимы к повреждениям.

Гибкость также важна. Датчики могут предоставить операторам удобство в их мониторинге, поскольку после установки они облегчают развертывание регистраторов данных. Беспроводные узлы очень подвижны, что означает, что их можно легко удалить, если в том же месте необходимо выполнить другой вид строительных работ, например, сделать гидроизоляцию или установить окончательную прокладку туннеля.

Будущее туннелирования?

В прошлом человеческие жертвы не были редкостью в проектах строительства туннелей; сегодня это уже неприемлемо, и в значительной степени это связано с технологическими достижениями, основанными на Интернете вещей, которые сделали управление рисками более простым и гораздо более точным. Следующей границей управления рисками в измерительных приборах и мониторинге для проектов туннелирования, вероятно, является ассимиляция данных в реальном времени в вычислительную модель проекта. Это позволит повысить качество имеющейся информации и позволяет операторам сделать образованные, основанные на фактических данных решения при туннелировании.

Таким образом, оцифровка строительных проектов с помощью интеллектуальных датчиков не только позволяет операторам отслеживать ход операций в режиме реального времени, но также позволяет компаниям прогнозировать, что необходимо сделать дальше, отображая реальные, запланированные и прогнозируемые производственные потребности.

Литература:

1. Juan Pérez. Tunnel Construction Monitoring: How IoT Wireless Systems Diminish Risks in Construction Projects [Electronic resource] / Juan Pérez // Tunnel Business Magazine – Mode of access: <https://tunnelingonline.com/tunnel-construction-monitoring-iot-wireless-systems-diminish-risks-construction-projects/> – Date of access: 29.04.2019.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ

*Комлев Никита Андреевич, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы, было выбрано два города в Италии - Анатоли и Спилиа, проанализировав их месторасположение, геологический характер местности, потребности населения в транспортной сети между городами, а также перспективы расширения численности населения в дальнейшем - было принято решение разработать автодорожный тоннель, спроектировать портал в виде многофункционального и развлекательного комплекса.

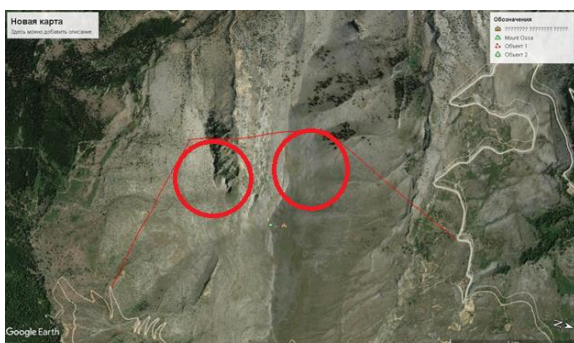


Рисунок 1 – Карта существующих дорог и запроектированный тоннель

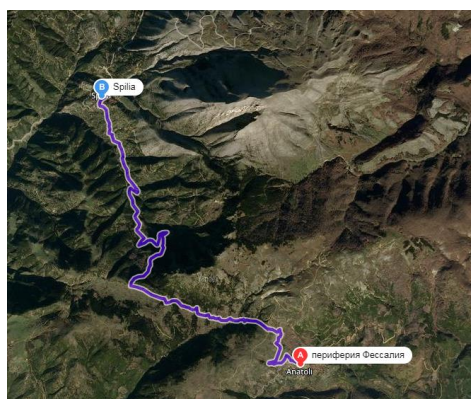


Рисунок 2 – Генеральный план

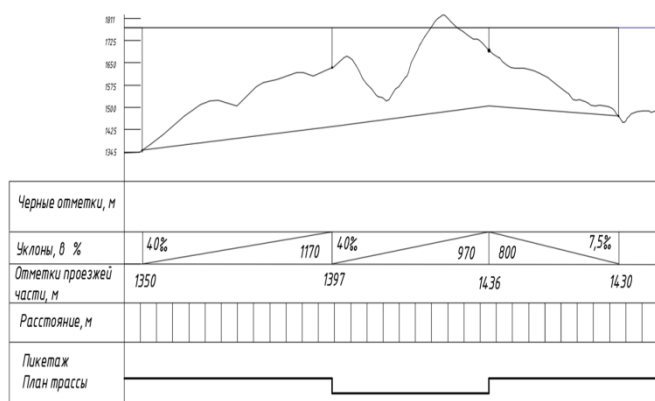


Рисунок 3 – Продольный профиль

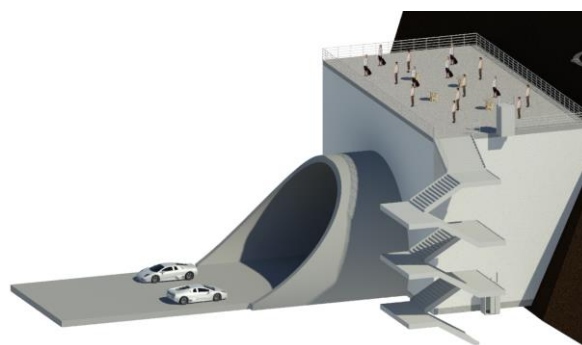


Рисунок 4 – Концептуальная модель портала

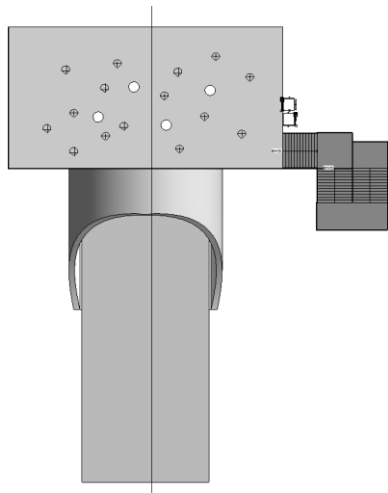


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (вид сверху)

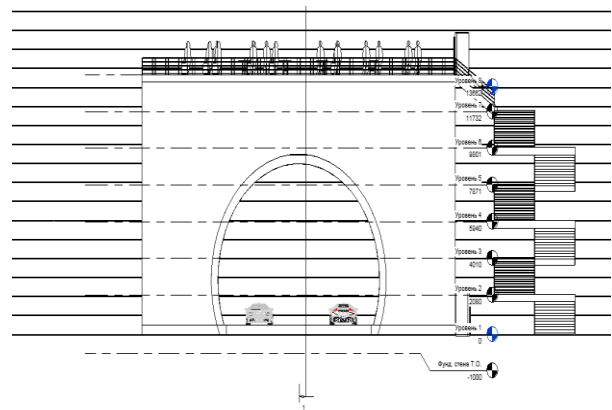


Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - южный)

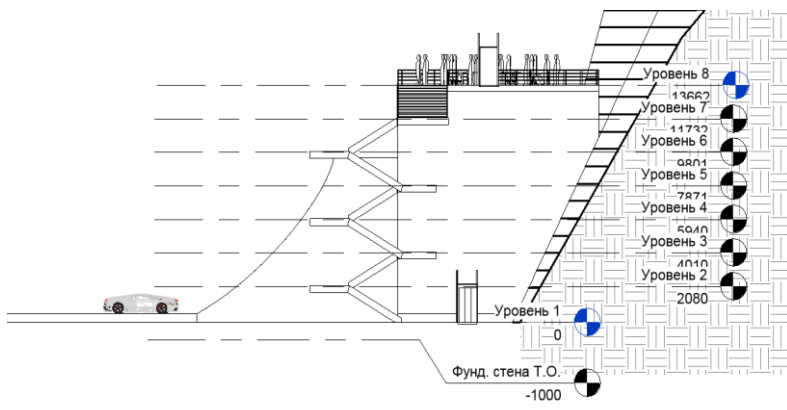


Рисунок 7 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - восточный)

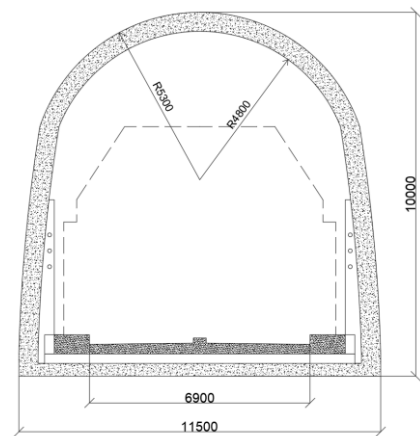


Рисунок 8 – Обделка тоннеля

Концепция портала состоит в использовании простого, быстровозводимого сооружения. Помимо основной технической функции – входной части тоннеля, портал несет и другие, а именно:

- оборудование центра управления и наблюдения за системами безопасного движения;

- устройства в верхней части портала смотровых и вертолетных площадок;

- обеспечение перехода с одной стороны на другую.

Рядом с порталом, разработан комплекс, включающий: кафе, стоянка, небольшие гостиницы и многое другое.

Туннельные проекты являются одной из наиболее рискованных геотехнических строительных площадок. Возможность контролировать устойчивость окружающих сооружений и подземных выработок в режиме реального времени имеет большое значение для поддержания низкого потенциала риска. Операторы, которые полагаются на ручные показания,

работают с устаревшей информацией и поэтому принимают частично слепые решения. Это создает серьезные риски, поскольку потенциальные инциденты не могут быть легко обнаружены. Несмотря на значительные достижения в области контрольно-измерительных приборов и мониторинга, гибель рабочих и населения в результате инцидентов при строительстве туннелей по-прежнему представляет собой серьезную угрозу. Уровень риска может быть значительно снижен с помощью передовых технологий Интернета вещей (IoT).

Литература:

1. Juan Pérez. Tunnel Construction Monitoring: How IoT Wireless Systems Diminish Risks in Construction Projects [Electronic resource] / Juan Pérez // Tunnel Business Magazine – Mode of access: <https://tunnelingonline.com/tunnel-construction-monitoring-iot-wireless-systems-diminish-risks-construction-projects/> – Date of access: 29.04.2019.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ В КАЗАХСТАНЕ

*Корнейчик Виталий Игоревич, студент 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы была поставлена задача для разгрузки основных городских магистралей в часы пик. Разрешить данную проблему было решено в городе Алматы, Казахстан, где в утренние, обеденные и вечерние часы пик пробки достигают 9-ти баллов.

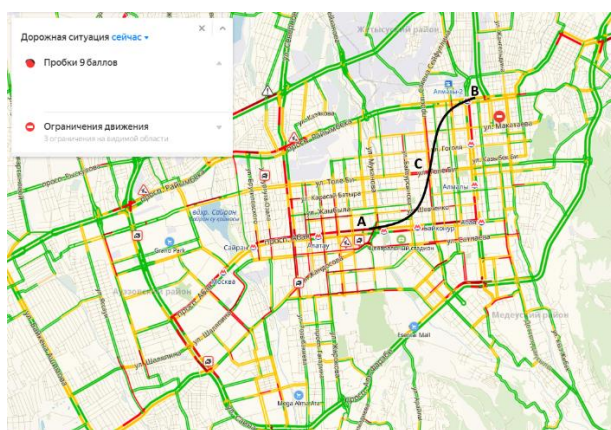


Рисунок 1 – Схема пробок в 9 баллов во время часа пик в центральной части города Алматы

Мной предложено концептуальное решение строительства транспортного тоннеля, соединяющего два основных городских проспекта – проспект Абая и проспект Райымбека, под существующей городской застройкой.

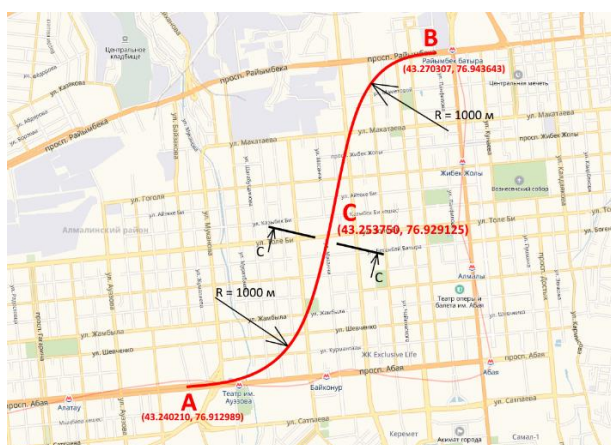


Рисунок 2 – Генплан, координаты начальной и конечной точек проектируемого тоннеля, расположение торгового центра (С)

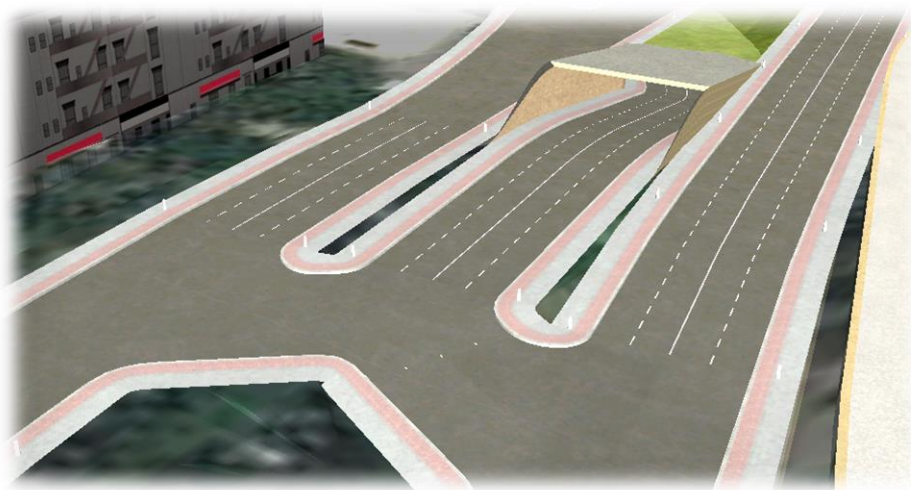


Рисунок 3 – Концепция портала тоннеля в точке А

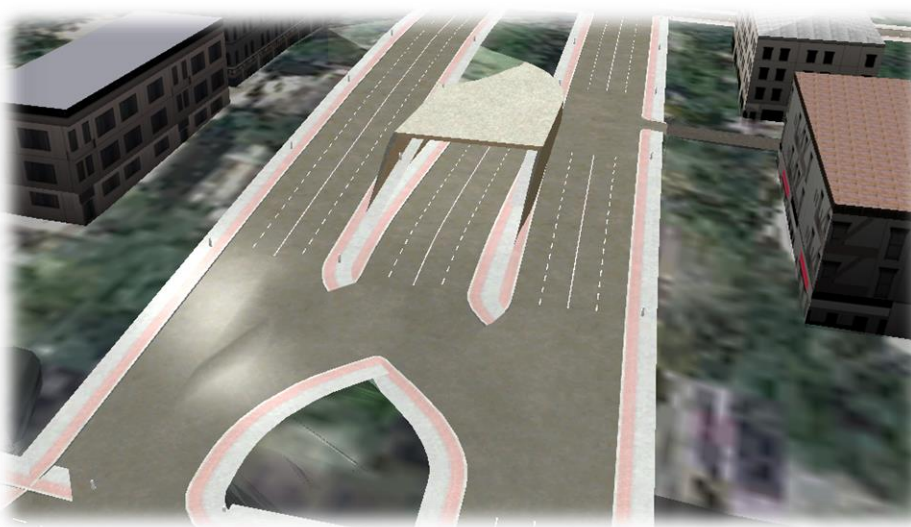


Рисунок 4 – Концепция портала тоннеля в точке В

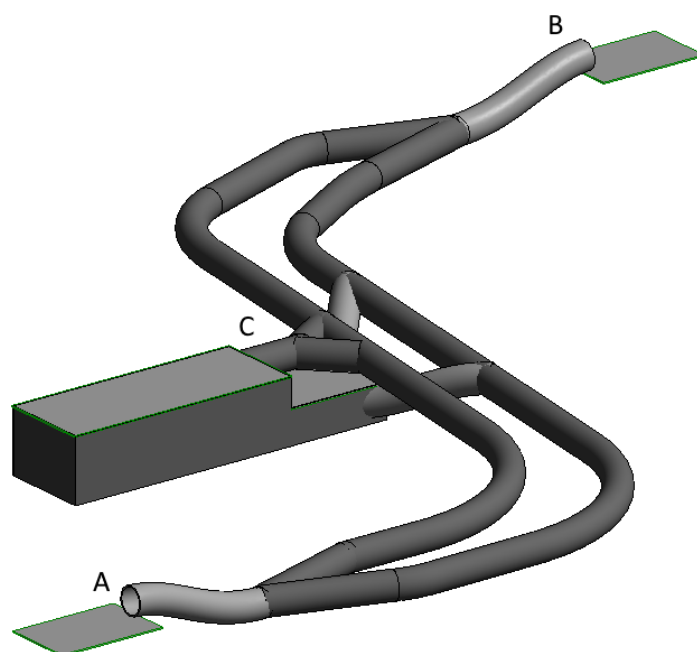


Рисунок 5 – Концептуальная модель системы тоннелей с подземным комплексом

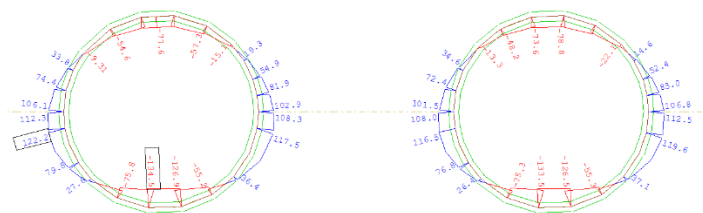


Рисунок 6 – Эпюра моментов, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершеного строительства тоннеля в разрезе С-С

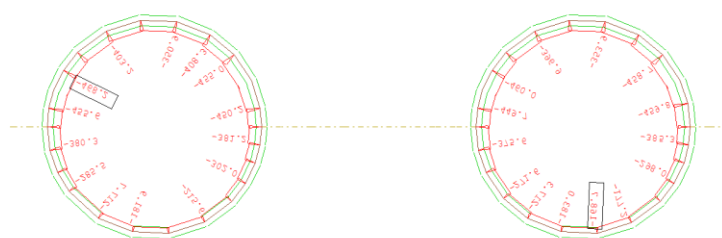


Рисунок 7 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершеного строительства тоннеля в разрезе С-С

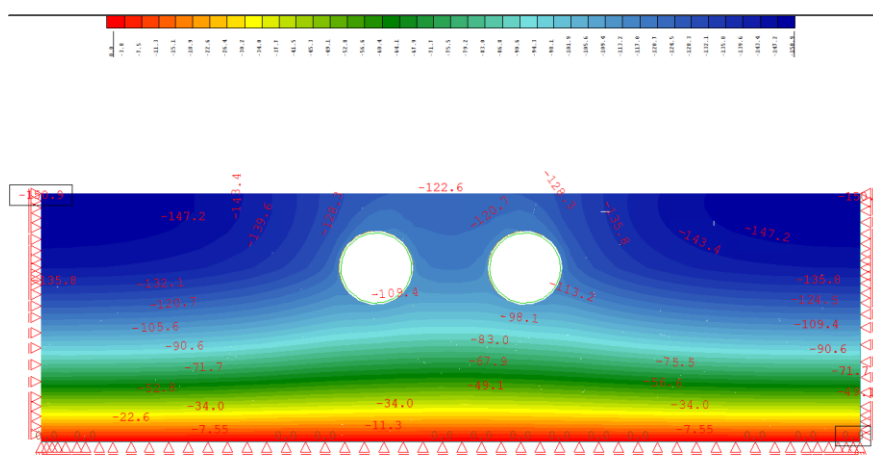


Рисунок 8 – Изополя перемещения по вертикали упругого полупространства совместного с железобетонной обделкой на стадии строительства тоннеля в разрезе С-С

Для реализации данного проекта было принято решение использовать метод химического укрепления грунтов.

Данный метод может применяться для усиления слабых грунтов во время проходки тоннеля закрытым способом, усиления грунтов под уже существующими зданиями и сооружениями, заполнения пустот в грунте, защиты подземных частей сооружения от воздействия подземных вод и различных минеральных соединений, способных вызвать коррозии и повреждения, и множества других инженерных потребностей.

Для возможности проведения химического закрепления грунт должен удовлетворять основному, для данного метода, свойству – проницаемостью. В противном случае, непроницаемые грунты, в основном глинистые, не смогут пропустить через себя специальные химические вещества.

Суть способа химического закрепления состоит в том, что в грунт, с помощью специальных скважин-инъекторов, инъецируются разного рода вещества. С течением времени они застывают, тем самым укрепляя грунт и заполняя пустоты. Общие схемы принципа работы метода (Рис. 9) приведены ниже:

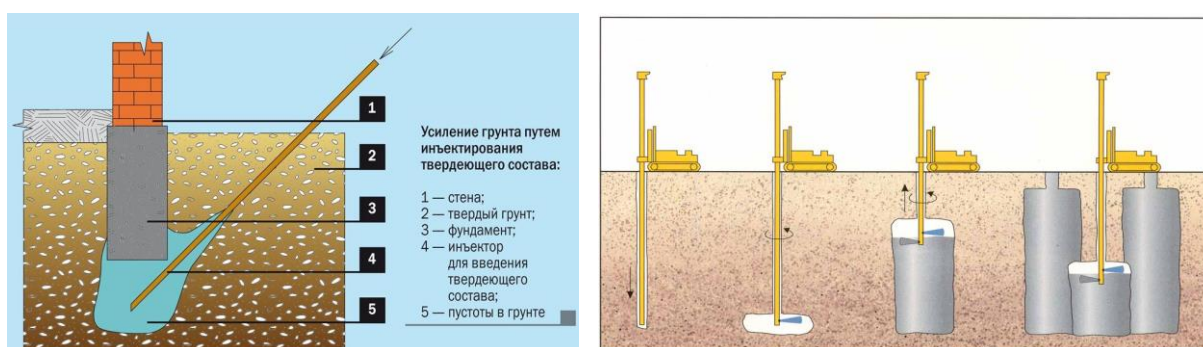


Рисунок 9 – общая схема работы по химическому укреплению грунта

Основными методами химического закрепления грунтов в зависимости от применяемых веществ являются:

- Битумизация;
- Цементация;
- Смолизация;
- Силикатизация.

Перед началом проведения работ обязательно проводятся геологические исследования по определению типа грунта, его проницаемости и водонасыщенности, наличия пустот, выявлению каких-либо факторов, способных негативно сказаться во время производства работ либо при дальнейшей эксплуатации.

Литература:

1. Виды и способы закрепления грунтов // Смагулова Л. К. // Молодой ученый. – 2017 г. 80-83 с.
2. Цементация оснований гидросооружений // Адамович А. Н. и Колтунов Д. В., - 1953 г. – 320 с.
3. Силикатизация песчаных грунтов // Ржаницын Б. А., - 1949 г. - 98 с

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА НА ПРОЧНОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ

Кострова Елена Сергеевна, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Нестеренко В.В., канд. техн. наук, доцент)

Конструктивно толщина плиты проезжей части балочных пролетных строений принимается не менее толщины, указанной в таблице 40 ТКП 45–3.03–232–2011.

Допуски линейных размеров принимают по СТБ 1941–2009 в зависимости от номинального значения размера, точность которого нормируют.

Наименьшая толщина защитного слоя бетона в плитах проезжей части толщиной до 300 мм равна 20 мм.

По ГОСТ 13015–2003 установлены предельные отклонения по толщине защитного слоя бетона (Табл. 1).

Таблица 1 – Предельные отклонения по толщине защитного слоя бетона (в миллиметрах)

Номинальная толщина защитного слоя бетона до поверхности стержня арматуры	Предельное отклонение по толщине защитного слоя бетона при линейных размерах поперечного сечения			
	До 100	101–200	201–300	Св. 300
Св. 19	±5	+8; –5	+10; –5	+15; –5

Вероятностные расчеты (Табл. 2) были выполнены при следующих исходных данных: толщина плиты проезжей части 120 мм, бетон класса С25/30, рабочая арматура класса S400, диаметр стержней арматуры 10 мм, шаг стержней 200 мм.

Предлагается, с целью уточнения расчета плиты проезжей части балочных пролетных строений, ввести в расчет коэффициент надежности $\gamma_{n,1}$ по условиям расчета, значение которого рекомендуется определять из формулы

$$\bar{M}_R^{not} = \gamma_{n,1} \cdot M_{R,\min}^{not} + n^{not} \cdot \sigma_{M_R}^{act},$$

где $n^{not} = 3$; \overline{M}_R^{not} – среднее значение проектной несущей способности плиты;
 $\sigma_{M_R}^{act}$ – фактический стандарт прочности нормального сечения плиты (по методу
линеаризации функции);

В нашем случае условие прочности будет иметь вид

$$M_{Ed} \leq 0,72 \cdot M_{Rd}$$

где: M_{Ed} – расчетное значение изгибающего момента от внешних воздействий;
 M_{Rd} – прочность нормального сечения плиты проезжей части по проекту.

Таблица 2 – Результаты оценки уровня надежности плиты проезжей части

Конструкция	$M_{R,\min}^{not}$ (кН·м)	M_R^{not} (кН·м)	M_R^{act} (кН·м)	$\sigma_{M_R}^{not}$ (кН·м)	$\sigma_{M_R}^{act}$ (кН·м)	n^{not}	n^{act}
1	2	3	4	5	6	7	8
Плита проезжей части балочных пролетных строений	По проекту						
	12,44	17,43	–	1,76	–	2,84	–
	Фактически с учетом изменчивости толщины защитного слоя бетона						
	–	–	17,43	–	1,76	–	2,84
	Фактически с учетом изменчивости всех параметров сечения плиты						
–	–	17,43	–	1,77	–	2,82	

Выводы:

1. В результате вероятностных расчетов установлено, что обеспеченность по прочности нормального сечения плиты проезжей части может быть меньше требуемого значения.
2. Изменчивость толщины защитного слоя бетона, в рамках предельных отклонений по толщине защитного слоя бетона по ГОСТ 1305–2003, не влияет на обеспеченность по прочности нормального сечения плиты.
3. При расчете прочности нормального сечения плиты проезжей части рекомендуется учитывать коэффициент надежности по условиям расчета, значение которого определяется по предложенной в данной работе методике.

Литература:

1. Авиром, А.С. Надежность конструкций сборных зданий и сооружений / А.С. Авиром. – М.: Стройиздат, 1971.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТОННЕЛЯ, СООРУЖАЕМОГО ЩИТОВЫМ СПОСОБОМ. ВОДОПониЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБИННЫХ СКВАЖИН, ОБОРУДОВАННЫХ ПОГРУЖНЫМИ НАСОСАМИ

Кострова Елена Сергеевна, студентка 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Для оптимизации движения был разработан тоннель в г.Минске (Рис. 1). Минск располагается на юго-восточном склоне Минской возвышенности. Общая площадь города составляет 348 км². Численность населения на 1 января 2017 года составляет 1 974,8 тыс. человек.

Мной была разработана тоннельная развязка, которая позволяет разгрузить затруднения на дороге (Рис. 2).

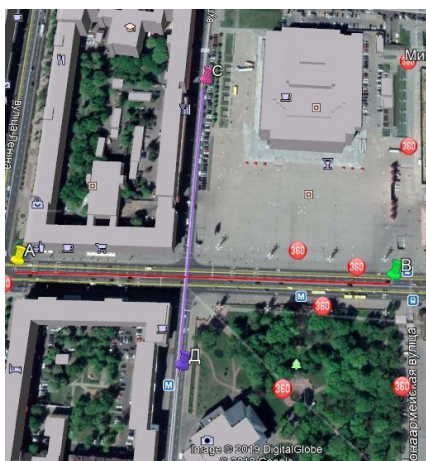


Рисунок 1 – Минск

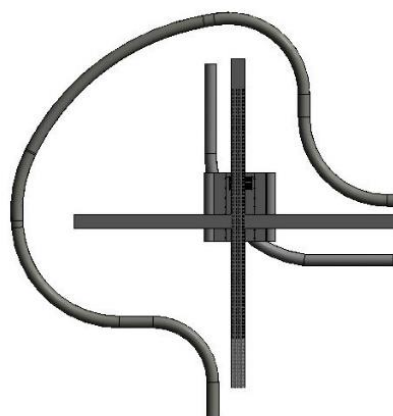


Рисунок 2 – Тоннельная развязка

Над тоннелем расположена двухъярусная станция метрополитена, которая также участвует в «помощи» разгрузки проезжей части на поверхности земли от лишних автомобилей (Рис. 3).

