

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Факультет транспортных коммуникаций

Кафедра «Мосты и тоннели»

МОСТЫ И ТОННЕЛИ

МАТЕРИАЛЫ

76-й Студенческой научно-технической конференции

Минск
БНТУ
2020

Редакционная коллегия:

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

Технический редактор: старший преподаватель В.А. Ходяков;

Редакторы:

доктор технических наук, профессор Г.Д. Ляхевич;

кандидат технических наук, доцент В.В. Нестеренко;

старший преподаватель А.А. Яковлев;

старший преподаватель О.В. Костюкович;

В сборник включены тезисы докладов, представленных на 76-й студенческой научно-технической конференции БНТУ студентами кафедры «Мосты и тоннели».

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Айрапетян Никита Эдвардович, Ляшук Марина Ивановна</i> ДЕФЕКТОВКА ВАНТОВЫХ МОСТОВ.....	11
<i>Айрапетян Никита Эдвардович</i> СТАЛЕБЕТОННЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....	13
<i>Атрошенко Павел Алексеевич</i> ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА СЕСИНЕ-ПАРИЗЕ (Франция)	16
<i>Беланович Сергей Андреевич</i> САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН.....	19
<i>Беланович Сергей Андреевич</i> СПЕЦИАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНОГО ПЕРЕХОДА ИСПОЛЬЗУЯ ГОФРИРОВАННУЮ СТАЛЬНУЮ ПРЯМОУГОЛЬНУЮ ВОДОПРОПУСКНУЮ ТРУБУ	21
<i>Белая Елизавета Викторовна</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕРАБОТАННОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА	23
<i>Будемко Александр Владимирович</i> СОВРЕМЕННОЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	27
<i>Будемко Александр Владимирович</i> ТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ТОННЕЛИ МИРА	30
<i>Булышко Виктория Евгеньевна</i> ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	33
<i>Булышко Виктория Евгеньевна</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ЛИДА (БЕЛАРУСЬ) НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦЫ РЫБИНОВСКОГО С УЛИЦЕЙ КУЙБЫШЕВА.....	36
<i>Волков Вадим Андреевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА В ГОРОДЕ СОЧИ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ НЕСЕБРСКОЙ И БОРОВСКОЙ	38
<i>Волчек Алексей Геннадьевич</i> МОНТАЖ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ	40

<i>Волчек Алексей Генадьевич</i> МНОГОУРОВНЕВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОДЗЕМНЫМ КОМПЛЕКСОМ В ГОРОДЕ МИНСК, НА ПЕРЕСЕЧЕНИЕ УЛИЦ ЕСЕНИНА И ЯНА ЧЕЧОТА	44
<i>Ворожбицкий Николай Станиславович</i> ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СТЕКЛОПЛАСТИКА В МОСТОСТРОЕНИИ	49
<i>Ворожбицкий Николай Станиславович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ БЕЙОН И ГРАНД БРЕТАНЬ Г. ТУЛУЗА	52
<i>Выгодин Андрей Игоревич</i> ГУСЕНИЧНЫЕ КРАНЫ ВЫСОКОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ	56
<i>Выгодин Андрей Игоревич</i> ЭЛАСТИЧНЫЙ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН	59
<i>Гаранина Евгения Александровна</i> ВОДОПОГЛОЩАЮЩИЙ БЕТОН	61
<i>Гаранина Евгения Александровна</i> ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПЛИТНЫХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ	63
<i>Гаранина Евгения Александровна</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ ДАЛЛАС (ТЕХАС). САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН.....	66
<i>Гивиль Максим Александрович</i> ПЕРВЫЕ СОВЕТСКИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: ПОПЫТКИ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МОСТОСТРОЕНИИ.....	69
<i>Гивиль Максим Александрович</i> СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ПОДЗЕМНОЙ НАВИГАЦИИ ФИРМЫ ACS-II	72
<i>Головач Максим Сергеевич</i> Oxifree UK ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ	74
<i>Головач Максим Сергеевич</i> ДОБАВКА FAIRY В БЕТОН	76
<i>Головач Максим Сергеевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ СТАМБУЛ (ТУРЦИЯ). ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ ТОННЕЛЕЙ.....	78

<i>Гречаник Александр Сергеевич</i> ВАКУУМНАЯ ПРОПИТКА ДРЕВЕСИНЫ.....	82
<i>Гречаник Александр Сергеевич</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ	85
<i>Гринкевич Илья Вадимович</i> ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В ГРЕЦИИ.....	87
<i>Епихов Владислав Игоревич</i> ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ЛАУТЕРБРУННЕН (ШВЕЙЦАРИЯ)	90
<i>Жинь Владимир Александрович</i> ОСОБЕННОСТИ МУФТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ.....	95
<i>Жинь Владимир Александрович</i> ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОДЗЕМНЫМ КОМПЛЕКСОМ	98
<i>Жишкевич Никита Игоревич</i> ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ФУДЗИ (Япония)	101
<i>Зенькевич Максим Олегович</i> ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА В СОЧЕТАНИИ С МИКРОЦЕМЕНТОМ В ИНЪЕКЦИОННЫХ МЕТОДАХ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ	104
<i>Золотарь Антон Сергеевич</i> ОПОРНЫЕ ЧАСТИ ИЗ ПОЛИУРЕТАНА.....	107
<i>Золотарь Антон Сергеевич</i> ТОННЕЛЬ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ГРАНИЦЫ ВАШИНГТОНА	109
<i>Казак Анна Юрьевна</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА МОНТЕСАРЧИО (ИТАЛИЯ)	110
<i>Карпович Марина Андреевна</i> СКОЛЬЗЯЩАЯ ОПАЛУБКА	113
<i>Карпович Марина Андреевна</i> ТОННЕЛЬ ХОЛЛАНДА И ЛИНКОЛЬНА.....	116
<i>Клачкович Евгений Дмитриевич</i> РАЗВЯЗКА ИМЕНИ СУДЬИ ГАРРИ ПРЕДЖЕРСОНА	118

<i>Клачкевич Евгений Дмитриевич</i> ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ РАДАР HYDRA	120
<i>Климовец Алексей Васильевич</i> ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТА «РУССКИЙ» ЧЕРЕЗ ПРОЛИВ БОСФОР.....	122
<i>Климовец Алексей Васильевич</i> ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В ИТАЛИИ.....	124
<i>Коляда Кирилл Викторович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ БУДАПЕШТ (ВЕНГРИЯ)	128
<i>Комлев Никита Андреевич</i> ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ	131
<i>Комлев Никита Андреевич</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОСТИ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ВОДНОГО ТОННЕЛЯ В ЭЛЬ-ПАСО.....	133
<i>Комович Владислав Леонидович</i> ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ТБИЛИСИ (ГРУЗИЯ)	136
<i>Кудравец Владислав Сергеевич</i> ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ЦЮРИХ (ШВЕЙЦАРИЯ)	140
<i>Курило Антон Сергеевич</i> СТАЛИ В МОСТОСТРОЕНИИ.....	144
<i>Курило Антон Сергеевич</i> ТОННЕЛИ МАНХЭТТЕНА	146
<i>Лаппо Екатерина Ивановна</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА УЛАН-БАТОР (МОНГОЛИЯ).....	149
<i>Липницкий Денис Анатольевич</i> УКРЕПЛЕНИЕ ОТКОСОВ НАСЫПИ ГЕОРЕШЕТКОЙ.....	153
<i>Липницкий Денис Анатольевич</i> МНОГОУРОВНЕВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА В ГОРОДЕ КРАКОВ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ PIASTOWSKA И ARMII KRAJOWEJ	156

<i>Лопатнёв Антон Олегович</i> ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ СО СКВОЗНЫМИ ФЕРМАМИ ДЛЯ Ж.-Д. ЛИНИИ АДЛЕР – ГОРНОКЛИМАТИЧЕСКИЙ КУРОРТ «АЛЬПИКА-СЕРВИС»	159
<i>Ляшук Марина Ивановна, Айрапетян Никита Эдвардович</i> САМОЕ ВЫСОКОЕ ДЕРЕВЯННОЕ ЗДАНИЕ В МИРЕ – БАШНЯ МЪЁСА	162
<i>Ляшук Марина Ивановна</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА С УЧЕТОМ ЕГО СТРУКТУРНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ	165
<i>Ляшук Марина Ивановна</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ ВАРШАВА (ПОЛЬША). ЭКЗОСКЕЛЕТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	168
<i>Маркевич Максим Александрович</i> КОНДУКТОР ДЛЯ ЗАБИВКИ СВАЙ	171
<i>Маркевич Максим Александрович</i> ОБЩЕСТВЕННАЯ ЗЕЛЕНАЯ ЗОНА НАД АВТОБАНОМ.....	173
<i>Марков Павел Александрович</i> ТЕХНОЛОГИЯ КОМПАНИИ DYNAMIC INFRASTRUCTURE.....	175
<i>Марков Павел Александрович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ ВАРШАВА (ПОЛЬША). ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ШЛЕМА SHIMABUN.....	178
<i>Ментуз Станислав Олегович</i> БЕТОН, СПОСОБНЫЙ РЕГЕНЕРИРОВАТЬСЯ	181
<i>Микутайтис Егор Иванович</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ОТВОЦК (ПОЛЬША)	183
<i>Монид Анатолий Владимирович</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ГОЛДЕН (КАНАДА)	186
<i>Мытько Никита Николаевич</i> СПЕЦИАЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ НА БАЗЕ ЭКСКАВАТОРОВ VOLVO ДЛЯ СНОСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	190

<i>Мытько Никита Николаевич</i> ПРОГИБОМЕР АИСТОВА-ОВЧИННИКОВА.....	192
<i>Мытько Никита Николаевич</i> ПРИМЕНЕНИЕ УМНОЙ ОБУВИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	193
<i>Николаев Вадим Михайлович</i> ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ.....	195
<i>Пашкевич Владислав Геннадьевич</i> ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В ГОРОДЕ ИЖЕВСК	197
<i>Пашковский Андрей Чеславович</i> ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА КОИМБРА (ПОРТУГАЛИЯ)	201
<i>Потребва Вероника Георгиевна</i> ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ЛЮС (ФРАНЦИЯ)	205
<i>Пуссель Артём Вячеславович</i> МОНТАЖ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ С ЕЗДОЙ ПОНИЗУ ПРОДОЛЬНОЙ НАДВИЖКОЙ	209
<i>Пуссель Артём Вячеславович</i> ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА С ПОДЗЕМНЫМ КОМПЛЕКСОМ В ПАРИЖЕ	212
<i>Радивановская Анна Юрьевна</i> ВЫСШАЯ АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	218
<i>Радивановская Анна Юрьевна</i> ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА НА ПРОЧНОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ	221
<i>Роман Даниил Александрович</i> ДОРОГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ	224
<i>Романов Фёдор Сергеевич, Волков Вадим Андреевич</i> БУДУЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ	227
<i>Романов Фёдор Сергеевич</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ ЭР-РИЯД (САУДОВСКАЯ АРАВИЯ)	230

<i>Романов Фёдор Сергеевич</i> РЕКОНСТРУКЦИЯ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЛЕСОВ PERI	234
<i>Савицкий Даниил Александрович</i> ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВОВОДИМОГО МОСТА	236
<i>Савицкий Даниил Александрович</i> МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ СТАМБУЛ (ТУРЦИЯ). ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ	239
<i>Святохо Ольга Викторовна, Лимонт Александр Витальевич</i> ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА МУРАУ (АВСТРАЛИЯ).....	244
<i>Синьковец Владислав Дмитриевич</i> СТАЛЬ ГАДФИЛЬДА	247
<i>Соболевский Николай Романович</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПУТЕПРОВОДА НА МАГЛЕВ	249
<i>Соболевский Николай Романович</i> АРХИТЕКТУРА РАБОТЫ СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	252
<i>Соболевский Николай Романович</i> РАСЧЕТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ В ГОРОДЕ ТОРОНТО НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ YOUNG ST. И ADELAIDA ST.....	258
<i>Сорокин Максим Александрович</i> ПРОЧНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ КАК ФУНКЦИЯ ЕЕ ПЛОТНОСТИ.....	262
<i>Сорокин Максим Александрович</i> DIGITAL INJECTION MANAGEMENT	265
<i>Степанов Андрей Игоревич</i> АВТОДОРОЖНЫЙ ТОНNELЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА РАНЗЬЕР (ФРАНЦИЯ).....	267
<i>Тарлецкий Иван Владимирович</i> ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА АРЦЛЯЙТЕН (АВСТРИЯ)	271
<i>Тихон Артем Николаевич</i> ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ROZDROJVICE (ЧЕХИЯ)	276

Федянин Георгий Дмитриевич ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДОВ ЛАСЕЛЬ – ВИК-СЮР-СЕР (ФРАНЦИЯ).....	280
Хмельницкий Богдан Николаевич СЕЙСМОСТОЙКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ШЕСТИЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ВО ФЛОРЕНЦИИ (ИТАЛИЯ).....	284
Хмельницкий Богдан Николаевич МОСТ «ФОНТАН РАДУГИ»	288
Хмельницкий Богдан Николаевич ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА КАРА (ИНДИЯ).....	291
Чаусова Виктория Александровна СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКОНОМИЧНОЙ УКЛАДКИ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ	295
Чаусова Виктория Александровна ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ШВЕЙЦАРИИ И СНИЖЕНИЕ АВАРИЙНОСТИ	297
Шильченок Владислав Викторович ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕВОЛОКНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ	301
Шильченок Владислав Викторович МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ ВАРШАВА (ПОЛЬША). ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВАКУАЦИОННАЯ СИСТЕМА.....	303
Шукелойть Владислав Геннадьевич ВЬЕТНАМСКИЙ «ЗОЛОТОЙ МОСТ»	308
Шукелойть Владислав Геннадьевич ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА JACANA (Бразилия)	311
Шукелойть Владислав Геннадьевич ВТОРАЯ ЖИЗНЬ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	315

ДЕФЕКТОВКА ВАНТОВЫХ МОСТОВ

Айрапетян Никита Эдвардович, Ляшук Марина Ивановна,
студенты 4-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Гречухин В. А., канд. техн. наук, доцент)

Соблюдение правил эксплуатации висячих мостов – основополагающий фактор их долговечной работы. Необходимо постоянно проводить мониторинг основных несущих конструкций: пилонов, несущих вант. Ванты подвергаются воздействию внешних агрессивных факторов, вызывающих их коррозию, что может привести к неправильной работе всей конструкции, а в отдельных случаях и к разрушению.

Для обследования и выявления дефектов вант висячих мостов применяется дефектоскоп. Дефектоскоп поставляется в комплекте с измерительным блоком, блоком съемных датчиков, электромагнитной головкой.

Дефектоскоп позволяет с высокой точностью определять относительную потерю рабочего сечения каната и дает возможность проводить обследование вант диаметром до 300 мм. Выявляет места локального обрыва проволок, перетертости каната, определяет очаги появления коррозии.

Дефектоскоп работает по принципу регистрации искажения магнитного поля, которое создается постоянными магнитами, закрепленными на оси исследуемого каната. Точность определения потери сечения с помощью дефектоскопа составляет $\pm 1\%$ от площади поперечного сечения исследуемой ванта.

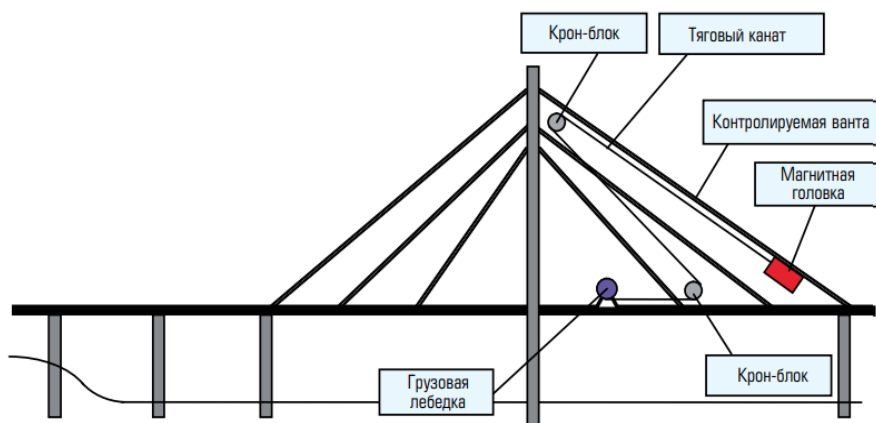


Рисунок 1 – Схема расположения рабочего оборудования при проведении обследования вант моста

Данный метод имеет широкое распространение по всему миру.

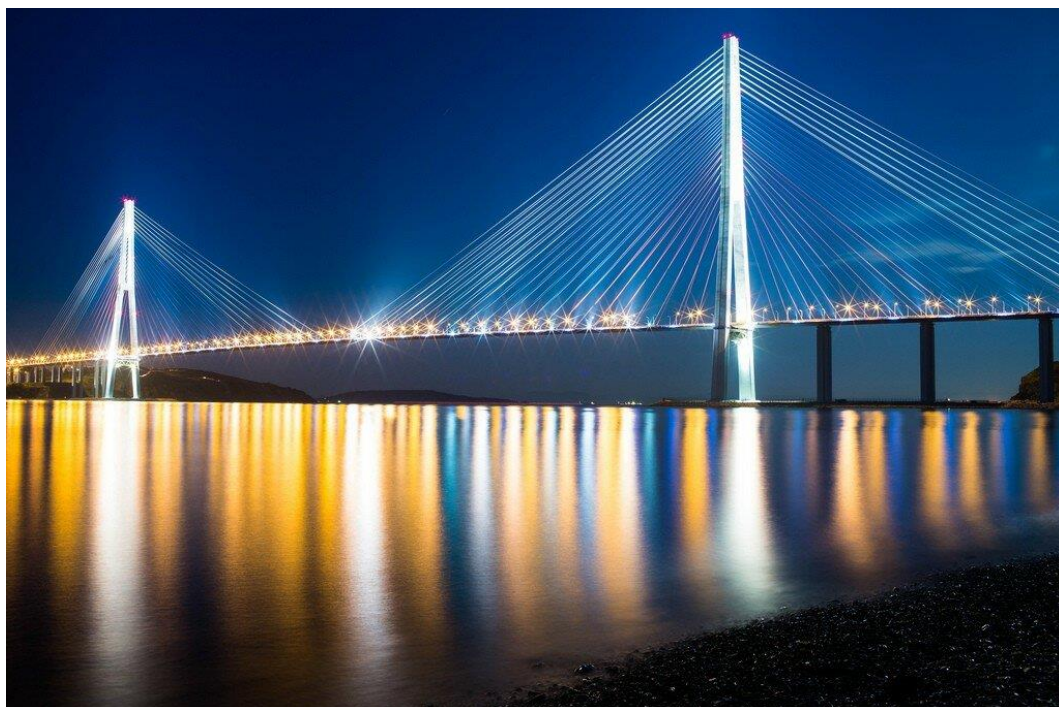


Рисунок 2 – Русский мост — самый длинный в мире вантовый мост

Литература:

1. Мониторинг мостов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.smis-expert.com/pages/smik/monitoring-mostov.html>. — Дата доступа: 17.05.2020.
2. Оценка износа вантовых канатов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intron.ru/ru/img/PRESS/ARTICLE/RUS/Vanti.pdf> – Дата доступа: 17.05.2020.
3. Дефектоскопия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/83776/Дефектоскопия> – Дата доступа: 17.05.2020.

СТАЛЕБЕТОННЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Айрапетян Никита Эдвардович, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Подводное строительство тоннелей имеет свою специфику, которая требует разработки специальных конструкций тоннельной обделки. Так в университете города Кадифф была разработана композитная сталебетонная опускная секция тоннельной обделки. Секция представляет из себя многослойную конструкцию, состоящую из трех слоев: наружный и внутренний слой – стальные листы толщиной 8 - 12 мм, а пространство между ними заполняется монолитным бетоном. Для осуществления совместной работы всех слоев к наружной и внутренней оболочке привариваются металлические стержни, уходящие в бетон. Такая конструкция значительно упрощает процесс изготовления секции. Наружные и внутренние листы выполняют функцию опалубки и гидроизоляции. Растягивающие усилия также воспринимаются стальными листами. Основной плюс данной конструкции – легкость, однако из-за малого веса секции она может быть попросту всплыть из-под воды. Чтобы этого избежать устраивается пригруз из бетонных блоков, который устанавливается либо сверху секции, либо снизу.

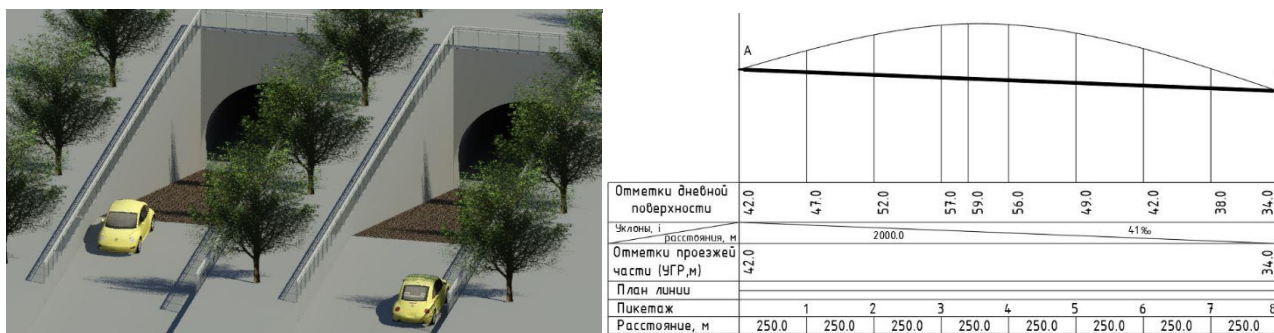


Рисунок 1 – Проект тоннеля в городе Париж

Из подобных секций могут быть собраны тоннели с различным количеством пролетов, шириной до 25 м и высотой до 10 м. Толщина стенок обделки достигает 0.5 м, что значительно ниже аналогичного параметра обычной железобетонной обделки. Вследствие этого и достигается легкость конструкции.

Так как отпадает необходимость в использовании специальной опалубки обделка может быть собрана практически в любых условиях. Секции доставляются к месту установки на плаву, а затем с помощью монтажа пригруза опускаются в проектное положение.

В результате исследований сталебетонных композитных секций тоннельной обделки, проведенных в университете города Кадифф были подтверждены эффективность и экономичность данной конструкции в сравнении с традиционной железобетонной тоннельной обделкой.

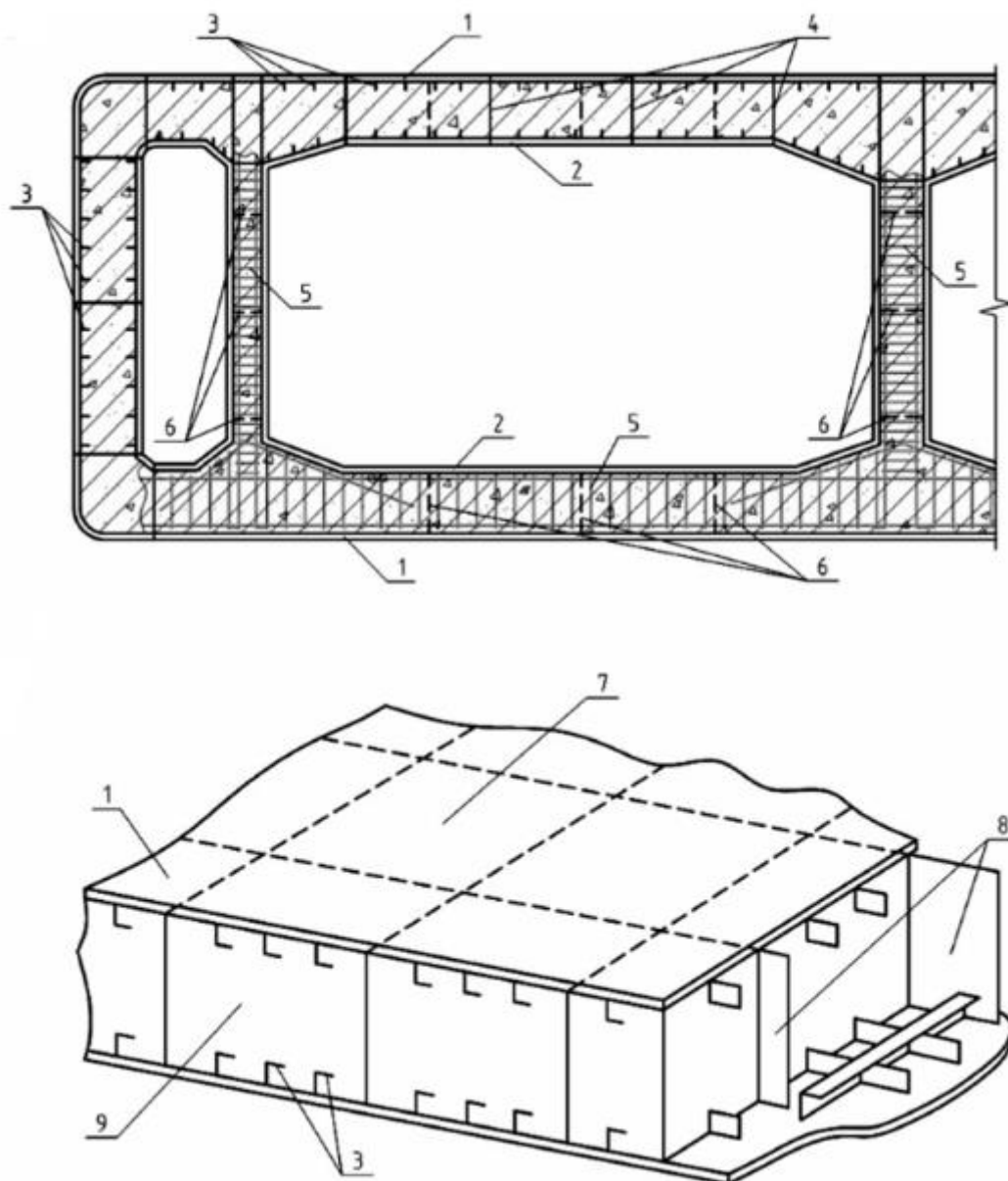


Рисунок 2 – Поперечное сечение сталебетонной тоннельной обделки

- 1 – внешняя стальная оболочка; 2 – ребра жесткости; 3 – диафрагма; 4 – арматурный каркас;
- 5 – стяжка; 6 – ячейка; 7 – стальные пластины; 8 – монолитный бетон

В первые данные секции были применены на практике в Японии во время строительства 520 метрового участка подводного тоннеля в порту города Кобе.

На данный момент тоннельная обделка подобной конструкции постоянно модернизируется и применяется по всему миру. Что интересно, данную конструкцию можно применить и в условиях городской застройки. Малая толщина стенок обделки, а вследствие и общее уменьшение ее габаритов играют важную роль в условиях плотной городской застройки.

Литература:

1. Библиотека нормативной документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/56/56252/index.htm>. - Дата доступа: 16.05.2020.
2. Bstudy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bstudy.net/681589/tehnika/stalebetonnye_opusknye_sektsii. - Дата доступа 16.05.2020.

ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА СЕСИНЕ-ПАРИЗЕ (ФРАНЦИЯ)

*Атрошенко Павел Алексеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован железнодорожный тоннель в районе города Сесине-Паризе (Франция). Подземное сооружение поспособствует улучшению транспортной логистики региона, привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

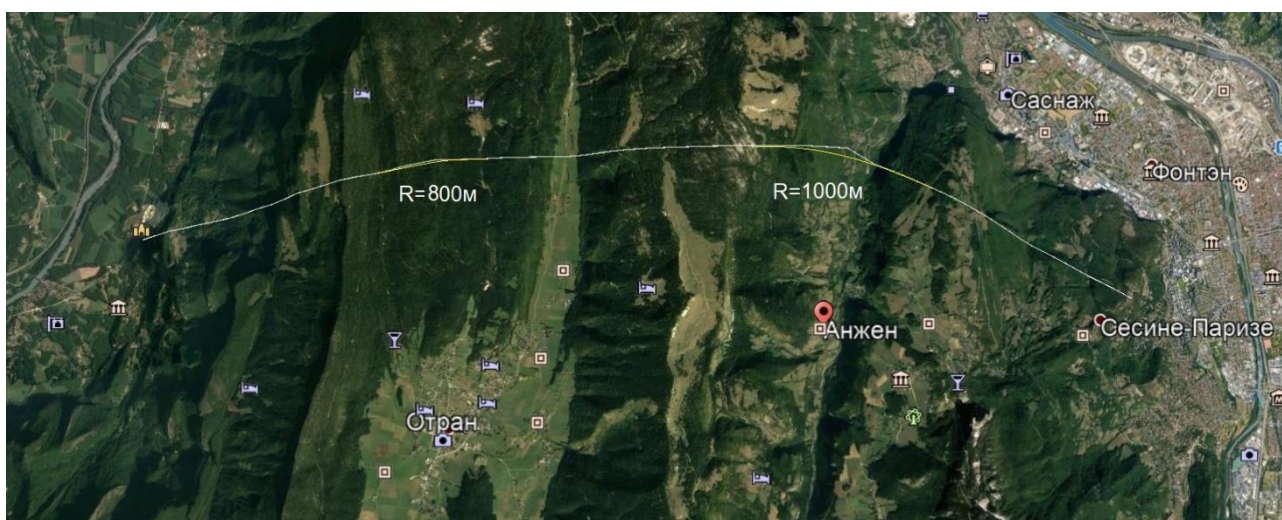


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 8 км с двумя углами поворота радиусом 800 и 1000 метров. Максимальный уклон проезжей части не превышает 6‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения железнодорожного транспорта в тоннеле будет составлять 60-90 км/ч.

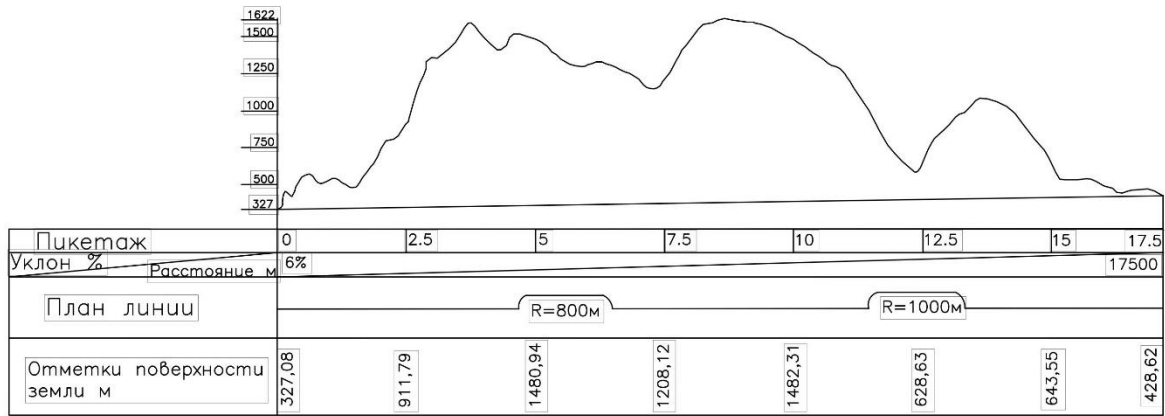


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, рядом с которым будут размещаться необходимые для полного функционирования подземной магистрали системы. Большая часть здания будет предоставляться арендаторам, которые смогут разместить внутри объекты социального и логистического назначения (фуд-корт, логистический центр, парковка).

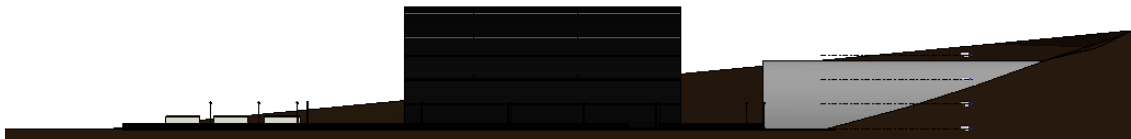


Рисунок 3 – Восточный фасад

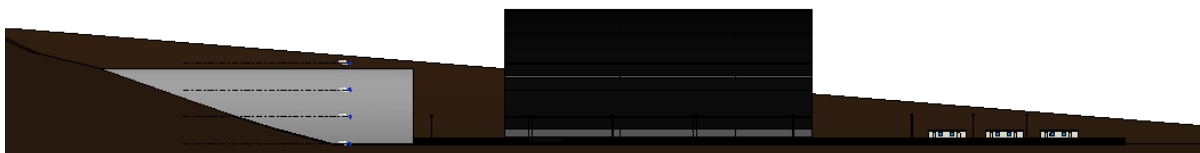


Рисунок 4 – Западный фасад

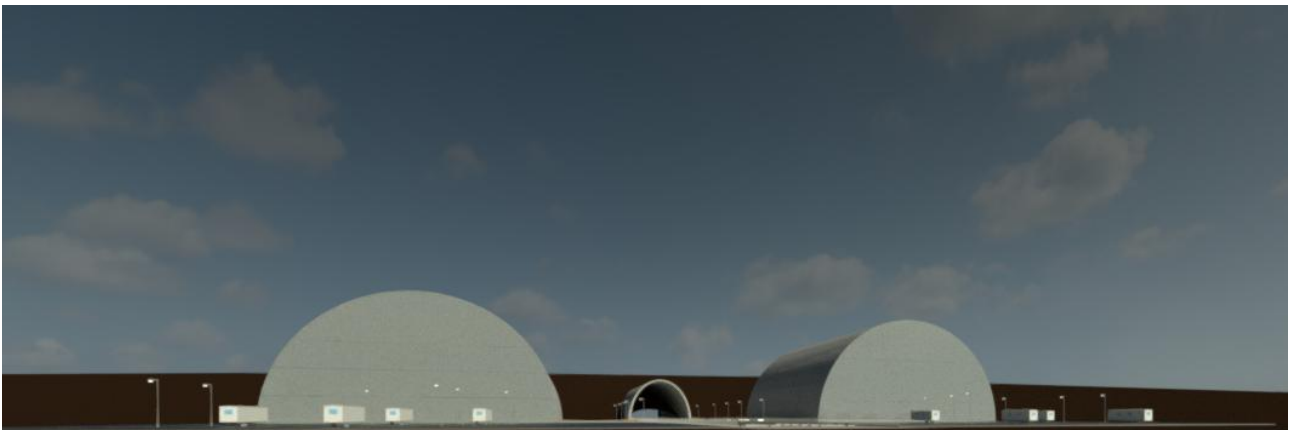


Рисунок 5 – Общий вид портала

Обследование территории с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в ходе строительства позволит максимально упростить процесс получения данных местности. Обработав результаты съёмки с помощью специальных программ, можно будет получить достаточно качественные модели исследуемых объектов. Эта 3D модель позволит вести визуальный контроль сооружений, выполнять точные чертежи, подсчитывать объёмы. Так же скорость перемещения и собирания информации ускорит процесс в несколько раз, нежели это будут делать с помощью старых технологий.



Рисунок 6 – инженер управляет полетом БПЛА

Несомненно, использование данного технического чуда существенно улучшит много аспектов строительства, хотя она не так давно вошла в нашу индустрию.

Литература:

1. Сайт DMSTR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dmstr.ru/articles/primenenie-bespilotnikov-v-obsledovanii-zdaniy-i-sooruzheniy/>. – Дата доступа: 28.04.2020.

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН

*Беланович Сергей Андреевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Данная идея была придумана благодаря исследованиям морской ракушки, в которой содержится много минералов влияющих на её рост. Учёные из университета Мичиган (США) решили создать бетон, который сможет самостоятельно «лечить» свои трещины.

Придуманный проект показал удивительные свойства. При приложении нагрузки на растяжение общая площадь трещин была всего лишь 5%, при этом объект смог восстановить предыдущую форму. Аналогичная нагрузка на обычный бетон, вызвала бы его разрушение.

В данном восстановлении главную роль играет вода, которая вступает в реакцию с минеральными добавками и другими различными соединениями, которые содержатся в бетоне, а также с углекислым газом, содержащимся в атмосфере. На месте трещин, в результате реакции, появляется карбонат кальция. В результате такого восстановления бетонные плиты не теряют своей прочности.

Исследователи из США предлагают использование такого бетона в строительстве, которое включает дорожное и возведение мостов.



Рисунок 1 – исследуемый образец

Литература:

1. Инновации технологий в строительстве [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://proteh.org/articles/15112018-5-new-construction/>. – Дата доступа: 16.05.2020

СПЕЦИАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНОГО ПЕРЕХОДА ИСПОЛЬЗУЯ ГОФРИРОВАННУЮ СТАЛЬНУЮ ПРЯМОУГОЛЬНУЮ ВОДОПРОПУСКНУЮ ТРУБУ

Беланович Сергей Андреевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Введение

Эта статья посвящена проектированию и строительству глубокой гофрированной стальной конструкции, которая была построена в Международном Аэропорте Мумбая (МАМ). Конструкция изготовлена из множества частей в виде рифленых стальных пластин, соединенных совместно высокопрочными болтами. Вся структура вместе с приспособлениями усиленно оцинкована для защиты от коррозии. В настоящее время у нас нет строгих технических условий на проектирование зарытых сооружений. Поэтому для проектирования и монтажа конструкции были приняты международные стандарты.



Рисунок 1 – Идет установка

Установка гофрированной стальной оболочки

Гофрированные стальные конструкции, благодаря своей прочности, легкому весу и стойкости к разрушению, могут устанавливаться быстро, легко и с наименее дорогостоящим оборудованием. Рифленые стальные плиты собирают на месте строительства, используя высокопрочные болты.

Конструкция соединяется болтами и устанавливается на фундамент. Всю конструкцию можно собрать за пределами строительства или на месте, в зависимости от условий стройки. При сборке плиты важно сохранять форму конструкции.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕРАБОТАННОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Белая Елизавета Викторовна, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

В последние годы в Беларуси всё чаще наблюдаются тенденции, связанные с проблемами утилизации строительного мусора, в частности – старых разрушенных железобетонных конструкций. Эти проблемы актуальны не только в мегаполисах и крупных городах, но и в сельской местности. (Рис.1).

В связи с тем, что значительная часть всех фермерских хозяйств, скотных дворов и птичников, построенных пол века назад, уже не может соответствовать санитарным, гигиеническим и экологическим требованиям, которые с каждым годом становятся всё жёстче, а современные подходы к содержанию и обслуживанию животных давно не вписываются в этот устаревший формат, единственным вариантом остается сносить эти старые здания, после чего остаётся несметное количество строительного мусора. В большинстве случаев реконструкция этих объектов является неэффективной.

Согласно закону Республики Беларусь «Об обращении с отходами» захоронение строительного мусора на полигонах запрещено, а отходы железобетона являются вторичными материальными ресурсами. К счастью, благодаря тому, что прогресс не стоит на месте, у нас есть возможность перерабатывать бетон и использовать его повторно. Чаще всего (но не всегда) процесс переработки железобетона включает в себя раздробление или измельчение крупных бетонных кусков рядом со сносом или будущей строительной площадкой. Выбор лучшего метода часто зависит от размера и формы бетонных деталей, подлежащих переработке. При выборе метода измельчения бетона рабочие опираются на размер и форму бетонных элементов, подлежащих переработке. (Рис.1).

Повторное использование бетона является так же хорошим способом снижения затрат на строительство, при этом не нанося ущерба для окружающей среды. Вторичный бетон остается за пределами свалок и заменяет другие строительные материалы, такие как гравий, которые обычно приходится добывать и транспортировать для использования в строительстве.



Рисунок 1 – Свалка строительного мусора

Превосходством является и то, что повторная переработка помогает значительно снизить количество строительного мусора и продлить срок службы свалок, а также даёт возможность сэкономить средства на утилизацию и сборы. В Америке эта широко распространенная практика, ведь за использование переработанного бетона строительным фирмам начисляются баллы, которые в последующем дают возможность получить сертификат экологического строительства LEED, что повышает их статус среди прочих фирм. Ещё переработка железобетона «создает» рабочие места, с каждым годом увеличивая возможности трудоустройства в этой сфере.

Такое решение не потребует крупных финансовых вложений, так как понадобится только дробильная машина с челюстями и крупными ударниками, специально предназначенная для измельчения железобетонных элементов. На выходе получаем два вида материалов – щебень и арматуру (металлолом). После сноса объекта бетон пропускают через механический ударный элемент, а получившуюся «крошку» просеивают через сита разным способом, чтобы удалить грязь, пыль и множество остальных ненужных частиц, а также для разделения крупного и мелкого заполнителя на фракции. Благодаря вспомогательному оборудованию и физическим процессам, таким как флотация воды (способ отчистки и фильтрации воды, который основывается на прилипанию имеющихся в воде примесей и частиц к воздушным пузырькам и всплывании их на поверхность), сепараторы и магниты, которые эксплуатируют для избавления от непотребных элементов из измельченного бетона. Другой метод заключается в крошении бетона, но это не самый оптимальный вариант, поскольку он затрудняет завершение процесса сортировки и может оставить больше мусора и мелких побочных продуктов. Оборудование и техника должны иметь мощные электромагниты, продвинутые

систему флотации воды и системы разделения воздуха, с помощью которых из бетона вытягивают арматуру.

По мнению ученых, проводящих экспертизы в сфере переработки бетона, при хорошо разработанном плане организации процесса рециклинга из измельчённого железобетона можно получить четыре вида полезных стройматериалов:

- 1) песок фракции 0 – 5 мм для нужд бетонных и асфальтовых заводов;
- 2) щебень 5 – 10 или 5 – 20 мм для дорожных и бетонных заводов – это самая востребованная фракция (Рис.2);
- 3) фракция 20 – 40 или 40 – 70 мм – балластный слой для дорог;
- 4) металл – это арматура из утилизируемых ж/б конструкций.

Между прочим, щебень, полученный в результате переработки железобетонных элементов щебень по своим свойствам механическим свойствам и по качеству не уступает первичному. Его активно используют на разных этапах строительства дорог и прочих объектов. В последние годы вторичный щебень применяют на освоении заболоченных территорий. Ни одна дорожная стройка не обходится без использования его в качестве насыпки временных дорог, а также для устройства оснований под фундаменты и временных площадок для работы тяжелой строительной техники.



Рисунок 2 – Фракции щебня

Рециркулированный бетон можно использовать во многих отношениях так же, как и новые материалы, такие как гравий, материалы для мощения и заполнители.

Переработанный бетон используют в качестве водопроницаемого покрытия для пешеходных дорожек, проезжей части и других твердых

наружных поверхностей. Плотнo уложенная бетонная щебёнка создает крепкую пористую поверхность, сквозь которую способна фильтроваться дождевая вода. Благодаря такому методу появляется возможность уменьшить количество сточных вод и снизить нагрузку на ливневые канализационные системы. В строительстве сооружений вторичный бетон может быть использован в качестве материала фундамента для траншей с подземными коммуникациями. Измельченный бетон является хорошей недорогой заменой гравия, а также в качестве компонента для смешивания нового бетона щебень может заменить часть первичного (нового) заполнителя, используемого в готовом бетоне.

В странах, имеющих выход к морю переработанный бетон используют для строительства новых местообитаний океанических рифов: большие куски бетона, расположенные на расстоянии от берега, могут стать основой для кораллов для строительства новых рифов.

Литература:

1. Ways to Recycle and Reuse Concrete [Электронный ресурс] / Technology ews. - Режим доступа: <https://www.thebalancesmb.com/>. Дата доступа: 19.05.2020.
2. End of life recycling [Электронный ресурс] / Technology ews. - Режим доступа: <https://www.concretcentre.com/>. Дата доступа: 20.05.2020.
3. Утилизация старых железобетонных конструкций в Беларуси [Электронный ресурс] / CNB.BY. - Режим доступа: <http://cnb.by/servisy/novosti/utilizaciya-staryh-zhelezo-betonnyh-konstrukcij-v-belarusi.html>. Дата доступа: 21.05.2020.

СОВРЕМЕННОЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

*Будемко Александр Владимирович, студент 4-го курса,
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Своевременное геодезическое обследование строений дает возможность продлить срок их службы и предупредить возникновение аварийных ситуаций. Данное направление строительных работ сегодня активно развивается, чтобы соответствовать всем требованиям, в числе которых на первом месте стоит обеспечение высокой точности при проведении измерений. Именно для этого и предназначено современное геодезическое оборудование, при помощи которого и производится довольно обширный диапазон строительных, ремонтных, планировочных работ от получения данных до выполнения в натуре отдельных точек по заданным расстоянию и углу.

GPS-техника

Позволяет быстро и точно получать нахождение заданной точки на местности в координатах, замерять расстояния и разбивать участки. Более всего используются в строительных работах для съемок, развития опорных сетей, разбивочных работ. Большим плюсом таких устройств является многофункциональность, автоматизированность и экономичность.

Нивелиры

Нивелиры используются для вычисления разности высотных отметок между заданными точками. Сегодня нивелиры делят на такие группы как **цифровые, лазерные, а также оптические.**

Цифровые нивелиры используют электронный модуль для получения показаний. Вся полученная информация отображается на дисплее, сохраняется в память прибора, и может быть перенесена на другой носитель. Недостатком прибора считается ограниченная область измерений.

Лазерные нивелиры имеют кардинальные отличия в сравнении со своими конкурентами по принципу выполнения работы. Окуляра в них нет, а показания прибора получает сам исполнитель работы, исходя из показаний на рейке, расположенной вокруг устройства. Отличительной технической чертой данного нивелира считают наличие излучателей, которые формируют луч, которой впоследствии образует на поверхности линию или точку. За счет этой линии или точки между рейкой и нивелиром получаем плоскость — горизонтальную или вертикальную. Этот нивелир пользуется магнитным или

электронным компенсатором ручного или автоматического действия. Точность проигрывает оптическому, но отличается высокой наглядностью и большими возможностями для работы.

Теодолит

Теодолит - прибор для измерения углов. На данном этапе большой популярностью пользуются электронные теодолиты, возникшие в конце двадцатого века. В них используются специальные лимбы, с нанесенными черными и белыми полосами. Система получения результатов опирается на двоичном коде ЭВМ: белые полосы соответствуют “0”, а черные - “1”. Полученные при просвете полос сигналы обрабатываются и записываются. Этот принцип позволяет сразу же показывать на экранную панель прибора результаты замеренных углов. Это повышает скорость, а также качество выполняемых работ.

Тахеометр

Тахеометр - инструмент для определения расстояний, а также углов. Его применяют в топографической съёмке, разбивочных работах, выносе на местность высот и координат проектных точек, прямых и обратных засечек, тригонометрического нивелирования и т. д.

Роботизированные сканирующие тахеометры

Такой вид тахеометра (Рис. 1) позволяет традиционным и роботизированным методом проводить топографическую съёмку, устраняет необходимость камеральных вычислений.



Рисунок 1 — Роботизированный сканирующий тахеометр

Это полностью автоматизированный прибор, использующий специальное ПО. Результатом работы такого тахеометра является текстовый отчет с таблицами. Роботизированный сканирующий тахеометр - это пример того, как стремительно развивается отрасль геодезического оборудования.

Литература:

1. Сайт ННГАСУ. История развития геодезических приборов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.nngasu.ru/geodesy/classification/istoriya> – Дата доступа: 28.04.2020
2. Академик. Словари и энциклопедии. Научно-технический энциклопедический словарь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/4738/ТЕОДОЛИТ> – Дата доступа: 28.04.2020
3. Академик. Словари и энциклопедии. Большая политехническая энциклопедия [Электронный ресурс] – Ссылка для доступа: https://polytechnic_dictionary.academic.ru/2613/ТАХЕОМЕТР – Дата доступа: 28.04.2020
4. Академик. Словари и энциклопедии. Большой политехнический энциклопедический словарь [Электронный ресурс] – Ссылка для доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/polytechnic/5717/НИВЕЛИР> – Дата доступа: 28.04.2020

ТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ТОННЕЛИ МИРА

*Будемко Александр Владимирович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Тоннель Сэйкан. Япония

История строительства этого тоннеля (Рисунок 1), к сожалению, связана с множеством трагедий, произошедших в месте между островами Хонсю и Хоккайдо в Сангарском проливе в 1954 году. Во время шторма было затоплено 5 паромов, в следствии чего государством было принято решение строительства на тот момент самого длинного железнодорожного тоннеля, протяженностью 54 километра. Его строительство началось в 1964 году, а тоннель вошел в эксплуатацию уже в 1988 году. На сегодняшний день этот тоннель не пользуется особой популярностью среди граждан, однако активно используется самим государством для грузоперевозок.



Рисунок 1 – Въезд в тоннель Сэйкан

Строительство данного тоннеля было сложным процессом, как с проектной точки зрения, так и в процессе работ по его возведению. Помимо того, что данный тоннель находился под толщей воды и грунта (Рисунок 2), его постройка была осложнена вулканическими породами, из-за чего не было возможности применить современную на тот момент строительную технику, и было принято решение использовать динамит. Известно, что количество взрывчатки составило около 3000 тонн. Также во время строительства проблемой стала вода, которая на огромной скорости прорвалась в тоннель, и на устранение которой ушло 2 месяца.

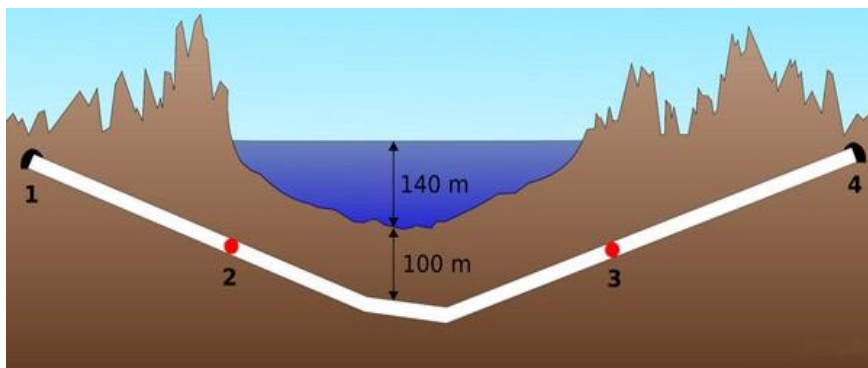


Рисунок 2 – Схема прохода тоннеля Сэйкан

Эресуннский мост. Дания, Швеция

Данный мост стал связующим звеном между Данией и Швецией. Строительство, начавшееся в 1995 году (Рисунок 3), так же не обошлось без происшествий: когда строители стали забивать сваи, они обнаружили неразорвавшиеся снаряды, но несмотря на это мост был закончен раньше срока и был сдан в эксплуатацию уже 14 августа 1999 года.



Рисунок 3 – Строительство Эресуннского моста

Интересной особенностью моста, является его переход в тоннель. Такое проекционное решение было связано с тем, что со стороны Дании находится аэропорт, и строительство столь высокого моста мешало бы авиасообщению, а строительство низкого моста - судоходству. В связи с чем было принято решение провести соединяющую часть уже под водами пролива. Для строительства тоннеля был возведен искусственный остров (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Искусственный остров построенный для Эресуннского моста

Эресуннский мост стал символом объединения Швеции с материковой Европой.

Литература:

1. Информационный портал комплекса градостроительной политики и строительства Москвы. Мировая уникальная архитектура [Электронный ресурс] — Режим доступа:<https://stroimsk.ru/unikalnaya-arhitektura/mir/seikan-samyi-dlinnyi-zhelielieznodorozhnyi-tonnel-pod-morskim-dnom> — Дата доступа: 02.06.2020
2. Информационный портал Яндекс.Дзен. Эресуннский мост [Электронный ресурс] — Режим доступа:<https://zen.yandex.ru/media/topcafe/eresunnskii-most-foto-fakty-5d0b69c3b34feb00af5dd82d> — Дата доступа: 02.06.2020

ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Булытко Виктория Евгеньевна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Асфальт из переработанного пластика (Рис 1). Шотландская компания MacRebur придумала как утилизировать пластиковые отходы – их решили использовать при строительстве дорог. Переработанный пластик превращают в маленькие гранулы – MR6, которыми заменяют битум. Такой состав дорожного покрытия на 60% прочнее, в 10 раз долговечнее и гораздо дешевле обычного асфальта. К тому же это сэкономит мировые запасы природных ресурсов на Земле (для создания существующих на сегодняшний день дорог были использованы сотни миллионов баррелей нефти). Отличный способ извлечь пользу от вредных отходов.



Рисунок 1 – Дорожное полотно из переработанного пластика

«Живой» бетон. Учёные из Колорадо создали экологически чистый бетон, который может самовосстанавливаться в случае повреждений (Рис 2). Материал представляет собой биоминерализованную гидрогелево-песчаную эссенцию, которая вследствие работы бактерий превращает песок в кирпичи. По прочности «живой» бетон такой же, как и обычный.

Около 6% глобальных выбросов CO₂ приходится только на производство цемента для одного из компонентов обычного бетона. При производстве "живого" бетона CO₂ почти не выделяется. Бактерии, работающие в "живых" кирпичах, наоборот, поглощают парниковые газы.

При правильных условиях материал размножается. Если, например, разбить кирпич на две равные части, то через некоторое время из каждой половинки вырастет полноценный кирпич, после добавления к ним песка, гидрогеля и питательных веществ. Так у разработчиков получилось из одного кирпича восемь других. По прочности они все, как и обычный бетон.

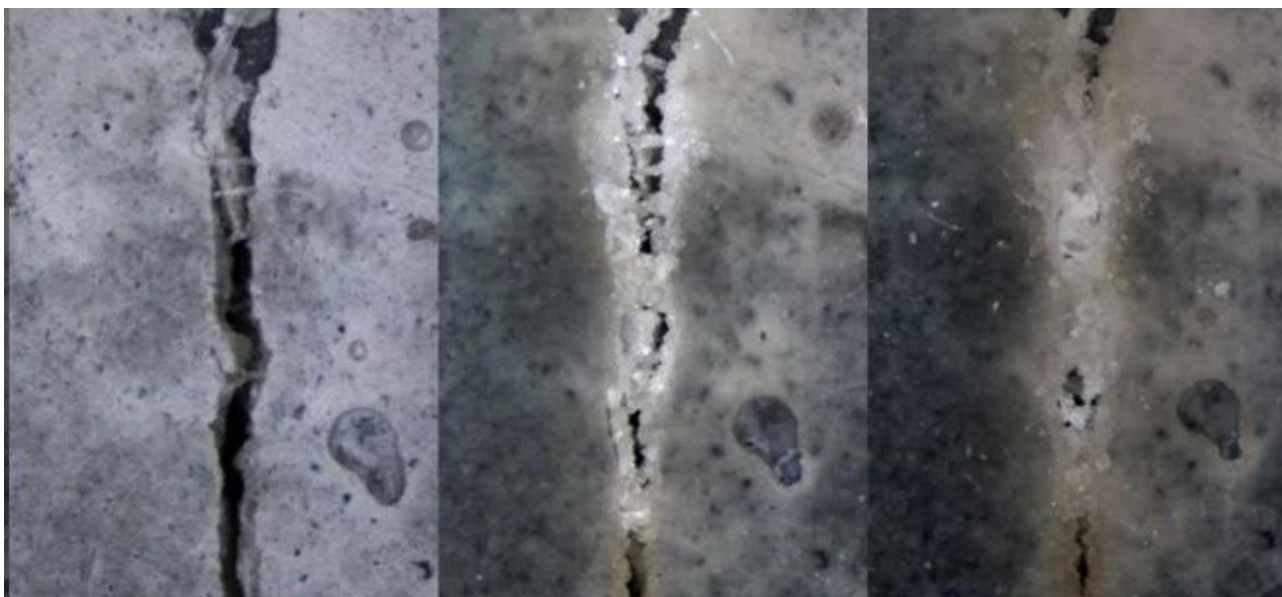


Рисунок 2 – Самовосстановление «живого бетона»

Один из минусов данного бетона это то, что при сильной засухе бактерии могут не выжить, поэтому одной из главных задач ученых является поиск баланса для обеспечения как структурной целостности материала, так и жизнеспособности микробов. При правильной регуляции температуры и влажности, можно переводить работу бактерий как в состояние покоя, так и, наоборот, в состояние активности.

Литература:

1. В Англии появилась дорога из пластика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://24gadget.ru/1161064713-v-anglii-poyavilas-doroga-iz-plastika-5-foto-video.html> – Дата доступа: 13.05.2020.
2. Разработан "живой" бетон с бесконечным потенциалом применения пластика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2020/01/17/zhivoj-beton.html> – Дата доступа: 13.05.2020.

3. Создан «живой» бетон, способный «лечить» сам себя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vk.com/@science_newworld-sozdan-zhivoi-beton-sposobnyi-lechit-sam-sebya.html – Дата доступа: 13.05.2020.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ЛИДА (БЕЛАРУСЬ) НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦЫ РЫБИНОВСКОГО С УЛИЦЕЙ КУЙБЫШЕВА

*Булышко Виктория Евгеньевна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Чтобы решить проблему с пробками на одном из перекрёстков белорусского города Лида, был разработан тоннель, проходящий под дорогой, через который также можно попасть в торгово-развлекательный подземный комплекс (рис. 1,2,3,4).

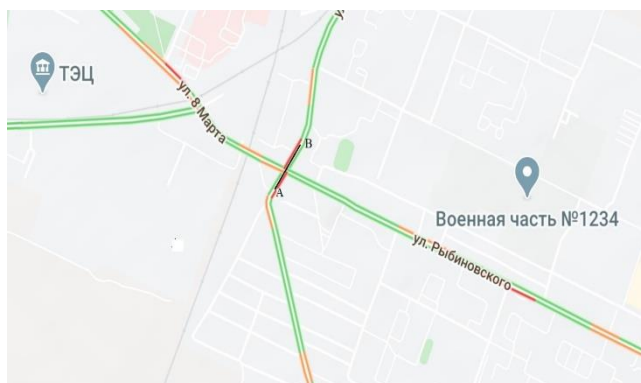


Рисунок 1 – Карта с пробками



Рисунок 2 – Генеральный план

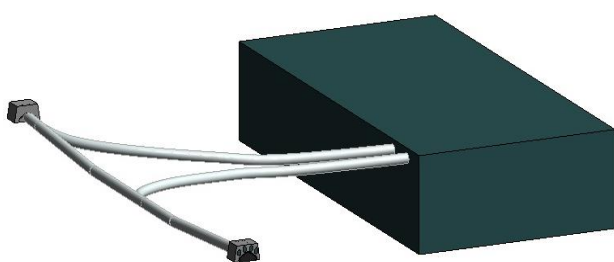


Рисунок 3 – Концептуальная модель тоннеля

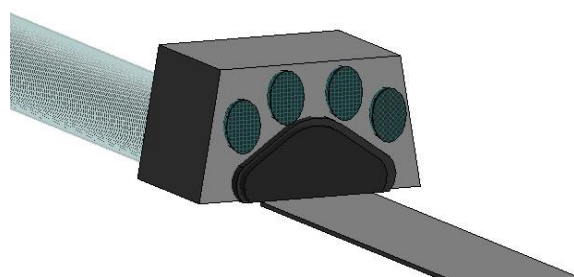


Рисунок 4 – Общий вид портала

Визуально портал тоннеля представлен в виде следа кошачьей лапки. «Пальчики» выполняют функцию электронных рекламных баннеров, с помощью которых магазины, кафе и прочие заведения торгово-развлекательного центра смогут «показать себя».

На парковке данного комплекса можно будет не только поставить свою машину, но и «подправить» её: свои услуги будут оказывать автосервис и мойка.

На самом нижнем этаже подземного комплекса будет размещена геотермальная электростанция, которая будет обеспечивать электричеством тоннель и торгово-развлекательный комплекс. Геотермальные электростанции уже на сегодняшний день успешно используются во всём мире и благодаря им, по словам учёных, в скором будущем проблема с энергетическим ресурсом может быть решена, так как энергия, полученная данным способом, может дать в несколько сотен раз больше энергии, чем все мировые запасы ископаемых.

Геотермальные электростанции практически безвредны для окружающей среды, потому что в процессе своей работы почти не выделяют углекислый газ или оксид азота, так как это делают другие станции работающие за счёт сжигания топлива.

Ещё одно достоинство геотермальной станции, это то, что для её постройки не требуется большая площадь.

В некоторых странах геотермальную энергию используют для выращивания растений в закрытых теплицах. Эту методику мы можем применить и в нашем торгово-развлекательном комплексе. С помощью её можно получить огромное количество свежих овощей и фруктов в любое время года. Это очень выгодно как для гостей комплекса (они смогут покупать всегда свежие продукты «прямо с грядки»), так и для хозяев (не нужно платить за транспортировку овощей и фруктов из других регионов и даже стран).

Литература:

1. Жак Фреско Проектирование будущего / Жак Фреско. – 2007. – с. 28.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА В ГОРОДЕ СОЧИ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ НЕСЕБРСКОЙ И БОРОВСКОЙ

Волков Вадим Андреевич, 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 Сочи, Россия. Было принято решение загрузить перекрёсток на пересечение улиц Несебрской и Боровской. С учетом того, что тоннель будет располагаться в условиях городской застройки, важным фактором является экономия места. Для этого предусмотрено максимально упрощенное решение порталов. Был разработан тоннель, позволяющий разгрузить дороги от потока автомобилей.



Рисунок 1 – Архитектурно-планировочное решение въезда/выезда в тоннель

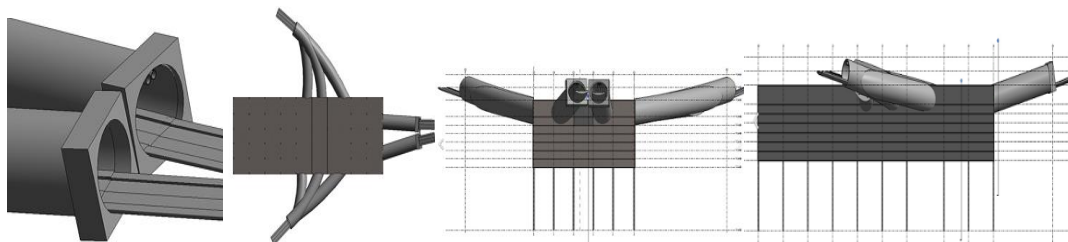


Рисунок 2 – Тоннель в котором применено программное обеспечение для опасных грузов

Инциденты, связанные с разливами опасных грузов, являются одним из самых серьёзных в автодорожных тоннелях и в некоторых случаях могут привести к катастрофическим последствиям. Для решения этой проблемы с Всемирной дорожной ассоциацией и Организацией экономического сотрудничества и развития была разработана модель количественной оценки

рисков (QRAM) для оценки рисков связанных с перевозкой опасных грузов автомобильными транспортными средствами в тоннелях.

В частности, программное обеспечение учитывает европейские правила и позволяет пользователям:

1. оценить общественные риски, связанные с перевозкой опасных грузов по туннелю или маршруту;
2. сравнить социальный риск туннеля или маршрута с контрольными показателями;
3. оценить социальные риски для каждой категории ADR1 (от А до Е) данного туннеля, чтобы облегчить выбор.

Алгоритмы, процедуры и компьютерные программы DG-QRAM были разработаны только для оценки рисков, связанных с автомобильным транспортом перевозящих опасные грузы по заданным маршрутам, особенно в тоннелях. Компетенция, знания и опыт, реализованные в работе, очень важны для результата.

Литература:

1. Enp.by [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://enp.by/pravila-po-obespecheniyu-bezopasnoy-perevozki-opasnyh-gruzov-avtomobilnym-transportom/> Дата доступа: 17.05.2020.
2. Bamar.org [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://bamar.org/information/transport/opasgruz/> Дата доступа: 17.05.2020.
3. Vashdom [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/snip/3204-97/>. Дата доступа: 17.05.2020.

МОНТАЖ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Волчек Алексей Геннадьевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

В рамках научной работы, для строительства железнодорожного моста, был выбран участок, пересекающий реку Днепр недалеко от улицы Перекопская в городе Орша.

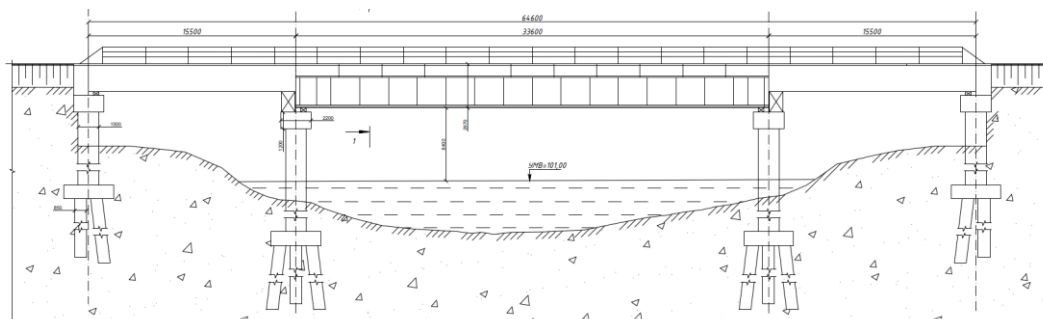


Рисунок 1 – Фасад железнодорожного металлического моста

На данном участке уже проложены железнодорожные пути в обе стороны, что позволяет установить на берегах железнодорожные краны ЕДК-2000, грузоподъемностью 250 т каждый. От места строительства на расстоянии 85 км по направлению реки, находится фабрика по изготовлению металлических пролетных строений. Это позволяет погрузить пролетное строение на понтоны и транспортировать его к месту монтажа. На пути перевозки расположены мосты малой высоты, что не позволяет использовать временные опоры на понтонах.



Рисунок 2 – Координаты и место



Рисунок 3 – Обстановка в условии жилой

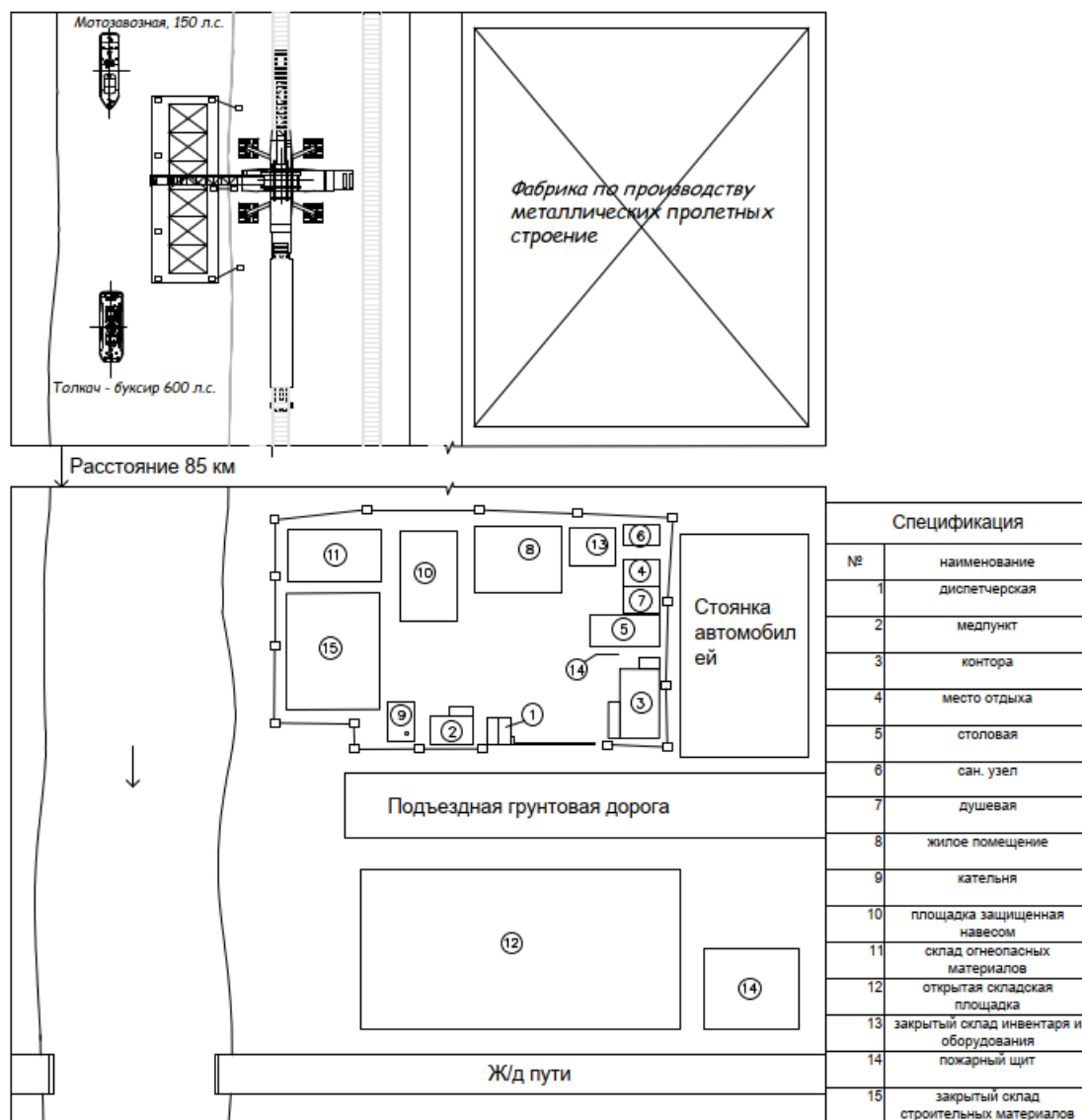


Рисунок 4 – План стройплощадки

Подготовительные работы включают в себя весь цикл мероприятий, проводимых до начала строительно-монтажных работ. К ним относятся:

1. Расчистка территории от деревьев, кустарника и снятие растительного слоя.
2. Планировка территории с выносом существующих инженерных сетей и прокладка временных коммуникаций для обеспечения функционирования строительства.
3. Устройство временных подъездных дорог и мостов.
4. Устройство ограждений строительных (рабочих) площадок и стройгородка.
5. Размещение мобильных (инвентарных) зданий и сооружений производственного, складского, вспомогательного, бытового и общественного

назначения, устройство складских площадок и помещений для материалов, конструкций и оборудования.

6. Обеспечение строительных (рабочих) площадок и стройгородка противопожарным водоснабжением и инвентарем, освещением, связью и средствами сигнализации.

Состав и объем работ подготовительного периода зависит от местных условий на стройплощадке, наличия и удаления от объекта производственной базы строительной организации.

Для данного моста будем использовать монолитные железобетонные опоры. Для их строительства применяют временные опоры МИК-С (2х2х2 м).

Для монтажа, исходя из грузовой диаграммы, выбран ж/д кран ЕДК-2000 грузоподъемностью 250 т. Под аутригеры необходимо также установить временные опоры МИК-С. Необходимо произвести забивку деревянных свай и устройство ростверка под временную опору, стреловым краном РДК-25 монтируются временные опоры.

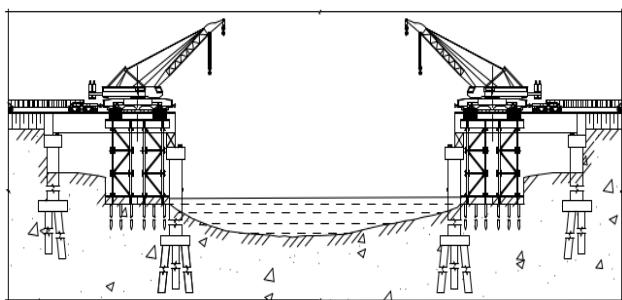


Рисунок 5 – Стадия 1

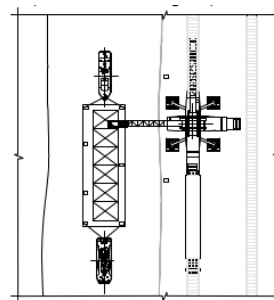


Рисунок 6 – Стадия 2

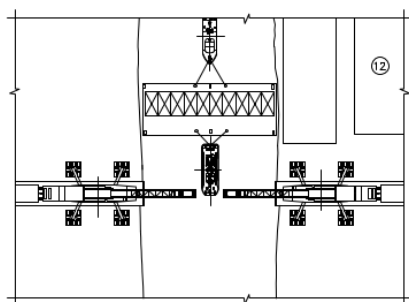


Рисунок 7 – Стадия 3

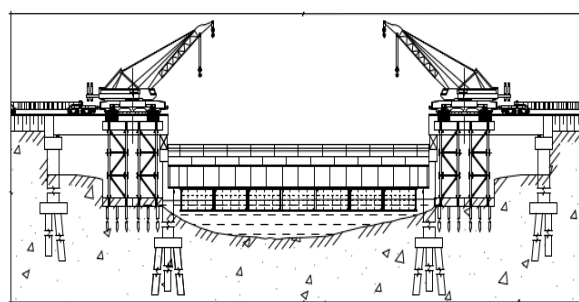


Рисунок 8 – Стадия 4

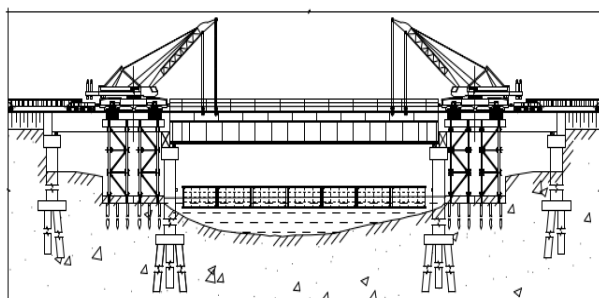


Рисунок 9 – Стадия 5

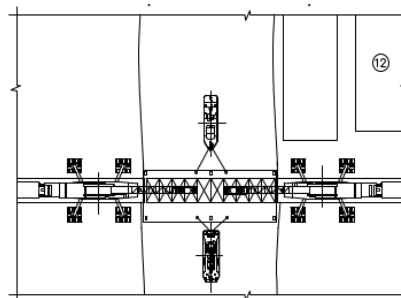


Рисунок 10 – Стадия 6

Порядок монтажа металлического пролетного строения:

1. Устройство временных опор, подготовка лебедок на опорах для буксировки понтонов.
2. Закрепление понтона к площадке, погрузка пролетного строения на понтон, краном ЕДК-2000.
3. Транспортировка понтона с пролетным строением к месту строительства.
4. Поворот понтона в проектное положение.
5. Заведение пролета между опорами.
6. Подъем пролетного строения.
7. Монтаж пролетного строения.
8. Разборку временных опор.
9. Доведение всех монтажных работ до конца.

Завершающий этап строительства – ликвидация стройки: разборка и вывоз всех вспомогательных конструкций и механизмов, расчистка территории от строительного мусора, расчистка русла, разборка объездной дороги.

Литература:

1. А.В.Кручинкин, В.К.Белый. Монтаж стальных пролетных строений мостов. - М.: Транспорт, стр.201-204.
2. Боровиков, А. Г. Строительство автодорожных мостов. – 2013
3. Колоколов, Н.М. Строительство мостов: Учеб. / Н.М. Колоколов, Б.М. Вейнблат. – М.: Транспорт, 1984. – 504 с.
4. Строительство мостов и труб: Справочник инженера / Под ред. В.С. Кирилова. – М.: Транспорт, 1975. – 600 с.
5. СНиП 12-01-2004. «Организация строительства». ФГУПЦПП, 2004.- 41 с.



Рисунок 5 – Общий вид портала А



Рисунок 6 – Общий вид портала Б



Рисунок 7 – Архитектурно-планировочное решение (вид сверху)



Рисунок 8 – Общий вид порталов А и Б

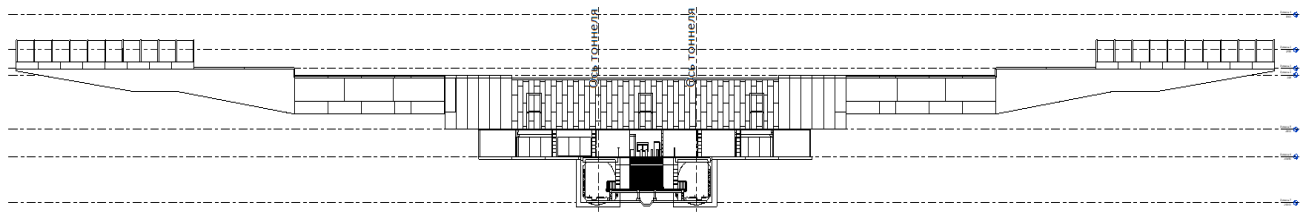


Рисунок 9 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - южный)

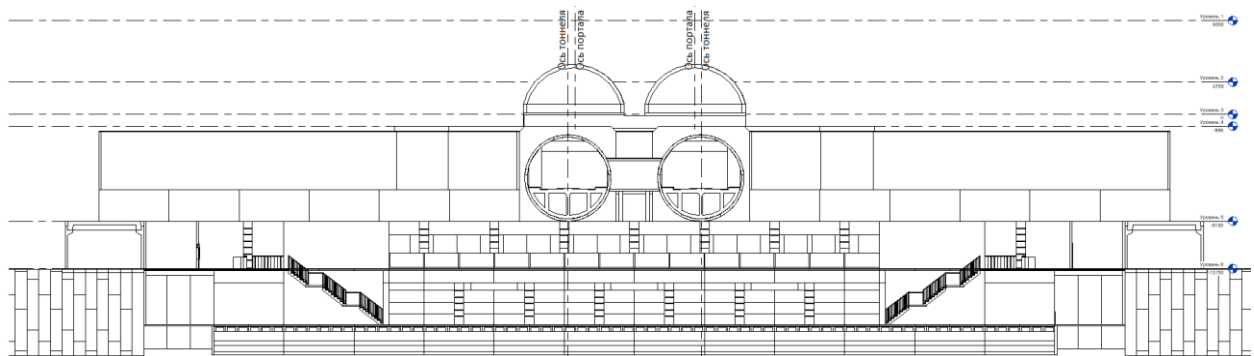


Рисунок 10 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - западный)

Концепция многофункционального комплекса подземной развязки состоит в соединении одновременно:

- транспортного тоннеля с паркингом и выездами на проспект Держинского, на первом уровне;

- торгово-развлекательный комплекс на втором уровне;
- метрополитена на третьем уровне.

Также, на уровнях устроено:

- оборудование центра управления и наблюдения за системами безопасного движения;
- обеспечение перехода с одной стороны на другую в автодорожных тоннелях;
- главные и аварийные выходы со станции метрополитена на поверхность, совмещенные с первым и вторым уровнями.

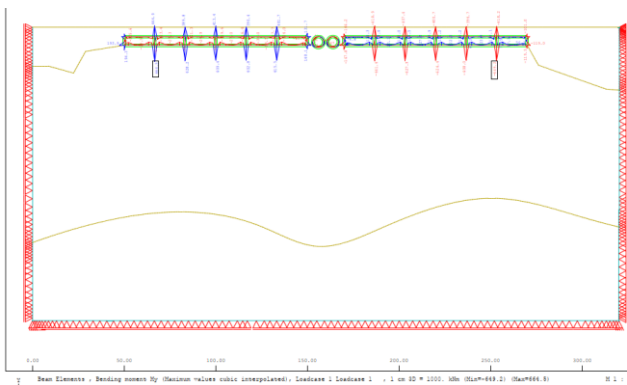


Рисунок 11 – Изгибающий момент M_u в конструкции тоннельной обделки

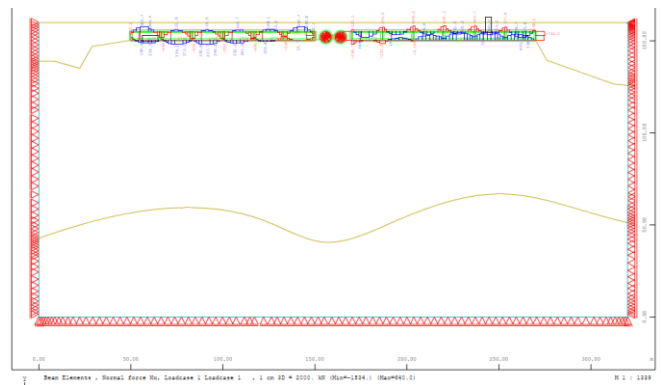


Рисунок 12 – Внутренние усилия N_x в конструкции тоннельной обделки

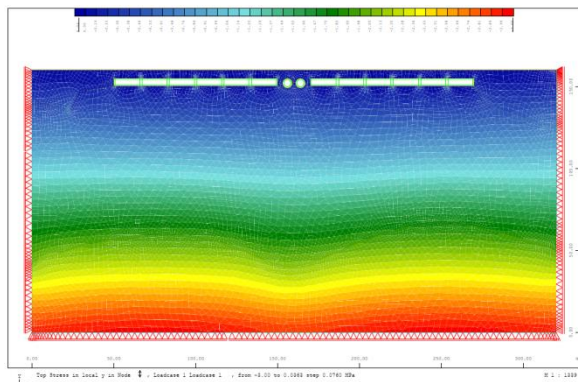


Рисунок 13 – Изо-поля напряжений по оси Y (по вертикали)

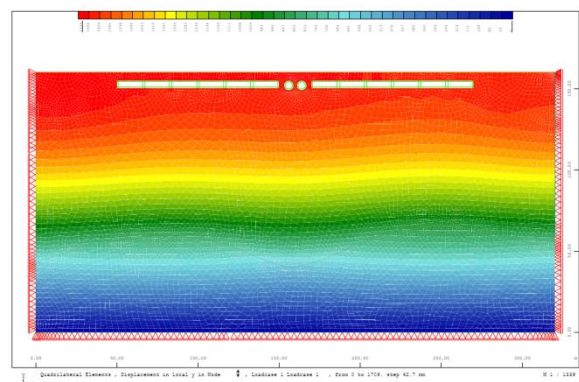


Рисунок 14 – Перемещения грунта по оси Y (по вертикали)

В строительстве данного проекта предусмотрено использование бестраншейной технологии прокладки инженерных коммуникаций.

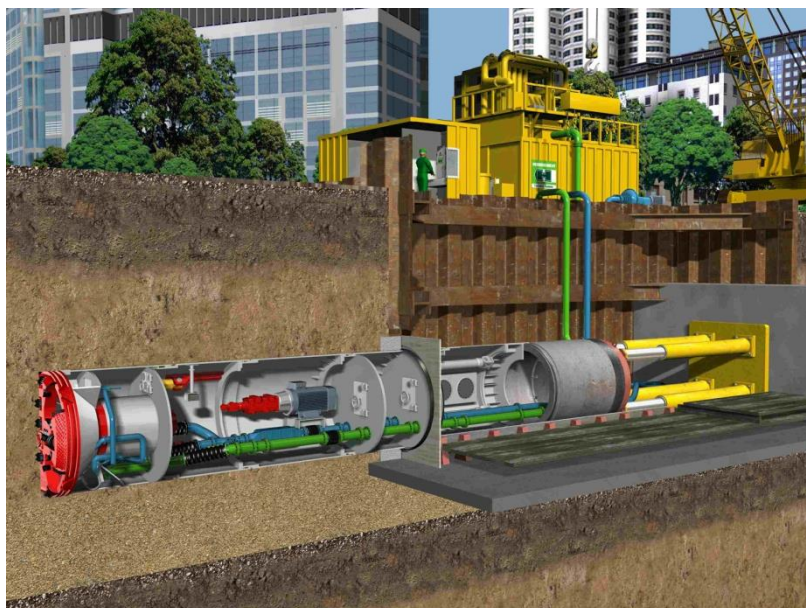


Рисунок 15 – Бестраншейная технология прокладки инженерных коммуникаций

Подземная развязка спроектирована с учетом жилой застройки и наличием поблизости множества магазинов и общественных мест. Появилась возможность без заторов проезжать перекресток и в любой момент припарковать автомобиль на подземном паркинге.

Конструкции станции метрополитена, располагающейся на третьем уровне и торгово-развлекательного комплекса на втором, имеют общие балконы.

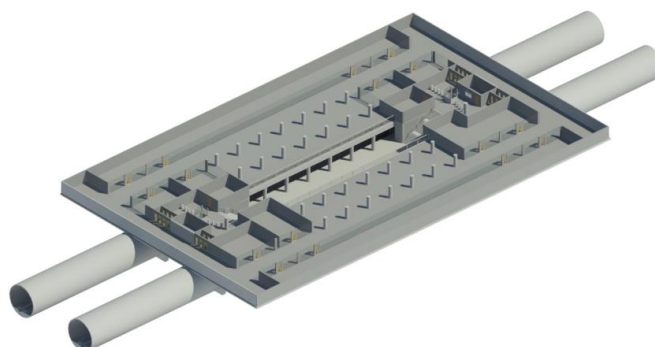


Рисунок 16 – Концептуальная модель комплекса подземной транспортной развязки и метро (Вид сверху)

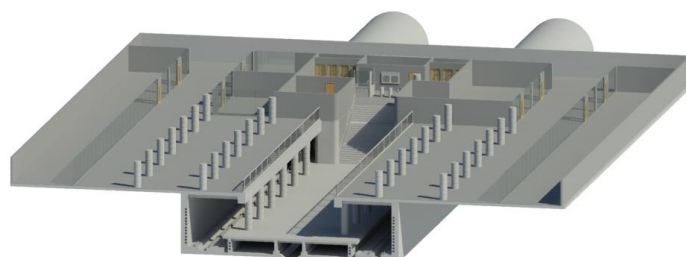


Рисунок 17 – Концептуальная модель комплекса подземной транспортной развязки и метро (Разрез)

Гуляя по магазинам, вы всегда сможете заглянуть в кафе и посмотреть на прибывающие поезда. Для исключения усталости посетителей от однообразия пребывания поездов и соответствующего шума, было применено использование различных подсветок одновременно с музыкальным сопровождением.

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.

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СТЕКЛОПЛАСТИКА В МОСТОСТРОЕНИИ

Ворожбицкий Николай Станиславович, студент

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Композитные материалы имеют существенные преимущества перед традиционными материалами. Это помогает максимизировать преимущества конструкции и конструкции конструкций. Волокно-армированный полимер может быть изготовлен различными способами, например, с использованием процесса пултрузии. Эти высокопрочные материалы обеспечивают мостовой системе отношение прочности к весу, больше, чем сталь, тем самым предлагая значительные преимущества дизайна и монтажа по сравнению с традиционными материалами. В этой статье обсуждаются преимущества стеклопластика перед обычными строительными материалами. Стекловолокно является перспективным строительным материалом по следующим причинам: высокая прочность, легкий, компонентная конструкция, простота установки, привлекательный внешний вид и низкие затраты на обслуживание.

Стандартные компоненты имеют прочность, достигающую 689 МПа. Системы с последующим натяжением включают кевларовые кабели, прочность которых приближается к 2757 МПа. Компоненты легкие и легко переносятся, так как весит типичный элемент менее 40 кг. Пултрузионные профили из стекловолокна обычно весят на 75 - 80% меньше, чем аналогичные стальные профили, и на 30% меньше, чем аналогичные алюминиевые профили

Мосты также могут быть доставлены на место частично собранными или полностью собранными в зависимости от требования к проекту. Сборка производится без тяжелой строительной техники. Несобранные и частично собранные мостовые пролеты предназначены для быстрой и легкой установки с использованием стандартных ручных инструментов. Три человека могут установить типичный мост, охватывая менее 15 м в течение одного дня. Более длинные проемы обычно требуют дополнительных рабочих и 2 или 3 дня в зависимости от длины пролета моста и конкретных условий на месте.

Мосты из стекловолокна имеют привлекательный внешний вид, они разработаны с использованием визуально любого цвета. Цвет уже в композите, поэтому не требует покраски. Проект может быть выполнен по индивидуальному заказу с подписанными / запечатанными чертежами САД и

полным анализом конечных элементов. Программа тестирования FRP / Kevlar получила поддержку из многих источников в США, включая Национальный научный фонд и Федеральное управление автомобильных дорог.

Стекловолоконные мосты имеют низкие затраты на обслуживание. Традиционные материалы портятся в кислых средах. В отличие от металла и дерева не будет ржаветь и гнить. Влажные места, термиты, соль и большинство химических сред практически не влияют на материал. FRP композиты не являются электропроводящими и легко моются



Рисунок 1 – Применение стеклопластиковой арматуры

Первый в России стеклопластиковый мост расположен на юге Москвы возле железной дороги, станция Чертаново (2004). Этот пешеходный мост расположен между районами севера - Чертаново и Царицыно. Мост состоит из 3 пролетов, которые установлены на четырех опорах. Длинной 41,1 м, шириной - 3 м. Сборка каждого рейса занимала 10 дней.

Чертановский стеклопластиковый мост был разработан и изготовлен с использованием специального станка (барабана) который нагревается до 200°C и смешивается с клеем, жидкими пластиковыми компонентами и стеклянной фурнитурой). Затем смесь выливают в специальную форму нужного размера. Мост отлично выдержал не только заданную нагрузку (560 кг на 1 кв. м.), но и значительную перегрузку (800 кг). Этот мост был построен из композитных материалов и рассчитан на многомиллионные циклы нагрузок от проезда грузовых машин и пешеходов, пригородных поездов. В будущем этот мост будет перекрыт, так как также оборудован отоплением на зимний период.

Преимущества этого моста в его легкости, долговечности и простоте монтажа. Помимо этого, поверхность моста была обработана покрытием

толщиной 2 мм, состоящим из смеси клея и песка, что увеличивает его сопротивление в 4,5 раз по сравнению с бетоном. Таким образом, в отличие от металла и бетона они не подвержены коррозии и не подвержены воздействию кислотных солей.

Очевидно, что использование стеклопластика для мостов небольших пролетов и особенно для пешеходов имеет большие преимущества и перспективы. Это было доказано много раз сотнями таких мостов, которые были построены по всему миру.



Рисунок 3 – Мост в Чертаново

Литература:

1. INT5M1111 © Strongwell Journal 2011 Стекловолоконные строительные решения.
 2. Строительство мостов. <https://hightechfm.turbopages.org/s/hightech.fm/2018/12/24/bridges>
- УДК 624.195

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

*Ворожбицкий Николай Станиславович, 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 Тулуза, Франция. 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.

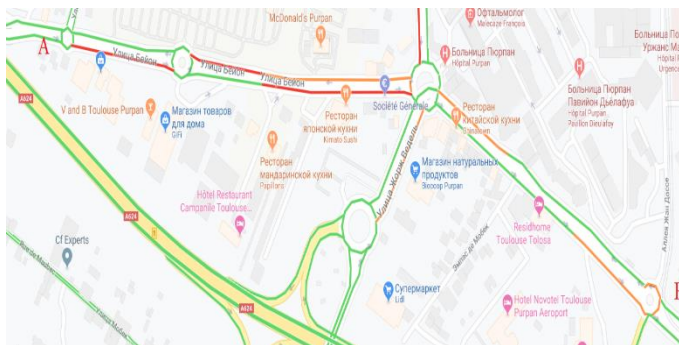


Рисунок 1 – Карта с пробками (баллы 6)



Рисунок 2 – Генеральный план

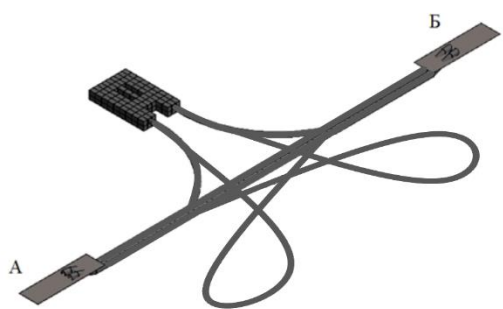


Рисунок 3 – Концептуальная модель тоннелей



Рисунок 4 – Концептуальная модель тоннелей А

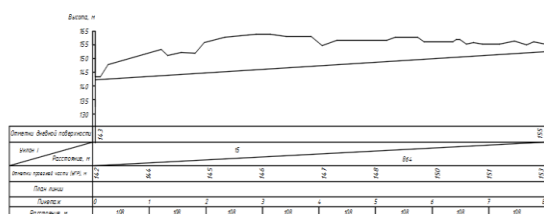


Рисунок 5 – Продольный профиль



Рисунок 6 – Концепция модель портала тоннеля В

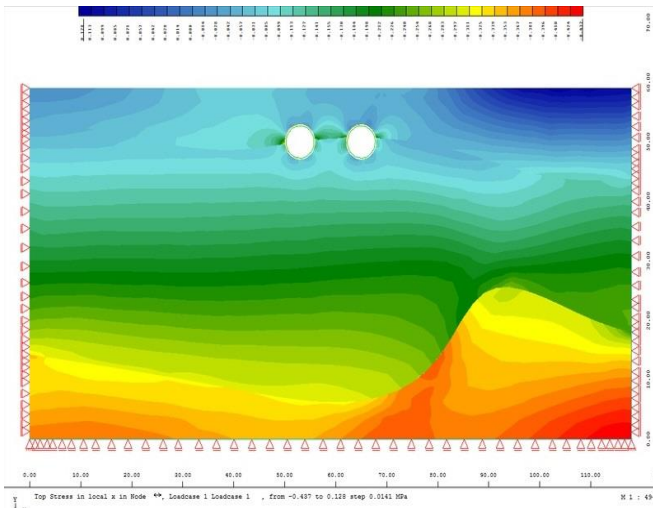


Рисунок 7 – Изо-поля напряжений

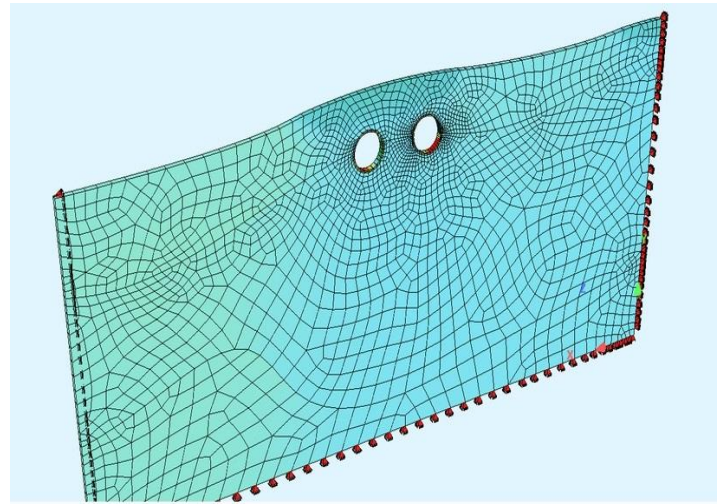


Рисунок 8 – Расчетная схема

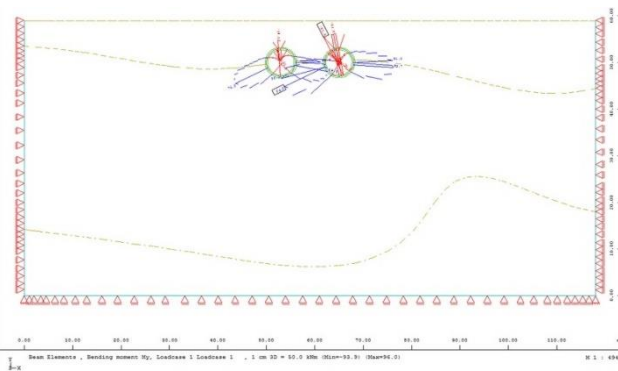


Рисунок 9 – Моменты возникающие в конструкциях тоннелей

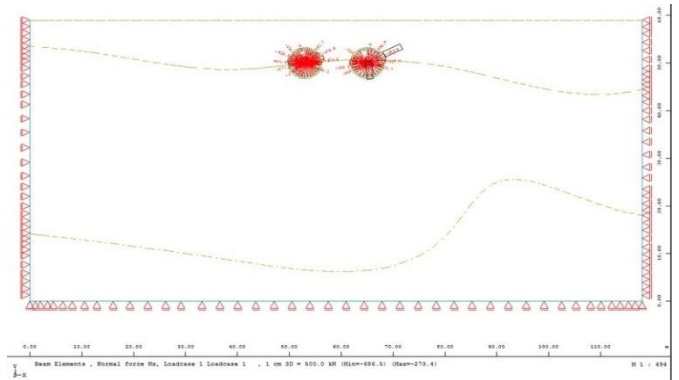


Рисунок 10 – Внутренние усилия в конструкциях

Магнитная левитация, или технология магнитного поля, существует уже несколько десятилетий, но используется в коммерческих целях лишь в нескольких местах. Эта технология, приводящая в действие поезда, является главной туристической достопримечательностью, как в случае с Шанхайским Maglev, который начал функционировать в 2004 году и соединяет Международный аэропорт Шанхай Пудун со станцией на окраине самого города. Первая линия значительной длины, Chuo Shinkansen, планируется ввести в эксплуатацию в середине 2020-х годов и сократит время в пути между Токио и Нагоей, 350 км всего лишь за 40 минут. В настоящее время по меньшей мере десять стран, включая Великобританию, Германию, США, Китай, Индию и Малайзию, рассматривают возможность развития собственных линий магнитной поляризации в течение следующих 20 лет (Рис. 11)

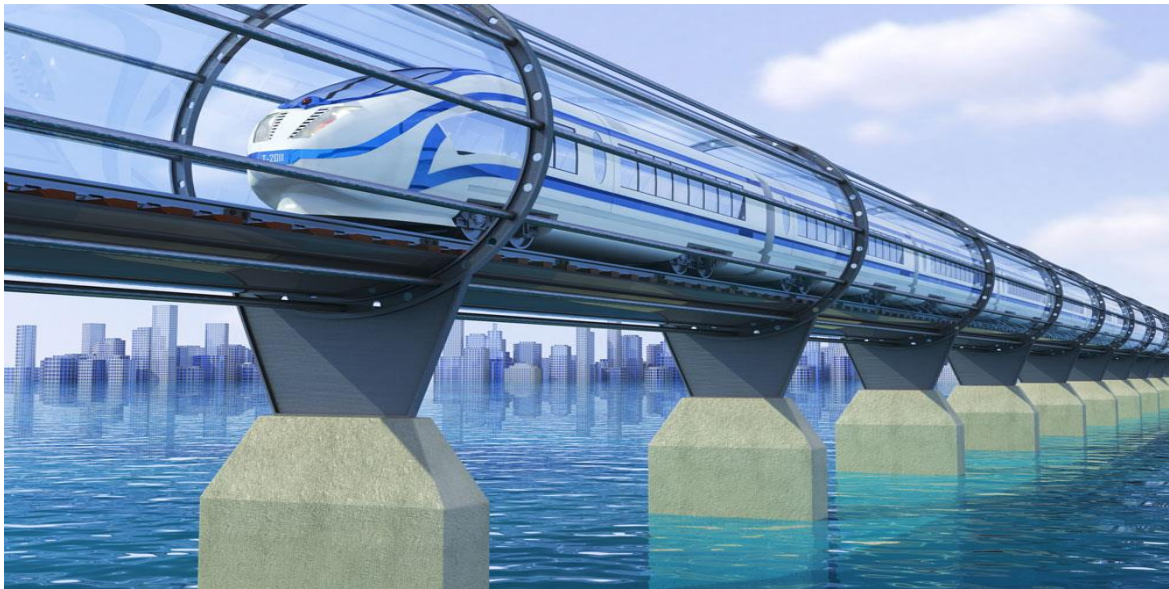


Рисунок 11 – Поезд будущего

Еще несколько лет назад сторонники высокоскоростных и сверхскоростных железных дорог считали, что их конкурентами являются автомобили и автобусы. Но с тех пор появилась новая концепция: hyperloop. Описанный его разработчиком, Илоном Маском, генеральным директором Tesla и SpaceX, как "пятый вид" транспорта, hyperloop будет отправлять пассажиров между городами со скоростью более 970 км/ч в капсулах, которые плавают в частичных вакуумных трубках. Концептуальный документ Илона Маска для hyperloop, опубликованный в августе 2012 года, был принят с удивлением и скептицизмом. Сейчас, есть три крупных стартапа, работающих над коммерциализацией технологии, не включая собственную фирму Илона Маска (Рис. 12)



Рисунок 12 – Hyperloops

К концу 2020-х года, поезда на магнитной подвеске, гиперлупы, могут стать вариантом для многих стран и городов, рассматривающих возможность модернизации своей транспортной инфраструктуры. Пассажиры и путешественники, смогут извлечь выгоду из ослабленной перегруженности.

Тем не менее, в отличие от беспилотных автомобилей, hyperloop technologies не смогут полностью обеспечить всех. В лучшем случае, магнитные линии могут сэкономить некоторые затраты, работая параллельно с существующими обычными линиями, но эти сбережения минимальны по сравнению с общей стоимостью. Hyperloops должны быть построены на совершенно новых, автономных платформах.

Это делает их дорогими, по крайней мере по текущим и прогнозируемым затратам, и с большинством правительств в развитых и развивающихся странах, борющихся с огромными и растущими долгами, убедить своих граждан, в том, что этот проект будет очень популярен и востребован среди туристов.

Будущее высокоскоростного транспорта не так далеко, но его прибытие может быть отложено из-за экономических ограничений, к большому разочарованию для нас.

Литература:

1. Храпов В. Г. и др. «Тоннели и метрополитены» М: транспорт, 1989 г
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. ТКП 45-3.03-232-2011 «Мосты и трубы. Нормы проектировании»

ГУСЕНИЧНЫЕ КРАНЫ ВЫСОКОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

*Выгодин Андрей Игоревич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*(Научные руководители – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент;
Ходяков В.А., старший преподаватель)*

В качестве примера рассмотрим варианты различного оборудования Sany. SANY – строительная техника грузоподъемностью от 25 до 1600 тонн: мобильные, башенные и гусеничные краны, изготовленные с превосходной грузоподъемностью, обеспечивающие отличную работу для строительных и дорожных работ, океанографического проектирования, атомной энергетики и вертоэнергетики. Благодаря высокопроизводительной гидравлической системе и интеллектуальным блокам управления грузоподъемное оборудование SANY помогает вам достичь максимальной производительности в различных условиях.

В данной статье разберем одну категорию техники – гусеничные краны, которые способны легко показать свою работоспособность в мостостроении. (Рис. 1).

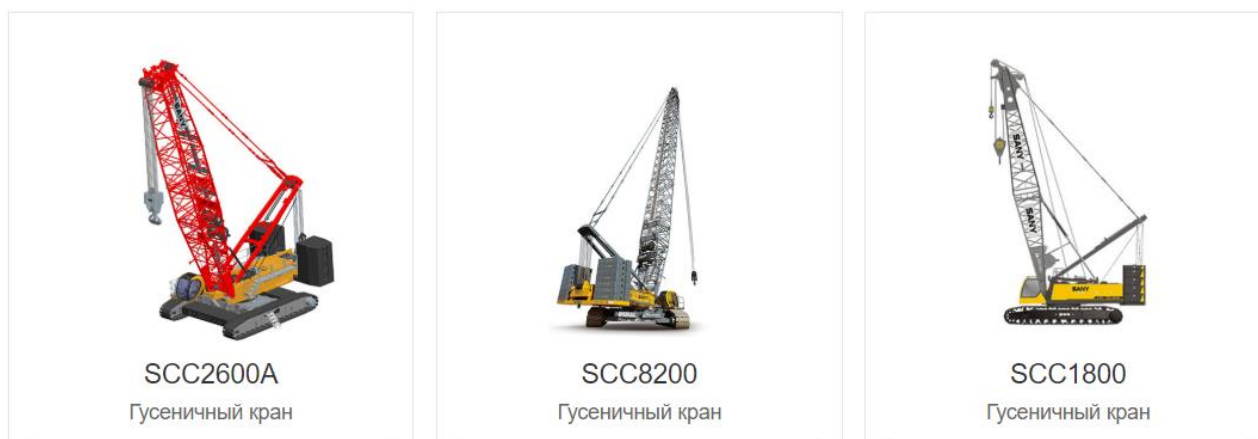


Рисунок 1 – Гусеничные краны Sany

Краны SANY грузоподъемностью от 75 до 1600 тонн создают максимальную надежность и эффективность в эксплуатации. SANY опережает технологические инновации, имея более 100 патентов на краны с ходовой частью в виде гусениц. В частности, я предлагаю вам ознакомиться с гусеничным краном максимальной грузоподъемности 1600т - SANY SCC16000. (Рис. 2).



Рисунок 2 – SANY SCC16000

Гусеничные кран SANY используются в областях строительства, энергетики, промышленности и других областях. Кран и его конструкция обеспечивают быструю и простую сборку на месте после транспортировки, он универсален благодаря системам стрелы и башни - стрела с телескопируемым верхним балластом.

Гидравлическая система установлена в кране SANY, электрическая система управления, кран имеет широкое и устойчивое шасси, середина стрелы аналогична мачте, длина главной стрелы составляет 138 метров и плюс дополнительная стрела. Кран имеет 12 видов режимов работы.

SANY SCC16000 имеет 4 мотора, можно даже управлять краном, нагруженным в 70 тонн (максимальная нагрузка составляет 70 тонн). Крюк автоматически деактивируется при достижении докритической высоты, на стрелки устанавливаются дополнительные замки. Кран выполняет большое количество грузовых процессов, использует электронное балансирующее устройство, имеет функцию автоматической разборки гусениц, GPS и GPRS установлены на кране. (Табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики крана

Производительность	Максимальная номинальная грузоподъемность с суперлифтом	1600 т
	Максимальный момент подъема с суперлифтом	25000 т*м
	Длина буксирного штыря	36-108 м
	Максимальная длина мачты	50 м
	Максимальная длина (стрела+маховая стрела)	108+108 м
	Длина стрелы с суперлифом	54 -108 м
	Ширина стрелы с суперлифтом	54 -108 м
Скорость	Скорость хода главных / вспомогательных лебедок	121/76.6 м / мин
	Скорость веревки стрелы	58.3 / 85.2 м / мин
	Скорость веревки суперклапанной лебедки	98.1 м / мин
	Скорость передвижения	1.02 km / ч
	Скорость вращения	0-0.8/0-0.41 грп
	Преодолеваемый уклон	10%
Двигатель	Номинальная мощность	242/2100 кВт/об/мин
	Номинальный крутящий момент	4629/1300 Нм / об / мин
	Масса крана	1169 (Базовая стрела / стрела, с крюком 1600 т) t
	Максимальный вес транспортировки одной детали	43.5 т
	Габариты	10130×3000×3200mm
	Среднее давление на грунт	0.1Мпа

Литература:

1. Sanyglobal [Электронный ресурс] /Гусеничные краны. - 2017. - Режим доступа: https://www.sanyglobal.com/ru_ru/hoisting-machinery/index.html – Дата доступа: 24.04.2020
2. XCMG [Электронный ресурс]/ Гусеничный кран SANY. - 2018. - Режим доступа: <http://xcmg.com.ru/catalog/gusenichnye-krany/scc16000/> - Дата доступа:24.04.2020

ЭЛАСТИЧНЫЙ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН

*Выгодин Андрей Игоревич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Это не новость, что самые современные и инновационные идеи мы заимствуем у природы. В данном случае – у морской ракушки, которая содержит множество материалов, способствующих ее росту. Почему же не создать материал, способный самовосстанавливаться после нагрузок?! Например, землетрясения? (Рис. 1).



Рисунок 1 – Испытание бетона

После испытаний материала, продукт показал необычные свойства. Покрывшись трещинами после приложенной нагрузки на растяжение в 5%, он не только скрепил их, но и восстановился до исходного состояния. Обычный же бетон просто бы разрушился. Этому способствует наличие воды в смеси. Она взаимодействует с минералами и другими соединениями, а также с углекислым газом в атмосфере – и трещины зарубцовываются карбонатом кальция. Процент того, что теряет бетон после восстановления очень мал.

Такой бетон будет широко применяться в дорожном и мостовом строительстве. Первая версия такого бетона была применена в США при построении бесшовного моста, что позволяло машинам проезжать по нему бесшумно. В Японии тоже применили такой бетон в строении небоскреба.

Бетон стабильно удерживает статус самого распространенного строительного материала. В мире ежегодно производится около 10 миллиардов тонн смеси. Но такой бетон имеет способность трескаться со временем. Поэтому самовосстанавливающийся бетон кажется очень перспективным проектом, способным дать нам крепкое и устойчивое будущее!

Литература:

1. Zetsila [Электронный ресурс] /Самовосстанавливающийся бетон.-2017.- Режим доступа
<https://zetsila.ru/%D1%81%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B9%D1%81%D1%8F-%D0%B1%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BD/> – Дата доступа: 11.05.2020
2. Proteh [Электронный ресурс]/ Инновации строительства.-2018.- Режим доступа:
<https://proteh.org/articles/15112018-5-new-construction/> - Дата доступа:12.05.2020

ВОДОПОГЛОЩАЮЩИЙ БЕТОН

*Гаранина Евгения Александровна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В настоящее время климат на нашей планете меняется. Если раньше глобальное потепление было лишь предполагаемым, то сейчас оно представляет реальную угрозу для городов, расположенных вблизи морей и океанов. Уровень воды поднимается, что ведёт к более частым и сильным наводнениям. Человечество вынуждено искать методы борьбы с их последствиями. Одной из тех, кто предложил решение данной проблемы была английская компания Lafarge Tarmac, представившая бетонное покрытие для дорог Tormix Permeable.

Главная отличительная характеристика бетона, помимо высокой прочности (покрытие из данного бетона способно выдержать массу неподвижных транспортных средств) – высокая водопропускная способность – 36000 мм/ч. (около 3300 л/мин), в то время, когда у обычного бетона – 300 мм/ч. (Рис. 1).



Рисунок 1 – бетонное покрытие Tormix Permeable

Технология производства Topmix Permenable подразумевает использование кусочков гранитного щебня вместо песка, через которые и будет просачиваться вода, а затем поглощаться почвой. Это особенно важно для крупных городов, где с каждым годом открытой почвы для поглощения всё меньше и меньше.

Актуальным является строительство дорог с таким покрытием и в регионах с повышенной температурой, так как часть впитавшейся влаги остаётся в системе и будет охлаждать поверхность дорожного покрытия.

К одному из главных минусов использования данного материала относится невозможность использования в местах с отрицательными температурами, поскольку они вызывают расширение воды и, соответственно, разрушение покрытия.

Литература:

1. Водопоглощающий бетон – надежда на сухое дорожное покрытие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cargonews.lt/novosti-texniki/vodopogloshchajushij-beton-nadezha-na-sy/> – Дата доступа: 16.05.2020.
2. Бетон Topmix Permeable [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://1build.ru/technologies/beton-topmix-permeable/> – Дата доступа: 16.05.2020.

ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ПЛИТНЫХ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ

Гаранина Евгения Александровна, студент

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Рассмотрены плитные конструкции по серии 3.503-12 «Унифицированные сборные пролётные строения из предварительно напряжённого железобетона для мостов и путепроводов на автомобильных и городских дорогах. Выпуск 16. Пролётные строения из пустотных плит длиной от 6 до 18 метров, армированных стержневой арматурой классов А-IV и А-V. Москва, 1973 год». (Рис. 1).

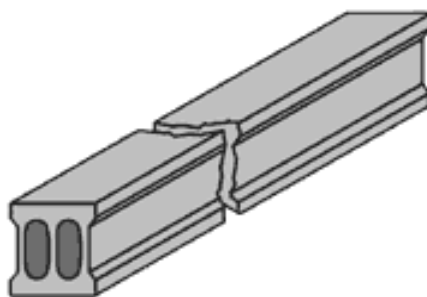


Рисунок 1 – Плитная конструкция

Данные о прочностных характеристиках бетона и арматуры по серии 3.503-12 и по ТКП 45-3.03-232-2018 (32020) «Мосты и трубы» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о прочностных характеристиках бетона и арматуры

Бетон		Арматура	
Серия 3.503-12	ТКП 45-3.03-232-2018	Серия 3.503-12	ТКП 45-3.03-232-2018
M400	C25/30	A-V	S800
$R_u'' = 35,0 \text{ МПа}$	$f_{ck} = 22,0 \text{ МПа}$	$R_n'' = 800 \text{ МПа}$	$f_{pk} = 800 \text{ МПа}$
$R_u = 20,5 \text{ МПа}$	$f_{cd} = 15,5 \text{ МПа}$	$R_{n2} = 575 \text{ МПа}$	$f_{pd} = 600 \text{ МПа}$

Оценка надёжности плитных несущих конструкций выполнялась по данным о прочностных характеристиках бетона и арматуры по ТКП 45-3.03-232-2018 (32020) «Мосты и трубы».

Изменчивость геометрических размеров оценивалась по СТБ 1941-2009 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски», толщины защитного слоя бетона – по ГОСТ 13015-2012 «Изделия железобетонные и бетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приёмки, маркировки, транспортирования и хранения».

Результаты оценки уровня (индекса) надёжности плитных конструкций приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты оценки уровня (Индекса) надёжности пустотных плит

Констр. по серии 3.503–12	Мин. знач. несущей способн. $M_{R,min}^{not}$ (кН·м)	Проектн. несущая способн. M_R^{not} (кН·м)	Фактич. несущая способн. M_R^{act} (кН·м)	Проектн. стандарт несущей способн. $\sigma_{M_R}^{not}$ (кН·м)	Фактич. стандарт несущей способн. $\sigma_{M_R}^{act}$ (кН·м)	Проектн. уровень (индекс) надёжн. n^{not}	Фактич. уровень (индекс) надёжн. n^{act}
1	2	3	4	5	6	7	8
П–18	1124,7	2095,4	2095,4	358,1	362,7	2,71	2,68
П–15	809,3	1506,0	1506,0	336,1	338,9	2,07	2,06
П–12	547,0	1026,8	1026,8	196,2	198,3	2,45	2,42
П–9	338,2	633,6	633,6	102,8	104,2	2,87	2,83
П–6	169,7	320,5	320,5	50,8	51,4	2,97	2,93

Вывод:

- проектные и фактические уровни (индексы) надёжности плитных несущих конструкций по серии 3.503–12 пролетных строений железобетонных мостов практически одинаковые;

- для всех марок плит (П–6, П–9, П–12, П–15, П–18) проектные и фактические уровни (индексы) надёжности меньше требуемого значения, равного 3 (по правилу трех сигм);

- наименьшие значения проектного и фактического уровня (индекса) надёжности получены для плит марки П–15 (пролет 15 метров);

- результаты работы рекомендуется использовать при проектировании плитных несущих конструкций пролетных строений железобетонных мостов.

Литература:

1. Стрелецкий Н. С. Основы статического учёта коэффициента запаса прочности сооружений. - М.: Стройиздат, 1947. – 92 с.
2. Ржаницын А. Р. Теория расчёта строительных конструкций на надёжность. - М.: Стройиздат, 1978. – 239 с.
3. Дрейер Ф. Э. Вероятностный расчёт и оценка надёжности элементов сборных железобетонных покрытий т перекрытий: диссертация канд. техн. наук. – М., 1982. – 198 с.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ ДАЛЛАС (ТЕХАС). САМОВОСТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН

Гаранина Евгения Александровна, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

В масштабе научной работы требуется решить проблему заторов в городе Даллас, Техас. Было принято решение разгрузить перекресток на пересечении улиц Medical District и Harry Hines. (Рис.1-2) с помощью транспортного тоннеля. Исходя из экономических соображений, было принято решение о строительстве многофункционального подземного комплекса, включающего в себя паркинг. Была разработана концептуальная модель (Рис.3-6).

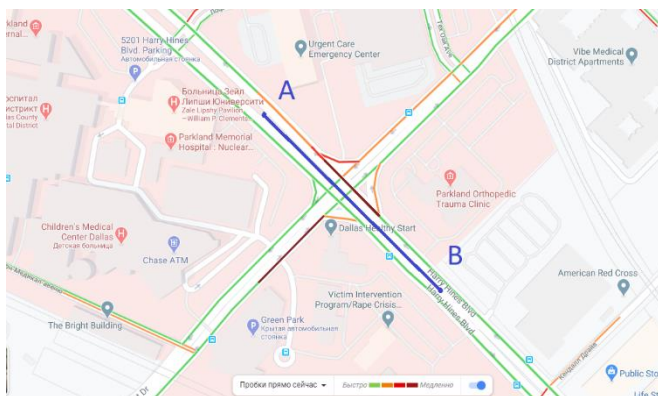


Рисунок 1 – Карта с учетом пробок в 9 баллов



Рисунок 2 – Архитектурно-планировочное решение въезда/выезда в тоннель

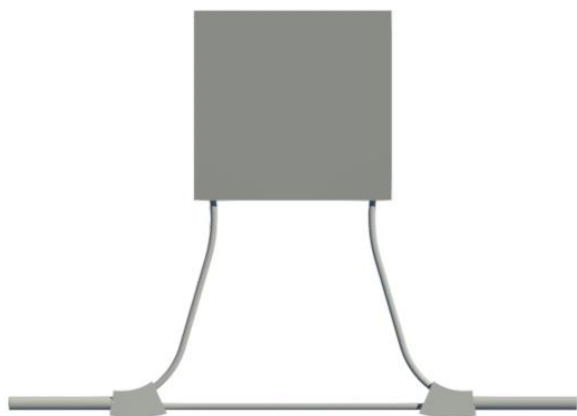


Рисунок 3 – Концептуальная модель тоннелей

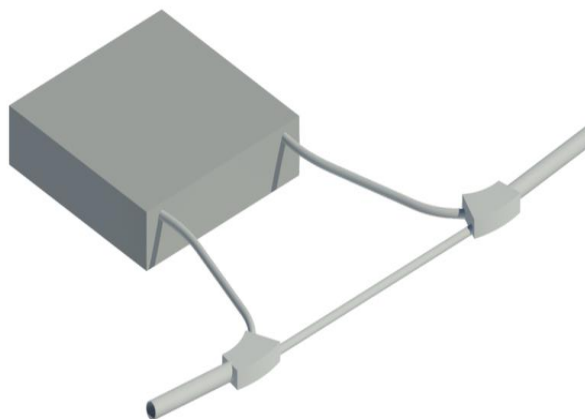


Рисунок 4 – Аксонометрия паркинга



Рисунок 5 – Восточный фасад



Рисунок 6 – Поперечный разрез

Так как основным материалом для строительства является бетон, важным фактором является его способность выдерживать различного рода нагрузки. Однако, будучи в застывшем виде, бетон имеет свойство деформироваться (трескаться) по истечении определённого промежутка времени. Поэтому в качестве материала, используемого при строительстве данного многофункционального комплекса, выступает инновационный самовосстанавливающийся бетон.

Компонентом, способствующим «заживлению» трещин в конструкции из самовосстанавливающегося бетона является гриб *Trichoderma reesei*, который подмешивается в классическую бетонную смесь. Из полученного раствора был сделан элемент строительной конструкции и спустя время на его теле были созданы трещины искусственным путём. Поведение до этого спящего грибка отображено на Рис. 7.

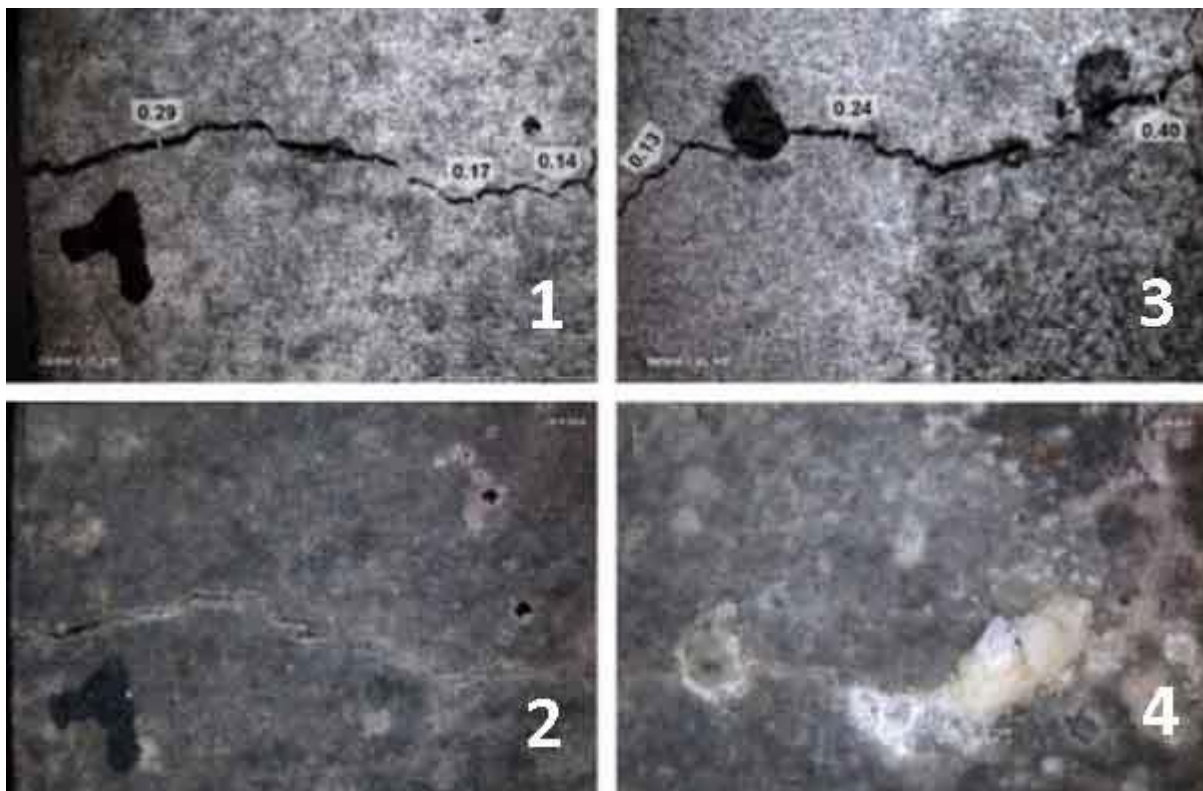


Рисунок 7 – Результат действия грибка: 1,3 – состояние на момент образования трещины; 2,4 – состояние, спустя 100 дней после активации грибка

При проникновении воды и кислорода в трещины, споры *Trichoderma reesei* начинают прорастать. В результате этого процесса образуется карбонат кальция, который заполняет собой трещины. При этом восстановившаяся таким образом конструкция практически не теряет ничего в прочности.

Ещё одним преимуществом данного материала является возможность экономии бюджета, так как необходимость в постоянном редком ремонте конструкций отсутствует. Таким образом, строение, построенное из такого бетона, будет гораздо надёжнее и экономически выгоднее.

Литература:

1. Самовосстанавливающийся бетон – строительный материал будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zetsila.ru/самовосстанавливающийся-бетон/#i> — Дата доступа: 10.05.2020.
2. Самовосстанавливающийся бетон способен самостоятельно «залечивать» трещины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://building-tech.org/samvosstanavlivajushhjsja-beton/> – Дата доступа: 10.05.2020.
3. Самозалечивающийся бетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://diyb.ru/samvosstanavlivayushhjsya-beton.html> – Дата доступа: 10.05.2020.

ПЕРВЫЕ СОВЕТСКИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: ПОПЫТКИ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МОСТОСТРОЕНИИ

*Гивиль Максим Александрович, студент
кафедры «Мосты и тоннели»*

*(Научные руководитель – Ляхевич Г.Д., докт. техн. наук, профессор;
Гречухин В.А., канд. тех. наук, доцент; Ходяков В.А., старший преподаватель)*

В настоящее время проблемы с экологией выходят на передний план. Автомобили с двигателем внутреннего сгорания играют не маленькую роль в загрязнении окружающей среды, т.к. выхлопные газы автомобилей состоят из огромного количества веществ (Рис. 1.), которые вредят не только окружающей среде, но и на прямую здоровью человека.

	Бензиновые двигатели	Дизели[скрыть]
N ₂ , об. %	74—77	76—78
O ₂ , об. %	0,3—8,0	2,0—18,0
H ₂ O (пары), об. %	3,0—5,5	0,5—4,0
CO ₂ , об. %	0,0—16,0	1,0—10,0
CO*, об. %	0,1—5,0	0,01—0,5
Оксиды азота*, об. %	0,0—0,8	0,0002—0,5
Углеводороды*, об. %	0,2—3,0	0,09—0,5
Альдегиды*, об. %	0,0—0,2	0,001—0,009
Сажа**, г/м ³	0,0—0,04	0,01—1,10
Бензпирен-3,4**, г/м ³	10—20·10 ⁻⁶	10×10 ⁻⁶

Рисунок 1 – Состав выхлопных газов

С целью уменьшения количества вредных выбросов в 1981 году начали производить первые советские электромобили ВАЗ – 2801 “Электро” (Рис. 2). Выпускали их в Воложине, за всё время было выпущено всего 47 штук. Большая часть отправлена на территорию нынешней Украины.



Рисунок 2 – ВАЗ - 2801

Данный автомобиль не сильно отличался в размерах от других. Его длина равнялась 4000 мм, ширина – 1611 мм, высота – 1400 мм. Масса в снаряженном состоянии была равна 1615 кг. ВАЗ – 2801 имел грузоподъемность 340 кг. При движении со скоростью 40 км/ч, запас хода был равен 110 км. Мощность двигателя составляла 25 кВт.

“Электро” был очень похож на “Двойку” (Рис. 3). Отличием являлся металлический кузов, т.к. в нем не было задних дверей и окон, а вместо них был люк, через которых можно было добраться к аккумуляторам.

Электро



Двойка



Рисунок 3 – “Электро” и “Двойка”

Данные электромобили могли приобрести популярность в свое время, но наличие таких минусов, как сложность подзарядки, малый запас хода, дополнительный вес аккумуляторов и т.д., делало невозможным активное использование электромобилей в то время.

Если бы данные автомобили получили широкое распространение, последствием оказалось бы изменение грузоподъемности мостов. Т.к. электромобили сами по себе тяжелее автомобилей с двигателем внутреннего сгорания и при массовом использовании увеличилась бы нагрузка на мостовые сооружения.

Увеличение численности современных электромобилей может привести к изменениям в нормах по грузоподъемности, пересмотру и возможному усилению существующих мостов.

Литература:

1. Академик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/railway/2894/УСИЛЕНИЕ>– Дата доступа: 15.09.2016
2. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромобиль>– Дата доступа: 18.05.2020
3. Drive2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/999903/> – Дата доступа: 13.03.2014
4. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Выхлопные_газы– Дата доступа: 18.05.2020

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ПОДЗЕМНОЙ НАВИГАЦИИ ФИРМЫ ACS-II

Гивиль Максим Александрович, студент

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Для чего нужна навигация? Сама по себе навигация необходима для создания ориентации в пространстве. Она используется во всех сферах жизни человека. Для того, чтобы ориентироваться на поверхности, человеку достаточно открыть обычный навигатор. Но их минусы в том, что они бесполезны под землей и не могут выполнить нужные функции, которые необходимы при строительстве тоннелей.

Как только человек решил освоить подземное пространство, он сразу столкнулся с проблемой невозможности навигации (Рис. 1). В настоящее время люди используют автоматические системы навигации, которые позволяют в режиме реального времени определять положение тоннелепроходческих щитов.

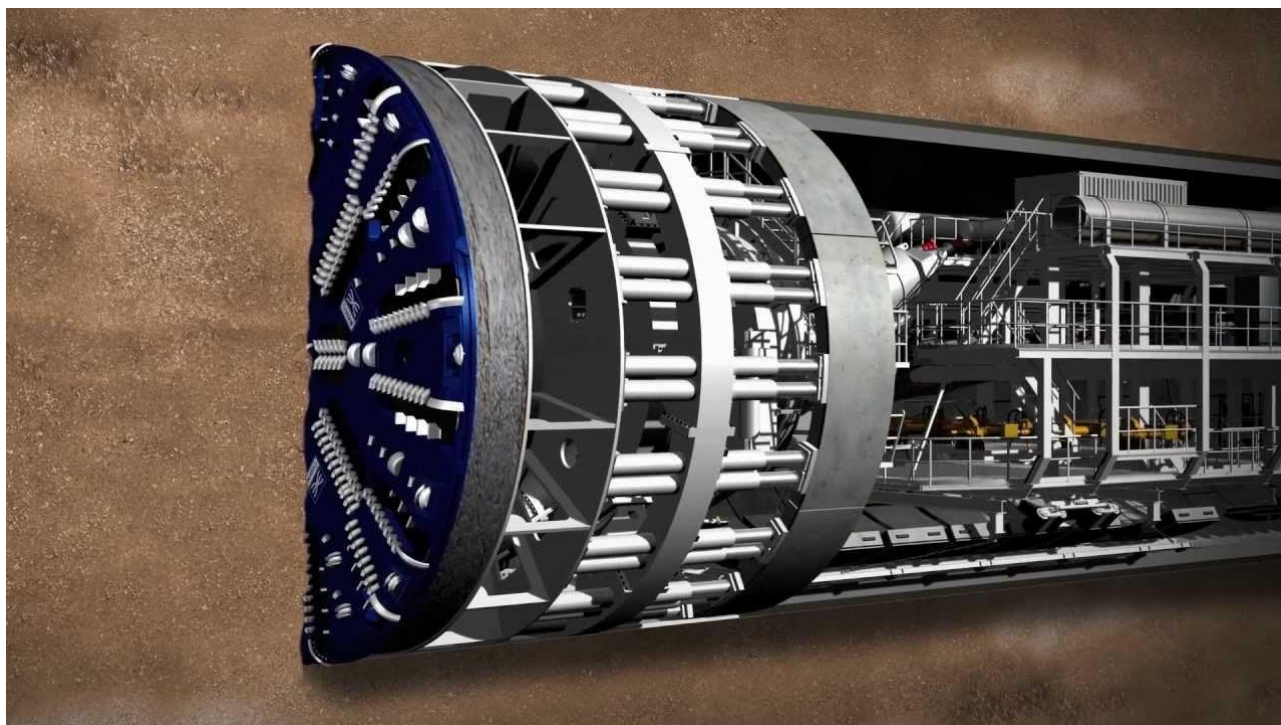


Рисунок 1 – тоннелепроходческий щит в земле

Очень популярными на данный момент являются системы навигации SN-PAI (Российского производства), SLS и ACS-II (Германского производства).

Система ACS-II принадлежит компании TACS GmbH.

Она включает в себя:

1. Тахеометр со встроенным лазером
2. Видео мишень
3. Модем UPS
4. Кабели для питания и передачи данных
5. Двухосный инклинометр
6. Распределительный щит
7. Компьютер

Работа данной системы основывается на пересчёте координат, полученных двумя камер с лазерных точек расположенных на одной прозрачной палетке из оргстекла и второй не прозрачной. Далее исходя из полученных координат определяют смещение щита.

Литература:

1. Академик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1600358>– Дата доступа: 15.07.2015
2. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Подземная_навигация– Дата доступа: 05.11.2018
3. Status [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ivstatus.ru/zachem_nuzhna_navigaciya– Дата доступа: 21.06.2018

OXIFREE UK ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

*Головач Максим Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Оxifree UK лидирует в производстве антикоррозийной защиты металлов в Великобритании и Европе. Они обеспечивают решение проблемы с коррозией. Оxifree экологически чистое, органическое, смоляное вещество, которое создает защитный слой на металле. Он защищает металлические поверхности от воздействия на них коррозии. Оxifree (TM198) легкое в нанесении. Это распыляемое полимерное покрытие может быть использовано на всех типах металлических компонентов. (Рис. 1-2).



Providing a cost effective solution to corrosive problems by delivering a protective shield to metals

Рисунок 1 – Оxifree на трубопроводе



Рисунок 2 – Оxifree на мосте

Он был разработан для использования на объектах, таких как мосты и клапаны на трубопроводах. (Рис. 3).



Рисунок 3 – Применение Оxifree

Коррозия является большим риском в безопасности морских объектов. Защита от коррозии обычно обеспечивается краской, смазкой, цинкованием, никелированием или использованием стойких сплавов, которые могут оказаться дорогостоящими.

Oxifree прошел обширные испытания и в настоящее время является предпочтительным антикоррозийным средством для таких компаний, как CoP, BP, Petrobas, Centrica и VPI, SSE.

Литература:

1. Выбор антикоррозийного покрытия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.offshore-technology.com/> – Дата доступа: 16.05.2020.
2. Oxifree [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.oxifree.com/> – Дата доступа: 16.05.2020.
3. Oxifree at Seal For Life Industries [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://twitter.com/oxifreeglobal> – Дата доступа: 16.05.2020.

ДОБАВКА FAIRY В БЕТОН

*Головач Максим Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для проверки данного эксперимента проведен ряд испытаний. Был замешан бетон с пластификатором в виде 2% «Fairy» и помещен в форму кубика, также был залит кубик бетона без добавления добавки. Замес бетона производился скоростным миксером.

После 28 суток произошло контрольно-измерительное взвешивание образцов. Масса бетона без добавок составила 2,212 килограмма, а образца с fairy 1,978 килограмма, что свидетельствует вовлечению воздуха в бетон.

Следующее испытание заключалось в проверке прочности бетона. (Рис. 1). Была заложена марка М200. Образец чистого бетона показал прочность в 19 МПа, что соответствует норме. Испытание образца с fairy показало прочность в 7,6 МПа что составило снижение на 58% от нормы.



Рисунок 1 — compression tester

Прочность бетона в 7,6 МПа соответствует марке 50-75 кН. Это испытание дало понять, что добавление fairy в бетон недопустимо.

Литература:

1. Beton [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://beton.ru/>– Дата доступа: 21.05.2020

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ СТАМБУЛ (ТУРЦИЯ). ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ ТОННЕЛЕЙ

*Головач Максим Сергеевич, 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 Краснодар, Россия. Было принято решение разгрузить перекресток на пересечении улиц Красная и Захарова (Рис.1-2) с помощью транспортного тоннеля. Также, из экономических соображений, было принято решение о строительстве многофункционального подземного комплекса, включающего в себя паркинг. Была разработана концептуальная модель (Рис.3-8).



Рисунок 1 – Карта с учетом пробок в 9 баллов

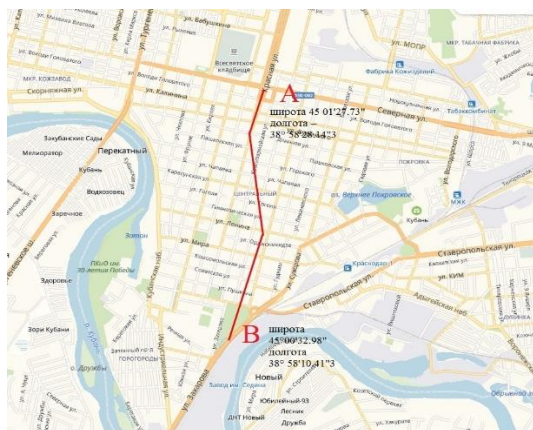


Рисунок 2 – Архитектурно-планировочное решение въезда/выезда в тоннель

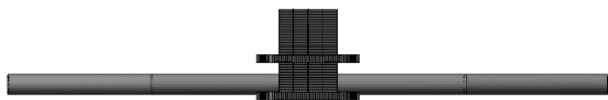


Рисунок 3 – Концептуальная модель тоннелей

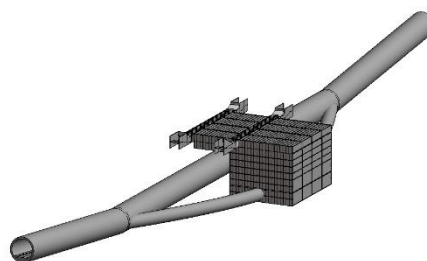


Рисунок 4 – Аксонометрия паркинга

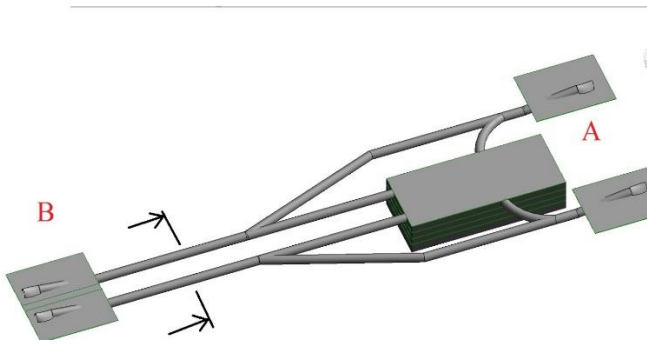


Рисунок 5 – Концептуальная 3D модель проектируемого тоннеля с подземным комплексом

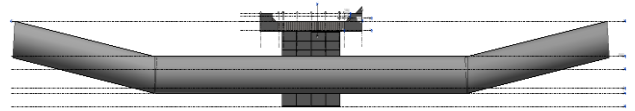


Рисунок 6 – Восточный фасад

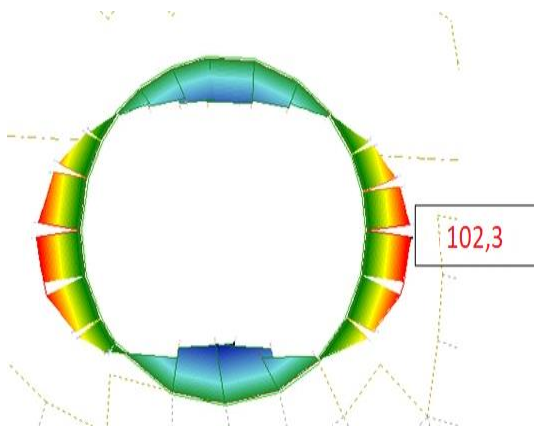


Рисунок 7 – Эпюры моментов, возникающие в конструкции железобетонной обделки

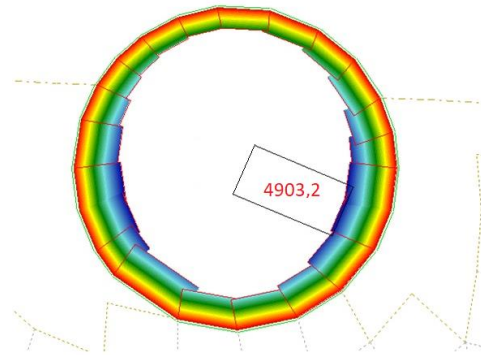


Рисунок 8 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции железобетонной обделки

Вопрос вентиляции тоннелей очень важен. Zitrón предлагает системы вентиляции для тоннелей и метро, устанавливая поперечные и продольные вентиляции. Компания участвует в подземных проектах, начиная с начальных этапов земляных работ (временная вентиляция) и заканчивая их полной эксплуатацией (постоянная вентиляция). (Рис. 9-10).



Рисунок 9 – Постоянная вентиляция



Рисунок 10 – Временная вентиляция

Компания Zitrón предлагает инновационные вентиляционные решения для метрополитенов и туннелей. Помогает решать проблемы, возникающих в условиях высокой агрессивности окружающей среды. (Рис. 11).

Что касается систем вентиляции автодорожных туннелей, то компания Zitrón сосредоточена на создании надежных систем, способных проветривать туннели во всех условиях движения, и при возникновении аварийных ситуаций для борьбы с дымом. (Рис. 12).



Рисунок 11 – Продукция компании Zitrón



Рисунок 12 – Автодорожный туннель

Существуют осевые и струйные вентиляторы. Согласно условиям работы, вентиляторы можно изготовить или для горизонтальной, или вертикальной вытяжки. Традиционно в туннельных системах вентиляции использовались горизонтальные вентиляторы, устанавливаемые в вентиляционных помещениях. В настоящее время для оптимизации имеющегося подземного пространства все чаще используются вертикальные вентиляторы. Zitrón имеет большой опыт в вертикальных вентиляторах, которые были поставлены в самых последних проектах во всем мире. (Рис. 13).



Рисунок 13 – Струйный вентилятор

Литература:

1. Выбора вентиляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zitron.com/> --
Дата доступа: 16.05.2020.
2. Учебно-методическая литература [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://www.studmed.ru/> – Дата доступа: 16.05.2020.

ВАКУУМНАЯ ПРОПИТКА ДРЕВЕСИНЫ

*Гречаник Александр Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Широкое распространение древесины и ее природная возобновляемость веками приводит специалистов к мыслям о создании новых и усовершенствовании устоявшихся методов, а также технологий ее обработки для получения нужных качеств материала и достижения соответствующих результатов.

Конструкционные элементы из древесины, используемой в чистом виде, можно с большой долей уверенности отнести к самым капризным, требующим постоянного надзора и должного ухода конструкциями. Для увеличения срока службы таких зданий и сооружений прежде, чем древесина поступит на строительную площадку, применяют множество различных этапов обработки от механических до гидротермических, одним из которых следует выделить вакуумную пропитку или импрегнацию. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Помещение древесины в вакуумный агрегат

Популярные на сегодняшний день натуральные, синтетические и смешанные пропитки не позволяют достичь требуемых физических качеств

материала, одной из причины является факт о том, что пропиточные вещества проникают всего на несколько миллиметров вглубь древесины. В свою очередь вакуумная обработка достигает невероятных успехов, проникая вглубь дерева на 50 мм, она обрабатывает все поры и трещины.

Ещё одной особенностью вакуумной пропитки является то, что с её помощью можно изменить цвет дерева как снаружи, так и в структуре разреза. (Рис. 2), что может сократить расходы на лакокрасочные материалы для придания нужной цветовой гаммы изделию.



Рисунок 2 – Отделочный материал после автоклавной обработки

Технология пропитки в автоклаве заключается в том, что сначала делают вакуум, он открывает поры дерева, то есть подготавливает к пропитке. Потом гидравлическим давлением до 12 атмосфер наносят соль металла. Далее еще раз делают вакуум, он убирает излишки консерванта с поверхности древесины и укрепляет состав в ее порах. Защитный состав глубоко фиксируется в материале и его невозможно удалить.

Древесина является материалом с огромным наличием пор, что служит идеальной средой для размножения различных грибков, бактерий и различных микроорганизмов. После обработки в автоклаве, дерево получает пропитку,

которая проникает во все, даже самые далекие, поры и приводит к гибели микроб. Ни один из способов обработки не достиг таких показателей.

Также этот способ подойдет и для тех случаев, где на пиломатериале уже развивается грибок. После пропитки в вакууме он уйдет.

Данный способ обработки считается одним из самых успешных в мире, но единственным минусом является дороговизна вакуумной установки, и себестоимость такого материала может превысить ожидаемые цифры. Но эту задачу с легкостью решает производство в промышленных масштабах.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sushilnye-kamery.ru/blog/vakuumnaya-propitka-impregnaciya/> - Дата доступа: 14.05.2020
2. Национальный правовой Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kraska.guru/specmaterialy/zashhita-drevesiny/vakuumnaya-propitka.html> - Дата доступа: 14.05.2020

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

Гречаник Александр Сергеевич, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Для оптимизации движения был разработан железнодорожный тоннель в Италии, соединяющий между собой два городка – Навелли и Капистрано. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Трассировка и продольный профиль тоннеля

При строительстве данного тоннеля было принято решение об использовании такой инновации как: система изолированных рельсовых блоков (EBS).

В настоящее время, основным типом конструкции железнодорожного пути является путь на деревянных шпалах, замоноличенных в путевой бетон. Дерево как материал очень надёжно, но капризно. Оно подвергнуто усыханию, гниению, растрескиванию, что приводит к отслоению от бетона и, как следствие этому, большим затратам на устранение неполадок. Также эта конструкция имеет такие недостатки как: повышенный уровень шума и вибрация, что приводит к дискомфорту при поездке пассажиров, а также распространению вибраций по конструкции тоннеля. Система изолированных рельсовых опорных блоков (EBS) – это путь к решению всех проблем.

Рельсовые опорные блоки (EBS) – это безбалластные конструкции пути, прикрепленные к отдельным блочным опорам и омоноличены путевым бетоном.

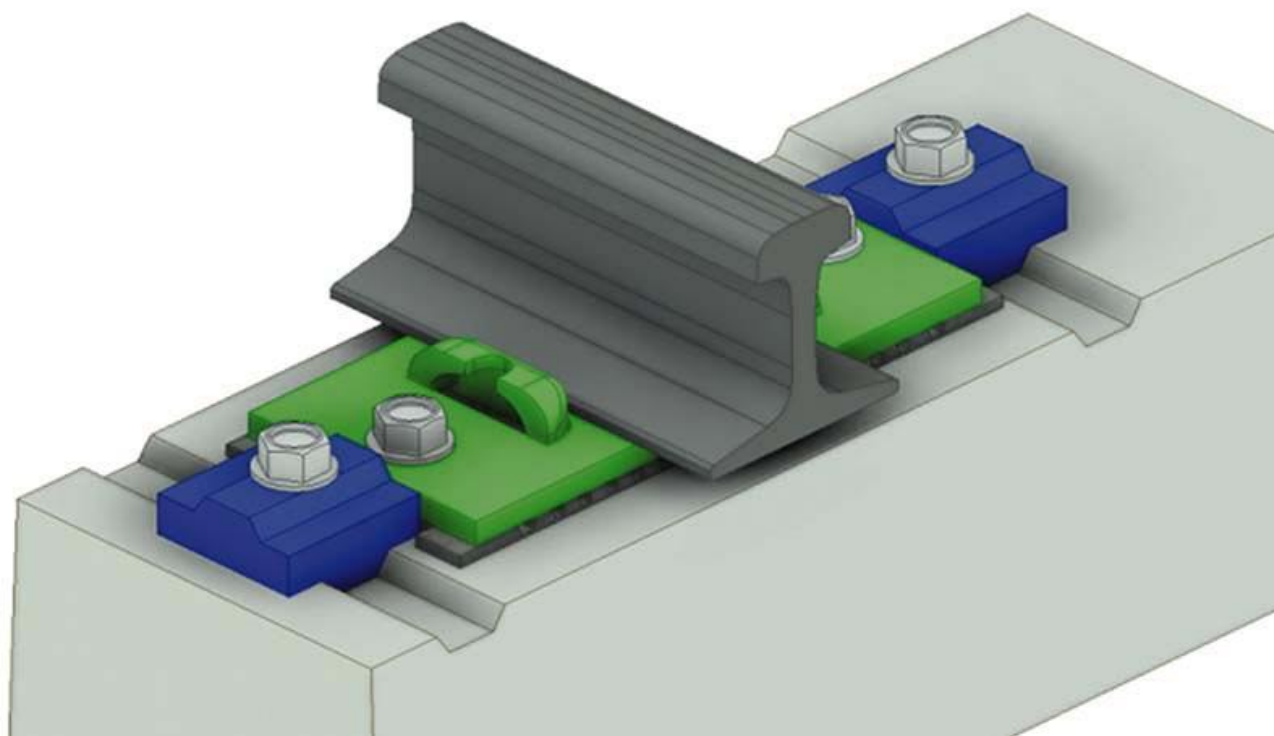


Рисунок 2 – Рельсовый опорный блок

Достоинства системы: Полное изготовление на заводе, устранение вибраций и лишних шумов, повышенный комфорт передвижения, снижение затрат на обслуживание, лёгкость при монтаже конструкции, уменьшение поперечного строения тоннеля, долговечность в агрессивной среде.

Использование этой системы позволяет нам увеличить долговечность и надёжность сооружений, улучшить технические характеристики путей, а также улучшить качество поездки по железнодорожным путям.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eav.ru/publ1.php?publid=2016-03a25> – Дата доступа: 05.05.2020.
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.by> – Дата доступа: 05.05.2020.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В ГРЕЦИИ

*Гринкевич Илья Вадимович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы было выбрано два города в Греции – Айос Закхариас и Монополи. 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 с прилегающим к нему развлекательным комплексом.