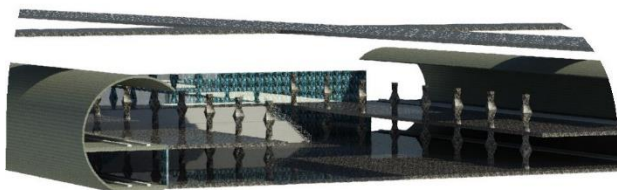


Рисунок 3 – Двухъярусная станция метрополитена

При проектировании тоннеля, необходимо устраивать скважины с насосами для водопонижения уровня грунтовых вод. Скважины должны иметь определенные глубины, в них проверяется уровень воды и состояние внутренней поверхности обсадных труб.

Насос опускают в скважину с помощью буровой установки или автомобильного крана. Одним из самых главных требований в эксплуатации является уменьшение уровня подземных вод до нужной глубины и удержание уровня этой глубины на протяжении строительных работ.

Динамический уровень воды измеряют при помощи электроуровнемеродынное приспособление опускают в скважину, первоначально присоединив его к калиброванному проводу по трубе малого диаметра. При контакте с водой, происходит замыкание электрической цепи и датчик определяет длину опущенного кабеля.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ НЕСЕБРСКАЯ И ВОРОВСКАЯ В Г.СОЧИ

*Лазаров Максим Андреевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы требовалось запроектировать сеть тоннелей в Сочи, Россия, для решения дорожного коллапса. Так как тоннель находится в городской местности, и в плохой геологической ситуации, требовалось разработать концептуальную модель с учетом существующей застройки и плохих грунтов. Данное решение строительства тоннеля позволит разгрузить дороги. Тоннель будет проходить через 10-ю уровневый подземный комплекс, в котором находится парковка, торговый центр, бассейн и зоны отдыха.

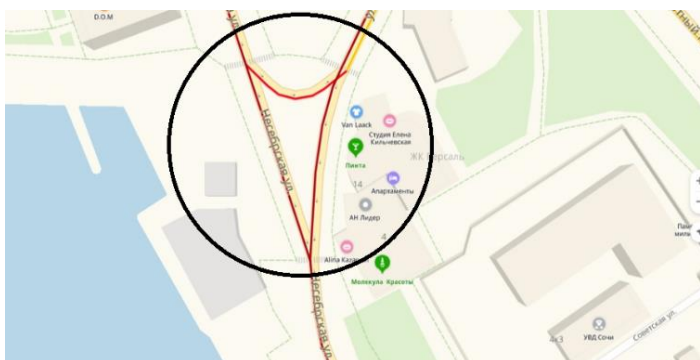


Рисунок 1 – Привязка к местности
Место строительства- город Сочи (Россия)



Рисунок 2 – План местности на
участке строительства

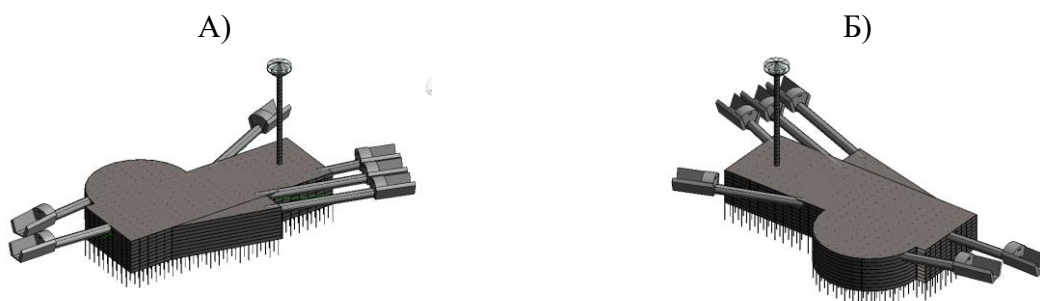


Рисунок 3 – Общий вид комплекса (виды а и б)

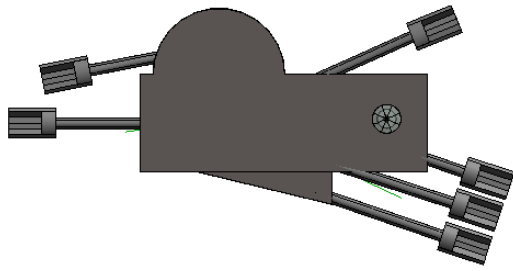


Рисунок 4 – Вид сверху

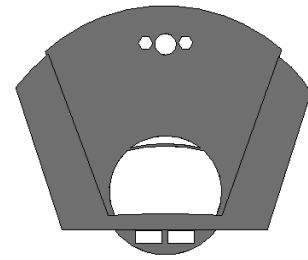


Рисунок 5 – Фасад портала

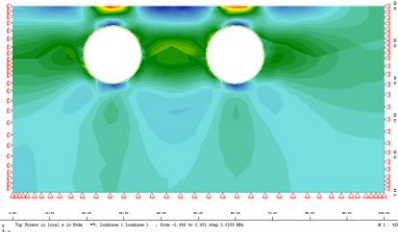


Рисунок 6 – Общий вид расчетной модели (после разработки грунта)

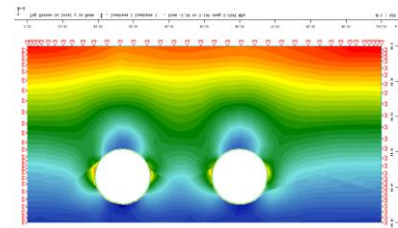


Рисунок 7 – Общий вид деформированной расчетной модели

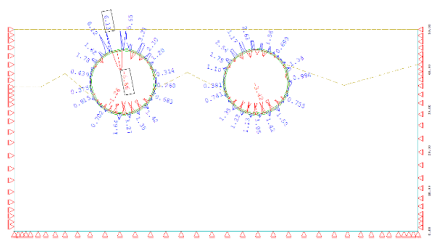


Рисунок 8 – Эпюра моментов M

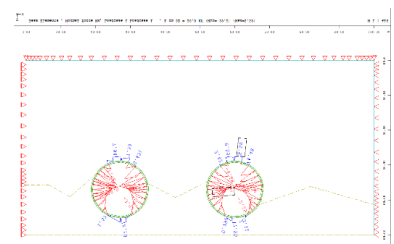


Рисунок 9 – Эпюра моментов N

Недавний выпускник TU Delft по архитектуре Эрик Геберс разработал способ отделения соли от морской воды для создания нового типа строительного материала - наряду с водой, которую можно использовать для орошения. Геберс считает, что эта технология может быть полезна в пустынных районах, особенно потому, что многие пустыни находятся в непосредственной близости от прибрежных районов.

Геберс говорит, что его новый строительный кирпич на основе соли сделан из смеси морской соли и крахмала. Соль прилипает к крахмалу и добывается водорослями, выращенными в морской воде. При испытаниях на прочность на растяжение и сжатие кирпичи оказались сильнее при сжатии, чем утрамбованная земля - материал, часто используемый в строительстве в пустыне.

Но так же, как утрамбованная земля или бетон, этот материал довольно прочен на сжатие, но не на растяжение. Геберс объясняет, что именно поэтому он привлекателен для использования в сводах и арках, которые распространены

в традиционной пустынной архитектуре. Кроме того, присутствие морской соли дает материалу отличительную прозрачность, наряду с блестящим белым цветом, который отражает свет.

Для герметизации этого материала Геберс использует твердую эпоксидную смолу, чтобы сделать материал водостойким. Однако он ищет более устойчивую материальную альтернативу использованию этого пластика.

Geboers недавно получил множество наград за эту работу, например, конкурс «Город будущего» и конкурс «Наука городов будущего» в Сингапуре, и был выбран для номинации на Archiprix 2016 (приз за лучшую диссертацию) в архитектуре в Нидерландах). Полученный призовой фонд позволяет ему продолжать работу, и он уже год совершенствует свои идеи. Он создал масштабную модель, а также дизайн для будущего города пустыни.

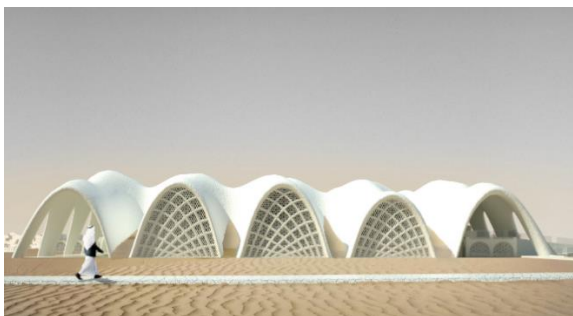


Рисунок 10 – Сооружения из соляных блоков



Рисунок 11 – Сооружения из соляных блоков

Геберс в настоящее время ищет команду инженеров для сотрудничества - вместе с небольшим местом для строительства павильона с морской солью!

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Нидерландов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://materialdistrict.com/article/building-with-sea-salt-in-the-desert/>. – Дата 04.06.2019.
2. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов: Учебник для вузов. - М.: Стройиздат, 1980. - 399 с., ил.
3. Строительные материалы: Справочник/ Под ред. А.С Болдырева и П.П. Золотова. - М.: Стройиздат, 1989. - 567 с.

СПОСОБ СООРУЖЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ В ОБВОДНЕННЫХ НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТАХ

*Лапто Екатерина Ивановна, студент 2 курса
Кафедры “Мосты и тоннели”
(Научный руководитель- Евсеева Е.А.)*

В тоннельном строительстве значительная часть строительства приходится проводить в сложной инженерно-геологической обстановке. Уровень сложности инженерно-геологических условий в основном определяется обводненностью грунтов и их устойчивостью во время раскрытия выработки.

Варианты построения тоннелей в плохих условиях (неустойчивом и обводненном грунте).

1. Способ включающий в себя изменение физико-механических свойств на время строительства сооружения - кессонная проходка

- а) установка тоннелей в искусственно замороженных грунтах;
- б) установка тоннелей с водопонижением искусственным;
- с) сооружение тоннелей под сжатым воздухом

2. Способы пересечения грунтов (обводненных), у которых изменен физико-механический состав изначально на длительное время строительства и эксплуатации – сооружение тоннелей с заранее тампонированием грунтов.

3. Способ пересечения неустойчивых или водоносных грунтов с использованием строительного оборудования и особой технологии работ без изменений их физико-химических или механических свойств – сооружение тоннелей продавливанием тоннельных секций или частей сборной обделки.

Литература:

1. Общие положения о специальных способах сооружения тоннелей [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vse-lekcii.ru/mosty-i-tonneli/stroitelstvo-tonnelej-i-metropolitenov/obshhie-polozheniya-o-specialnyh-sposobah-sooruzheniya-tonnelej/>.-Дата доступа 11.04.19
2. Искусственное замораживание грунтов [электронный ресурс]. Режим доступа: https://studref.com/390808/stroitelstvo/iskusstvennoe_zamorazhivanie_gruntov. - Дата доступа 12.04.19

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕНТОНИТОВЫХ МАТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Ложников Дмитрий Евгеньевич, студент 4 курса
Киргизова Мария Владимировна, студентка 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Ляhevич Г.Д., докт. техн. наук, профессор)

Бентонитовый геотекстиль является гидроизоляционным материалом. Он принадлежит к семейству геокомпозиатов.

Этот геокомпозиат состоит из двух геотекстилей, в который помещают бентонит- чрезвычайно абсорбирующая и набухающая глина, образованная из вулканического пепла.

Этот нетканый продукт с бентонитом обеспечивает отличные результаты как в новых проектах строительства, так и в проектах восстановления. Он очень устойчив к атмосферным воздействиям и влажности.



Рисунок 1 – Структура бентонитового мата

Бентонитовые маты используются:

1. Строительстве водохранилищ;
2. Гидроизоляция тоннелей, фундаментов, крыш подземных сооружений (подвалы, бункеры и т.д.);
3. Гидроизоляция водоемов (каналов, плотин, резервуаров для воды и т.д.);
4. Гидроизоляция специальных жидкостей (склады нефти, промышленные отходы и т.д.).

Как и многие материалы бентонитовые маты не требуют специальных инструментов или специального оборудования для укладки. Погода не влияет на

скорость укладки и качества самого материала. Он сохраняет свою эластичность до -35 градусов по Цельсию.

Основание для укладки бентонитовых матов должно быть достаточно уплотненным (коэффициент уплотнения не менее 0,85), ровным, так же на основании не должно быть корней растений, острых камней, льда и свободной воды. Полотна между собой укладываются внахлест, места нахлестов не должны быть загрязнены. Минимальный нахлест полотен по длине рулона должен составлять 150 мм, а в местах стыковки рулоном – 300 мм.

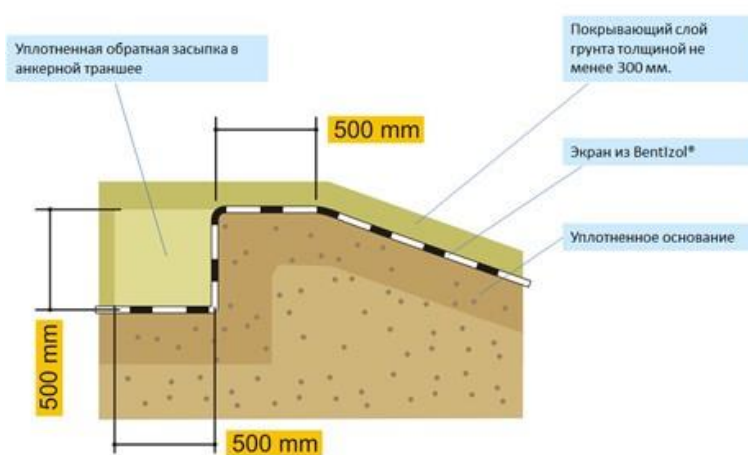


Рисунок 2 – Монтаж бентомата

Недостатки бентонитовых матов:

1. Поверх бентонитовых матов необходимо укладывать слой щебня, гальки.
2. В процессе гидроизоляционных работ необходимо следить, чтобы груз, которым придавливается бентомат распределялся равномерной нагрузкой. Если нагрузка будет неравномерной, то не исключена вероятность того, что часть бентомата всплывёт.

Литература:

1. Ляхевич, Г. Д. Технология производства гидроизоляционных работ : методическое пособие для студентов специальности 1-70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» / Г. Д. Ляхевич. – Минск : БНТУ, 2013. – 139 с.
2. Бондарь К- Я-, Ершов Б. Л., Соломенко М. Г. Полимерные строительные материалы. Справ, пос. Стройиздат, 1974.
3. Искрин В. С. и др. Гидроизоляция ограждающих конструкций промышленных и гражданских сооружений. Стройиздат, 1975.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С СЕТЬЮ ТОННЕЛЕЙ В ЛЕОНЕ

*Киргизова Мария Владимировна, студентка 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Целью данной работы является проектирование тоннеля в городе Леон, Франция, с целью предотвращения заторов. Мной было разработано концептуальное архитектурно-планировочное решение с учетом текущей застройки.

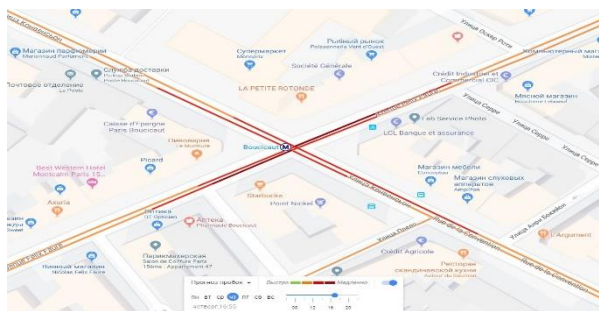


Рисунок 1 – Карта с пробками

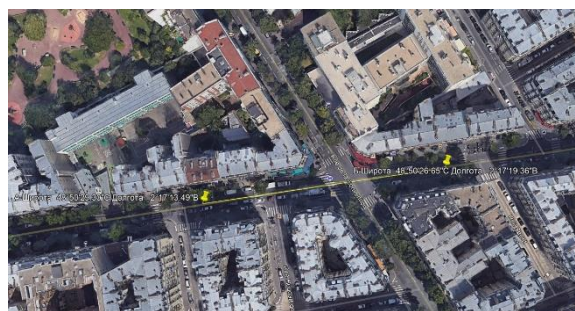


Рисунок 2 – Генеральный план



Рисунок 3 – Архитектурный план

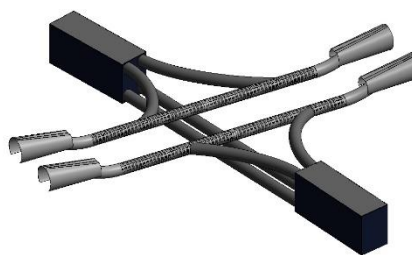


Рисунок 4 – Модель тоннелей

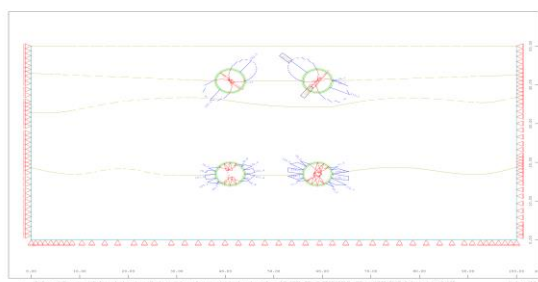


Рисунок 5 – Моменты возникающие в конструкциях тоннелей

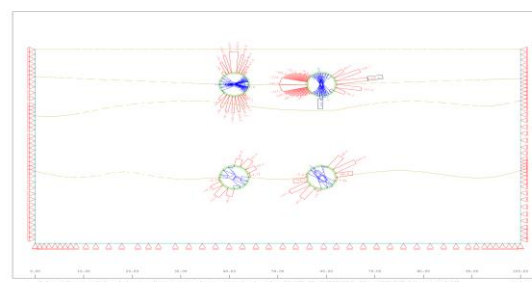


Рисунок 6 – Внутренние усилия в конструкциях

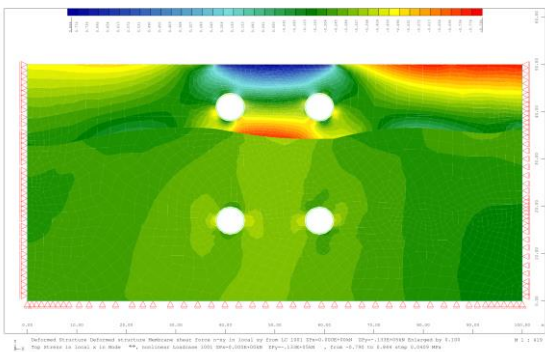


Рисунок 7 – Изо-поля напряжений по оси X
(по горизонтали)

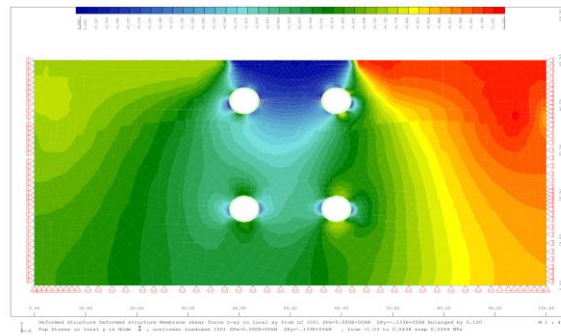


Рисунок 8 – Изо-поля напряжений по оси Y
(по вертикали)

Техника замораживания грунта состоит в искусственном понижении температуры почвы до тех пор, пока вода в ее порах не превратится в лед, и поддержании этой ситуации во время строительства, пока окончательная опора не возьмет на себя ответственность за конструкцию и гидроизоляцию, временно принятую массой мерзлого грунта. Обычно применяются: открытая система с жидким азотом, используемая на начальной стадии замораживания (активная фаза), и закрытая система с рассолом для фазы обслуживания (пассивная фаза), составляющий так называемую смешанную систему.

Открытая система. Жидкий азот

Открытая система (рис. 1) состоит из впрыскивания жидкого хладагента (сжиженных газов, таких как азот, наиболее распространенные или другие, такие как углекислый газ или пропан) в трубы, которые при кипении и повышении температуры быстро охлаждают окружающую среду по мере ее продвижения через каналы, и выбрасывается в атмосферу на другом конце системы трубопроводов, отсюда и название открытая система. Жидкий азот получают путем фракционной перегонки сжиженного воздуха (состоящего в основном из азота) и транспортируют в специальных резервуарах, где его поддерживают при температуре -196°C (температура кипения азота при атмосферном давлении) и при давлении около 2-3 бар. Оказавшись на месте, жидкий азот хранится в двойных металлических резервуарах с вакуумной изоляцией, в которых он сохраняет свои физические свойства до момента использования. (Рис. 1).

Закрытая система. Рассол CaCl_2 .

В закрытой системе хладагент не выделяется, а циркулирует по трубам, охлаждая землю и повышая ее температуру, а затем восстанавливается и снова охлаждается во внешнем холодильном агрегате. Этот блок первичного охлаждения обычно представляет собой аммиачную холодильную установку, которая конденсируется и охлаждается путем сжатия и, чтобы повысить его

температуру и испариться, в теплообменнике поглощает энергию вторичного контура охлаждения, который установлен в земле. (рис. 2).

Жизненно важным требованием для успеха закрытой системы с рассолом является абсолютная герметичность контура, так как в случае утечки на землю это повысит его соленость и снизит температуру плавления промежуточной воды, что приведет к замедлению замораживания и снижению сопротивления, что может поставить под угрозу решение. Поэтому перед началом процесса всегда следует проводить испытание на герметичность с водой под контролируемым давлением, чтобы убедиться в отсутствии потерь.

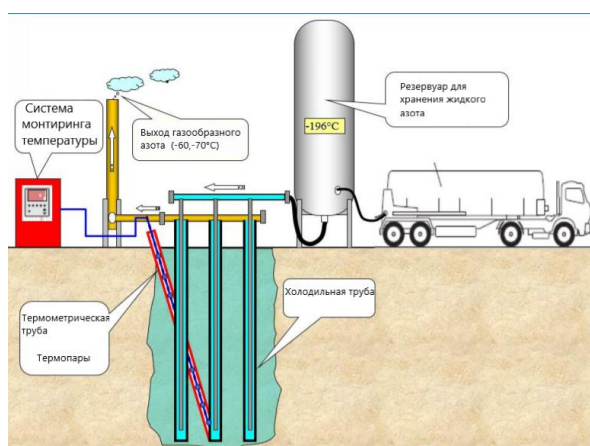


Рисунок 9 – Открытая система. Жидкий азот

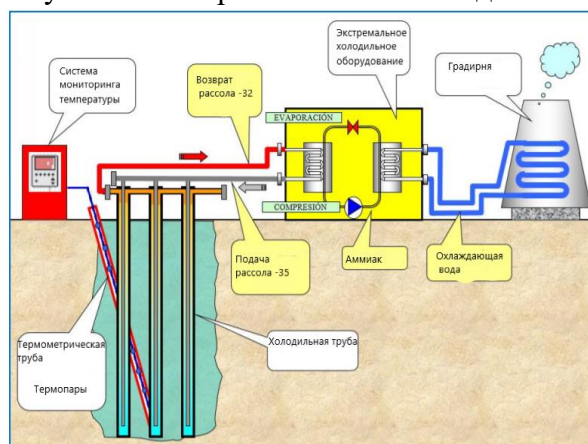


Рисунок 10 – Закрытая система. Рассол CaCl₂ и охлаждение с аммиаком

Литература:

1. Замораживание грунтов в подземном строительстве // Трупак Н.Г. –1974–278 с.
2. Искусственное замораживание грунтов при строительстве // Дорман Я.А.–1971–270 с.

ЧУГУН И ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ

Ляшук Марина Ивановна, студент 3 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Чугун – это сплав железа с углеродом и другими элементами (марганец, кремний, фосфор, сера и другие), при этом содержание углерода должно быть не меньше 2,14 %. С давних времен чугун используется как строительный материал. В прошлых веках он применялся как несущие конструкции. Чугун является одним из наиболее экстенсивно используемых сплавов железных. Отличительной чертой чугуна является то, что его физико-механические и служебные свойства существенным образом зависят от химического состава и скорости охлаждения отливки.

Основные достоинства чугуна:

- Хорошая жидкотекучесть (хорошие литейные качества)
- Достаточно высокая прочность
- Относительно низкая стоимость
- Хорошая устойчивость к коррозии, что особо важно при строительстве тоннелей
- Малая усадка
- Высокая износостойкость
- Хорошие демпфирование вибрации
- И другие

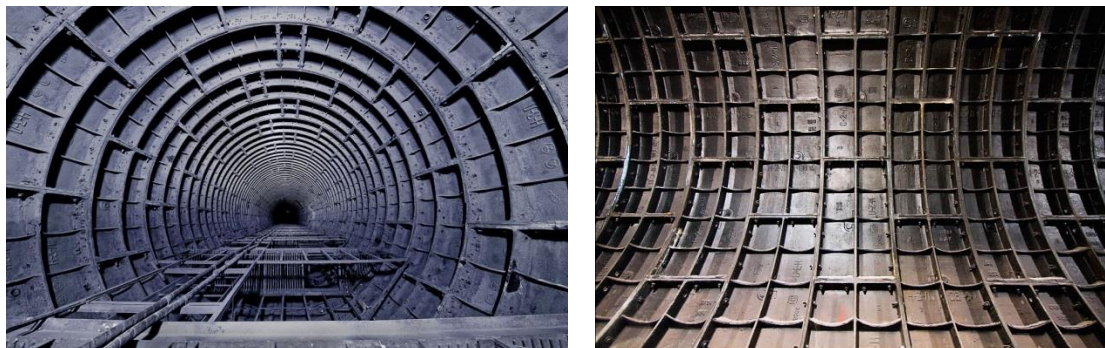


Рисунок 1 – Чугунный тоннель

Чугун при своей низкой стоимости и долговечности экономит большое количество денег в долгосрочной перспективе. Чугун также более податливый,

чем другие металлы, что дает ему преимущество при выборе его в качестве строительного материала, не смотря на его хрупкость.

Литература:

1. Сталь и чугун в строительстве [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://yegorka.com/stal-i-chugun-v-stroitelstve>. - Дата доступа: 21.04.2019
2. Cast iron has a wide range of advantages [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.calmet.com/advantages-of-cast-iron-2>. - Дата доступа: 21.04.2019

ДЕФЕКТЫ МОСТОВ И ПУТЕПРОВОДОВ ВОЗНИКАЮЩИЕ В ХОДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЯ

*Мерзляков Святослав Алексеевич, студент 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Ходяков В.А., Ассистент)*

В ходе курса «Обследование и испытание сооружений» была поставлена задача осмотра мостов и путепроводов, выявление их дефектов возникающих в ходе эксплуатации сооружений. В дальнейшем производился анализ причин возникновения данных дефектов и их систематическое повторение.

Водоотвод. Неверная организация водоотвода может привести к такому дефекту как выщелачивание бетона водой. В основном наблюдается при отсутствии магистральной водоотводной трубы вдоль оси моста, а так же когда концы водоотводных трубок находятся выше низа ребра балок. В ветреную погоду вода с трубок попадает на балки, вследствие чего защитный слой бетона быстро изнашивается и оголяется несущая арматура, что приводит к её коррозии (Рис.1).



Рисунок 1 – Водоотвод, коррозия арматуры

Деформационный шов. Износ деформационного шва и несвоевременное устранение данного дефекта могут привести к тому, что на узел опирания балки будет попадать вода, вымывая цементный камень (рис.2 а). На металлических мостах будет происходить накопление солей (рис.2 б).