Рисунок 1 – Карта существующих дорог

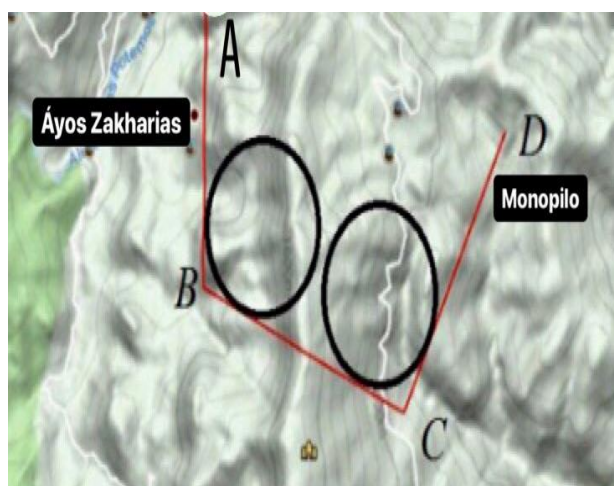


Рисунок 2 – Запроектированный тоннель

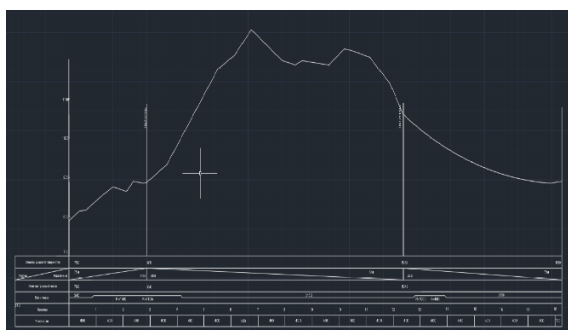


Рисунок 3 – Продольный профиль

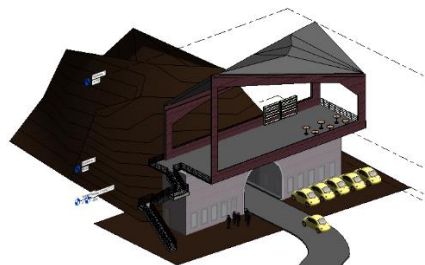


Рисунок 4 – Концептуальная модель портала

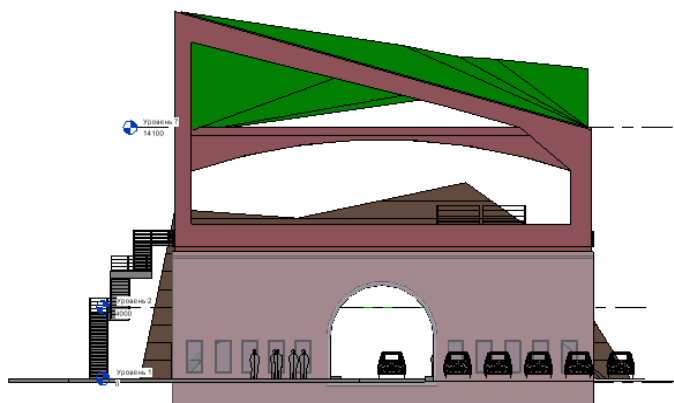


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - западный)

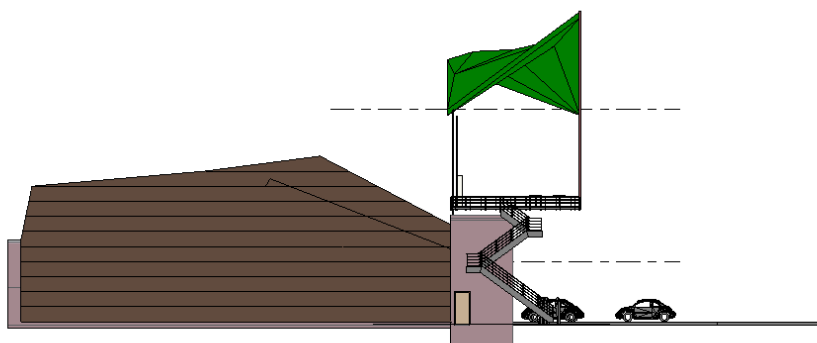


Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (фасад – северный)

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

- оборудование в прилегающем здании центра управления и наблюдения за системами безопасного движения;
- устройства в верхней части здания, прилегающего к порталу смотровых площадок;
- устройство ресторана и столиков для приема пищи.

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

Тоннель спроектирован в один ярус для возможности движения автомобилей. Это решение позволит сократить время переезда из Монополи до Айс Закхариас, что в свою очередь разгрузит объездные дороги и привлечет поток жителей других городов и туристов.

При эксплуатации тоннеля могут возникать различные чрезвычайные ситуации. В связи с тем, что пространство внутри тоннеля ограничено, они несут особенную опасность для людей и для самой конструкции тоннеля. Для эффективной борьбы с происшествиями и минимизации ущерба и жертв среди

людей, в тоннелях используют разные устройства, ниши, камеры и участки для экстренной остановки транспортных средств.

В достаточно протяженных тоннелях для своевременного устранения аварий, вынужденной остановки, при неисправности транспортного средства или в других чрезвычайных ситуациях, при которых человек подвергает опасности свою жизнь и жизни участников дорожного движения, применяют технологию установления специальных камер. Размеры этих камер должны соответствовать размеру автомобиля, для того чтобы была возможность разместить в ней автомобиль. Они также могут использоваться автомобилем для совершения маневра в случае необходимости, для укрытия людей, а также для размещения в них оборудования.

Для того чтобы было возможно ликвидировать пожар, в тоннелях устанавливают противопожарные водопроводы в виде проходящей сети трубопроводов. На расстоянии каждые 150 метров по длине в специализированные места оснащают огнетушители до 6 кг и другие средства для устранения пожара на начальном уровне его развития. В этом же месте должны находиться различные аварийные материалы и инструменты. В большинстве тоннелей устанавливают систему, сигнализирующую о возникновении возгорания, в виде датчиков, которые реагируют на изменения температуры и дают сигнал в помещение диспетчера. В это время включается аварийное освещение, у порталов включаются запрещающие световые сигналы, и устанавливается режим вентиляции.

В последнее время в современных тоннелях устанавливают систему пожаротушения. При срабатывании датчиков максимальной температуры происходит автоматическое включение системы пожаротушения. Для быстрого устранения дыма в случае пожара устанавливают дополнительную вентиляцию, которая при пожаре автоматически открывается. Одновременно закрывается вытяжное отверстие. Для того чтобы обогреть проезжую часть применяют водонагреватели, заложенные в проезжую часть, по ним пускают горячую воду. Также применяют электронагреватели.

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.

ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ЛАУТЕРБРУННЕН (ШВЕЙЦАРИЯ)

Епихов Владислав Игоревич, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

В районе города Лаутербруннен (Швейцария) в рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован железнодорожный тоннель. Проект строительства предусматривает сооружения железнодорожного тоннеля, который берет своё начало от железнодорожного вокзала в г. Лаутербруннен, и в конце соединяется с существующей железной дорогой в районе городка Люченталь (Рис. 1).

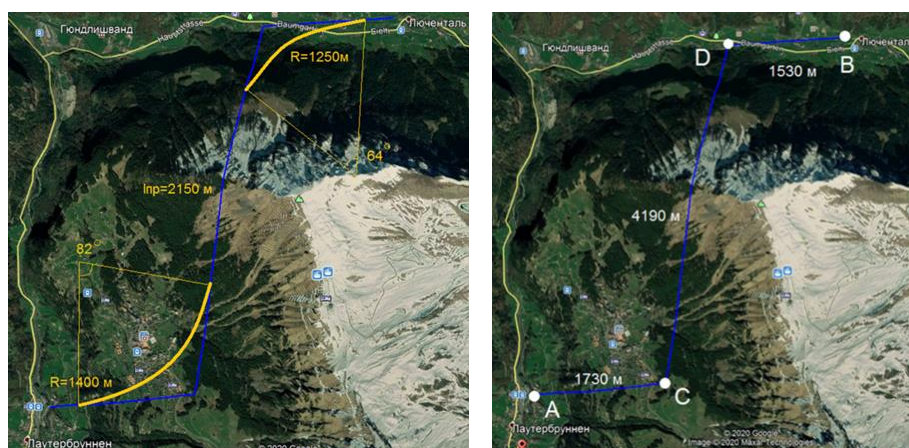


Рисунок 1 – Трасса тоннеля

Новая подземная транспортная «артерия» поспособствует повышению пропускной способности в регионе, сократиться время поездки, а следовательно, будут снижаться расходы на перевозки.

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 7,45 км с двумя углами поворота радиусами 1400 и 1250 метров соответственно. Максимальный уклон не превышает 30‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения железнодорожного транспорта в тоннеле составляет не более 100 км/ч, что соответствует II категории линии.

Для предотвращения осыпания грунта на входе тоннеля под поверхность земли, были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет собой конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведение ограждающей конструкции с примыканием к ней 2-х этажного здания, в

котором размещаются социально значимые объекты, такие как кафе (в 2-х уровнях) и тренажерный зал.

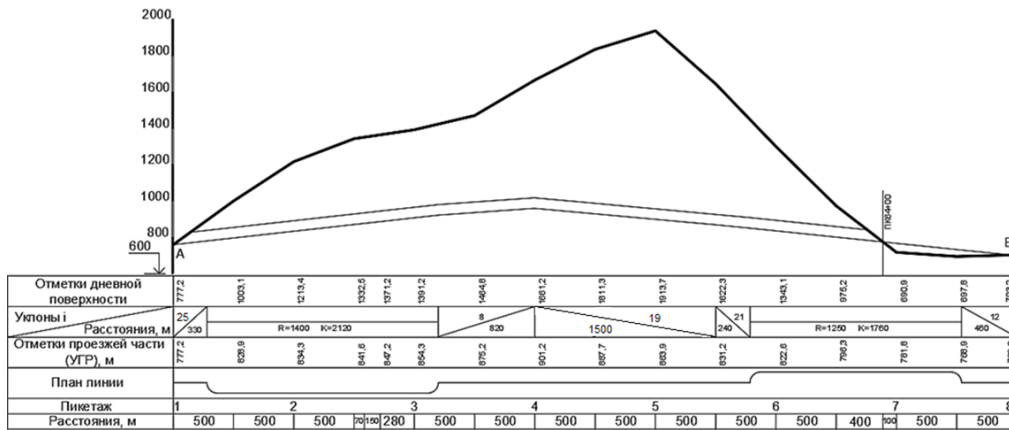


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля



Рисунок 3 – Восточный фасад



Рисунок 4 – Южный фасад

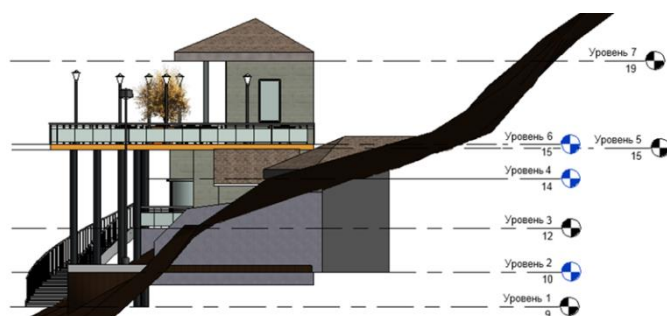


Рисунок 5 – Общий вид портала



Рисунок 6 – Разрез

Поскольку проектируемый железнодорожный тоннель имеет протяженность более 3000 м в нем предусмотрены дополнительные эвакуационные выходы в штольню безопасности (Рис. 7,8), имеющую выход на поверхность. Между тоннелем и сервисной штольней устроены сбойки через каждые 350 м. Бетонирование сервисной штольни (Рис. 9) в данном проекте будет происходить следующим образом:

1. Вначале идёт проходка сервисной штольни, после этого производится бетонирование её постоянной обделки.
2. С монтажной тележки ведётся монтаж арматуры обделки.
3. Бетонируются свод и стены постоянной обделки. Бетон доставляется и укладывается по бетоноводу.
4. Как только бетон набрал не менее 80 % проектной прочности производится контрольное нагнетание раствора за обделку.
5. В конце чистый пол и обратный свод штольни. Бетонирование ведётся секциями с обязательным устройством деформационных швов.



5.

Рисунок – 7 Поперечный разрез

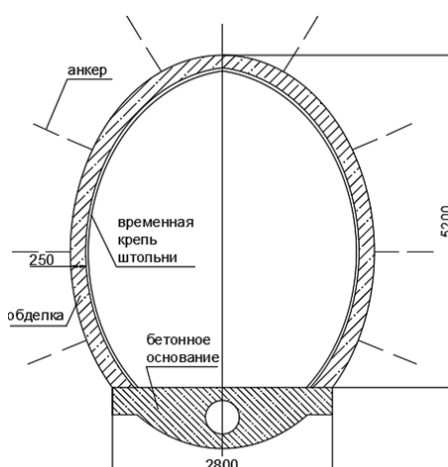


Рисунок 8 – Набрызгбетонирование штольни сервисной штольни

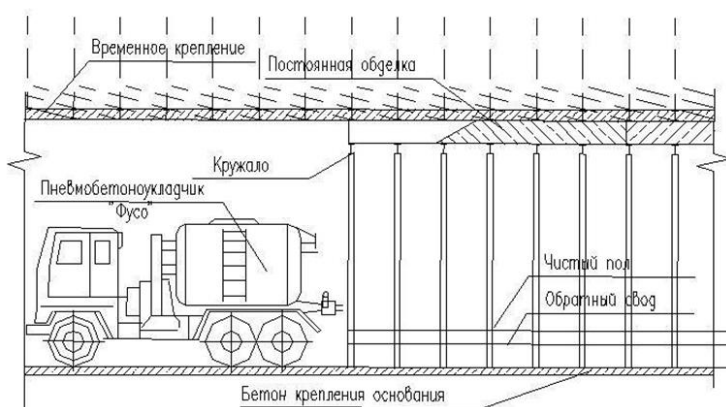


Рисунок 9 – Бетонирование штольни

При набрызгбетонировании штольни применяется инновационный бетонный раствор, который под действием струи не позволяет предыдущему нанесенному слою на поверхность отпадать. В состав этого раствора входит особый пластификатор на основе триоктилтримилитата (ТОТМ), который улучшает втапливание свежего слоя в ранее нанесенный. К тому же он

позволяет сэкономить до 10% цемента, увеличить сохранность смеси при транспортировке, а также повысить водонепроницаемость и морозостойкость смеси, что немало важно в подземном строительстве.

Литература:

1. Храпов В.Г. Тоннели и метрополитены: учеб.-метод. пособие, - М.: Транспорт, 1989. - 383 с..
2. Интернет источник: <https://stroystandart.info/index.php?name =files&op=view&id=3641>

ОСОБЕННОСТИ МУФТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ

Жинь Владимир Александрович, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Надежная стыковка несущей арматуры является крайне важной задачей в современном строительстве. И если раньше соединения выполнялись, как правило, с помощью сварки или обвязки, то сейчас активно внедряется технология муфтового крепления. Пример муфты представлен ниже. (Рис. 1).

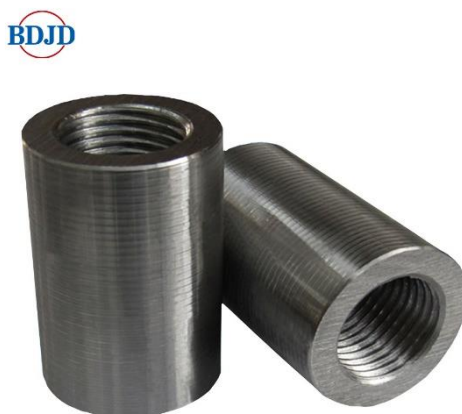


Рисунок 1 – Муфта

Муфта представляет собой полый металлический цилиндр с определенной схемой фиксации в нем двух торцов арматуры. Также внутри цилиндра может быть установлена перегородка. Диаметр муфты соответствует диаметру закрепляемого в ней стержня. Стоит отметить, что существуют муфты как для соединения арматурных стержней одного диаметра, так и разных. Такие муфты называются переходными.

По принципу фиксации арматуры, муфты бывают 3 типов: обжимные, болтовые и резьбовые.

Обжимные муфты фиксируются на арматуре с помощью обжима, который выполняется с помощью специального гидравлического оборудования. В качестве примера данного оборудования приведу комплект оборудования для механического соединения арматуры методом опрессовки PRESKO. (Рис. 2).



Рисунок 2 – PRESKO

В болтовых муфтах присутствуют отверстия для болтов, с помощью которых, собственно, и происходит фиксация на арматуре. Данная система наиболее универсальна, так как ее возможно применить к арматуре любого диаметра. (Рис. 3).



Рисунок 3 – Болтовая муфта

Резьбовые муфты крепятся на арматурных стержнях при помощи резьбы, нанесенной на внутренней поверхности самой муфты. Также необходимо нанесение резьбы и на закрепляемый конец арматурного стержня. Тип резьбы может быть коническим либо прямым. (Рис. 4).



Рисунок 4 – Муфта с конической резьбой

В заключение хочется отметить преимущества и недостатки данного типа крепления арматуры. Плюсы: ускорение строительства; универсальность; уменьшение потребности в квалифицированных сварщиках; удобство в работе; экономия материала. Минусы: уменьшение толщины металла, а вследствие этого, и уменьшение прочности арматурного стержня; дороговизна как самих муфт, так и необходимого оборудования, например, гидравлического пресса.

Литература:

1. Механические опрессованные соединения арматуры PRESKO Технические условия. ООО «НИИЖБ» 14.06.2012 г.
2. Механические соединения арматуры CONCON Технические условия. ООО «ЭкоСтройПроект» 12.03.2012 г.
3. Соединения арматуры механические «LENTON» производства фирмы ERICO. ООО «НИИЖБ» 2005 г.
4. Технологическая карта на применение обжимных муфт PreSKO при армировании монолитных железобетонных конструкций. ЗАО «ОРГСТРОЙ» 2020 г.

ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА, СОВМЕЩЕННАЯ С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОДЗЕМНЫМ КОМПЛЕКСОМ

*Жинь Владимир Александрович, 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 Уичито, США. Было принято решение разгрузить перекресток на пересечении улиц N Woodlawn Blvd и E 13th St N (Рис.1-2) с помощью транспортного тоннеля. Также, из экономических соображений, было принято решение о строительстве многофункционального подземного комплекса, включающего в себя торгово-развлекательный центр. Была разработана концептуальная модель (Рис.3-8).

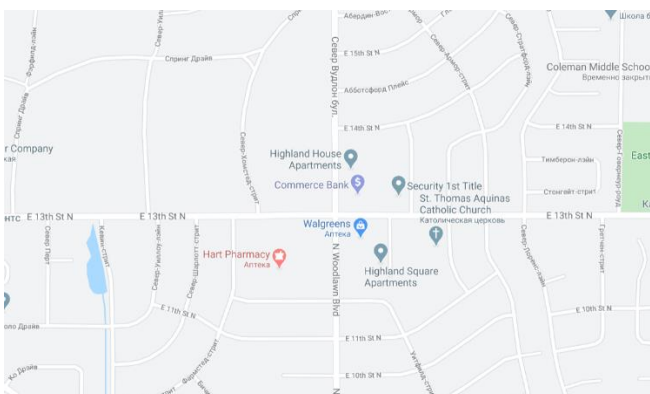


Рисунок 1 – Карта



Рисунок 2 – Генплан, координаты начальной и конечной точек и проектируемого тоннеля

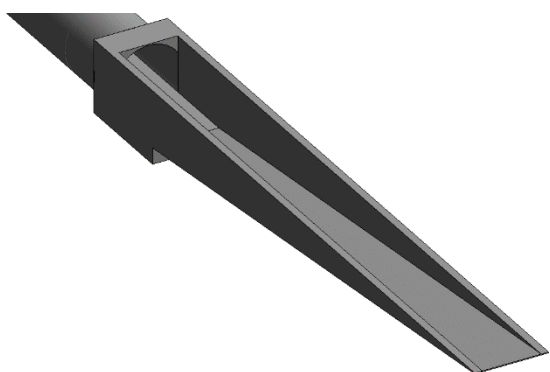


Рисунок 3 – Концепция портала тоннеля в точке Б

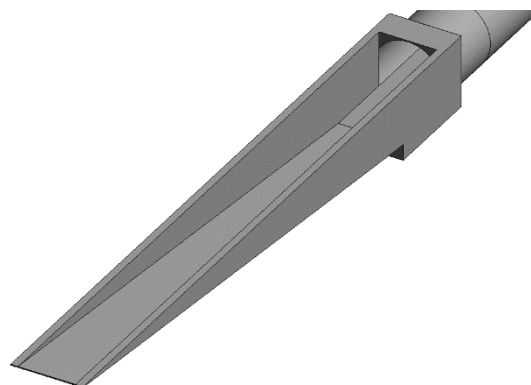


Рисунок 4 – Концепция портала тоннеля в Точке А

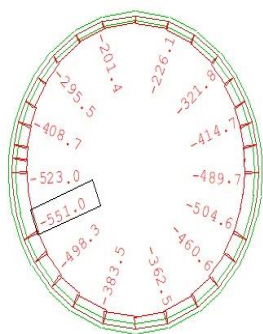


Рисунок 5 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершения строительства тоннеля в разрезе.

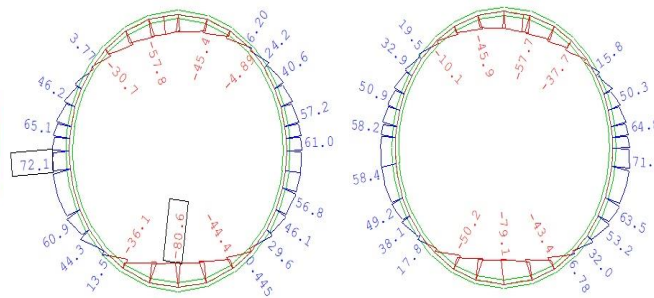
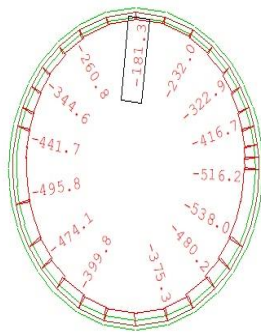


Рисунок 6 – Эпюра моментов, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершения строительства тоннеля в разрезе

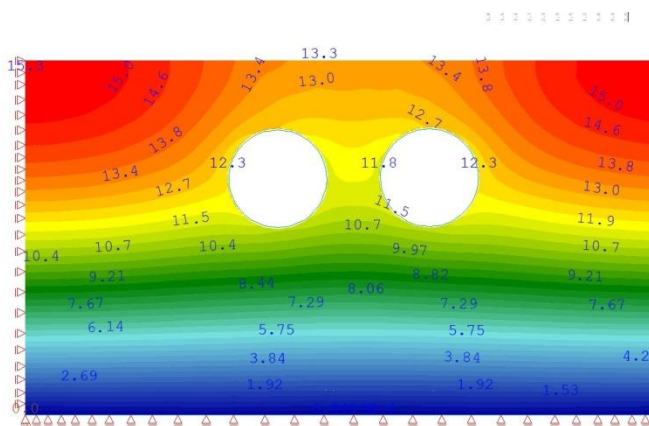


Рисунок 7 – - Изополя перемещений совместно с конструкцией железобетонной обделки

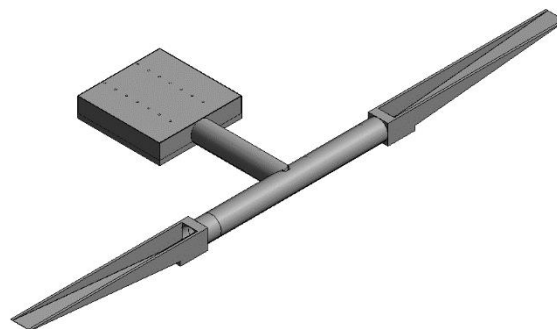


Рисунок 8 – Аксонометрия паркинга

В данном проекте было принято решение использовать инновационную систему связи, работающую по стандарту TETRA.

Данная установка представляет из себя систему удаленных антенн и оптоволоконную распределительную сеть, в центре которой находится оптический мастер-блок (optical master unit). Данный мастер-блок преобразует радиочастотные сигналы в модулированный свет и обратно, позволяя эффективно обмениваться сигналами с удаленными антенными блоками по всему туннелю.

С помощью данной системы возможно обеспечить отвечающую всем современным стандартам качества связь. Это позволит посетителям подземного комплекса с удобством пользоваться привычными для них устройствами и не чувствовать себя отделенными от внешнего мира. Также это существенно повысит безопасность во всем комплексе, так как с помощью данной системы

связи можно будет в кратчайшие сроки связаться с необходимыми службами в случае происшествия.

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.
6. newelectronics. Innovations in radio technology to improve transport tunnel safety [Electronic resource] – Mode of access: <https://www.newelectronics.co.uk/electronics-technology/innovations-in-radio-technology-to-improve-transport-tunnel-safety/150036/> – Date of access: 28.05.2020.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ФУДЗИ (ЯПОНИЯ)

Жишкевич Никита Игоревич, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован железнодорожный тоннель в районе города Фудзи (Япония). Подземное сооружение поспособствует улучшению транспортной логистики региона, привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.



Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 12,1 км с двумя углами поворота радиусом 800 и 1000 метров. Максимальный уклон проезжей части не превышает 1% (Рис. 2). Расчетная скорость движения железнодорожного транспорта в тоннеле будет составлять 60-90 км/ч.

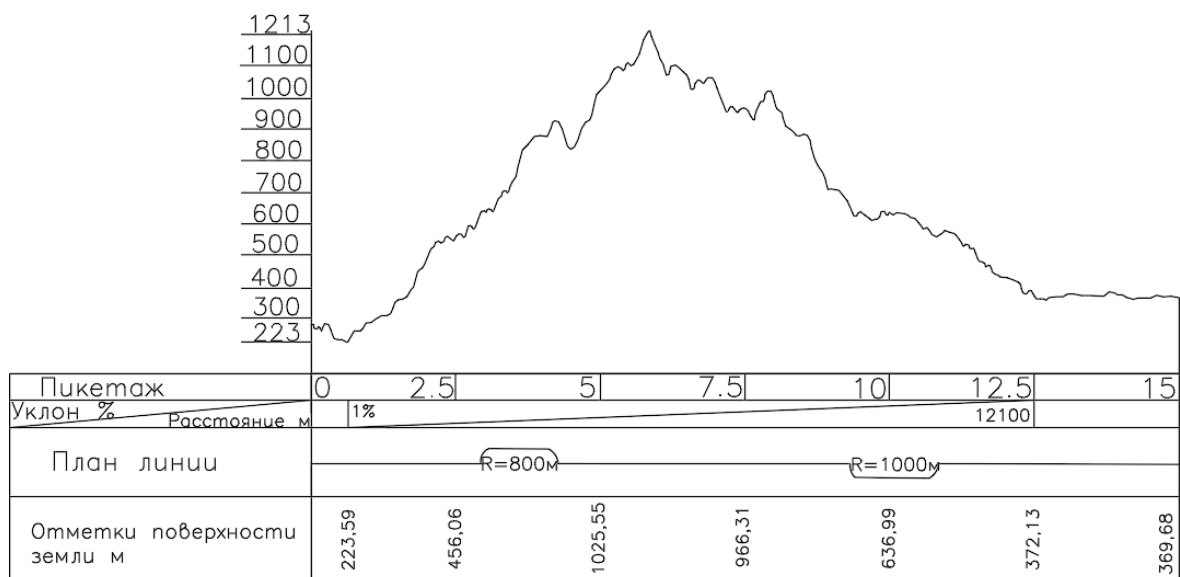


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, рядом с которым будут размещаться необходимые для полного функционирования подземной магистрали системы. В части здания разместятся объекты социального и логистического назначения (ресторан быстрого питания, логистический центр, парковка).

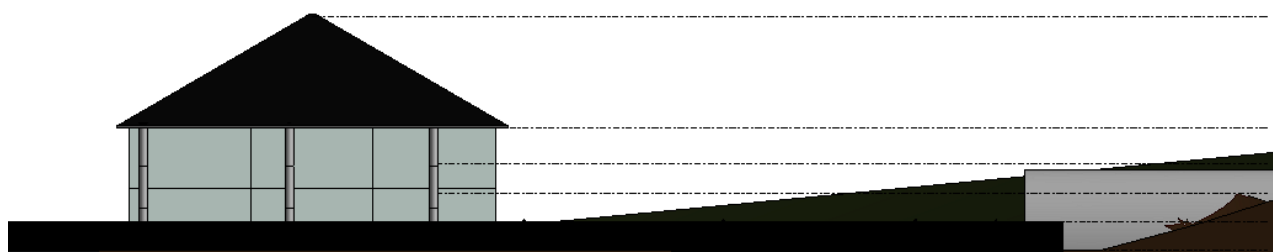


Рисунок 3 – Восточный фасад

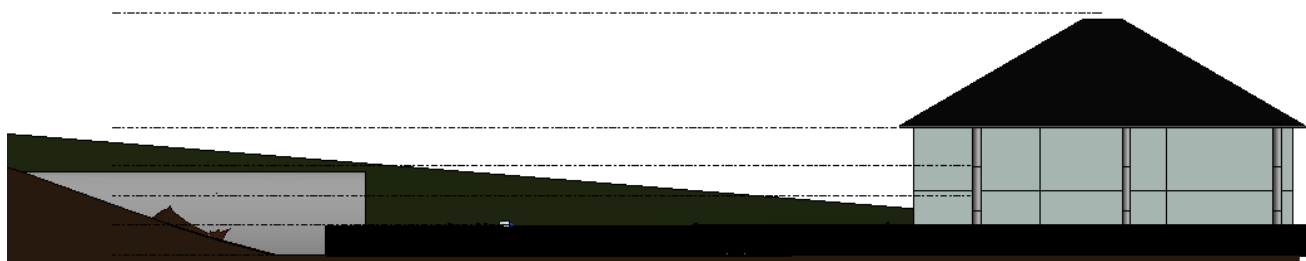


Рисунок 4 – Западный фасад

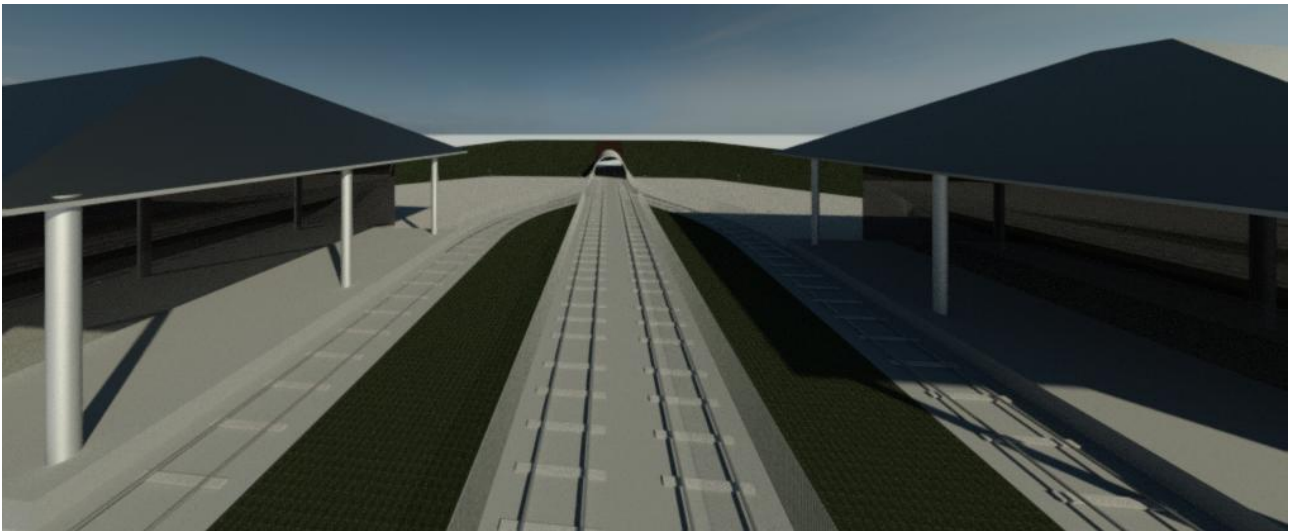


Рисунок 5 – Общий вид портала

Строительство тоннеля – это сложный технологический процесс, где внимание к деталям поможет сэкономить средства и время. Так в 2018 году в Дубае была представлена пожаробезопасная смазка Master TSG 800. Её использование повысит скорость выемки грунта и безопасность процесса прохода. Смазка обладает меньшей плотностью, чем другие аналоги, что позволяет уменьшить расход материала при работе.

Так используя данную инновацию в строительстве тоннелей позитивно скажется на экономической и технической стадиях строительства.

Литература:

1. Сайт SPRB.BY [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sprb.by/cnews/2035-basf-predstavil-novye-sostavy-dlya-podzemnogo-stroitelstva-na-vsemirnom-kongresse-v-dubae.html>– Дата доступа: 10.05.2020.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА В СОЧЕТАНИИ С МИКРОЦЕМЕНТОМ В ИНЪЕКЦИОННЫХ МЕТОДАХ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

Зенькевич Максим Олегович, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Туннелирование через сложный тип почв оказаться чрезвычайно сложной и опасной задачей. В таком грунте строительство без укрепления и уплотнения невозможно. Такие участки земли характерны высоким содержанием торфа и глины (Рис. 1).

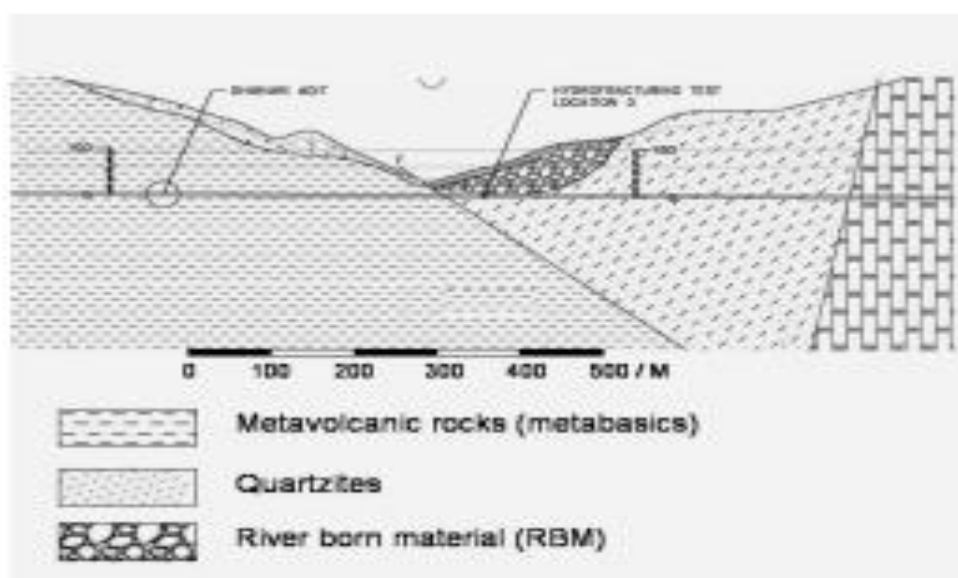


Рисунок 1 — Продольный геологический разрез с прохождением тоннеля под слабой зоной

Предварительная цементация перед туннелями имеет три основные функции: контролировать приток воды в туннель, ограничивать просадку подземных вод над туннелем и делать ход туннелирования более предсказуемым, поскольку качество горной массы эффективно улучшается. Это помогает избежать ущерба поселений, вызванного уплотнением глинистых отложений под застроенными территориями., поскольку города, как правило, строятся там, где рельеф местности более плоский из-за отложений глины.

Вода под давлением - одно из самых сложных условий горного массива, которое необходимо срочно контролировать при движении по туннелям. Если на новой поверхности туннеля внезапно происходит значительный приток

воды, необходимый контроль уже нарушен, так как после впрыска должно быть более низкое и, следовательно, менее эффективное давление. Даже герметизация протекающих отверстий под болты отнимает много времени и расстраивает работу, поскольку вода «всегда находит выход». Вода, окружающая туннель, неотразимо притягивается к атмосферному давлению, поэтому перекрывающие глинистые материалы могут затем консолидироваться из-за понижения порового давления. Близкие к туннелю, заполненные глиной, неоднородности могут быть даже разрушены, что может привести к ослаблению каменных блоков. В разломанной породе это может привести к внезапным крупномасштабным броскам, которые иногда уносят жизни и задерживают проекты ТВМ на месяцы или даже навсегда, требуя завершения строительства буровзрывных работ.

Следовательно, чтобы укрепить почву и уменьшить до минимума, необходимо применение инъекционных методов (Рис.2).

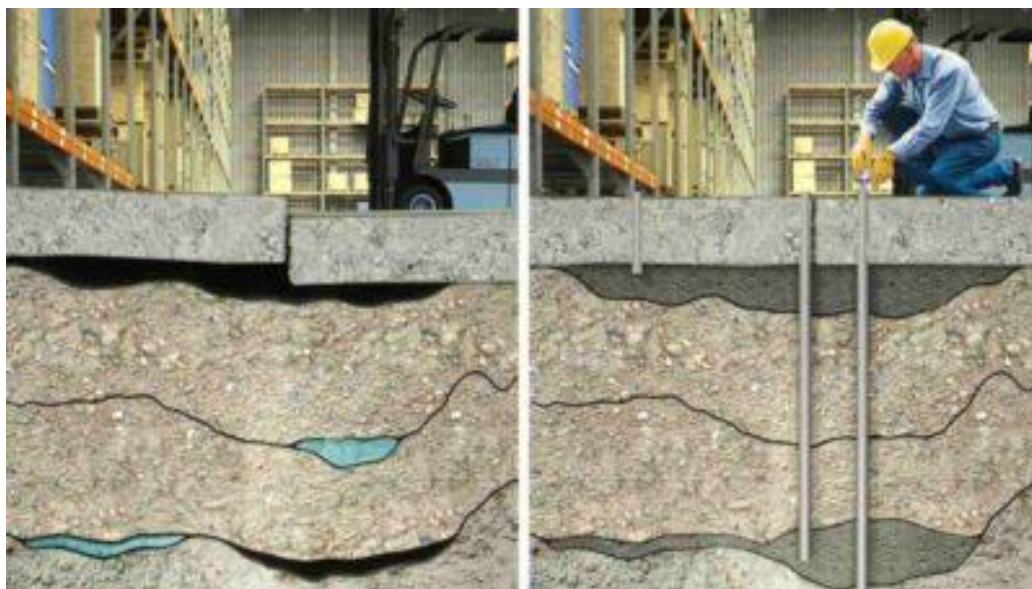


Рисунок 2 — Укрепление грунтов инъекционными методами

Основной целью является достижение такого проникновения в грунт, чтобы все самые мелкие швы были заполнены материалом.

Форма микрокремнезема под названием GroutAid, разработанная Elkem в виде суспензии, состоит из сферических частиц микрокремнезема, более или менее тонких, как сигаретный дым. Изображение огромной разницы в размерах по отношению к частицам цемента приведено на Рис. 3.

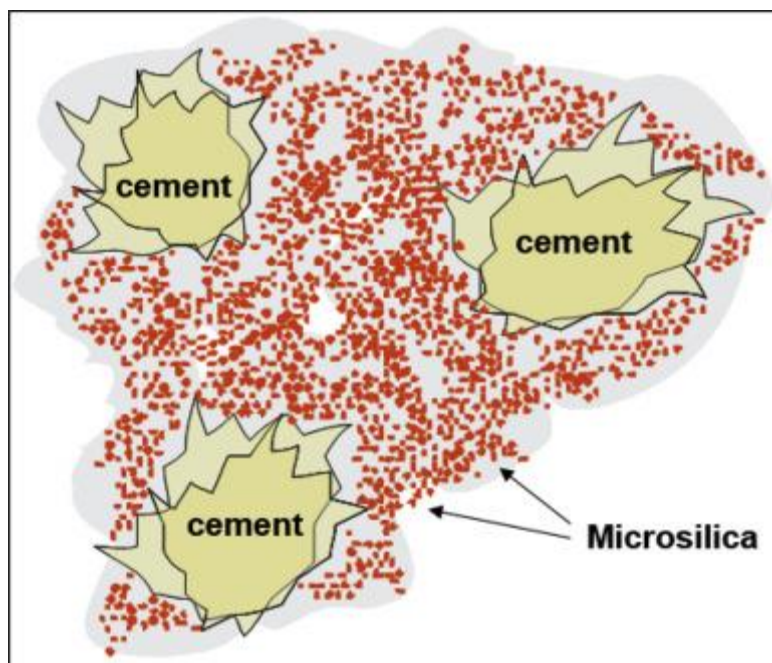


Рисунок 3 — Относительные размеры частиц цемента и микрокремнезема

Может быть от 50000 до 200000 частиц микрокремнезема на цементную частицу. В результате возникает пуццолановая реакция. Использование микрокремнезема (в форме суспензии) дает замечательные преимущества с точки зрения уменьшения усадки.

Систематическое предварительное введение стабильных, безусадочных микроцементов и добавок, является решением проблемы туннелирования через сложные породы.

Литература:

1. The International Journal for the Tunneling Industry «Tunneling Journal», February/March 2020
2. Шуплик М. Н. Анализ специальных способов строительства подземных сооружений в городских условиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 1. С. 523–546.
3. Харченко И. Я., Алексеев В. А., Ибрафилов К. А., Бетербиев А. С.Э. Современные технологии цементационного закрепления грунтов // Вестник МГСУ. 2016. Том 12. Выпуск 5. С. 552–558

ОПОРНЫЕ ЧАСТИ ИЗ ПОЛИУРЕТАНА

Золотарь Антон Сергеевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

К балочным пролетным элементам автодорожных мостов и путепроводов предъявляются повышенные требования, что вынуждает автомобильную промышленность искать новые варианты, технологии и материалы для их производства. Используемая ранее резина не соответствует современным требованиям. В опорных частях резина стареет стремительно быстро, что сопровождается проседанием балок соседних пролетов. Постепенно накапливаются повреждения в деформационных швах и надопорных стыках.

Как показывают испытания, через 10 лет активной эксплуатации резинометаллические опорные части автодорожных мостов приобретают повышенную жесткость на сдвиг. Показатель увеличивается в 3-4 раза, что чревато физическими и химическими изменениями структуры эластомера под влиянием неблагоприятных атмосферных явлений.



Рисунок 1 – Опорная часть из полиуретана

Компания «Высококачественные полимеры» занимается изготовлением опорных частей из литьевого полиуретана (рис. 1). Специалисты располагают необходимым оборудованием, чтобы изготавливать опорные части для железобетонных пролетных строений. Автодорожные мосты длиной в несколько десятков метров могут эксплуатироваться в различных климатических зонах. Прочность и высокие механические свойства

полиуретана позволяют применять опорные элементы даже в сейсмически опасных зонах (до 9 баллов).

Особенности производства и преимущества

В отличие от традиционной резины полиуретан имеет большую устойчивость к температурным, силовым и атмосферным воздействиям. Опорные части из полиуретана успешно применяются более 30 лет, что лишний раз доказывает их долговечность и эффективность (рис. 2). При производстве элементов применяются различные виды специализированных добавок, которые позволяют сохранять приемлемые физико-механические свойства эластомера даже в условиях экстремального климата (до – 60 градусов). В состав добавок входят структурированные наномодуляторы и олигомеры, что позволяет получить стабильные и устойчивые изделия с минимальным риском деформаций, вибрационных нагрузок и трещин.

Выпускаемые опорные части проходят испытания на вертикальные и горизонтальные нагрузки в БелДорНИИ, после чего выдается заключение на партию готовых изделий.



Рисунок 2 – Опорная часть из полиуретана в процессе эксплуатации

Продукция на отечественном предприятии производится по СТБ 1165-2016.

ТОННЕЛЬ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ГРАНИЦЫ ВАШИНГТОНА

Золотарь Антон Сергеевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Проект Северо-восточного пограничного туннеля является основным компонентом долгосрочного плана контроля DC Water, направленного на выполнение поставленных по решению суда задач по контролю комбинированного перелива канализации, стандартов качества воды и обеспечения ликвидации последствий наводнения. Данный тоннель обеспечит последний прирост емкости хранилища для реки Анакокия, требуемый для неё, а также будет способствовать смягчению последствий затопления канализационных коллекторов и подвалов фундамента в северо-восточной границе водосбора.

Основные характеристики данного сооружения включают в себя: монтаж железобетонного туннеля длиной 7010 метров и шириной 7 метров; глубина туннеля 15-50 метров ниже поверхности земли. Строятся так же водозаборные сооружения, расположенные вблизи зон хронических паводков, для сброса существующей канализационной системы и отвода потоков в туннель во время штормовых событий и средства управления вентиляцией, построенные для регулирования воздушного потока в туннельной системе.

В июле компания DC Water объявила, что проект был присужден совместному предприятию Salini Impregilo и SA Healy на основе самого высокого технического балла и самого низкого ценового предложения, что обеспечивает наилучшую стоимость. Заявка на 580 млн. Долл. США предназначена для разработки дизайна.

Ожидается, что работы над проектом начнутся в сентябре 2020 года и будут завершены в 2025 году, что на два года опережает график, предусмотренный в Соглашении о разрешении DC Water, подписанном в 2005 году Агентством по охране окружающей среды США. Как только данный комплекс будет подключен к другим уже построенным туннелям, комбинированные переливы канализации к реке Анакокия уменьшатся на 98 процентов. В дополнение к контролю комбинированных переливов канализации, строительство этого туннеля снизит вероятность затопления в районах, которые он обслуживает, примерно с 50 до 7 процентов в каждый год.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА МОНТЕСАРЧИО (ИТАЛИЯ)

*Казак Анна Юрьевна, студентка 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для упрощения транспортного пути в районе города Монтесарчио (Италия) был запроектирован автомобильный тоннель. Проект предусматривает сооружение транспортного тоннеля (Рис. 1). Новая подземная транспортная траншея приведет к привлечению большего числа туристов в регион, т.к. компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

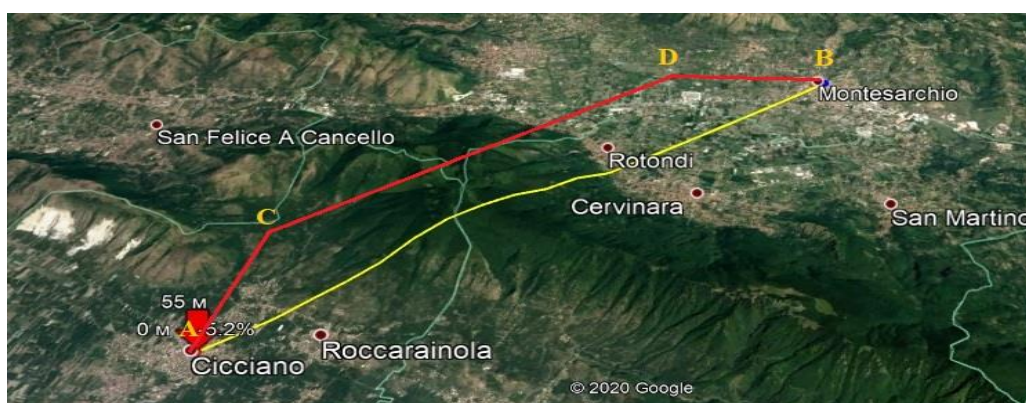


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 18 км с двумя углами поворота. Максимальный уклон проезжей части не превышает 15‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 100-120 км/ч.

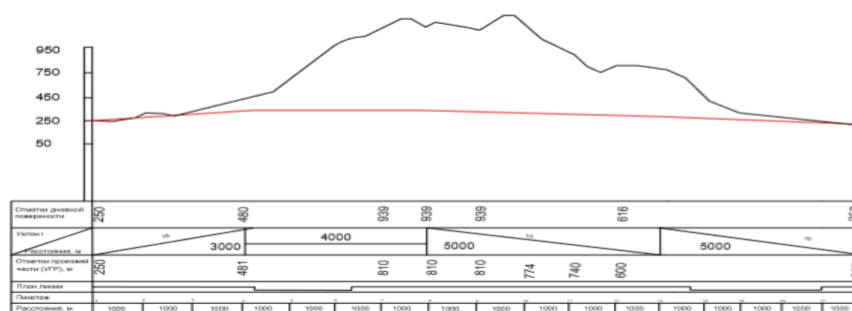


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Чтобы избежать осыпания грунта на входе (выходе) тоннеля на поверхность земли, были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведение здания, совмещенного с наземной частью тоннеля, в котором размещаются необходимые для безопасного функционирования подземной магистрали оборудования и службы.

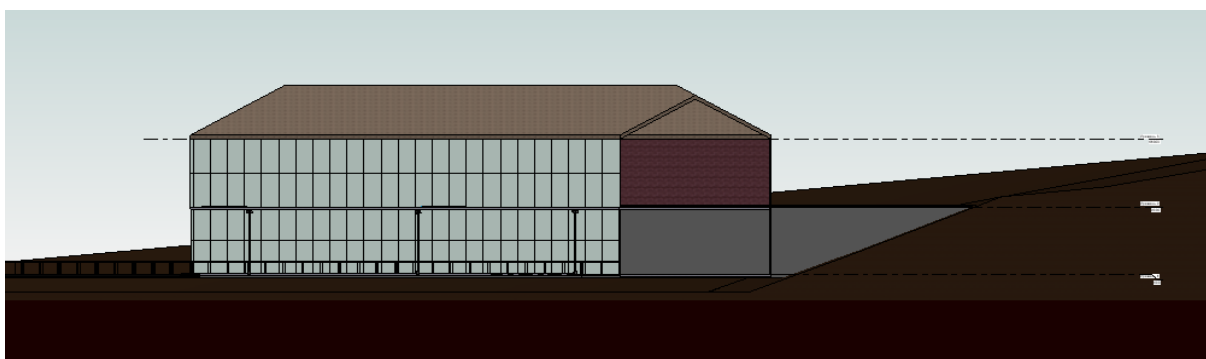


Рисунок 3 – Восточный фасад



Рисунок 4 – Западный фасад

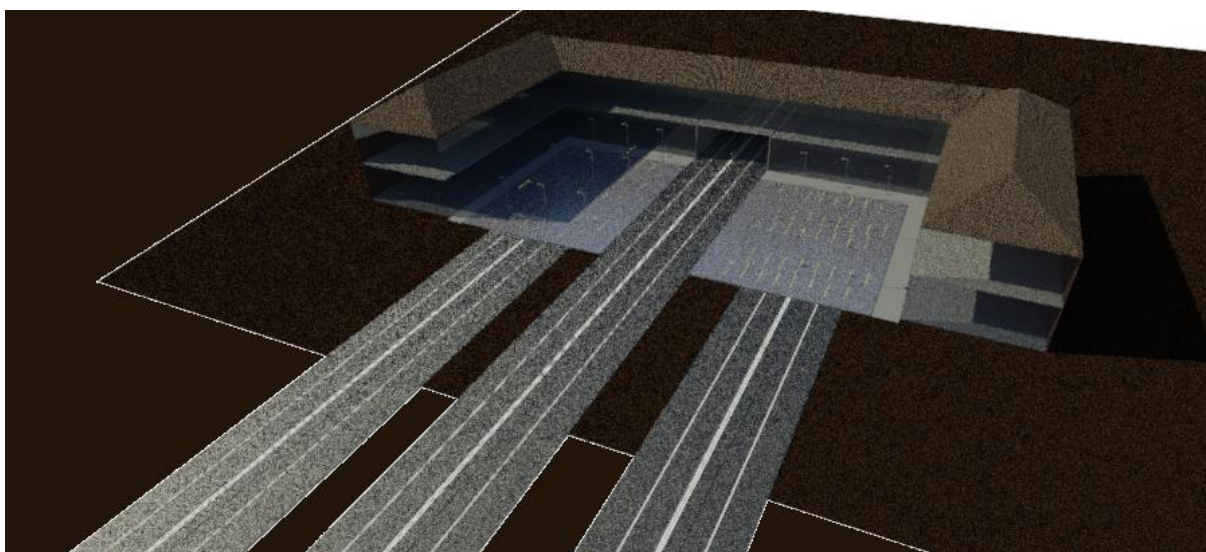


Рисунок 5 – Общий вид портала

Всё более мощными и высокотехнологичными становятся проходческие щиты, с помощью которых пробиваются тоннели. Увеличивается темп их работы, так как велик запрос на строительство огромного количества подземной инфраструктуры. В качестве материала для резцов стали использовать вольфрамовый сплав, имеющий специальное полимерное покрытие. Такие резцы, в отличие от традиционных, реже стачиваются даже при работе в твёрдых скальных породах. На разработку материала для данных резцов у нескольких американских компаний ушло пару лет и было затрачено десятки миллионов долларов. Однако на данный момент значительно увеличился период работы автоматизированных проходчиков. Это наглядно продемонстрировано при сооружении горных тоннелей. Такие проходы в последние годы массово строятся в Альпах. Один из последних тоннелей - под перевалом Сен-Готар, проложен с использованием описанной технологии.

Литература:

1. Сайт SCOS [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://sc-os.ru/construction/9-novye-tehnologii-v-stroitelstve-tonneley.html>. – Дата доступа: 30.04.2020.

СКОЛЬЗЯЩАЯ ОПАЛУБКА

*Карпович Марина Андреевна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Монолитные железобетонные конструкции одни из самых прочных и предпочитаемых в строительной сфере. Простота и скорость строительства – главные достоинства, однако, недостатки в виде постоянной переустановки опалубки снижают скорость создания подобных объектов. Но, благодаря такому изобретению, как скользящая (подвижная) опалубка решается проблема скорости и эффективности при возведении некоторых конструкций. Применение данной формы опалубки значительно снижает время производства работ и уменьшает трудоемкость, вследствие чего значительно снижается стоимость строительства. (Рис. 1).

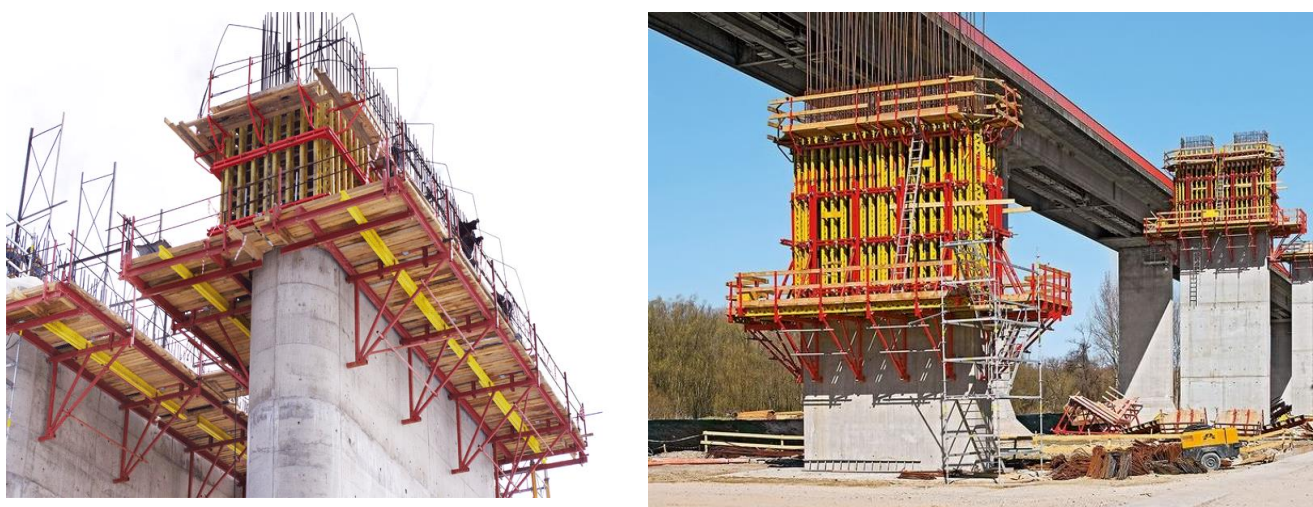


Рисунок 1 – Скользящая опалубка в мостостроении

Скользкую опалубку можно использовать при строительстве высоких сооружений, которые не изменяются по периметру и плану, что идеально подходит для мостостроения, ведь опоры – это именно тот вид конструкции, который не меняет свою форму по всей высоте. Опалубка устанавливается по периметру сооружения, а подъем производится непрерывно при помощи специальных домкратов. Бетонирование конструкции также производится безостановочно.

Скользкая опалубка представляет собой два щита – внутренний и наружный. Они равны по высоте (обычно 1,2 метра). Устойчива конструкция

благодаря опалубочным балкам, расположенным в два ряда по всей высоте щитов с обеих сторон. От балок усилия направляются к домкратным рамам, расположенным по всем периметру, над опалубкой. За счет этих рам держится сама опалубка, подмости и площадка для рабочих. Вес всех этих элементов перераспределяется на домкратные стержни ($d=22\dots28$ мм, $l=6$ мм) или трубы. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Конструкция скользящей опалубки

Домкратные стержни приварены к арматуре, выступающей из фундамента, а стыки арматуры при поднятии опалубки выполняют в виде резьбового соединения. Главное, чтобы стыки на стержнях были расположены в разных уровнях. Затем, все элементы скользящей опалубки поднимают по стержням при помощи домкратов, которые соединены с домкратной рамой.

При использовании скользящей опалубки есть недостатки – работы должны производиться непрерывно, своевременная поставка бетонной смеси на стройплощадку и много другое. Но, при помощи скользящей опалубки можно легко и, главное, быстро возводить опоры для монолитных железобетонных мостов, что сокращает денежные расходы и время строительства. Сооружения, созданные при помощи скользящей опалубки, имеют высокий уровень сейсмостойчивости, обладают нужной жесткостью и могут быть выполнены в самом интересном архитектурном виде, который позволит осуществить скользящая опалубка.

Литература:

1. Энциклопедия фундаментов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://plita.guru/raboty/opalubka/osobennosti-konstrukcii-i-primeneniya-skolzyaschey-opalubki.html>. – Дата доступа: 18.05.2020.

2. Торгово-транспортная компания «ГД Навигатор», статьи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.navigator-beton.ru/articles/skolzyashhaya-opalubka-tehnologiya-ee-izgotovleniya-i-osobnosti-montazha.html>. – Дата доступа: 18.05.2020.
3. Информационный портал «КакFundament» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kakfundament.ru/opalubka/skolzyashhaya-opalubka..> – Дата доступа: 18.05.2020.

ТОННЕЛЬ ХОЛЛАНДА И ЛИНКОЛЬНА

*Карпович Марина Андреевна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В настоящее время для нас не является проблемой наличие чистого воздуха в тоннеле. Через тоннель может проезжать немислимое количество автомобилей в сутки, и мы не замечаем последствий работы транспорта, а именно выхлопные газы. Все это благодаря инновационным системам вентиляции воздуха, о которых многие не задумываются вовсе. В 1920-х годах этому поспособствовал молодой инженер-энергетик Клиффорд Холланд, который разработал первую в мире мощнейшую вентиляционную систему с полной очисткой воздуха за 90 секунд. В его честь назвали знаменитый тоннель под рекой Гудзон.

Тоннель Холланда является пиком инженерно-строительной мысли для своих времен. При эксплуатации тоннеля люди бы задохнулись от выхлопных газов, ведь запланированная пропускная способность этого тоннеля – 40000 автомобилей в сутки. Его создатель Клиффорд Холланд решил сложнейшую задачу с вентиляцией, вследствие чего строительство приобрело смысл. Холланд разработал инновационную вентиляционную систему, которая состоит из 84 вентиляторов, установленных в концах тоннеля. Половина вентиляторов служит для нагнетания чистого воздуха, остальные вентиляторы выбрасывают загрязненный воздух по трубам в потолок.

Тоннель Холланда эксплуатируется с 13 ноября 1927 года. Длина тоннеля составляет 2,7 километра. Расположен тоннель на глубине 30 метров. Высота 3,7 метра. Данный тоннель внесен в реестр достопримечательностей США благодаря своему создателю. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Тоннель Холланда под рекой Гудзон

Тоннель Холланда привлекателен тем, что он позволил улучшить транспортное сообщение с островом Манхэттен, а также не нарушил эстетичный вид города, что могло произойти при строительстве моста. К тому же, при строительстве данного сооружения было принято использовать инновационные решения, что являлось дорогой в будущее.

Литература:

1. Живой журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://engineering-ru.livejournal.com/154350.html>. – Дата доступа: 18.05.2020.
2. Свободная энциклопедия «Википедия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тоннель_Холланда. – Дата доступа: 18.05.2020.
3. Электронный журнал «The epoch times» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.theepochtimes.com/nyc-blizzard-live-updates-2015-snowpocalpyse-to-hit-boston-connecticut-new-york_1221839.html/amp. – Дата доступа 18.05.2020.

РАЗВЯЗКА ИМЕНИ СУДЬИ ГАРРИ ПРЕДЖЕРСОНА

*Клачкович Евгений Дмитриевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Развязка имени судьи Гарри Преджерсона – это накопительная транспортная развязка возле районов Атэнс и Уоттс в Лос-Анджелесе, штат Калифорния.

Транспортное сооружение было введено в эксплуатацию в 1993 году. Назвали его в честь Гарри Преджерсона, который долгое время занимал пост федерального судьи.

Данное пересечение дорог считается самым сложным в мире (Рисунок 5 - Вид с воздуха) . Эта развязка имеет 4 уровня по высоте для автомобильного транспорта, через нее даже проходит линия метро.



Рисунок 5 - Вид с воздуха

По идее, водители должны проезжать эту развязку, не останавливаясь и не уступая кому-то дорогу, независимо от того, куда они едут и откуда. Кстати,

пробок здесь действительно не бывает, и если вы знаете, куда свернуть, то проблем быть не должно.

Широкую известность данному сооружению принесла сцена из фильма «Скорость» (Рисунок 6 – Кадр из фильма “Скорость”) в 1994 году. Именно здесь Киану Ривз и Сандра Буллок совершили свой безумный прыжок на автобусе с бомбой. А в 2015 году ради съемки музыкальной сцены для фильма Ла-Ла Ленд перекрыли движение на одном из проездов.



Рисунок 6 – Кадр из фильма “Скорость”

Двигаясь по данной развязке водителю нужно быть предельно внимательным, чтобы не пропустить свой съезд. Если ты его пропустил – то потерял полдня.

Литература:

1. Грандиозные сооружения человечества [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://grandstroy.blogspot.com/> – Дата доступа: 02.06.2020.
2. Википедия. Развязка имени судьи Гарри Преджерсона [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Развязка_имени_судьи_Преджерсона – Дата доступа: 02.06.2020.

ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ РАДАР HYDRA

*Клачков Евгений Дмитриевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

HYDRA-G – это интерферометрический радар с системой arcSAR и возможностью мониторинга сооружений и склонов в реальном времени.

Компактные размеры и простота в использовании прибора позволяют легко осуществлять перевозку и установку одним человеком.

Сфера применения прибора широка: обследования дамб, зданий, тоннелей и склонов. Технические возможности радара: время полного сканирования 30 секунд, отслеживание в реальном времени тысяч заданных точек, высокое пространственное разрешение, субмиллиметровая точность. Вместе с тем радар обладает встроенным сенсором, который используется для отображения данных на 3D модели. Привязка трехмерных данных к панорамному изображению, быстрая выдача предупреждений по различным условиям – все это преимущества радара.



Рисунок 1 – Модульная система

Технология ArcScan дает возможность переводить сканируемые сооружения в слои векторных объектов. Векторизация объекта может проводиться как вручную, так и автоматически. Дополнительный модуль дает возможность выполнять редакцию растра, что в свою очередь позволяет убрать ненужные элементы растра, которые не входят в наш проект.

ArcScan имеет также инструменты для обработки и редактирования растровых изображений, что дает возможность нарисовать или убрать ячейки во время редактирования.

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТА «РУССКИЙ» ЧЕРЕЗ ПРОЛИВ БОСФОР

*Климовец Алексей Васильевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы была выбрана данная тема для раскрытия принципа строительства моста с использованием металлических конструкций. Данный мост проходит через пролив Босфор.

Строительство мостов и путепроводов одно из важнейших направлений в развитии инфраструктуры, соединяя берега, строя транспортные развязки проводятся пути к труднодоступным регионам, экономится время, стоимость доставки, ускоряется темп развития экономики.



Рисунок 1 – Мост через пролив Босфор

Metalloinvest является производителем высококачественной стали российского мостостроения. Продукция этой компании была использована при постройке многих высококласных объектов в России, это является подтверждением высокого качества и надежности поставок.

Для строительства одного из крупнейших вантовых мостов в мире было поставлено 14925 тонн мостовой стали и другой продукции из металла. Его протяженность составляет более 3-х км, 4 полосы движения на ширине 20 м, высота пилонов достигает 324 м, все это соединяют ванты до 580 м длиной. Металлические конструкции, которые используются в данном сооружении ежедневно подвергаются огромным динамическим нагрузкам, воздействию погодных явлений, особенно на мост влияют перепады температуры, сейсмические волны также может повредить опоры моста, это может привести

к обрушению моста, а также это способствует развитию коррозии. Это накладывает особые требования к используемой стали при возведении металлоконструкции моста.



Рисунок 2 – Вид моста

В данных условиях эксплуатации для конструкции моста важны правильно подобранные физические свойства и химический состав применяемых металлов. Они должны подвергаться поэтапным испытаниям, проверяться по требованиям мировых стандартов производства мостовой стали. Применение хороших марок стали позволяет мостостроителям производить очень прочные конструкции из данного материала. В основных несущих ж/б конструкциях используется горячекатаная и термомеханически упрочненная арматура, обеспечивающая жесткость конструкции. Секции пролетного строения собираются из проката толстолистовой легированной стали. В производстве вант используется круглый прокат

Литература:

1. Youtube [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=OGQKt5k-LEY>. – Дата доступа: 07.05.2020.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В ИТАЛИИ

*Климовец Алексей Васильевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы было выбрано два города в Италии – Treglia и Pietramelara. 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 с прилегающим к нему развлекательным комплексом.

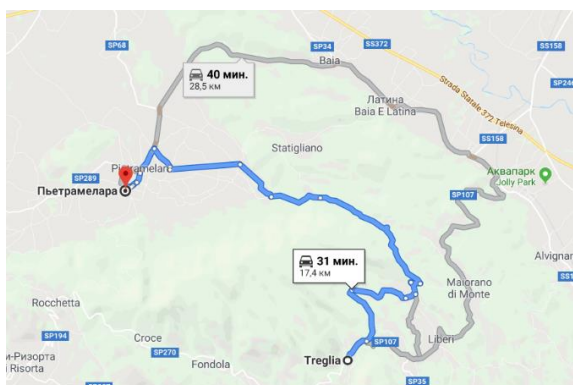


Рисунок 1 – Карта существующих дорог



Рисунок 2 – Запроектированный тоннель

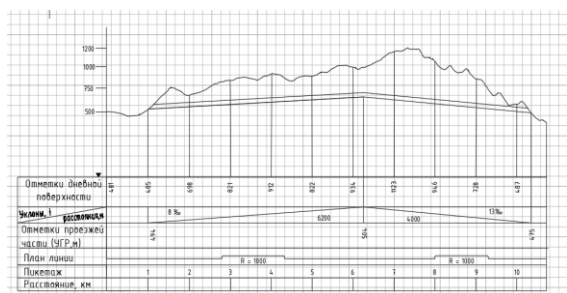


Рисунок 3 – Продольный профиль

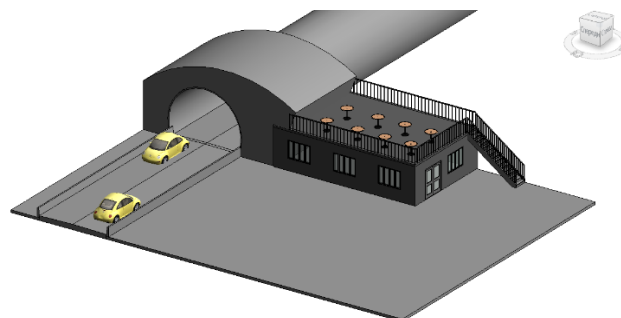


Рисунок 4 – Концептуальная модель портала

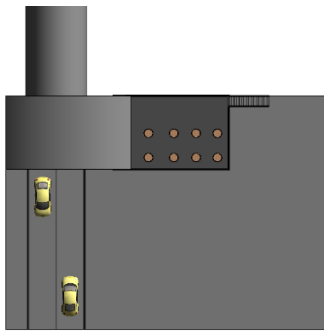


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (вид сверху)

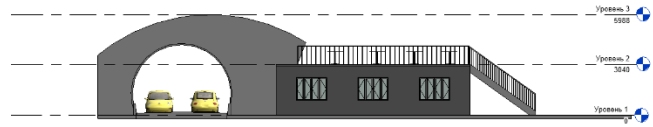


Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - южный)

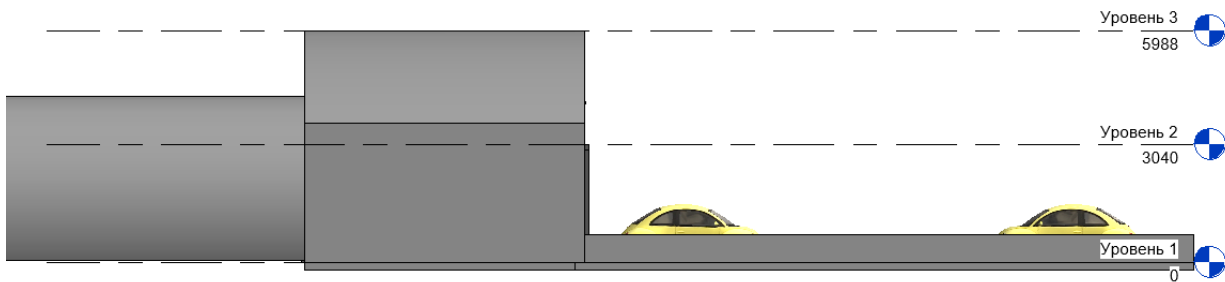


Рисунок 7 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - западный)



Рисунок 8 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - восточный)

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

- оборудование в прилегающем здании центра управления и наблюдения за системами безопасного движения;
- устройства в верхней части здания, прилегающего к порталу смотровых площадок;
- устройство ресторана и столиков для приема пищи.

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

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

При эксплуатации тоннеля могут возникать различные чрезвычайные ситуации. В связи с тем, что пространство внутри тоннеля ограничено, они несут особенную опасность для людей и для самой конструкции тоннеля. Для эффективной борьбы с происшествиями и минимизации ущерба и жертв среди людей, в тоннелях используют разные устройства, ниши, камеры и участки для экстренной остановки транспортных средств.

В достаточно протяженных тоннелях для своевременного устранения аварий, вынужденной остановки, при неисправности транспортного средства или в других чрезвычайных ситуациях, при которых человек подвергает опасности свою жизнь и жизни участников дорожного движения, применяют технологию установления специальных камер. Размеры этих камер должны соответствовать размеру автомобиля, для того чтобы была возможность разместить в ней автомобиль. Они также могут использоваться автомобилем для совершения маневра в случае необходимости, для укрытия людей, а также для размещения в них оборудования.

Для того чтобы было возможно ликвидировать пожар, в тоннелях устанавливают противопожарные водопроводы в виде проходящей сети трубопроводов. На расстоянии каждые 150 метров по длине в специализированные места оснащают огнетушители до 6 кг и другие средства для устранения пожара на начальном уровне его развития. В этом же месте должны находиться различные аварийные материалы и инструменты. В большинстве тоннелей устанавливают систему, сигнализирующую о возникновении возгорания, в виде датчиков, которые реагируют на изменения температуры и дают сигнал в помещение диспетчера. В это время включается аварийное освещение, у порталов включаются запрещающие световые сигналы, и устанавливается режим вентиляции.

В последнее время в современных тоннелях устанавливают систему пожаротушения. При срабатывании датчиков максимальной температуры происходит автоматическое включение системы пожаротушения. Для быстрого устранения дыма в случае пожара устанавливают дополнительную вентиляцию, которая при пожаре автоматически открывается. Одновременно закрывается вытяжное отверстие. Для того чтобы обогреть проезжую часть применяют водонагреватели, заложенные в проезжую часть, по ним пускают горячую воду. Также применяют электронагреватели.

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.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ БУДАПЕШТ (ВЕНГРИЯ)

*Коляда Кирилл Викторович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Новейший проходческий щит был применен при проектировании подземного сооружения в столице Саудовской Аравии- Эр-Рияд. (Рис. 1).

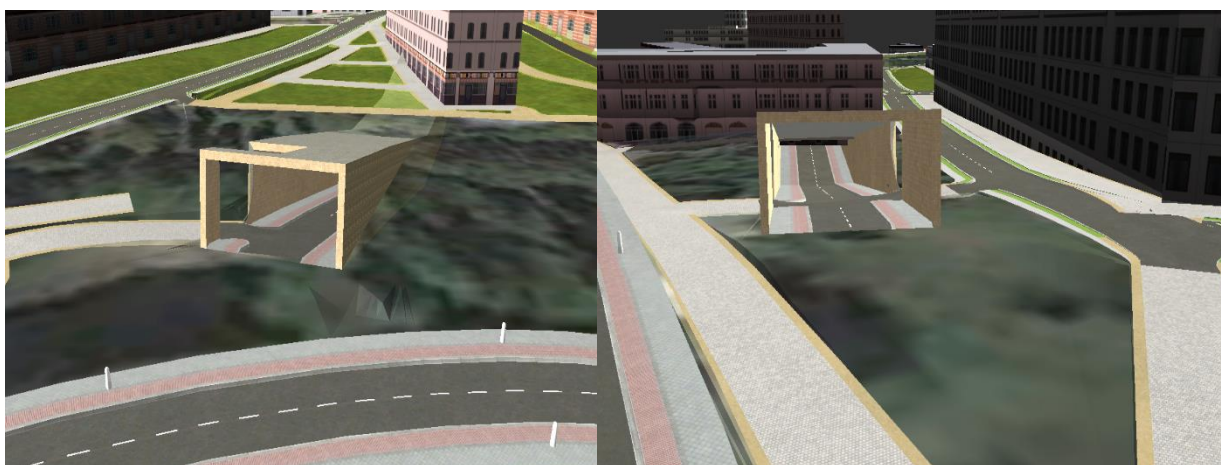


Рисунок 1 – Концепция портала в точке А и Б соответственно

Комплекс был выполнен с многоуровневыми парковками. (Рис. 2).

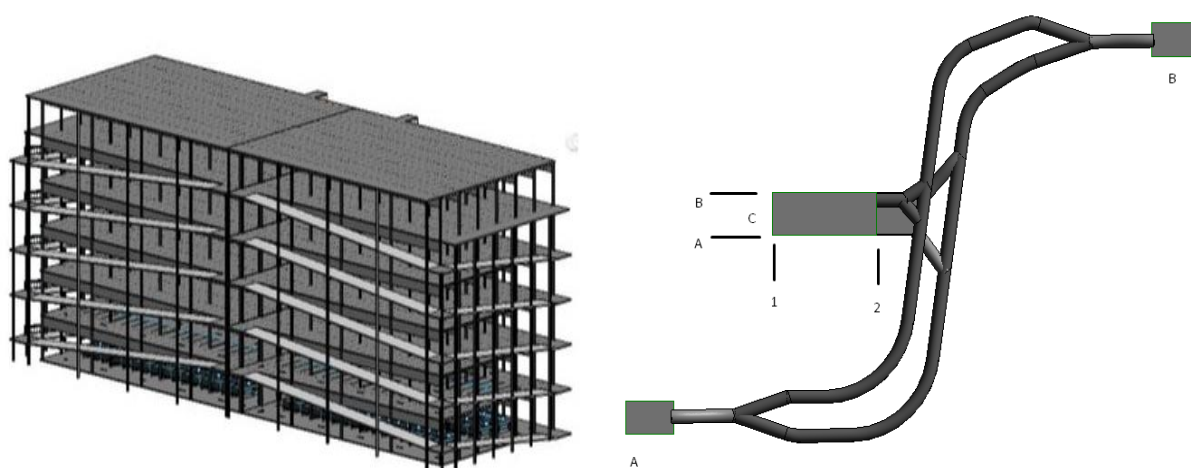


Рисунок 2 – Концептуальная модель паркинга и план комплекса соответственно

Статический расчёт был произведен в Sofistik. (Рис. 3).