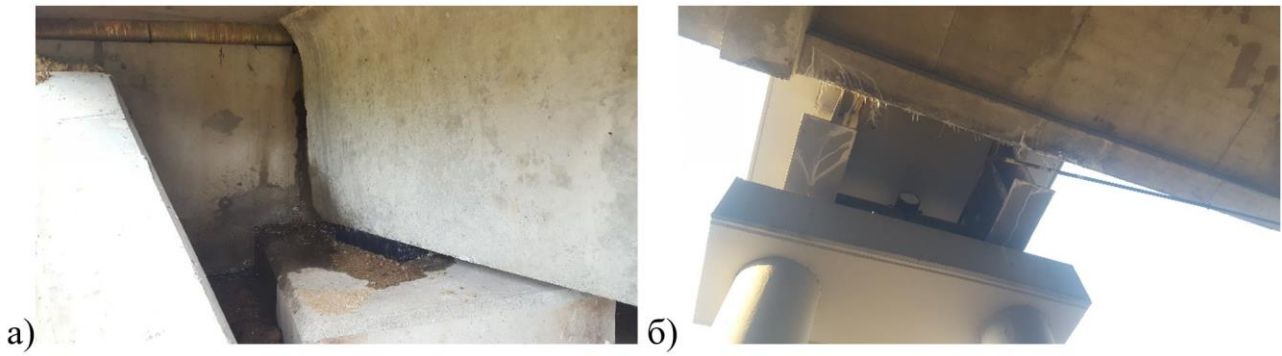


Рисунок 2 – а (справа) Дефект деф. шва бетонного моста;
б (слева) Накопление солей на мет. мосте

Узел опирания балки. Разрушения узла опирания балки (Рис.3) и не своевременный ремонт может привести к необходимости реконструкции моста. Причиной её разрушения могут служить:

- 1) не нормативные нагрузки, проходящие по мосту.
- 2) Накопления мусора и посторонних элементов



Рисунок 3 – Разрушение узла опирания балки

Литература:

1. ТКП 45-3.03-60-2009. Мосты и трубы, правило обследования и испытания. - введ. 2010-01-01. - Минск: Республиканское унитарное предприятие "Стройтехнорм", г.Минск, 2009. - 38 с.
2. ТКП 45-1.04-305-2016. Технические состояния и техническое обслуживание зданий и сооружений. Основные требования. - введ. 2017-04-01. - Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь: Минстройархитектуры, 2016. - 124 с.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В ГОРОДЕ ВОЛГОГРАД

Мерзляков Святослав Алексеевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

В рамках курсового проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», по теме: «Тоннель, сооружаемый щитовым способом» мной был запроектирован тоннель и Торгово-развлекательный комплекс с паркингом. При строительстве комплекса планируется использовать щитовую проходку (Рис. 4).

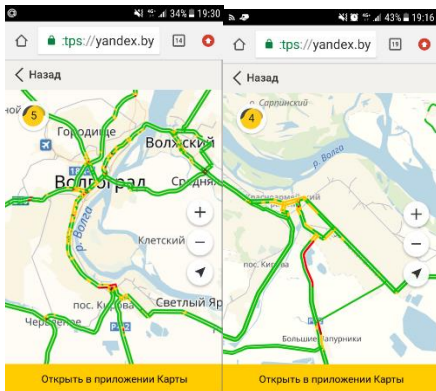


Рисунок 1 – Карта с пробками

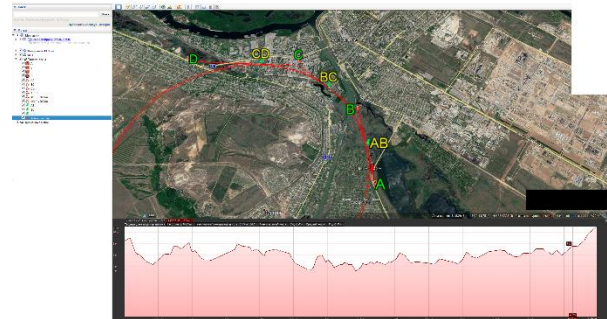


Рисунок 2 – Привязка к местности

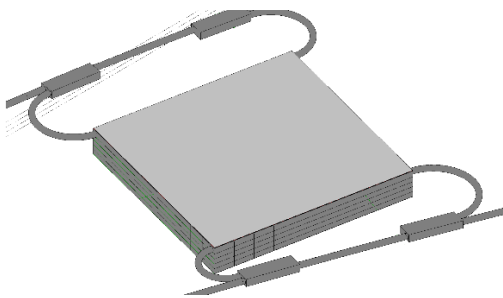


Рисунок 3 – Концептуальная модель тоннелей и паркинга

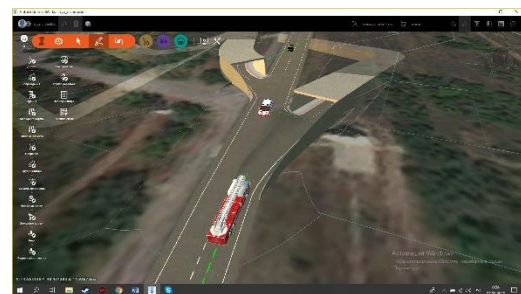


Рисунок 4 – Архитектурно-планировочное решение

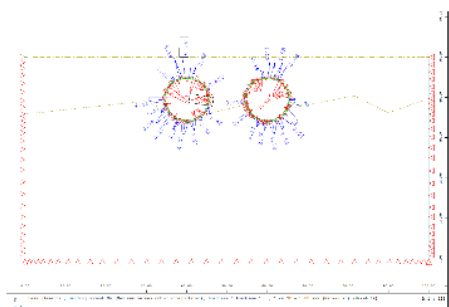


Рисунок 5 – Моменты возникающие в конструкциях тоннелей

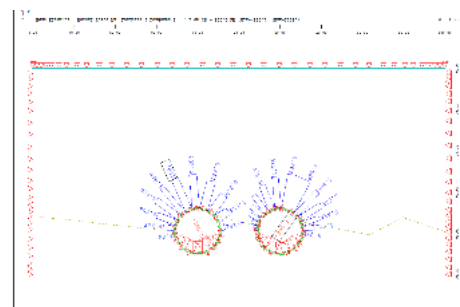


Рисунок 6 – Внутренние усилия в конструкциях

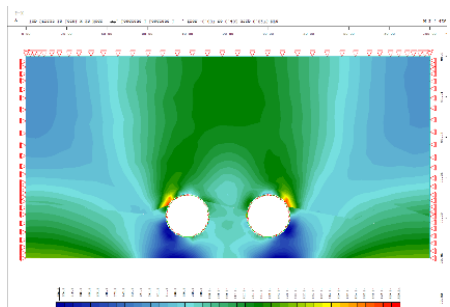


Рисунок 7 – Моменты возникающие в конструкциях тоннелей

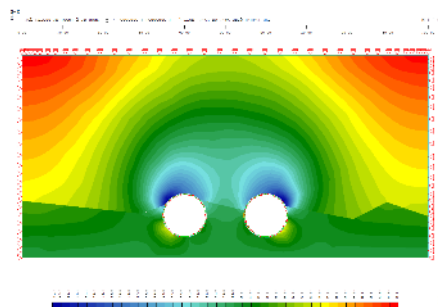


Рисунок 8 – Моменты возникающие в конструкциях тоннелей

Развитие г.Минска в наше время столкнулось с определенными трудностями – уменьшение свободных площадей для застройки, Нехватка парковочных мест. Решения, по которому город пытается преодолеть эти трудности просто – Рост вширь (Рис. 9).

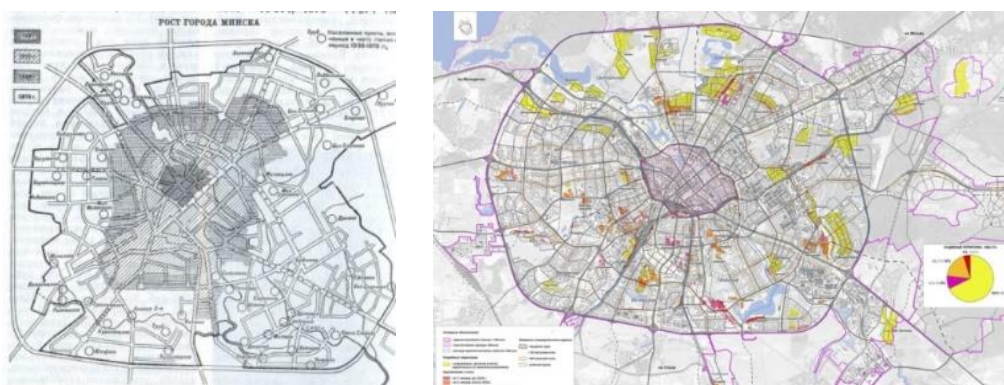


Рисунок 9– Слева – План развития города начиная с 1910 года.
Справа – План города в настоящее время.

Такой подход для развития был эффективным и целесообразным, однако сейчас мы можем наблюдать его не эффективность. Значительная часть города отведена для парковочных мест, уменьшая полосу движения или расходуя ценную площадь для возможной застройки (Рис. 10).



Рисунок 10– Парковочные места в городе

Рост числа автомобилей привел к данной проблеме. Число автомобилей на 1000 человек (Беларусь): 2000 год — 139; 2005 год — 180; 2010 год — 264; 2015 год — 307; 2016 год — 311; 2017 год — 313.

Однако другие города мира уже придумали способы решения данных проблем – Подземные сооружения. Парковки, магазины, офисы, всё это может располагаться под землей, что позволит освободить значительные пространства для дальнейшего развития города (Рис. 11).

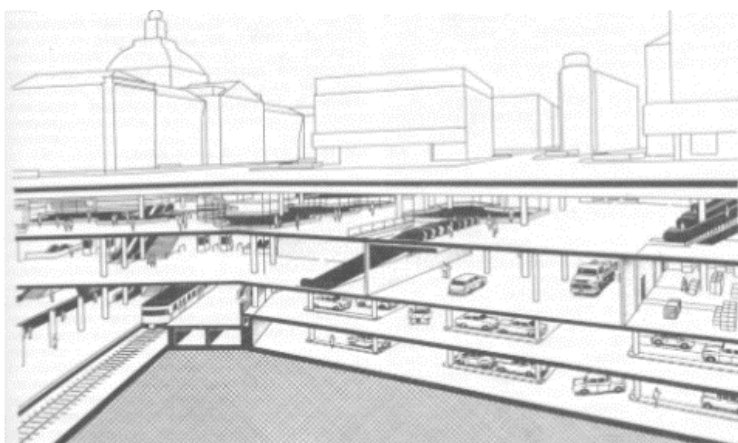


Рисунок 11– Концептуальная схема подземного города

Каким образом это связано с Щитовым способ проходки тоннелей? Щитовой способ проходки является наиболее эффективным способом выемки грунта. Использование его при возведении подземных сооружений позволит значительно повысить скорость строительства (Рис. 12).

Проходя под зданиями домов на всём протяжении улицы, возможно строительство большого количества подземных сооружений одновременно. В каждом доме может появиться собственная подземная парковка или магазин. В свою очередь это поможет решить некоторые транспортно-логистические проблемы города.

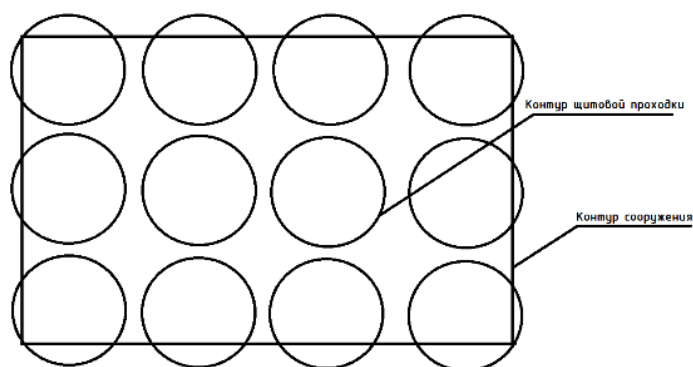


Рисунок 12 – Вариант использования проходческого щита

Литература:

1. Количество машин на 1000 жителей в Беларуси – 2018г. – URL: <http://www.kormanews.by/2018/10/kolichestvo-mashin-na-1000-zhitelej-v-belarusi/>
2. Колобков, С.Б. Подземные сооружения городов / С.Б. Колобков – Оренбург, 2013. – 144 с.
3. Минск в конце 1980-х – начале 1990-х – 2014г. – URL: <https://www.mobila.name/post/548c1ba746508/>

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ GRAN VIA И DE ALCALA В Г. МАДРИД

*Мотошко Иван Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Введение

Было принято решение разгрузить данные улицы. Для оптимизации движения транспорта было предусмотрено устройство транспортных тоннелей с использованием многофункционального подземного комплекса включающего в себя паркинг, отель, кинотеатр, детский развлекательный комплекс, торговый центр, казино, океанариум.

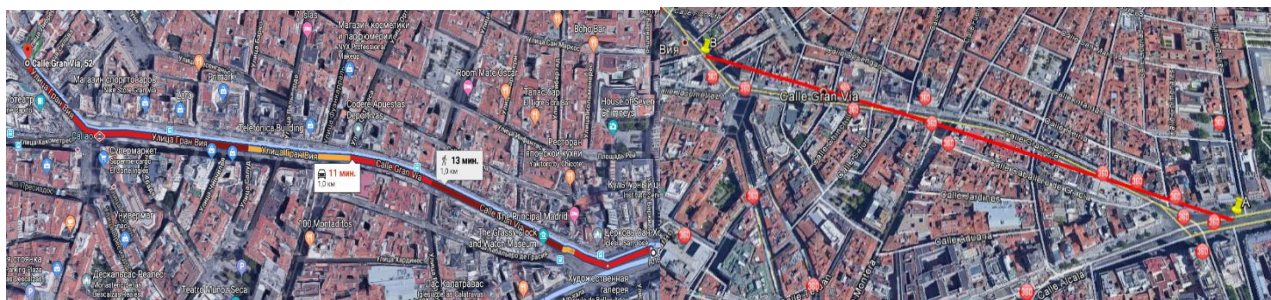


Рисунок 1 – Карта пробок (9 баллов)

Рисунок 2 – Привязка местности

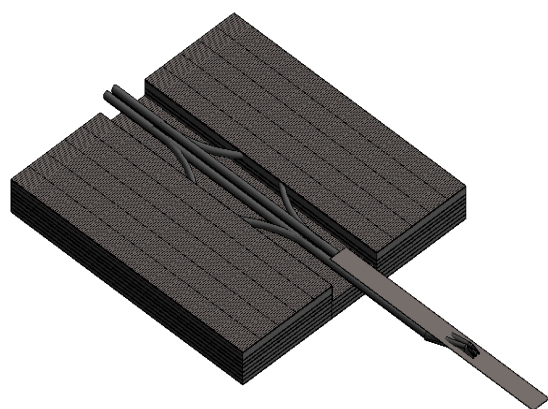


Рисунок 3 – Аксонометрия подземного

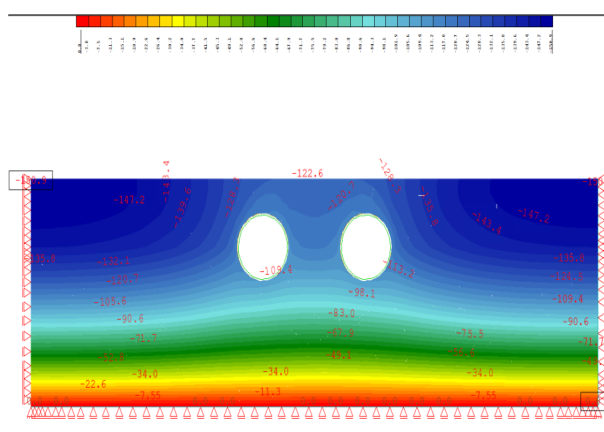


Рисунок 4 – Расчет в SOFiSTiK Комплекса

Было принято решение при строительстве данного подземного сооружения применить технологию — Plastic road.

Plastic road

Автомобильная дорога – инженерное сооружение, предназначенное для движения транспортных средств. На сегодняшний день большинство дорог находится в плачевном состоянии. На сегодняшний день такие компании как “KWS,, “Wavin,, “Total,, и “VolkerWessels,,.

Plastic road – это сборная модульная дорожная конструкция из рециркулированного пластика. Быстрая сборка, малый вес и модульная конструкция делают строительство и обслуживание быстрее, проще и эффективнее по сравнению со существующими традиционными дорожными сооружениями.



Рисунок 5 – Plastic road

Plastic road – позволяет проложить дорогу не за 3 месяца, а за 3 дня. О ремонтах дороги можно забыть, поскольку поврежденный участок заменяется новой секцией. Пластиковая дорога, не поддается коррозии и воздействию атмосферных условий, выдерживает температуры от минус 45 до плюс 70 °С. Срок эксплуатации такого покрытия может быть примерно в три раза больше, чем у асфальтового. Отсутствие необходимости проводить постоянный ремонт снизит количество дорожных пробок.



Рисунок 6 – Монтаж секций пластиковой дороги

Проблемы с прокладкой кабелей и трубопроводов так же остаются в прошлом как и обмерзание дорог, поскольку в полые пространство может быть вмонтирована система обогрева и другие коммуникации.

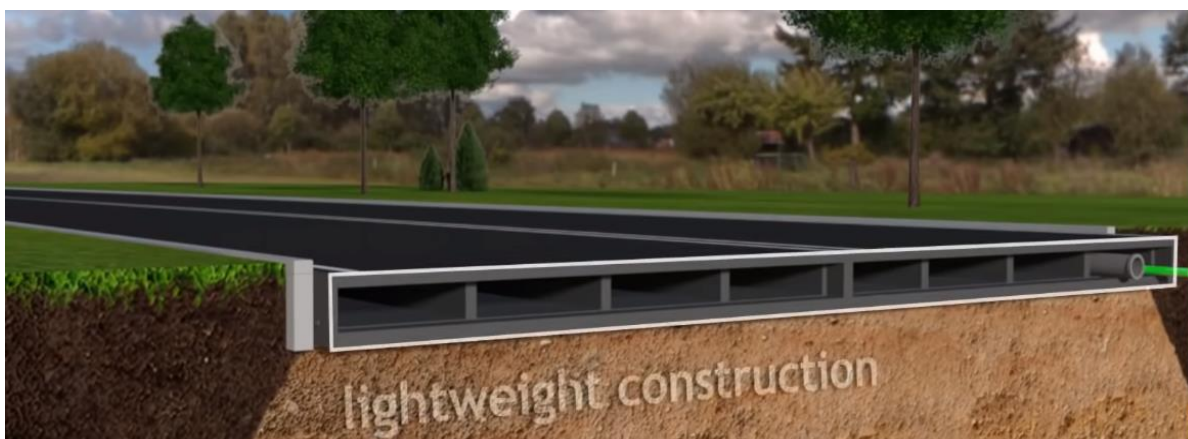


Рисунок 7 – Система обогрева

Другим преимуществом пластиковой дороги является её легкость монтажа в песчаную и истощенную почву. Кроме того, полые ниши внутри панелей могут служить для отвода воды, а также применяться для прокладки труб и кабелей. Поставщиком материала для производства дорожных блоков PlasticRoad станет океан, в котором скопилось огромное количество пластиковых отходов. Помимо очистки окружающей среды, при условии широкого распространения данная технология к тому же обеспечит сокращение вредных выбросов.

РЕМОНТ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ МЕТОДОМ «ГИЛЬЗОВАНИЯ»

*Муравский Владислав Юрьевич, студент 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Ходяков В.А., ассистент)*

Процесс ремонта деформированной водопропускной трубы (Рис.1) включает в себя ряд шагов, начиная с определения проблемы и заканчивая техническим обслуживанием после завершения ремонта.

Технология ремонт водопропускных труб методом «гильзования»:

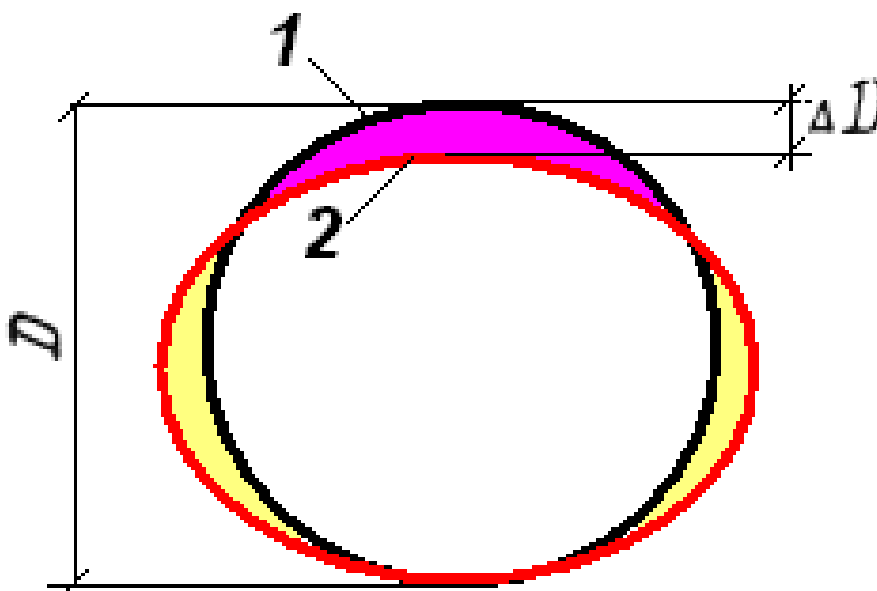


Рисунок 1 – Деформация поперечного сечения водопропускной трубы: 1 - проектное положение; 2 - деформативное состояние; D - проектный диаметр; ΔD - величина деформации

При реконструкции деформированной водопропускной трубы в первую очередь производят водоотвод и очищают её от загрязнений, если это необходимо. Во внутрь существующей железобетонной трубы устанавливается металлическая труба- «гильза» с зазором, между существующей и монтируемой трубами, 100мм. Проверяется уклон с помощью нивелира.

Следующим шагом по реконструкции водопропускной трубы является: омоноличивание межтрубного пространства. Для предотвращения вытекания бетонной смеси из межтрубного пространства - необходимо заложить кирпичами на цементном растворе края межтрубного пространства, оставив 100x100 мм для пропуска шланга подачи бетона. Раствор бетонной смеси

подается по шлангу бетононасоса. Омоноличивание производят за 3 этапа по высоте: 1- лотковая часть; 2- средняя часть; 3-свод трубы.

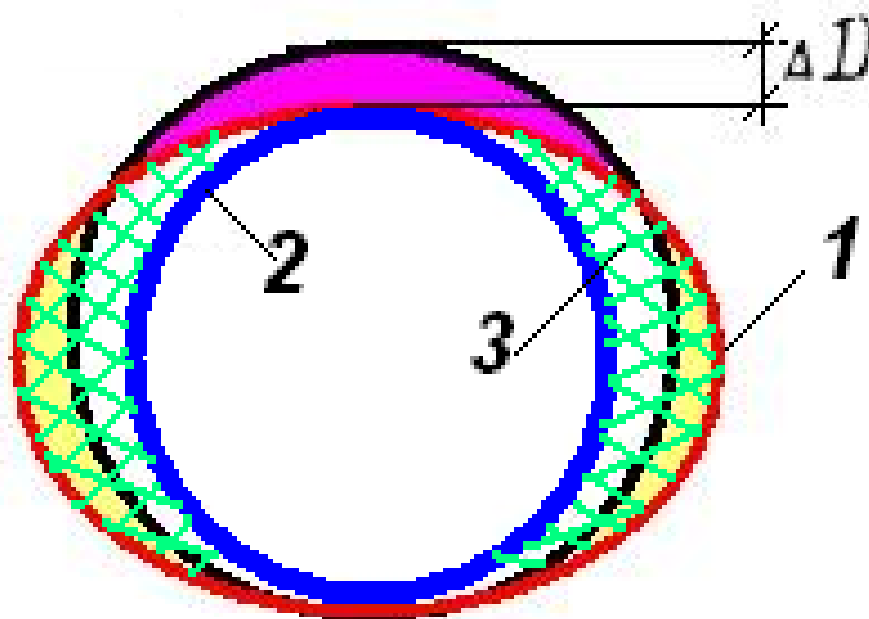


Рисунок 2 – Усиление деформированной трубы: 1 - очертание деформированной трубы; 2 - «гильза»; 3 - заполнение бетоном. ΔD - величина деформации



Рисунок 3 – Пример готовой усиленной водопропускной трубы

Преимущества ремонта водопропускных труб методом «гильзования», с помощью металлической гофрированной трубы:

- нет необходимости останавливать движение
- быстрота выполнения работ
- большой срок эксплуатации после ремонта
- увеличение габарита дороги, за счёт укладки трубы большей длины.

Литература:

1. CNA Consulting Engineers, Culvert Repair Best Practices, Specifications and Special Provisions – Best Practices Guidelines / CNA Consulting Engineers, Bruce D. Wagener. – Minnesota : Department of Transportation, January 2014. – 94 с.
2. John C., Matthews Decision Analysis Guide for Corrugated Metal Culvert Rehabilitation and Replacement Using Trenchless Technology / Matthews John C., Jadranka Simicevic, Maureen A. Kestler. – United States : Department of Agriculture, December 2012. – 104 с.
3. Познайка.Орг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://poznayka.org/s77744t1.html>. – Дата доступа: 12.05.2019.
4. Стандарт национального объединения строителей Устройство, реконструкция и капитальный ремонт водопропускных труб. Часть 4. Капитальный ремонт водопропускных труб. : введ. решением Совета Национального объединения строителей. – Москва , 2013– 83 с.

ПОДВОДНЫЙ ПЛАВУЧИЙ ТОННЕЛЬ В НОРВЕГИИ

*Муравский Владислав Юрьевич, студент 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Норвегия – прекрасная страна с высокими горами, ледниками и глубокими фьордами. Пересеченная местность не делает путешествие легким. Более тысячи фьордов расположены на западном побережье скандинавской страны, где проживает 5,3 миллиона человек. Для того, чтобы совершить путешествие между южным городом Kristiansand и Trondheim на севере через западное побережье (Рис.1), которое составляет 1100 километров, например, в настоящее время требуется более 20-ти часов и 7 переправ на паромках.



Рисунок 1 – Автомагистраль E39

Чтобы справиться с этой проблемой, норвежское правительство разрабатывает новаторский инфраструктурный проект стоимостью 40 миллиардов долларов, чтобы сделать маршрут "свободным от паромов". Проект планируется завершить к 2035 году.

План включает в себя различные мосты и самый глубокий и длинный в мире скальный туннель – пробуренный через коренную породу под морским дном - глубиной 392 метров и длиной в 27 километров. Но самым амбициозным аспектом является разработка два подводных плавучих туннеля (Рис.2), которые находятся примерно в 30 метрах под поверхностью воды.



Рисунок 2 – Подводный плавучий тоннель

Путешествие между Kristiancand и Trondheim шоссе E39 является в настоящее время ключевым маршрутом для Норвегии.

Сочетание автомагистралей, дорог и паромных переправ, E39 проходит вдоль юго-западного побережья Норвегии. Она имеет очень низкий стандарт для европейской дороги. Пересечение фьордов на пароме может занять много времени. Правительство Норвегии планирует сократить это время вдвое 11 часов в пути с помощью новаторского инфраструктурного проекта стоимостью 40 миллиардов долларов, чтобы сделать маршрут «свободным от паромов», с помощью плавучего тоннеля.

Идея подводного плавучего туннеля не нова. В 1882 году британский морской архитектор Эдвард Рид предложил плавучий туннель через Ла-Манш - идея, на которую было наложено вето.

Термин "плавающий", возможно, вводит в заблуждение. Туннели закреплены тросами – либо привязанными к морскому дну, либо к понтонам, которые расположены 400 метров друг от друга, чтобы позволить суднам пройти между понтонами (Рис.3). Сделанные из бетона, они будут функционировать как обычные туннели, перевозящие транспортные средства из одного конца фьорда в другой.

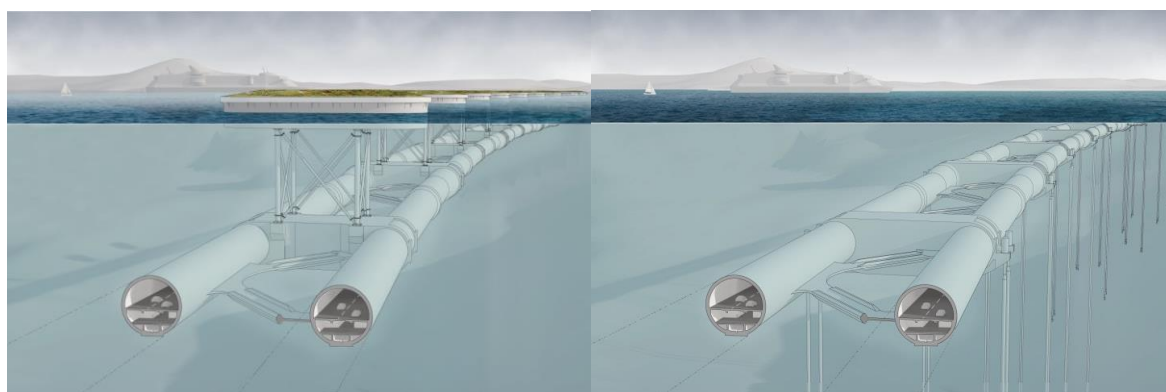


Рисунок 3 – Подводный плавучий тоннель

Преимущества такого подводного туннеля заключаются в том, что он в значительной степени скрыт от глаз и предполагает меньший шум, чем мост. Но есть и риски. Что делать, если в таком туннеле произойдет взрыв? Или пожар? Что делать, если подводная лодка столкнется? Испытания уже показывают, что повреждения, вызванные взрывами в подводном туннеле, будут заметны из-за постоянного давления воды вокруг него. Волны и течения на глубине 30 метров ниже уровня моря менее мощные, чем на поверхности.