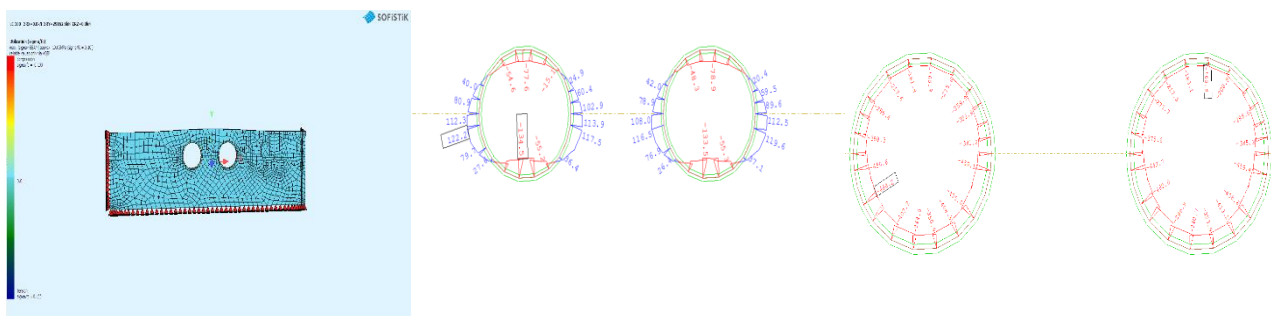


Рисунок 3 – Статический расчёт

Столица Венгрии нуждается в новых развязках, но при этом необходимо сохранять застройку старого города. Поэтому тоннель- лучшее решение транспортных проблем. При проектировании тоннеля возникло несколько проблем, решить которые помог инновационный проходческий щит. Данный щит автоматизирует и упрощает выработку грунта. Малое количество людей задействовано под землей, а их безопасность обеспечена тем, что они только следят за машиной и показателями на мониторах, находясь в удалении от места выработки. (Рис. 4)



Рисунок 4 – Проходческий щит MTR

Данный щит прекрасно подходит для строительства комплекса с тоннелем, потому что несмотря на свою стоимость он обеспечивает высокую скорость строительства и безопасность людей.

Литература:

1. New Civil Engineer [Электронный ресурс] / Future of Tunnelling | Innovation is on the way. - Режим доступа: <https://www.newcivilengineer.com/>. Дата доступа: 29.05.2020.

2. You tube [Электронный ресурс] / Innovative Parking Systems. - Режим доступа: <https://www.youtube.com/>. Дата доступа: 30.05.2020.
3. Tunntech [Электронный ресурс] /Technology ews. - Режим доступа: <https://www.tunntech.com/>. Дата доступа: 01.06.2020.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

*Комлев Никита Андреевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Искусственный интеллект (ИИ) встряхнет строительную отрасль, взяв на себя повседневные задачи, которые являются трудоемкими, особенно дизайн. "ИИ в информационном моделировании зданий (BIM) принесет сдвиг парадигмы в нашей отрасли, - говорит Тим Чапман, директор Agur.

Он изменит способ нашего строительства; в конечном итоге он будет использоваться для проектирования мостов и туннелей, а также других стандартных функций. Вскоре мы сможем перетащить железнодорожный мост на компьютерную модель, например, высокоскоростной 2-й рельсовой линии для программного обеспечения BIM, чтобы рассчитать все параметры.

Программное обеспечение постепенно становится все более сложным, так что это произойдет совсем скоро. «ИИ все еще нуждается в развитии. BIM все еще находится в своих первых днях. Когда вы смотрите на средние данные BIM, это становится ясно. ИИ работает с очень сложным набором данных. Строительство пока не может одушевить ИИ, но это будет в будущем” - говорит Малкольм Стэгг, директор digital engineering в Skanska UK.

Машинное обучение также позволит инструментам проектирования обеспечить быструю обратную связь о том, как максимизировать ценность каждой строительной площадки с точки зрения лучших конфигураций.

"ИИ позволит расширить обмен знаниями, убедившись, что есть центральный мозг, который учится на опыте”, - говорит г-н Чепмен. Машинное обучение также должно освободить профессионалов, чтобы тратить больше времени на творческое мышление.

"Сейчас есть спрос на то, чтобы предложение было дешевле, поскольку глобальная потребность в строительстве новой инфраструктуры возрастает. Применение ИИ приведет к снижению цен, повышению безопасности, а также более точной и быстрой сборке”, - объясняет он.

Заключение

Этой отрасли необходимо будет обратить вспять тенденцию недостаточного инвестирования в развитие талантов и уделять значительное внимание найму людей из других отраслей, имеющих опыт и навыки в области

ИИ и цифровых технологий. Кроме того, фирмам необходимо будет перепрофилировать свою текущую рабочую силу, чтобы приобрести необходимые возможности для процветания в цифровую эпоху и обеспечить обучение необходимым концепциям, таким как алгоритмы машинного обучения.

Литература:

1. Construction: an industry ripe for tech disruption [Electronic resource] / Nick Easen// Raconteur – Mode of access <https://www.raconteur.net/business-innovation/construction-an-industry-ripe-for-tech-disruption> – Date of access: 18.05.2020.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОСТИ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ВОДНОГО ТОННЕЛЯ В ЭЛЬ-ПАСО

Комлев Никита Андреевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

BRH-Garver Construction LP, подрядчик по строительству гражданских сооружений из Хьюстона, проложил трубу, длиной 270 метров и диаметром 167 сантиметров, гидравлическим домкратом. Труба будет осуществлять подачу очищенной воды из водоочистной станции (WTP) для El Paso Water в Эль-Пасо, штат Техас. Проектные риски и выгоды существуют в равной мере для всех заинтересованных сторон в этом проекте.

Канал WTP, также известный как Робертсон Умбенгауэр, был построен 75 лет назад и расположен между рекой Рио-Гранде и 100-летней железнодорожной станцией BNSF. Новая водопроводная труба достигнет центра Эль-Пасо на проспекте Сан-Антонио.



Рисунок 1 – Водопроводная труба

Водопровод в проекте строительства главного тоннеля для водного канала, проходит под автомагистралью 1-85, и восемнадцатью железнодорожными путями BNSF, а условия мягкого грунта предоставили

много возможностей для осадки. Уровень грунтовых вод Эль-Пасо подвержен сезонным колебаниям из-за его близости к реке, а вероятность заболачивания грунта, существующих инженерных коммуникаций и препятствий на участке 100-летнего железнодорожного вокзала, представляет собой потенциальную угрозу для тоннельщиков и производства. Поскольку пусковая шахта находилась на действующей железнодорожной станции BNSF, частая, тщательная связь и координация с железнодорожным персоналом была необходима для обеспечения безопасности, а также подготовки оборудования и материалов.

Несколько факторов способствовали снижению стоимости проекта, в том числе использование более экономичной системы туннельных буровых машин (ТБМ). Была спроектирована конструкция для бурения двух отверстий от одной шахты на территории железной дороги.

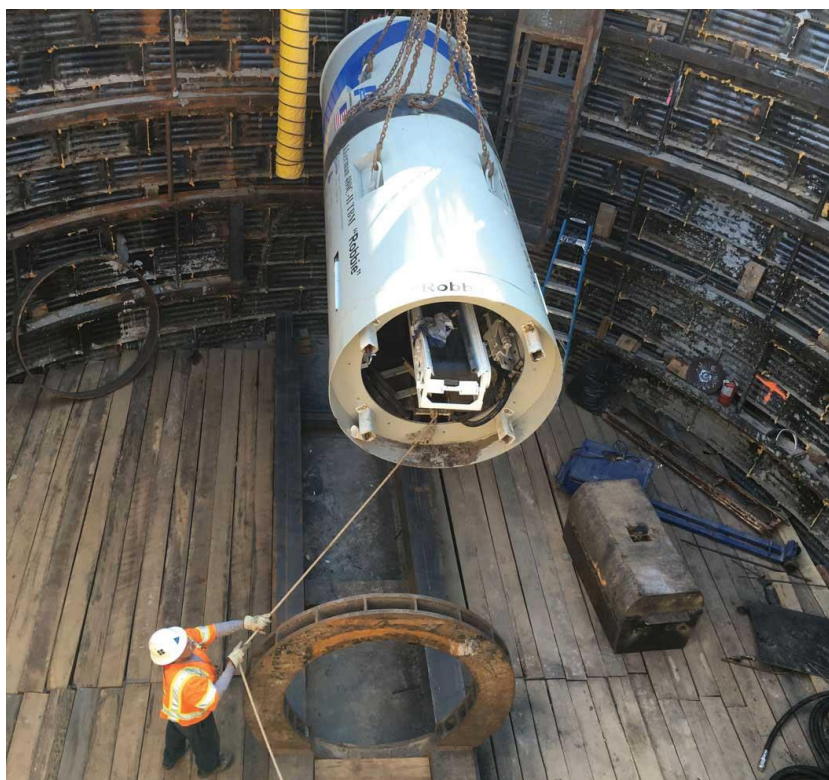


Рисунок 2 – Водопроводная труба готовится к прокладке

Опыт подрядчика по прокладке труб позволил решить более сложные задачи проекта при строительстве тоннелей 174 и 96 метров. Когда были обнаружены непредвиденные булыжники, гидравлические двери на ножевой головке ТБМ обеспечивали проход для булыжников с минимальными потерями производительности. Когда бригада столкнулась с непредвиденными условиями в потенциально загрязненной нефтью зоне (ПЗНЗ), рабочие продолжили, используя систему фильтрации полнолицевой маски для возобновления горных работ.

Дж. Брефф Кулдинг из BRH Garver прокомментировал выбор оборудования: «Универсальность Akkerman ТБМ с гидравлическим приводом дала нам несколько вариантов, которых у МТБМ не было бы. Тем не менее, небольшая, но реальная возможность появления валунов или стальных стыковых накладок и других препятствий, которые иногда встречаются под железнодорожными станциями, подтолкнула к выбору ТБМ с активной навигационной системой. Оглядываясь назад, мы можем сказать, что ТБМ оказался лучшим выбором в этом случае, потому что мы в конечном итоге обнаружили непредвиденные валуны»

Компания Cooling также выражает признательность железной дороге, заявляя: «Мы благодарны за исключительное сотрудничество с BNSF для размещения наших полевых работ на их круглосуточной железнодорожной станции».

Проект магистрального тоннеля для очистных сооружений водоканала был разработан в рамках партнерства между CDM Smith и Parkhill, Smith & Cooper, которое также обеспечивало надзор за участком и администрирование контрактов. Техническая поддержка по прокладке туннелей, надзору и мониторингу осадок была проведена Killduff Underground Engineering.

Заключение

Компания Cooling подытоживает: «BRH-Garver уже в третий раз сотрудничает с проектной организацией для реализации строительных проектов по схеме «проектирование-строительство», и первый раз для проекта туннеля. Партнерство позволило уменьшить почти все риски для клиента и доказало, что BRH очень эффективно применила тридцатилетний опыт строительства туннелей в направлении оптимального решения из нескольких возможных».

Литература:

1. TBM staff. TBM Provides Versatility in Difficult Ground for Water Conveyance Tunnel In El Paso [Electronic resource] / TBM staff // Tunnel Business Magazine – Mode of access: <https://tunnelingonline.com/tbm-provides-versatility-in-difficult-ground-for-water-conveyance-tunnel-in-el-paso/> – Date of access: 22.04.2020.

ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ТБИЛИСИ (ГРУЗИЯ)

*Комович Владислав Леонидович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован железнодорожный тоннель в районе города Тбилиси (Грузия). Подземная транспортная «артерия» поспособствует привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

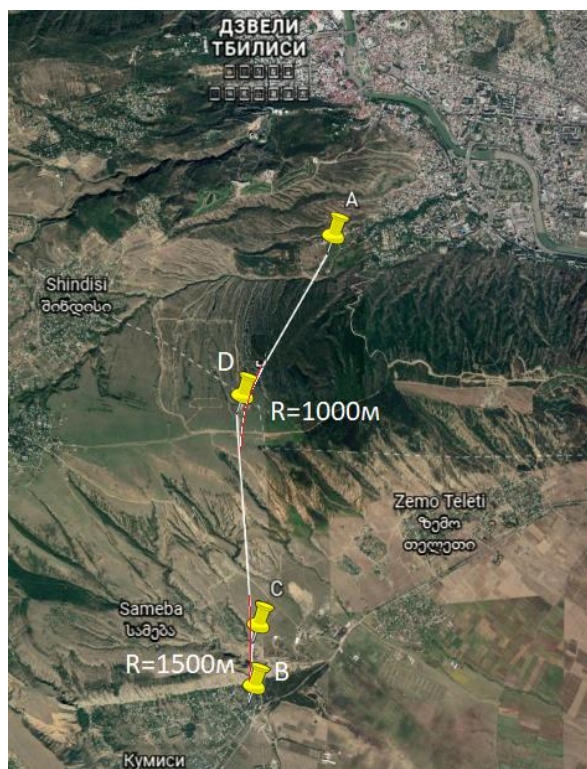


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 6 км с двумя углами поворота радиусом 1000 и 1500 метров. Максимальный уклон проезжей части не превышает 5‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения железнодорожного транспорта в тоннеле должна составлять 45-80 км/ч.

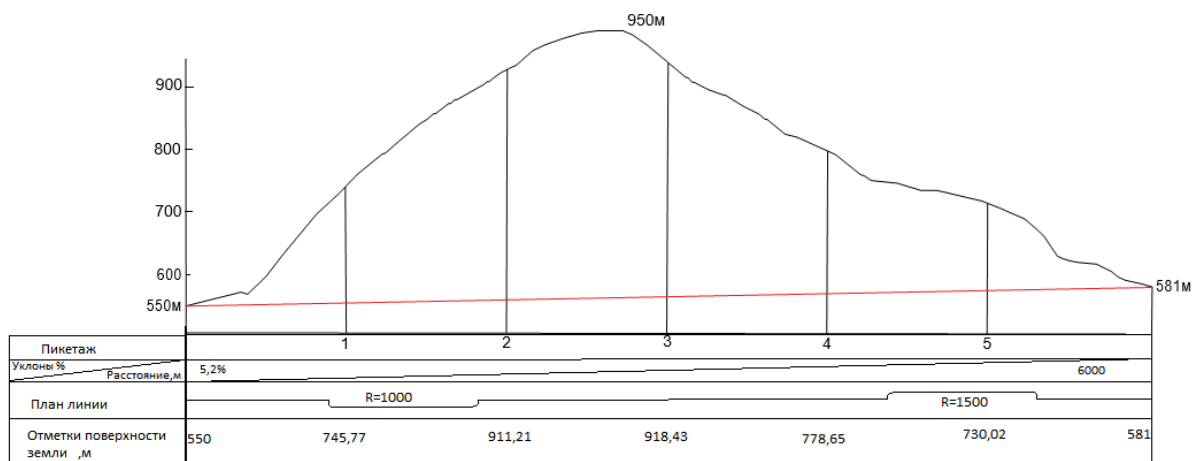


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Для предотвращения осыпания грунта на входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведения 2-х этажного здания, рядом с наземной частью тоннеля, в котором размещаются необходимые для полного функционирования подземной магистрали. Часть здания будет предоставляться арендаторам, которые смогут разместить внутри какие-либо объекты (фуд-корт, логистический центр, парковкой).



Рисунок 3 – Общий вид портала

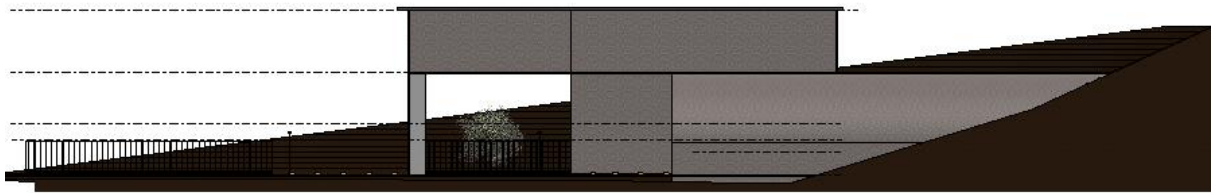


Рисунок 4 – Восточный фасад



Рисунок 5 – Западный фасад

В ходе строительства будет применено много инновационных технологий, одной из которых будет использование новой методики строительства железнодорожного пути с использованием безбалластной конструкции строения пути с низким уровнем вибрации LVT (рис.6).



Рисунок 6 – Путь с низким уровнем вибрации LVT

Несомненный плюс системы LVT с точки зрения ремонта – все элементы легкозаменяемы.

Конструкция LVT состоит из бетонных блоков, уложенных на эластичные прокладки, замоноличенных в бетонное основание. Такая конструкция имеет меньшие вибрации и снижены напряжения на обратный свод тоннеля.

Преимущества такой конструкции:

- защита от шума и вибрации;
- мобильность производства бетонных блоков;
- высокий уровень механизации и скорость монтажа системы;
- низкая стоимость эксплуатации и ремонта пути;
- хорошая аэродинамика;
- простой доступ к рельсам.

В результате наш запроектированный тоннель позволит улучшить транспортное сообщение между городами и привлечь дополнительные инвестиции в регион.

Литература:

1. Журнал Евразия вести [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eav.ru>. – Дата доступа: 21.04.2020

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ЦЮРИХ (ШВЕЙЦАРИЯ)

*Кудравец Владислав Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для совершенствования транспортного сообщения в районе города Цюрих (Швейцария) в рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован автомобильный тоннель (рис.1,2,3). Новая подземная транспортная «артерия» поспособствует привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

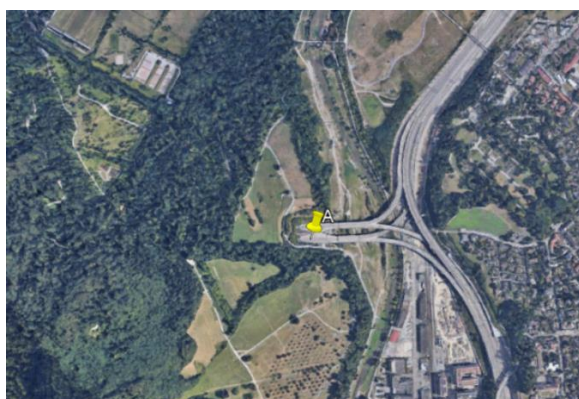


Рисунок 1 – Начало тоннеля

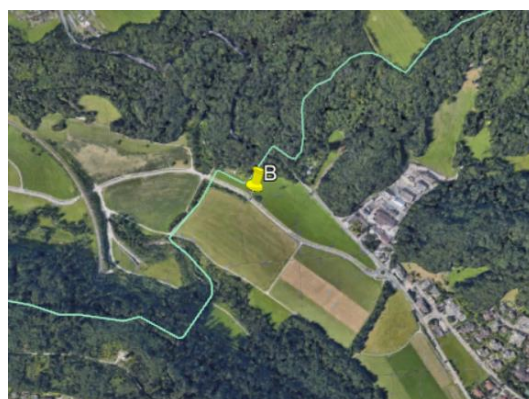


Рисунок 2 – Конец тоннеля



Рисунок 3 – План тоннеля

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 3,37 км с двумя углами поворота радиусами 620 метров каждый. Максимальный уклон проезжей части не превышает 37‰ (рис.4). Расчетная

скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 100-120 км/ч, что соответствует автомобильной дороге второй категории.

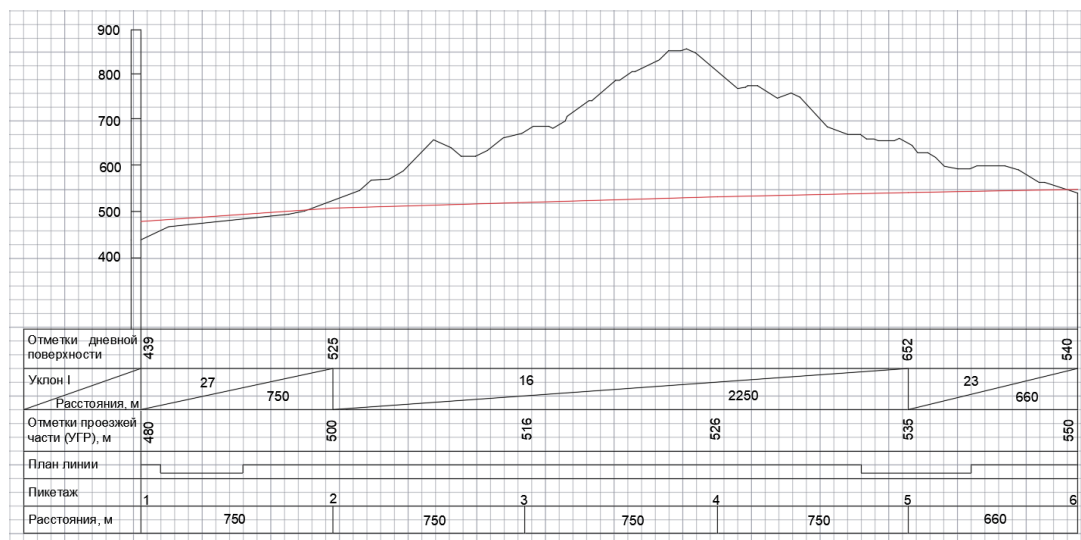


Рисунок 4 – Продольный профиль тоннеля

Для предотвращения осыпания грунта на входе (выходе) тоннеля под (на) поверхность земли, были запроектированы порталы (Рис. 5,6). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведения одноэтажного здания, в котором размещается фуд-корт, где проезжающие туристы, жители города смогут прерваться на отдых. Так же вокруг здания имеется зона отдыха.



Рисунок 5 – Инфраструктура портала

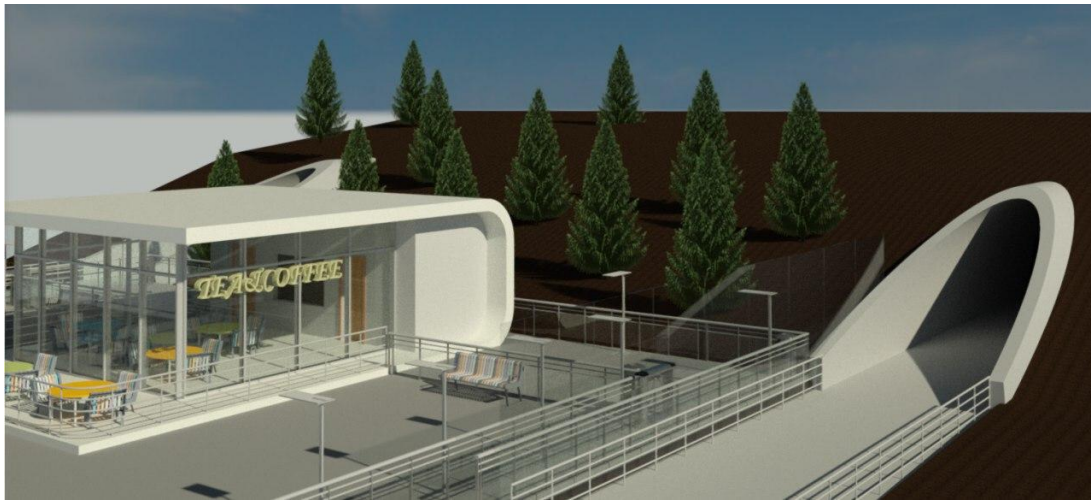


Рисунок 6 – Въезд и выезд из тоннеля

На сегодняшний день операторы систем безопасности движения транспорта в автодорожных тоннелях активно используют в своей работе искусственный интеллект. В зависимости от требований и условий эксплуатации, компании-операторы реализуют полностью автоматизированные системы управления трафиком. Все системы и компоненты подключены к центру управления движением, который обеспечивает передачу информации между динамическими дорожными знаками, светофорами и информационными табло как в тоннеле, так и на подъезде к нему (Рис. 7).



Рисунок 7 – Информационное табло и динамические дорожные знаки на въезде в тоннель

Комплексное управление движения транспорта в тоннеле состоит из:

- Контроль напряжения в сети тоннеля (подстанции, источники бесперебойного питания).
- Управление освещением.
- Контроль вентиляции.
- Управление сигнализацией трафика.
- Управление системой экстренного вызова (SOS).
- Контроль системы пожаротушения, включая накопление и распределение воды.

- Управление видеосистемой.
- Контроль за метеорологическими данными и данными о видимости и концентрации угарного газа в туннеле и на въезде/выезде из него.
- Получение данных плотности трафика.

Взаимодействие всех вышеперечисленных систем позволяет организовать безопасное движение транспорта в туннеле и на подъезде к нему.

Литература:

1. TECHNICAL MANUAL FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF ROAD TUNNELS – CIVIL ELEMENTS / C. Jeremy Hung, PE, James Monsees, PhD, PE, Nasri Munfah, PE, and John Wisniewski, PE - National Highway Institute, 2009 – 702 p.
2. Mobility Division Intelligent Traffic Systems - Siemens AG, 2016 – 12 p. Automatic Control System for Highway Tunnel Lighting / Fan S., Yang C., Wang Z., 2011 – 347 p.

СТАЛИ В МОСТОСТРОЕНИИ

*Курило Антон Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Стальные сплавы, применяемые в мостостроительстве, в обязательном порядке должны обладать:

1. Долгим сроком службы
2. Устойчивым ко всем климатическим воздействиям
3. Хорошей прочностью

Широкое применение металлоконструкции находят в пролетных строениях. В зависимости от того, какой тип у моста (балочный, подвесной, арочный, вантовый), проектировщики учитывают воздействие нагрузок. Исходя из этого, используют различные марки металлопроката.

В зависимости от качества стали, ее подразделяют на три основных группы:

1. Нормального качества
2. Качественные
3. Высококачественные

Свойства материалов зависят от содержания в них фосфора (P) и серы (S). Фосфор, в зависимости от содержания, является причиной хрупкости. Сера – причина образования трещин, надрывов при горячей прокатке или штамповке.

Так же нельзя забывать о степени раскисления, за что отвечает примесь марганца. По этому показателю сталь делится на три показателя:

1. Кипящая - более подверженная коррозии, однако самая дешевая.
2. Спокойная - хорошо держит ударные воздействия и лучшая в сопротивлении механическим нагрузкам.
3. Полуспокойная - по показателям является средней между Кипящей и Спокойной.

В строительстве мостов применяют Спокойные и Полуспокойные сплавы. Так же в них добавляют хром, никель, кремний, ванадий, медь и другие материалы.

Используют такие маркировки сталей:

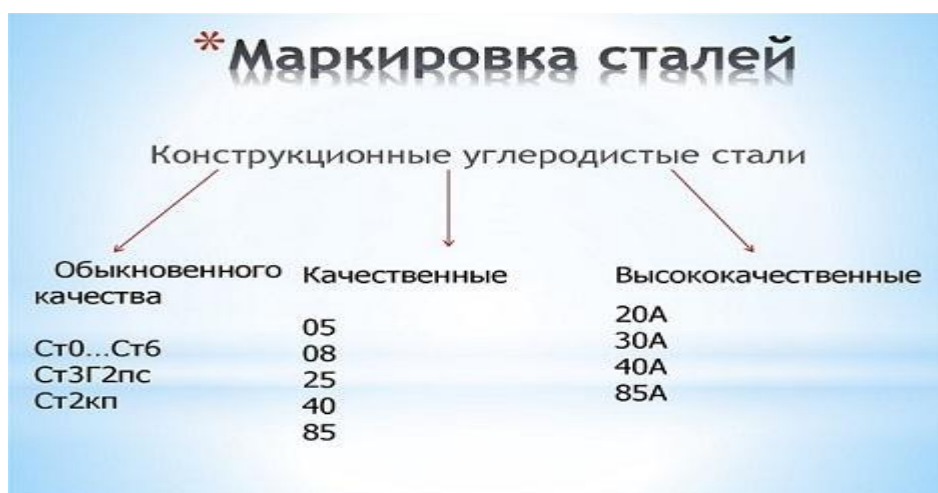


Рисунок 1 – Маркировки сталей

Самые распространенные марки сталей в мостостроении приведены в таблице:

Таблица 1. Распространенные марки сталей.

Конструкции мостов – железнодорожные, автотранспортные	Умеренные широты <-40°C, северные широты <-50°C, северные широты >-50°C	Марка металлопроката	Толщина проката (мм)	Текущность (кгс/мм)	Прочность (кгс/мм)
Железнодорожные и автотранспортные	<40°C	15 Д	≤ 60	≥ 22 ≤ 24	≥ 38 ≤ 52
		15ХСНД	≤ 50	≤ 35	≥ 50 ≤ 70
		10 ХСНД	≤ 40	≤ 40	≥ 54 ≤ 70
	<-50°C	15ХСНД-3	≤ 50	≤ 35	≥ 50 ≤ 70
		ЮХСНД-3	≤ 40	≤ 40	≥ 50 ≤ 70
	>-50°C	15ХСНД-40	≤ 40	≤ 40	≥ 54 ≤ 68
Автотранспортные	<40°C	ЮХСНД-3	≤ 40	≤ 40	≥ 48 ≤ 68
		14Г2АФД	≤ 50	≤ 45	≤ 70
	15Г2АФДг	≤ 32	≤ 45	≤ 70	
	<-50°C	14Г2АФД	≤ 50	≤ 45	≤ 70
		15Г2АФДг	≤ 32	≤ 45	≤ 70

Литература:

1. Энциклопедия фундаментов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://plita.guru/raboty/opalubka/osobennosti-konstrukcii-i-primeneniya-skolzyaschey-opalubki.html>. – Дата доступа: 18.05.2020.
2. Торгово-транспортная компания «ГД Навигатор», статьи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.navigator-beton.ru/articles/skolzyashhaya-opalubka-tehnologiya-ee-izgotovleniya-i-osobennosti-montazha.html>. – Дата доступа: 18.05.2020.
3. Информационный портал «KakFundament» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kakfundament.ru/opalubka/skolzyashhaya-opalubka..> – Дата доступа: 18.05.2020.

ТОННЕЛИ МАНХЭТТЕНА

*Курило Антон Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Интересны для изучения тоннели, пролегающие в заливе Ист-Ривер в Нью-Йорке. Соединяют Манхэттен с Бруклином.

Один из них – Тоннель Бруклин-Бэттери.

Данный тоннель был построен 25 мая 1950 года. На его строительство ушло чуть менее десяти лет (дата заложения 28 октября 1940 года). Общая длина сооружения составляет 2779 метров, клиренс 3.7 метра, количество полос 4. Интенсивность движения составляет 45337 (по данным за 2010 год). Расположен тоннель на юге Манхэттена. Принадлежит городу Нью-Йорк. Обслуживанием тоннеля занимается агентство мостов и тоннелей компании МТА. При закладке тоннеля присутствовал президент Соединённых Штатов Америки Рузвельт. (Рис. 1).

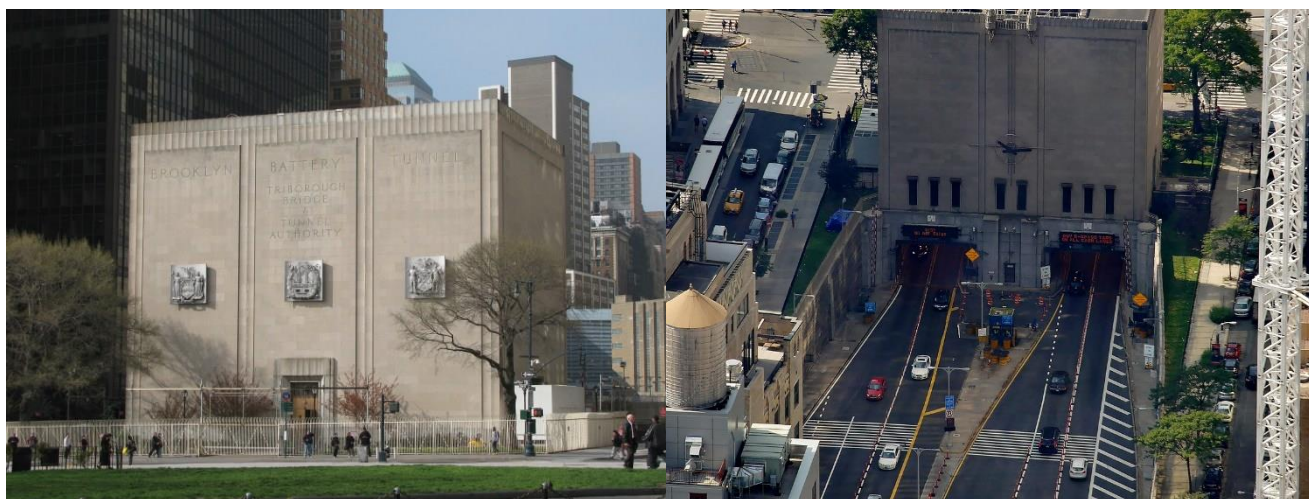


Рисунок 1 – Тоннель Бруклин-Бэттери

Роберт Мозес (директор компании) предлагал построить мост вместо тоннеля, но его предложение отвергли по причине того, что это испортит эстетичный вид Манхэттена. На мой же взгляд, мосты вокруг Манхэттена не построены из-за обильного движения кораблей. Причиной, по которой данное сооружение строилось столько времени – является вторая мировая война (строительство было заморожено до 1945 года). На постройку было

израсходовано 13900 тонн стали, 93600 тонн чугуна, 3010 км электрического кабеля, 205000 м³ цемента, 883391 болт и 799000 плиток. В нем присутствуют 53 вентиляционные установки, которые управляются 104 электромоторами.

Также интересен тоннель Куинс-Мидтаун.

Данный автомобильный тоннель соединяет Манхэттен и Куинс, под проливом Ист-Ривер. Его протяженность составляет 1955 метров, клиренс 3.68 метра, количество полос 4. Интенсивность движения, по информации на 2010 год, составляет 79063. Первоначально хотели построить мост, однако идею отвергли. Данное сооружение обошлось в два раза дороже строительства моста.

Проект был разработан архитектором Оле Сингстадом. Начало строительства было проведено второго октября 1936 года. На церемонии открытия присутствовал президент Соединённых Штатов Америки Рузвельт. В строительстве применялись передовые, на тот момент, технологии вследствие чего строительство закончилось за четыре года. 15 ноября 1940 года было открытие. В конце 1998 года по 2004 год в тоннеле проводились реконструкционные работы, был укреплен потолок, улучшены освещение и пожарная защита. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Тоннель Куинс-Мидтаун

При начале строительства данных тоннелей были разногласия: строить тоннель или же мост, но в силу тех или иных причин было решено строить именно тоннели. Версий много, но, на мой взгляд, такое решение было принято для того, чтобы не создавать проблем для прохождения водного транспорта и с целью военно-стратегических решений. Данные тоннели строились в смутные времена, когда строительство мостов было бы не лучшим решением в случае войны, а вот тоннель подходил бы лучше.

Литература:

1. Свободная энциклопедия «Википедия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тоннель_Куинс_—_Мидтаун. – Дата доступа: 18.05.2020.
2. Свободная энциклопедия «Википедия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тоннель_Бруклин_—_Бэттери. – Дата доступа: 18.05.2020.
3. Живой журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://masterok.livejournal.com/736086.html>. – Дата доступа: 18.05.2020.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА УЛАН-БАТОР (МОНГОЛИЯ)

*Лаппо Екатерина Ивановна, студентка 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован автодорожный тоннель в районе города Улан-Батор (Монголия). Подземное сооружение поспособствует улучшению транспортной логистики региона, привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

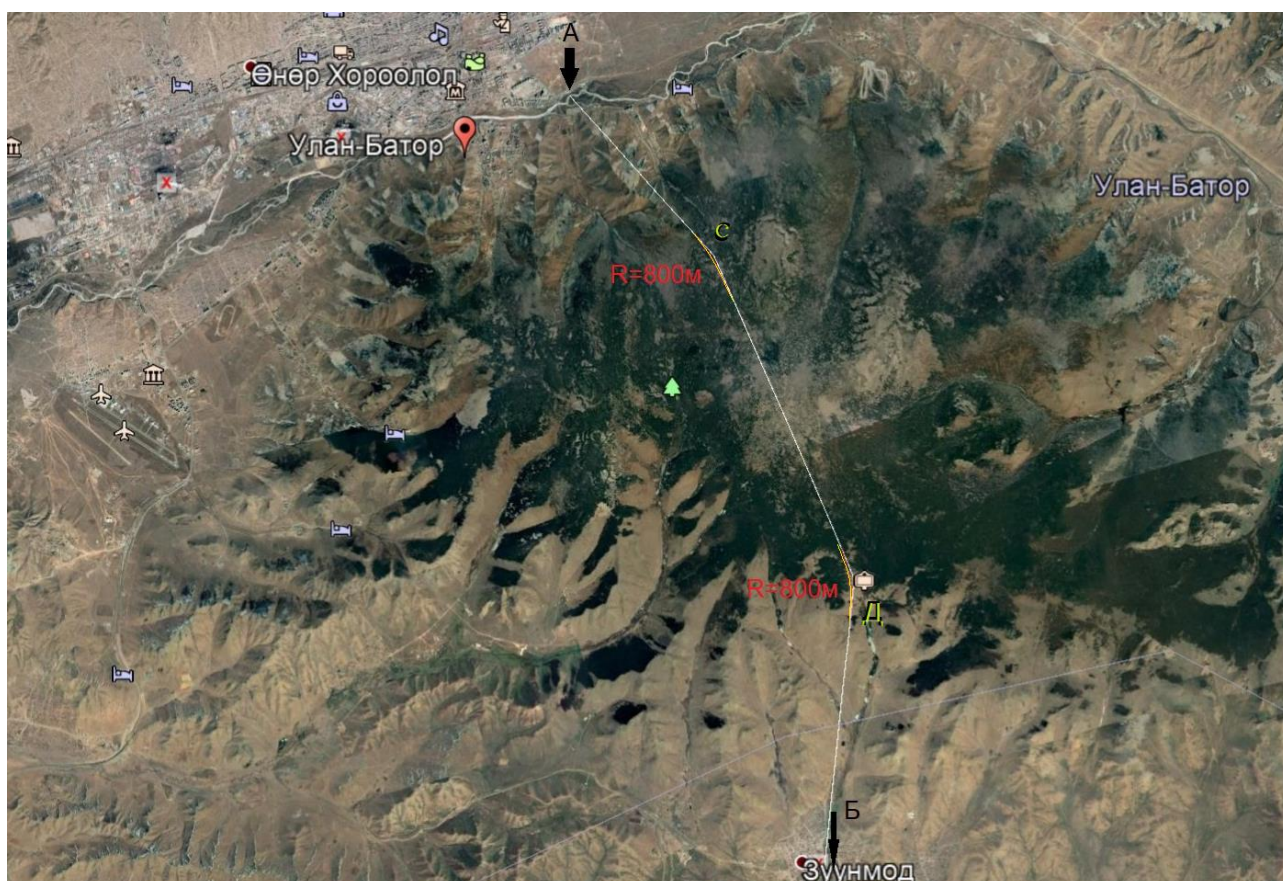


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 20,9 км с двумя углами поворота радиусом по 800 метров каждый. Максимальный уклон проезжей части не превышает 1% (Рис. 2). Расчетная

скорость движения автодорожного транспорта в тоннеле должна составлять 90-110 км/ч.

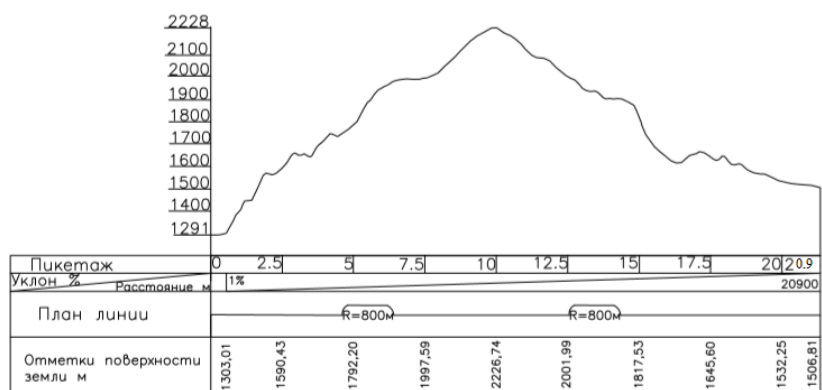


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет собой конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведения 4-х этажное здание, рядом с наземной частью тоннеля, в котором размещаются необходимые для полного функционирования подземной магистрали. В большей части здания будут размещаться социальные объекты (фуд-корт, логистический центр, парковка, хостел).

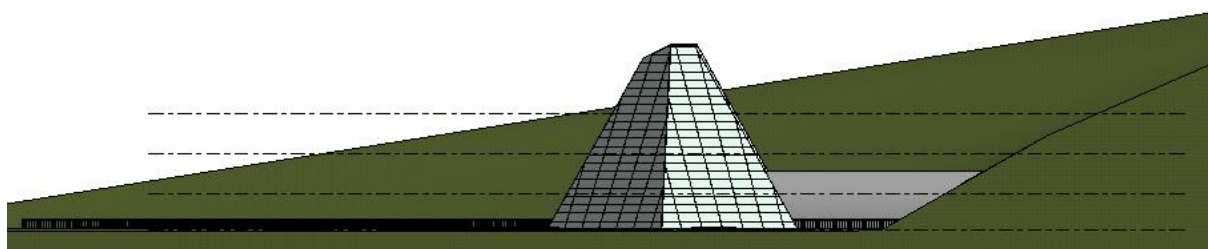


Рисунок 3 – Восточный фасад

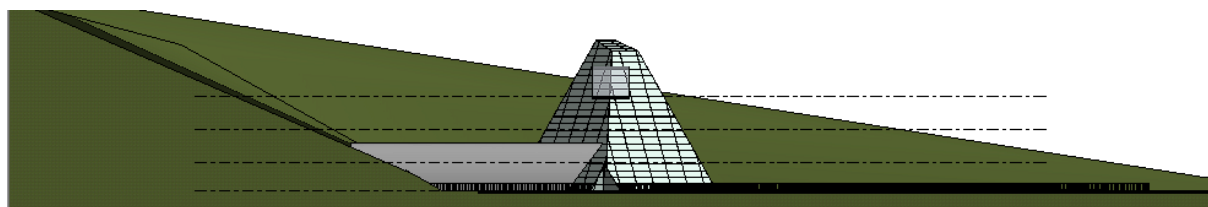


Рисунок 4 – Западный фасад

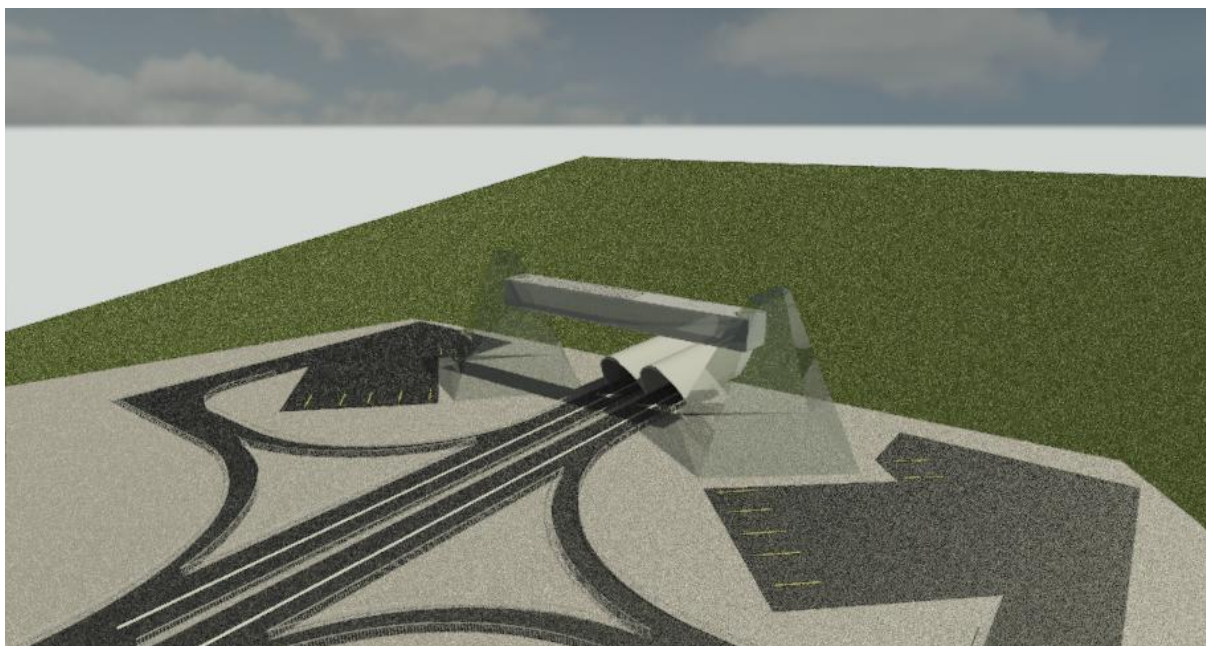


Рисунок 5 – Общий вид портала

На сегодняшний день сфера робототехники быстрыми темпами входит в повседневную жизнь. Они умеют водить, летать, выходить в космос, убираться в комнате и сегодня начинают разносить еду, но вот и в строительстве им начали находить применение.

Роботы способны заниматься обследованием сооружений, выполнять сбор данных и образцов, но также и прокладывать пути для каких-либо не сложных коммуникаций. Так Европейский Союз спонсирует проект, цель которого - разработка роботизированной системы, способной прокладывать путь под землей, маневрировать, определять свое местоположение, формировать карту местности и осуществлять навигацию, а также нести на борту оборудование для строительства как горизонтальных, так и вертикальных сетей скважин и трубопроводов.

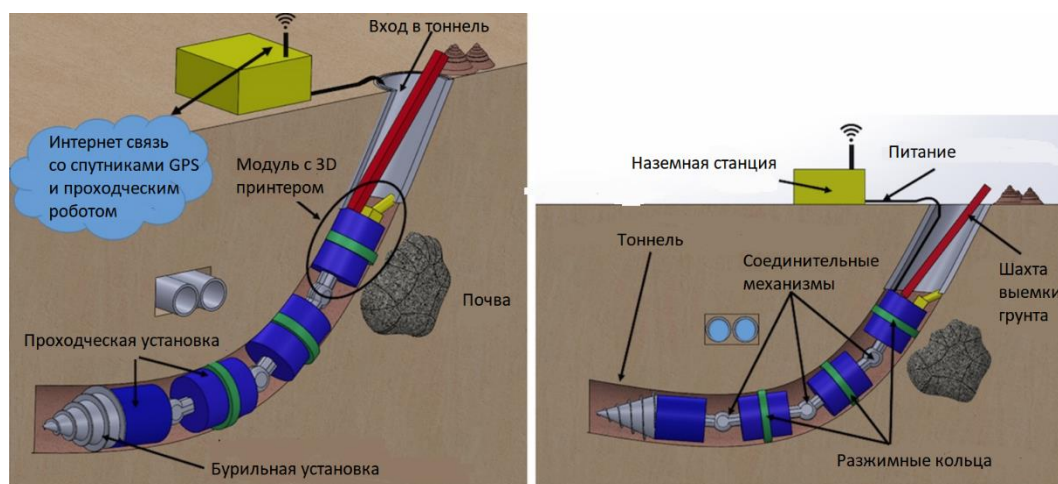


Рисунок 6 – принцип работы робота BADGER под землей

Робот BADGER (roBot for Autonomous unDerGround trenchless opERations) сумеет автономно зарываться в землю, подготовить место для укладки труб и распечатать для них канал при помощи бортового 3D-принтера. Туннель при этом может поворачивать, подниматься и опускаться и т.п. Процесс бурения сочетает роторные и ударные технологии, а также новейший метод ультразвукового измельчения каменной породы.

Конечная цель разработки - сформировать надежный бестраншейный способ прокладки кабелей со сложным строением, способный осуществлять земельные работы в непредсказуемых условиях подземной среды.

Литература:

1. Сайт RoboTrends [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/pub/1729/evrosoyuz-razrabatyvaet-robotov-dlya-prokladki-tonnelyay> – Дата доступа: 27.05.2020.

УКРЕПЛЕНИЕ ОТКОСОВ НАСЫПИ ГЕОРЕШЕТКОЙ

*Липницкий Денис Анатольевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы был разработан проект строительства трехпролетного моста с металлическими балками. Длина центральной балки составляет 23.6 м, масса – 35 т. Общий пролет моста – 54.6 м. Монтаж балок пролетного строения по проекту осуществляется сверху автокраном Liebherr LTM-1200.

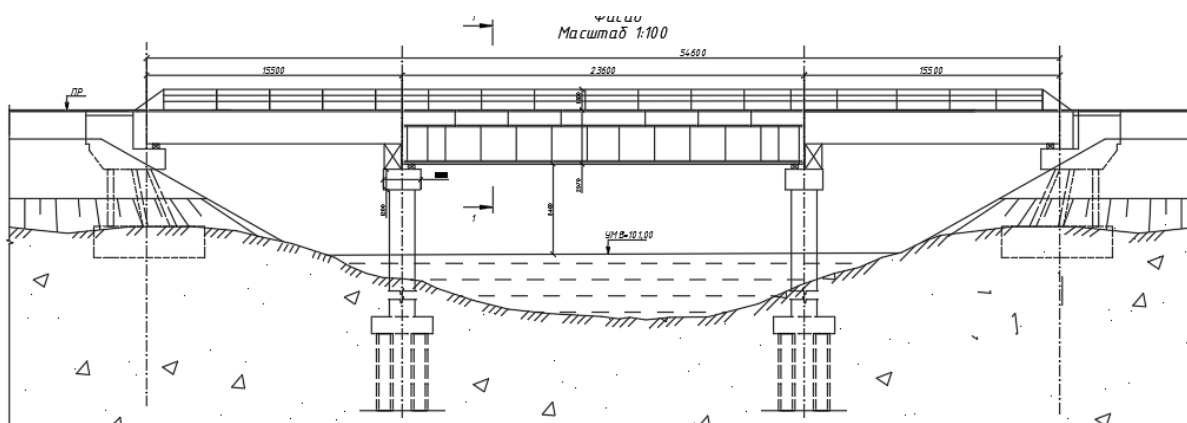


Рисунок 1 – фасад моста

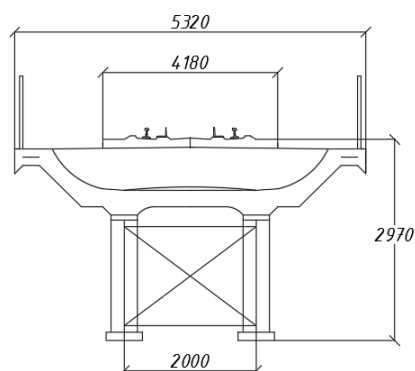


Рисунок 2 – поперечный разрез 1-1

Одной из завершающих стадий строительства моста является устройство откосов насыпи и их укрепление. Насыпь запроектирована с уклоном 1:1.5. С целью улучшения эксплуатационных характеристик, а также повышения устойчивости к возникновению и распространению эрозии, откосы в данном проекте рекомендуется укрепить георешёткой.

Георешетка является одним из наиболее перспективных материалов для укрепления откосов и склонов дорог, мостов и водоемов. Несмотря на свою современность, данный метод укрепления довольно экономичен. Дешевизна достигается за счет простоты устройства, а также применения более дешевых материалов.

Чаще всего применяется решетка с размером ячеек 210x210x100мм. Подстилающим слоем под георешетку служит геотекстиль. Крепление решетки к грунту осуществляется при помощи специальных монтажных анкеров. Заполняются ячейки могут различными сыпучими смесями, что позволяет экономить и применять для этого местные материалы. В завершении на поверхности откоса создается растительный слой с посевом семян.

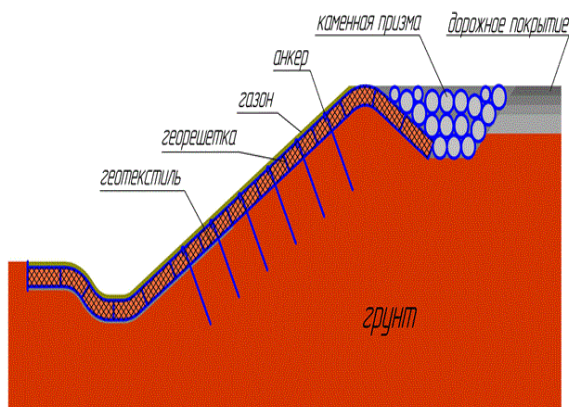


Рисунок 3 – схема укрепления откоса с применением георешетки

Откосы, укрепленные георешеткой, имеют надежную защиту от сдвига. Получается это за счет заклинивания частиц грунта в ячейках, в результате чего образуется устойчивая система, где усилия равномерно распределяются по всей площади откоса.



Рисунок 4 – пример укрепленного георешеткой откоса моста

Стоит также отметить, что после выполнения всех работ по укреплению откосов, за георешеткой не требуется никакой дополнительный уход.

Литература:

1. Кощин А.Д. «Технология укрепления откосов земляных сооружений прорезными геосотовыми конструкциями»
2. Гречухин В.А. «Строительство мостов, БНТУ, 2017
3. Курлянд В.Г., Курлянд В.В. «Строительство мостов», МАДИ - Москва, 2012
4. Кравченко И.М., Суходуб Е.Н. «Укрепление откосов насыпей и выемок при строительстве автомобильных дорог», Киев, 1990

МНОГОУРОВНЕВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА В ГОРОДЕ КРАКОВ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ PIASTOWSKA И ARMII KRAJOWEJ

*Липницкий Денис Анатольевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы мною было выбрано пересечение улиц Armii Krajowej и Piastowska в городе Краков, Польша. Анализ движения транспортного потока показал, что в часы пик на данном перекрестке образуются заторы. С целью их предотвращения и удобной организации движения транспортных средств и пешеходов мною была разработана подземная транспортная развязка.

Координаты точек:

А: Широта - $50^{\circ} 4'13.61''\text{С}$; Долгота - $19^{\circ}54'15.06''\text{В}$

Б: Широта - $50^{\circ} 4'10.86''\text{С}$; Долгота - $19^{\circ}54'13.86''\text{В}$

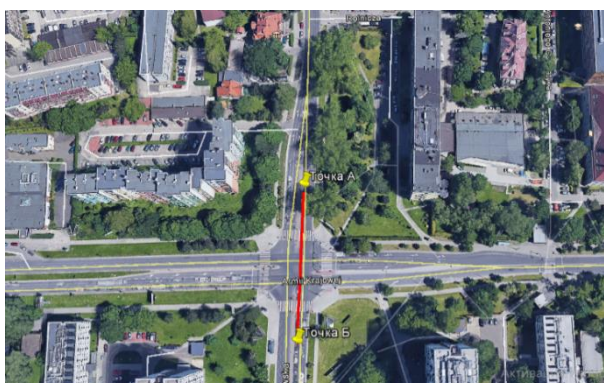


Рисунок 1 – снимок с GPS с точками строительства

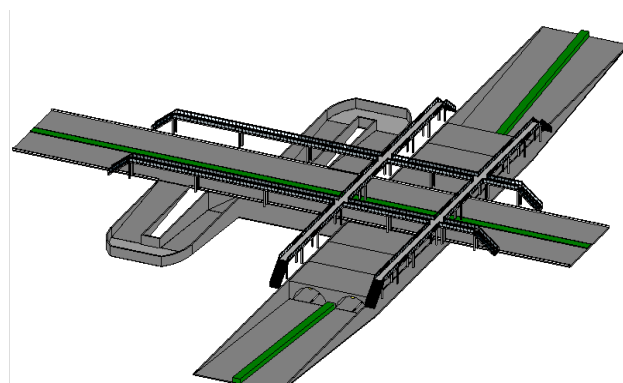


Рисунок 2 – модель транспортной развязки



Рисунок 3 – общий вид развязки А



Рисунок 4 – общий вид развязки Б



Рисунок 5 – архитектурно-планировочное решение развязки

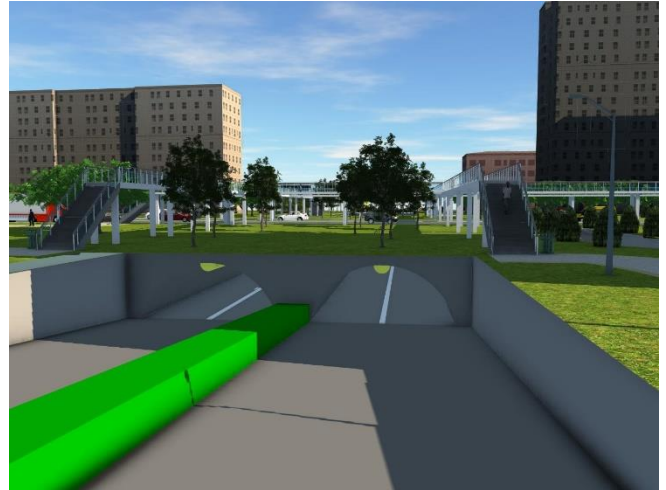


Рисунок 6 – общий вид портала

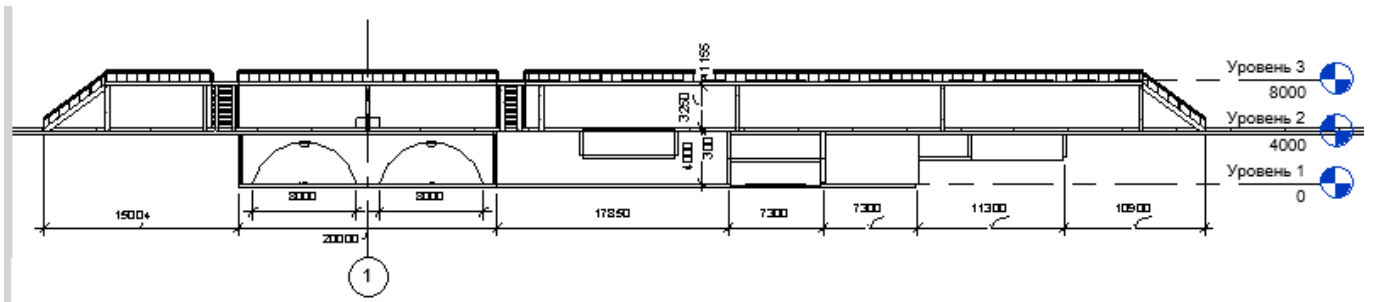


Рисунок 7 – архитектурно-планировочное решение (фасад - южный)

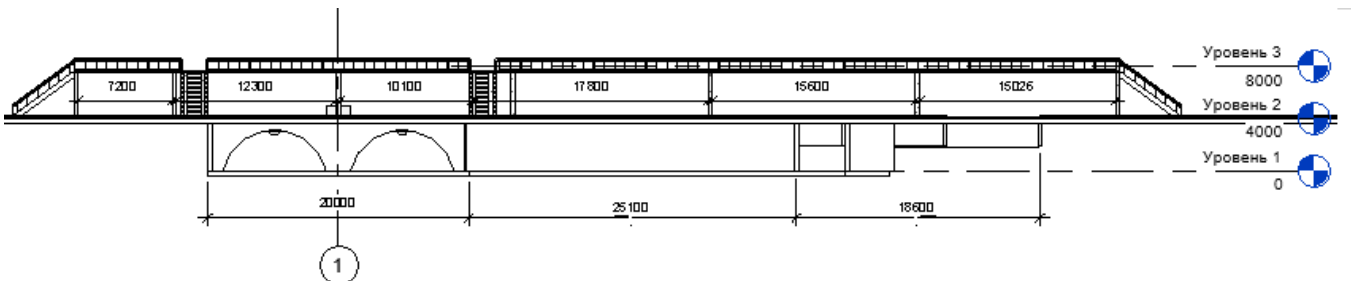


Рисунок 8 – архитектурно-планировочное решение (разрез 1-1)

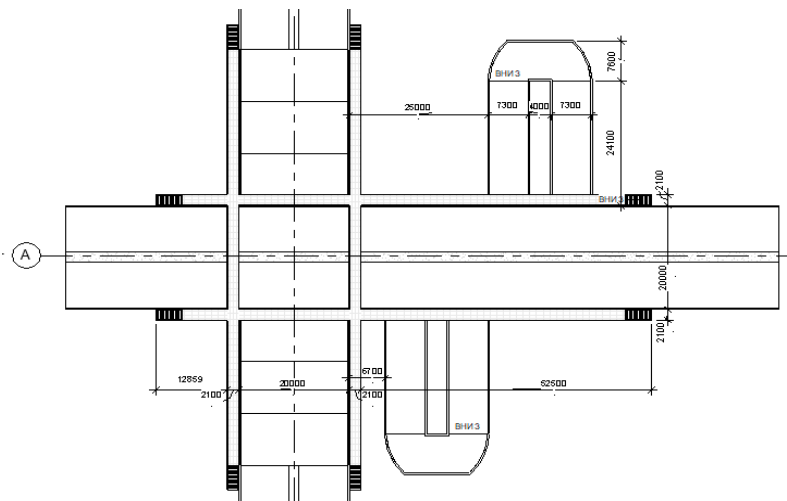


Рисунок 9 – архитектурно-планировочное решение (план площадки)

Концепция транспортной развязки состоит в одновременном соединении транспортного тоннеля с пересекающей улицей, а также системы пешеходных мостов. С пересекающей улицы запроектирован съезд в подземную часть, соединенную с тоннелем.

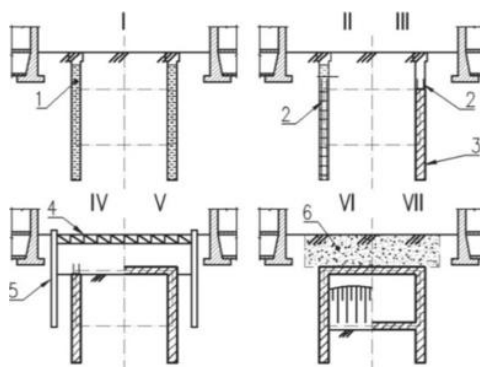


Рисунок 10 – этапы строительства тоннеля «миланским способом»

Так как перекресток является важной развязкой в данном районе, а также расположен в довольно плотной жилой застройке, при строительстве тоннеля рекомендуется использовать так называемый «миланский способ» (или траншейный). Данный метод строительства позволит в кратчайшие сроки восстановить движение транспортного потока.

Суть метода заключается в том, что изначально строители возводят стены и перекрытия тоннеля, по которым восстанавливается движение, а уже после приступают к разработке грунтового ядра.

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. Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.
4. Омелянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал «Технология защиты» №4 2007 г.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ СО СКВОЗНЫМИ ФЕРМАМИ ДЛЯ Ж.-Д. ЛИНИИ АДЛЕР – ГОРНОКЛИМАТИЧЕСКИЙ КУРОРТ «АЛЬПИКА-СЕРВИС»

*Лопатнёв Антон Олегович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Пролетные строения со сквозными фермами представляют собой комбинированную систему с жестким нижним поясом, воспринимающим нагрузку как от работы в составе главных ферм, так и внеузловую нагрузку от подвижного состава, передаваемую через набор поперечных балок, равномерно расставленных по длине.

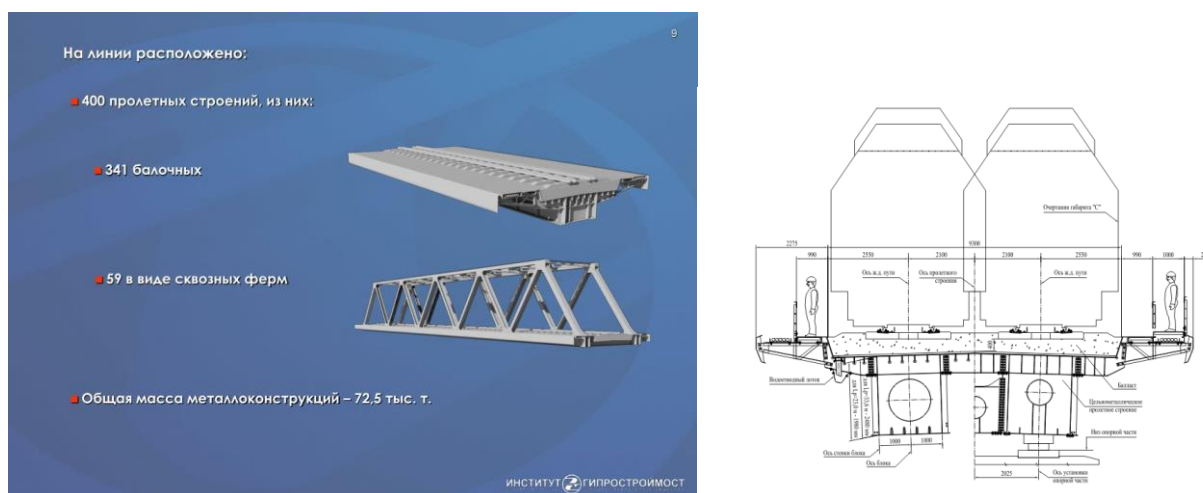


Рисунок 1 – Поперечное сечение двухпутного балочного пролетного строения $L_p=23,0$ м, $L_p=33,6$ м (в пролете и на опоре)

Балластное корыто, полностью сварное, образовано настильным листом ортотропной плиты и включенными в состав плиты наклонными бортовыми элементами. Подобная конструкция балластного корыта позволяет существенно снизить строительную высоту пролетного строения, минимально включать плиту в совместную работу с поясами на изгиб, а также за счет применения монтажной сварки для соединения элементов ортотропной плиты сделать поверхность балластного корыта ровной, что значительно облегчает нанесение гидроизоляции и делает корыто герметичным

Дано поперечное сечение однопутных пролетных строений 18,2 м, 23 и 33,6 м, на рис. 2 — двухпутных с пролетом 18,2 м и на рис. 3 — двухпутных с пролетами 23 и 33,6 м.

Компоновка пролетных строений соответственно в одно- и двухпутном исполнениях включает два основных элемента: унифицированную по конструктивному решению и ширине ортотропную плиту балластного корыта и хребтовые конструкции открытого типа для пролетных строений 18,2 м и коробчатого сечения для пролетов 23 и 33,6 м. Стыки блоков ортотропной плиты приняты комбинированными — с использованием сварки и высокопрочных болтов.



Рисунок 2 – Сварные швы ортотропной плиты

Балластное корыто, образовано настильным листом ортотропной плиты и включенными в состав плиты наклонными бортовыми элементами. Подобная конструкция балластного корыта позволяет существенно снизить строительную высоту пролетного строения, минимально включать плиту в совместную работу с поясами на изгиб, а также за счет применения монтажной сварки для соединения элементов ортотропной плиты сделать поверхность балластного корыта ровной, что значительно облегчает нанесение гидроизоляции и делает корыто герметичным.



Рисунок 3 – Контрольная сборка части решетки главной фермы

Стыки элементов нижнего и верхнего поясов вынесены из узлов решетки главных ферм. При этом стыки элементов нижнего пояса являются комбинированными фрикционно-сварными. Элементы верхних поясов

предусмотрены максимальной заводской готовности, что позволяет значительно сократить трудозатраты на установку верхних продольных связей на монтаже.

Литература:

1. StudFiles [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/> Дата доступа 14.05.2020
2. Slide Serve [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.slideserve.com/> Дата доступа 14.05.2020
3. Wikipedia [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> Дата доступа 14.05.2020

САМОЕ ВЫСОКОЕ ДЕРЕВЯННОЕ ЗДАНИЕ В МИРЕ – БАШНЯ МЬЁСА

*Ляшук Марина Ивановна, Айрапетян Никита Эдвардович,
студенты 4-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

В мире строительства давно принято использовать железобетон при возведении высотных зданий. Куда более редко можно встретить древесину, как материал для небоскребов. Но современные технологии движутся только вперед, и такой материал, как древесина, что считается менее долговечным, все время усовершенствуется.

В норвежском городе Брумунддаль было построено деревянное здание высотой 85,4 метра.



Рисунок 1 – Карта Башня Мьёса

Международный совет по высотным зданиям и среде обитания официально признал башню Мьёса – самым высоким деревянным небоскребом. Здание является третьим по высоте среди высоток Норвегии. При его строительстве не использовались внешние леса, а только краны. Все несущие конструкции изготовлены из клееного бруса (колонны, балки, шахты лифтов, лестницы, поперечные конструкции и т. д.). На 18-ти этажах разместились квартиры, офисы, отель, ресторан, терраса и др.

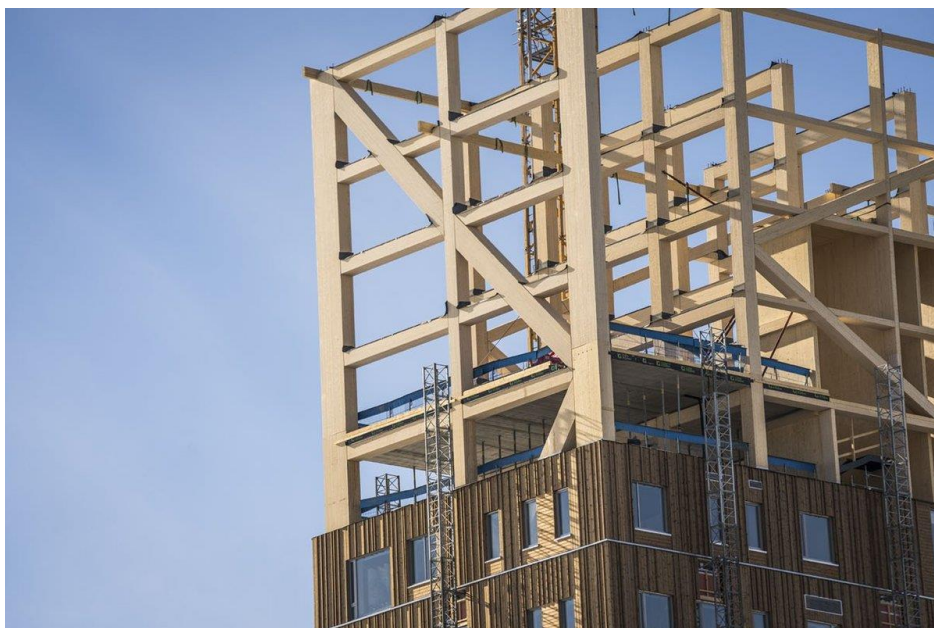


Рисунок 2 – Процесс строительства башни



Рисунок 3 – Самое высокое деревянное здание в мире

Использование древесины в таком формате имеет множество преимуществ. Это огромный плюс для экологии. Здания и сооружения, возведенные из этого природного сырья имеют эстетический вид. Что позволяет возводить небоскребы, не нарушая общего вида с природой в определенных зонах.

Литература:

1. Самый высокий деревянный «небоскреб» в мире теперь находится в Норвегии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archi.ru/news/83071/samoe-vysokoe-derevyannoe-zdanie-teper-nakhoditsya-v-norvegii> – Дата доступа: 18.05.2020.
2. В Норвегии построен самый высокий деревянный небоскреб в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.techcult.ru/technology/6545-samyj-vysokij-derevyannyj-neboskreb-v-mire> – Дата доступа: 18.05.2020.
3. В Норвегии построено самое высокое деревянное здание в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/lakhtacenter/v-norvegii-postroeno-samoe-vysokoe-dereviannoe-zdanie-v-mire-5cb1c717a7215000b25da909> – Дата доступа: 18.05.2020.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА С УЧЕТОМ ЕГО СТРУКТУРНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Ляшук Марина Ивановна, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научный руководитель – Ляхевич Г.Д., докт. техн. наук, профессор;

Ходяков В.А., старший преподаватель)

Тяжелый бетон – это самый распространенный (его еще называют обычный) бетон, с варьирующейся плотностью 1800-2500 кг/м³. В тяжелом бетоне вяжущим веществом является портландцемент или шлакопортландцемент. Портландцемент имеет множество своих разновидностей: сульфатостойкий, гидрофобный, быстротвердеющий и т. д. Для водных и подземных сооружений используют пуццолановый портландцемент. Крупный и мелкий заполнители используются соответственно горные породы и песок.

При проектировании состава бетона важно установить соотношение между его компонентами, при котором будут обеспечены технологические свойства бетонной смеси и нормируемые показатели качества бетона.

Основным методом проектирования состава бетона является расчетно-экспериментальный. В нем предварительно рассчитывается состав бетона при помощи формул, графиком и таблиц, а потом экспериментально производят испытание на образцах.