Литература:

1. Новостной сайт "CNN Style" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edition.cnn.com/style/article/norway-underwater-floating-tunnel-intl/index.html>. – Дата доступа: 12.04.2019.
2. Новостной сайт "Afrinik.com" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.afrinik.com/norway-to-build-the-worlds-first-floating-tunnel/>. – Дата доступа: 15.04.2019.
3. Industry Tap into news [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.industrytap.com/norway-going-build-worlds-first-floating-underwater-tunnels/37685>. – Дата доступа: 15.04.2019.

СИГНАЛИЗАЦИЯ, СВЯЗЬ И УПРАВЛЕНИЕ В ТОННЕЛЯХ

Мытько Никита Николаевич, студент 3 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)

Коммуникационное управление поездом – система железнодорожной связи, которая использует телекоммуникации между поездом и путевым оборудованием для управления движением и контролем инфраструктурой. с помощью системы КУП точное местоположение известно более точно, чем с помощью традиционных систем связи. Это приводит к более эффективному и безопасному способу управления железнодорожным движением, улучшая, сохраняя и даже повышая безопасность. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Будни системной интеграции

Основными преимуществами этой системы является, то, что развитие технологий и опыта, накопленного за последние десятилетия, означает, что современные системы КУП более надежны и менее подвержены сбоям, чем старые системы управления поездами. Системы КУП имеют меньше вспомогательного оборудования, и их средства диагностики и мониторинга были усовершенствованы, что упрощает их внедрение и упрощает обслуживание. Системы КУП оказались более энергоэффективными, чем традиционные системы с ручным приводом.

Основными минусами этой системы являются риски: основным риском электронной системы управления поездами заключается в том, что если связь с любым поездом будет нарушена, то вся или часть системы могут перейти в безопасное состояние до тех пор, пока проблема не будет устранена.

Сбои связи могут быть вызваны неисправностью оборудования, электромагнитными помехами, слабым уровнем сигнала или насыщением среды связи. В этом случае прерывание может привести к включению рабочего тормоза или экстренного торможения, поскольку ситуационная осведомленность в режиме реального времени является критическим требованием безопасности для КУП и если эти прерывания происходят часто, это может серьезно повлиять на обслуживание.

1. SmartRailWorld [Electronic resource] – Mode of access: <https://www.smartrailworld.com/expert-focus-what-is-communication-based-train-control-cbtc>. – Date of access: 02.06.2019
2. RailSystem [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.railsystem.net/communications-based-train-control-cbtc/> – Date of access: 02.06.2019

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ БЕЙОН И ГРАНД БРЕТАНЬ Г. ТУЛУЗА

Новик Иван Сергеевич, студент 4 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Было принято решение разгрузить данные улицы. Для оптимизации движения транспорта было предусмотрено устройство транспортных тоннелей с использованием многофункционального подземного комплекса включающего в себя паркинг, отель, кинотеатр, детский развлекательный комплекс, торговый центр, казино, океанариум.

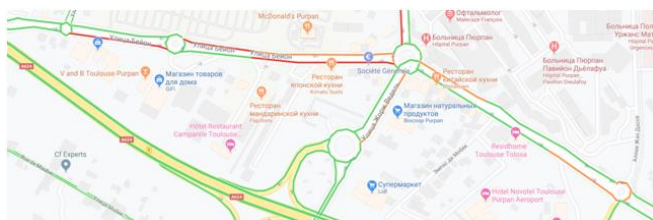


Рисунок 1 – Карта пробок (9 баллов)



Рисунок 2 – Генеральный план с координатами точек строительства

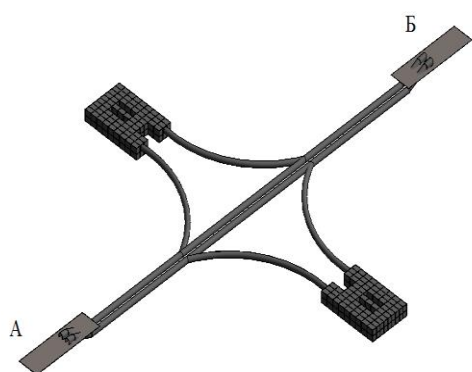


Рисунок 3 – Аксонометрия подземного многофункционального комплекса

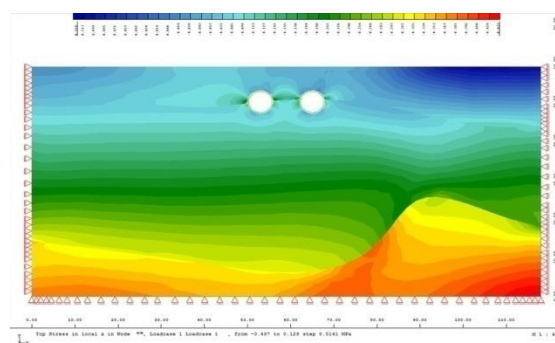


Рисунок 4 –Изополя перемещений по вертикали упругого полупространства совместного с конструкцией железобетонной обделки на стадии строительства тоннеля

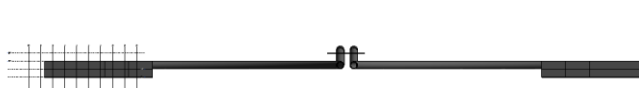


Рисунок 5 – Фасад сооружения

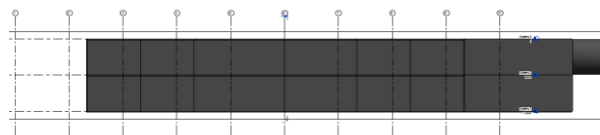


Рисунок 6 – Разрез сооружения

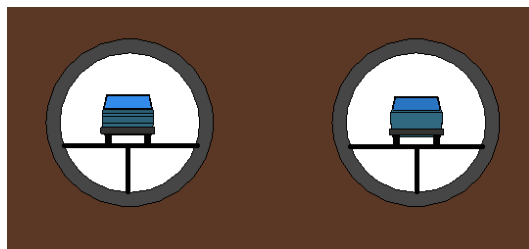


Рисунок 7 – Разрез тоннеля

Погружные насосы

Погружные насосы полностью погружены в скважину и включают в себя герметично закрытый двигатель, тесно связанный с корпусом насоса. Погружной насос выталкивает воду из скважины на поверхность. Вода всасывается во впускной патрубок насоса, после чего рабочее колесо проталкивает воду через диффузор. Оттуда она поднимается на поверхность.

Типы погружных насосов:

Многоступенчатые насосы часто используются для подземных работ. Поскольку они полностью погружены в воду, вода помогает охлаждать двигатель, тем самым не требуя наружное охлаждение или использования охлаждающих химикатов.

Одноступенчатые насосы используются для большинства бытовых и легких работ, таких как аквариумные фильтры, канализационные насосы или насосы для дренажа. Они не используются для выкачивания воды из скважин.

Для скважин большой глубины используют глубинные насосы. Они обладают большей мощностью и компактным размером, что позволяет использовать их в узких скважинах.



Рисунок 8 – Глубинные насосы

Преимуществом погружного насоса является то, что он полностью погружен в воду и благодаря этому он работает тихо. Эти насосы являются энергоэффективными благодаря своей конструкции. Из-за давления, проталкивающего воду в насос, им не нужно использовать много энергии для перемещения жидкости, что делает их работу менее энергозатратной.

Литература:

1. How a submersible well pump works and signs of failure [electronic resource]. – mode of access: <https://www.skillingsandsons.com/blog/how-a-submersible-well-pump-works-and-signs-of-failure>. - Date of access:30.05.2019
2. How do deep well water pumps work [electronic resource]. – mode of access: <https://chucta.com/how-do-deep-well-water-pumps-work/>. – Date of access:30.05.2019
3. Строительный портал новых технологий [электронный ресурс]. – режим доступа: <https://taratutenko.ru/>. – дата доступа:30.05.2019

ТЕХНОЛОГИЯ РАССОЛЬНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТОВ

*Пилюга Виктория Викторовна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Для оптимизации движения магистралей Бундесштадт-Кёльн и Северный Рейн-Вестфалия был разработан тоннель в Германии в г. Кёльн с численностью населения 1 080 394 человека и пробками в 8 баллов (Рис. 1).

Также тоннель ведет в подземный комплекс, состоящий из торгового центра и паркинга (Рис. 2).

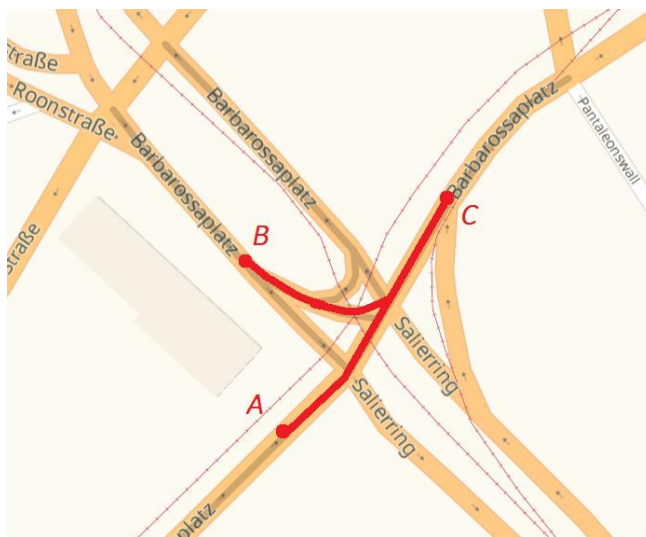


Рисунок 1 – Привязка к местности

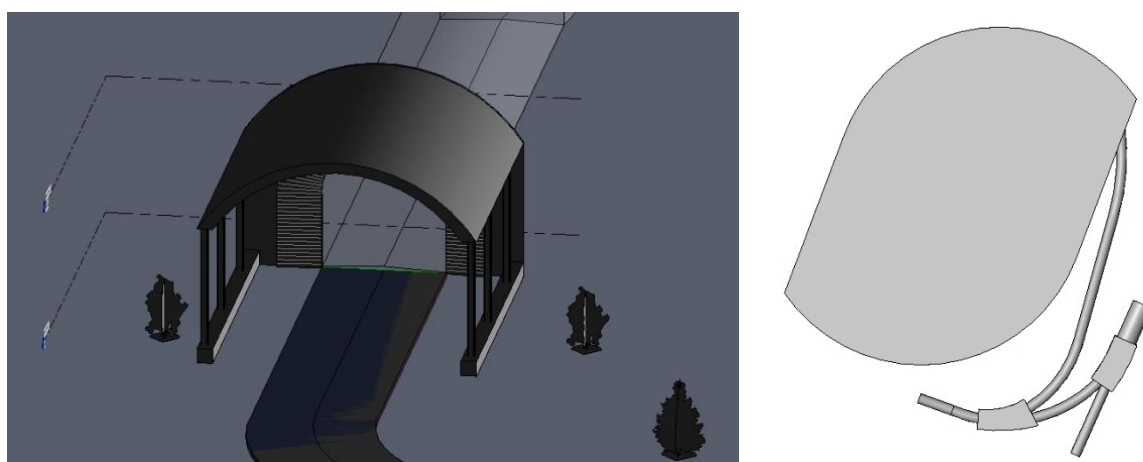


Рисунок 2 – Вид тоннеля: а) портал тоннеля, б) общий вид

При строительстве данного сооружения могут возникнуть проблемы, связанные со стабильностью грунта, так как в этом районе преобладают глинистые грунты. Поэтому для строительства тоннеля рекомендовано использование более оптимального способа производства работ - технология заморозки грунта.

Искусственное замораживание грунтов — это охлаждение грунтов в естественном залегании до отрицательных температур с целью их стабилизации и достижения водонепроницаемости.

Этот способ стабилизации грунтов создает прочное временное ограждение из замороженного грунта, которое препятствует проникновению в сооружаемую выработку грунтовой воды или водонасыщенных неустойчивых грунтов. Такое ограждение воспринимает давление грунта, окружающего выработку или котлован, а также гидростатический напор грунтовых вод.

В настоящее время применяют два способа искусственного замораживания грунтов: рассольный и безрассольный. В данной статье рассмотрим более универсальный способ – рассольный.

Суть технологии замораживания грунта рассольным способом состоит в применении для заморозки хладоносителя – водного раствора хлористого кальция (рассола). Также в качестве хладагента используют раствор хлористого натрия, хлористого лития, уголекислоту, фреон и др., которые как и CaCl_2 , не замерзают при низких температурах и не оказывают вредного воздействия на стальные трубопроводы и аппаратуру. Этот раствор, охлажденный на замораживающей станции до температуры – 25 °С, по трубам попадает к замораживающим колонкам, находящимся в пробуренных скважинах. Все колонки при помощи труб, проходящих на поверхности, соединяются в единую систему. Через распределительный рассолопровод в каждую колонку подается охлажденный раствор, происходит теплообмен между окружающей колонку средой и рассолом. Нагреваясь, раствор возвращается обратно в холодильный агрегат для повторного охлаждения (Рис. 3).

При повторении цикла вокруг каждой колонки происходит намораживание льда в виде цилиндра. Постепенно их диаметр увеличивается, и они срастаются между собой, образуя цельную ледяную перегородку, требуемой геометрии (Рис. 4). Время замораживания грунта зависит от гидрогеологических условий, температуры рассола, количества колонок, их расстояния друг от друга и требуемой толщины льдогрунтовой перемычки.

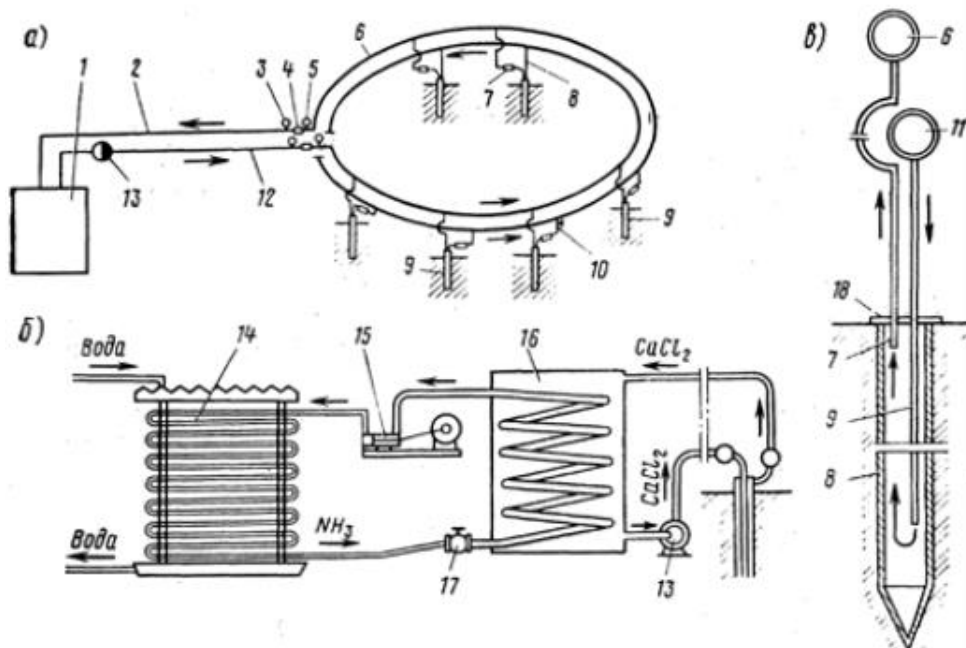


Рисунок 3 – Установка для замораживания грунтов рассольным методом: а) — схема циркуляции раствора; б) — схема замораживающей станции; в) — конструкция замораживающей колонки; 1 — рассольный бак; 2 — обратный рассолопровод; 3 — термометр; 4 — водомер; 5 — манометр; 6 — коллекторное кольцо; 7 — отводящая труба; 8 — замораживающие колонки; 9 — питающая труба; 10 — кран; 11 — распределительный рассолопровод; 12 — прямой рассолопровод; 13 — насос; 14 — конденсатор; 15 — аммиачный компрессор; 16 — испаритель; 17 — регулирующий вентиль; 18 — головка замораживающей колонки

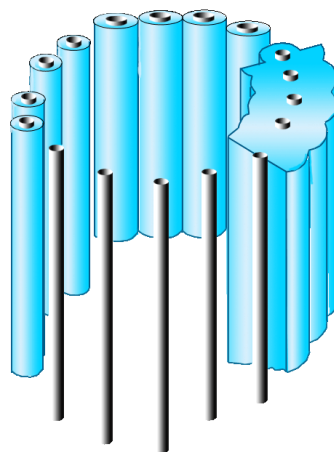


Рисунок 4 – Схема намораживания льда вокруг колонок

Этот способ имеет ряд преимуществ:

- возможность применения в водоносных грунтах любого характера (глинистые породы грунта или кавернозными грунтами);
- после прекращения работ, грунт возвращается в естественное состояние без изменений;
- возможен при любых глубинах.

Недостатки данного способа в следующем:

- длительность процесса;
- сильное переувлажнение и пучение грунта;
- необходимость применения способа только в герметичных трубах, иначе произойдет экологическое загрязнение;
- необходимость защиты грунта от солнечных лучей;
- необходимо защитить уже существующие сооружения и коммуникации, попадающие в зону работ.

Литература:

1. Анализ вариативных способов заморозки грунта [Электронный ресурс] // Moluch. – Режим доступа: <https://moluch.ru/th/8/archive/76/2855/> – Дата доступа: 20.04.2019.
2. Заморозка грунта при строительстве [Электронный ресурс] // akvilon-holod. Режим доступа: <http://akvilon-holod.ru/zamorozka-grunta/zamorozka-grunta-pri-stroitelstve/>. – Дата доступа: 20.04.2019.
3. Искусственное замораживание грунта [Электронный ресурс] // StudFiles. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4378817/page:36/> – Дата доступа: 20.04.2019.
4. Опыт и перспективы развития ресурсосберегающих технологий замораживания грунтов в городском подземном строительстве [Электронный ресурс] / Cyberleninka. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/opyt-i-perspektivy-razvitiya-resursosberegayuschih-tehnologiy-zamorazhivaniya-gruntov-v-gorodskom-podzemnom-stroitelstve/> – Дата доступа: 20.04.2019.

СКВАЖИННЫЕ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ПОНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

*Подлозная Вероника Александровна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы требуется решить проблему больших пробок в городе Берн, Швейцария. Соответственно предложить пути решения проблемы. Мной было предложено концептуальное решение строительства сети из тоннелей под существующей застройкой. Моё решение представлено на фото с учетом действия нагрузок на тоннели.

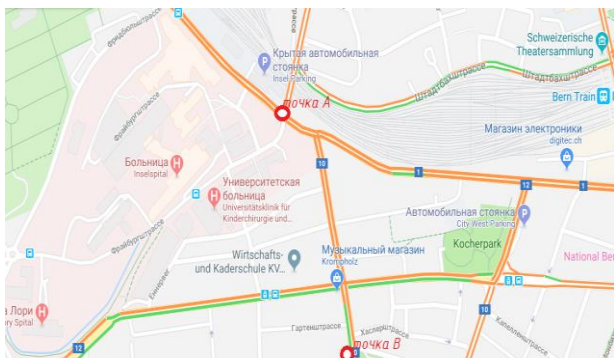


Рисунок 1 – Карта с пробками (баллы 6)

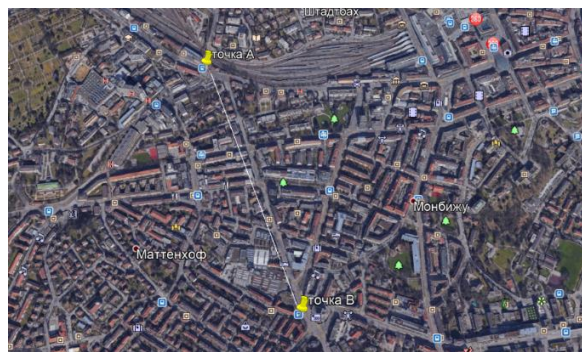


Рисунок 2 – Генеральный план

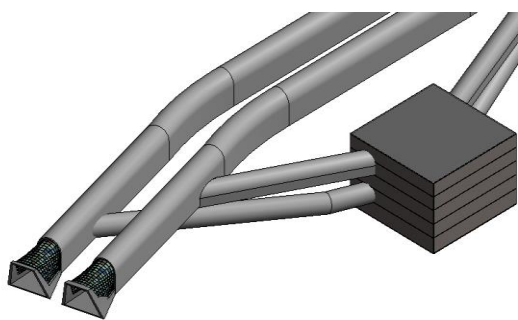


Рисунок 3 – Концептуальная модель тоннелей (точка А)

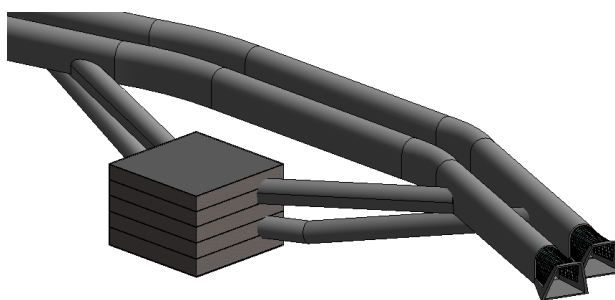


Рисунок 4 – Концептуальная модель тоннелей (точка В)

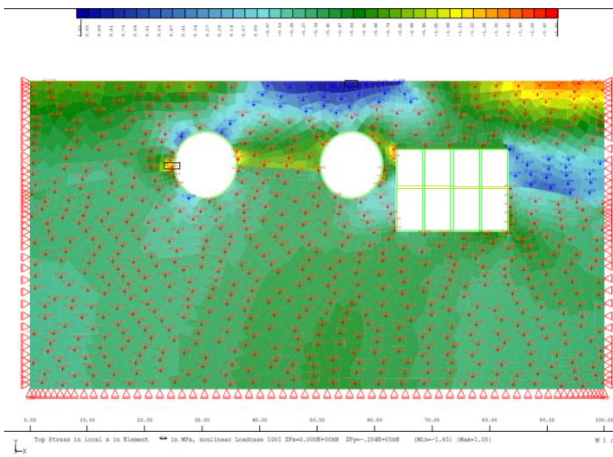


Рисунок 5 – Изо-поля напряжений по оси X (по горизонтали)

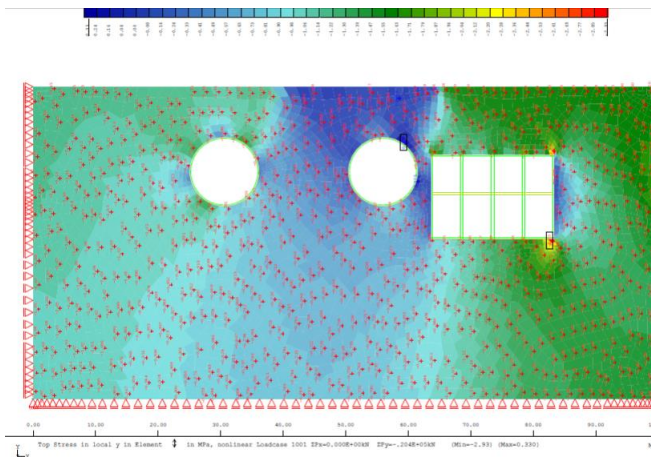


Рисунок 6 – Изо-поля напряжений по оси Y (по вертикали)

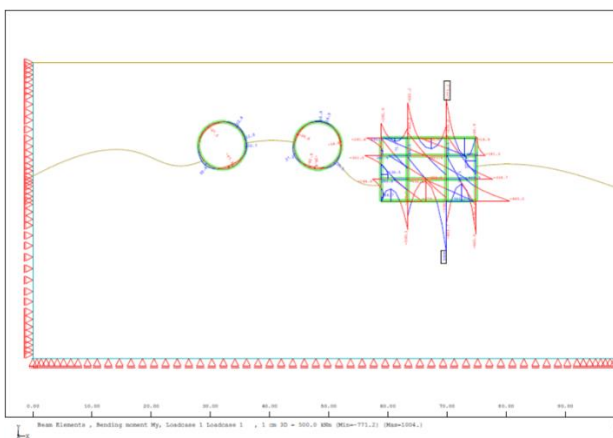


Рисунок 7 – Моменты возникающие в конструкциях тоннелей

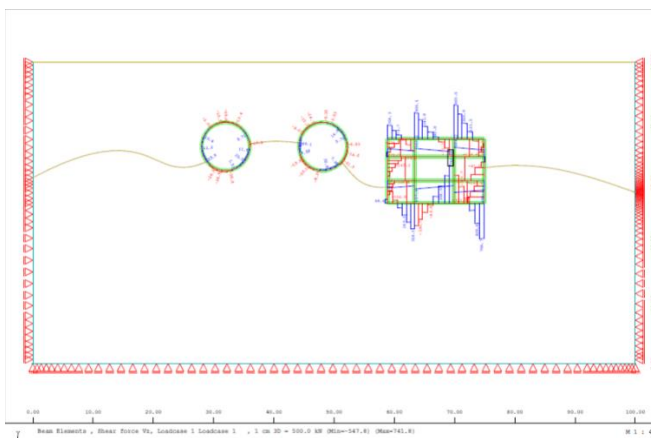


Рисунок 8 – Внутренние усилия в конструкциях

Если трасса тоннеля пересекается с водоносными грунтами, то для осушения этого участка на время производимых работ по сооружению тоннеля применяют *искусственное водопонижение*.

Сущность метода заключается в том, что осуществляется откачка воды из грунтового массива через систему скважин. В зависимости от способа сооружения тоннеля (открытый или закрытый) и глубины его заложения возможны три основные схемы водопонижения: *водопонижение с поверхности, водопонижение из выработки, комбинированное водопонижение*. При выборе водопонижения необходимо знать: свойства и условия залегания грунтов, условия залегания грунтовых вод, водопроницаемость (коэффициент фильтрации) грунтов, размеры осушаемой зоны, мощность водоносного горизонта, характеристики технических средств водопонижения.

При *открытом способе* сооружения тоннелей для осушения котлованов и траншей широко используют *водопонижение с поверхности*. На расстоянии вокруг будущего подземного сооружения с поверхности земли бурят систему

водопонижительных скважин. Для водопонижения с поверхности используют *легкие иглофильтровые установки (ЛИУ), эжекторные иглофильтровые установки (ЭИ), установки вакуумного водопонижения (УВВ), эжекторные вакуумные водопонижающие установки (ЭВВУ) с вакуумными концентрическими скважинами (ВКС) и установки забойного водопонижения (УЗВМ).*

При *закрытом способе* для осушения забоя используют схему водопонижения из выработки. Эти установки могут находиться в штольнях либо в забое самого тоннеля – забойное водопонижение (вдавливание в грунт иглофильтры).

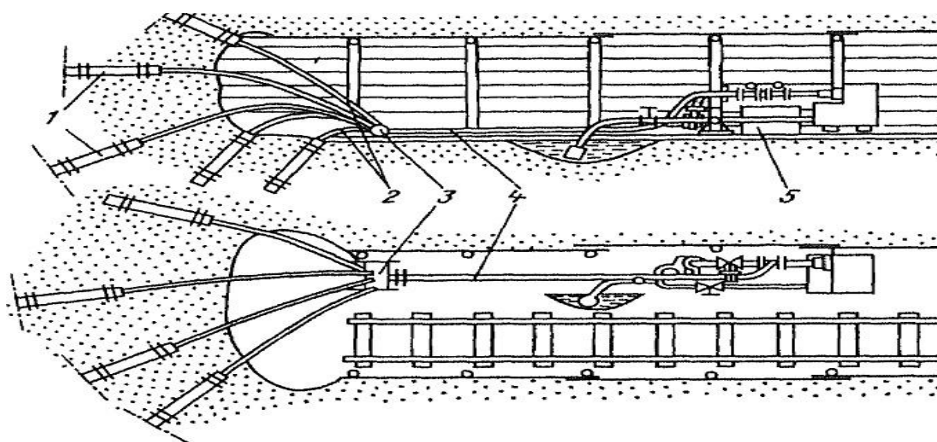


Рисунок 9 – Схема забойного водопонижения с применением установки УЗВ: 1 – иглофильтры; 2 – водосборный коллектор; 3 – всасывающий рукав; 4 – насосный агрегат

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал [Электронный ресурс]:-Режим доступа: www.bibliotekar.ru/spravochnik-127-fundamenty/77.htm
2. Кузьмицкий, В.А. Проектирование тоннелей, сооружаемых щитовым способом: пособие к курсовому и дипломному проектированию/ В.А. Кузьмицкий, В.Г. Пастушков.-Минск: БНТУ, 2009.-211с.
3. Технология строительства подземных сооружений. / И. Д. Насонов, В. И. Ресин, М. Н. Шуплик, В. А. Федюкин. — М. : АГН, 1998. — 294 с.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ ВЕГЕНБУРГ И КАНШТАТТЕР В ГОРОДЕ ШТУТГАРТ (ГЕРМАНИЯ)

*Прошунин Владислав Николаевич, студент 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы требуется решить проблему больших пробок в городе Штутгарт, Германия. Выполнив детальную разработку проекта транспортных узлов города Штутгарт, для оптимизации движения транспорта проектом было предусмотрено устройство транспортного тоннеля с использованием многофункционального подземного комплекса, включающего в себя паркинг на 460 машино-мест. Мое решение представлено на фото с учетом действия нагрузок на тоннель.

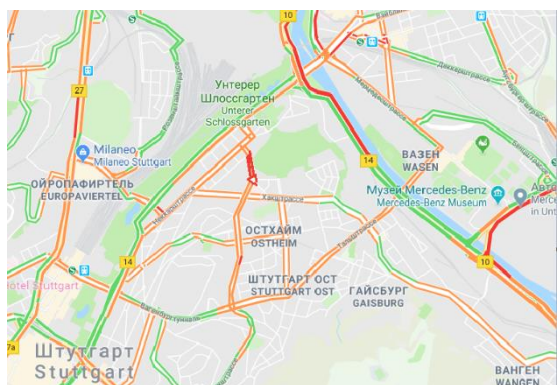


Рисунок 1 – Схема пробок в 7 баллов в г. Штутгарт

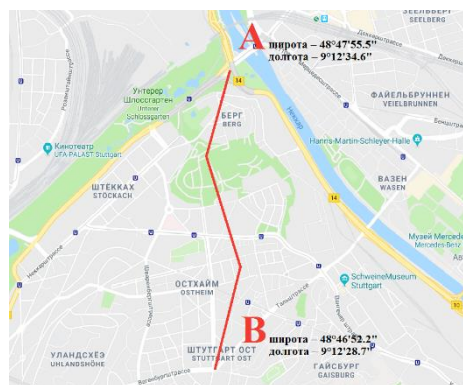


Рисунок 2 – Генеральный план

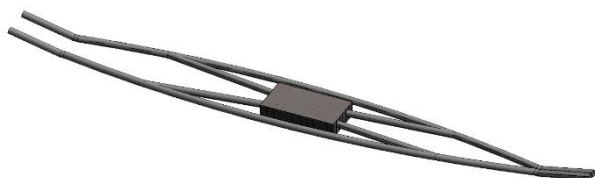


Рисунок 3 – Концептуальная модель тоннелей

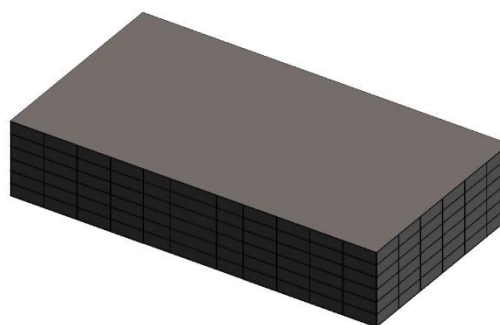


Рисунок 4 – 3D Модель паркинга



Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение въезда/выезда в тоннель(Портал А)



Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение въезда/выезда в тоннель(Портал В)

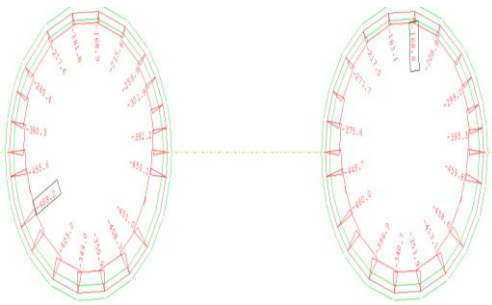


Рисунок 6– Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции железобетонной обделки

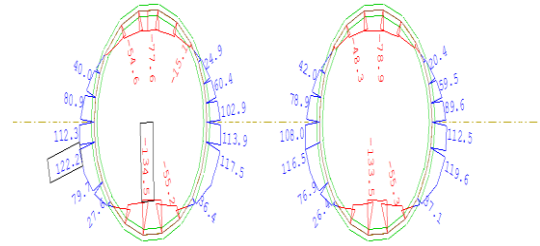


Рисунок 7 – Эпюры моментов, возникающие в конструкции железобетонной обделки

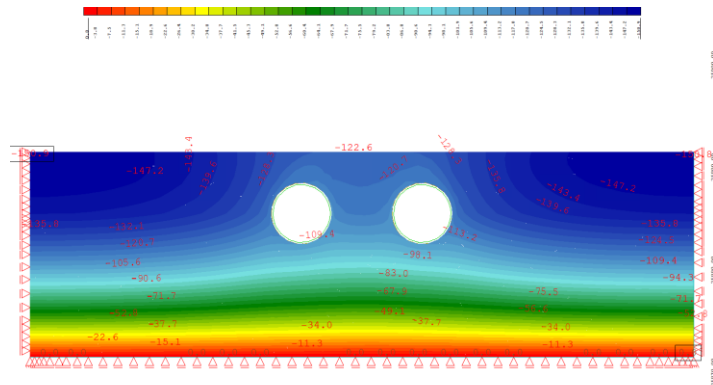


Рисунок 8 – Изо поля перемещений по вертикали

В скором времени в Китае начнется масштабное строительство подводного тоннеля. Ожидается, что эта дорога станет самой большой в своем роде, она соединит Пекин и Тайвань, одна только подводная часть которого будет составлять 135 километров.



Рисунок 9 – Туннель в разрезе

Новая дорога соединит Тайвань и материковую часть Китая. Планы по строительству столь амбициозного проекта обсуждаются уже несколько лет, но только сейчас, по мнению архитекторов, найдено оптимальное решение. По сравнению с планами Поднебесной, одна из самых масштабных подобных строек прошлого века, а именно, строительство Евротоннеля под Ла-Маншем, который связывает Европу с Великобританией, кажется сущей мелочью. Протяженность подводной части Евротоннеля в 3,5 раза меньше: «всего» 37 километров при общей протяженности туннеля в 51 километр.



Рисунок 10 – Продольный профиль туннеля

Возвращаясь к китайскому объекту: его диаметр будет равен 10 метрам, а максимальная разрешенная скорость движения на отдельных участках составит около 250 километров в час.



Рисунок 11 – Генеральный план проектируемого туннеля

При этом в туннеле будет проложено 2 железные дороги, по которым поезда будут курсировать в обоих направлениях. На всем протяжении туннеля будут организованы «островки» для забора воздуха и вентиляции, а также системы обеспечения электроэнергией, средствами сотовой связи и Wi-Fi. По обеим сторонам будет располагаться зона свободной торговли.

Открытие туннеля запланировано на 2030 год.

Литература:

1. «Подземный эксперт» информационный портал о подземном строительстве [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://undergroundexpert.info/issledovaniya-i-tehnologii/dvuhputnye-tonneli-moskov-metro/> . - Дата доступа: 10.12.2016.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТОННЕЛЬ В ИТАЛИИ

*Пуссель Артем Вячеславович, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Выбрав два города в Италии - Guarcino и La Grancia, проанализировав их месторасположение, геологический характер местности, потребности населения в транспортной сети между городами, а также перспективы расширения численности населения в дальнейшем - было принято решение разработать автодорожный тоннель, спроектировать портал.

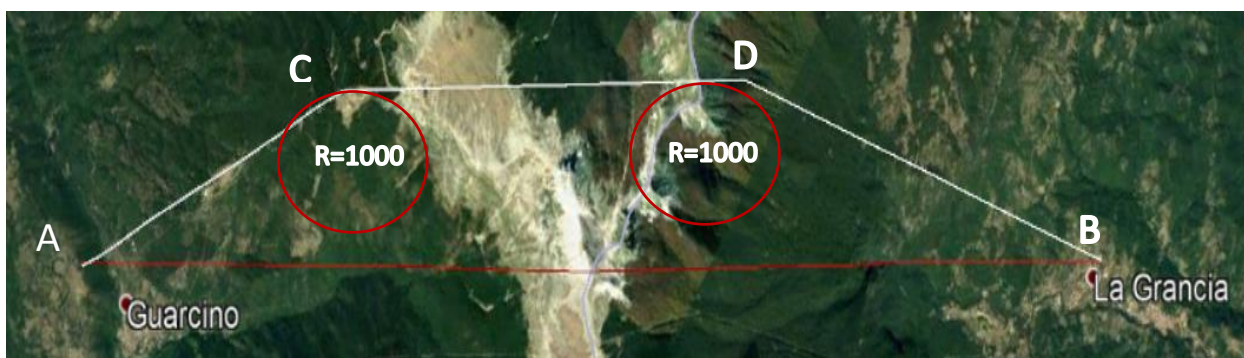


Рисунок 1 – Фото привязки точек А и В к местности

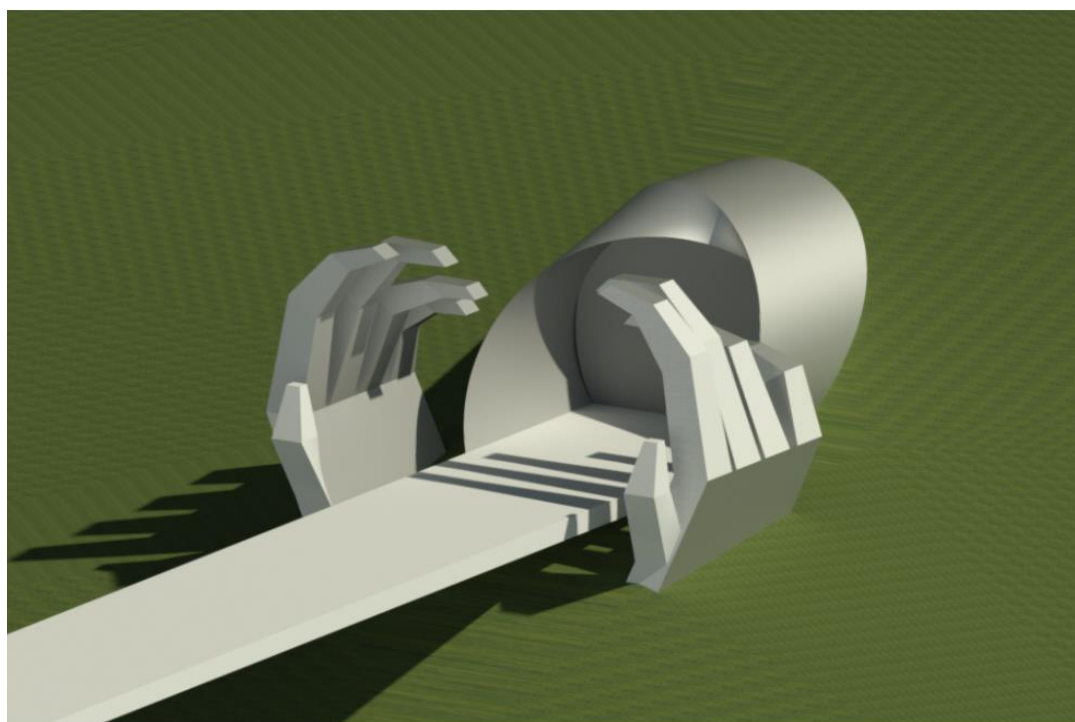


Рисунок 2 – Концепция портала

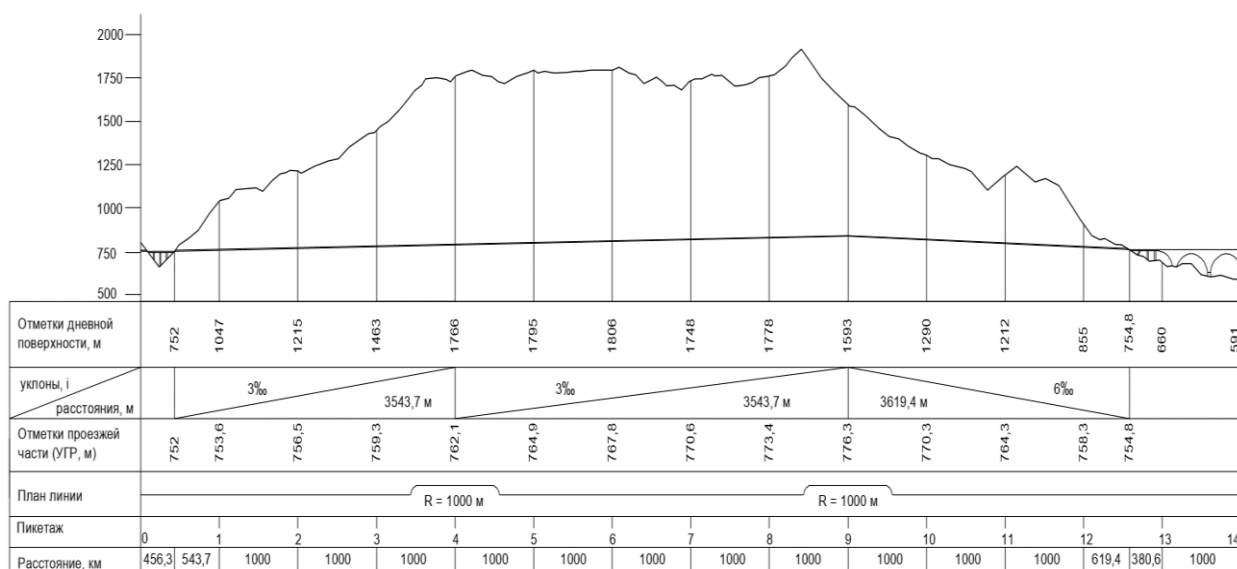


Рисунок 3 – Продольный профиль тоннеля

Как и любая другая конструкция, которая постоянно подвергается серьезным нагрузкам, тоннель нуждается в качественной гидроизоляции. От выполнения этой процедуры зависит правильность работы конструкции.

Во время строительства необходимо использовать водонепроницаемые материалы. Увы, в большинстве случаев этого недостаточно – слишком велика нагрузка на конструкцию.

Справиться с проблемой помогут дополнительные меры – например, использование раствора цемента с песком, который нагнетается за отделку тоннеля. Вещество попадает в щели и заполняет их, не позволяя влаге проникнуть в стены и потолок.

Чтобы дополнительно увеличить защиту, используются специальные мембраны, изготовленные из ПВХ и других современных полимеров. Их также необходимо закладывать в конструкцию еще на этапе строительства.

Существует множество разных гидроизоляционных материалов, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. Чтобы компенсировать негативные моменты, рекомендуем применять несколько вариантов в одной конструкции – так можно добиться действительно высокой устойчивости к влаге.

Одна из главных задач любого тоннеля, при его эксплуатации, заключается в обеспечении безопасной транспортировке людей, грузов. Аварии, поломки авто и другие нештатные ситуации особо опасны в тоннелях. В связи с этим необходима установка различных контролирующих систем, следящих за габаритами автомобилей, их скоростью движения и дистанцией между ними. Важным является и мгновенное обнаружение аварийных ситуаций в тоннелях, с

последующим принятием действий, для максимального безопасного решения возникшей задачи.

Литература:

1. Информационный интернет-портал «Студопедия» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studopedia.org/1-95937.html> - Дата доступа: 15.05.2019 год
2. Информационный интернет-портал «lokomо.ru» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lokomо.ru/zheleznodorozhnyy-put/portal-tonnelya.html> - Дата доступа: 15.05.2019 год

ЛЕГКИЕ ИГЛОФИЛЬТРОВЫЕ УСТАНОВКИ

*Радивановская Анна Юрьевна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Водоотлив и водопонижение

Выемки с водоносными грунтами разрабатывают при помощи устройства водоотлива, а также при помощи искусственного понижения уровня грунтовых вод.

Устройство водоотлива является самым экономичным и простым способом водопонижения, но имеет свои минусы, в виде присутствия воды в выемке, которая усложняет работу и нарушает естественную структуру основания.

Поэтому часто прибегают к искусственному понижению уровня грунтовых вод.

Иглофильтровый способ искусственного понижения уровня грунтовых вод

Способ осуществляется специальными установками, которые имеют трубчатые водоприемники – это и есть иглофильтры. Иглофильтры погружают в скважины (в обводненном грунте). К всасывающему коллектору подключают все насосы для откачки воды и воздуха, а также все иглофильтры. Для использования таких установок коэффициент фильтрации должен составлять 1-50 м/сут (эффективнее в чистых песках и гравелистых грунтах).

Легкие иглофильтровые установки

Легкие иглофильтровые установки надежны и просты в применении, поэтому их знает и использует весь мир (вес составляет до 700 кг).

Легкий иглофильтр – это труба, диаметром 38 мм и длиной до 8,5 м, к нему присоединено фильтровое звено (2 трубы): внутренняя (38 мм) и наружная (60 мм). Они используются для понижения УГВ на 4-5 м. Для осушения траншей до 4,5 м используют один ряд иглофильтров, а для траншей более 4,5 м – два ряда.

Если уровень воды нужно понизить больше чем на 5 м, тогда используют двух- или трехъярусные иглофильтровые установки. Иглофильтры также можно

использовать и в слабопроницаемых грунтах, но под ним должен залегать более водопроницаемый слой.

Для обеспечения герметизации установки, необходимо выполнять следующие условия:

1. Рабочее звено заглубляют на 0,6 м, если иглофильтры располагаются с обеих сторон траншеи или по контуру котлована.
2. Рабочее звено заглубляется на 1,25 м, если иглофильтры располагаются с одной стороны траншеи.

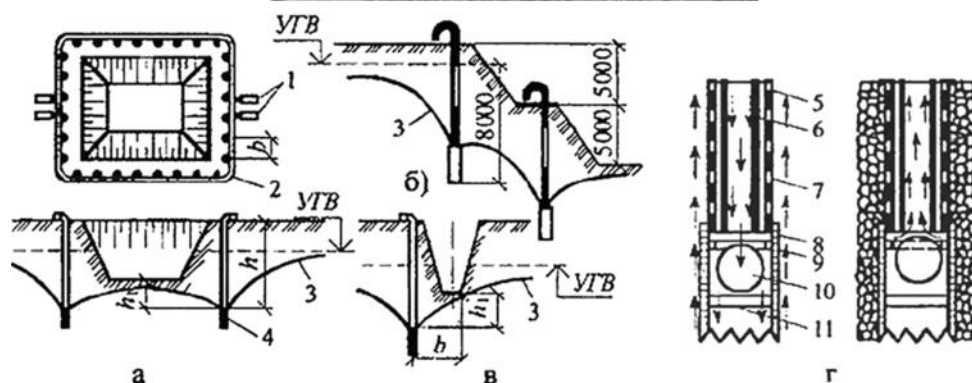


Рисунок 1 – Схема иглофильтрового способа понижения уровня грунтовых вод: а – для котлована при одноярусном расположении иглофильтров; б – то же при двухъярусном их расположении; в – для траншеи; г – схема работы фильтрующего звена при погружении в грунт в процессе откачки воды;

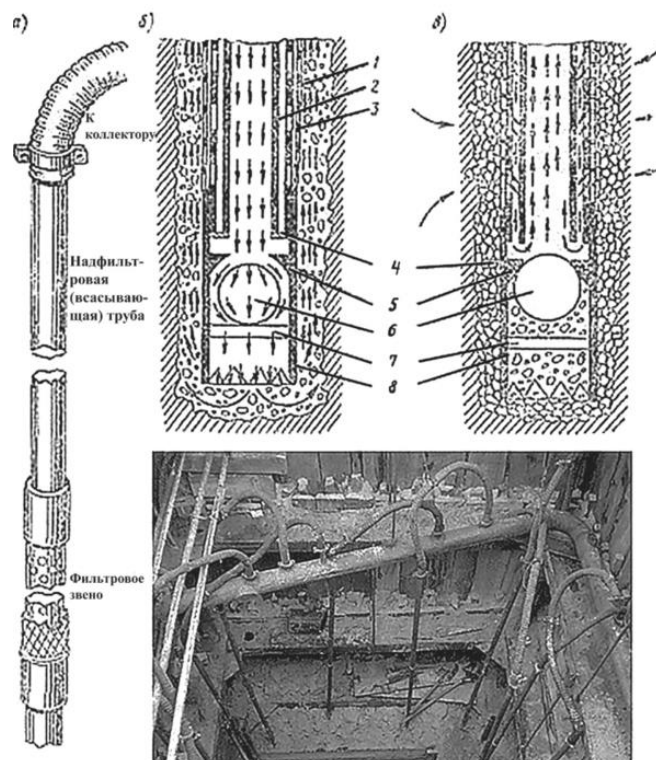


Рисунок 2 – Иголфильтры: а – общий вид иглофильтров; б – положение клапанов фильтрового звена при погружении иглофильтров; в – то же, при откачке грунтовых вод;

Самыми распространенными конструкциями ЛИУ являются: ЛИУ-2, ЛИУ-5 и ЛИУ-6БМ.

Легкие иглофильтры погружаются на глубину 7-8 м гидравлическим способом (давление 0,3-0,5Мпа). При помощи крана, вышки или треноги поднимают иглофильтр со шлангом от насоса и опирают на грунт и включают насос. Подается вода под давлением (по внутренней трубе) и выталкивает шаровой клапан. Вода размывает грунт и иглофильтр погружает под собственным весом, а частички грунта поднимаются на поверхность. Откачивают воду при помощи насоса. После окончания работ по водопонижению, иглофильтры извлекаются из грунта краном, тали или другим. Если в грунтах более высокая плотность, то сначала бурят скважину.

Техника безопасности:

1. Электродвигатели у насосов заземляют
2. Рубильники закрытого типа
3. Погружение и извлечение иглофильтров не допускается вблизи проводов под током

Литература:

1. Емельянов А.В., Клейман Д.Б., Станченко И.К., Чельцов М.И.
Водопонижение в строительстве
2. Устройство котлованов и водопонижение – Кнауле В.
3. Справочник по водопонижению – Болотских Н.С.
4. Водопонижение в строительстве, М.,1971. - В. А. Полуянов.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Роман Даниил Александрович, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель: Ходяков В.А., ассистент кафедры)

Виртуальная реальность используется в строительной отрасли для улучшения дизайна, безопасности, а также во избежание дорогостоящих убытков.

В настоящее время виртуальная реальность воспринимается как инструмент для видеоигр и разнообразных развлекательных целей, но эксперты в области строительства находят практические применения технологий в своей области. Внедрение виртуальной реальности в строительстве открыло возможности для улучшения дизайна, реализации проектов и повышения уровня безопасности. Это не просто идеи для далекого будущего - компании реализуют эти идеи сегодня.

Независимо от того, насколько точны схематические или концептуальные визуализации, нет лучшего способа понять, каким будет проект, чем детальный виртуальный осмотр с технологией виртуальной реальности. Архитекторы и дизайнеры вкладывают средства в технологии виртуальной реальности, которые помогают им точно оценивать мелкие детали, помещая их в комнату, которую они проектируют.

Технология VR поможет людям представить, как будет работать проект. Например программа Yulio VR позволяет дизайнерам превращать свои 3D-проекты в VR-совместимые визуализации, которые они могут показывать сотрудникам и клиентам. Ведь иногда бывает сложно передать масштаб и потенциал проекта.

Компания McCarthy Building Companies занимается строительством больниц, офисных зданий и университетов. Сегодня компания ищет новые пути для удачного проектирования и демонстрации дизайна и использует комнату виртуальной реальности — BIM-CAVE (от Building Information Modeling).

В комнате используются стерео-проекторы и 3D-очки, позволяющие нескольким пользователям одновременно увидеть, как будет выглядеть будущий офис или какая-либо комната. Внесение каких-либо изменений на этапе стройки стоит крайне дорого и занимает много времени. С помощью виртуальной реальности McCarthy позволяет клиентам «побывать» в здании и бесплатно внести коррективы — заблаговременно, пока стройка не началась.

Виртуальная реальность стала ключевым моментом в работе над больницей Martin Luther King Multi-Service Ambulatory Care Center в Лос-Анжелесе. В ходе разработки доктор и медсестры ходили по виртуальной больнице с помощью комнаты виртуальной реальности и специальных шлемов виртуальной реальности. Это позволило хорошо продумать структуру здания, определить, где конкретно должно стоять оборудование в каждой комнате. (Рис. 1)



Рисунок 1—Вид комнаты в VR

Все сделано для того, чтобы создать преобразующие изменения для отрасли здравоохранения начиная с первого этажа в строительном проекте. Виртуальная реальность имеет большой потенциал, когда дело доходит до сотрудничества. По мере совершенствования виртуальной реальности люди смогут точно видеть, как будет выглядеть их проект. Таким образом, виртуальная реальность дает практически полную свободу в проектировании.

Так же стоит упомянуть о дополненной реальности. Дополненная реальность добавляет созданные компьютером элементы к уже существующим сооружениям, комнатам. Таким образом, пользователи могут видеть свое текущее местоположение, с наложенными поверх 3D изображениями. Люди по-прежнему должны носить шлем, стекло или телефон, чтобы иметь возможность работать.

Виртуальная реальность в строительстве распространена на этапе проектирования, а дополненная реальность - на стадии строительства. Руководители строительных работ используют дополненную реальность на

рабочих местах, чтобы увидеть, как следующий этап строительства вписывается в то, что они уже построили.

К примеру строительная компания в Род-Айленде смогла использовать дополненную реальность, чтобы предотвратить переделки и убытки. Они поняли, что заказанные стальные балки слишком велики для здания. Они выяснили это, используя дополненную реальность на площадке, наложив запланированные стальные балки на существующую структуру. Сделав это, они поняли, что балка не подходит, и смогли связаться с производителем, чтобы исправить их. Благодаря дополненной реальности они смогли предотвратить возможные проблемы и задержки в строительстве.

Таким образом эти технологии позволяют сократить срок строительства на 15-30%; Более быстро и качественно принимать решения (работая с виртуальным прототипом объекта); Сократить количества и стоимости ошибок при коллективной работе над макетом объекта специалистов различных областей с моделированием процесса строительства.

Литература:

1. VR в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ve-group.ru/tag/vr-v-stroitelstve/>. – Дата доступа: 11.01.2016.
2. How Virtual Reality Is Changing Construction [Electronic resource]. – Mode of acces: <https://www.business.com/articles/how-virtual-reality-is-changing-construction/>. – Date of access: 02.04.2018.
3. How Virtual Reality Is Set To Change The Construction Industry. Collaboration with Virtual Reality. – 2017г. – URL [Electronic resource]. – Mode of acces:<https://vrvisiongroup.com/how-virtual-reality-is-set-to-change-the-construction-industry/>. – Date of access: 18.05.2018.
4. Ways Virtual Reality in Construction Makes an Impact on Commercial Construction [Electronic resource]. – Mode of access: <https://esub.com/4-ways-virtual-reality-in-construction-makes-an-impact-on-commercial-construction/>. – Date of access: 16.08.2018.

ДЫМОУДАЛЕНИЕ ПРИ ПОЖАРАХ В ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Романов Фёдор Сергеевич, студент 3 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А – старший преподаватель)

Метрополитены, дорожные тоннели и другие подземные транспортные сооружения- сложные системы, которые требуют качественных и продуманных коммуникаций и механизмов, обеспечивающих безопасность. Они должны работать как "часы" и не отказать в случае чрезвычайной ситуации (пожара и других происшествий), по той причине, что оказывать помощь и устранять аварии под землей либо в закрытом ограниченном помещении намного сложнее нежели на открытой местности.

Примером того насколько важны системы безопасности: является трагедия в тоннеле Монблан. В 1999г. пожар унёс жизни 39 человек несмотря на то, что сооружение имело близкорасположенные помещения безопасности, телефоны экстренной связи, огнетушители, ниши с подсоединенными к сети гидрантами, каналы подачи и удаления воздуха. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Тоннель Монблан после пожара

Рассмотрим вентиляцию в тоннеле, как систему дымоудаления на примере новейшего сооружения- ж/д Готарского тоннеля, который является самым длинным в мире.

Швейцарский ж/д Готардский тоннель имеет длину- 57 км, в нём создана уникальная 32-километровая система вентиляции. Эта система обеспечивает безопасность людей при пожаре. В тоннеле установлены 356 осевых

вентиляторов из нержавеющей стали и 68 тоннельных клапанов, с их помощью осуществляется постоянный контроль за изменениями параметров воздуха между двумя путепроводами. Также, тоннель оборудован: наружными жалюзийными решётками, регуляторами расхода воздуха, огнезадерживающими клапанами и клапанами дымоудаления. Клапаны способны выдерживать высокое давление и действие огня на протяжении долгого периода времени. (Рис. 2).