Рисунок 1 – Экспериментальный образец

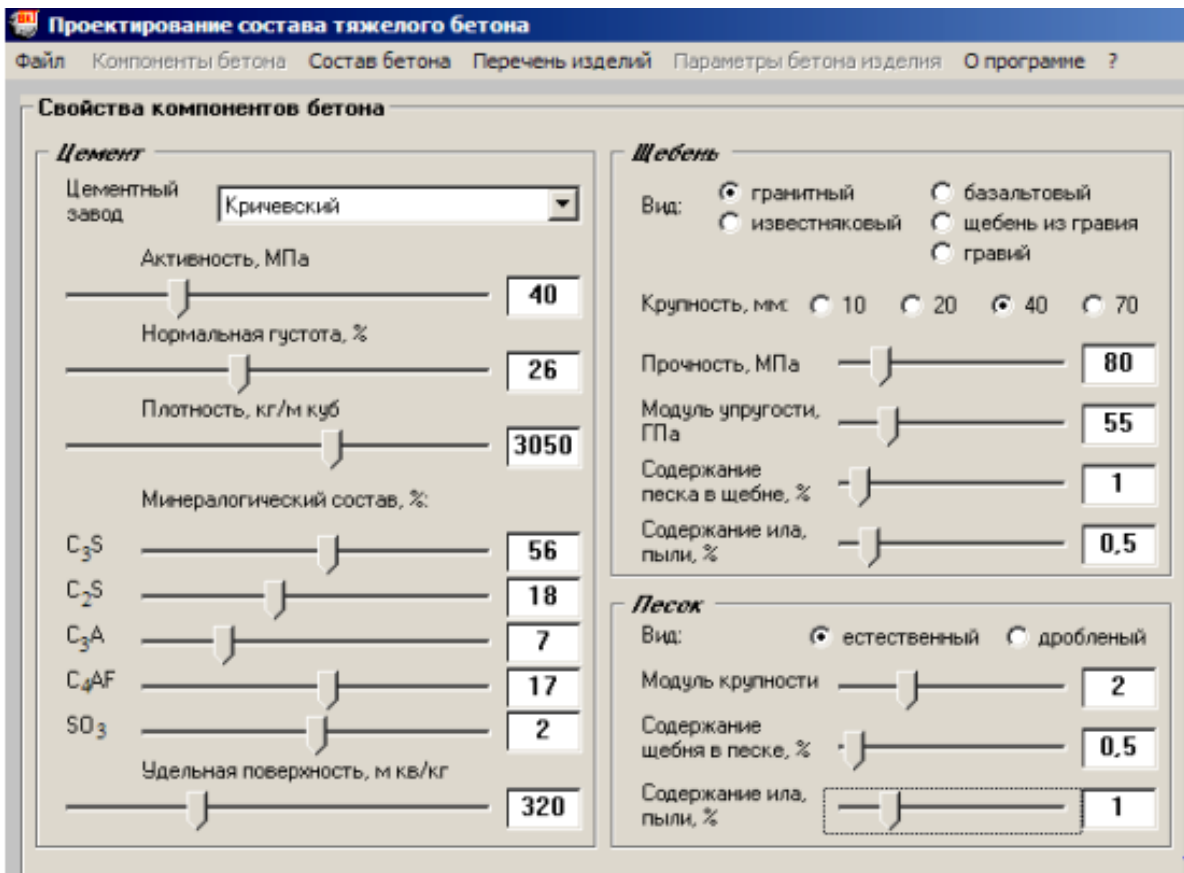


Рисунок 2 – Свойства компонентов бетона

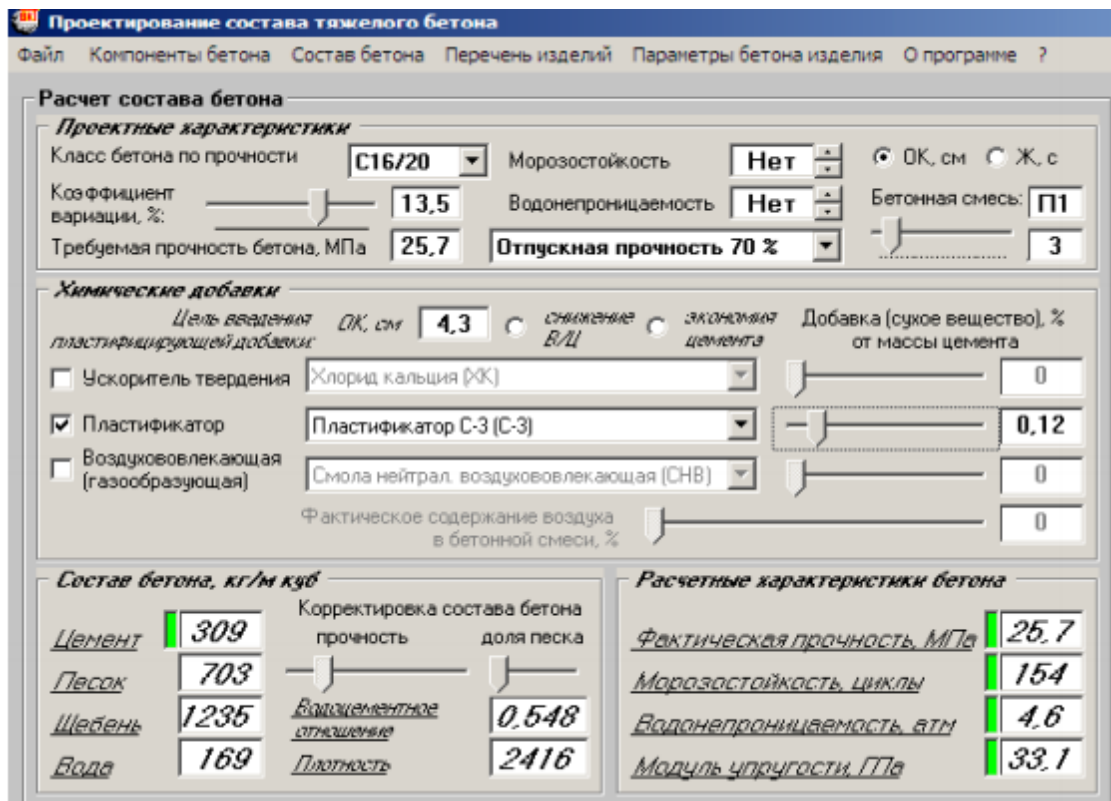


Рисунок 2 – Полученный состав и расчетные характеристики бетона

Проектирование состава тяжелого бетона, можно произвести в вычислительном комплексе Технолог, который был разработан на кафедре «технология бетона и строительные материалы» нашего университета. Комплекс имеет много различных предназначений и может использоваться как на производстве, так и в лабораторных условиях. Он имеет 10 разделов, один из которых подбор состава бетона. При этом подбор можно выполнить 4 методами: классический и модифицированный методы профессора Архвердова И.Н., метод НИИЖБА, многофакторный метод проектирования состава тяжелого бетона.

Литература:

1. Проектирование состава бетона с использование вычислительного комплекса «Технолог» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.bsut.by/bitstream/handle/123456789/1391/tehnolog.pdf?sequence=1&isAllowed=y> – Дата доступа: 20.05.2020.
2. Проектирование состава бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studref.com/356483/stroitelstvo/proektirovanie_sostava_betona – Дата доступа: 20.05.2020.
3. Проектирование состава бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/549305/page:5/> – Дата доступа: 20.05.2020.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ ВАРШАВА (ПОЛЬША). ЭЖСОСКЕЛЕТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Ляшук Марина Ивановна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В современном мире транспортное движение имеет развитую структуру. В больших городах огромное количество движущихся машин в одно время часто приводит к пробкам на дорогах. Рассмотрим пересечение улиц Towarowa и Chlodna в городе Варшава (Польша). Было предложено решить данную проблему при помощи многофункционального комплекса, который включает в себя транспортный тоннель, для устранения затора на дороге, и паркинг. При проектировании данного комплекса были проведены расчеты в SOFiSTiK.

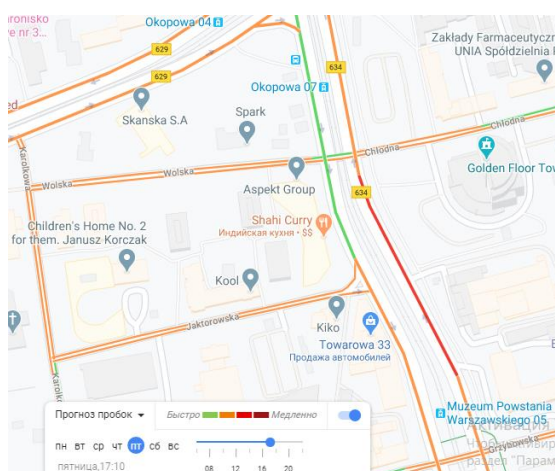


Рисунок 1 – Карта с учетом пробок в

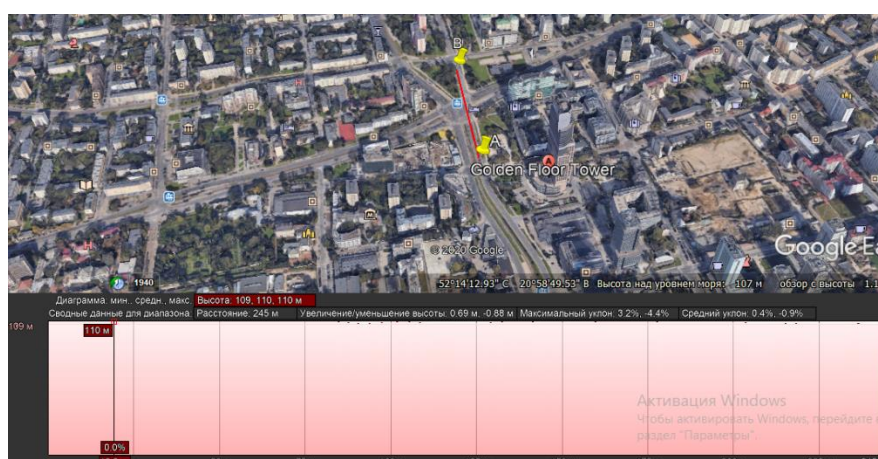


Рисунок 2 – Архитектурно-планировочное решение въезда/выезда в тоннель

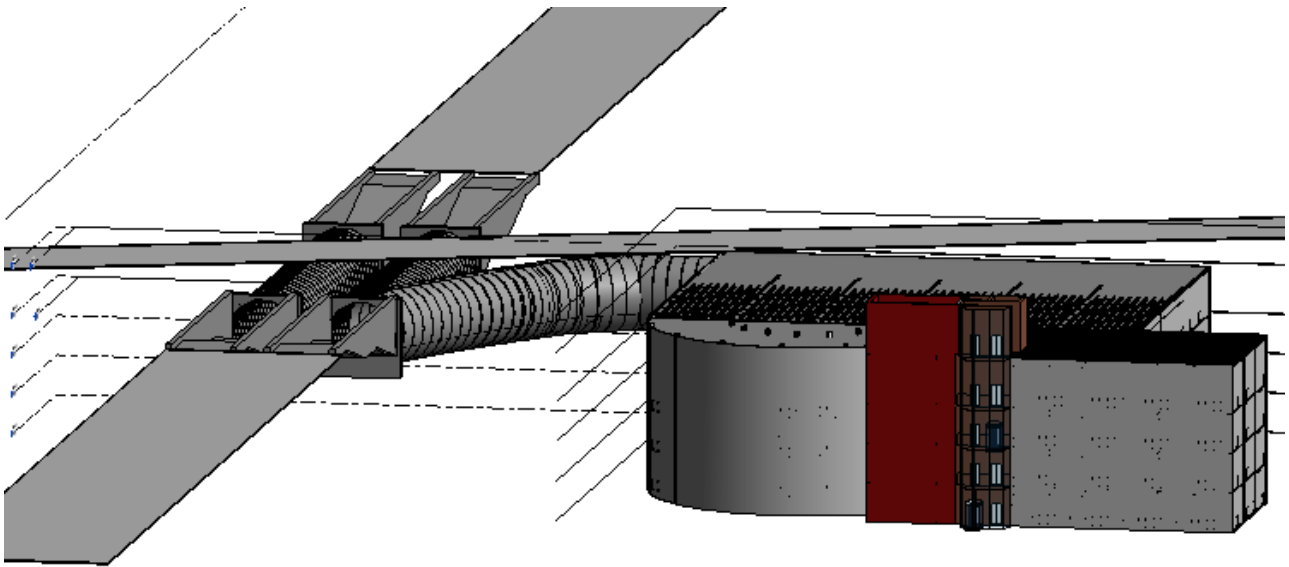


Рисунок 3 – Многофункциональный комплекс

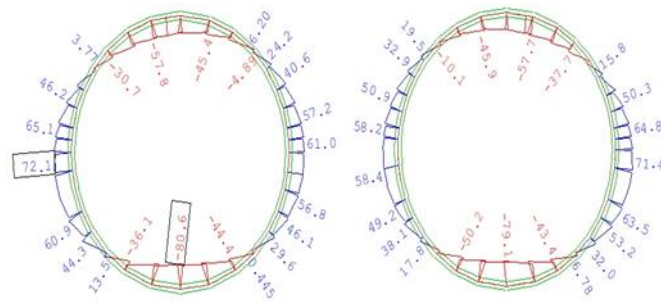


Рисунок 4 – Эпюра моментов, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершения строительства тоннеля в разрезе

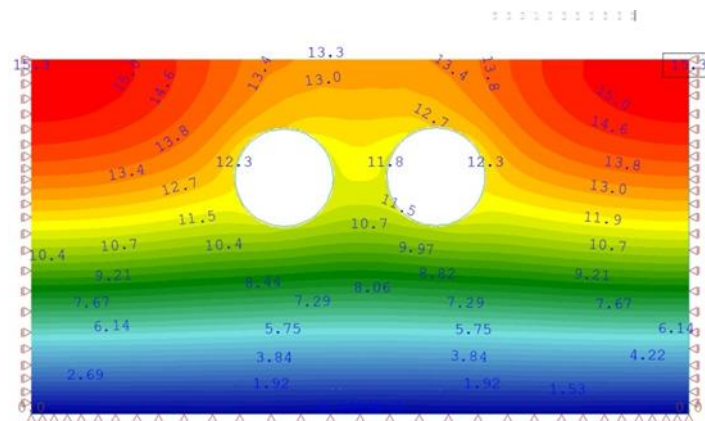


Рисунок 5 – Изополя перемещений совместно с конструкцией железобетонной обделки

При строительстве данного комплекса предлагается использовать инновацию – экзоскелет. Это костюм для строителя, который предназначен для облегчения работы и упрощения поднятия тяжелых грузов (для человека) в

трудных местах. Экзоскелет может работать до 8 часов без подзарядки, а, чтобы снять/надеть его достаточно 1 минуты. При этом скорость человека в нем практически не изменяется. Он имеет коэффициент усиления от 20 до 1, а это означает, что при поднятии 100кг они будут ощущаться как 5 кг.



Рисунок 4 – Строительный экзоскелет Guardian XO Max

Литература:

1. Будущее уже рядом – строители в экзоскелетах всего через год– стройматериал будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/59f322bc00b3ddc4f9373720/buduscee-uje-riadom--stroiteli-v-ekzoskeletah-vsego-cherez-god-5c2a111551ac1300abc27ebf> – Дата доступа: 18.05.2020.
2. «Костюм» для строителя или коммерческий экзоскелет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pikabu.ru/story/kostyum_dlya_stroitelya_ili_kommercheskiy_yekzoskelet_6394256 – Дата доступа: 18.05.2020.
3. Строители тестируют пассивный экзоскелет Eksovest для монтажных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://enki.ua/stroiteli-testiruyut-passivnyu-ekzoskelet-eksovest-dlya-montazhnyh-rabot-10216> – Дата доступа: 18.05.2020.

КОНДУКТОР ДЛЯ ЗАБИВКИ СВАЙ

*Маркевич Максим Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

В связи с неэффективностью и нерациональностью кондуктора для забивки свай, используемый по всей территории Республики Беларусь, в сфере мостостроения, я решил разработать свою версию.

Применяемый, на данный момент, кондуктор для забивки свай имеет большой ряд недостатков:

- 1) Высота кондуктора не позволяет поставить сваебойную технику в проектное положение без дополнительных операций. Ширина кондуктора превышает допустимые параметры;
- 2) высокая металлоемкость;
- 3) сложная сборка;
- 4) низкая точность забивки свай;
- 5) доступность материалов.

Исходя из недостатков, данный кондуктор редко используется при забивке свай. (Рис. 1).

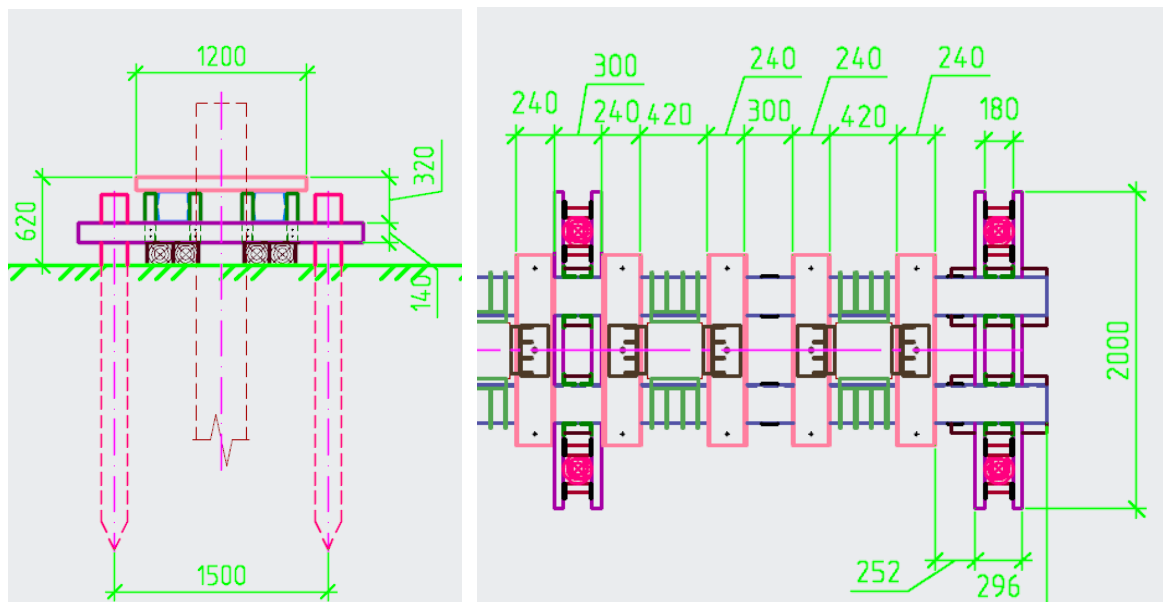


Рисунок 1 – Чертеж старого кондуктора

Разработанный мною кондуктор, лишен вышеперечисленных недостатков, легок в сборке и установке, требует в 1.6 раза меньше металла,

соответствует требуемым параметрам. За счет металлического контура обеспечивается требуемая точность. (Рис. 2).

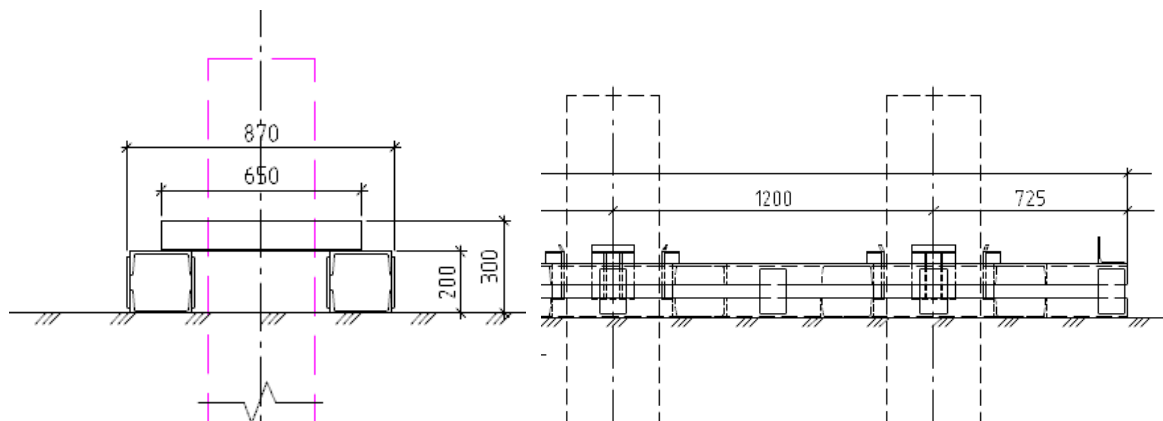


Рисунок 2 – Чертеж нового кондуктора (вид сбоку)

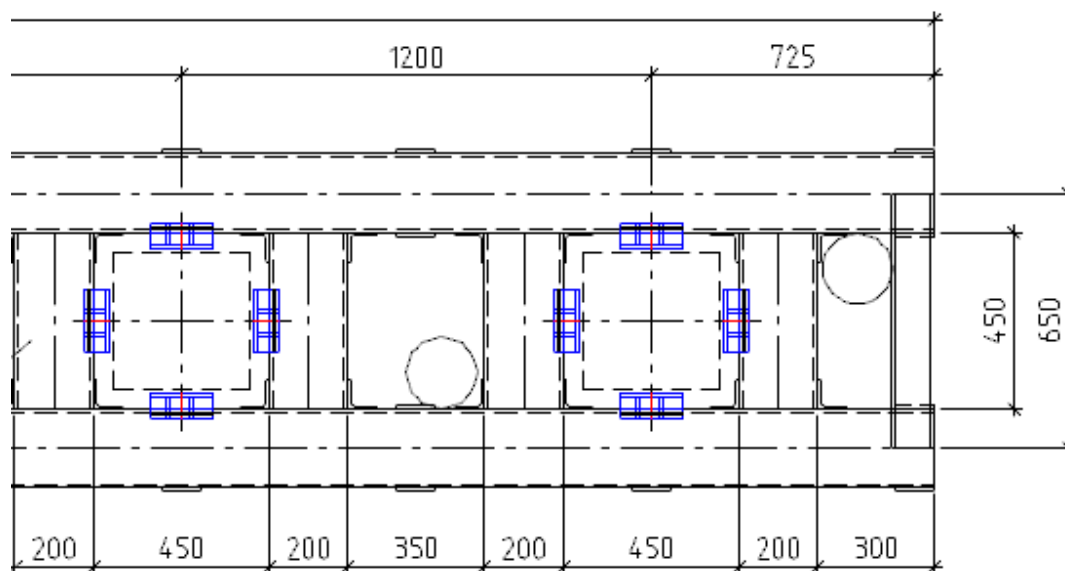


Рисунок 2 – Чертеж нового кондуктора (вид сверху)

Литература:

1. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНИП 2.02.03-85.

ОБЩЕСТВЕННАЯ ЗЕЛЕНАЯ ЗОНА НАД АВТОБАНОМ

*Маркевич Максим Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Автобан Чехии с годами становится все более перегруженным, чтобы справиться с растущим трафиком я предлагаю обратиться к довольно традиционному решению: расширять практически весь участок шоссе, которое проходит через населенные пункты. Но, чтобы справиться с шумом, подъемом пыли, грязи и тем, как шоссе разорвало районы, предлагаю довольно интересное решение: погрузить под землю несколько миль шоссе и покрыть его парками, общественными садами и жилищной застройкой. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Проект погружения шоссе под землю

Погружение шоссе под землю – это практический способ выполнить постановление о борьбе с шумом, поскольку звуковые барьеры, которые приняли в 2005 году и установили в большинстве мест, не могут полноценно справиться с задачей и позволяют уменьшить шум только в 2 раза.

Проект тоннеля также имеет некоторые другие преимущества: помимо сохранения пропускной способности трафика, он обеспечит значительное количество новых парковых зон, велодорожек и общественных садов, а также пространство для строительства домов. (Рис. 2). Новый парк также свяжет существующие парковые зоны, создавая новый зеленый пояс.



Рисунок 2 – Парковая зона с велодорожками

Литература:

1. expo-lesstroy [Electronic resource] – Mode of acces: <https://inhabitat.com/hamburg-plans-to-build-public-green-spaces-atop-noisy-autobahn/> . – Date of access: 08.06.2020.
2. expo-lesstroy [Electronic resource] – Mode of acces: <https://www.vox.com/2015/1/9/7520805/hamburg-highway>. – Date of access: 08.06.2020.

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПАНИИ DYNAMIC INFRASTRUCTURE

*Марков Павел Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Хотели бы вы иметь более полное понимание всех структурных аспектов мостов, находящихся под вашей опекой? Как насчет возможности отслеживать износ различных типов виадуков и т. д. Из одного источника?

Что если вы могли бы получать оповещения о том, что что-то не так, прежде чем проблемы, связанные с небольшими мостами, превратятся в большие бедствия?

Верьте или нет, все это возможно!

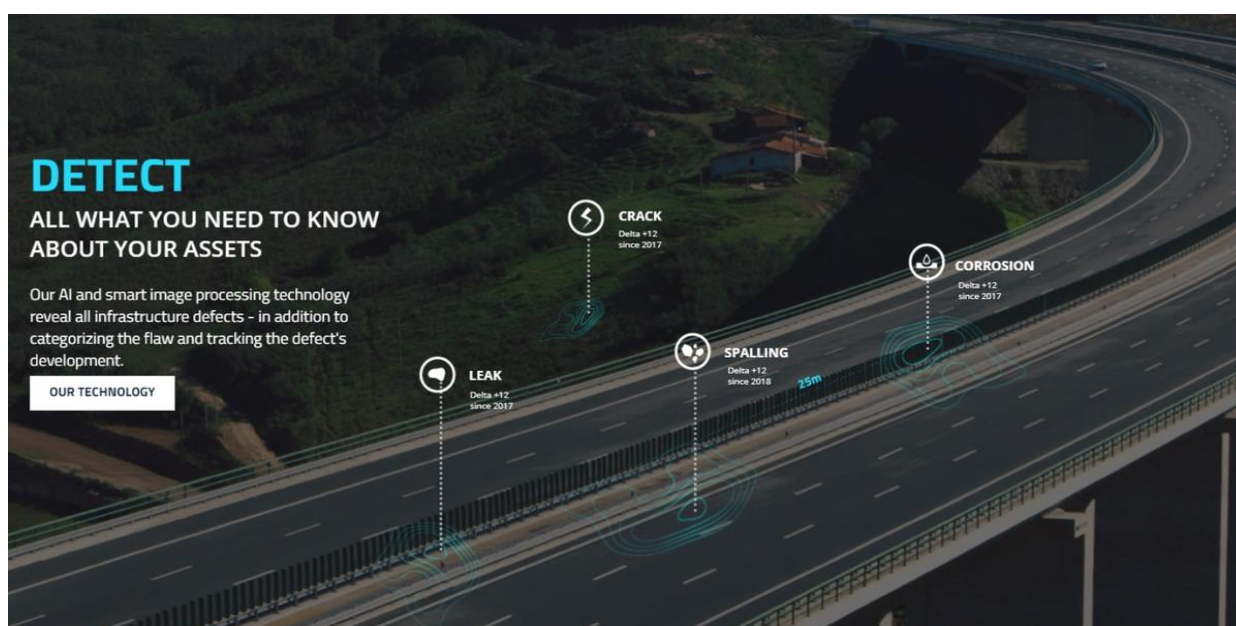


Рисунок 1 - Динамическая инфраструктура предоставляет визуальный «отчет о работоспособности» на мостах, туннелях и надземных магистралях

Компания, расположенная в Нью-Йорке и Тель-Авиве, Dynamic Infrastructure, разработала передовое решение для таких конструкций, как мосты и тоннели, дающее полное представление о них. Система предоставляет трехмерные изображения моста или туннеля в режиме реального времени. Она отправляет автоматические оповещения при обнаружении изменений в состоянии моста. Ранние предупреждения помогают предотвратить крупные, более дорогие и более опасные проблемы в будущем.

Благодаря огромному положительному влиянию Орех и Сапех, Dynamic Infrastructure уже осуществляет проекты в США, Германии, Швейцарии, Греции и Израиле с различными заинтересованными сторонами в транспортной инфраструктуре. Клиенты компании имеют в общей сложности 30 000 активов, от Департаментов транспорта до государственно-частных партнерств и частных компаний.

Динамическая инфраструктура быстро создает «медицинские записи» для каждого моста, туннеля и надземной автомагистрали на основе существующих изображений, полученных в ходе периодических проверок состояния в течение многих лет, включая изображения со смартфонов, беспилотных летательных аппаратов и лазерного сканирования. Запатентованная технология сравнивает старые и заархивированные изображения с новыми, выявляя проблемы обслуживания и эксплуатации, дефекты и аномалии. Как и МРТ для людей, трехмерные «медицинские записи» служат основой для предупреждений об изменениях условий технического обслуживания. Доступ к диагностике может быть легко осуществлен через простой браузер, и его можно мгновенно передать коллегам и подрядчикам, чтобы ускорить рабочие процессы обслуживания и увеличить возврат инвестиций.

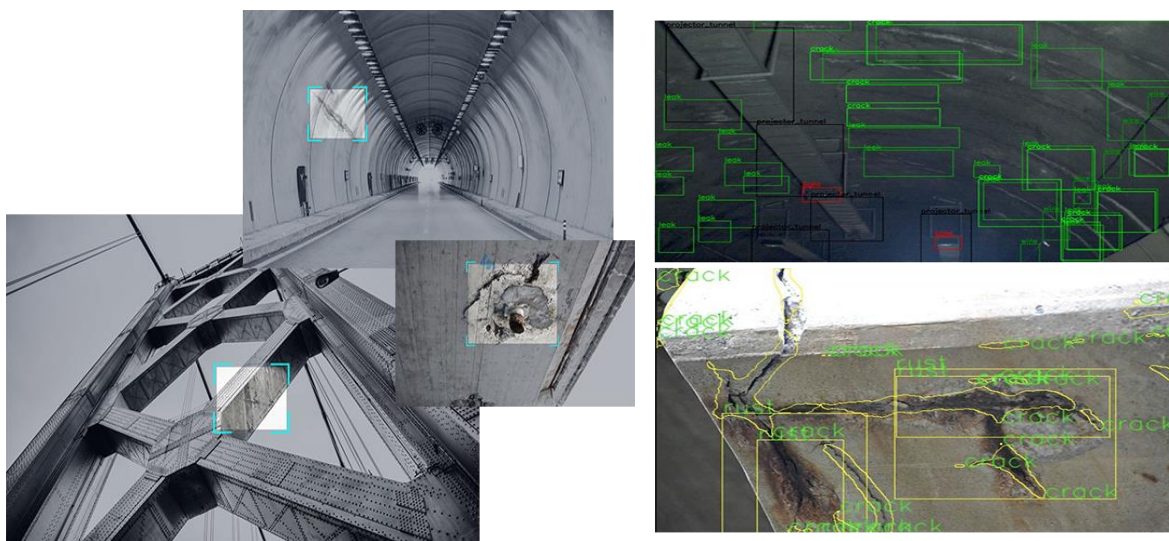


Рисунок 2 – Технология выявляет проблемы конструкции

«Мир сталкивается с кризисом инфраструктуры», - сказал Саар Дикман, соучредитель и генеральный директор Dynamic Infrastructure. «В частности, дефицитные мосты и туннели представляют серьезную проблему для инфраструктуры во всем мире, а их плохое состояние приводит к человеческим потерям и миллионам незапланированных расходов. Попытка восстановить несовершенную инфраструктуру без внедрения новых технологий не сработает. Технология позволяет изменить уравнение однодолларовой задачи. Один

доллар правильной технологии в нужном месте может сэкономить более одного доллара на обслуживании моста».

В соответствии с девизом «Каждое фото имеет значение», компания экономит миллионы ресурсов, помогая им оставаться эффективными в рамках жестких бюджетных ограничений.

Литература:

1. Dynamic Infrastructure [Electronic resource] –<http://diglobal.tech/>
2. BMI [Electronic resource] – <https://bridgemastersinc.com/bridge-management-technology/>

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ ВАРШАВА (ПОЛЬША). ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ШЛЕМА SHIMABUN

*Марков Павел Александрович, 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 Варшава, Польша. Было принято решение разгрузить перекресток с помощью транспортного тоннеля. Также, из экономических соображений, было принято решение о строительстве многофункционального подземного комплекса, включающего в себя паркинг. Была разработана концептуальная модель.



Рисунок 1 – Схема пробок

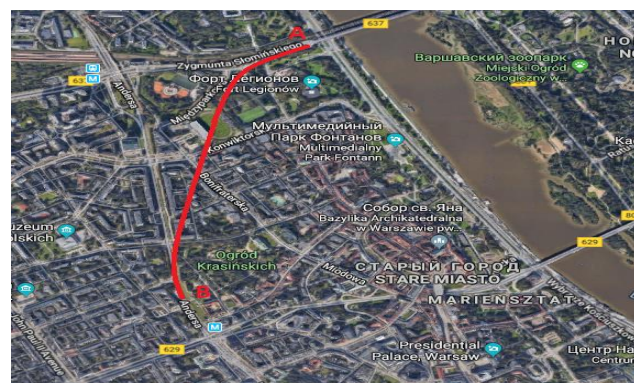


Рисунок 2 – Генеральный план тоннеля

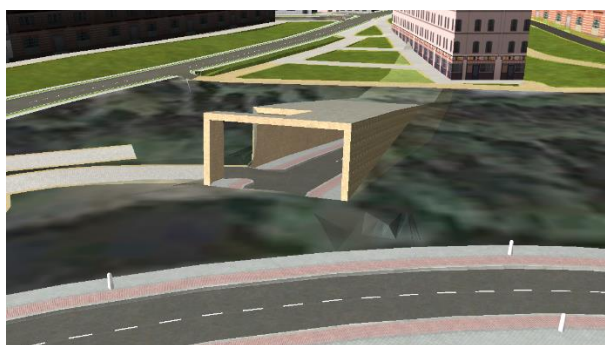


Рисунок 3 – Концепция портала тоннеля А



Рисунок 4 – Концепция портала тоннеля В

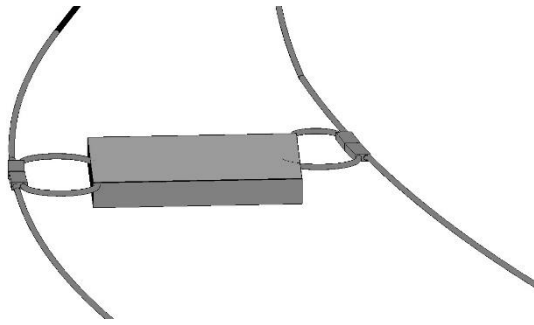


Рисунок 5 – Концептуальная 3D модель проектируемого тоннеля

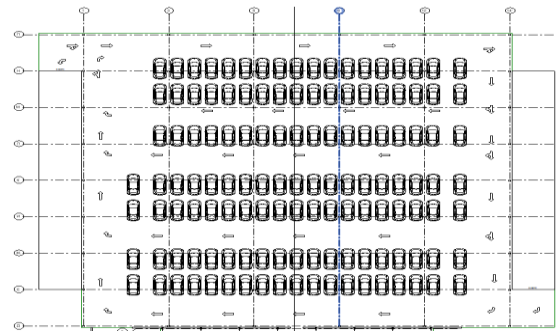


Рисунок 6 – Поперечный разрез подземного паркинга

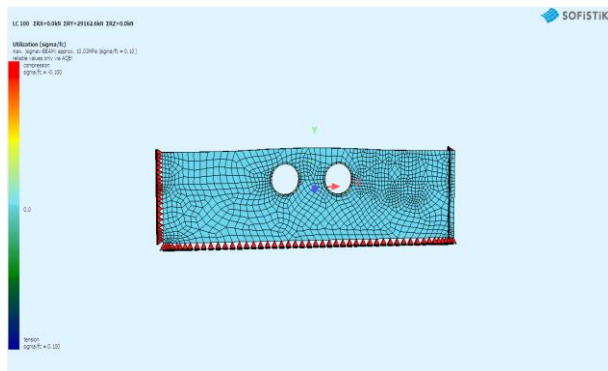


Рисунок 7 – Расчётная схема поперечного сечения в разрезе

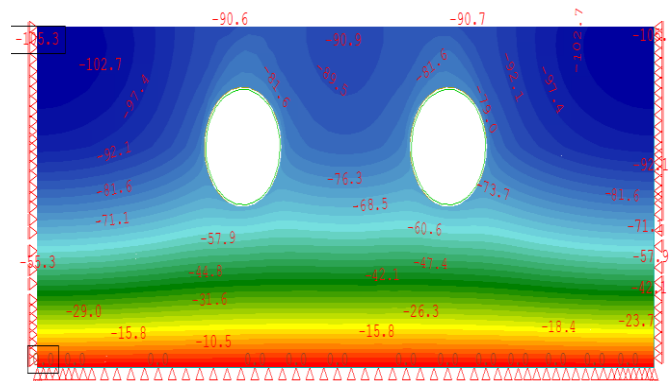


Рисунок 8 – Изополя перемещений совместно с конструкцией железобетонной обделки

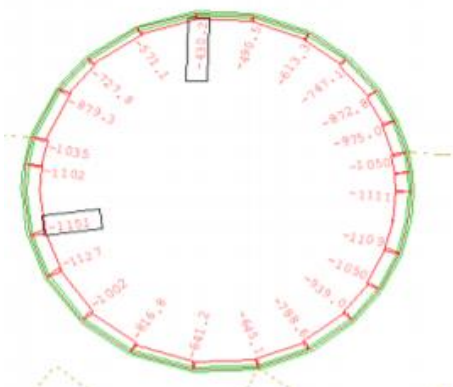


Рисунок 9 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершения строительства тоннеля в разрезе

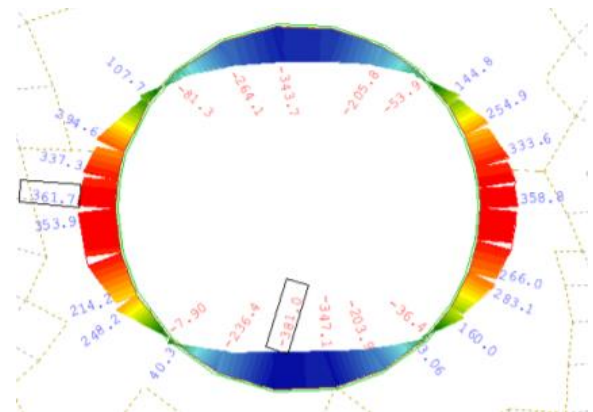


Рисунок 10 – Эпюра моментов, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершения строительства тоннеля в разрезе

Японская компания Shimabun выпустила девайс для защитных шлемов и для мониторинга потенциальных угроз для строителей. Shimabun имеет комплект для модернизации касок с модулем, который может точно определить, где находятся работники, могут ли они быть легкомысленными или даже упали. Шлем также определяет условия перегрева благодаря датчикам

температуры и движения, встроенным в электронное устройство, прикрепленное к шлему (рис. 5.11).

Наблюдение за состоянием здоровья работников может снизить риск несчастных случаев, но, если несчастный случай случается, его нужно обнаружить, и отправить помощь как можно быстрее. Из-за сетевой природы этой системы все работники могут быть подвергнуты одновременному мониторингу, и на месте строительства устанавливается автоматическое оповещение для обнаружения и предупреждения в случае чего-либо.



Рисунок 11 – Шлем Shimabun IoT

Все данные также могут быть записаны в облако, и могут быть проанализированы для понимания точных обстоятельств, в которых произошли события, или просто для повышения общей безопасности и эффективности работы. Модуль безопасности построен с использованием платформы интеллектуальной сети ALPS IoT, которая включает в себя аппаратное обеспечение, а также программную платформу для управления всем. Отдельные компании могут настроить устройство в соответствии со своими потребностями.

Литература:

1. Alpsalpine [Electronic resource] – <https://www.alpsalpine.com/e/products/iot/>
2. Shimabun [Electronic resource] – <https://www.shimabun.co.jp/english/>
3. Ubergizmo [Electronic resource] – <https://www.ubergizmo.com/>

БЕТОН, СПОСОБНЫЙ РЕГЕНЕРИРОВАТЬСЯ

*Ментуз Станислав Олегович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

При проектировании подземного комплекса в городе Вильнюс был применен саморегенерирующийся бетон.

Саморегенерирующийся бетон – инновационный материал, который помог решить несколько проблем, возникших во время проектирования. Так как бетон имеет относительно низкую прочность на растяжение в нем часто возникаю трещины. Опасность трещин заключается в том, что при раскрытии в них могут попадать влага и всевозможные химические и органические соединения, что приводит к его разрушению с течением времени. Очень важно обнаружить трещины на начальном этапе, так как их проще будет отремонтировать. Трещины в защитном слое опасны тем, что при большом их раскрытии арматура начинает корродировать.



Рисунок 1 – Комплекс с тоннелем, в котором применен самовосстанавливающийся бетон

Не так давно учёные Гентского университета провели исследование, в результате которых был изобретен саморегенерирующийся бетон. В состав бетона входят супер-абсорбирующие полимеры, состоящие из бактерий. Бетон обладает автогенной способностью к заживлению, поскольку в матрице присутствует негидратированный цемент. Когда вода вступает в контакт с таким цементом, происходит дальнейшая гидратация. Кроме того, растворенный CO_2 реагирует с Ca^{2+} с образованием кристаллов CaCO_3 . Однако такой механизм может “лечить” только небольшие трещины.

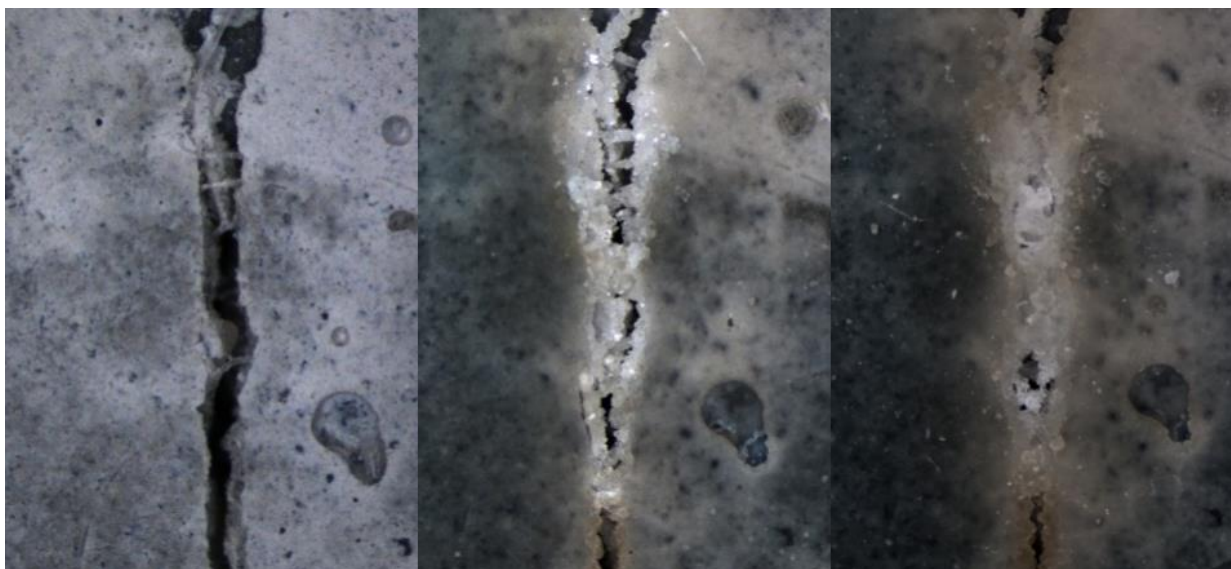


Рисунок 2 – Процесс восстановления бетона

Эксперимент с водопроницаемостью бетона показывает, что самовосстанавливающийся бетон прекрасно справляется и не пропускает воду через трещину (Рис. 2).

Сегодня самовосстанавливающийся бетон - это единственное реальное решение способное успешно бороться с явлением, которые называют «бетонный рак», возникающей, когда в поры бетонных конструкций проникает влага. Затем происходит набухание и распад материала. На основе чудо-бактерий возможно изготовить смесь, которой можно будет ремонтировать существующие в бетонные конструкции.

Литература:

1. Ghent University [Электронный ресурс] / Home Research groups / Magnel Laboratory Research / Concrete and environment / Self-healing of concrete. - Режим доступа: <https://www.ugent.be/>. Дата доступа: 07.05.2020.
2. You tube [Электронный ресурс] / Self-healing of concrete. - Режим доступа: <https://www.youtube.com/>. Дата доступа: 06.05.2020.
3. Tunntech [Электронный ресурс] /Technology ews. - Режим доступа: <https://www.tunntech.com/>. Дата доступа: 05.05.2020.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ОТВОЦК (ПОЛЬША)

*Микутайтис Егор Иванович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для упрощения транспортного пути в районе города Отвоцк (Польша) был запроектирован автомобильный тоннель. Проект предусматривает сооружение транспортного тоннеля (Рис. 1). Новая подземная транспортная траншея приведет к привлечению большего числа туристов в регион, т.к. компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.



Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 18 км с двумя углами поворота. Максимальный уклон проезжей части не превышает 22‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 100-120 км/ч.

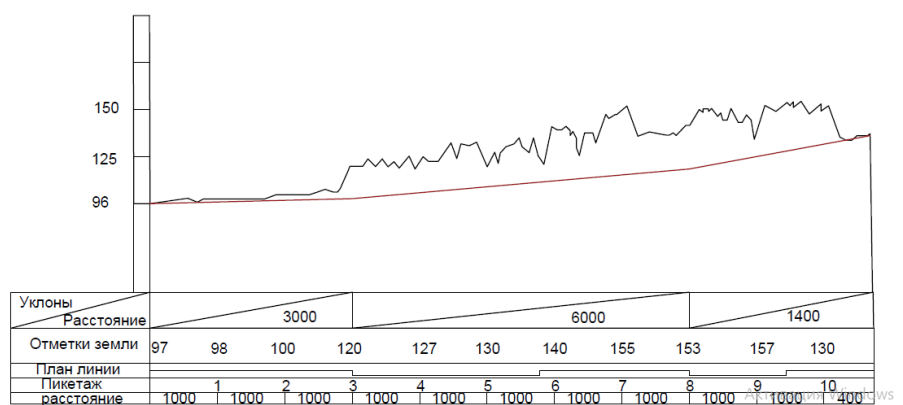


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Чтобы избежать осыпания грунта на входе (выходе) тоннеля на поверхность земли, были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведение здания, совмещенного с наземной частью тоннеля, в котором размещаются необходимые для безопасного функционирования подземной магистрали оборудования и службы.

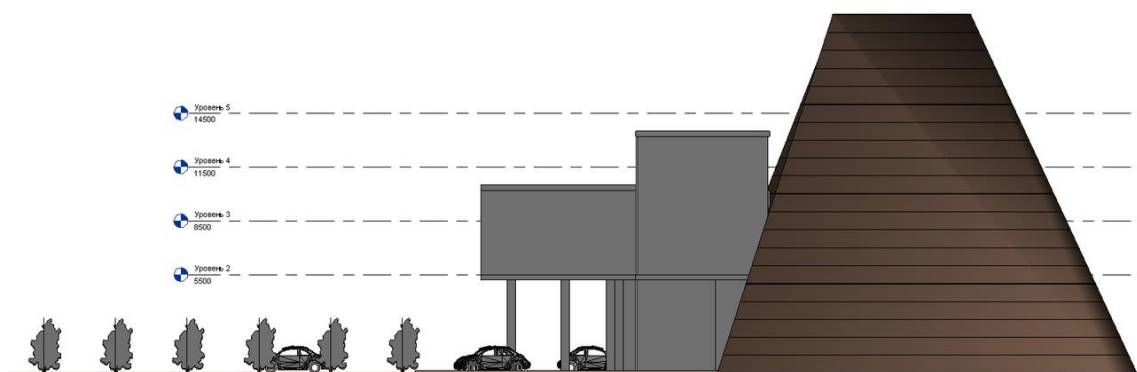


Рисунок 3 – Восточный фасад

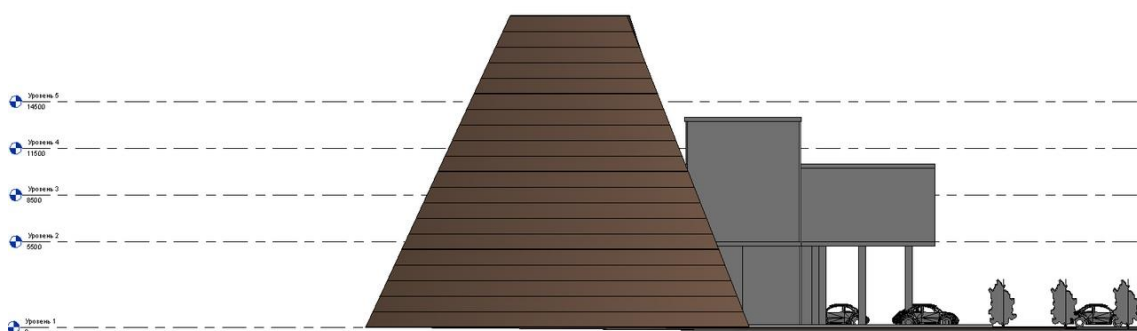


Рисунок 4 – Западный фасад



Рисунок 5 – Общий вид портал

Одна из новых тенденций на рынке-это инновации в тоннельной демонтажной машине запрос на строительство огромного количества подземной инфраструктуры. В качестве материала для резцов стали использовать вольфрамовый сплав, имеющий специальное полимерное покрытие. Такие резцы, в отличие от традиционных, реже стачиваются даже при работе в твёрдых скальных породах. На разработку материала для данных резцов у нескольких американских компаний ушло пару лет и было затрачено десятки миллионов долларов. Однако на данный момент значительно увеличился период работы автоматизированных проходчиков. Это наглядно продемонстрировано при сооружении горных тоннелей. Такие проходы в последние годы массово строятся в Альпах. Один из последних тоннелей - под перевалом Сен-Готар, проложен с использованием описанной технологии.

Литература:

1. Сайт BASF [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.master-builders-solutions.basf.kz/>. – Дата доступа: 30.04.2020.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА ГОЛДЕН (КАНАДА)

*Монид Анатолий Владимирович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Для совершенствования транспортного сообщения в районе города Голден (Канада) в рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован автомобильный тоннель (рис.1,2,3). Новое подземное транспортное сообщение сможет привлечь большее число денежных средств в регион, т. к. компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут. Так же тоннель будет являться неким «показательным примером» ввода новых технологий в строительство и его эксплуатации.

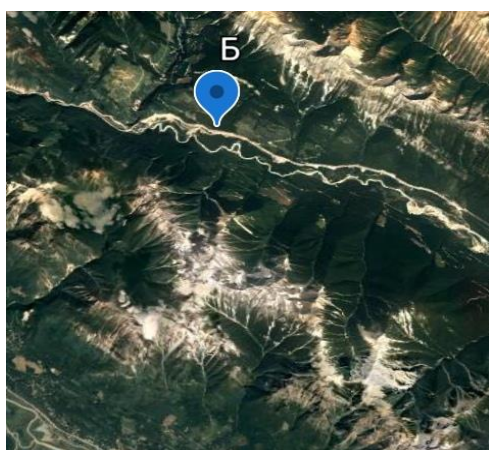


Рисунок 1 – Конец тоннеля

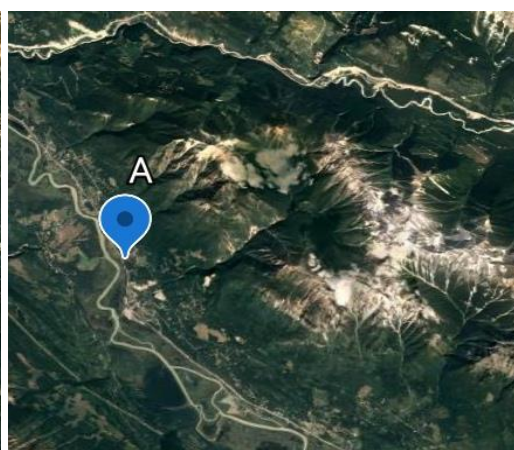


Рисунок 2 – Начало тоннеля

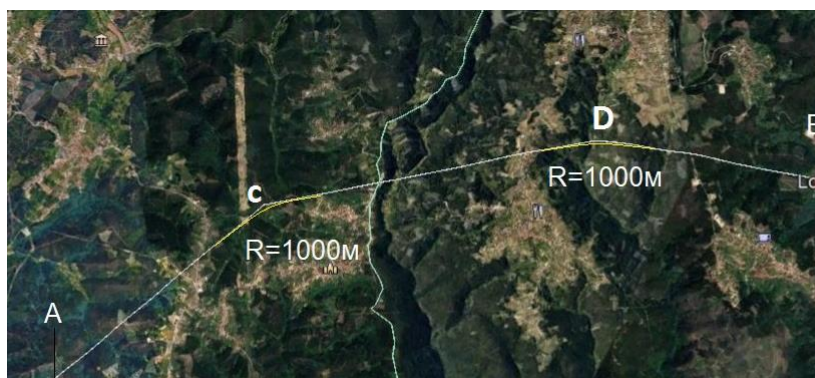


Рисунок 3 – План тоннеля

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 42.2 км с двумя углами поворота. Максимальный уклон проезжей части не

превышает 37‰ (рис.4). Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 100-120 км/ч, что соответствует автомобильной дороге второй категории.

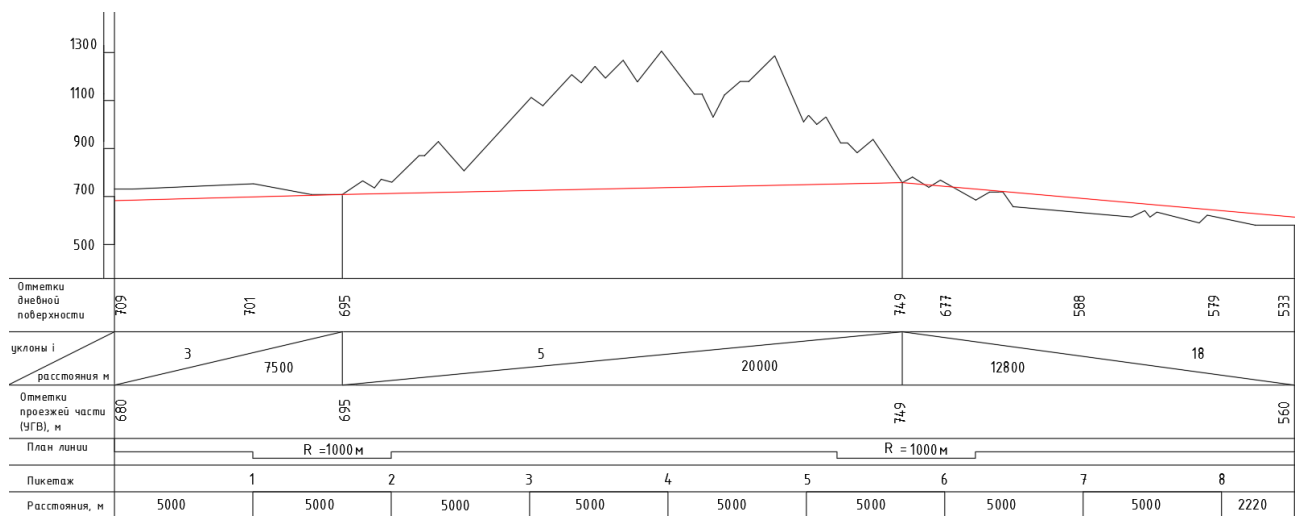


Рисунок 4 – Продольный профиль тоннеля

Для предотвращения осыпания грунта на входе (выходе) тоннеля под (на) поверхность земли, были запроектированы порталы (Рис. 5,6). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, рядом с которым будут находиться необходимые системы для полного функционирования тоннеля.

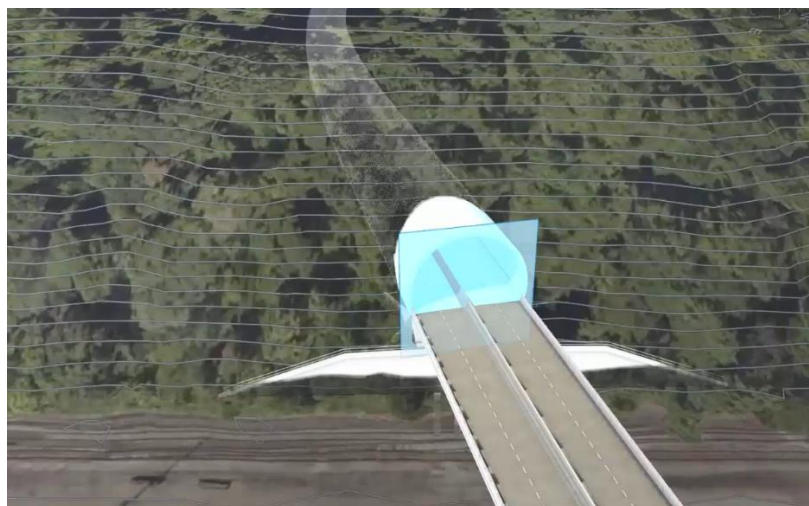


Рисунок 5 – Общий вид тоннеля

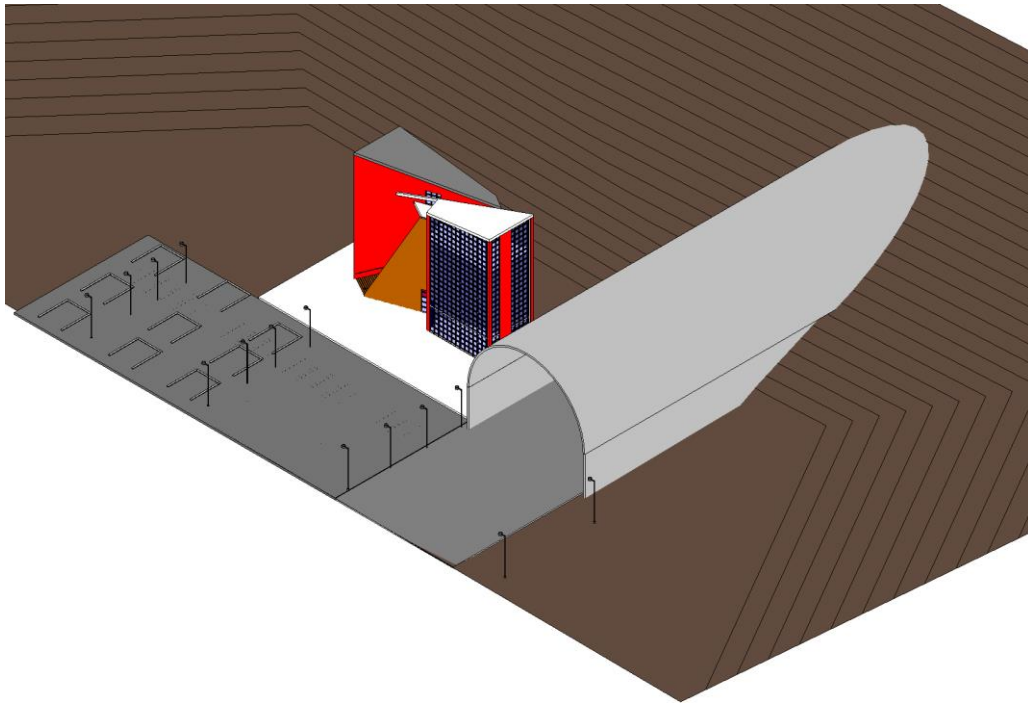


Рисунок 6 – Модель тоннеля

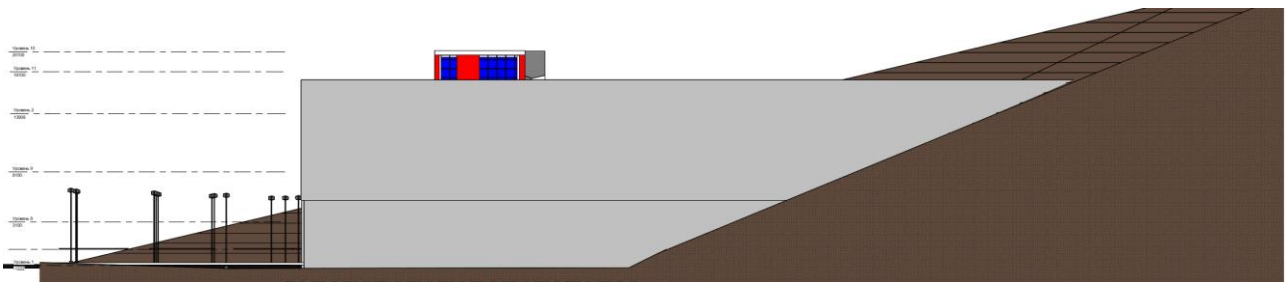


Рисунок 7 – Восточный фасад

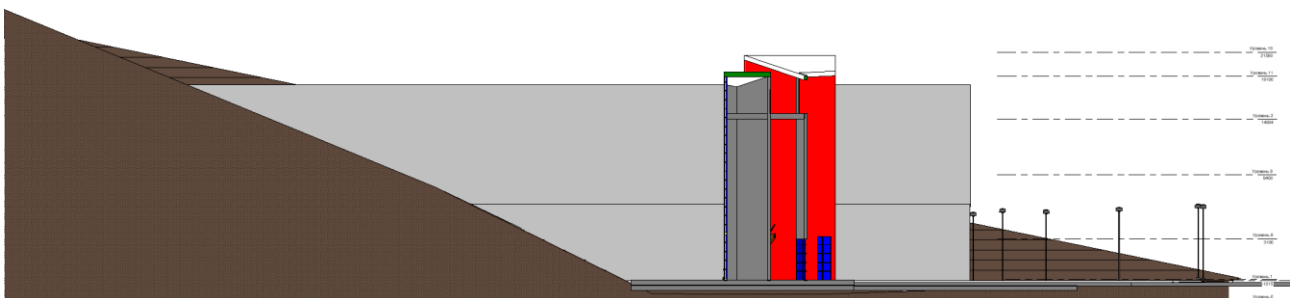


Рисунок 8 – Западный фасад

С каждым днем идет истощение основных ресурсов земли. И поэтому человек все время находится в поисках альтернативных материалов, одним из которых является соль, а в частности соляные блоки для строительства. С использованием солнечной энергии соль извлекается из океана и затем смешивается с крахмалом, который получают из морских водорослей. На выходе получают похожие на кирпичи блоки, которые имеют высокую прочность при сжатии. Построенные из таких блоков здания покрывают материалом, основанным на эпоксидной смоле, после чего никакая влажность

уже не способна их повредить. Блоки из соли вполне подходят и для создания гибких арочных конструкций. Эта технология является оптимальной для засушливых стран. В странах с другим климатом соляные блоки покрывают специальным составом, а затем погружают в специальный корпус. Первый небольшой город, полностью построенный из соляных блоков, будет возведен в Катаре. Так же такие блоки можно использовать в медицинских целях, для обустройства комнат для лечения респираторных заболеваний.



Рисунок 9 – соляные блоки

Литература:

1. Сайт Rabotai-sam [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rabotai-sam.ru/doma-iz-soli/>. – Дата доступа: 29.04.2020.

СПЕЦИАЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ НА БАЗЕ ЭКСКАВАТОРОВ VOLVO ДЛЯ СНОСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Мытько Никита Николаевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Демонтаж – сложный процесс, требующий хорошего, мощного и долговечного оборудования. Компания Volvo создала специальную модификацию, на базе своих экскаваторов, которые используются для сноса зданий и сооружений. Экскаваторы имеют стрелы длиной от 21 до 32 метров, защиту от обрушений, кабину с отличным обзором, надежную гидравлику. К экскаваторам так же крепится дополнительное навесное оборудование массой от 2 до 3,5 тонн, что ускоряет скорость демонтажа. (Рис.1).



Рисунок 1 – Экскаваторы Volvo для сноса зданий и сооружений

Экскаватор для сноса Volvo обладает следующими характеристиками: эксплуатационная масса от 12 230 кг до 94 810 кг, валовая мощность от 73 до 450 КВт, емкостью ковша от 0,15 до 7 метров кубических.

Основными преимуществами экскаваторов является: все интерфейсы машины установлены удобно для управления; компоненты ходовой части усилены, чтобы обеспечить долгий срок службы, при тяжелых условиях; эко-режим - режим улучшает топливную экономичность, что помогает предотвратить потерю производительности; одномодульное охлаждение – радиатор, охладитель гидравлического масла расположены рядом, чтобы улучшить эффективность, уменьшить засоры и облегчить чистку. (Рис.2).



Рисунок 2 – Интерфейс экскаватора

Литература:

1. Volvoce [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.volvoce.com>. – Дата доступа: 16.05.2020

ПРОГИБОМЕР АИСТОВА-ОВЧИННИКОВА

*Мытько Никита Николаевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Прогибомер Аистова-Овчинникова (6 ПАО) – прибор, применение которого позволяет вычислить прогибы, осадку, а также линейные перемещения отдельных частей (балок, фундаментов, колонн, плит) сооружений при их нагружении. (Рис.1).



Рисунок 1 – Прогибомер Аистова-Овчинникова

Принцип работы прибора заключается в том, что прибор крепится к сооружению с помощью струбцин, непосредственно под той точкой, где нам необходимо измерить прогиб, либо над ней. К сооружению крепится проволока, на конце которой подвешен груз, проволоку необходимо намотать на колёсико, которое находится с задней стороны корпуса прогибомера. Далее устанавливается отсчетное устройство на ноль. Производятся измерения.

Литература:

1. Laborant [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.laborant.ru> – Дата доступа: 21.05.2020

ПРИМЕНЕНИЕ УМНОЙ ОБУВИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Мытько Никита Николаевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Данный проект был выполнен с помощью внедрения инновации от компании SolePower. Шагом в будущее являются комфортные рабочие условия и коммуникация. SolePower создали умные смарт ботинки, которые облегчат работу при строительстве. (Рис.1).

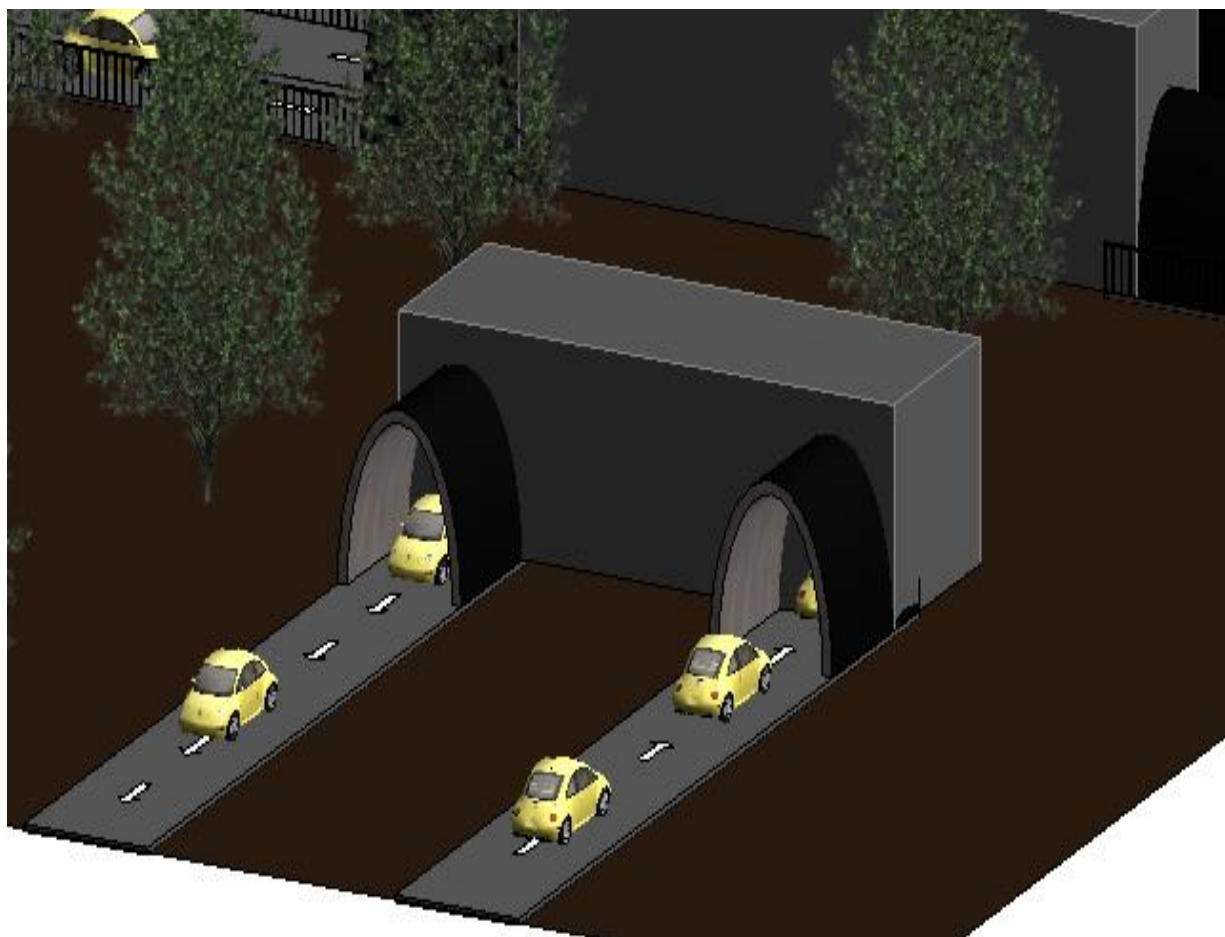


Рисунок 1 – Строение при постройке которого использовались смарт ботинки

Смарт ботинки уменьшают риск и повышают безопасность рабочих за счёт технологий, таких как: встроенное освещение в подошву, отслеживание местоположения, толстая и амортизирующая подошва с функцией определения температуры. (Рис.2).



Рисунок 2 – Смарт Ботинки от компании SolePower

Так же большим плюсом этих ботинок является то, что в задней части подошвы встроен генератор, который вырабатывает электричество при ходьбе, таким образом в обуви попросту не садится батарея.

Литература:

1. SolePower [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.solepowertech.com>. – Дата доступа: 17.05.2020

ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ

*Николаев Вадим Михайлович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы требуется решить проблему пробок в городе Бурса, Турция. Было принято решение разгрузить перекресток Сантрал Гараж с помощью транспортного тоннеля. Также вместе с тоннелем запроектирован многоярусный паркинг (Рис.1).

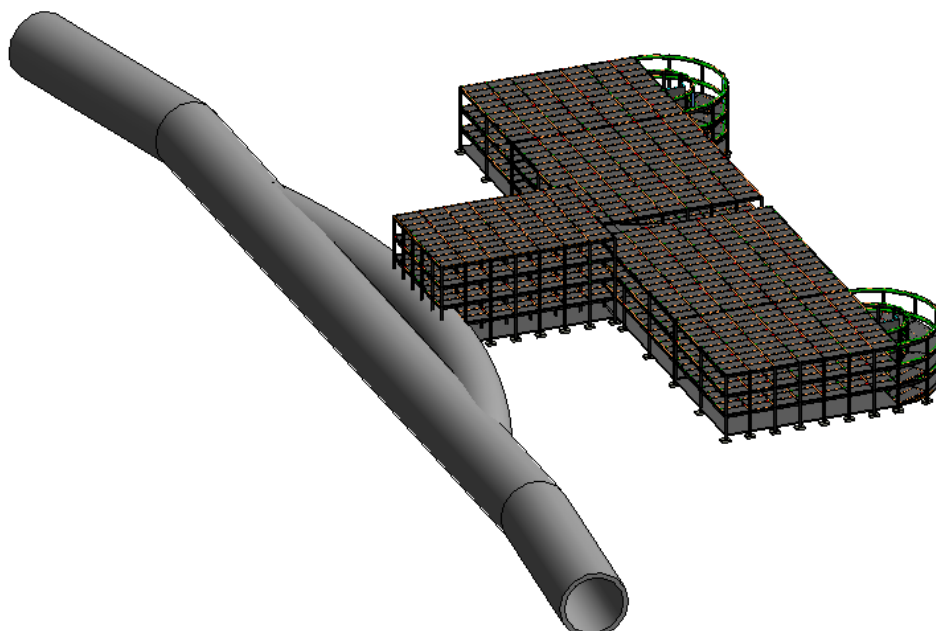


Рисунок 1 – Концептуальная модель

Освещение в автодорожном тоннеле один из важнейших элементов. Начнем с того, что в дневное время при выезде из тоннеля водителя может ослепить. Поэтому участки въезда и выезда в тоннель имеют более яркое освещение, затем яркость освещения постепенно уменьшается. В ночное же время освещение может настраиваться таким образом, чтобы оно было схоже с освещением открытой дороги. Тоннель должен освещаться 24 часа в сутки, в связи с этим при выборе освещения очень важна энергоэффективность. Светильники LED(светодиодные) наиболее эффективны, так как они имеют высокую производительность и не высокую потребляемую мощность, хороший световой поток и большой срок службы. А также они не создают мерцания, это позволяет не повышать зрительную нагрузку водителей. (Рис.2).

Экономия энергии различных типов ламп

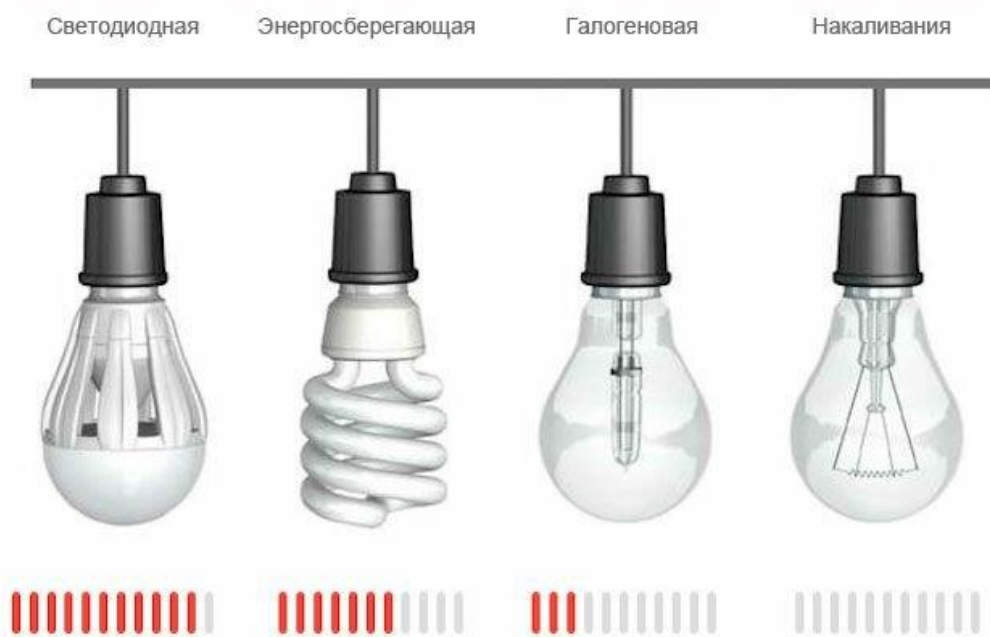


Рисунок 2 – Экономия энергии

Достоинства ламп LED:

- Устойчивость к изменению температуры
- Практически не нагреваются
- Долговечность
- Интенсивность светового потока
- Энергоэффективность

Компания Tridonic разработала LED лампы для тоннеля Schallberg (Швейцария) Новые высокоэффективные светодиодные модули на основе серии RLE используются в переходной зоне. Они были разработаны специально для освещения туннеля. Изменение количества светодиодов в переходной зоне обеспечивает плавную смену освещения.

Литература:

1. Выбор светодиодного освещения для дорожных тоннелей
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.leadlight.ru/info/vybora-svetodiodnogo-osveshcheniya-dlyadorozhnyh-tonneley> — Дата доступа: 20.05.2020.
3. Ariannaled [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://swetotehnika.ru/news/innovatsionnoe-osveshchenie-tonnelyaschallberg/> – Дата доступа: 20.05.2020.
4. Global system and services [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gloss-srl.com/en/partners/arianna.html> – Дата доступа: 20.05.2020.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В ГОРОДЕ ИЖЕВСК

*Пашкевич Владислав Геннадьевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для упрощения транспортного пути в городе Ижевск был запроектирован автомобильный тоннель. Проект предусматривает сооружение транспортного тоннеля (Рис. 1). Расположение озера в середине города негативно влияет на транспортную систему. Строительство тоннеля позволит разгрузить наиболее загруженные участки дорог и позволит облегчить транспортную ситуацию.

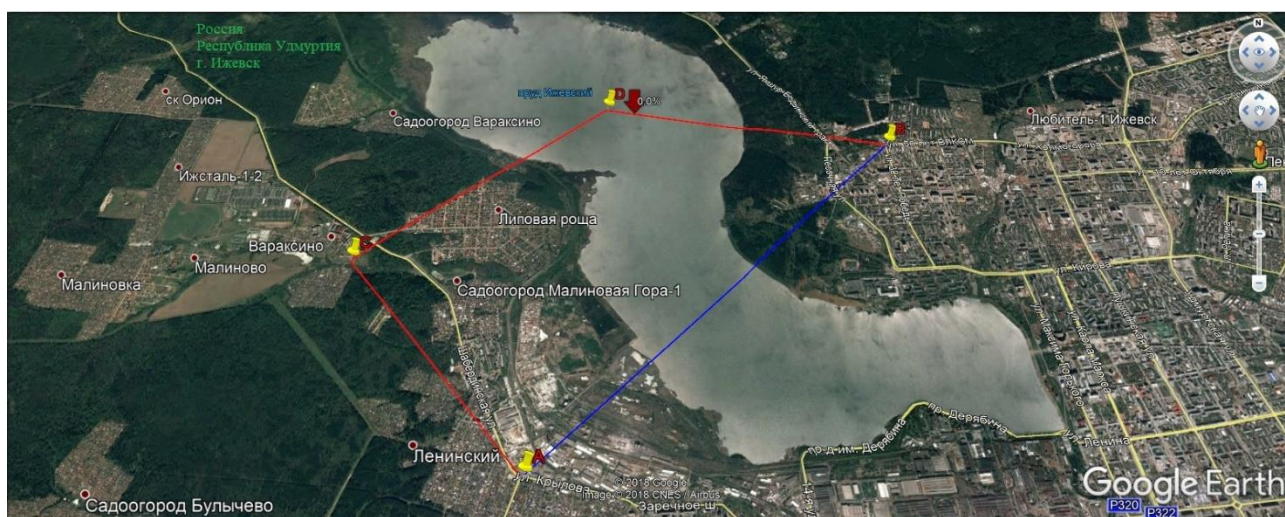


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 3.10 км с двумя углами поворота с радиусами круговых кривых по 800м. Максимальный уклон проезжей части не превышает 6.7‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 60-90 км/ч.

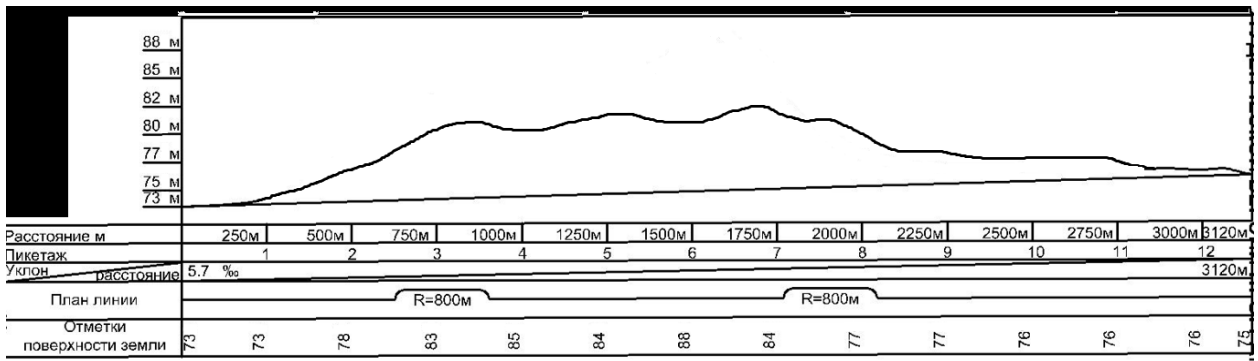


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Чтобы избежать осыпания грунта на входе (выходе) тоннеля на поверхность земли, были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Порталы представляют собой конструктивно-архитектурное решение, разделяющие собой встречный поток. У выезда находятся парковки и здание, в котором можно разместить придорожный сервис и персонал для слежения за ситуацией в тоннеле.

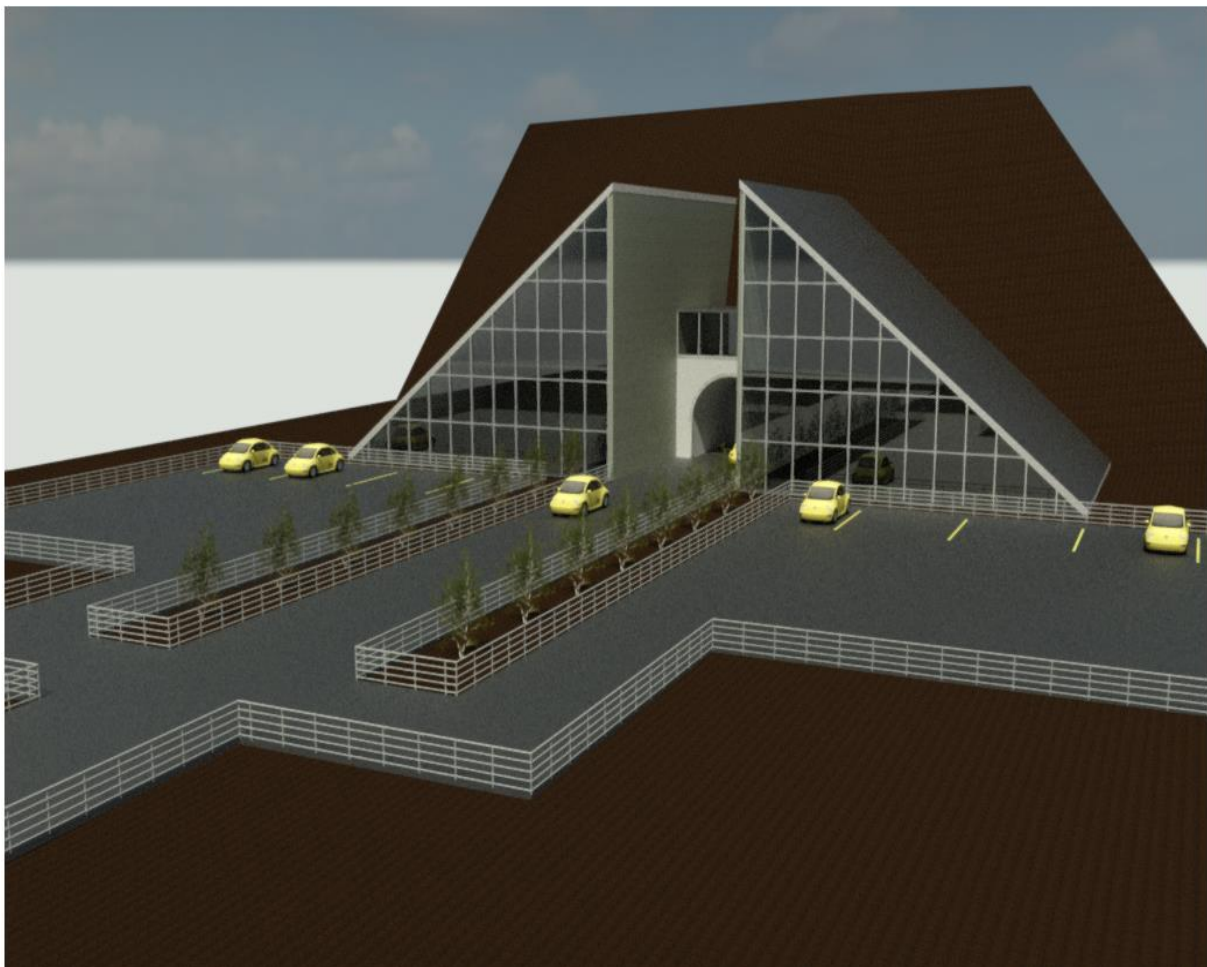


Рисунок 3 – Общий вид портала

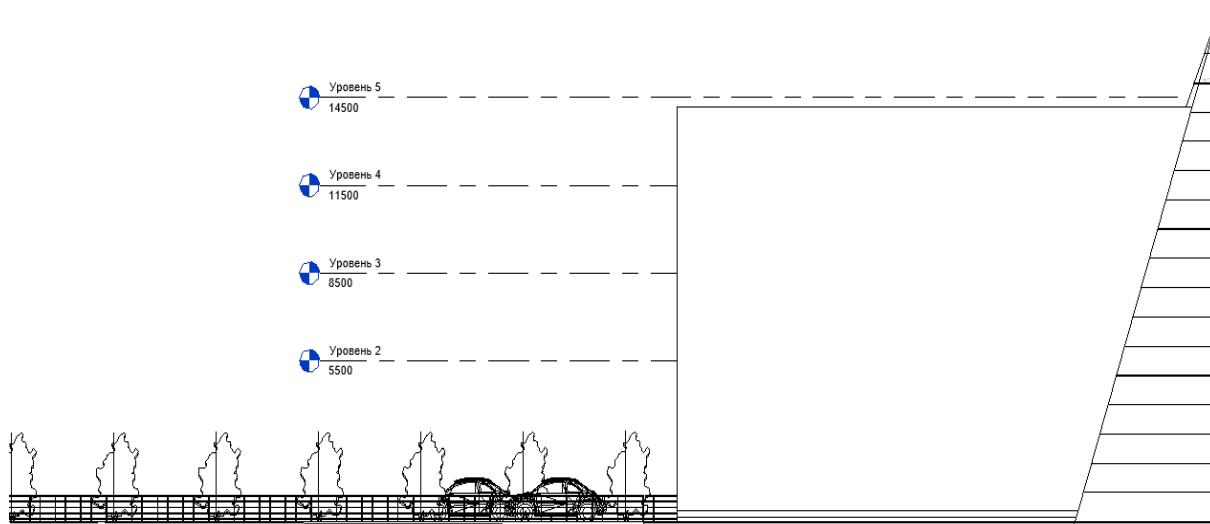


Рисунок 4 – Вид портала с высотами



Рисунок 5 – Западный фасад

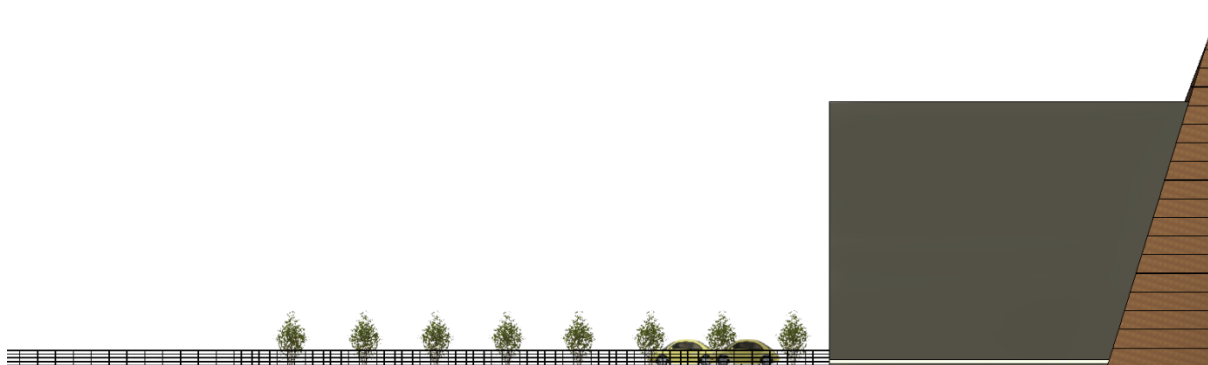


Рисунок 6 – Восточный фасад

Сталебетонные композитные конструкции

В данном проекте тоннель частично проходит под водой. Из-за такой особенности предлагаю использовать при постройке данного сооружения сталебетонные композитные конструкции в виде опускных секций, вместо типовых железобетонных.

Использование сталебетонных секций по расчётам ведет к снижению стоимости всех работ на 10%. Это происходит из-за того, что внешняя и внутренняя стальная оболочки секций служат одновременно слоем гидроизоляции, опалубкой и арматурой. К тому же их можно изготавливать далеко от места строительства тоннеля, что позволяет избавиться от возведения строительной площадки вблизи расположения запроектированного тоннеля.

Ещё преимуществами использования данной конструкции можно назвать следующее: меньший размер секций по сравнению с типовыми железобетонными, сильная устойчивость к пожарам и взрывам внутри тоннеля, скорость и простота возведения сооружения, лёгкость конструкции.

Поперечное сечение и объемный фрагмент секции показаны на рис. 7.

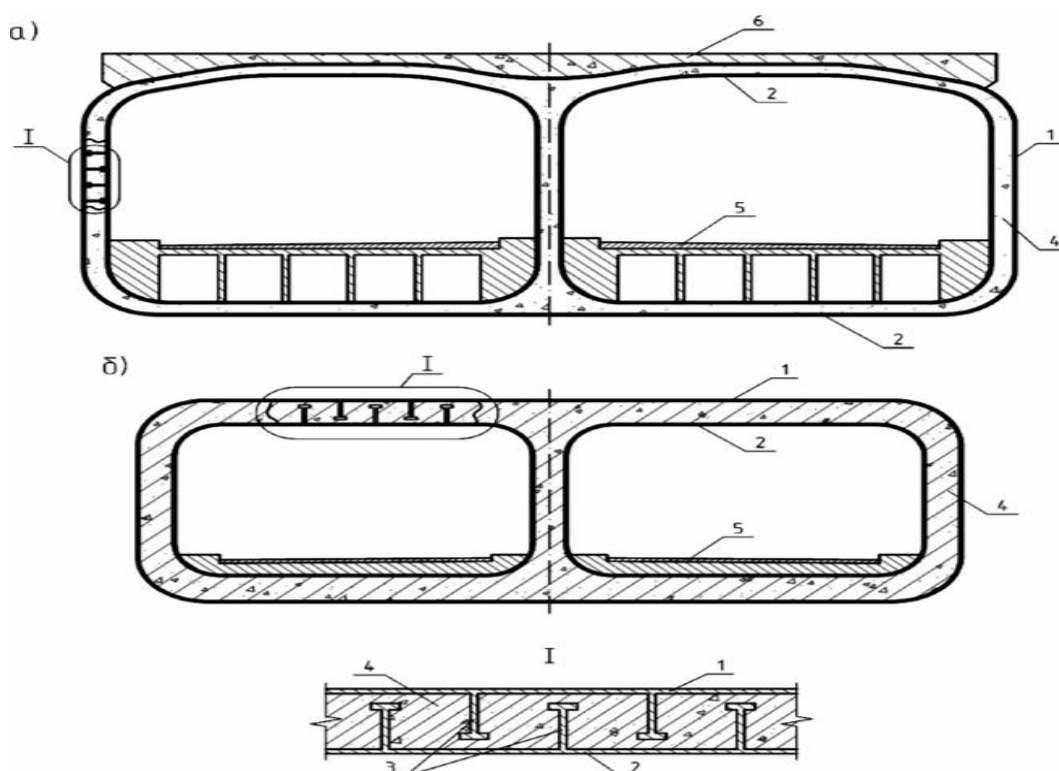


Рисунок 7 – Секция тоннеля в г. Кобе (Япония):

- а - поперечное сечение; б - объемный фрагмент; 1 - стальная оболочка; 2 - ребра жесткости;
 3 - диафрагма; 4 - арматурный каркас; 5 - стяжка; 6 - ячейка; 7 - стальные пластины;
 8 - монолитный бетон

Литература:

1. Семейства revit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.revitdb.com/cars.html>– Дата доступа: 12.05.2020.
2. Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/51238>– Дата доступа: 12.05.2020.

ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА КОИМБРА (ПОРТУГАЛИЯ)

*Пашковский Андрей Чеславович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован железнодорожный тоннель в районе города Коимбра (Португалия). Подземное сооружение позволит сократить транспортные расходы компаний, откроет новый туристический маршрут.



Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 11 км с двумя углами поворота радиусом по 1000 метров каждый. Максимальный уклон проезжей части не превышает 3‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения железнодорожного транспорта в тоннеле будет составлять 60-90 км/ч.

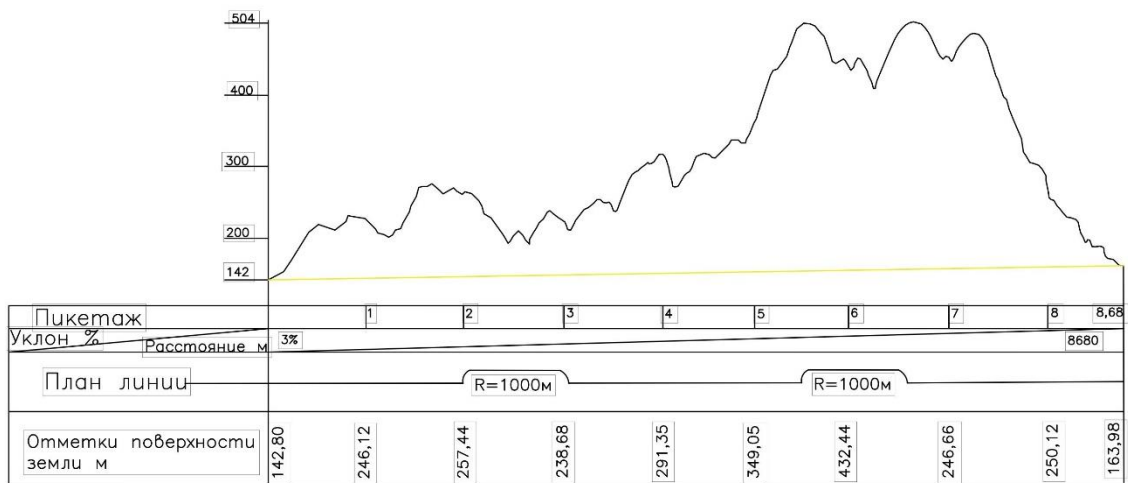


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, рядом с которым будут размещаться необходимые для полного функционирования подземной магистрали системы, расположенные в соседнем сооружении. Большая часть здания будет предоставляться арендаторам, которые смогут разместить внутри объекты социального и логистического назначения.

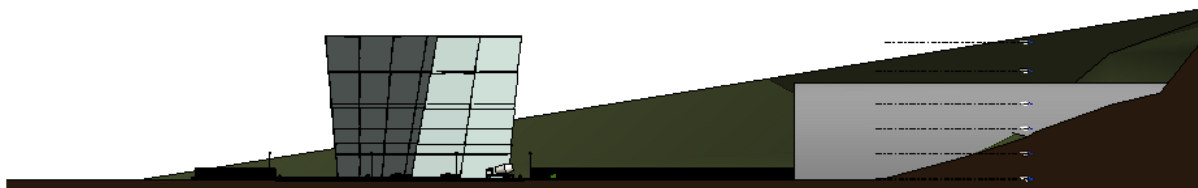


Рисунок 3 – Восточный фасад

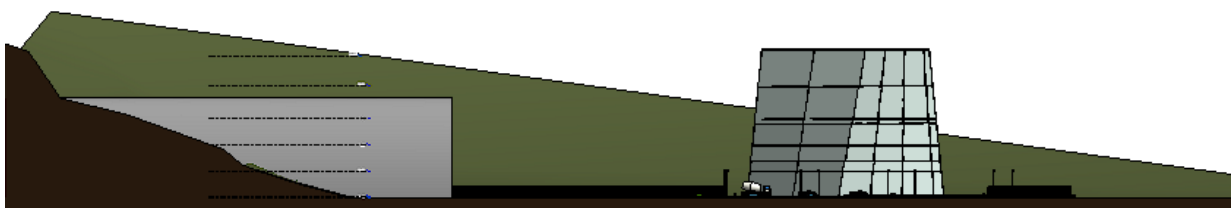


Рисунок 4 – Западный фасад

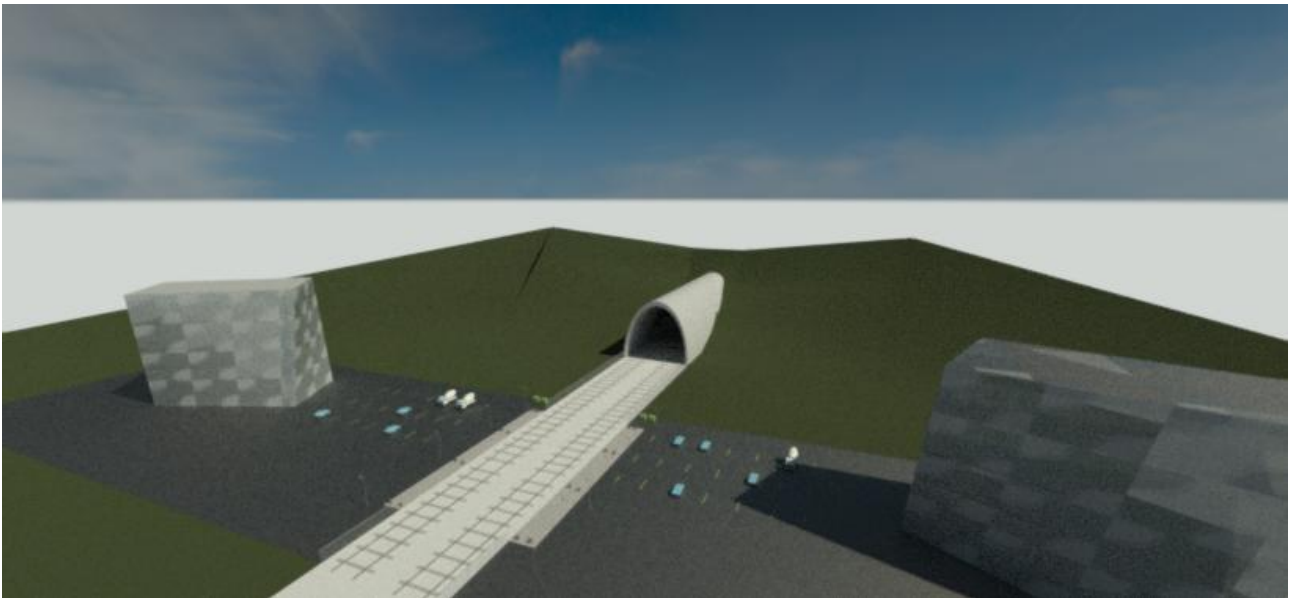


Рисунок 5 – Общий вид портала

Наша страна гордится качеством наших дорог. Освоение новых технологий позволяет продлить жизнь дорожному полотну и сделать его более выносливым и стойким к внешним воздействиям. На рынке не так давно появилась георешетка «Геовиб» применяемая для укрепления основания покрытия, предшествующего капитальному строительству или реконструкции парковых зон и водоемов.



Рисунок 6 – Применение решётки Геовиб в строительстве дороги

Такая решётка обладает хорошими дренажными свойствами, позволяет равномерно распределять грунт, имеет гибкие размеры, что удобно в выборе

наполнителя. Так же она легко монтируется, и не нуждается в каком-либо специальном инструменте.

По итогу такая решётка позволит продлить жизнь основанию на несколько лет.

Литература:

1. Сайт ТЕХМОЛИМЕР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://texpolimer.by/geoveb/>– Дата доступа: 01.05.2020.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ЛЮС (ФРАНЦИЯ)

*Потреба Вероника Георгиевна, студентка 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован автодорожный тоннель в районе города Люс (Франция). Подземное сооружение поспособствует улучшению транспортной логистики региона, привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.



Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 8 км с двумя углами поворота радиусом по 800 метров каждый. Максимальный уклон проезжей части не превышает 2‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автодорожного транспорта в тоннеле должна составлять 90-110 км/ч.

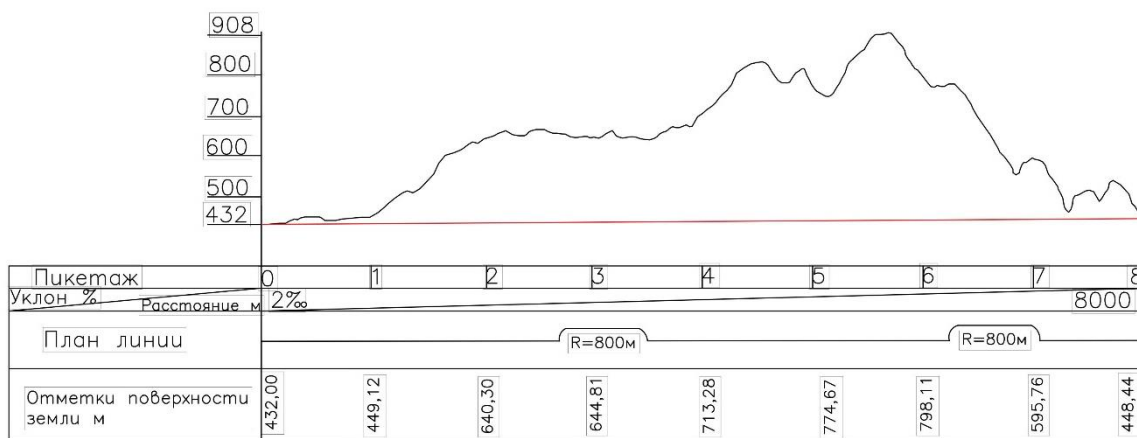


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведения пятиэтажного здания, рядом с наземной частью тоннеля, в котором размещаются необходимые для полного функционирования подземной магистрали. Часть здания будет предоставляться арендаторам, которые смогут разместить внутри какие-либо объекты (фуд-корт, логистический центр, парковкой).

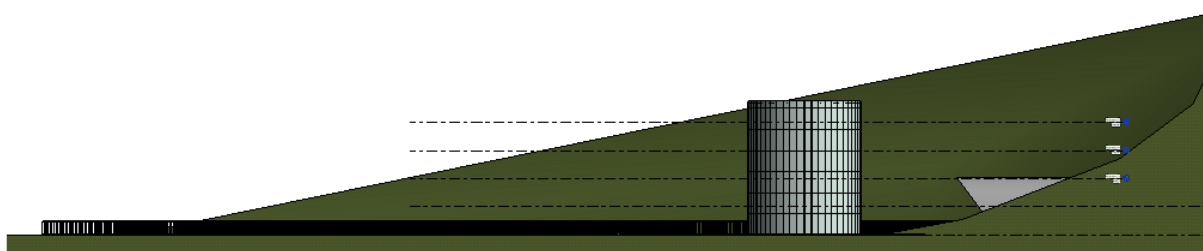


Рисунок 3 – Восточный фасад

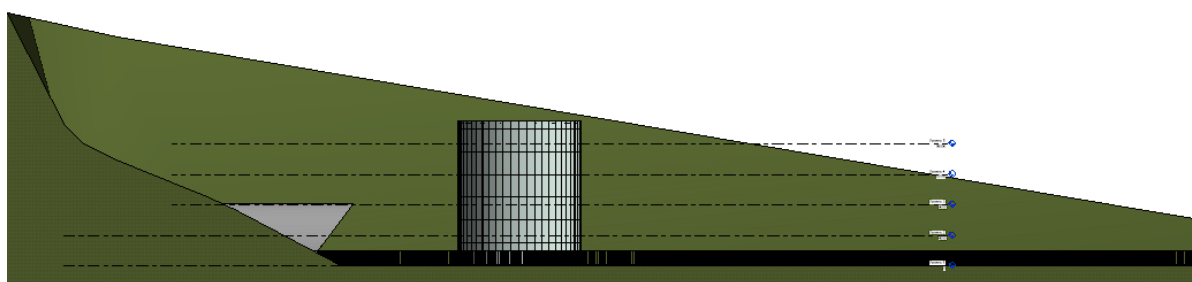


Рисунок 4 – Западный фасад

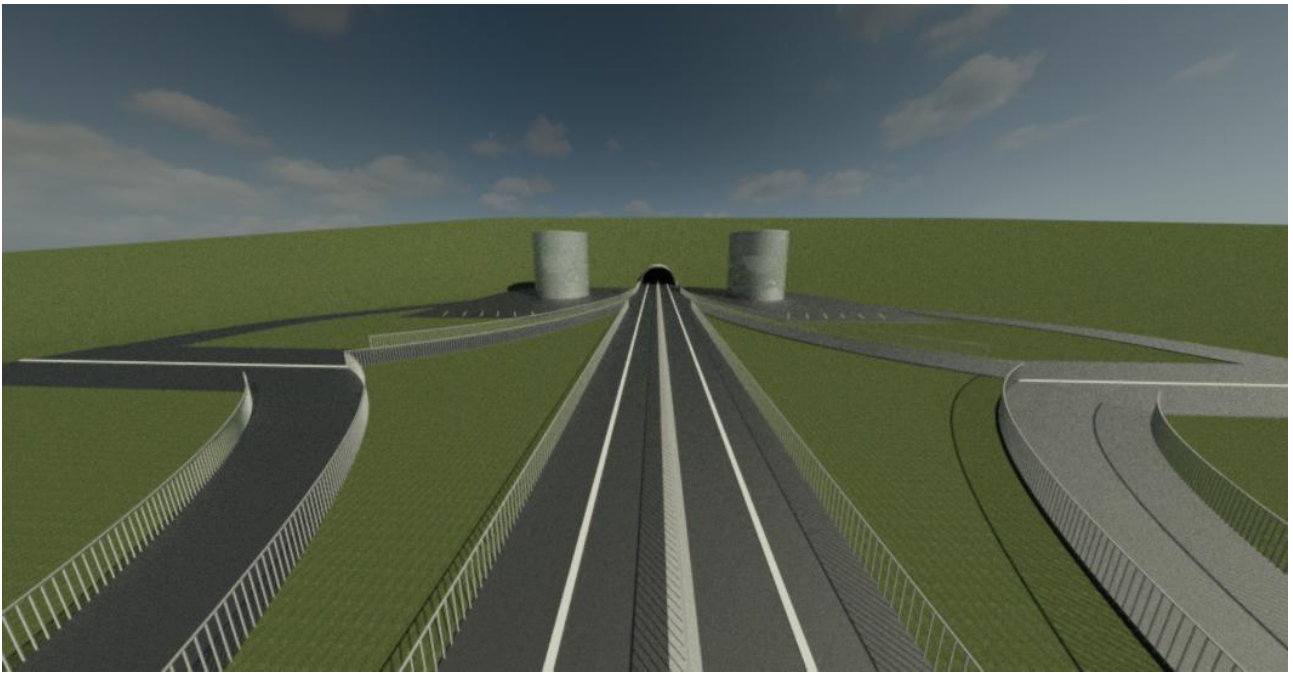


Рисунок 5 – Общий вид портала

Хорошо знакомый нам бетон долгий период времени оставался и будет оставаться одним из основных материалов в строительстве, но инновационные самовосстанавливающиеся растворы пока еще находятся в разработки и в строительстве применяются редко.

Разработки по созданию такого бетона, ведутся давно. Один материал имеет высокие шансы на успех, он еще известен как грибковый бетон. Основная задача таких бетонов - исключить проблемы появления на бетонном монолите трещин.

Исследователями был замечен такой момент: если взять гриб *Trichoderma reesei*, и добавить в цементный раствор, потом создав испытуемый образец искусственно создать трещины, грибок активизируется и как только в трещины попадал кислород с водой, споры грибов начнут расти и создавать карбонат кальция, заполняющий и скрепляющий трещины.

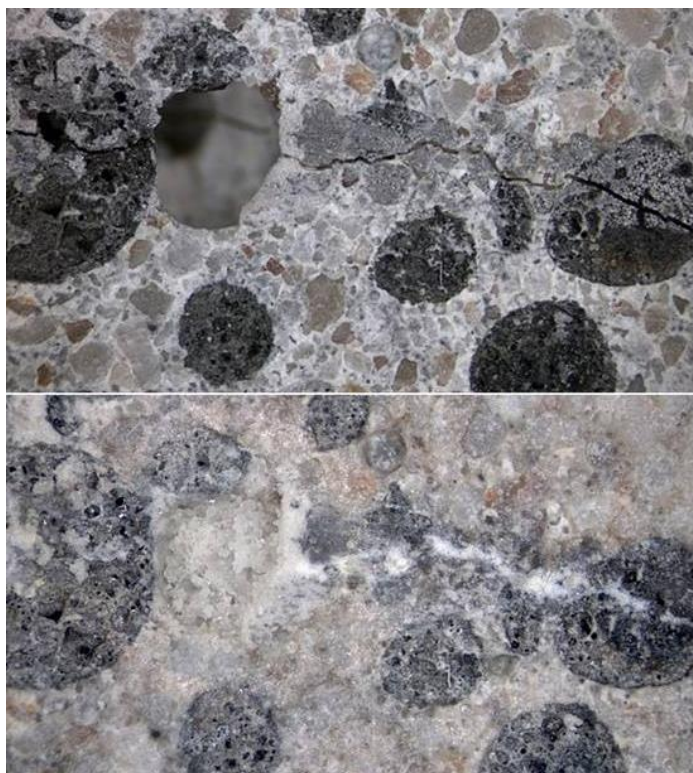


Рисунок 6 – пример “работы” бетона с добавлением гриба *Trichoderma reesei*

Таким образом, использование такого бетона в строительстве позволило бы забыть о возникновении трещин в бетонах, что позитивно сказалось бы на долговечности конструкций. Ещё потребуется много времени на исследование этого вопроса, но в случае успеха это будет прорыв.

Литература:

1. Сайт БЕТОН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://1beton.info/vidy/samovosstanavlivayushhijsya-beton-samozalechivayushhijsya-elasticnyj-gibkij>. – Дата доступа: 24.04.2020.

МОНТАЖ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ С ЕЗДОЙ ПОНИЗУ ПРОДОЛЬНОЙ НАДВИЖКОЙ

*Пуссель Артём Вячеславович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы, были назначены область, в которой будет производиться строительство металлического моста, длина пролетного строения и его способ монтажа.

Для монтажа пролетного строения надвижкой предварительного необходимо провести подготовительные работы:

- Возвести пролетное строение на подходе или подмостях по оси моста;
- Изготовить тяговые и тормозные приспособления, а также специальные устройства (аванбек, шпренгель и т.д.);

В данном случае сборка пролетного строения будет проходить на подходе моста с использованием автокранов XCMG GY 30K5 - 30 тонн, а для монтажа главных ферм на пролетное строение - автокран 100 тонн Liebherr LTM 1100.



Рисунок 1 – сборка металлического пролетного строения

Далее пролетное строение устанавливается на устройство скольжения.

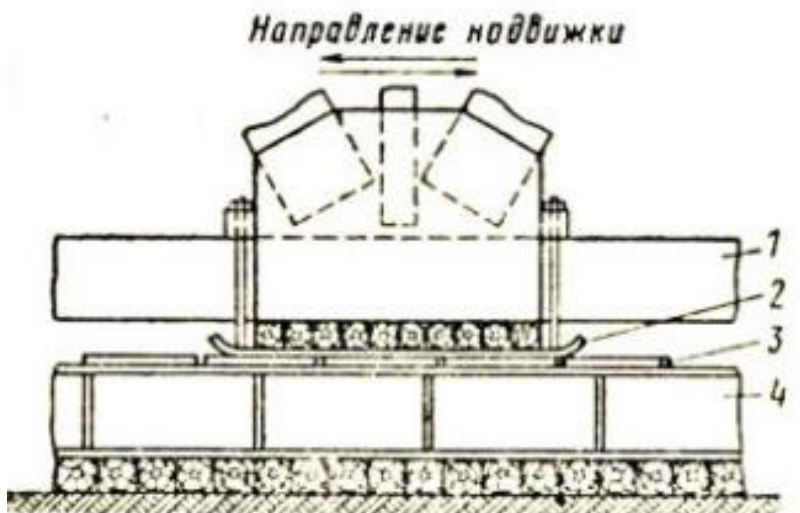


Рисунок 2 – устройство скольжения непрерывного действия; 1 – пролетное строение; 2 – стальные салазки; 3 – прокладки с антифрикционным материалом; 4 – путь скольжения; 5 – участок с продольным уклоном.

Пролетное строение в каждом узле опирается через деревянные брусья на стальные салазки, которые скользят по антифрикционному материалу прокладок, уложенных на пути скольжения.

Последним подготовительным этапом будет сооружение аванбека и установка гидроталкателя для надвижки пролетного строения.

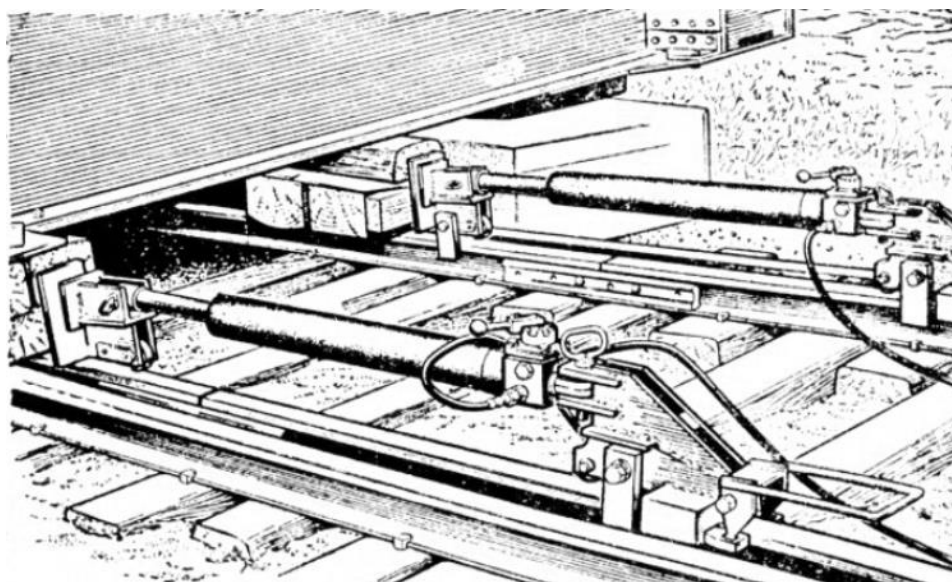


Рисунок 4 – Толкающее устройство с гидравлическими домкратами и передвижными упорами

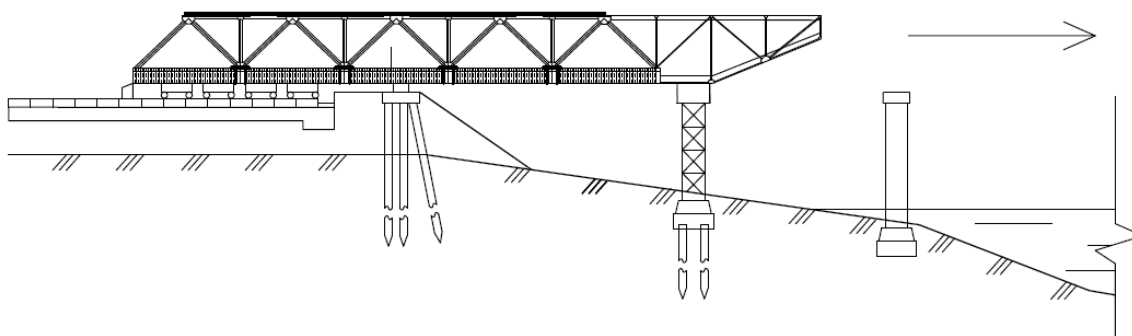


Рисунок 5 – процесс продвижки пролетного строения

Аванбек – консольная конструкция временного типа, применяемая при установке пролетных строений мостов методом продольной продвижки. Конструкцию прикрепляют спереди к надвигаемому пролетному строению. Длину и массу аванбека задают с таким расчетом, чтобы пролетное строение вместе с ним не опрокинулось, пока аванбек не достигнет первой опоры моста.

Литература:

1. А.В.Кручинкин, В.К.Белый. Монтаж стальных пролетных строений мостов. - М.: Транспорт, стр.201-204.
2. Боровиков, А. Г. Строительство автодорожных мостов. – 2013
3. Колоколов, Н.М. Строительство мостов: Учеб. / Н.М. Колоколов, Б.М. Вейнблат. – М.: Транспорт, 1984. – 504 с.
4. Строительство мостов и труб: Справочник инженера / Под ред. В.С. Кирилова. – М.: Транспорт, 1975. – 600 с.
5. СНиП 12-01-2004. «Организация строительства». ФГУПЦПП, 2004. - 41 с.

ПОДЗЕМНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА С ПОДЗЕМНЫМ КОМПЛЕКСОМ В ПАРИЖЕ

*Пуссель Артём Вячеславович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы, был выбран самый проблемный перекресток с круговым движением в Париже, в центре которого находится знаменитая Триумфальная арка. С целью предотвращения заторов, мной была разработана подземная транспортная развязка, имеющая заезд в подземный комплекс.

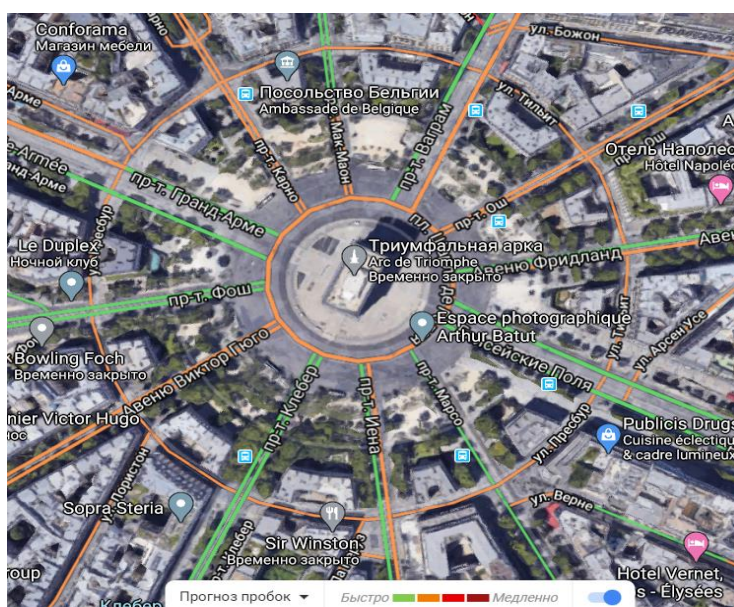


Рисунок 1 – Карта пробок в час пик



Рисунок 2 – Концептуальная модель

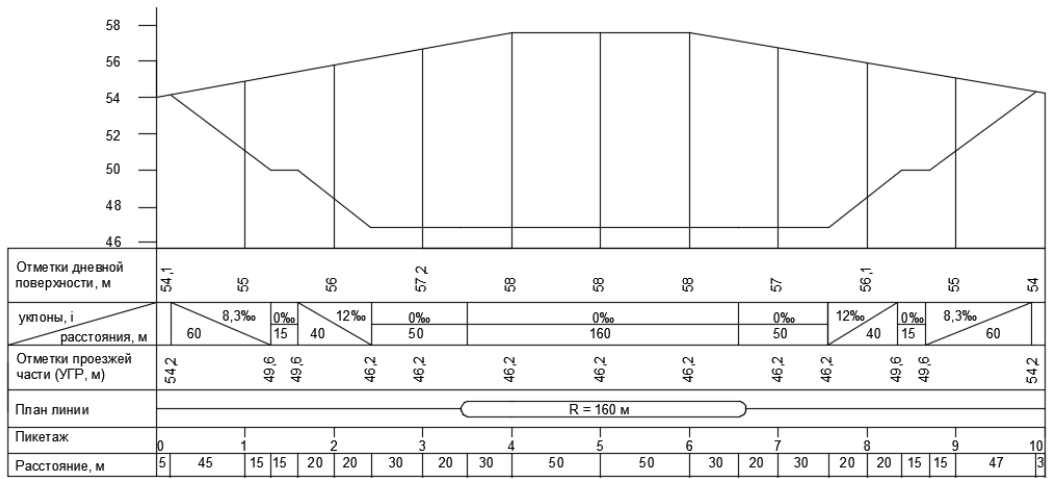


Рисунок 3 – Продольный профиль

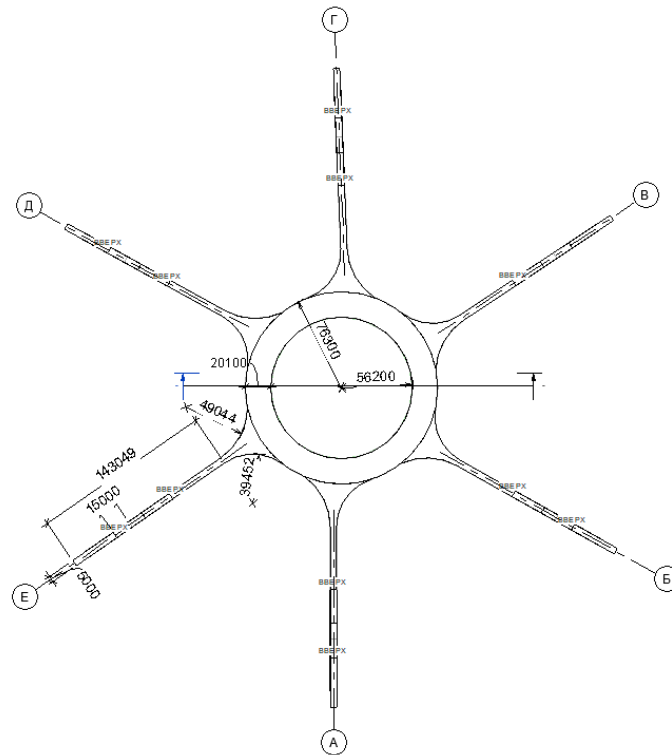


Рисунок 4 – Вид сверху

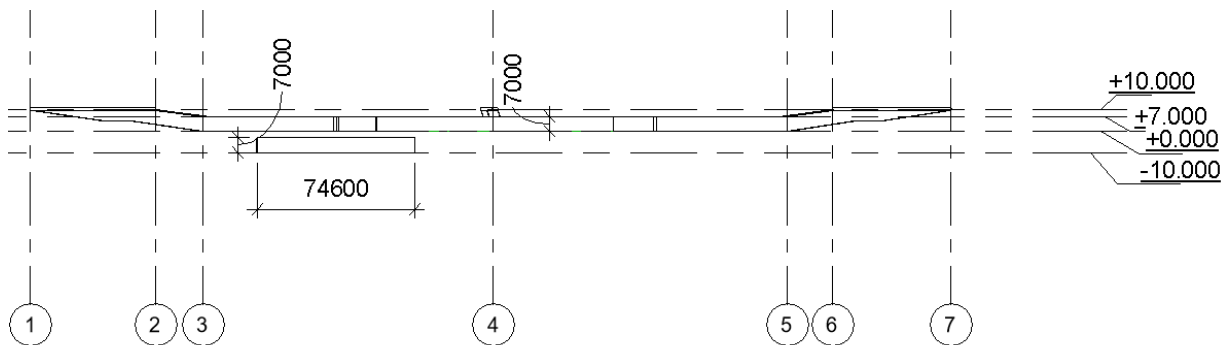


Рисунок 5 – Продольный разрез



Рисунок 6 – Общий вид портала по оси А

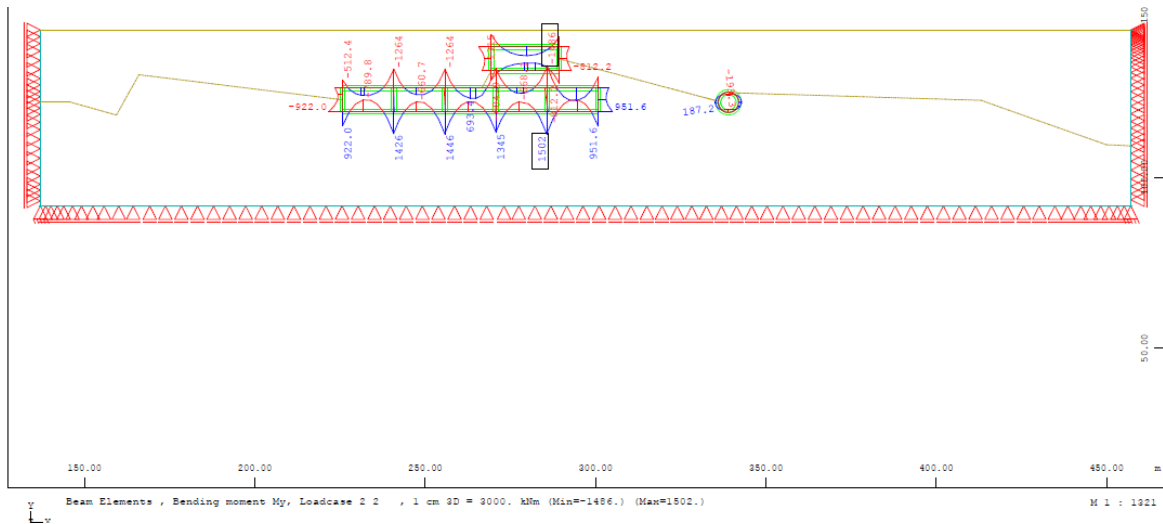


Рисунок 7 – Расчет сети тоннелей на изгибающий момент M_y с учетом инженерно-геологических условий

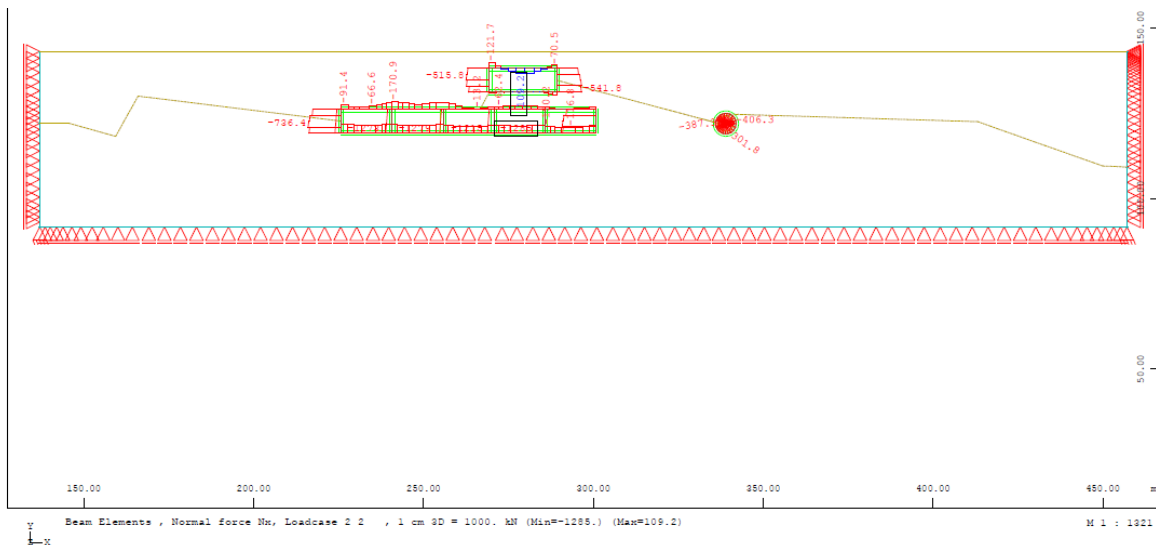


Рисунок 8 – Расчет сети тоннелей на внутренние усилия, возникающие в тоннельной обделке N_x с учетом инженерно-геологических условий

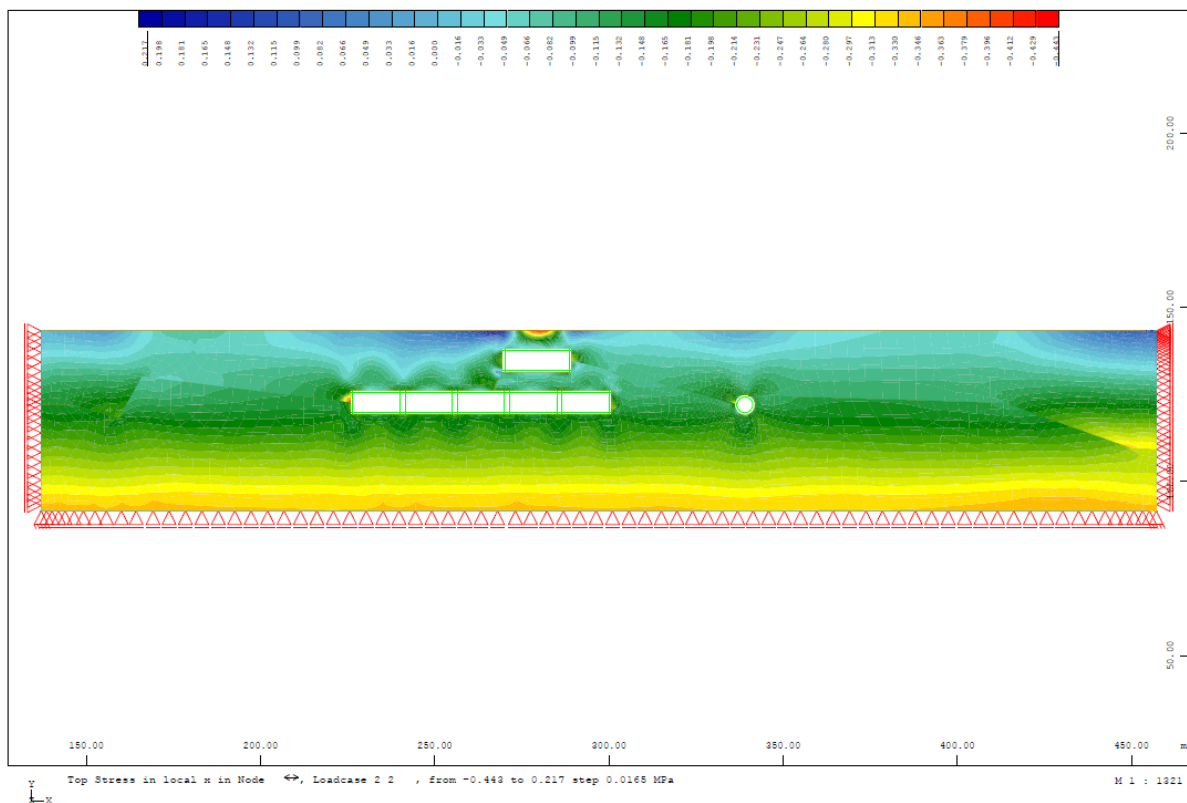


Рисунок 9 – Расчет по напряжениям, возникающим в расчетной схеме по горизонтальной оси X с учетом инженерно-геологических условий

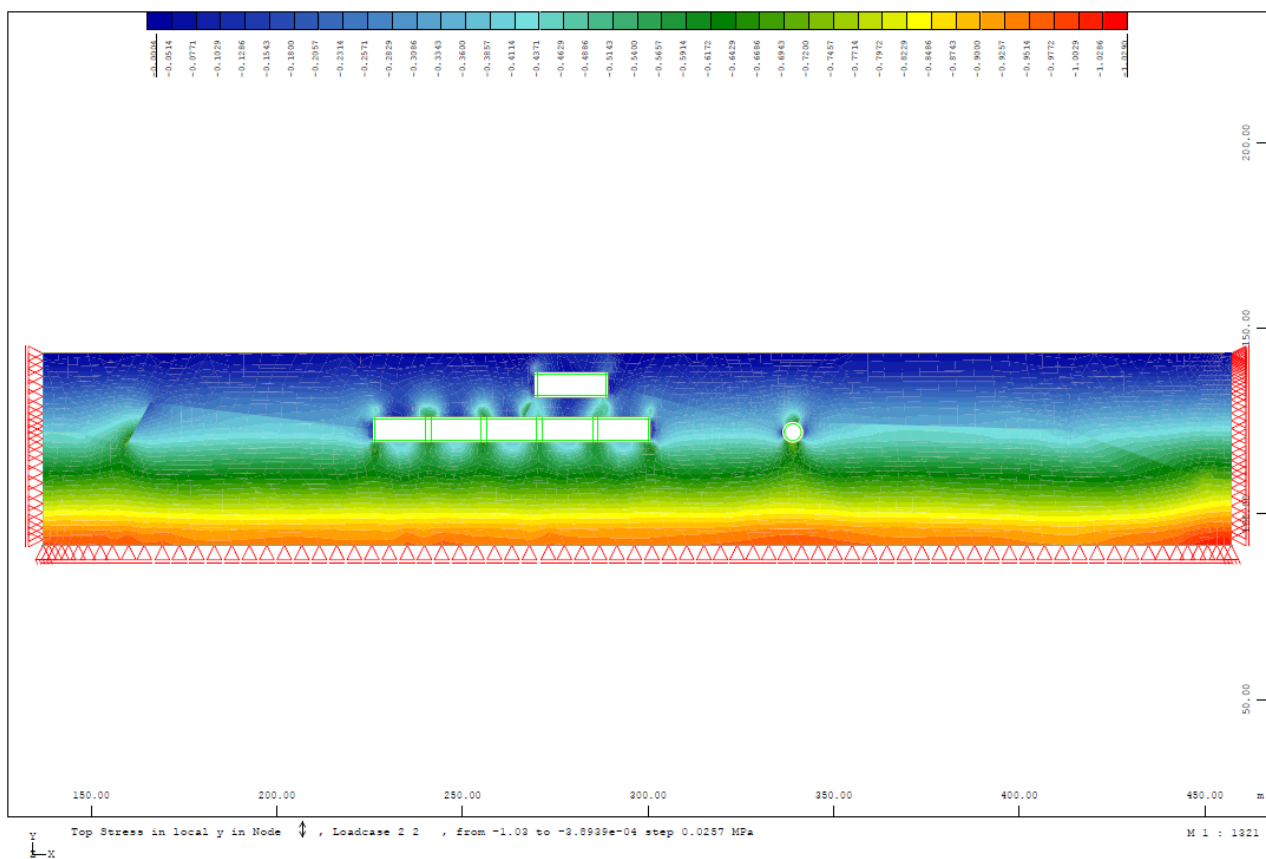


Рисунок 10 – Расчет по напряжениям, возникающим в расчетной схеме по вертикальной оси Y с учетом инженерно-геологических условий

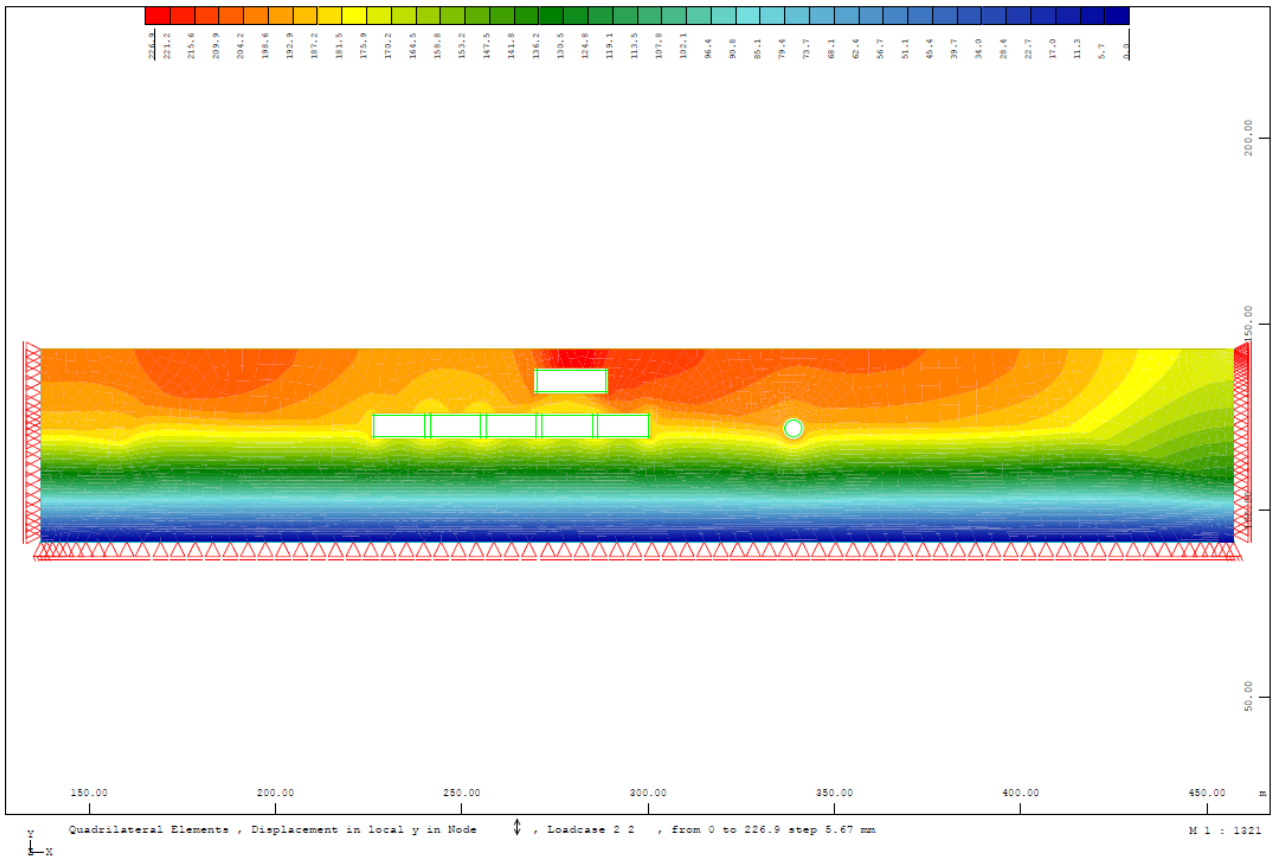


Рисунок 11 – перемещение грунтов по оси y

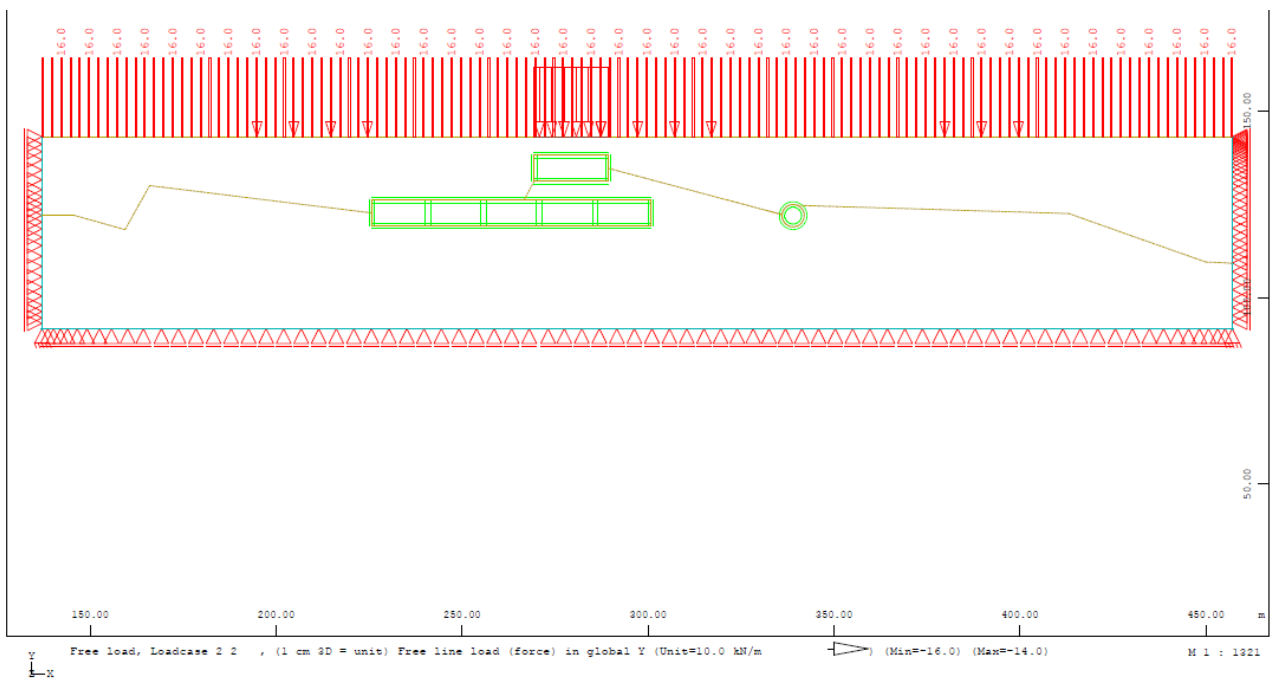


Рисунок 12 – нагрузки, давящие на грунт

Концепция комплекса подземной развязки состоит в соединении одновременно:

-транспортного тоннеля с паркингом и выездами на поверхность;

на уровне паркинга и подземной развязки устроено:

-оборудование центра управления и наблюдения за системами безопасного движения;

-обеспечение перехода с одной стороны на другую в автодорожных тоннелях;

-главные и аварийные выходы на поверхность, совмещенные с первым и вторым уровнями.

В строительстве данного проекта предусмотрено использование минеральной смеси DOROMIX.

Компания LafargeHolcim производит линейку минеральных смесей DOROMIX разработанных специально для применения технологии укрепления грунта.

Оптимальные составы DOROMIX позволяют выполнить осушение, стабилизацию, а также укрепление грунта, обеспечивая высокую эффективность и экономичность решения.

Подземная развязка спроектирована с учетом жилой застройки и наличием поблизости множества магазинов и общественных мест. Появилась возможность без заторов проезжать перекресток и в любой момент припарковать автомобиль на подземном паркинге.

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. Омелянчук А.Г. «Системы безопасности автодорожных тоннелей». Журнал «Технология защиты» №4 2007 г.

ВЫСШАЯ АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Радивановская Анна Юрьевна, студент 5-го курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

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

Высшая аттестационная комиссия Республики Беларусь (ВАК) – республиканская организация муниципального руководства, который подчинен Президенту Республики Беларусь. ВАК занимается осуществлением процесса муниципальной регулировки в аспекте аттестации научных, научно-педагогических, служащих высшей квалификации, а также имеет муниципальную направленность.

ВАК в собственной работе управляется Конституцией Республики Беларусь, Положением о Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь и другими актами законодательства.

Основные задачи ВАК:

- обеспечение существования муниципального механизма квалификации научных сотрудников;
- контроль работы республиканской организации муниципального руководства, научных организаций, а еще учебное заведение высшего образования и учебное заведение вспомогательного образования взрослых, кроме подготовительных центров, повышения профессионализма и переобучение трудящихся, в аспекте аттестации научных сотрудников автономно от подчиненности данных организаций и учреждений;
- становление интернационального содружества в аспекте аттестации научных сотрудников;
- помощь увеличению продуктивности образования научных сотрудников с учетом необходимостей в них научно-производственной и общественных сфер;
- обеспечение агитации исхода диссертационных изысканий для их широкого использования и для определения своевременных финансовых и общественных задач;
- обеспечение отдельных притязаний к показателю научного и научно-педагогического профессионализма претендентов ученых степеней и ученых званий.

В ВАК входят: Руководство ВАК, Президиум ВАК, Коллегия ВАК, Советы по защите диссертаций и Экспертные советы.

Список членов Руководство ВАК РБ:

1. Гучок Александр Евгеньевич - Председатель Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь;
2. Доброго Кирилл Викторович - Заместитель Председателя Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь;
3. Дубаневич Ольга Валерьевна - Главный ученый секретарь Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь.

Президиум является одним из важнейших научно-аттестационным органом ВАК, состоящий из 15 человек. Он решает такие вопросы как: получение ученых званий, присуждение ученых степеней. В государственной политике участвует в аспекте аттестации научных, научно-педагогических и сотрудников высшей квалификации. А также обеспечивает общие условия к показателю диссертаций и научной квалификации кандидатов ученых степеней и ученых званий.

Коллегия выступает в качестве организации коллективного анализа вопросов существования государственной системы аттестации научных, также научно-педагогических, работников высшей квалификации и вдобавок прочие значимые задачи работы ВАК. Коллегия ВАК состоит из 9 человек.

Советы по защите диссертаций – ведущая и важная часть в структуре аттестации научных сотрудников для получения высшей квалификации. Действует 161 совет по защите диссертаций в РБ, они выполняют детальное исследование диссертаций на конкурс ученой степени доктора и кандидат наук.

Экспертные советы – наиболее распространенный научно-квалификационный орган Высшей аттестационной комиссии РБ. Они решают такие задачи как: анализируют вопросы по аттестации сотрудников, проводят детальное исследование квалификационных научных работ на конкурс ученых степеней кандидата и доктора наук.

Деятельность ВАК состоит из:

1. Присуждение ученых степеней;
2. Присвоение ученых званий;
3. Приравнивание аттестационных документов;
4. Подготовка научных кадров;
5. Административные процедуры.

Литература:

1. Положение о порядке прохождения экспертизы диссертаций.
2. Положением о Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь.
3. Положением о коллегии Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь.

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

Радивановская Анна Юрьевна, студент 5-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 45–3.03–232–2018.

Допуски линейных размеров принимаются 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 13015–2012 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	+10; –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.

В результате выполненных расчетов установлено, что необходимо уточнение расчета плиты проезжей части балочных пролетных строений путем введения 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: $n^{not} = 3$ (по правилу трех сигм); \overline{M}_{Rd}^{not} – среднее значение проектной несущей способности плиты; $\sigma_{M_R}^{act}$ – фактический стандарт прочности нормального сечения плиты (по методу линеаризации функции).

Применительно к рассматриваемому примеру, 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 ($M_{Rd} = M_{R,\min}^{not}$).

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 1305–2012, 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. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб.
2. Справочное пособие по содержанию мостовых сооружений.
3. Эксплуатация мостов, Неволин А.П.

ДОРОГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Роман Даниил Александрович, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

В современном мире становится всё более популярным использовать солнечную энергию. Она дает возможность производить тепло, свет и электричество.

Солнечная энергия обеспечивает нас возобновляемым и чистым источником энергии, который работает за счет захвата солнечной энергии и преобразования ее в электричество. Солнце можно считать естественным ядерным реактором, который выделяет крошечные пакеты энергии, называемые фотонами.

Фотоны движутся со скоростью 300 000 километров в час, они достигают Земли примерно за 8,5 минут.

Международное энергетическое агентство сделало вывод, что солнечная энергия, за последние годы, стала самым быстрорастущим источником энергии. Солнечную энергию в электричество лучше всего преобразуют солнечные панели.

Солнечные панели—это фотоэлектрические панели, состоящие из полупроводников из кремния, которые преобразуют солнечные лучи в электричество. Фотоэлектрические солнечные панели созданы с положительными и отрицательными слоями, которые образуют электрическое поле.

Сегодня, солнечные панели могут быть использованы не только для установки на кровли домов и сооружений. Они также могут применяться для строительства «солнечных дорог».

Что такое «солнечные дороги»?

Солнечные дороги—это модульные системы тщательно спроектированных солнечных панелей, по которым могут ходить люди и ездить автомобили. Панели, используемые для «солнечных дорог», разработаны со светодиодными огнями, которые производят свет, используемый в качестве обозначения разметки дороги (Рис 1).



Рисунок 1 – Пример подсветки дороги

Одна из ведущих особенностей такой дороги, ее способность предотвращать накопление снега и льда на дорогах. «Солнечные дороги» сделаны из закаленного стекла, которое может выдержать вес полуприцепа, кроме того, стекло имеет тяговую поверхность эквивалентную асфальту.

Целью дорог является модернизация инфраструктуры с помощью специально спроектированных солнечных панелей.

Можно сделать вывод, что это нововведение позволит дорогам стать более безопасными и удобными для использования, особенно зимой. Если солнечная энергия способна заправлять автомобили, почему бы не обеспечить подходящую солнечную энергию для дорог.

Литература:

1. Smart Highways with Solar Roadways [Electronic resource]. – Mode of acces: <https://www.sciencetimes.com/articles/23678/20190824/smart-highways-with-solar-roadways.htm> – Дата доступа: 18.05.2020.
2. 4 ways solar is contributing to smart road technologies [Electronic resource]. – Mode of acces: <https://www.solarpowerworldonline.com/2019/03/4-ways-solar-is-contributing-to-smart-road-technologies/>. – Date of access: 17.05.2020.

3. How 'Solar Roadways' plans to create smart roads to produce clean energy and save lives and money [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.techrepublic.com/article/how-solar-roadways-plans-to-create-smart-roads-to-produce-clean-energy-and-save-lives-and-money/> – Date of access: 18.05.2020.
4. 8 Construction-Technology Innovations That Changed the Game [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.autodesk.com/redshift/construction-technology-2017/> 16.05.2020.

БУДУЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ

*Романов Фёдор Сергеевич, Волков Вадим Андреевич,
студенты 4-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
(Научные руководители – Гречухин В.А., канд. тех. наук, доцент)*

При строительстве мостов и других сооружений можно столкнуться с различными сложностями, которые будут вызывать необходимость применять различные решения. Что же ждет нас в будущем, какие технологии будут применяться повседневно? Наверняка все знают, что на сегодняшний день 3д принтеры гораздо доступнее чем еще пять лет назад, они становятся проще и удобнее. Первый мост построен с помощью принтера в Мадриде, в 2016 году. (Рис. 1).



Рисунок 1 – первый 3д мост, Мадрид

Такие мосты будут строиться автоматизировано, под контролем людей. За таким решением- будущее, ведь работы по возведению сооружения упрощаются и удешевляются.

Самым длинным мостом, напечатанным на 3д принтере, является пешеходный мост в Шанхае: 26,3 метра в длину и 3,6 метра в ширину. Он был спроектирован профессором Ху Веуго из пекинского университета Цинхуа.