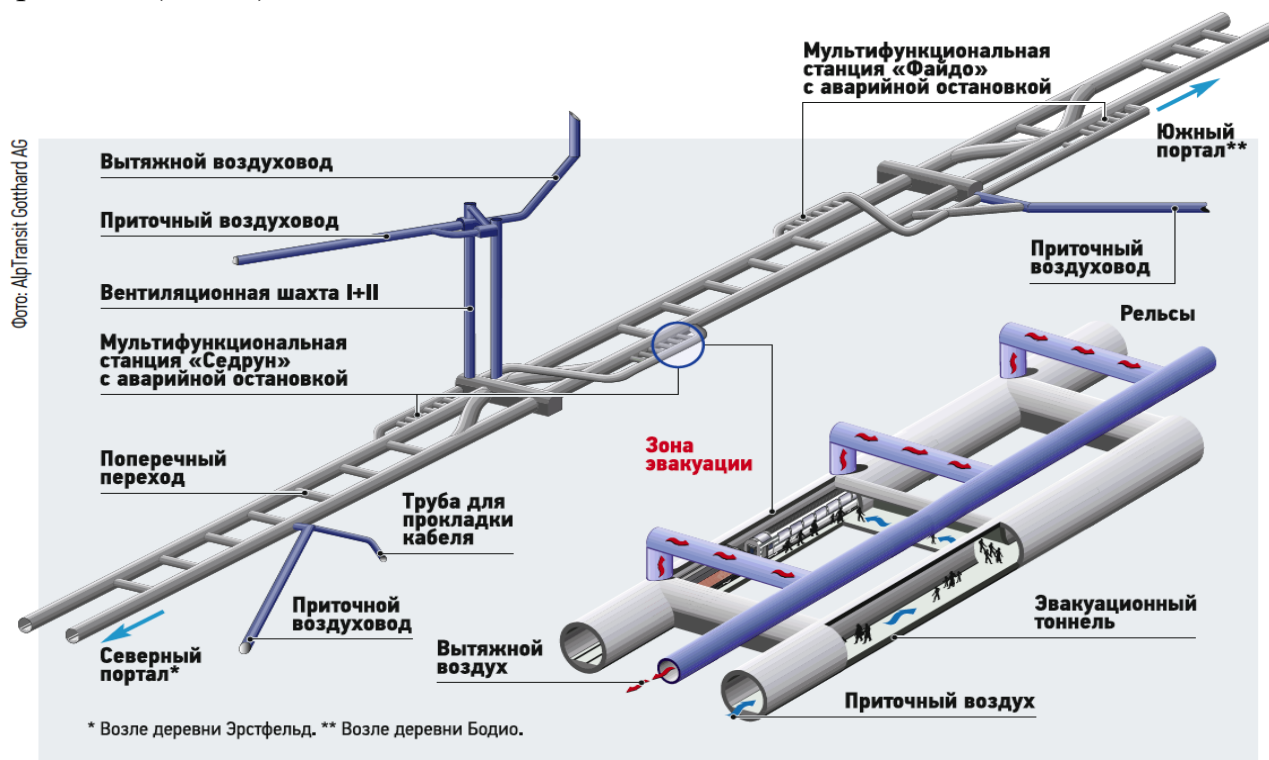


Рисунок 2 – Схема Готтардского тоннеля

В случае ремонтных работ (для смены колеи) и для аварийных остановок в тоннеле предусмотрены две многофункциональные станции — «Седрун» на 16-м километре и «Файдо» на 30-м. Между путями путепровода есть массивные двери, которые открываются, когда поезда переезжают с одного путепровода на другой. Обычно двери закрыты для поддержания необходимых параметров вентиляции и кондиционирования воздуха в каждой отдельной ветке, кроме того двери не позволяют дыму распространиться, в случае пожара, с одного пути на другой и обеспечат вентиляцию под давлением в безопасной части тоннеля, а на станцию в достаточном количестве будет поступать свежий воздух. При пожаре дистанционное управление позволит автоматически открыть аварийные выходы и горячий дым будет отводиться наружу с помощью вентиляторов дымоудаления. Если одна из веток загорится- вторая будет работать как эвакуационная зона. В ней пассажиры будут ожидать спасательный поезд.

Литература:

1. Клуб пожарных и спасателей [Электронный ресурс] / Пожар в тоннеле Монблан. – 2016. - Режим доступа: <https://fireman.club/>. Дата доступа: 12.04.2019.
2. Tunnel Talk [Электронный ресурс] /Innovative ventilation solutions for Gotthard. – 2016. - Режим доступа: <https://www.tunneltalk.com/>. Дата доступа: 13.04.2019.
3. Репозиторий Белорусского национального технического университета [Электронный ресурс] / Вентиляция тоннелей и подземных сооружений. - Режим доступа: <https://rep.bntu.by/>. Дата доступа: 13.04.2019.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ

*Савицкий Даниил Александрович, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы требовалось запроектировать автомобильный тоннель соединяющего населенные пункты в Греции, Mavroneri-Paragi. Данное решение строительства тоннеля позволит разгрузить дороги и сократить время на поездку из одного пункта в другой. Проанализировав местность, а также для достижения экономической выгоды и эстетической красоты, принято решение выбрать современную архитектуру, выполнив портал из стекла и стального каркаса.

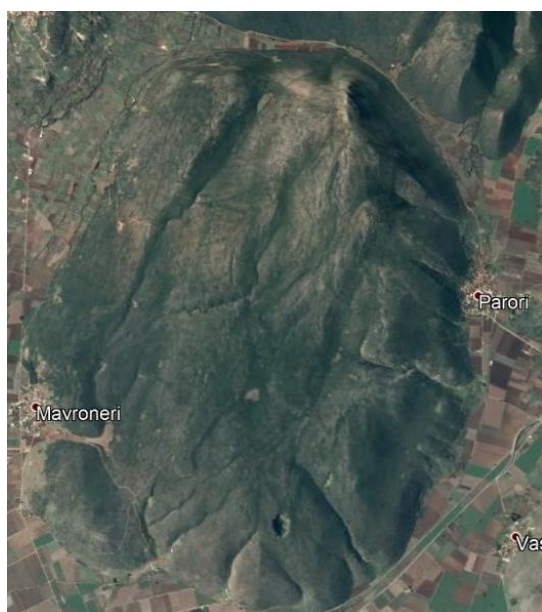


Рисунок 1 – Рельеф местности

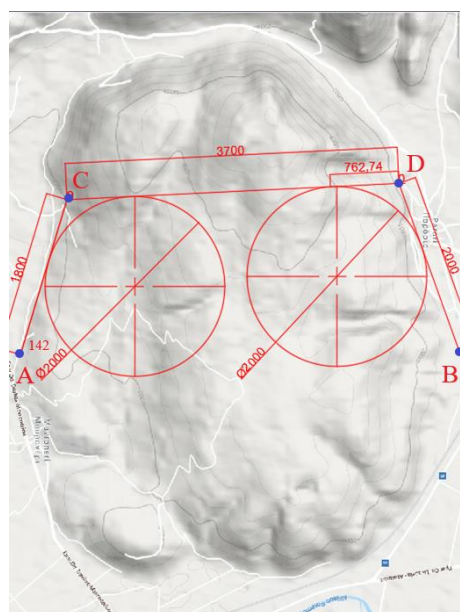


Рисунок 2 – Трассирование местности

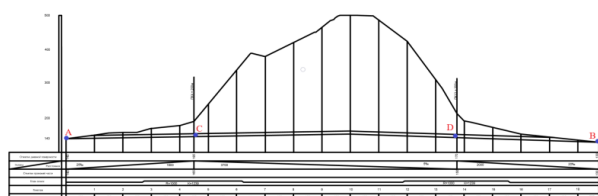


Рисунок 3 – Продольный профиль

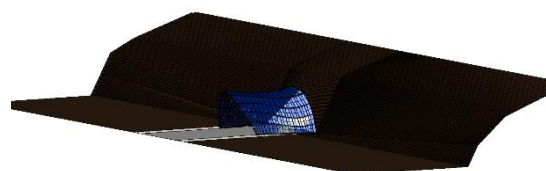


Рисунок 4 – Концептуальная модель
портала

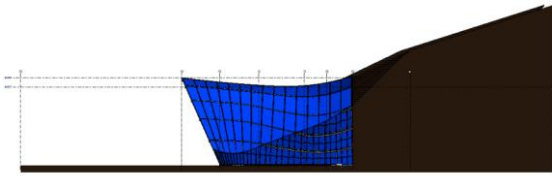


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (фасад-западный)

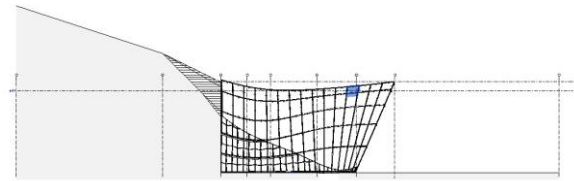


Рис Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - восточный)

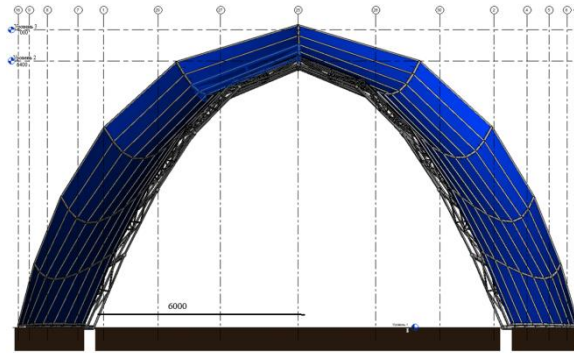


Рисунок 7 – Архитектурно-планировочное решение (разрез)

Применение инновационных материалов – это необходимая ступень развития не только в тоннелестроении, но и во всей строительной индустрии. Иногда возникают ситуации, при которых экономически невыгодно или по каким-либо причинам невозможно применение или монтаж традиционных методов строительства с использованием традиционных материалов. Некоторые инновационные предприятия уже работают с новыми, более качественными материалами. Но готовы ли мы отказаться от традиционных методов в пользу инноваций?

Одной из таких инноваций является продукция норвежской промышленной компании Foamrox AS- компании, которая специализируется на защите от огня, воды и мороза.

На сегодняшний день данный материал нашел широкое применение для обеспечения безопасной эксплуатации тоннелей. Foamrox – это запатентованная комбинация материалов, в которой основная часть изделия состоит из переработанного стекла. Данная продукция может заменить некоторые современные бетонные конструкции в туннелях. Продукты этой компании адаптируются к жестким условиям, где требуются изолированность и водонепроницаемость, а также огнестойчивость. С ними легко работать, также они выделяют очень низкие выбросы парниковых газов при производстве, транспортировке и монтаже.

Материал Foamrox на данный момент используется в нескольких продуктах, включая огнестойкие, изолированные и легкие аварийные шкафы

(Рис. 1), технические помещения, межсетевые экраны, аварийные туннели и аварийные станции, огнезащитные барьеры, аварийные будки (Рис. 2) – все это уже имеется на рынке и используется в нескольких туннелях. Материал обладает прочностью и пожаробезопасностью бетона, но значительно легче (всего 5-10% веса бетона).



Рисунок 1 – Аварийный шкаф компании Foamrox

Для примера рассмотрим аварийный шкаф компании Foamrox. Традиционный бетонный шкаф весит до 600 кг, тогда как шкаф из этого материала весит 40 кг, а установку шкафа выполняют 2 рабочих за 15 минут, в то время как бетонный шкаф устанавливают 4 рабочих с использованием техники за 3,5 часа.



Рисунок 2 – Аварийная будка компании Фоамрох

Тема применения инновационных материалов в строительстве – важная тема и данная статья доказывает, что применение новых материалов не только желательно, но и необходимо для получения дополнительной экономической выгоды или для решения сложных задач при монтаже и строительстве. Таким образом применение конструкций из данного материала значительно упрощает работу и экономически более выгодно, поэтому было принято решение применить продукцию foamrox в данном автомобильном тоннеле.

Литература:

1. Foamrox [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.foamrox.no/en>. Дата доступа: 22.04.2019.
2. New innovative materials in tunnel [Электронный ресурс] – 2018 - Режим доступа: <https://tunntech.com/index.php/technology-news/tunnel-technology-2/construction-2/item/271-new-innovative-materials-in-tunnels>. Дата доступа: 22.04.2019.
3. Case Study: Initiative to improve standards in tunnels [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.sovikconsulting.no/index.php/en/case-study/case-study-new-materials> Дата доступа: 22.04.2019.

ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЯ

*Свистун Ольга Геннадьевна, студентка 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Микротоннелирование- основной бестраншейный метод строительства коммуникаций в крупных городах. (Рис.1,2)



Рисунок 1 – Принципиальная схема микротоннелирования



Рисунок 2 – Микроцилт AVN(ABN)

На начальных этапах строятся котлованы. Котлованы для монтажа оборудования могут иметь круглую или квадратную формы диаметром 7,5 м, а приёмный котлован диаметром 5,5 м на глубине до 20 м.

На микроцилт насосами подаётся вода на размыв- через сопла, и включается вращение находящегося в передней части рабочего органа. В это время домкраты продавливания начинают с заданной скоростью проталкивать машину вперёд. Образовавшейся в результате смесь воды и частиц грунта – пульпа, удаляется транспортными насосами, установленными в тоннеле и рядом с рамой продавливания в стартовой шахте микротоннельного комплекса.

В стартовую шахту подаются отдельные звенья железобетонной либо стальной обделки, которые вдавливаются в грунт домкратами рамы продавливания.

Корпус рабочей машины, состоит из двух частей, гибко сочлененных между собой через уплотнение. Угол между двумя частями может изменяться по команде оператора микрощита с помощью домкратов управления.

Управляя ими, оператор корректирует направление движения микрощита.

Так же он контролирует расход воды, подаваемый на размыв и удаляемого из забоя. Для этого используется байпас.

Через отверстия в дробилке микрощита вместе с водой измельченный грунт по трубам насосами подается на сепарацию, где происходит отделение твердых частиц от воды. Очищенная от большей части твердых включений вода повторно подается на размыв в микрощит, а твердый осадок по мере накопления вывозится на свалку.

Преимущества микротоннелирования:

- ✓ Скорость и точность в самых сложных геологических условиях. Возможность выполнения работ в условиях стеснённой городской застройки.
- ✓ Удешевление строительства, так как не требует применения дорогостоящих методов закрепления грунтов и водопонижение.
- ✓ Возможность проходки под естественными и искусственными преградами - железными- и автодорогами, реками и т.п.
- ✓ Большая допустимая глубина проходки.

Литература:

1. ТСН 40-303-2003 г. Москвы (МГСН 6.01-03) «Бестраншейная прокладка коммуникаций с применением микротоннелепроходческих комплексов и реконструкция трубопроводов с применением специального оборудования».
2. Демешко Е.А. "Рекомендации по производству работ при строительстве тоннелей метрополитенов методом продавливания".
3. Баклашов И.В., Павлов О.Н., Шорников И. И. «Моделирование статической работы обделки тоннелей при ее продавливании в технологии микротоннелирования» Горный информационно-аналитический бюллетень, 2011. №10. - С.216-221.
4. Власов С.Н. «Новые технологии для бестраншейной прокладки коммуникаций. Механизация строительства» 1993. - №10.

ГИДРОРАЗРУШЕНИЕ- НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

*Свистун Ольга Геннадьевна, студентка 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)

Гидроразрушение – современная технология, применяемая при реконструкции мостов и тоннелей (Рис.1,2). Основной плюс данной технологии- щадящее разрушение верхнего слоя мостового полотна.

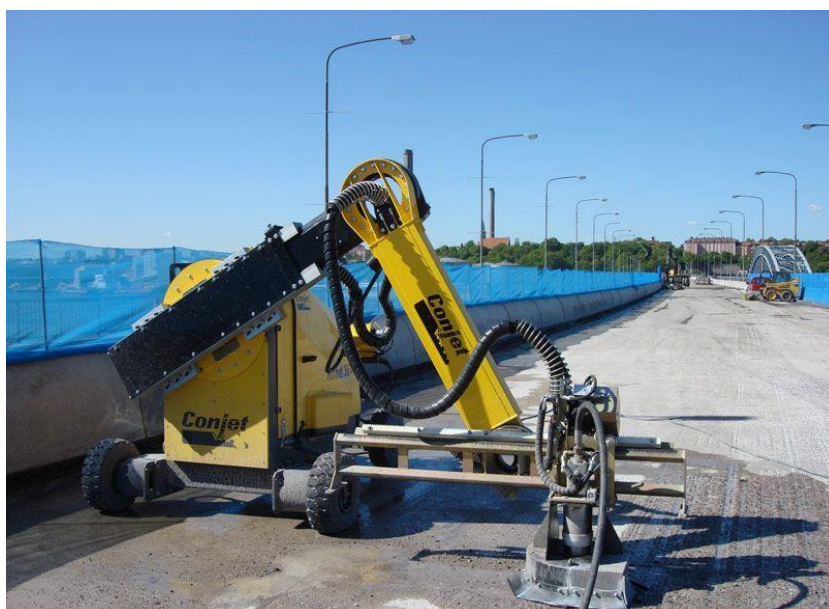


Рисунок 1 – Робот-гидроразрушитель фирмы «Conjet» при реконструкции моста



Рисунок 2- Применение технологии гидроразрушения при реконструкции тоннеля

При использовании отбойных молотков и вибромолотов, повреждается арматура и трескается нижний (не снимаемый) слой бетона, что в конечном итоге приводит к нарушению устойчивости структур и быстрому разрушению полотна. Данная технология позволяет вскрывать бетон при помощи тонкой струи воды под давлением.

В данном методе используются машины, внешне похожие на колёсные погрузчики, спереди которых находится специальная подвижная система, по которой в горизонтальном направлении двигается водяной шланг. Из шланга под давлением 2450 атмосфер выходит тонкая, определенной длины, струя воды, которая послойно и очень аккуратно разрушает верхний слой дорожного полотна.

При использовании этой технологии, вода не повреждает мостовую арматуру и разрушает ровно такой слой бетона, который требуется вскрыть. Вода, используемая в работе, не остается на дороге, а всасывается специальной рекуперативной (возвращающей) системой для ее повторного использования. Таким образом, гидроразрушение является ещё и экономически выгодным методом.

Так же данная технология применяется не только при реконструкции мостов и тоннелей, но и для удаления коррозии, снятия ржавчины с труб. Данный способ можно отнести в ряд наиболее щадящих, экологических способов.

Литература:

1. Рузов, А.М. Эксплуатация мостового парка: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.М. Рузов. – М.: Академия, 2007
2. Журнал «Bridges», США, 2005–2008 гг.
3. Журнал «Современные технологии в строительстве», 2007– 2008 гг
4. Волков В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н. Тоннели и метрополитены

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ CARPINETO ROMANO - MOROLO

*Синьковец Владислав Дмитриевич, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы, было выбрано два города в Италии – Carpineto Romano и Morolo, проанализировав их месторасположение, геологический характер местности, потребности населения в транспортной сети между городами, а также перспективы расширения численности населения в дальнейшем - было принято решение разработать одноярусный автодорожный тоннель, спроектировать портал в виде многофункционального и развлекательного комплекса.

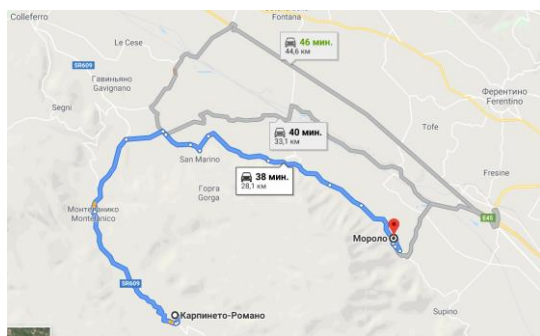


Рисунок 1 – Карта существующих дорог.

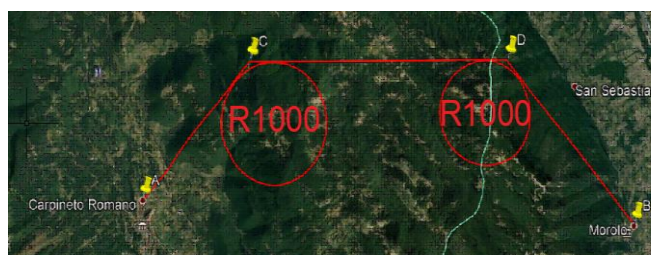


Рисунок 2 – Запроектированный тоннель.

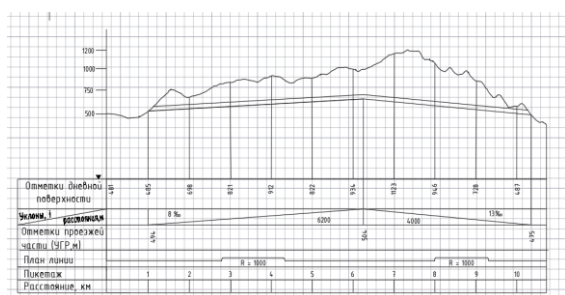


Рисунок 3 – Продольный профиль

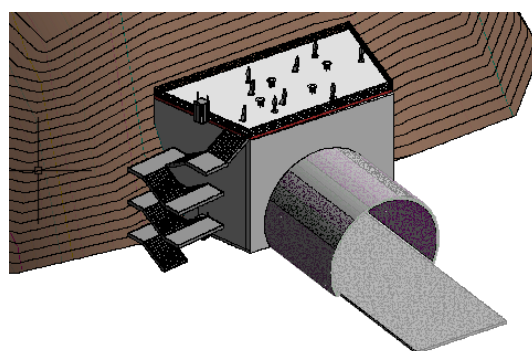


Рисунок 4 – Концептуальная модель портала

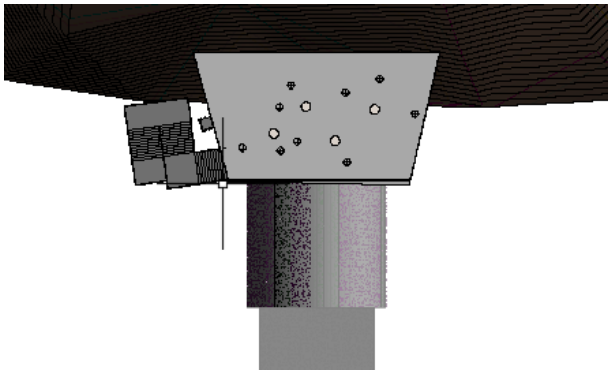


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (вид сверху)

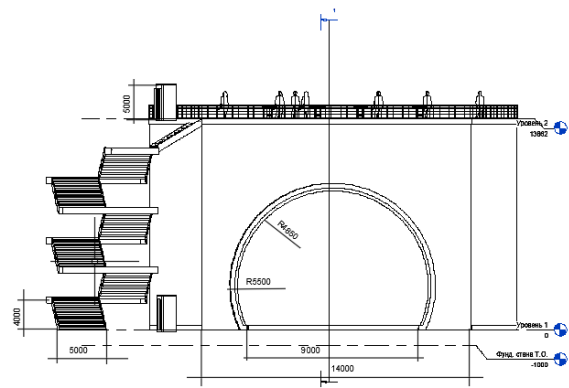


Рис Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - южный)

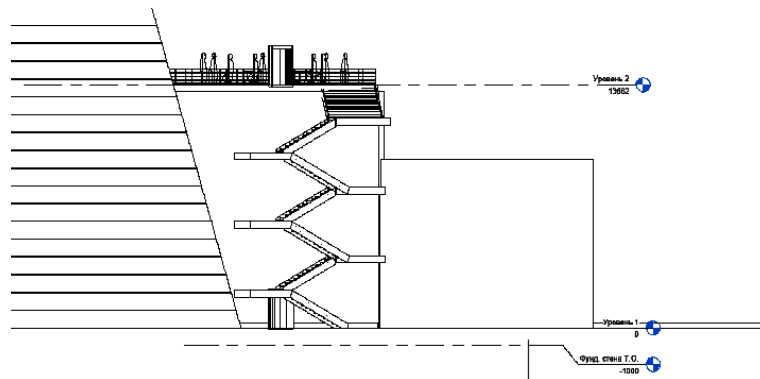


Рисунок 7 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - западный)

Помимо основной технической функции – входной части тоннеля, портал несет и другие, а именно:

- оборудование центра управления и наблюдения за системами безопасного движения;
- устройства в верхней части портала смотровых площадок;
- устройство столиков для приема пищи.

В перспективе может быть разработан комплекс, включающий: кафе, торгово-развлекательный центр, небольшие гостиницы и многое другое.

Тоннель спроектирован в один ярус, для возможности движения автомобилей. Это решение позволит сократить время переезда с Carpineto Romano до Moggio, что в свою очередь разгрузит объездные дороги и привлечет поток жителей других городов и туристов.

При строительстве тоннеля очень часто возникают проблемы с подземными водами, есть несколько способов преодолеть эту проблему: герметизация обделки тоннеля с восстановлением режима подземных вод, существовавшего до проходки выработки, проведение мероприятий, в результате которых в окружающем тоннель горном массиве устанавливается пониженный уровень подземных вод, а сам тоннель оказывается в осушенной зоне. Так же можно использовать метод динамического цементирования.

Цементирование как метод защиты тоннелей от подземных вод

В связи с быстро растущей потребностью в строительстве подземных сооружений возникают различные проблемы в результате сложных геологических условий. Типичной проблемой является проблема с водой. Внезапный приток воды может привести к серьезным жертвам и огромным экономическим потерям.

С другой стороны, сброс подземных вод является пустой тратой природных водных ресурсов и может привести к значительному снижению уровня подземных вод, что приводит к недостаточному водоснабжению и ухудшению экологической обстановки в местных районах. В крайних случаях могут наблюдаться геологические катастрофы, такие как обширные карстовые коллапсы и трещины на земле.

В настоящее время цементация является наиболее распространенным методом предотвращения притока воды. Были приложены значительные усилия для изучения принципов работы, используемых материалов и используемых методов. Динамическая цементация применяется в горнодобывающей промышленности с 1950-х годов, в то время как исследования фундаментальных принципов не привлекали внимания до 2000-х годов. В 2011 году сообщили о VCH, новом методе цементирования, и проанализировали его характеристики в динамическом заполнении водой.

Соотношение VCH в практических применениях было оптимизировано на основе разнообразных исследований прямо во время строительства, была предложена фазовая поверхность затвердевания при динамическом заполнении водой путем исследования морфологии поверхности. Цементно-жидкий раствор и цементно-модифицированный цементный раствор широко используются для быстрого затвердевания и изучаются в лабораторных испытаниях.

Конститутивная модель типичных групп

Предыдущие исследования диффузии цементации были сосредоточены на поле течения грунтовых вод, использованных свойствах цементации и методе цементации, в то время как вариационная природа различных параметров при фазовом переходе цементных растворов не была интенсивно исследована. В результате, практические процессы цементации могут быть точно не предсказаны. Изменяющиеся во времени кривые вязкости цементно-модифицированного цементного раствора (Рис. 8) были получены на основе лабораторных испытаний и измерений на месте.