Структура моста состоит из нескольких частей: Арочная часть- это 44 бетонных блока, боковые части моста - это еще 68 блоков. Для достижения необходимой прочности в бетонную смесь добавили армирующие волокна. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Начальная стадия печати 3д моста в Шанхае

Можно подумать, что конструкция очень тяжеловесна, но она полая: вес намного меньше чем если бы мост был построен классическим способом.

Цель создания моста- показать потенциал 3д-печати, ведь благодаря ей производство такого моста значительно дешевле: нет необходимости в стальных арматурных стержнях и шаблонах, которые требуются при использовании традиционных технологий бетонирования, а напечатан мост всего за 450 часов. (Рис. 3).



Рисунок 3 – Самый длинный 3д мост, Шанхай

Данная технология сравнительно молода, но с ее внедрением расширяются возможности инженеров в проектировании и строительстве мостов.

Литература:

1. ALL3DP [Электронный ресурс] / all3dp/3d-printed-bridge. - Режим доступа: <https://all3dp.com/>. Дата доступа: 12.05.2020.
2. Popular Mechanics [Электронный ресурс] / popular mechanics/technology/infrastructure/worlds-longest-3d-printed-bridge. - Режим доступа: <https://www.popularmechanics.com/>. Дата доступа: 11.05.2020.
3. Wikipedia [Электронный ресурс] / wiki/3д принтер в строительстве. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>. Дата доступа: 10.05.2020.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ ЭР-РИЯД (САУДОВСКАЯ АРАВИЯ)

*Романов Фёдор Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)*

Многоуровневая, автоматическая парковка была применен при проектировании подземного сооружения в столице Саудовской Аравии - Эр-Рияд. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Комплекс с тоннелем

Комплекс был выполнен в виде арабской звезды и полумесяца с двумя многоуровневыми парковками. (Рис. 2).

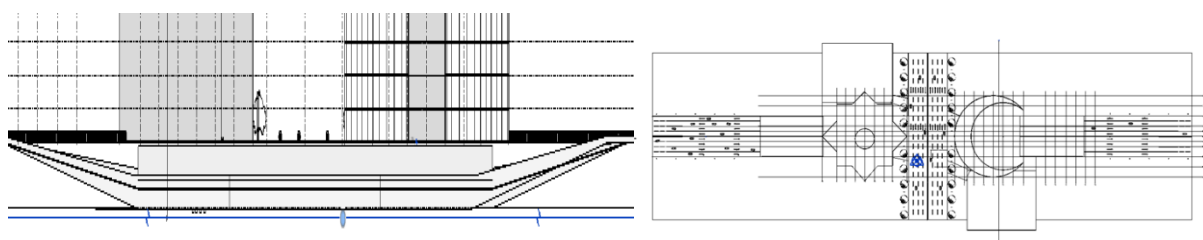


Рисунок 2 – Продольный разрез и план соответственно

Статический расчёт был произведен в Sofistik. (Рис. 3).

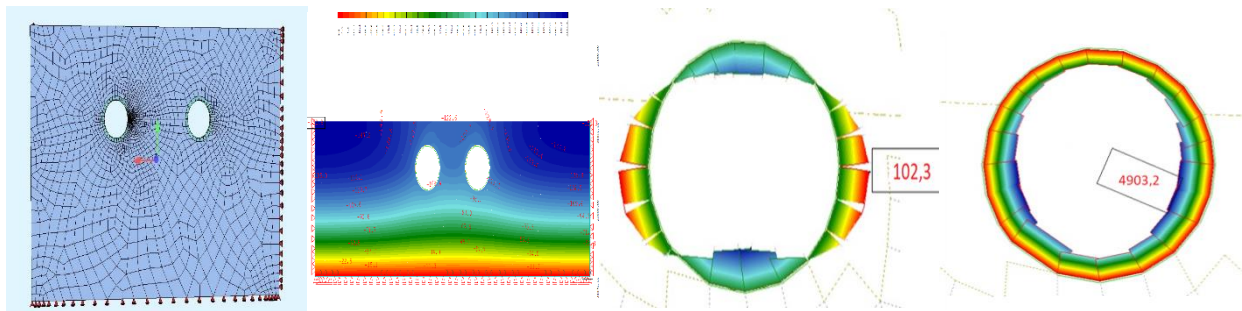


Рисунок 3 – Статический расчёт

Столица Саудовской Аравии- стремительно развивающийся мегаполис. С 2005 года население выросло вдвое, в городе постоянно строятся новые здания, а с недавнего времени в страну приглашаются лучшие специалисты со всего мира. Эр-Рияд спроектирован так, чтобы удобнее всего было человеку с личным авто, следовательно, новые тоннели, транспортные развязки и другая инфраструктура- необходимость для города, по которому ездят тысячи машин. (Рис. 4).



Рисунок 4 – Пробки Эр-Рияда

При проектировании тоннеля возникло несколько проблем, решить которые помогла инновационная парковка. Была применена 8-и уровневая парковка Combiarker 555. (Рис. 5). Парковка весьма универсальна, может выдерживать вес машины более 2000кг, восемь уровней и надежная система лифтов.



Рисунок 5 – Многоуровневая парковка CombiParker 555

Данное решение прекрасно подходит комплексу с тоннелем, потому что несмотря на свою вместительность она не займёт так много пространства, как классический паркинг. (Рис. 6).



Рисунок 6 – концепция парковки

Машины - это удобный персональный транспорт, но он занимает очень много места перевоза, обычно, одного- двух человек. Поэтому город Эр-Рияд нуждается всё в новых развязках и тоннелях, а инновационное решение с парковкой должно стать обыденностью.

Литература:

1. Green parking [Электронный ресурс] / Combiparker 555. - Режим доступа: <https://www.wohrparking.in/>. Дата доступа: 07.05.2020.
2. You tube [Электронный ресурс] / Innovative Parking Systems. - Режим доступа: <https://www.youtube.com/>. Дата доступа: 06.05.2020.
3. Tunntech [Электронный ресурс] /Technology ews. - Режим доступа: <https://www.tunntech.com/>. Дата доступа: 05.05.2020.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЛЕСОВ PERI

Романов Фёдор Сергеевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

(Научные руководители – Ляхевич Г.Д., канд. техн. наук профессор,

Ходяков В.А., старший преподаватель)

Строительные леса используются, как временная вспомогательная конструкция для того, чтобы обеспечить рабочим оптимальный и безопасный доступ к сооружению. Леса UP Rosett Shoring, воспринимает нагрузку до 40 кН на одну ногу. Вертикальные элементы имеют шаг в 50 см, а горизонтальные – 25 см, это позволяет наилучшим образом приспособить систему PERI UP ROSETT к требуемым геометрическим формам и нагрузкам. Возведение конструкции облегчается тем, что, используя одни и те же элементы системы, можно собрать отдельно стоящие опорные башни, башни с повышенной несущей способностью и сложные пространственные конструкции различного назначения. Обеспечить наивысший уровень безопасности ведения работ позволяет непрокидываемый настил, который закрывает всю рабочую зону, а также ригеля с гравитационными. (Рис. 1).

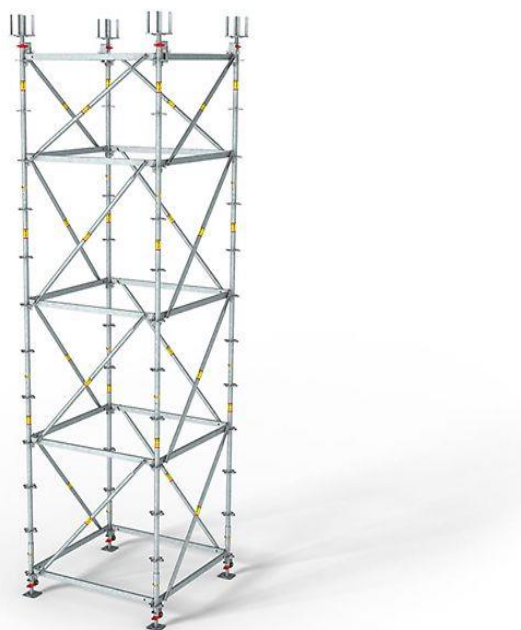


Рисунок 1 – опорные леса

Строительные леса компании PERI используются, при строительстве, во многих странах. Летом 2019 года были начаты работы по реконструкции монумента Победы в городе Минск, к 75-летию победы в Великой Отечественной войне. Завершились работы весной 2020

В рамках работ по реконструкции был заменен стилобат монумента. Были установлены фермы пролетом 16 метров, опорные полосы, воспринимающие нагрузку до 40 кН на одну ногу, лестницы доступа на высоту, подкосы для восприятия ветровых нагрузок, решетка из рельсов для опирания лесов по контуру обелиска. (Рис. 2).



Рисунок 2 – устройство конструкции лесов для проведения работ по реставрации монумента Победы

Данные конструкции значительно повышают безопасность людей, при реконструкции сооружений.

Литература:

1. PERI [Электронный ресурс] /PERI by. - Режим доступа: <https://www.peri.com/en>. Дата доступа: 07.05.2020.
2. You tube [Электронный ресурс] / Using formwork for walls. - Режим доступа: <https://www.you tube.com/>. Дата доступа: 06.05.2020.
3. Wikipedia [Электронный ресурс] / wiki/Строительные леса. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>. Дата доступа: 05.05.2020.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВЗВОДИМОГО МОСТА

*Савицкий Даниил Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В 2006 году исследователи из Венского технического университета предложили и запатентовали новую технологию строительства мостов. Она представляет собой метод сбалансированного опускания. Мост монтируют в вертикальном положении (рис. 1), а затем медленно разворачивают в горизонтальное положение (рис. 3), что напоминает раскрытие зонта.



Рисунок 1 – Вертикальное положение моста

Изначально в вертикальном положении используются полые балки, которые представляют собой тонкостенные сборные элементы со стальной арматурой. Они соединены сверху скрепляющим шарниром, установлены на устое и развернуты вниз. Затем с помощью системы гидравлических домкратов данный шарнир передвигается вниз, и вместе с ним балки разворачиваются в стороны. После того, как система приняла конечное положение, балки заполняют бетоном.



Рисунок 2 – Разворачивание балок

Главные преимущества данной технологии - экономия времени и средств для строительства мостов. Долговечность моста, построенного методом разворачивания, прогнозируют такую же, как при строительстве другими способами. Строительство мостов с использованием строительных лесов обычно занимает месяцы. С другой стороны, элементы для метода сбалансированного опускания можно настроить за два-три дня, а процесс опускания занимает около трех часов. Метод сбалансированного монтажа особенно выгоден для возведения мостов в труднопроходимой местности или в местности, ландшафт которой не должен быть нарушен.



Рисунок 3 – Мост в развернутом виде

Первые крупномасштабные испытания были проведены еще в 2010 году. С тех пор этот метод дорабатывался и, наконец, был применен при строительстве моста Ланбах длиной 116 метров через реку Лафниц 27 февраля 2020 года.

Литература:

1. TU Wien [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tuwien.at/en/tuwien/news/news-articles/news/the-unfoldable-bridge/> – Дата доступа: 09.05.2020.
2. Новостной ресурс “Popular mechanics” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.popularmechanics.com/science/a31227950/new-way-build-bridges-balanced-lift/> – Дата доступа: 09.05.2020.
3. Новостной ресурс “Компьютерра” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.computerra.ru/255507/v-avstrii-postroili-most-kotoryj-razvorachivaetsya-po-printsipu-zonta/> – Дата доступа: 09.05.2020.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ СТАМБУЛ (ТУРЦИЯ). ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ

Савицкий Даниил Александрович, 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 Вильнюс, Литва. Было принято решение разгрузить перекресток на пересечении улиц Lierkalnio g. и Minsko pl. (Рис.1-2) с помощью транспортного тоннеля. Также, из экономических соображений, было принято решение о строительстве многофункционального подземного комплекса, включающего в себя паркинг. Была разработана концептуальная модель (Рис.3-11).



Рисунок 1 – Карта с учетом пробок в 9 баллов



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



Рисунок 3 – Концепция портала тоннеля в точке А



Рисунок 4 – Концепция портала тоннеля в точке В

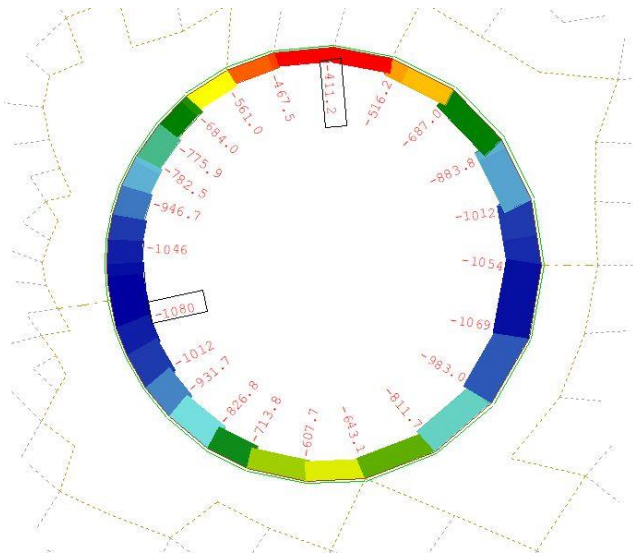


Рисунок 5 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершения строительства тоннеля в разрезе

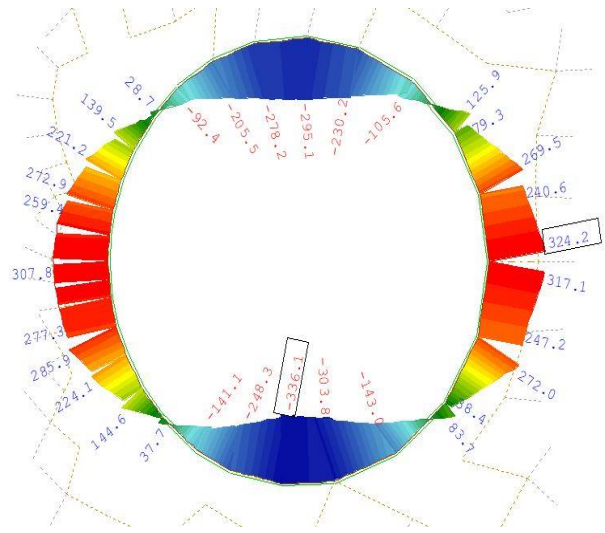


Рисунок 6 – Эпюра моментов, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершения строительства тоннеля в разрезе

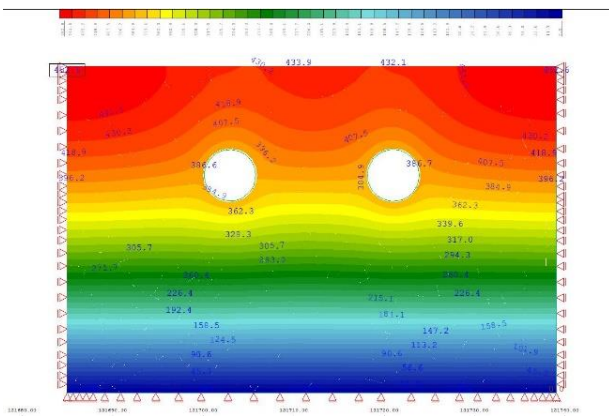


Рисунок 7 – - Изополя перемещений совместно с конструкцией железобетонной обделки

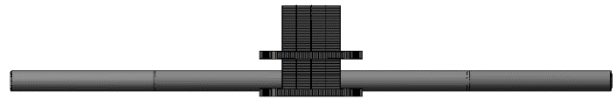


Рисунок 8 – Концептуальная модель тоннелей



Рисунок 9– Аксонометрия паркинга

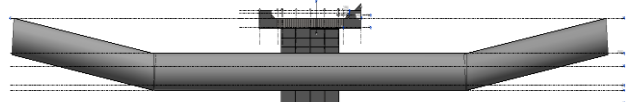


Рисунок 10 – Восточный фасад

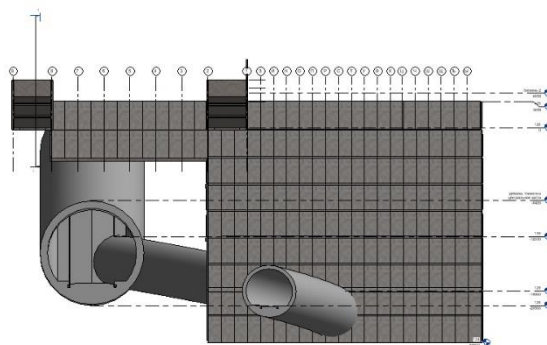


Рисунок 11 – Поперечный разрез в осях

Вопрос выбора надежной системы освещения тоннеля стоит особо остро, так как она является единственным источником света на протяжении всего пути. Необходимо не просто осветить тоннель, а сделать это так, чтобы освещение было равномерным, не слепило водителей при въезде и выезде из тоннеля и давало видимость в транзитную зону, а также потребляло как можно меньше энергии. На данный момент в мире в виде источника света используются люминесцентные лампы, газоразрядные лампы, металлогенные лампы и светильники с технологией LED. Последние наиболее эффективны, так как они имеют высокую производительность, хороший световой поток и большой срок службы. Но важны не только виды источника света, но и их расположение и совместная работа.

В данном проекте было принято решение использовать инновационную систему освещения компании Agianna (Рис.12-13). Отличительная особенность систем освещения заключается в использовании технологии полного отражения.

Для освещения тоннелей Agianna выбрала такое расположение ламп, при котором максимальная интенсивность излучения направлена в противоположном направлении движения, что позволяет добиться равномерного распределения света на всём пути.

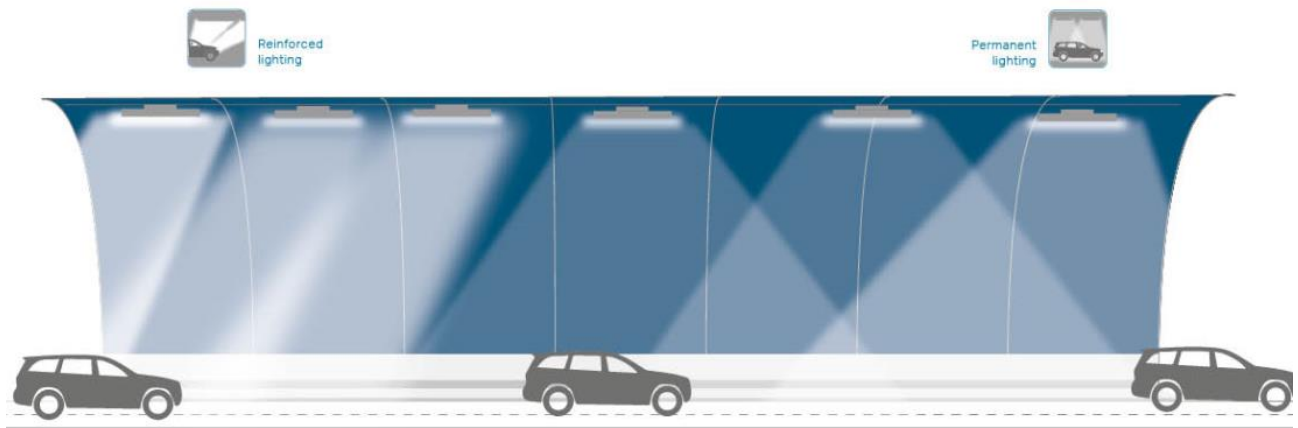


Рисунок 12 – Система освещения тоннеля компании Arianna



Рисунок 13 – Пример освещения тоннеля системой компании Arianna

Особенностью систем освещения Arianna является отсутствие вертикальной составляющей светового потока, что в свою очередь позволяет получить намного более высокие уровни яркости при низкой мощности. Это значит, что проектные характеристики освещения могут быть достигнуты при меньшем энергопотреблении. Это в свою очередь позволяет экономить энергию и другие ресурсы. В агрессивных средах используются лампы семейства Minox (Рис.14).



Рисунок 14 – Лампы семейства Minox

Также в данной системе освещения предусмотрено дистанционное управление. Это позволяет добиться экономии в работе установок и в их обслуживании. Можно узнать состояние эффективности системы в любое время дистанционно. В нужный момент система будет сигнализировать о необходимости своевременно проводить техническое обслуживание, тем самым предотвращая возможные неисправности и экономя время для обслуживающего персонала.

Литература:

1. Выбора светодиодного освещения для дорожных тоннелей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.leadlight.ru/info/vybora-svetodiidnogo-osveshcheniya-dlya-dorozhnyh-tonneley> — Дата доступа: 09.05.2020.
2. AriannaLED [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ariannaLED.com/en/> – Дата доступа: 09.05.2020.
3. Global system and services [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gloss-srl.com/en/partners/arianna.html> – Дата доступа: 09.05.2020.

ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА МУРАУ (АВСТРАЛИЯ)

*Святохо Ольга Викторовна, Лимонт Александр Витальевич,
студенты 3-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Для совершенствования транспортного пути в районе города Мурау (Австралия) был запроектирован железнодорожный тоннель. Проект предусматривает сооружение транспортного тоннеля (Рис.1). Новая подземная транспортная траншея поспособствует привлечению большого числа денежных средств в регион, т.к. компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

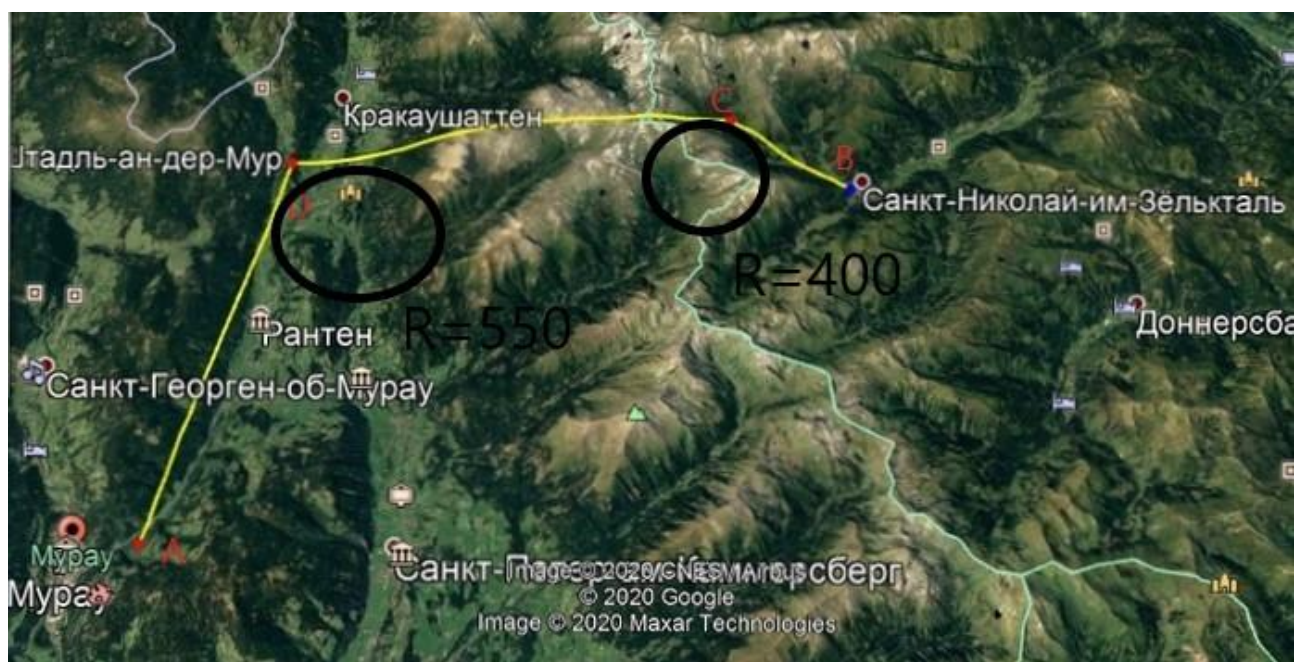


Рисунок 1 – Трасса тоннеля

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 31,8 км с двумя углами поворота. Максимальный уклон проезжей части не превышает 2‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 100-120 км/ч

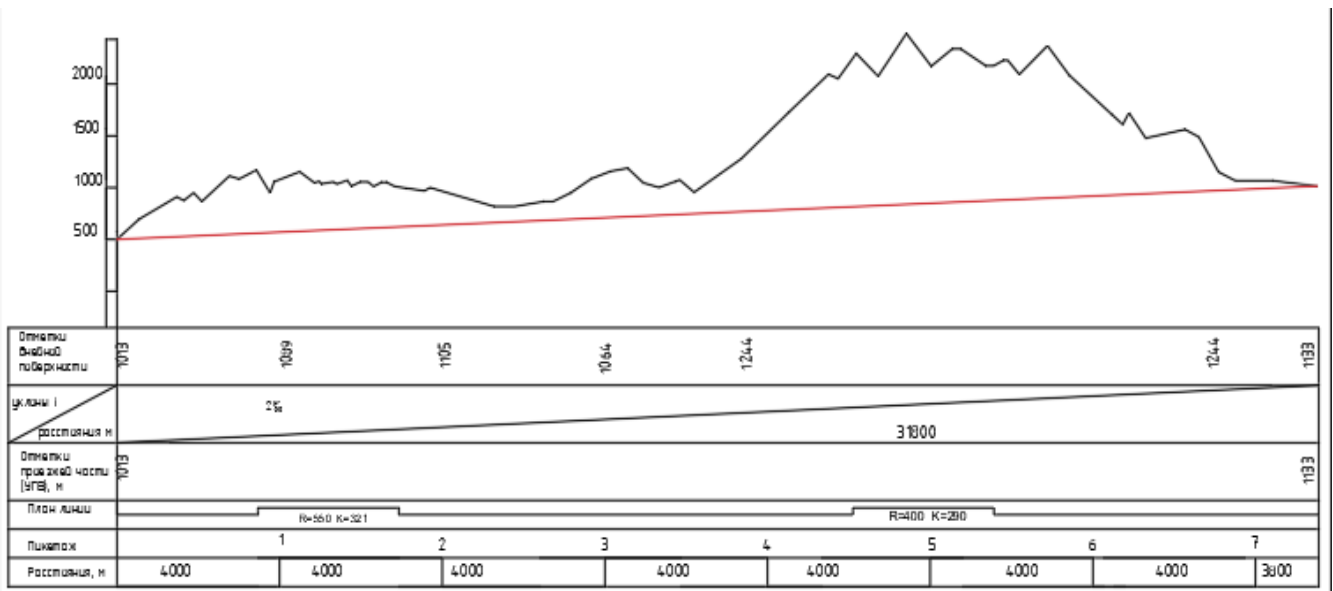


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля

Для предотвращения обвала камней на входе (выходе) из тоннеля были запроектированы многофункциональные сооружения (Рис. 3,4,5).

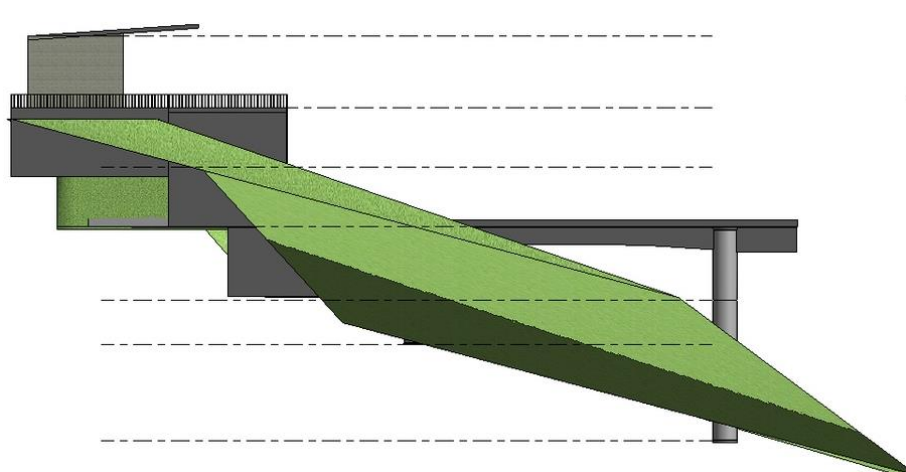


Рисунок 3 – Западный фасад

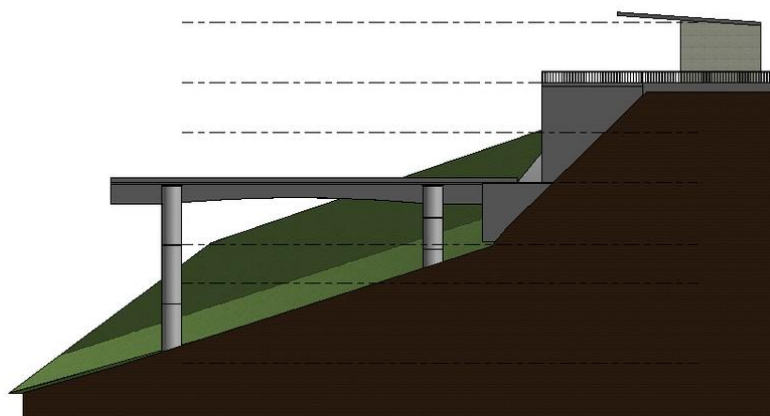


Рисунок 4 – Восточный фасад

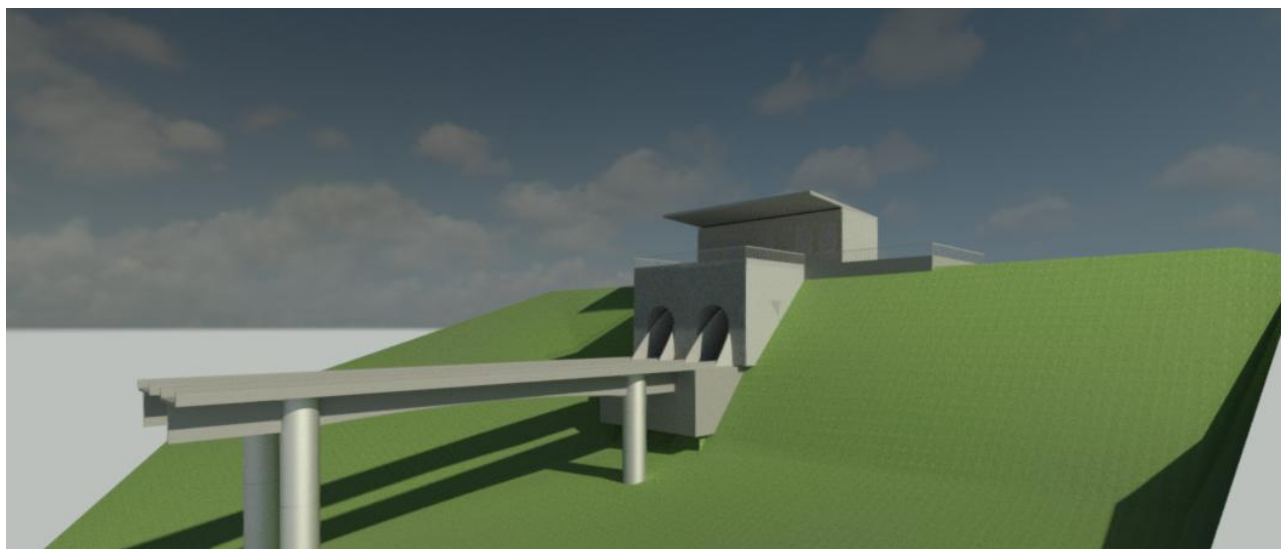


Рисунок 5 – Общий вид портала

Для обеспечения долговременных оптимальных показателей тоннельной конструкции, следует ликвидировать периодическое появление изънов в обделке, осуществлять устранение повреждений или даже переустановка блоков, что порой невозможно осуществить. Кроме того, реализация необходимых мер по устранению недостатков нуждается в дополнительных затратах времени и финансовых ресурсов. Стало быть, для уведомления появлений некоторых дефектов в тоннельных обделках, необходимо улучшение их конструкции, технологии производства и монтажа блоков. Стальная фибра Dramix применяется в высокоточной обделке из сборных конструкций. В каких-то случаях фибра не исключено, что может целиком заменить арматуру, а в каких-то существенно уменьшить ее количество.

Мало того, фибра - экономически выгодное решение. Экономическое преимущество фибрового армирования получается из-за уменьшения трудозатрат на производство арматурных каркасов.

Достоинство фибры Dramix:

- быстро и идеально смешиваются;
- стойкость к трещинам;
- оптимизация затрат за счет более низких доз волокна;
- научный подход к расчетам каждого проекта устройства промышленных полов.

Более того, эксплуатация новых химических добавок способствует регулировать реологию бетонной смеси, таким образом гарантирует лучшее качество конечного продукта.

СТАЛЬ ГАДФИЛЬДА

Синьковец Владислав Дмитриевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Сталь Гадфильда — сталь с высоким сопротивлением износу (стиранию) при больших давлениях или ударных нагрузках, также для неё характерна высокая пластичность.

Предложена в 1882 году английским металлургом Р. Гадфильдом (англ. Robert Hadfield). Обозначение марки стали в соответствии с ГОСТ 977-88 - **110Г13Л**. Сталь Гадфильда сильно наклёпывается при ударных нагрузках. Из неё изготавливают траки гусениц танков, тракторов, машин, щёки дробилок, рельсовые крестовины, стрелочные переводы, работающие в условиях ударных нагрузок и истирания, а также — оконные решетки в тюрьмах, которые невозможно перепилить. Отливки из стали редко подвергаются дополнительной обработке, так как она плохо обрабатывается резанием из-за наклёпа поверхности в процессе резания.

Одним из самых интересных материалов, производимых в металлургии, можно назвать сталь Гадфильда. Это первая легированная, высокомарганцовистая сталь массового выпуска и активного применения. Из-за своих необычных свойств она применяется в тех областях народного хозяйства, где все остальные виды стали не подходят. Ее вполне заслуженно можно назвать суперсталью. Она имеет низкую твердость, но хорошую износостойкость при ударах, высоком давлении и перепадах температуры. Эта сталь подходит для использования в агрессивных средах и экстремальных условиях производства^[2].

Способы обработки

Холодная обработка металлов давлением — известный способ намеренного создания наклепа. Типичными технологическими процессами такой обработки металлов являются волочение, холодная ковка, прокатка, прессование (экструзия). Если переусердствовать с обработкой, то деталь из стали Гадфильда может развалиться на куски из-за усиливающихся внутренних напряжений, которые ее разрушают. Поэтому при обработке, например, лезвия ножа, которое рекомендуется слегка отбить перед итоговой заточкой, или отбивке косы (а это и есть холодная ковка), нужно наносить очень легкие удары

и внимательно относиться к отдаче от молотка. Как только он начинает отскакивать, значит пора прекращать удары, иначе лезвие может раскрошиться.

Из-за высокой вязкости стали Гадфильда, детали из нее практически не могут обрабатываться режущими инструментами. Для массового изготовления продукции из этой стали подходит только литье. Формы для отливки должны быть выполнены очень тщательно, чтобы изготовленные детали не подвергать дополнительной обработке. После отливки изделия и застывания металла, качество стали достаточно низкое, так как на границе зерен аустенита есть мелкие включения карбидов, которые легко образуют трещины между зернами и приводят к быстрому разрушению. Токарная обработка возможна лишь с применением быстрорежущих сталей с высокой теплостойкостью. То есть инструмент, при возникающих в режущей кромке высоких температурах, должен сохранять высокую твердость и противостоять износу.

Литература:

1. Сталь Гадфильда: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталь_Гадфильда
2. Области применения стали Гадфильда: <https://martensit.ru/stal/stal-gadfilda/>

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПУТЕПРОВОДА НА МАГЛЕВ

Соболевский Николай Романович, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

В 1940-ых годах стала развиваться концепция транспортного средства, передвигаемого путем эксплуатации электромагнитных сил. Британский инженер-изобретатель – Эрик Лайзвитель, начал работу над созданием асинхронного линейного двигателя, которая закончилась полноценной моделью, но не получила финансового сопровождения для модернизации и внедрения технологии.

Первый поезд на магнитной подушке появился в 1979 г. Длина тестового пути составляла чуть меньше 1000м при движении со скоростью 75 км/ч. Однако такой вид передвижения не пользовался особым успехом. Но в 1980-ых года к разработке приступили и другие, помимо Великобритании страны: США, Япония и Германия, которые дали технологии огромный скачек как в инженерно-технологическом плане, так и в коммерческом, приведя данный способ в монополистическое положение на рынке по скорости движения до 630 км/ч.

В общем представлении перемещением магнитного поезда работает на принципе отдаления магнитов одинаковой полярности. На практике на апрель 2020-ого года существуют две технологии подтвержденные и используемые в обиходе. Первая – немецкая, представляет собой технологическое решение, основанное на электромагнитном подвесе – EMS. Система использует Т-образный путь с зазором между составом и конструкцией 15 мм. Именно этот зазор является основным отрицательным фактором при использовании транспортного средства, т.к. во время движения расстояние могут изменяться по огромному количеству факторов, а для корректировки состава необходима сложная система, которая ведет к удорожанию как стоимости нового продукта, так и его эксплуатации.

Вторая технология – японская, электродинамический подвес – EDS, использует в качестве оборудования для передвижения линейный асинхронный двигатель, который производит электромагнитное поле при сверхнизких температурах, благодаря криогенной системе, что и является слабой точкой с финансовой стороны обслуживания и сложности системы.

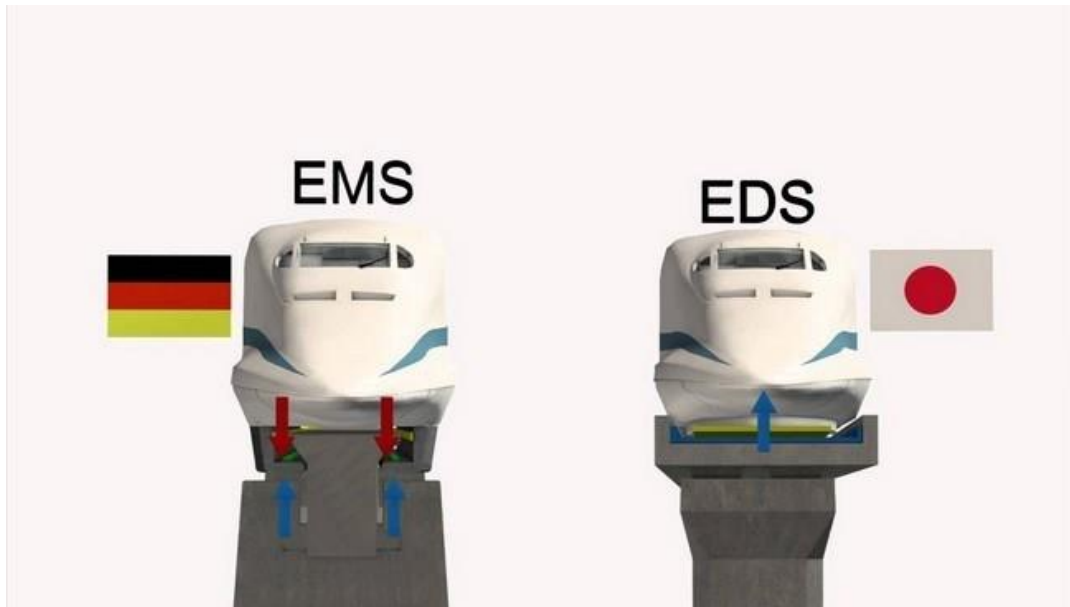


Рисунок 1 – Варианты строения конструкций путей движения электромагнитных поездов.

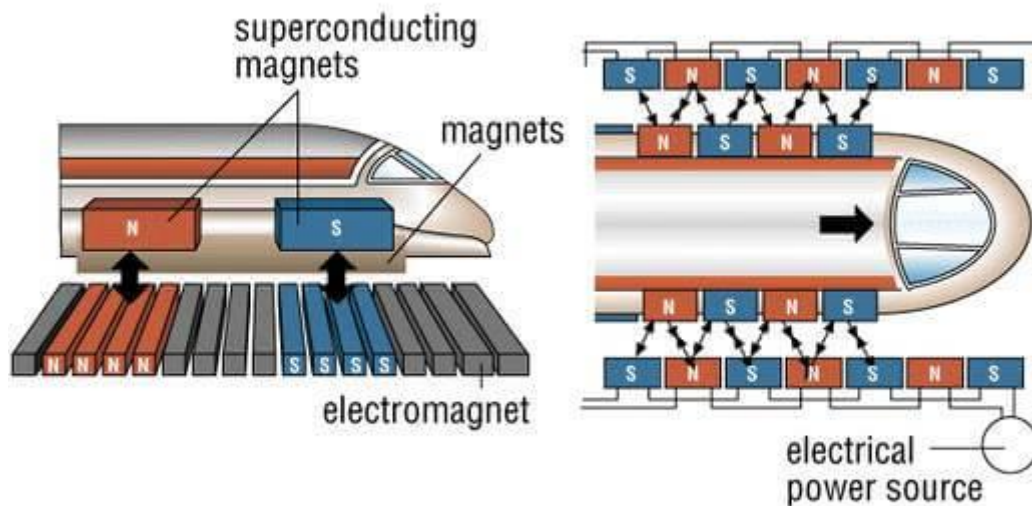


Рисунок 2 – Схема расположения магнитов различной полярности в качестве варианта увеличения производительности работы электромагнитной подушки.

Движение состава происходит без непосредственного соприкосновения с конструкцией, соответственно нагрузка на пролеты путей не распространяется, что позволяет существенно, до 40 % от общей суммы сооружения, сократить стоимость строительства, так как единственным нагружением является постоянный во времени собственный вес путепровода.

При сравнении железнодорожного путепровода в его классическом исполнении с исследуемым в данной статье разница в стоимости по пункту нагрузки, и соответственно объёма производимых работ – преимущество

очевидно. Однако существует необходимость снабжения путепровода электрическим источником питания от общей сети, что накладывает своеобразные эмбарго на проектирование и эксплуатацию, ведущие к снижению очевидной выгоды применения новой технологии.

С течением времени, после развития отрасли электротехнического оборудования и его ускоренного внедрения в макроэкономику эксплуатирующих и проектных компаний, в связи с законом рыночной экономики о насыщении отрасли с востребованным спросом, произойдет снижение стоимости единицы продукта и услуг, что в перспективе на ближайшие 10 лет дает возможность инвестиций ресурсов труда в новую технологию, что с высокой вероятностью приведет к выгодному развитию нового направления в вопросе о логистических операциях.

Литература:

1. Колокова Н.М., Копац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Голубова, О. С. ,Корбан, Л. К. ,Валицкий, С. В.« Экономика строительства» М., БНТУ, 2013 г.
3. Плетнёв С. В. «Магнитное поле: свойства, применение». М., 1998 г.

АРХИТЕКТУРА РАБОТЫ СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*Соболевский Николай Романович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В Германии в 1938 году появился первый в мире прототип электронно-вычислительной машины, благодаря инженеру Конраду Цузе названная: Z1 и имевшая мощность в 1Гц, то есть 1 цикл в секунду, и массу в 1 тонну. Позже, уже к 1944 состоялась разработка четвертого поколения ЭВМ: Z4, превышающая первое – в 3 раза, и именно с этого момента изобретение получило более конкретное будущее: возможность применения устройств для проведения расчетов стали рассматривать крупные исследовательские центры, а его возможности в применении и влиянии на развитие будущего начали все стремительнее распространяться в различных отраслях, выходя за рамки научных областей физики и математики.

Однако за год до Z4, в 1943 году американский нейропсихологи Уоррен Мак-Калок и его близкий друг, нейролингвистик, логик и математик Уолтер Питс создали идею работы нейронных сетей и реализовали первый алгоритм с помощью ЭВМ.

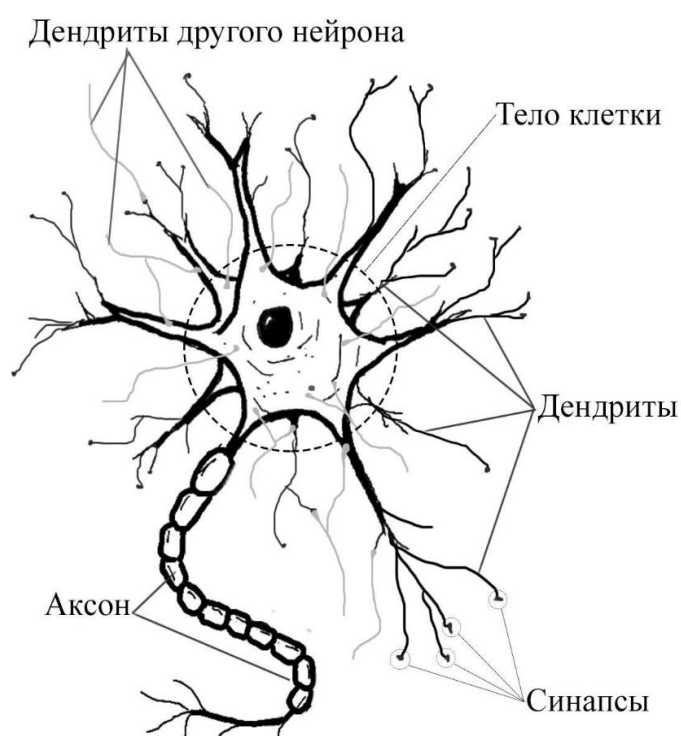


Рисунок 1 – Строение нейрона мозга

Принцип работы нейросети взят напрямую со строения и взаимодействия нейронов в мозге (Рис.1). Дендриты представляют собой источники входных данных, телок клетки, либо сома, являются одновременно и процессором, производящим некоторого рода алгоритмы, аксон же является уже источником выходных данных после обработки, синапсы выполняют роль контактов с другими нейронными клетками.

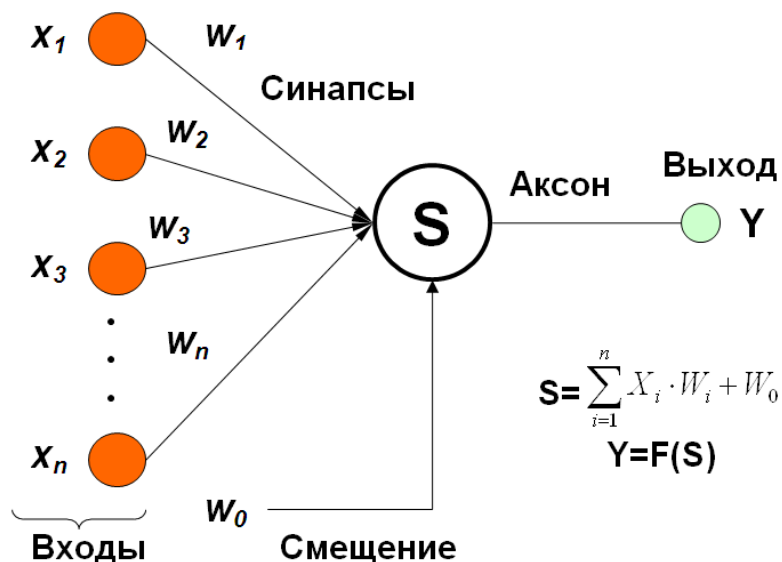


Рисунок 2 – Схема формального нейрона

Именно этот принцип и лег в основу философии создания нейронных сетей на ЭВМ, только с некоторым упрощением. На Рис .2 представлена алгоритмическая схема современной конструкции нейрона. Мы имеем своеобразные дендриты, представленные входными данными $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$, имеют диапазон численного значения от 0 до 1. Синапсы $W_1, W_2, W_3 \dots W_n$, имеющие веса в численном понимании, являются уже основными связями между входными данными и не посредственно телом, которое определяет основной алгоритм и выходные данные, названный аксоном. Сам алгоритм обработки входных данных имеет всегда одну форму.

$$S = \sum X_i \cdot W_i + W_0$$

Значение S так же как и значение x_n имеет диапазон численного значения от 0 до 1. У синапсов значения весов имеют граничные условия по множеству целых чисел. На выход же поступает в зависимости от граничного числа либо 0, либо 1, а это самое граничное условие то же имеет диапазон численного значения от 0 до 1. Для преодоления граничного условия значения S , вводится значение смещения W_0 на любое натуральное либо отрицательно целое число. Таким образом мы имеем выходные данные, которые работают на представление «лампочки», которая либо горит, либо не горит, а определяет это

состояние – граничное число, которое можно регулировать благодаря смещению, и математической функции. Число сравниваемое с граничным определяется как сумма произведений входных данных на веса синапса.

В результате у нас есть понятие конструкции нейрона, однако, как и в случае с мозгом, решение сложных задач происходит за счет структурирования отдельных элементов, это структурирование имеет название архитектуры нейронной сети. На рис. 3 представлены все типы архитектур нейросетей на данный момент.

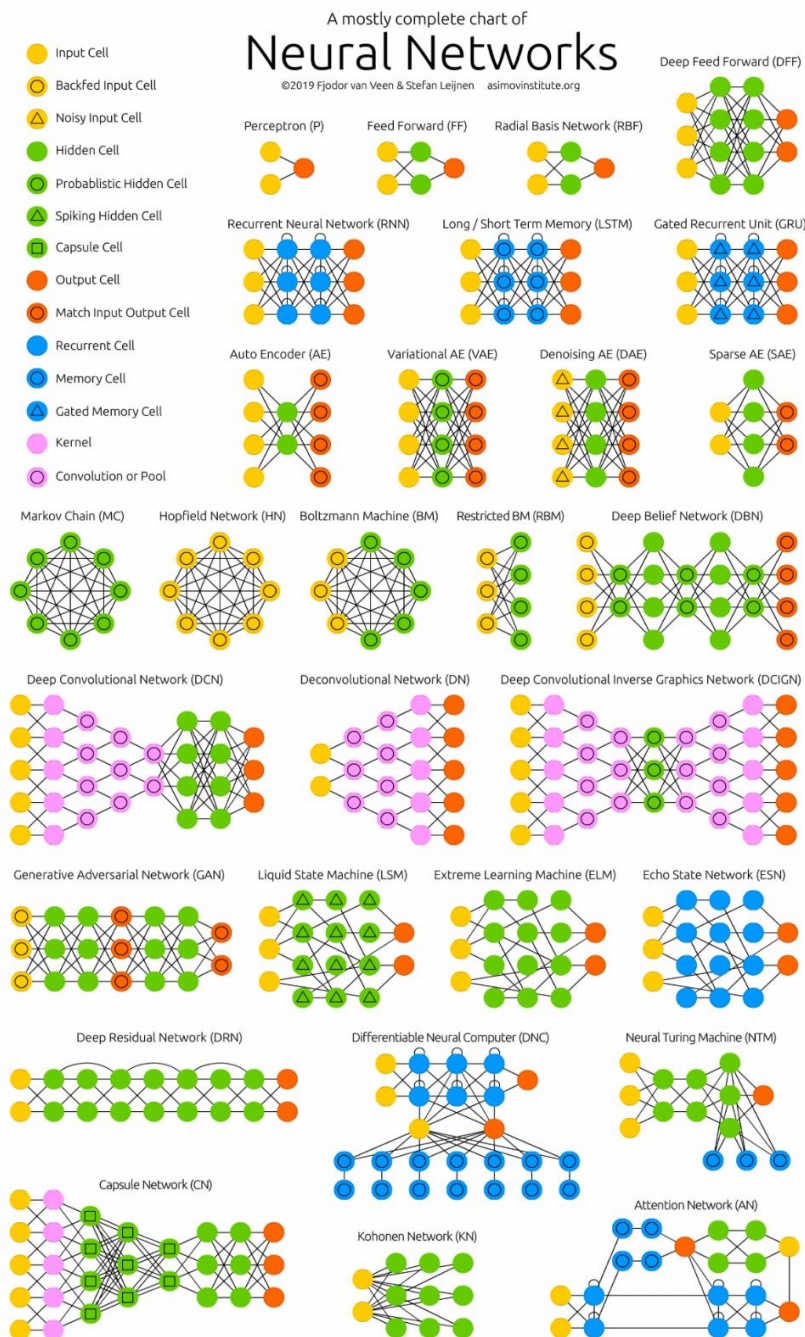


Рисунок 3 – Типы архитектур нейросетей

Самое простое структурирование – Перцептрон. Это нейросеть является прямолинейной. Она получает данные входа и выхода, а потом решая обратную задачу пытается определить веса синапсов, а поняв их, имеется возможность вносить новые данные и получать результаты по обученной сети. Сама структура представляет собой набор из массивов, расположенных столбцом и соединенных во всех направлениях, кроме вертикального – множество детерминированных, то есть отдельных единиц, выполняющих каждый свою функцию от общей функции, частей нейросети, которая состоит их массива сходного слоя, то есть массива ввода, массива скрытого слоя, выполняющего ключевую роль в обработке данных и выходной массив, который выполняет роль результирующего.

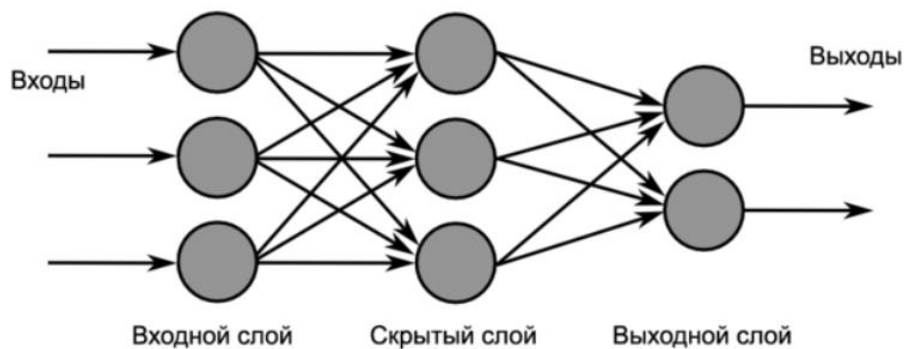


Рисунок 4 – Строение перцептрона

В скрытом слое нейросети после обработки входных данных возбуждаются определённые нейроны. Понятие возбуждение имеет смысл возникновения в нейроне значения 0 или 1, то есть условие загорания «лампочки», а ее действие в свою очередь зависит от математической функции выбора – сигмоиды, изображенной на рис. 5.

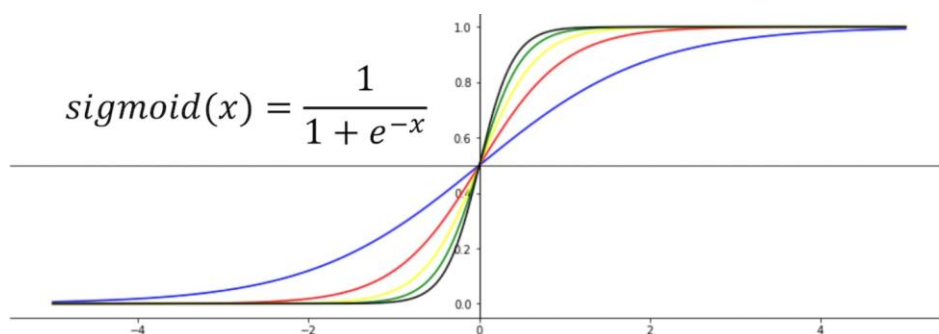


Рисунок 5 – Представление сигмоиды

Сигмоид является основной функцией выбора в возбуждения отдельных нейронов. Однако в последнее время более широкое распространение получила функция активации ReLU (рис. 6). Изменение в активирующей функции стало необходимым по причине эффективности работы, так как у функции ReLU при

достижении граничного условия, в данном примере 0, график возрастает, давая меньшую возможность вариации, а при несоответствии граничному условию значения в нейроне равно 0, то есть «лампочка» не горит, когда сигмоида давала возможность в определении значения в большем диапазоне, что давало не всегда корректное поведение сети.

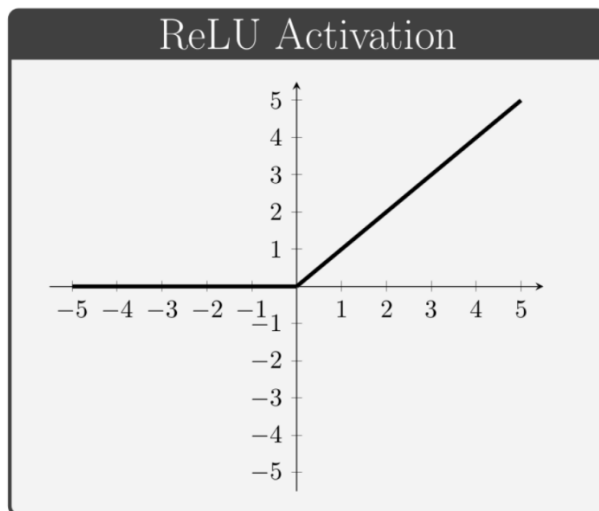


Рисунок 7 – Функция активации ReLU

Возбуждение, то есть активация в свою очередь ведет к возбуждению связанных далее с ними нейронов. Таким образом вычисление идете по нескольким путям в конечном итоге, приводящим к одному варианту. Структура может состоять из большего чем 1, множества скрытых слоев, регулирующих поведение нейросети.

Выбор в результирующем массиве необходимых значений происходит по тому же принципу, что и вскрытых слоях, только является уже итоговым.

Концепция работы нейросети имеет тесную связь с изучением теории графов, а именно их решению в различных вариациях вершин и ребер. Таким образом обучение происходит непосредственно на уже готовых данных, что является способом «с учителем». Существует 2 типа обучение: «с учителем» и «без учителя». Второй тип ближе к понятию работы человеческого мозга, разрабатывался финским ученым Теуво Кохоненом, создавший свою архитектуру нейросети. он подразумевает наличие исключительно входных данных, а содержание выходных данных определяется отдельно, алгоритмическим путем так, чтобы одинаковые входные определения сохраняли свойство схожести после обработки.

Таким образом регулируя структуру и параметры нейронной сети появилась возможность обучать и решать большой спектр задач, в особенности по определению алгоритмов работы некоторых структур данных. Одна из

основных задач на структурирование данных это задача «Титаника», а именно определение людей, которые выживут при крушении «Титаника», имея статистику тех, кто погиб, имея определённые параметры: вес, рост, возраст и др. Введя собственные данные можно получить вероятность гибели в данной ситуации.

На данный момент нейронные сети решают множество задач в таких областях как например кредитование: получение решения выдачи кредита исходя из кредитной истории объекта и других его личных данных, голосовые вспомогательные технологии, такие как «Алиса», обученные на огромном количестве диалогов.

В строительной отрасли есть возможность найти применение нейросетей для исследования и анализа поведения конструкции в целом, при большом количестве внешних условий. Существует возможность определения с большой вероятностью внутренних усилий, используя для обучения основные уравнения строительной механики.

РАСЧЕТ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ В ГОРОДЕ ТОРОНТО НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ YOUNG ST. И ADELAIDA ST

*Соболевский Николай Романович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А. А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы, было выбрано пересечение Young st. и Adelaida st., проанализировав этот участок, на данном перекрёстке выявлен затор в 9 баллов. С целью разгрузки участка пути, была разработана подземная транспортная развязка, соединяющаяся с многофункциональным комплексом.

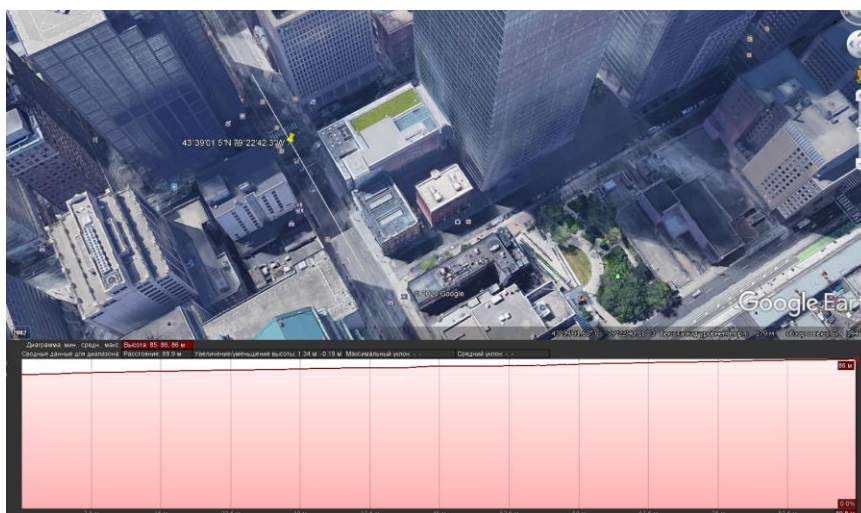


Рисунок 1 – Рельеф местности в направлении Young st

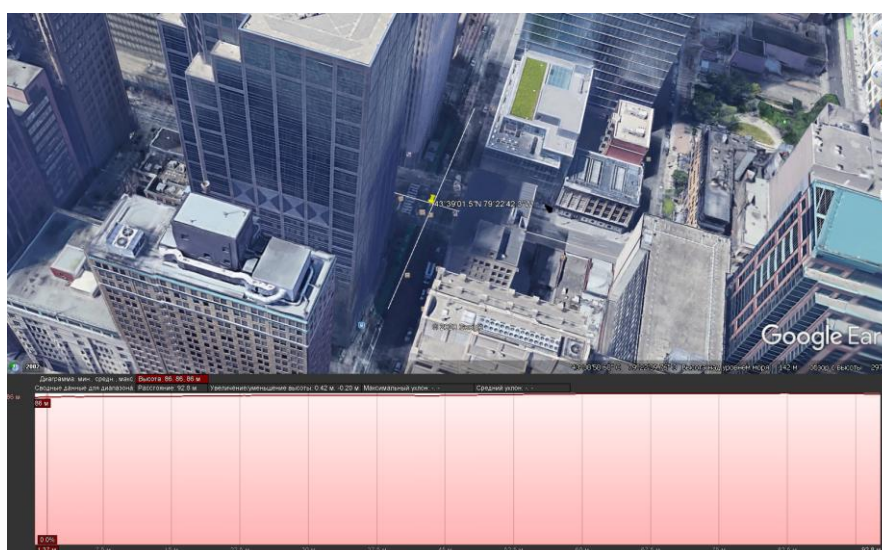


Рисунок 2 – Рельеф местности в направлении Adelaida st

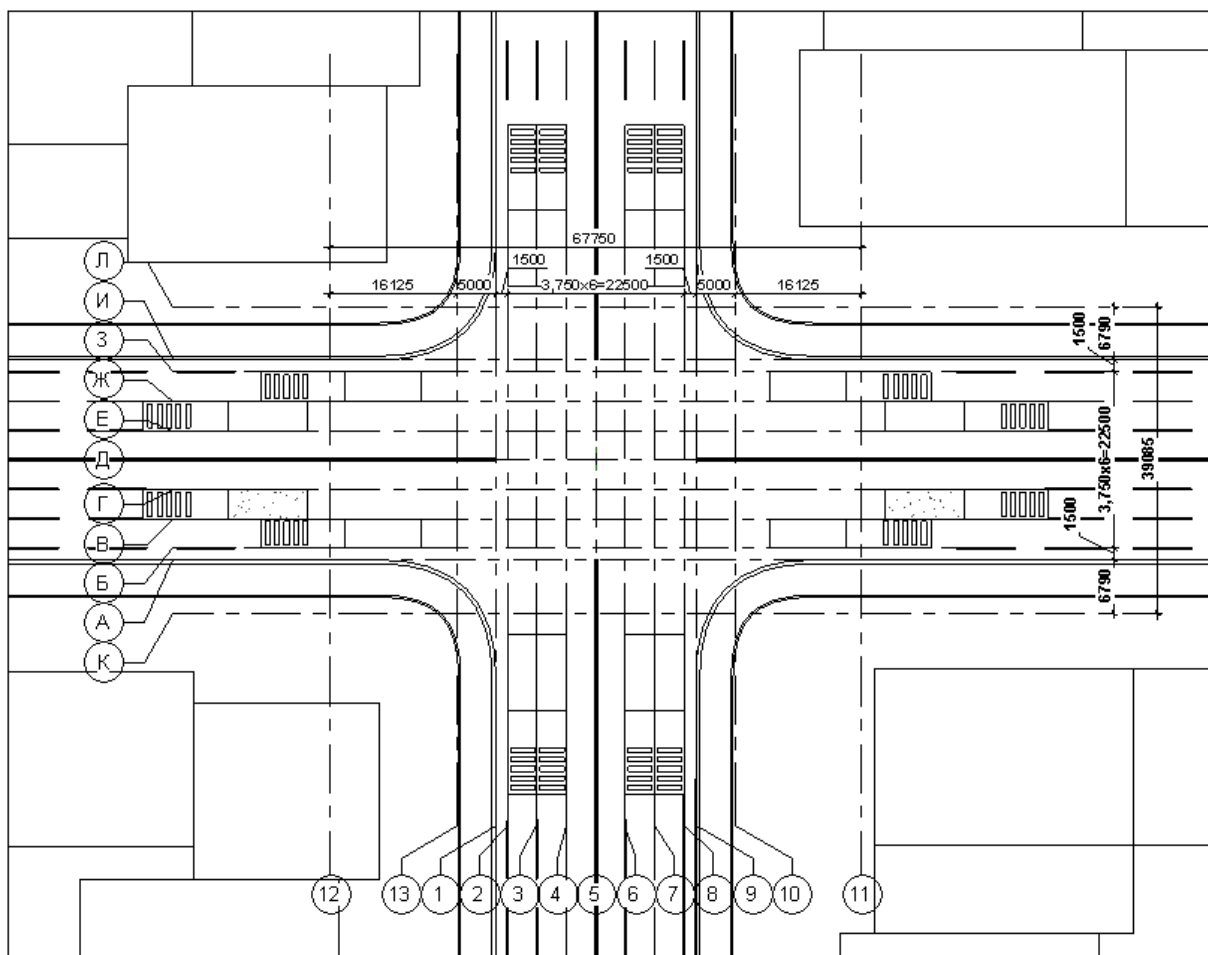


Рисунок 3 – План перекрёстка

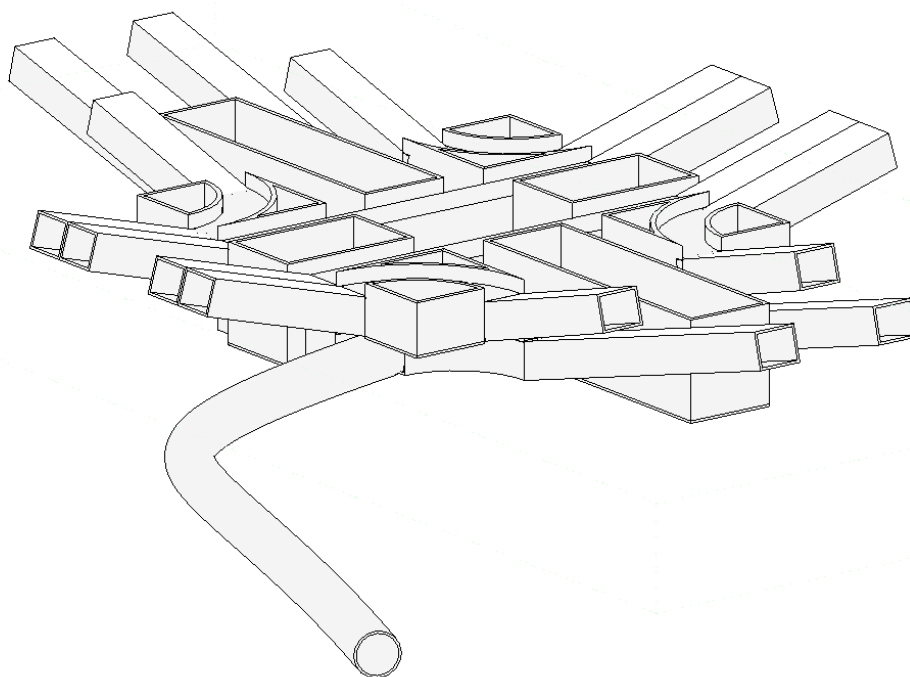


Рисунок 4 – Общий вид на подземную развязку



Рисунок 5 – Вид архитектурно-планировочного решения

Концепция комплекса подземной развязки представляет собой систему пересекающихся транспортных тоннелей, расположенных таким образом, чтобы не препятствовать прямо поточному движению транспорта, и повысить пропускную способность пересечения путей движения автомобилей.

В целях повышения уровня безопасности, грань портала со стороны перекрестка на уровне дневной была скошена, чтобы снизить ущерб от потенциального столкновения машины с порталом, так же этот элемент выполняет и экономическую функцию, а именно – уменьшение сроков амортизации путем установки на скошенные грани медиа информации, связано с торговыми услугами.

В строительстве данного проекта предусмотрено использование бестраншейной технологии прокладки инженерных коммуникаций. Подземная развязка спроектирована с учетом жилой застройки и наличием поблизости множества магазинов и общественных мест. Появилась возможность без заторов проезжать перекресток и в любой момент припарковать автомобиль на подземном паркинге.

Расчет конструкции производился с помощью программного комплекса Sofistick, решая плоскую 2D задачу с помощью модуля Talpa. Для ввода информации в систему расчет использовался интегрированный шаблонный язык программирования CADiNP.

Данной целью проекта была оценка эффективности реализации расчета в программном комплексе Sofistick с помощью интегрированного языка программирования CADiNP. Итоги таковы, что данный метод интерпретации ЭВМ информации – уступает классическому методу, то есть через встроенные препроцессоры такие как SofiPlus и др., по скорости воспроизведения расчётной ситуации. Однако обладает весомым преимуществом – практически полный контроль над процессом ввода и вывода информации, что ставит перед пользователем высокую планку по уровню владения информацией о программе,

но позволяет более грамотно оценивать составления расчетной ситуации, выводить более полный набор информации по результатам расчета, с целью более тщательного анализа.

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.

ПРОЧНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ КАК ФУНКЦИЯ ЕЕ ПЛОТНОСТИ

Сорокин Максим Александрович, студент 3-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Древесина является отличным строительным материалом, так как она удовлетворяет многим требованиям, таким как экологичность, высокая прочность и небольшой собственный вес. Её рациональное использование для различных целей зависит от понимания физических, химических и механических свойств материала. Понимание того, как ведет себя древесина в условиях мгновенной нагрузки, вносит большой вклад в развитие более безопасного структурного дизайна. Из-за своих прочностных качеств она отлично подходит для использования в мостовых конструкциях, железнодорожных шпалах, ручках инструментов, загонах и в других ситуациях, когда присутствуют мгновенные или часто повторяющиеся нагрузки.

Одно из главных ее механических свойств, это прочность – способность материала поглощать энергию за короткий промежуток времени. Знание прочности материала позволяет оценить деформации или другие изменения, происходящие в той или иной части конструкции. На предел прочности древесины влияют ряд факторов: форма и размеры тела, влагосодержание, угол наклона волокон, направление действия силы, плотность и температура во время воздействия. Однако древесина, как строительный материал, имеет ряд минусов. Например, она подвержена воздействию различных грибков, бактерий и насекомых, которые могут снижать ее прочностные показатели вплоть до 50%.

На прочность древесины немалую роль оказывает скорость приложения нагрузки и длительность ее действия. До определенного предела зависимость между напряжениями и деформациями близка к линейной. Поэтому при быстром, кратковременном воздействии определенной нагрузки предел прочности древесины выше, чем при длительном воздействии нагрузки. Это объясняется тем, что деформации происходят в упругой стадии и исчезают после снятия нагрузки. При длительном загрузении той же силой начинают развиваться остаточные деформации, вплоть до разрушения.

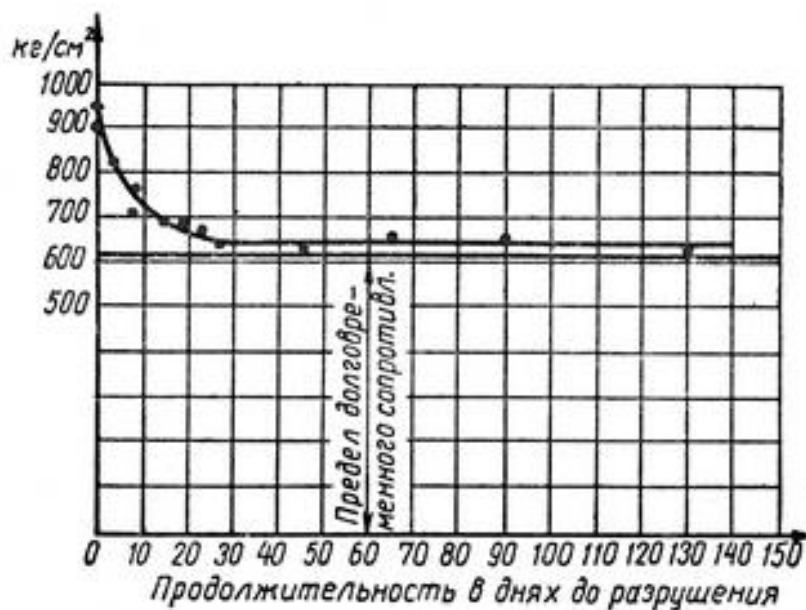


Рисунок 1 – Процесс получения информации из центра управления на строительную площадку

Диего Энрике де Алмейда, Рикардо де Мелло Скалянте, Андре Луис Кристофоро, Лучано Донизети Варанда, Франсиско Антонио Рокко Лар, Антонио Алвес Диас и Карлито Калил Младший провели исследование на тему: «Прочность древесины как функция её плотности». Целью их работы является возможность оценки прочности древесины по её плотности из шести видов местных пород дерева, с использованием моделей линейной, квадратичной и кубической полиномиальной регрессии.

Результаты исследования позволили сделать вывод, что:

- 1) регрессионные модели для оценки прочности оказались эффективными во всех случаях, подразумевая, что можно оценить до 70% прочности древесины, зная её плотность и скорректированные значения коэффициентов определения
- 2) из результатов, полученных из статистического анализа регрессионных моделей, кубический полином показывает наилучшее соответствие трех исследованных отношений
- 3) найдены корреляции больше чем на 70% между прочностью и модулем упругости при статическом изгибе в 80 образцах в различных комбинациях: возраст древесины (тонкие и толстые кольца) и режим загрузки (радиальный и тангенциальный)

Литература:

1. Wikipedia [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: https://ru.qwe.wiki/wiki/Polynomial_regression/. – Дата доступа: 16.05.2020
2. ResearchGate [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/297566789_WOODEN_TOUGHNESS_AS_FUNCTION_OF_THE_APPARENT_DENSITY/. – Дата доступа: 15.05.2020.