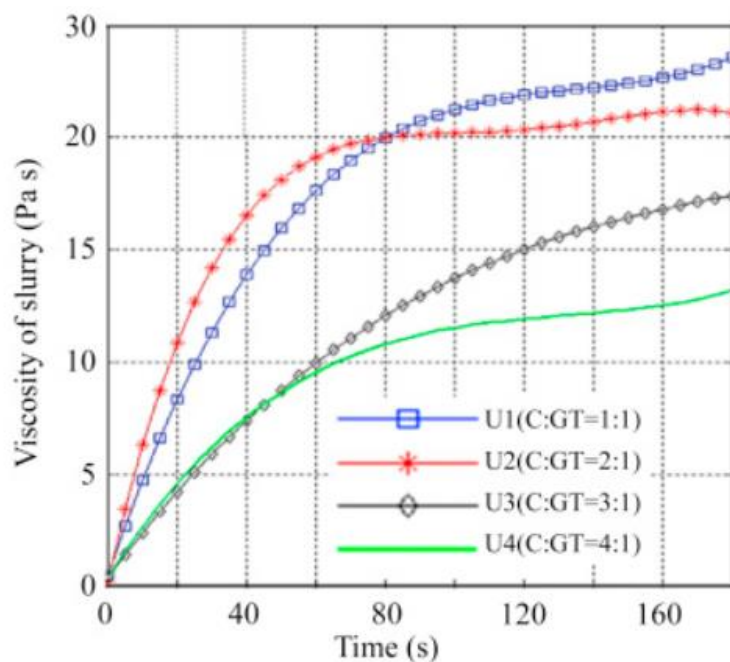


Рисунок 8 – Изменяющиеся во времени кривые вязкости типичных растворов

Как показано, кривую вязкости цементного раствора/жидкого стекла можно разделить на стадию низкой вязкости, стадию увеличения и стадию затвердевания. На первом этапе вязкость низкая, как и скорость ее увеличения. Затем вязкость быстро увеличивается, и достигается первичное отверждение, за которым следует быстрое сгущение. В конце этой стадии раствор представляет собой мягкую твердую жидкую смесь со значительной текучестью. На заключительной стадии смесь полностью затвердевает и обладает незначительной текучестью. С другой стороны, кривая вязкости цементно-модифицированного цементного раствора состоит из двух частей. Вязкость показывает быстрое увеличение в первом разделе и остается на определенном уровне в течение значительной продолжительности. На этом этапе цементация рассматривается как поток вязкопластичности с разумной текучестью и хорошей динамической водостойкостью.

Литература:

1. Protection against water or mud inrush in tunnels by grouting [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775516300294>. – Дата доступа: 08.10.2016.
2. A Laboratory Registry Codes: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/laboratories>. – Date of access: 02.04.2012.
3. Защита тоннелей от подземных вод. – 2015г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--h1aleim.xn--p1ai/hrapov/p31-a.html>

КОНСТРУКТИВНЫЕ ФОРМЫ МОНОЛИТНЫХ ОБДЕЛОК ТОННЕЛЕЙ И МНОГОСЛОЙНЫЕ БЕТОННЫЕ ОБДЕЛКИ, СООРУЖАЕМЫЕ СПОСОБОМ NATM

Соболевский Николай Романович, студент 3 курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Основной конструкционной частью транспортных тоннелей является тоннельная обделка, к которой предъявляются высокие требования по несущей способности и гидроизоляции, в связи с необходимостью поддержания состояния нормальной эксплуатации подземного сооружения на наиболее выгодных для заказчика условиях.

Поэтому решение по целесообразности использования отдельных видов тоннельных обделок должно иметь под собой крепкое обоснование, чаще всего экономическое. С этой целью разрабатывается технологический процесс выбора тоннельной обделки по заключению геотехнических изысканий.

За большой редкостью, в случаях разработки в устойчивых монолитных скальных породах с небольшой трещиноватостью, из-за отсутствия горного давления – тоннельная обделка – как конструктивный элемент, может быть исключена и применена облицовка, защищающая породу от выветривания слоем набрызг-бетона по арматурной сетке закрепленной короткими анкерами или процессом торкретирования, в обоих случаях толщиной не менее 10 сантиметров по периметру поперечного сечения свода. При проделывании прохода в не выветриваемых скальных породах без трещиноватости горную выработку могут пустить в эксплуатацию без изменений.

В остальных случаях при работе в более неблагоприятных условиях необходимо сооружать конструкцию правильной формы с целью предотвращения развития остаточных деформаций и восприятия развившегося горного давления.

Очертание обделки свода имеет наиболее рациональное сечение т.к. проектируется по кривой давления. Тоннельная обделка может представлять собой как замкнутый контур, в водонапорных грунтах применяется тоннельная обделка из монолитного железобетона круглого сечения, так и свод опирающийся на стены горной выработки, в случае ее крайней устойчивости, если это условие соблюдено, то сооружаются стены прямой или выпуклой, в сторону горной породы, формы. Для восприятия возможного сдвига стен или

наличия горного давления на подошву устраивают обратный свод, при их отсутствии – лоток.

Всего введено два типа тоннельных обделок: с одним дренажным лотком, и двусторонним с повышенной теплоизоляцией при применении в экстремальных условиях.

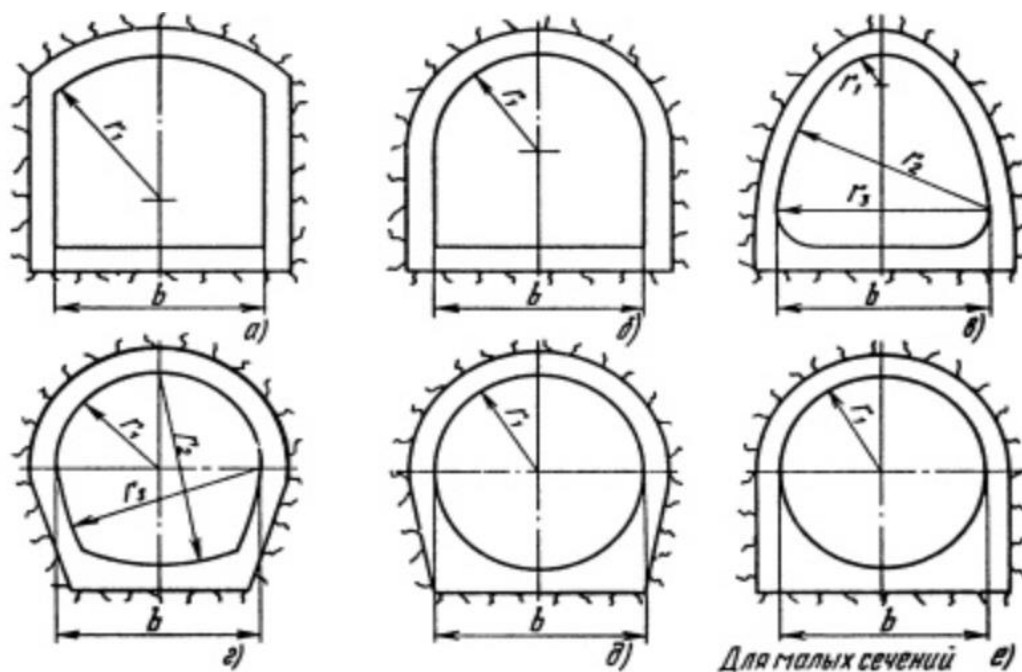


Рисунок 1 – Основные формы тоннельных обделок

Способ создания тоннельной обделки варьируется в зависимости от геотехнических условий и экономических ресурсов заказчика. Одним из наиболее выгодных является метод проходки с устройством податливого свода. Разработан австрийскими инженерами в середине шестидесятых, как патент получил название: Ново Австрийский Тоннельный Метода – NATM (New Austrian Tunneling Method – NATM).

После проходки горной выработки порода в естественном массиве постепенно переходит из упругого состояния в состояние потери устойчивости и далее в неустойчивое состояние. Установка временной крепи во время проходки должна обеспечить устойчивость массива. Податливая конструкция крепи дает возможность максимально использовать собственную несущую способность породного массива. При этом крепление выработки следует выполнять как можно быстрее после разработки породы с тем, чтобы эффективно использовать естественную устойчивость породы до перехода ее в неустойчивое состояние. Это достигается путем создания податливого свода, состоящего из тонкой оболочки набрызгбетона, плотно нанесенной на породу и армированной сеткой или арками, и слоя прилегающих к этой оболочке пород, включенных в работу свода путем установки в породу системы анкеров

различной длины. В таком искусственно созданном податливом своде гибкая оболочка из набрызгбетона воспринимает лишь незначительные изгибающие нагрузки, а слой пород, закрепленный анкерами, принимает на себя основное горное давление. По причине отсутствия каркасной системы временной крепи – освобождается пространство для использования опалубки продольной системы передвижения.

Созданием наиболее распространённых видов опалубочных сооружений занимается австрийская фирма Doxa, меньшую долю рынка охватывает – Peri, которая занимается по большей части созданием опалубочных систем универсального направления и прямоугольного сечения. Их системы часто применяются и при возведении многоэтажных зданий, т.к. быстро сборные конструкции позволяют проводить бетонирование быстрее, что в свою очередь снижает экономическую нагрузку на проект.

Опалубочные системы Doxa используют во многих габаритных проектах. Фирма зарекомендовала себя высоким уровнем качества и высокими эксплуатационными показателями, при сложной криволинейной системе каркаса.

Литература:

1. Волков В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н., Храпов В.Г. Тоннели и метрополитены – М.: Стройиздат, 1988г.

СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ. ПРОДОЛЬНАЯ, ПРОДОЛЬНО-СТРУЙНАЯ, ПОПЕРЕЧНАЯ И КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Федористов Максим Олегович, студент 4 курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

В рамках научной работы требуется решить проблему больших пробок в городе Берлин, Германия. Было принято решение разгрузить данные улицы-Блюхерштрассе и Гнайзенауштрассе. Выполнив детальную разработку проекта транспортных узлов города Берлин, для оптимизации движения транспорта проектом было предусмотрено устройство транспортного тоннеля с использованием многофункционального подземного комплекса, включающего в себя паркинг на 580 машино-мест. Мое решение представлено на фото с учетом действия нагрузок на тоннель.

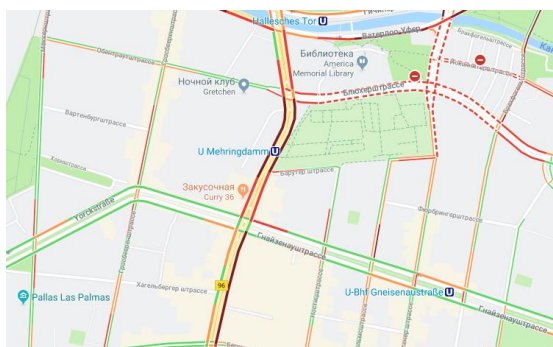


Рисунок 1 – Карта с учетом пробок в 9 баллов

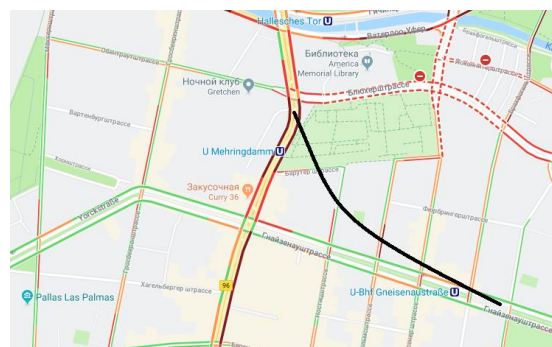


Рисунок 2 – Генеральный план размещения тоннеля

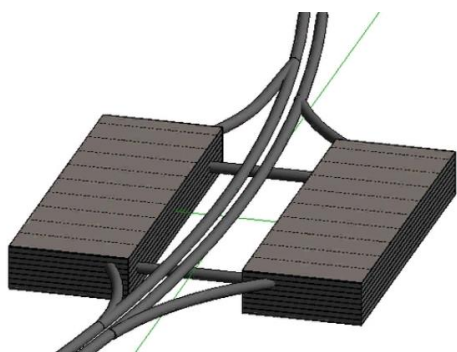


Рисунок 3 – Аксонометрия паркинга

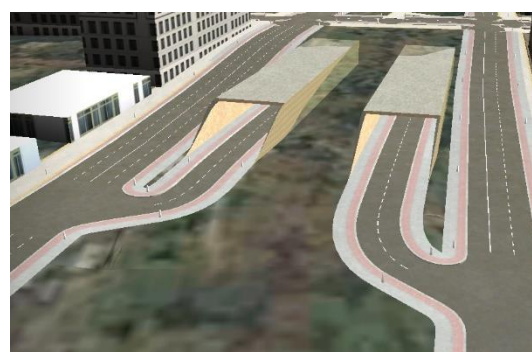


Рисунок 4 – Архитектурно-планировочное решение въезда/выезда в тоннель

Существуют различные типы систем вентиляции в туннельном строительстве, предназначенные для удаления пыли и ядовитого газа во время его строительства и эксплуатации.

Основными задачами систем вентиляции в туннеле являются:

- Обеспечить рабочую среду свежим воздухом.
- Обеспечение пожарной безопасности.
- Устранение выхлопных газов.
- Устранение опасности взрыва облака топливно-воздушной смеси, выброса ядовитых газов, жидкостей и биологических агентов.

Осевые вентиляторы

Осевые вентиляторы являются предпочтительной технологией для больших объёмов воздуха и идеально подходят для поперечной или полупоперечной туннельной системы. Они также подходят для сбора дыма.

К достоинствам осевых вентиляторов можно отнести несколько факторов:

- Низкий уровень шума при работе;
- Высокая эффективность;
- Простота в эксплуатации;
- Дешевизна и простота конструкции;
- Малый расход электроэнергии;
- Долгий срок эксплуатации;
- Защита двигателя от перегрузок, искр, влаги;
- Возможность изменять скорость вращения лопастей, изменив скорость работы двигателя;

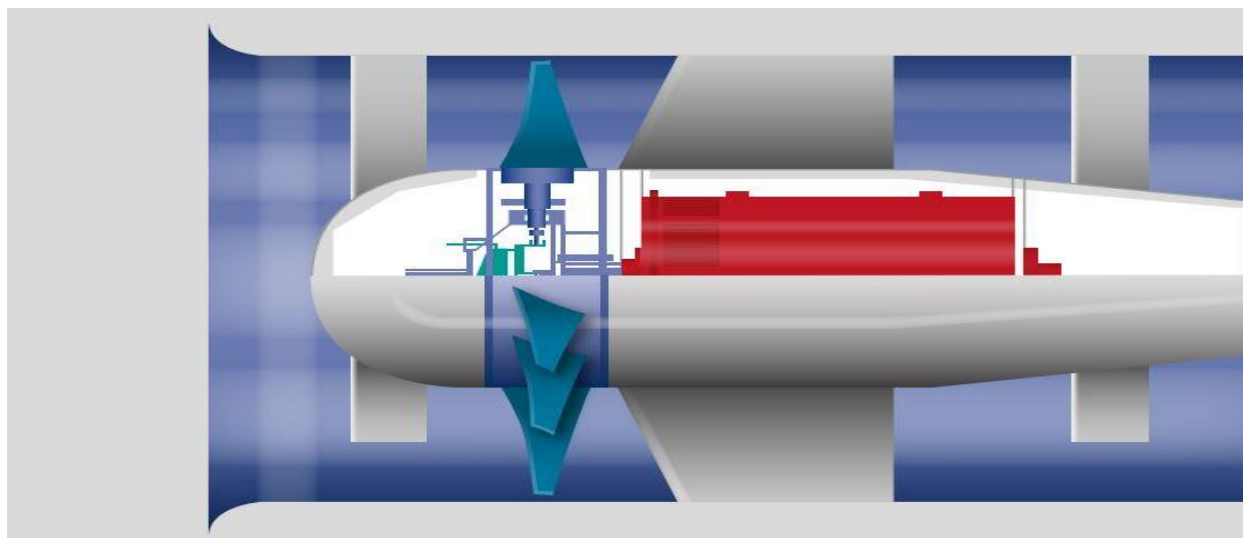


Рисунок 5 – Конструкция осевого вентилятора

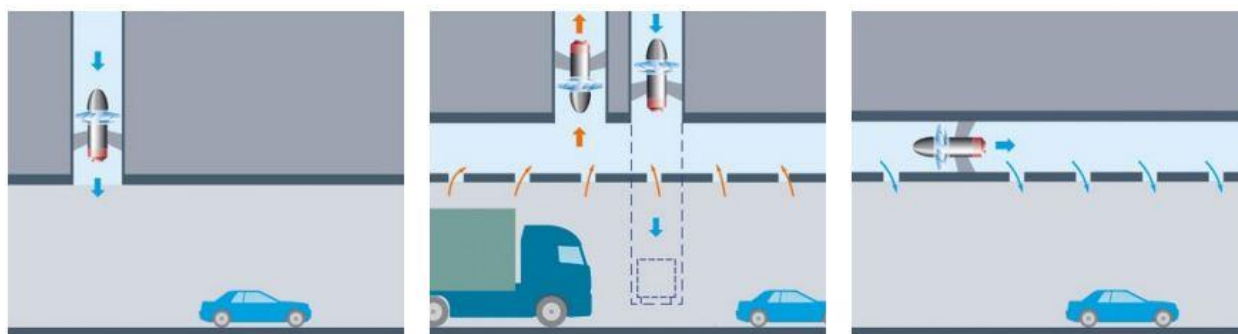


Рисунок 6 – Применение вентилятора в разных схемах вентиляции

Струйные вентиляторы

Струйные вентиляторы - это экономичное решение для принудительной вентиляции и удаления дыма из закрытых, подземных помещений.

Принципиальное назначение струйных вентиляторов - создание направленного потока воздуха высокой скорости в загрязненной выхлопными газами зоне автостоянки (или зоне пожара), иными словами они помогают переместить воздух от места притока к месту вытяжки. Струйные осевые вентиляторы являются многофункциональными: они предназначены как для обычной вентиляции, так и для удаления дыма во время пожара.

Состоит из осевых вентиляторов в специальной конфигурации, они в основном используются в продольных вентиляции и вытяжки.

Струйные вентиляторы APR полезны в туннелях с движением в обоих направлениях, или где ветер может оказать значительное влияние на воздушный поток в туннеле.

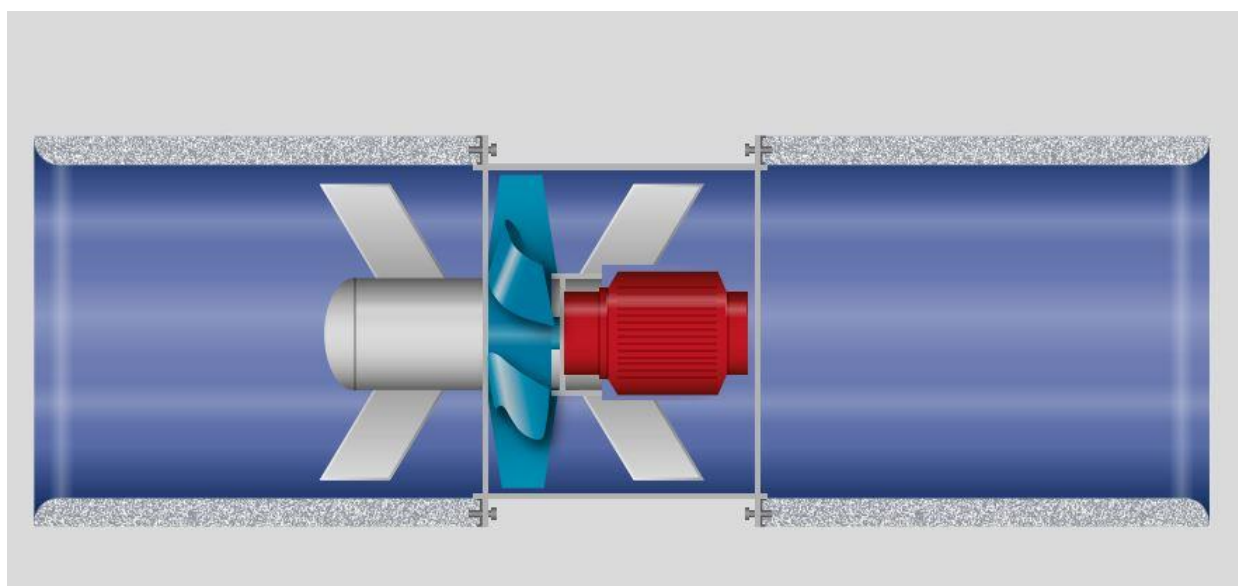


Рисунок 7 – Конструкция струйного вентилятора. В его основе – осевой вентилятор, оборудованный входным и выбросным патрубками

Преимущества:

1. Компактная конструкция, которая обеспечивает эффективную вентиляцию.
2. Высокая тяга с низким потреблением энергии.
3. Низкий уровень шума.
4. Отличная устойчивость к коррозии.
5. По сигналам датчиков переключение в режим дымоудаления происходит сразу же после возникновения пожара.

Продольная вентиляция

При установке механической вентиляции вначале рассматривается возможность использования продольной схемы, так как она наиболее проста, как правило является самой экономической и поскольку нет необходимости в внешней вентиляции, текущие расходы являются относительно низкими.

К недостаткам здесь можно отнести увеличение концентрации вредных примесей по длине тоннеля, подверженность естественной тяге, которая зависит от теплового и ветрового напоров, и недостаточная пожарная безопасность.

Объем требуемого вентиляционного воздуха зависит главным образом от условий в пределах тоннеля.

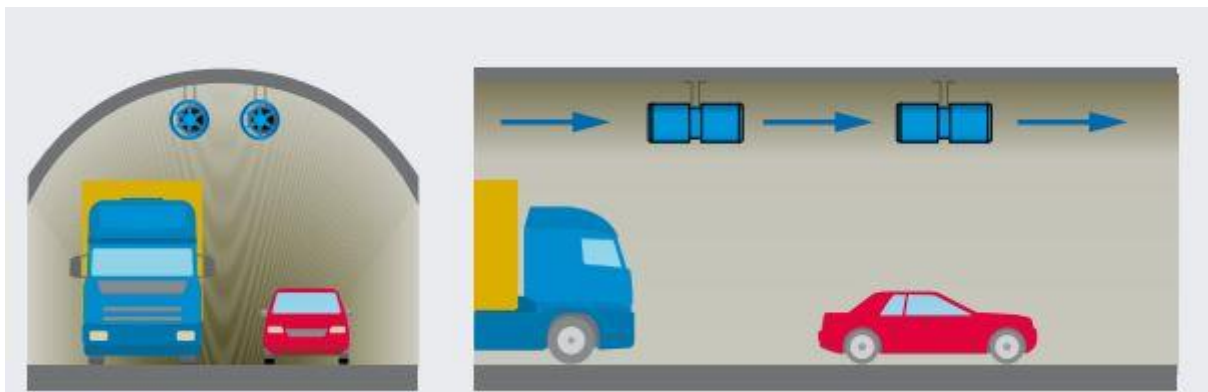


Рисунок 8 – Схема продольной вентиляции

Поперечная система вентиляции

Поперечная система в условиях автодорожных тоннелей имеет ряд важных преимуществ. Она обеспечивает равномерный приток и вытяжку, позволяет менять объем вентиляции по длине тоннеля, на ее действие не оказывают существенного влияния естественная тяга и движение автомобилей, она позволяет ограничить до минимальных пределов скорость воздушного потока в тоннеле, причем поперечное направление последнего способствует локализации пожаров. Однако поперечная система требует значительных затрат не только на вентиляционные установки, но, главное, на устройство специальных каналов.

Принципиальная основа поперечной системы — наличие двух параллельных главному тоннелю каналов (одного для притока воздуха, другого для вытяжки);

Схемы поперечной вентиляции различаются по:

- 1) направлению потока воздуха и размещению каналов в поперечном сечении тоннеля;
- 2) размещению вентиляционных установок;
- 3) принципу распределения воздуха по длине тоннеля.

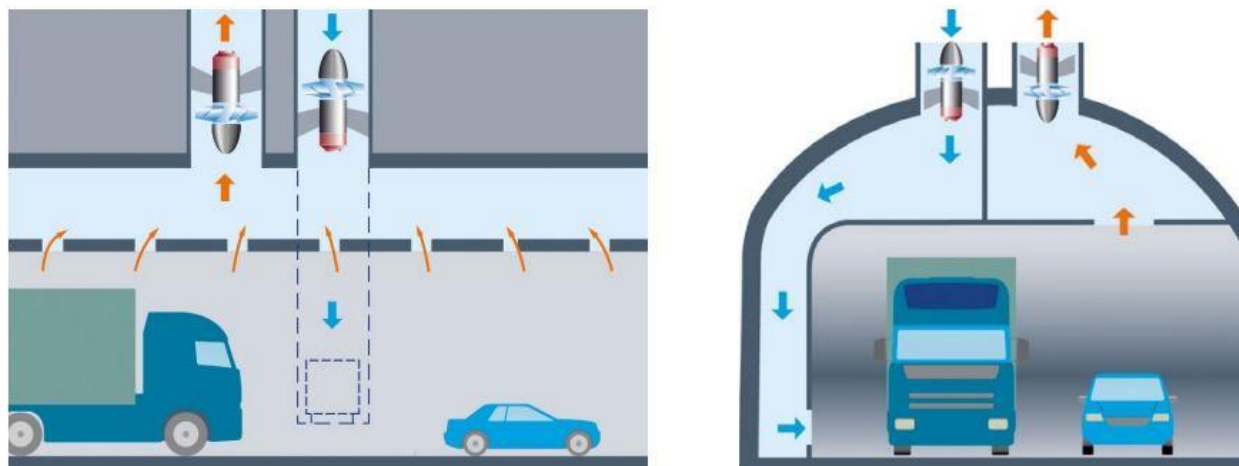


Рисунок 9 – Схема поперечной вентиляции

Комбинированная системы вентиляции

Поскольку комбинированная система в различных ее вариантах сочетает элементы продольной и поперечной систем, она в известной мере сохраняет их достоинства и недостатки. Главное ее преимущество — сравнительная простота (она требует лишь одного вентиляционного канала, который во многих случаях можно получить в сечении тоннеля довольно просто), большие, чем у продольной системы, надежность и экономичность в сравнении с поперечной вентиляцией.

Выпускные отверстия устраивают так же, как и при поперечной системе. Возможную длину участков вентиляции при комбинированной системе определяют, как и при продольной, в зависимости от скорости воздуха в пространстве проезда.

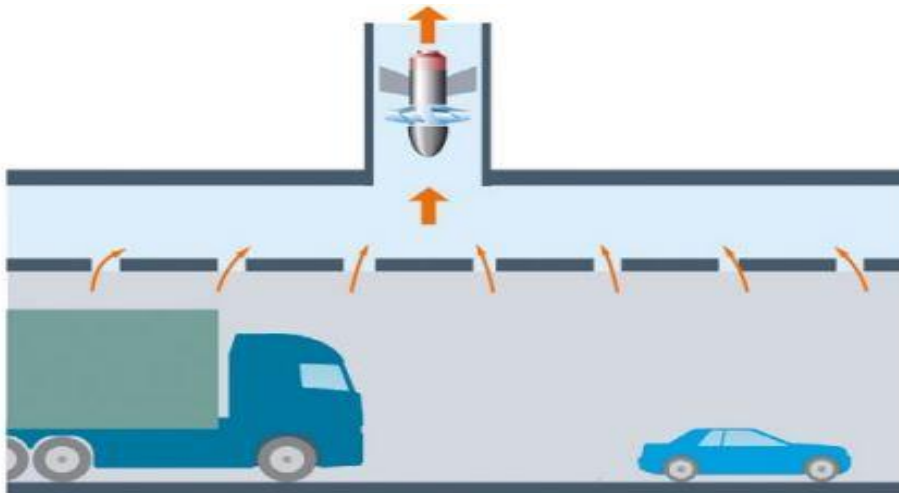


Рисунок 10 – Схема комбинированной вентиляции

Литература:

1. «Вентиляция транспортных тоннелей» - Методические указания по курсовому и дипломному проектированию, изд.: СибАДИ, Омск, 2009 г.

ПЕРСПЕКТИВА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВ

*Чаусова Виктория Александровна, Тарлецкий Иван Владимирович,
студенты 2 курса кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Ходяков В.А., ассистент)*

На сегодняшний момент, мостостроение, технологически быстро развивается и не стоит на месте. Меняются методы, подходы для строительства и проектирования, изготовления и монтажа строительных конструкций.

Важно обратить внимание и на применение новых современных материалов при проектировании транспортных сооружений. Быстро и без ошибок — это хорошо, но имеется много факторов которые не могут позволить сооружениям служить вечно. Мы же можем с помощью новых модернизированных материалов продлить срок службы наших строений.

Современное мостостроение располагает, на сегодняшний день, высококоррозионно устойчивыми сталями, которые не требуют дополнительной обработки и при этом устойчивы к внешним воздействиям. Пример: 14ХГНДЦ и Corten.

Не менее важный вопрос о прочности и долговечности бетона остается всегда открытым, так как он влияет на срок службы сооружения. Со временем бетон в конструкции становится прочнее, но тем не менее, появляются микротрещины, которые со временем под влиянием внешних факторов могут привести к :

- уменьшает прочностные характеристики.
- влияет на способность конструкции воспринимать действующие нагрузки.
- снижает срок эксплуатации сооружения.
- нарушение герметичности
- распространение вредных микроорганизмов

Исходя из данной проблемы, можно предложить альтернативу обычному бетону- самовосстанавливающийся бетон. Он позволит ликвидировать в дальнейшем потребность в использовании каких-либо мер по устранению повреждений. Отсутствие потребности в восстановлении повреждений бетона, в свою очередь, вовсе устранил дополнительные затраты. В состав самовосстанавливающегося бетона входят минеральные вещества, которые при взаимодействии с водой способствуют образованию карбоната

кальция, который в свою очередь, заполняет собой трещины и ликвидирует повреждение.

В сравнении с обычным бетоном, самовосстанавливающийся бетон обладает способностью к регенерации, а также более эластичен, устойчив к трещинам и на 40-50% легче. Эластичность бетона позволит лучше выдерживать динамические нагрузки.

В сравнении с обычным бетоном прочностные характеристики повышаются на 70-110%. Ударное сопротивление повышается в 2-3 раза, также практически не впитывает воду, повышается морозостойкость. Такой бетон быстрее набирает свою прочность.

Применение самовосстанавливающегося бетона в конструкциях мостостроения позволит повысить прочность и упругость конструкций, увеличить допустимый пролет между точками опоры с уменьшением общей массы конструкций.

Литература:

2. Самовосстанавливающийся бетон [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://instroymatrem.ru/biobeton/>. -Дата доступа 14.04.19
3. Самовосстанавливающийся бетон – строительный материал будущего [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zetsila.ru/самовосстанавливающийся-бетон/>. - Дата доступа 13.04.19
4. Топ-20 инновационных строительных технологий [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.psdом.ru/catalog/top-20-innovacionnyh-stroitelnyh-tehnologiy>. -Дата доступа 14.04.19

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС С ТРАНСПОРТНЫМ ТОННЕЛЕМ KRANIES-MEGALOCHARI

*Шильчёнок Владислав Викторович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы требовалось запроектировать железнодорожный тоннель соединяющего населенные пункты в Греции, Kranies-Megalochari. Данное решение строительства тоннеля позволит разгрузить дороги и сократить время на поездку из одного пункта в другой. Проанализировав местность, а также для достижения экономической выгоды и эстетической красоты, принято решение выбрать классическую архитектуру, выполнив портал из дерева.

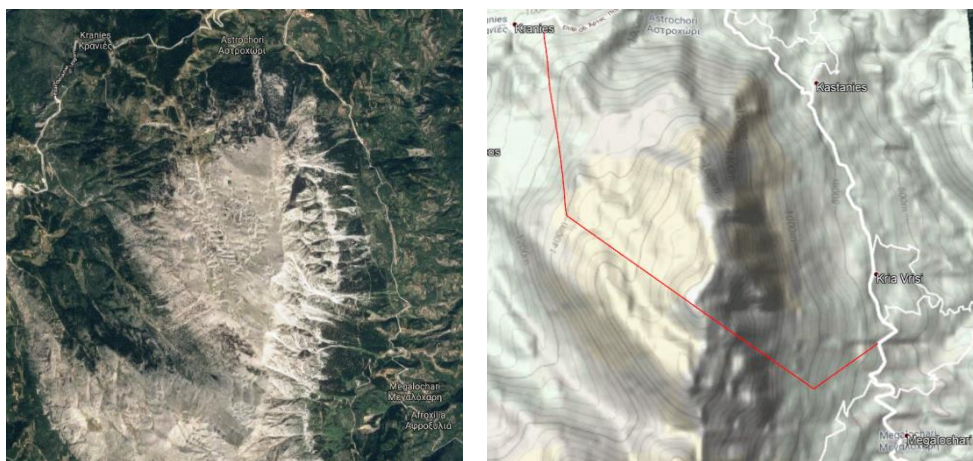


Рисунок 1 – Рельеф местности

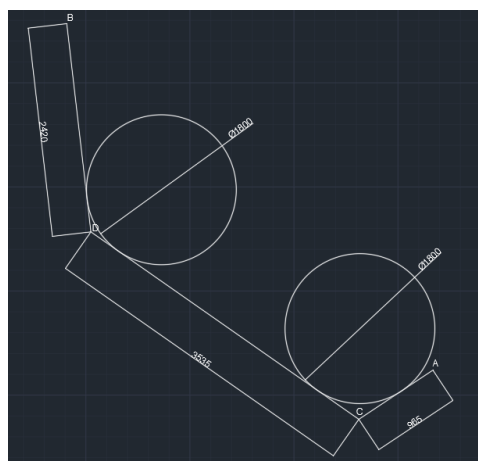


Рисунок 2 – Трассирование местности

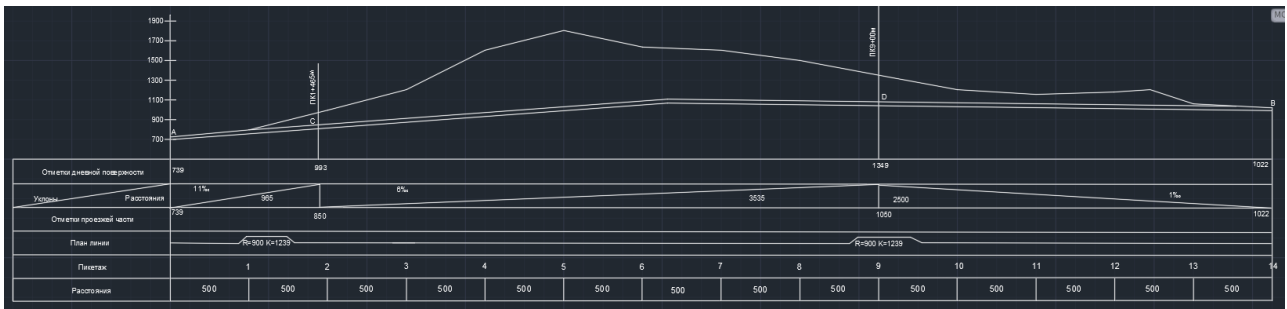


Рисунок 3 – продольный профиль

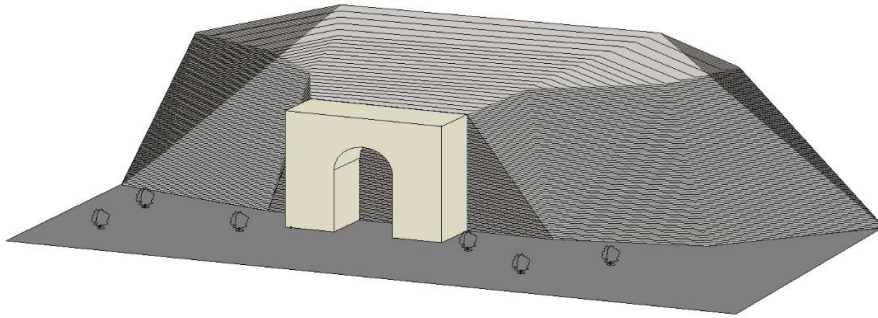


Рисунок 4 – концептуальная модель

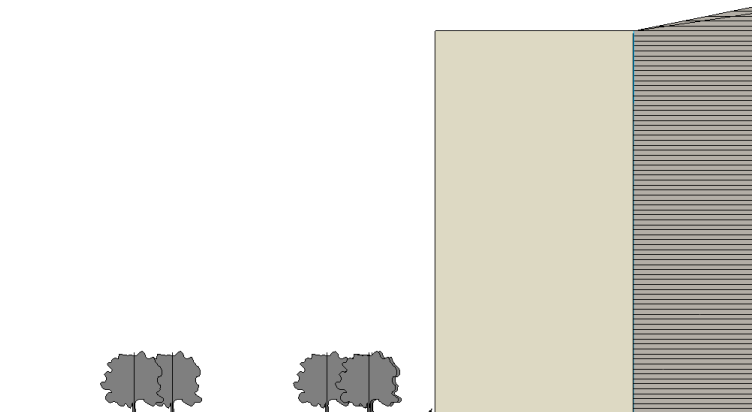


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (фасад-западный)

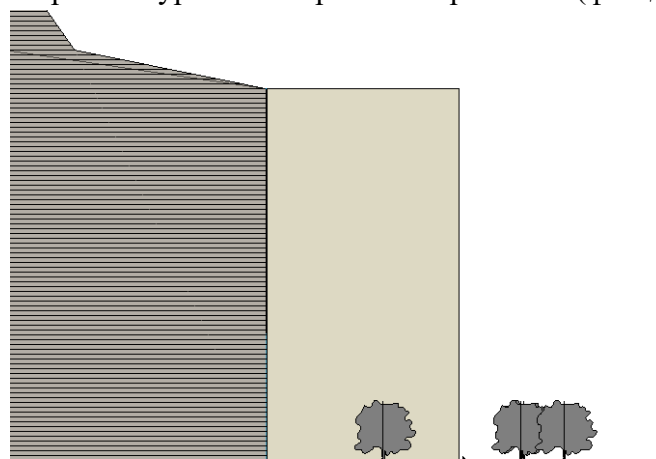


Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (фасад-восточный)

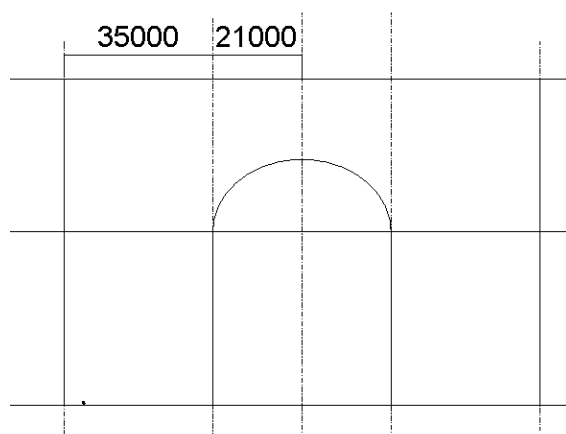


Рисунок 7 – Архитектурно планировочное решение (разрез)

Применение инновационных методов строительства – это необходимая ступень развития не только в тоннелестроении, но и во всей строительной индустрии. Иногда возникают ситуации, при которых экономически невыгодно или по каким-либо причинам невозможно применение классических методов строительства. Некоторые инновационные предприятия уже работают по новым методам строительства. Но готовы ли мы отказаться от традиционных методов в пользу инноваций?

Одной из таких инноваций является метод лазерного сканирования

Облако точек, созданное при лазерном сканировании, в основном используется для оценки состояния дорожного покрытия, но также может использоваться для сбора данных со стен туннеля. Отчет о таком сканировании дает необходимые данные для анализа и дает инженеру возможность следить за состоянием дорожного покрытия, состоянием горных пород и строительством из года в год. (Рис. 8).

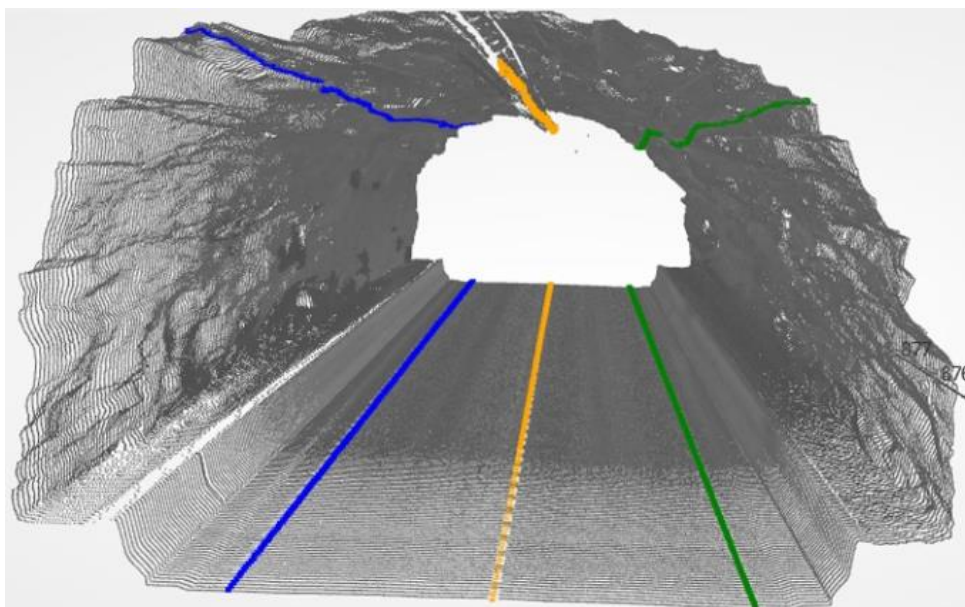


Рисунок 8 – результат лазерного сканирования

ViaPPS - это такая профильная система, предназначенная для проверки состояния дорожного покрытия и боковой поверхности. В основном разработан для тротуаров, но сейчас технология дает расширенные возможности. Вся система установлена на транспортном средстве, таком как фургон, автомобиль, грузовик или прицеп, а монтаж на транспортном средстве обеспечивает эффективный рабочий процесс. Наиболее распространенным способом является измерение стен и потолка для документирования размеров туннеля. Но его также можно использовать для регистрации объектов в туннелях. Задачи всегда будут связаны с точностью регистрации и если вы получите полную регистрацию всех объектов.

Литература:

1. Trimetari Consulting [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://trimetari.com/ru/proekty/lazernoe-skanirovanie-tonnelya-iz-kompleksa-zashhitnyh-sooruzhenij-peterburga-ot-navodnenij> Дата доступа 22.04.2019
2. Terra solid Дата доступа 22.04.2019 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.terrasolid.com/solutions/tunnel_scanning.php Дата доступа 22.04.2019

СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ

*Щемелёв Денис Дмитриевич, студент 3 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)

Симметричное и асимметричное освещение. Используется, как правило, для переходных и внутренних зон для длинных и коротких туннелей или для низкоскоростных туннелей для всех его зон. Асимметричное освещение также может быть средством усиления уровня яркости в односторонних туннелях. (Рис.1,2)

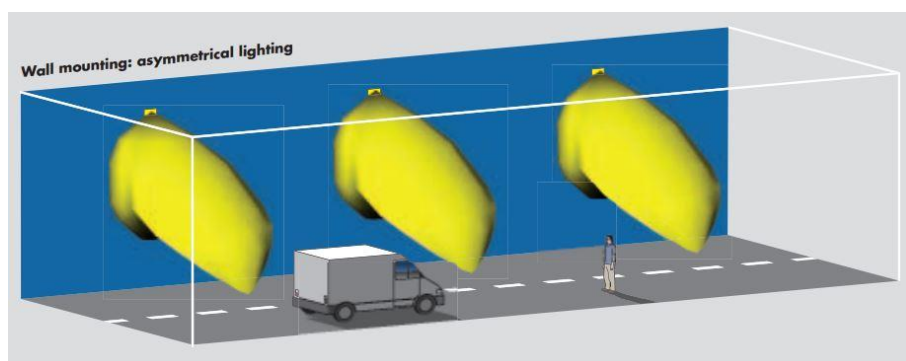


Рисунок 1 – Симметричное освещение туннеля

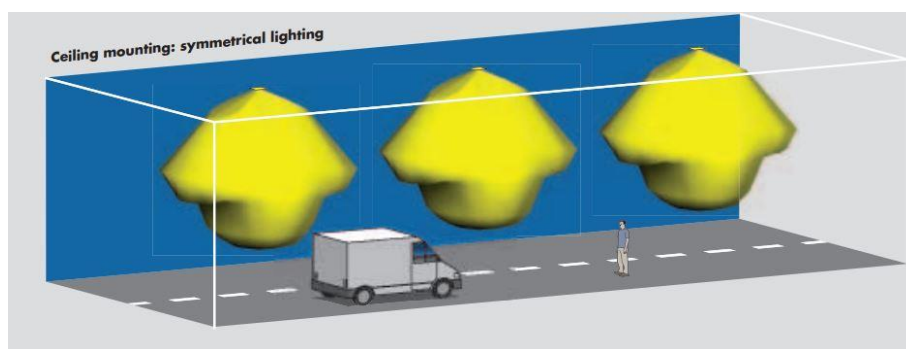


Рисунок 2 – Асимметричное освещение туннеля

Асимметричное освещение встречным лучом. Используется для усиления уровня яркости и усиления негативного контраста потенциальных препятствий. Освещение встречным лучом достигается с помощью асимметричного распределения света, направленного в поток трафика, как в направлении приближающегося водителя, так и на дороге. Луч резко останавливается в вертикальной плоскости, проходя через светильник. Поток

движения направляется в область без света. Это создает негативный контраст и улучшает визуальную адаптацию. (Рис. 3)

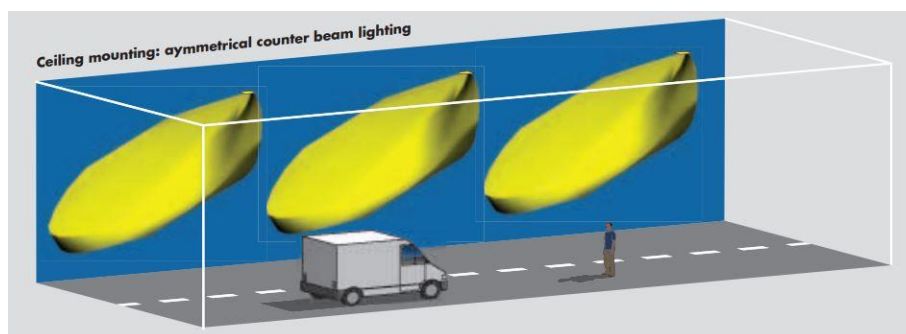


Рисунок 3 – Асимметричное освещение встречным лучом

Особое лучевое освещение. В некоторых случаях положительный контраст должен быть усилен, часто в зоне выхода, где выход виден. В этих случаях асимметричное распределение света используется так же, как встречный луч, но направление луча совпадает с направлением движения потока и называется «Особый луч». В туннелях с двумя проезжими частями встречный луч на входе может действовать как про-луч на выходе. Этот метод не рекомендуется, поскольку яркость дороги очень низкая, что создает слишком большое расхождение между зоной выезда и зоной разъединения. (Рис. 4)

Литература:

1. Kenall [Электронный ресурс] / Освещение в туннелях. – 2016. - Режим доступа: <https://kenall.com/>. Дата доступа: 09.05.2019.
2. Thornlighting [Электронный ресурс] /Tunnel lighting. – 2016. - Режим доступа: [https:// thornlighting.com/](https://thornlighting.com/). Дата доступа: 09.05.2019.

ПУТЕПРОВОД НА АВТОДОРОГЕ М6 МИНСК-ГРОДНО В РАЙОНЕ Г. ЩУЧИН

*Юнис Давуд, студент 5 курса кафедры «Мосты и тоннели»
(научный руководитель – В.А. Гречухин, к.т.н., доцент)*

Мосты и путепроводы, наиболее сложные и дорогие транспортные сооружения, работающие в условиях воздействия постоянных знакопеременных нагрузок, сопровождающихся динамикой, неблагоприятными климатическими и географическими факторами. Их выход из строя даже на непродолжительное время приводит к значительным экономическим потерям и создает неудобства для населения.

Основным требованием к мостовым сооружениям является обеспечение долговечности и надежности на всем протяжении жизненного цикла сооружения. Мостовые конструкции рассчитываются по методу предельных состояний, основные положения которого направлены на обеспечение безотказной работы конструкций и оснований с учётом изменчивости свойств материалов и грунтов, нагрузок и воздействий, условий работы конструкций.

При назначении схемы путепровода учитывались следующие положения:

- применение типовых сборных элементов опор и пролетных строений в соответствии с номенклатурой изделий массового изготовления, а также экономических индивидуальных конструкций;
- обеспечение однотипности сооружения для повышения производительности труда; обеспечение безопасности движения транспорта;
- применение способов производства работ, повышающих производительность труда и обеспечивающих максимальное использование механизмов;
- поперечный профиль дороги;
- высота подходной насыпи;
- кольцевое пересечение под путепроводом.

На рисунке 1 представлен путепровод со схемой 4×33 м и габаритом Г–23,25 м, имеющий балочную конструкцию с пролетными строениями, объединенными в две температурно-неразрезные плети с помощью ГМС, устанавливаемые над промежуточными опорами №№ 2, 4.

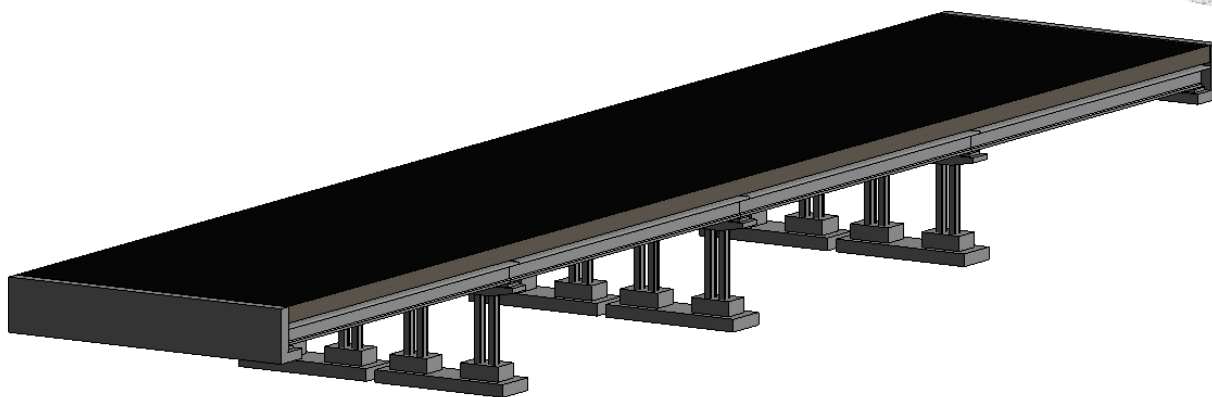


Рисунок 1 – Общий вид путепровода (вид сверху)

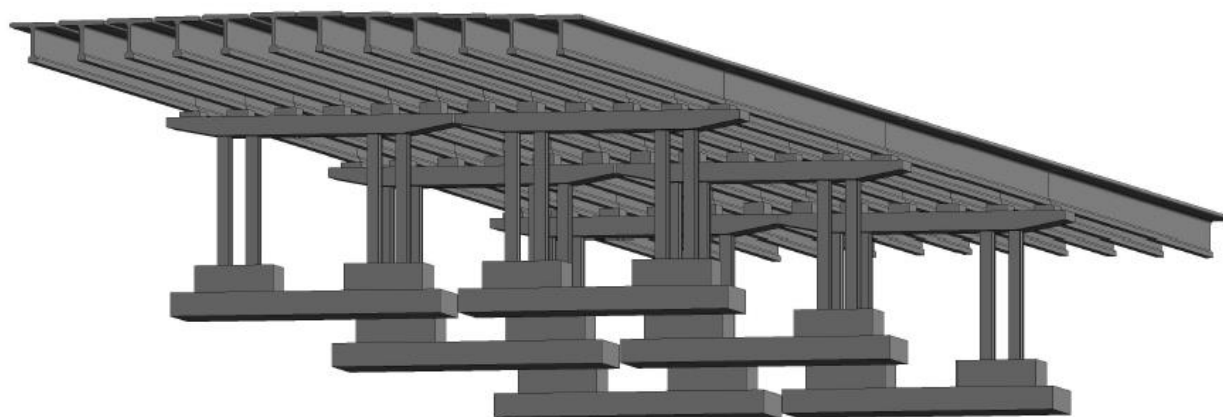


Рисунок 2 – Общий вид путепровода (вид снизу)

Объединение пролетных строений в температурно-неразрезные плиты с помощью ГМС позволяет избежать устройства деформационных швов над промежуточными опорами №2, №4. Балки устанавливаются на полиуретановые опорные части.

Соединение балок между собой производится обетонированием выпусков из плит балок. В месте стыков устанавливается продольная и поперечная арматура.

Для восприятия деформаций пролетного строения запроектированы деформационные швы щебнемастичного типа. Эти швы просты в эксплуатации и ремонте, надежны в работе, создают комфортные условия для движущегося транспорта. В зоне деформационных швов торцы балок покрываются гидрофобизирующей грунтовкой. Для увеличения межремонтного срока, улучшения внешнего вида сооружения поверхности балок окрашиваются фасадной краской.

Мостовое полотно запроектировано с металлическим барьерным ограждением из оцинкованной стали. За барьерным ограждением устраивается гидроизоляция и покрытие из литого асфальта. На путепроводе устраивается непрерывная проезжая часть. Деформационные швы мастичного типа

устанавливаются над опорами №№ 1, 3, 5. Водоотвод на путепроводе осуществляется за счет продольного и поперечного уклона с отводом воды в водосбросные лотки по откосам насыпи и через водостоки, устанавливаемые в полосе безопасности, над нижележащей дорогой водостоки не устанавливаются.

Для отвода воды с гидроизоляции на мостовом полотне устраивается продольный дренаж, а у деформационных швов – поперечный. Дренажные трубки над проезжей частью нижележащей дороги не устанавливаются. Перильное ограждение на путепроводе совмещено с барьерным, высота ограждения 1,1 м. Открытые поверхности карнизов покрываются гидрофобизирующей грунтовкой.

Исходя из высоты подходной насыпи, крайние опоры запроектированы рамными козлового типа с монолитными насадками на свайном основании из железобетонных свай сечением 35×35 см, отдельными под каждое направление движения. Конструкция крайних опор дает возможность соорудить сначала опоры на правой полосе путепровода до устройства объездной дороги, а затем на левой полосе.

Насадки, шкафные стенки, открьлки запроектированы монолитными.

Конструкция сопряжения опоры с насыпью включает в себя устройство дренирующей засыпки в пределах конуса и за опорами, и железобетонные переходные плиты сборно-монолитной конструкции длиной 8 м, уложенные одним концом на шкафную стенку крайней опоры, а другим на щебеночную подготовку.

Промежуточные опоры (рисунок 3) запроектированы стоечными со сборными стойками и стаканами на монолитных фундаментах на свайном основании, выполненные отдельно под каждое направление движения. Фундаменты запроектированы на свайном основании. Опоры отдельные под каждое направление движения, что позволяет соорудить опоры №2, №4 сначала на правой полосе путепровода до устройства объездной дороги, а затем на левой полосе. Опора №3 сооружается после устройства кольца под путепроводом.

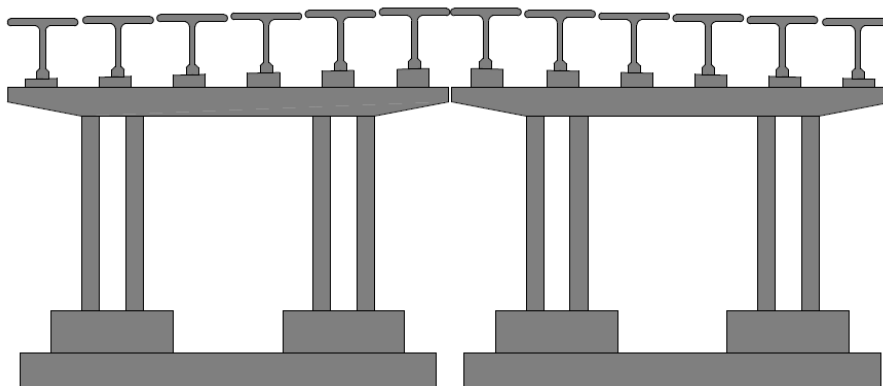


Рисунок 3 – Общий вид промежуточной опоры

Ригель опор монолитный. Верхние поверхности ригеля покрываются гидрофобизирующей грунтовкой. Для продления межремонтного срока и улучшения внешнего вида опоры путепровода окрашиваются фасадной вододисперсной акриловой краской.

Тротуарные плиты монолитные, опирающиеся на шкафную стенку и щебеночную подушку. Устройство переходных плит сопряжения производят одновременно с возведением земляного полотна.

Для повышения надежности, защиты строительных конструкций от атмосферных осадков, от проникания агрессивных грунтовых вод применена гидроизоляция из рулонного наплавленного материала.

Благодаря применению вышеизложенных современных материалов, конструктивных решений и технологий, основанных на многолетнем опыте, путепровод отвечает требованиям долговечности, надежности и безопасности.

В работе разработаны опоры на буровых столбах, что наиболее приемлемо в городских условиях. Они являются экономически эффективными не только с точки зрения стоимости материалов, но и исходя из способа производства работ.

Решения, принятые в данном проекте, можно использовать при строительстве развязок в условиях крупных городов, в которых в связи с ростом автомобильного потока требуется устройство развязок, позволяющих увеличить пропускную способность улиц, улучшить комфортность и безопасность движения и улучшить экологическую ситуацию. Использование запроектированных конструкций позволяет с наименьшими потерями для населения производить работы по строительству развязок – отпадает необходимость в переносе коммуникаций, поддерживающих жизнедеятельность отдельных домов и даже районов и в устройстве объездных дорог, не нарушая экологическую обстановку.