DIGITAL INJECTION MANAGEMENT

*Сорокин Максим Александрович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Подземные строительные проекты печально известны превышением сроков и затрат, часто в результате неточной интерпретации информации и, следовательно, неправильных прогнозов. В сочетании с неопределенностью свойств и поведения грунта, существует явная необходимость обнаружить и использовать все доступные и передовые инструменты проектирования с целью минимизации ошибок. Можно значительно повысить качество прогнозов путем оцифровки процессов проектирования и строительства. Имея информацию о состоянии проекта и его граничных условиях, можно легко выявить и устранить или предотвратить конфликты. Всё это помогает находить более эффективные, экономически обоснованные решения.

Цифровой мониторинг инъецирования (Рис. 1) является актуальным современным направлением развития. Он позволяет в режиме реального времени (Рис. 2) контролировать процесс, и в кратчайшие сроки выявлять все отклонения, принимать соответствующие меры. Данный способ позволяет ускорить процесс принятия решений и, в свою очередь, значительно сократить задержки и перерасход средств при повышенном качестве.

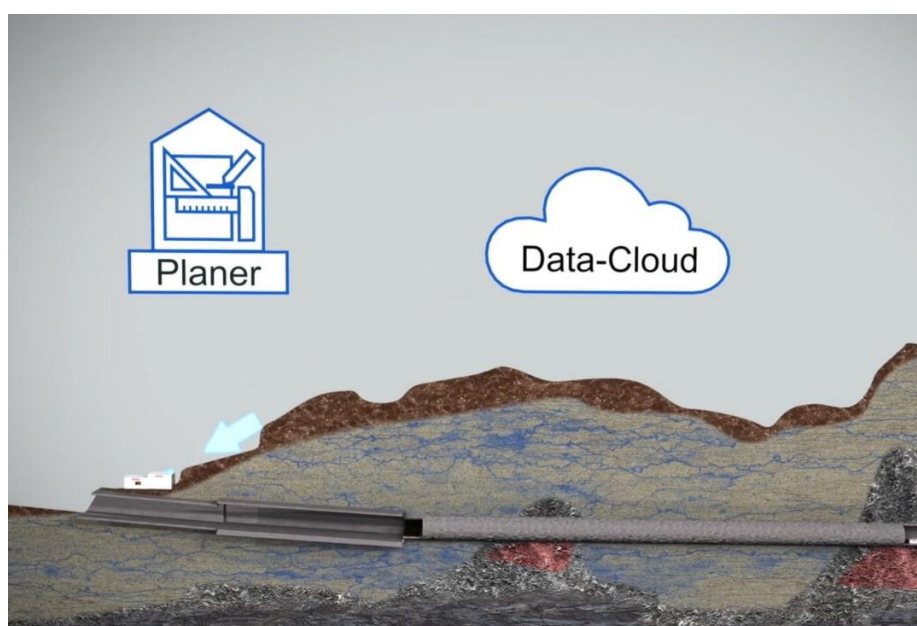


Рисунок 1 – Процесс получения информации из центра управления на строительную площадку

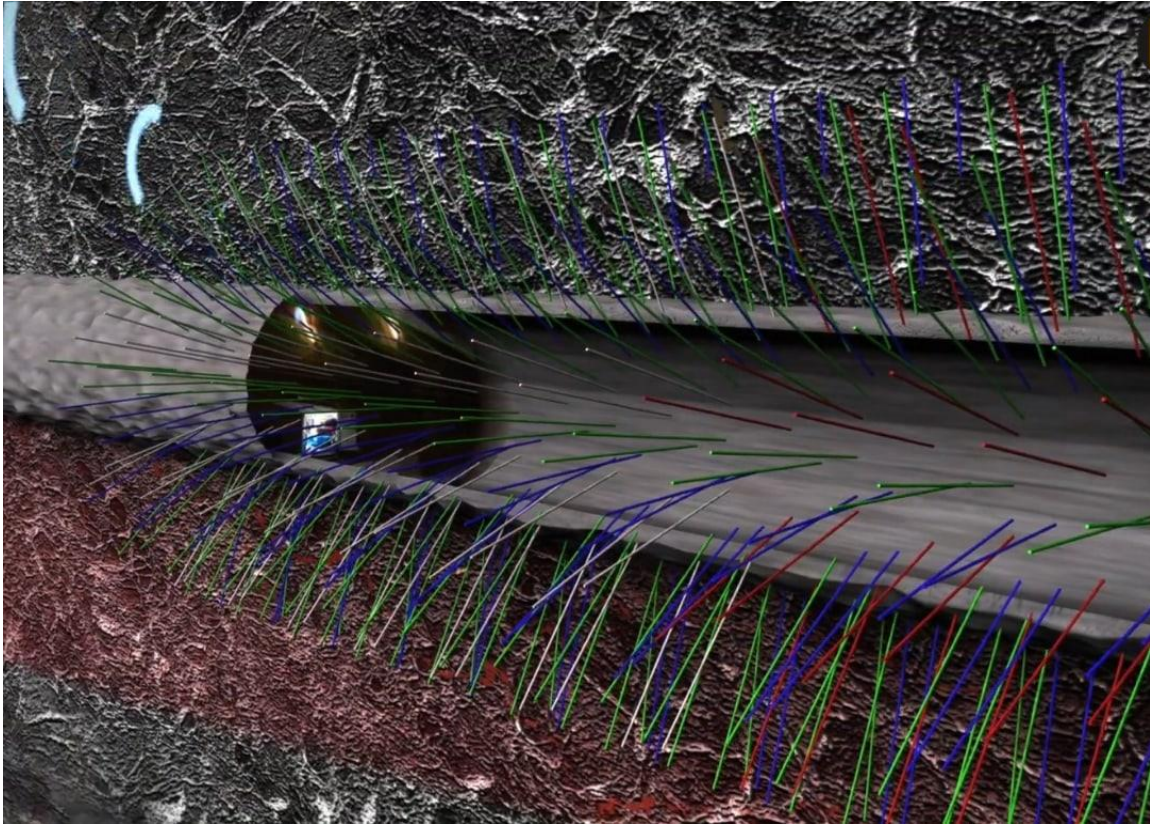


Рисунок 2 – Цифровая модель

Литература:

1. Tunnel Talk [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://www.tunneltalk.com/>. – Дата доступа: 15.05.2020
2. IntechOpen [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://www.intechopen.com/>. – Дата доступа: 15.05.2020.
3. ResearchGate [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/>. – Дата доступа: 15.05.2020.

АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ В РАЙОНЕ ГОРОДА РАНЗЬЕР (ФРАНЦИЯ)

*Степанов Андрей Игоревич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован автодорожный тоннель в районе города Ранзьер (Франция). Подземное сооружение поспособствует улучшению транспортной логистики региона, привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

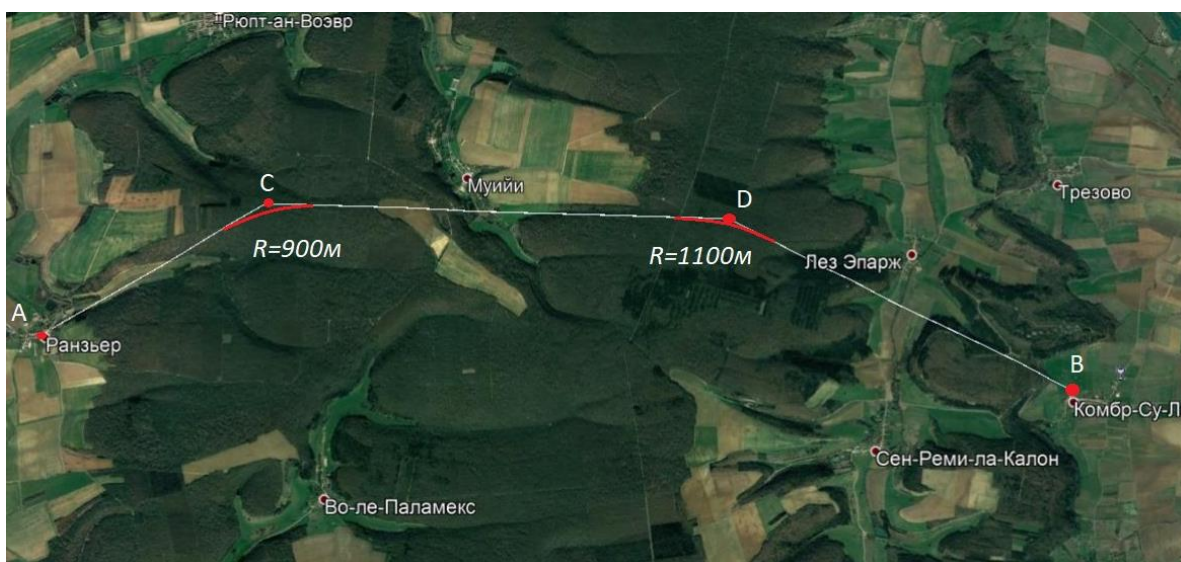


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 10,2 км с двумя углами поворота радиусами по 900 и 1100 метров. Максимальный уклон проезжей части не превышает 3‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автодорожного транспорта в тоннеле должна составлять 100-120 км/ч.

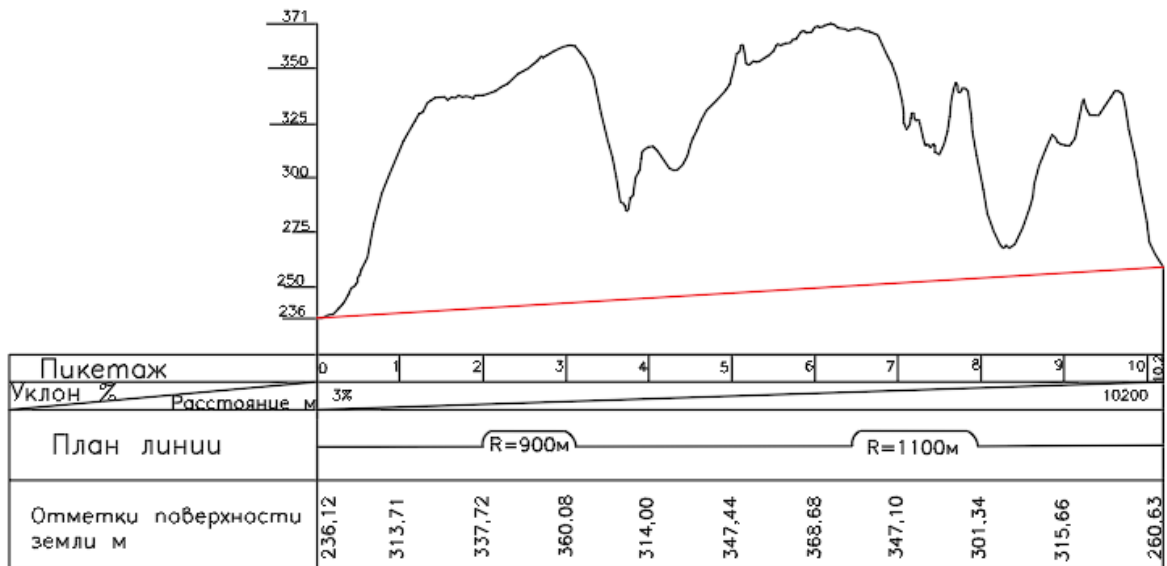


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведения здания, над наземной частью тоннеля, в котором размещаются необходимые для полного функционирования подземной автомагистрали. Внутри здания будут размещаться объекты социального назначения (фуд-корт, хостел, шопинг-мол).

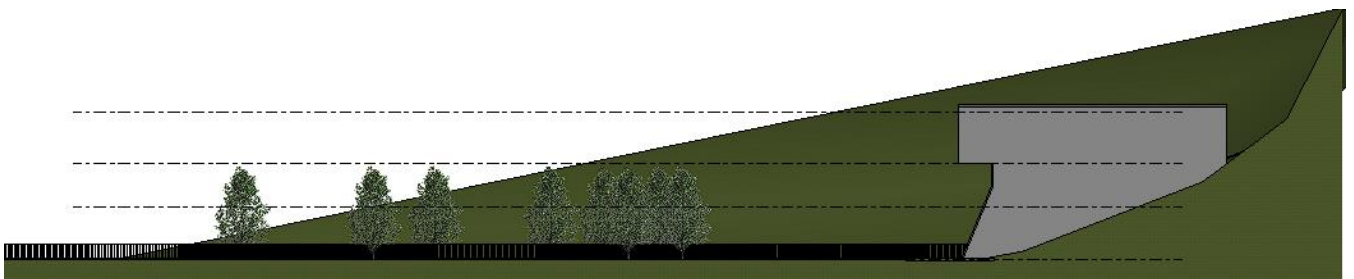


Рисунок 3 – Восточный фасад

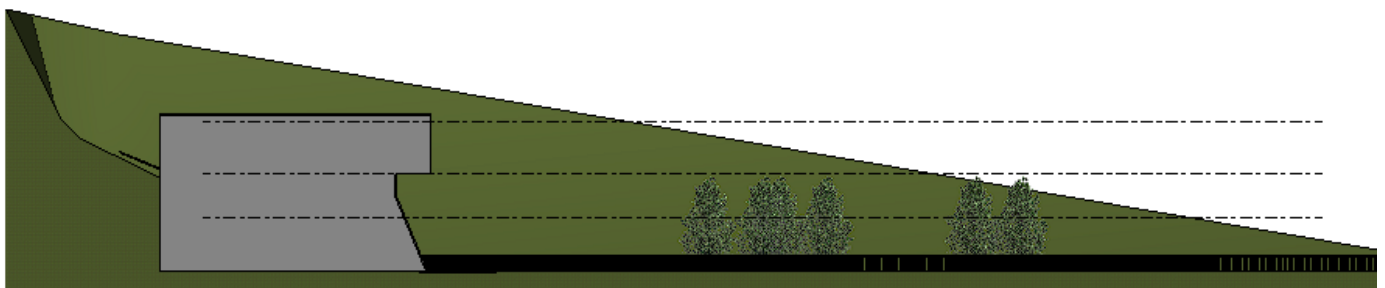


Рисунок 4 – Западный фасад

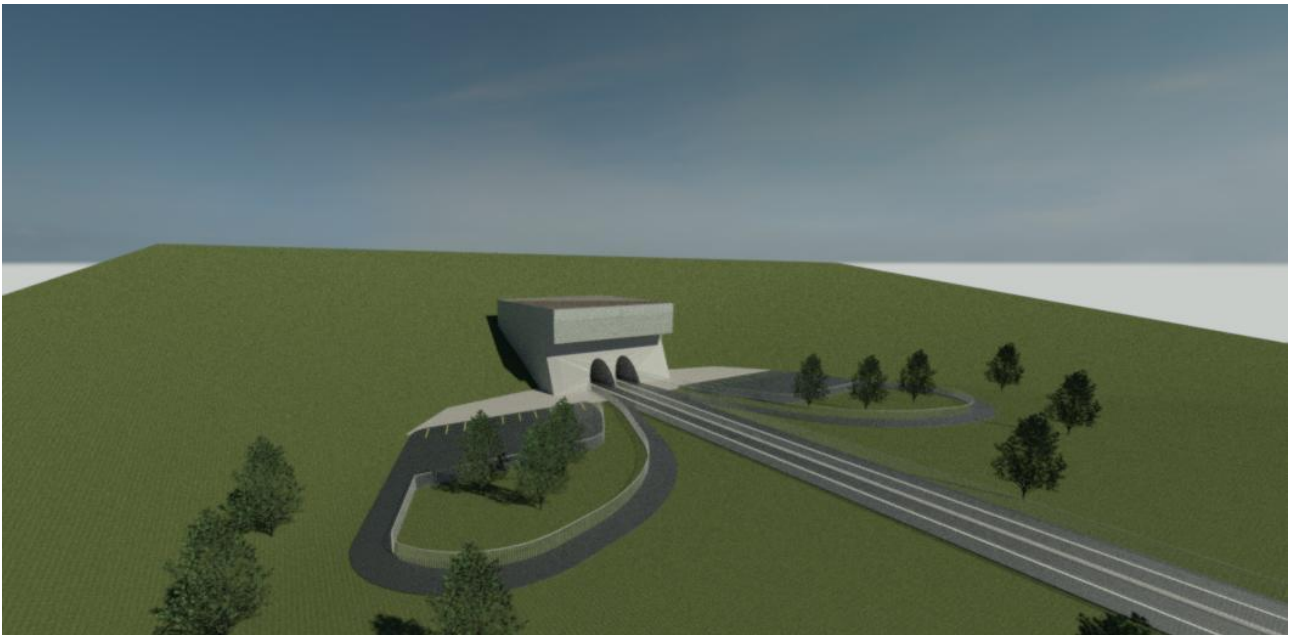


Рисунок 5 – Общий вид портала

Хорошо знакомый нам бетон долгий период времени оставался и будет оставаться одним из основных материалов в строительстве, и его усовершенствованием занимается много коммерческих и частных компаний. Интересная разработка появилась не так давно – токопроводящий бетон.

Применение такого материала в строительстве дорог и тротуаров позволит избежать образования ледяных корок. С помощью токопроводящего бетона в будущем будут строить взлётно-посадочные полосы аэропортов.

Shot Crete будет без помощи человека бороться с обледенением трассы. Даже при самых неблагоприятных погодных условиях термоасфальт будет растапливать ледяную корку без применения каких-либо реагентов.

В строительстве домов Shot Crete позволит отражать внешний электромагнитный импульс, что защитит электронику внутри дома.



Рисунок 6 – нанесение токопроводящего бетона на стену

Литература:

1. Сайт House Chief [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://housechief.ru/tokoprovodyashchij-beton-shot-crete.html>. – Дата доступа: 24.05.2020.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА АРЦЛЯЙТЕН (АВСТРИЯ)

*Тарлецкий Иван Владимирович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для упрощения транспортного пути в районе города Арцляйтен (Австрия) был запроектирован автомобильный тоннель. Проект предусматривает сооружение транспортного тоннеля (Рис. 1). Новая подземная транспортная траншея приведет к улучшению транспортной системы в регионе, также компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

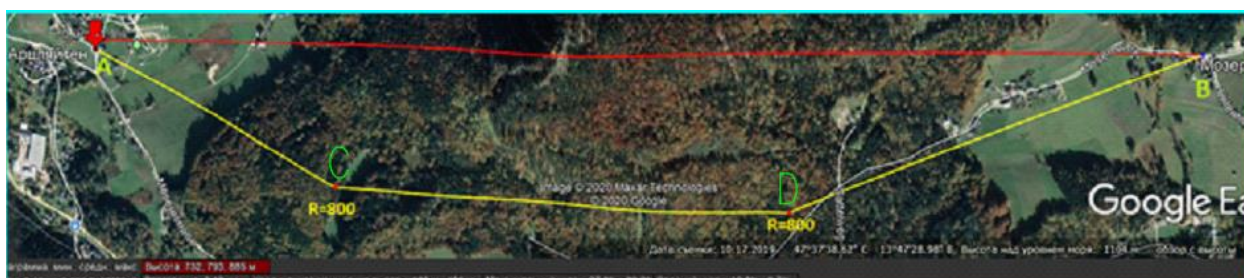


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 3.12 км с двумя углами поворота. Максимальный уклон проезжей части не превышает 5.77‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 80-100км/ч.

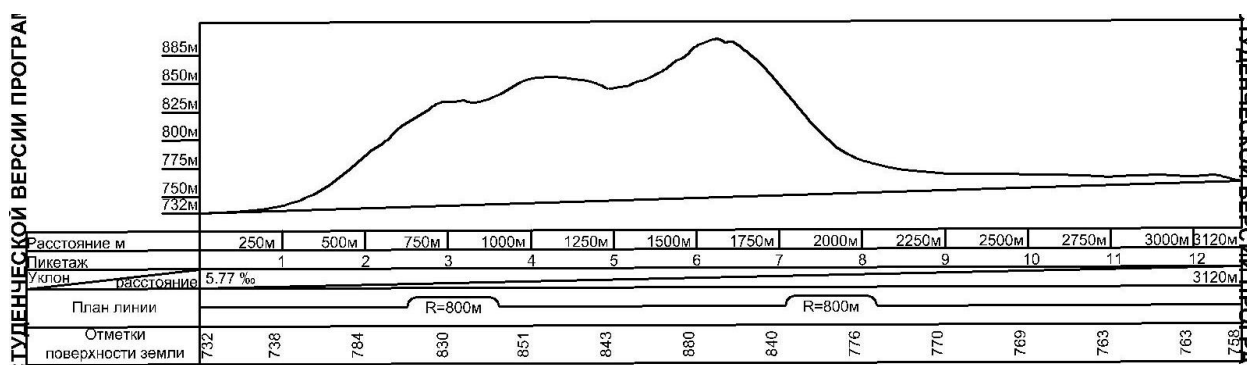


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Чтобы избежать осыпания грунта на входе (выходе) тоннеля на поверхность земли, были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Порталы

представляют собой конструктивно-архитектурное решение, разделяющие собой встречный поток. У выезда находится ремонтно-техническая станция для обслуживания и быстрого реагирования в случае чрезвычайных ситуаций.

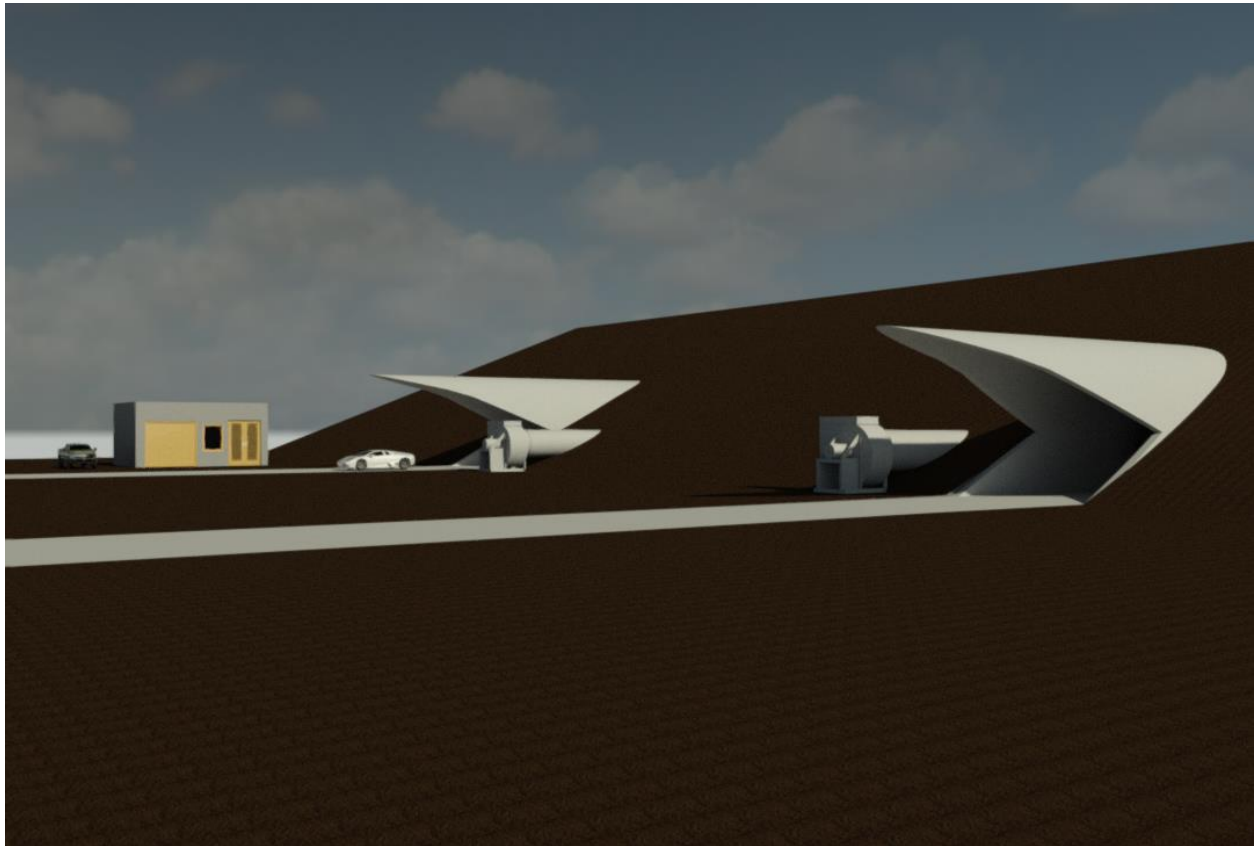


Рисунок 3 – Общий вид портала



Рисунок 4 – Общий вид портала с высотами

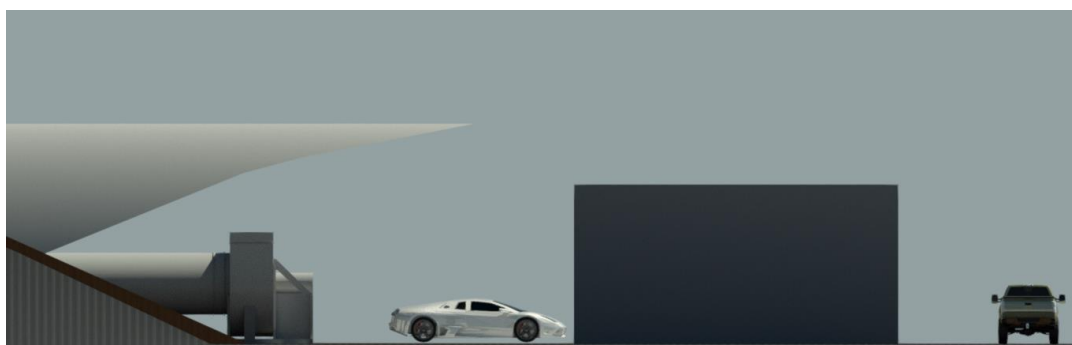


Рисунок 5 – Западный фасад



Рисунок 6 –Восточный фасад

Чаще всего железобетонная конструкция — это что-то тяжелое, угловатое и массивное. Но благодаря новой технологии, можно возводить необычные, зрительно лёгкие и «парящие» конструкции из бетона. Например, необычной длины и формы вход в портал тоннеля, футуристическую изогнутую крышу для строящегося автовокзала, пентхауса.

Суть технологии:

- 1) Устанавливаются опоры, между ними натягивается стальной трос.



Рисунок 7 – Установка тросов

- 2) На криволинейную опалубку кладутся многокомпонентные композитные холсты, точно повторяющие основание.



Рисунок 8 – Укладка ткани

- 3) Для армирования конструкции по тканевой поверхности раскладываются карты из компонентной сетки.
- 4) В получившуюся форму через распылитель заливается высокопрочный бетон, имеющий специальные добавки, увеличивающие его подвижность.



Рисунок 9 – Заливка бетона

- 5) После набора бетоном прочности конструкции, поддерживающие опоры стальные тросы демонтируются.



Рисунок 10 – Общий вид

Литература:

1. Крыша из бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.forumhouse.ru/journal/articles/7819-paryashaya-krysha-iz-ultratonkogo-betona>– Дата доступа: 10.05.2020.
2. Семейства revit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.revitdb.com/cars.html>– Дата доступа: 12.05.2020.
3. Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/51238>– Дата доступа: 12.05.2020.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА ROZDROJOVICE (ЧЕХИЯ)

*Тихон Артем Николаевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован автомобильный тоннель в районе города Rozdrojovice (Чехия). Подземное сооружение поспособствует улучшению транспортной логистики региона, привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

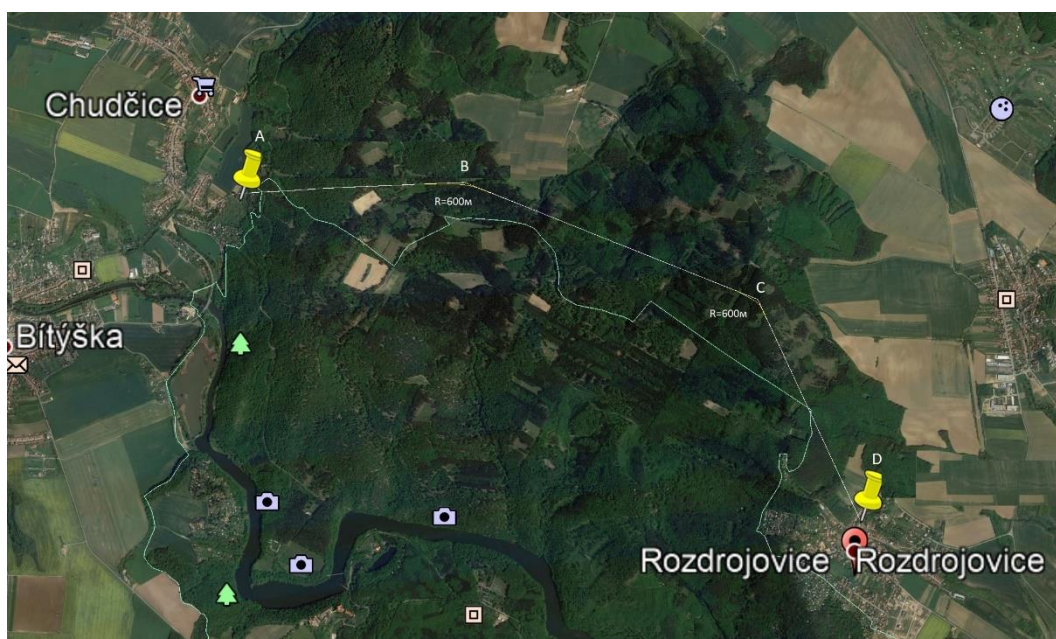


Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 5,5 км с двумя углами поворота радиусом по 600 метров каждый. Максимальный уклон проезжей части не превышает 4‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 90-110 км/ч.

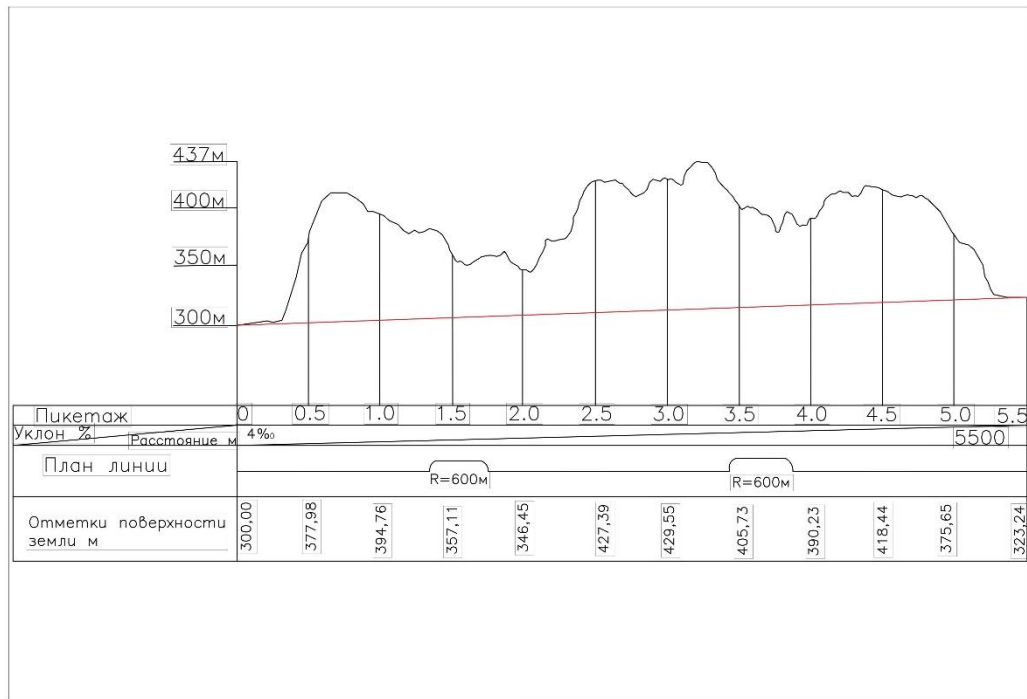


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

Для предотвращения осыпания грунта на входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведения 2-х этажного здания, рядом с наземной частью тоннеля, в котором размещаются необходимые для полного функционирования подземной магистрали. Часть здания будет предоставляться арендаторам, которые смогут разместить внутри какие-либо объекты (фуд-корт, логистический центр, парковкой).

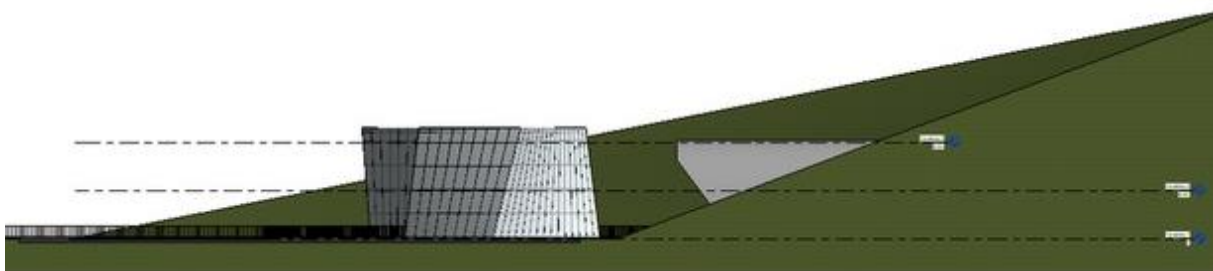


Рисунок 3 – Восточный фасад

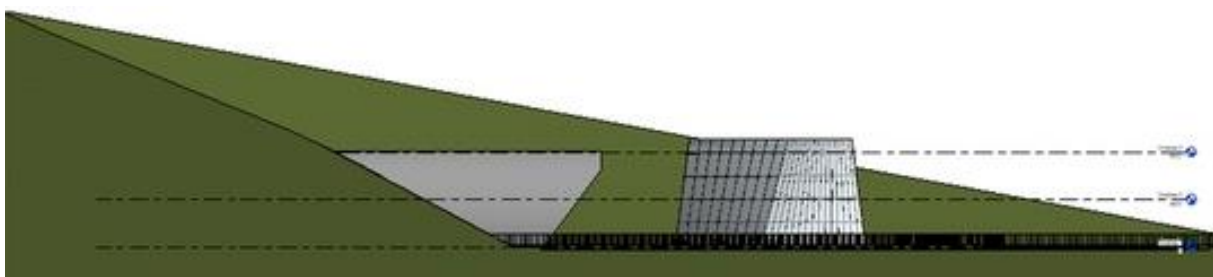


Рисунок 4 – Западный фасад

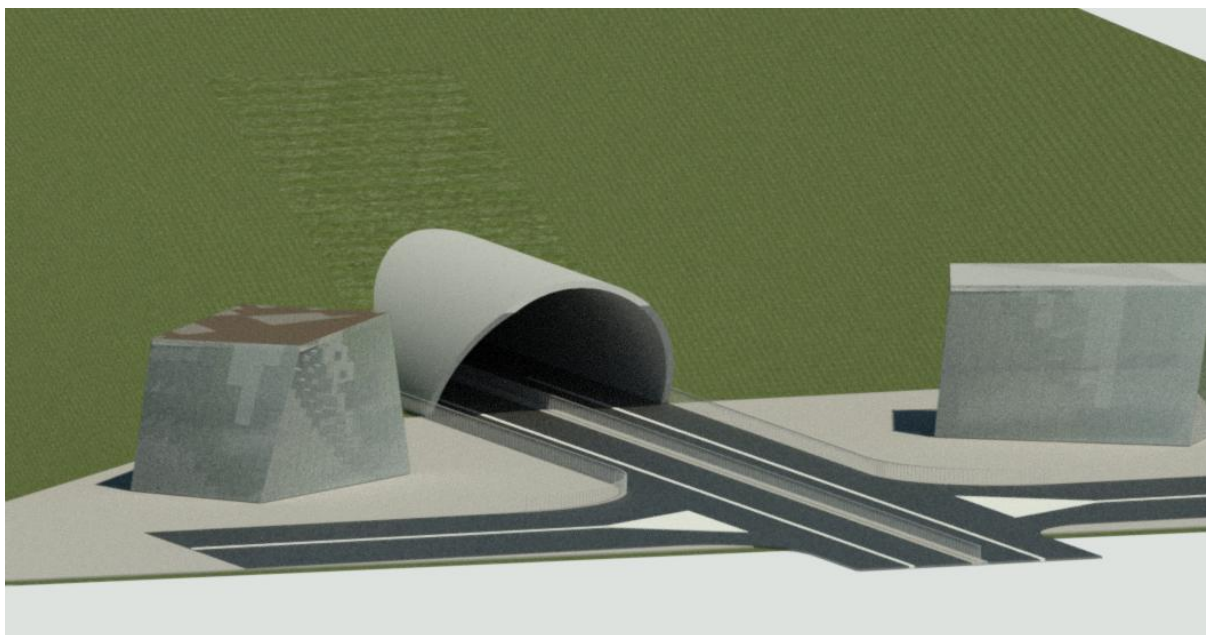


Рисунок 5 – Общий вид портала

Тоннели постоянно подвергаются постоянным и временным нагрузкам, поэтому могут возникать деформации тоннелей, изменение структуры породы, просадка почвы, трещины в несущих конструкциях. Если постоянно контролировать общее состояние тоннеля при помощи датчиков и специальных приборов, то можно избежать критических изменений. С этой целью будет использоваться прибор для мониторинга зданий и сооружения HYDRA-G.

HYDRA-G обладает высокой точностью измерений для определения деформаций зданий, туннелей и многих других сооружений. Она имеет систему оповещения, обеспечивающая своевременное предупреждение персонала в случае выхода каких-то отклонений по значениям.



Рисунок 6 – прибор HYDRA-G

Таким образом, использование современных устройств для мониторинга состояния сооружения позволит быстро, эффективно и точно отслеживать возникновение каких-либо перемещений, которые смогут негативно сказаться на дальнейшем техническом состоянии тоннеля.

Литература:

1. Канал IDS GeoRadar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=OCroolEjLW0>. – Дата доступа: 28.04.2020.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДОВ ЛАСЕЛЬ – ВИК-СЮР-СЕР (ФРАНЦИЯ)

*Федянин Георгий Дмитриевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для совершенствования транспортного пути в районе городов Ласель – Вик-Сюр-Сер (Франция) был запроектирован железнодорожный тоннель. Проект предусматривает сооружение транспортного тоннеля (Рис.1). Новая подземная транспортная траншея поспособствует привлечению большого числа денежных средств в регион, т.к. компания эксплуатирующая тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.

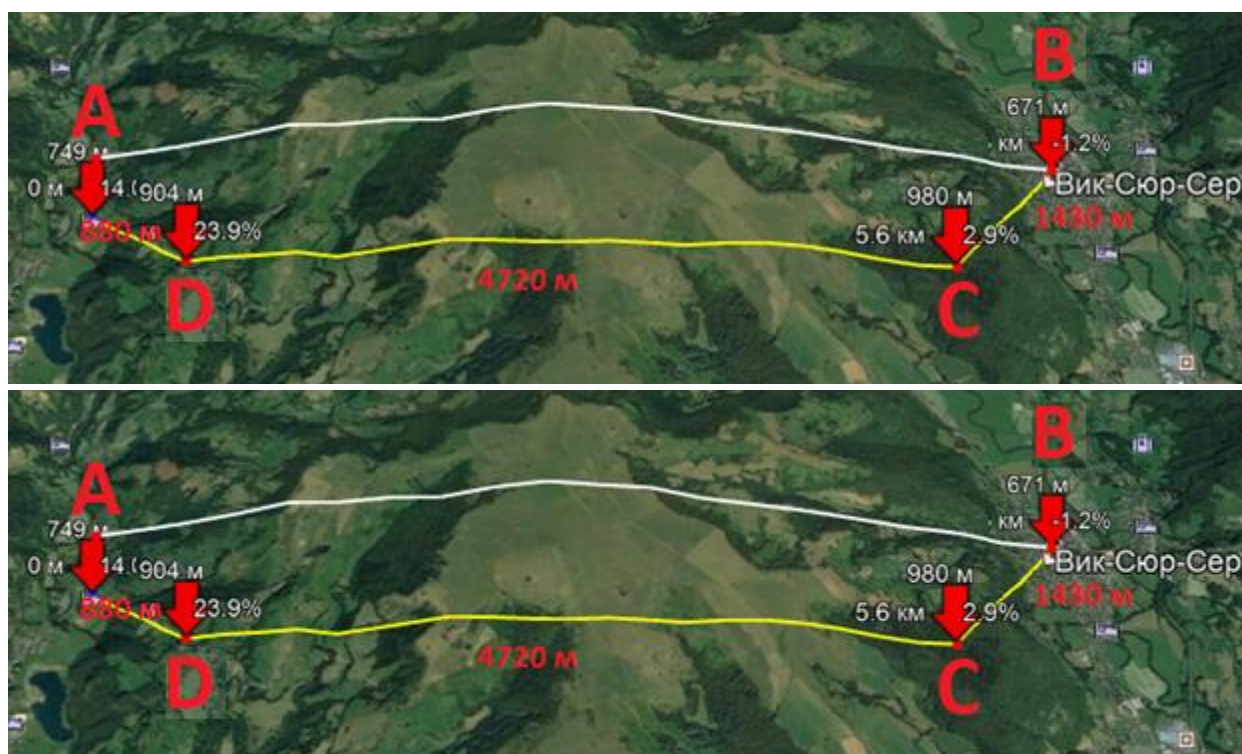


Рисунок 1 – Трасса тоннеля

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 7,03 км с двумя углами поворота. Максимальный уклон проезжей части не превышает 40‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения автомобильного транспорта в тоннеле должна составлять 100-120 км/ч.

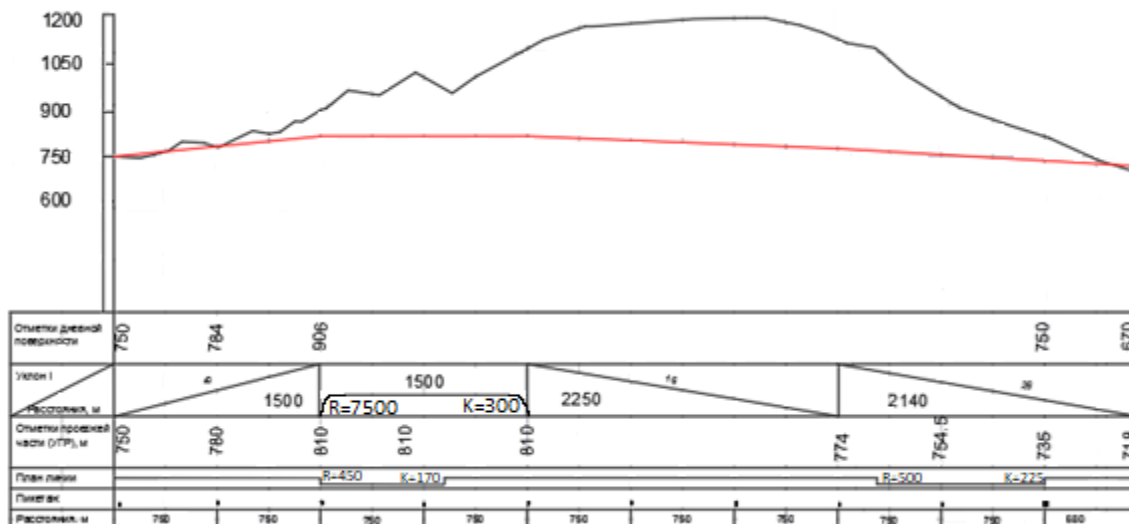


Рисунок 2 – Продольный профиль тоннеля

Для предотвращения осыпания грунта на входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3 – 5).

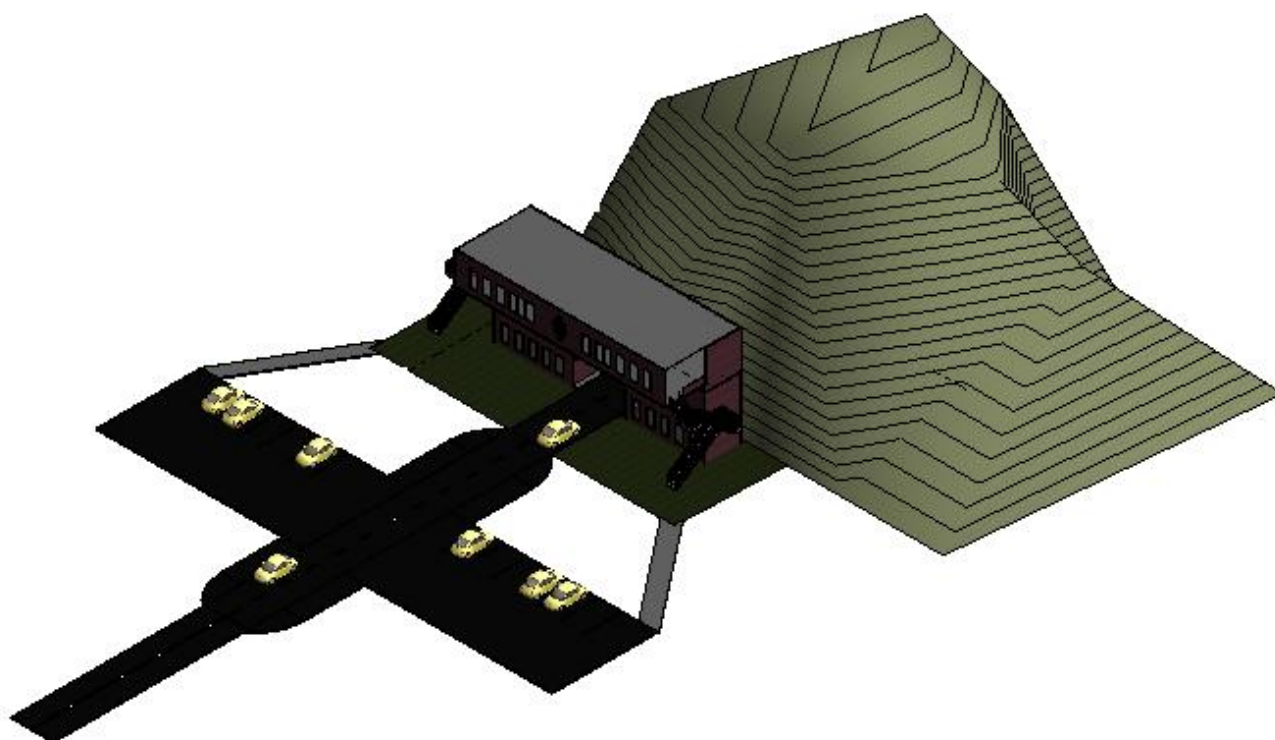


Рисунок 3 – Общий вид портала

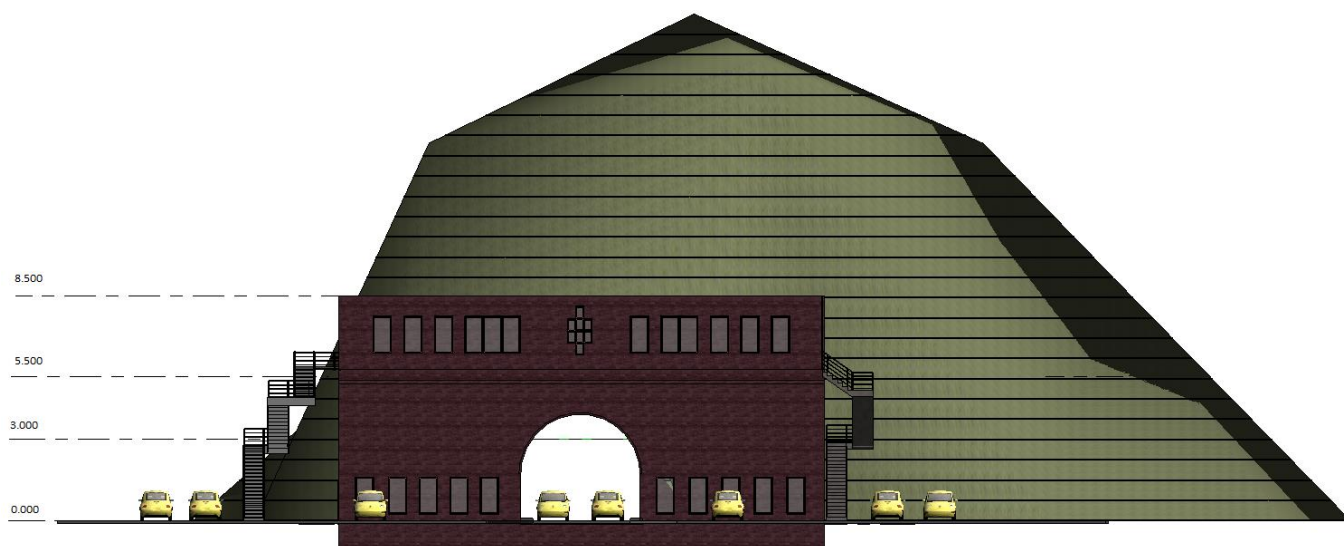


Рисунок 4 – Фасад портала

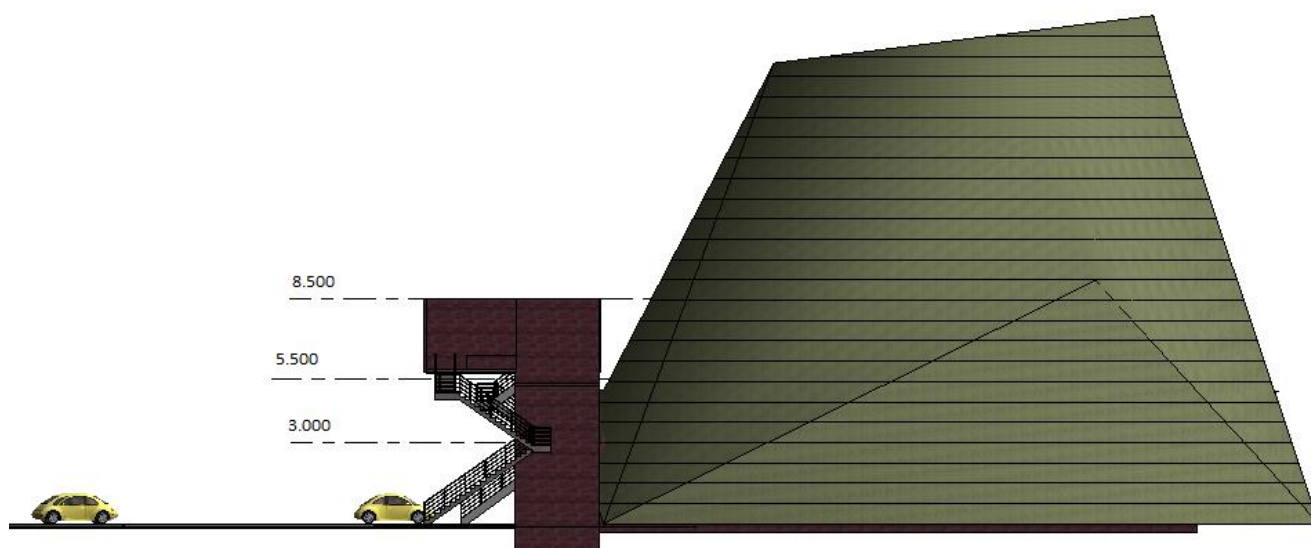


Рисунок 5 – Вид сбоку портала

Система изолированных рельсовых опорных блоков (EBS)

Блоки представляют собой сборную конструкцию. Промежуточное скрепление изготовлено фирмой Vossloh. Внутренний железобетонный блок вклеивается в бетонное корыто на специальный упругий подливочный раствор. Далее весь блок омоноличивается в путевой бетон. Таким образом, применение готовых блоков, собранных (вклейкой) в заводских условиях, облегчает монтаж непосредственно в тоннеле. Подобное устройство пути имеет достаточную степень шумо и виброзащиты. К настоящему времени накоплен значительный опыт применения блоков EBS Tines в метрополитенах различных стран мира.

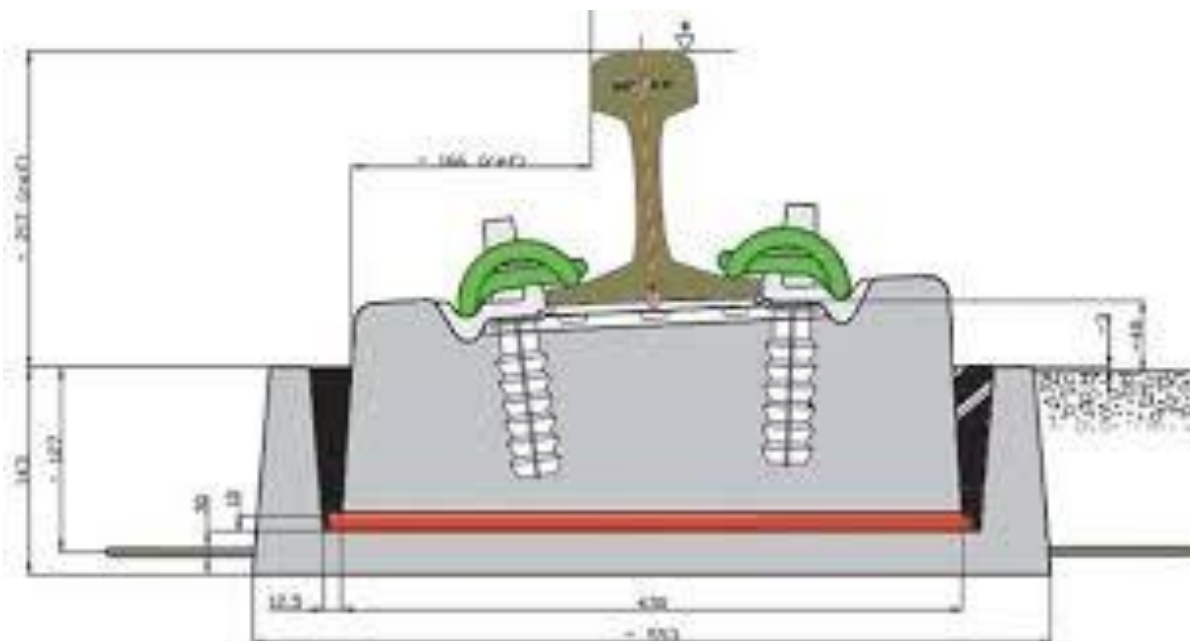


Рисунок 6 – Система изолированных рельсовых опорных блоков (EBS)

EBS – это безбалластная система, в виде опорных блоков, которые встроены в лотки (бетонные, стальные, пластиковые) и омоноличены путевым бетоном

Достоинства системы EBS: возможность полного изготовления на заводе; снижение затрат на содержание и эксплуатацию; легкость монтажа; повышенный комфорт передвижения; безопасность движения; эффективная изоляция рельс; ограничение в колебаниях; уменьшение поперечного сечения тоннеля; устойчивость в агрессивной среде.

Использование этих систем позволяет нам повысить долговечность и надежность транспортных тоннелей, технические характеристики верхнего строения пути, ускорить срок строительства.

Основным типом конструкции железнодорожного пути является путь на деревянных шпалах, замоноличенных в путевой бетон. Деревянные шпалы подвержены усыханию, растрескиванию и гниению, что приводит к отслоению от путевого бетона, а значит – и к высоким трудозатратам при ремонте. Также недостатком конструкции является повышенный уровень шума и вибрации, которые понижают комфорт для пассажиров, но и неблагоприятно воздействуют на целостность тоннельной обделки. Система изолированных рельсовых опорных блоков (EBS) исключает все эти недостатки.

СЕЙСМОСТОЙКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ШЕСТИЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ВО ФЛОРЕНЦИИ (ИТАЛИЯ)

*Хмельницкий Богдан Николаевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Деревянные системы становятся очень популярными при строительстве средних и высотных зданий в различных сейсмических районах. В данной работе представлены основные особенности проекта с особым акцентом на сейсмостойкое проектирование.

Рассчитано, что здание будет потреблять 20 кВт энергии в час. Была принята централизованная система, как для зимнего отопления, так и для летнего кондиционирования воздуха с воздушно-водяным тепловым насосом. Производство горячей воды осуществляется с помощью котла и теплового насоса, интегрированного с солнечной тепловой системой с естественной циркуляцией. Производится электроэнергия за счет протяженного фотоэлектрического поля, размещенного на крыше. В каждой квартире установлена управляемая механическая вентиляция с рекуперацией тепла.

Шестиэтажное здание состоит из железобетонного подземного уровня для парковки и шести этажей CLT, выполненных из еловых и сосновых панелей CLT производства Австрии. Все конструкции выполнены из панелей CLT, включая лестницы и лифтовые стержни. Общая длина здания составляет 61,5 м, ширина – 15,6 м, а общая высота – 20 м. Площадь одного этажа составляет 865 м², а общая площадь 5190 м². На рисунках 1.1-1.3 показаны планы 1, 2 - 5 и 6 этажей.

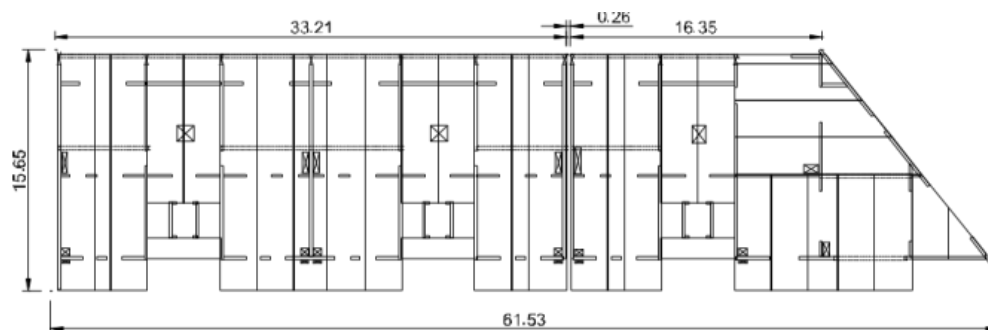


Рисунок 1 – План 1-го этажа

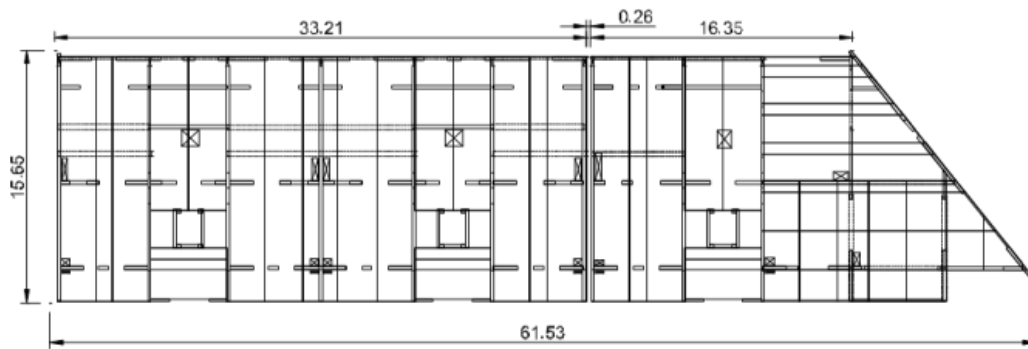


Рисунок 2 – План 2–5 этажей



Рисунок 3 – План 6-го этажа

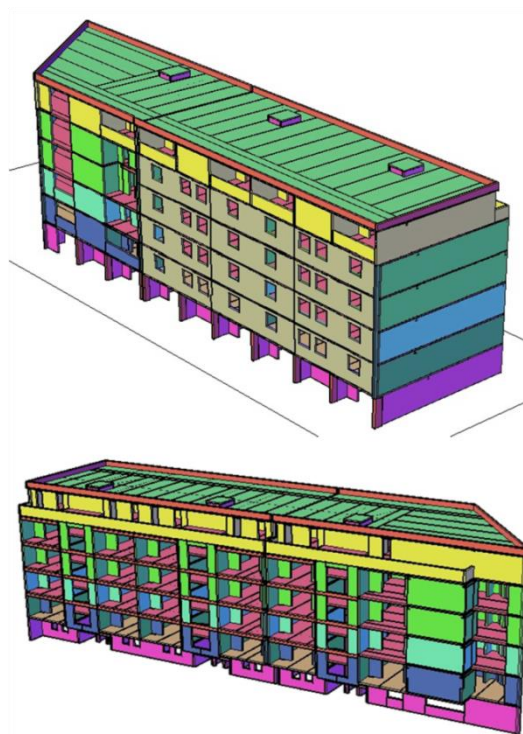
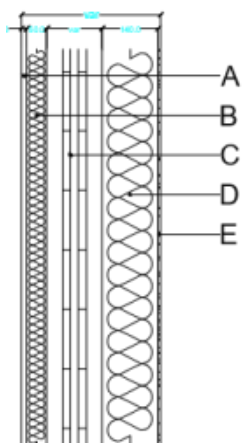


Рисунок 4 – 3D модель здания с двух противоположных сторон

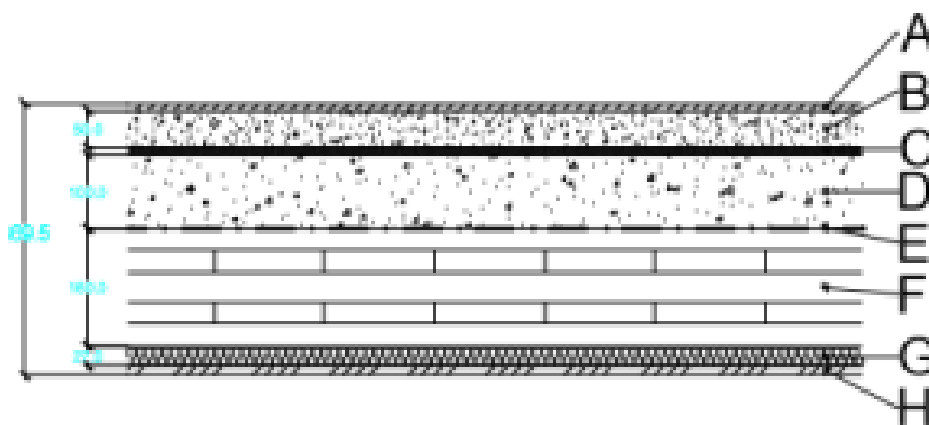
Как видно из рисунка 2, на одной из двух сторон здания продольные наружные стены со 2-го по 6-й этаж опираются на поперечные боковые стены 1-го этажа.

Полы изготавливаются из панелей CLT толщиной 160 мм, 100 мм легкого бетона (плотностью 400 кг/м^3), двойного акустического слоя, 50 мм легкого бетона (плотностью 1400 кг/м^3) и кафельного пола. Горизонтальная крыша состоит из панелей CLT толщиной 120 мм, пароизоляции, 200 мм утеплителя (плотностью 100 кг/м^3), гидроизоляционного листа, вентилируемой полости и гидроизоляционного покрытия ПВХ. Расположение деталей конструкций стен и полов проиллюстрированы на рисунках 3.1-3.3.



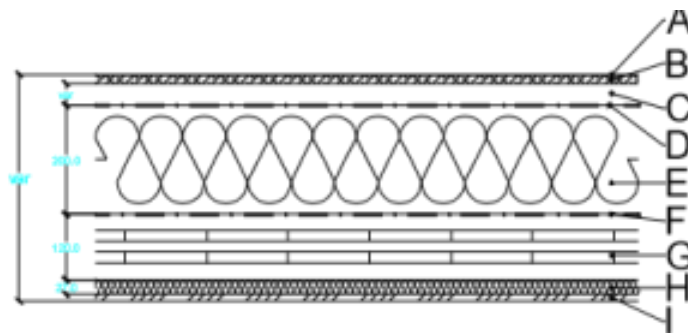
Наименование	Описание	мм
A	Гипсокартон типа А	12,5
B	Изоляция из стекловаты 35 кг/м^3	45
C	CLT панель	по усмотрению проектировщика
D	Утеплитель из минеральной ваты 115 кг/м^3	140
E	штукатурка	7

Рисунок 5 – P01 внешняя отштукатуренная CLT стена



Наименование	Описание	мм
A	Кафельный пол	10
B	Легкий бетон 1400 кг/м^3	50
C	Двойной акустический слой	5+5
D	Легкий бетон 400 кг/м^3	100
E	Разделительный лист	-
F	CLT крыша	160
G	Изоляция из стекловаты	27
H	Гипсокартон типа А	12,5

Рисунок 6 – Межэтажное перекрытие



Наименование	Описание	мм
A	Водонепроницаемое покрытие	1,5
B	OSB/ 3 панель	1,5
C	Вентилируемая полость	по усмотрению проектировщика
D	Гидроизоляционный лист	-
E	Утеплитель 100 кг/м ³	200
F	Пароизоляция	-
G	Панель крыши CLT	120
H	Утеплитель из стекловаты	27
I	Гипсокартон типа А	12,5

Рисунок 7 – S12 крыша

В данной статье был представлен проект 6-этажного жилого дома CLT во Флоренции (Италия). Были выделены основные особенности проекта и дано детальное описание структурного и сейсмостойкого проектирования.

Литература:

1. Канал PDFSLIDE World [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pdfslide.net/download/link/1030-seismic-design-of-a-six-storey-clt-seismic-design-of-a-six-storey-clt-building> – Дата доступа: 07.05.2020.

МОСТ «ФОНТАН РАДУГИ»

*Хмельницкий Богдан Николаевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Мост Банпо-это впечатляющий двухэтажный мост в городе Сеул, который соединяет центральные районы Сеочо и Юнсан. Он получил самое заметное признание за недавнее дополнение-фонтан моста Банпо. Добавление этого весьма отличительного признака сделало этот мост через реку Хань очень популярной достопримечательностью. Фонтаны загораются и даже "танцуют", когда их зажигают из-под моста. Люди, путешествующие на автомобиле через нижнюю часть моста, получают ощущение, что они едут через водопад, в то время как те, кто находится наверху на мосту Банпо, могут подняться на вершину и увидеть чудесные водопады, падающие в реку Хань. Это также экологически чистый проект, так как вода для фонтана берется из реки внизу.

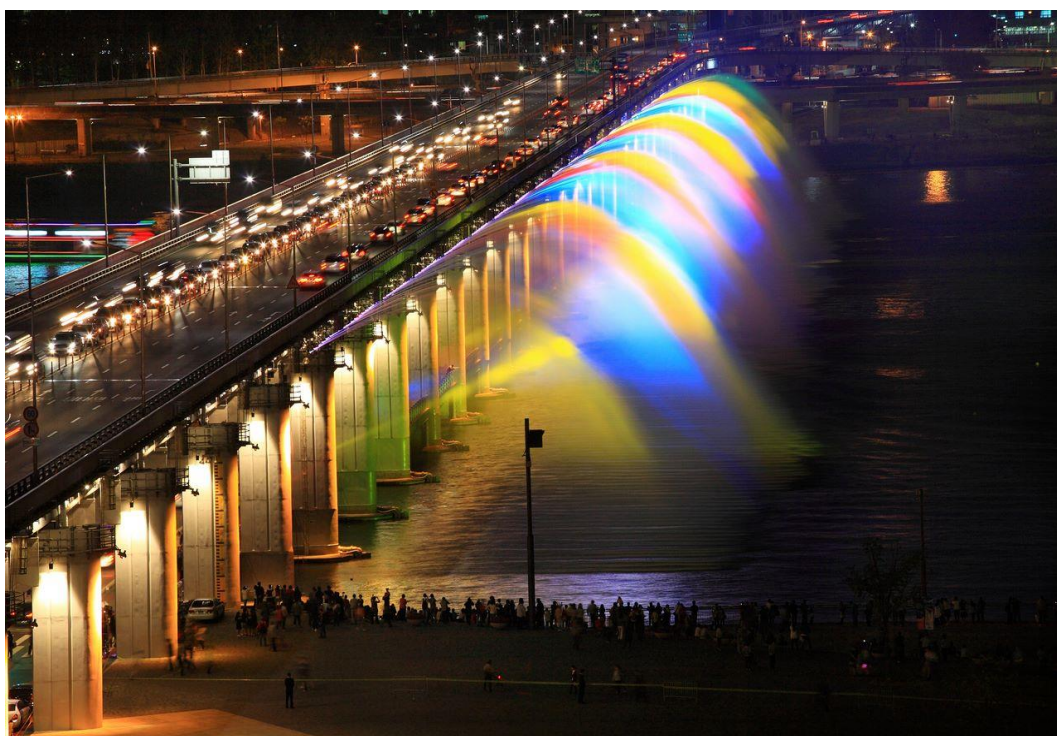


Рисунок 1 – восточный фасад

Окончательное строительство фонтана на мосту Банпо, как и сам мост, было завершено в 2009 году и является частью общих 30-летних усилий южнокорейских инженеров по более эффективному использованию территорий вокруг системы парка реки Хань. Решение добавить эту впечатляющую

особенность к мосту через реку Хань состоит в том, чтобы сделать этот район Сеула более привлекательным и чистым, ведь фонтан уже распыляет чистую воду, т. к. с двух сторон моста, который имеет 6 автомобильных полос, расположены насосы. Для того, чтобы насосы не засорялись, они имеют специальные фильтры, которые и очищают воду. Каждый насос, в который поступает вода из реки Хан, обслуживает 10 водяных пушек, и выбрасывают большое количество уже отфильтрованной через фильтры воды (даже за 1 минуту работы фонтана расход воды составляет около 190 тонн!). Напор при этом составляет около 800 м, а струи воды разлетаются вверх на 20 м и на длину около 40 м.

Чтобы получить четкое представление о том, как именно работает мост, важно отметить, что мост Банпо - это то, что известно, как балочный мост, и он находится на вершине моста Джамсу, а вместе они образуют двухэтажный мост. Последний имеет возможность быть погруженным в воду, когда уровень воды поднимается, и движение может быть перенаправлено на верхний уровень моста. Фонтан моста Банпо был представлен для еще одного южнокорейского мирового рекорда людям из Книги рекордов Гиннеса как самый длинный такой фонтан в своем роде.

Фонтан простирается по обе стороны моста на более чем 1140 метров, около 3740 футов. Удивительный дизайн использует использование более чем 10 000 энергоэффективных светодиодных ламп, которые делают ночной просмотр фонтана моста Банпо еще более впечатляющим. 380 радужных струй с обеих сторон моста Банпо, создавая в общей сложности 1,14-километровый участок воды, ярко освещенный 200 цветными огнями для фантастического шоу.

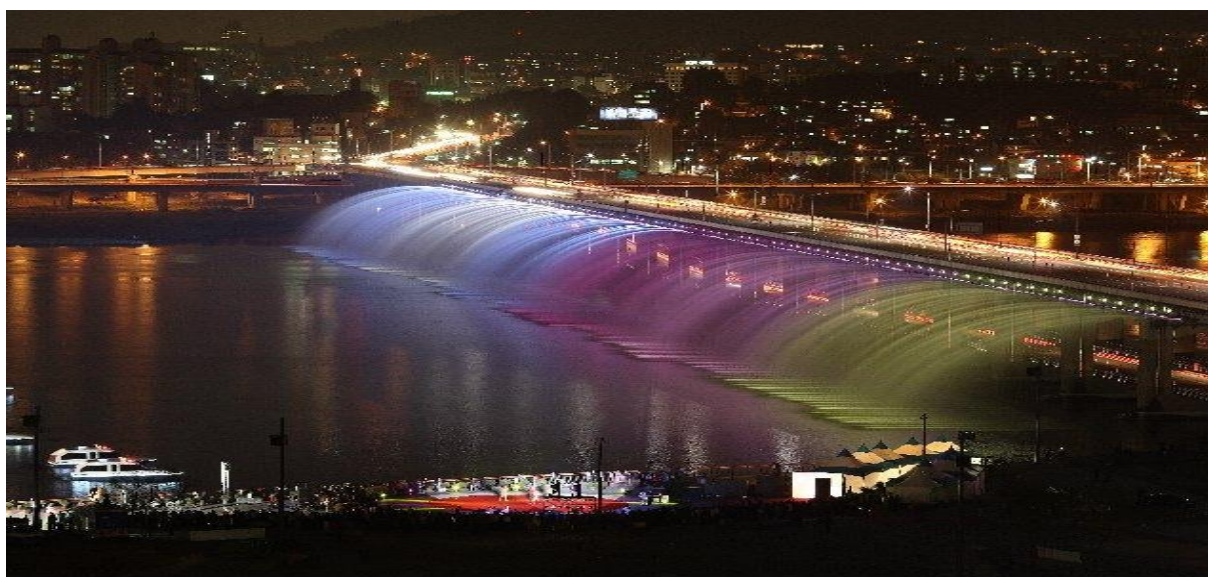


Рисунок 2 – западный фасад

Радужный фонтан установлен вдоль 570 метров с обеих сторон моста, с 380 соплами, распыляющими воду из реки вниз в красивое шоу воды, музыки и огня. Фонтан запрограммирован на воспроизведение различных шоу в течение дня и ночи. В течение дня фонтан показывает сотни различных конфигураций, предназначенных для того, чтобы вызвать колеблющиеся ветви ивы и листья ивы. Когда солнце садится, 200 огней освещают фонтан, когда он посылает танцующие радужные струи воды в воздух в синхронизации с музыкой

Световые шоу и другие разновидности водных представлений устраиваются каждый день в 2 часа дня, 3 часа дня, 4 часа дня, 7:30 вечера и 8:30 вечера. Если вы путешествуете пешком или на велосипеде, то лучший способ подойти к мосту-это из любой точки доступа в парк реки Хан. Ближайшая железнодорожная станция-это остановка экспресс-автобуса. Если вы планируете поездку в Сеул, обязательно посетите его или совершите поездку по мосту через реку Хан, чтобы получить уникальный опыт, который вы не скоро забудете.

Литература:

2. Строительный портал новых технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<https://taratutenko.ru/norvegiya-stroit-pervy-v-mire-sudohodny-morskoy-tunnely.htm>.–Дата доступа:24.04.2020.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА КАРА (ИНДИЯ)

*Хмельницкий Богдан Николаевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Высокий уровень урбанизации, высокая стоимость земли в городах (из-за ее нехватки в крупных мегаполисах) и ряд других факторов содействуют тому, чтобы начинать лучше осваивать подземное строительство. Это строительство и помогает решить нехватку территории в больших городах.

Был запроектирован автомобильный тоннель в районе города Кара (Индия). Подземное сооружение позволит сократить транспортные, эксплуатационные, производственные расходы, откроет новый кратчайший маршрут к городу.



Рисунок 1 – Генеральный план тоннеля

Проект строительства представляет собой тоннель длиной 3.9 км с двумя углами поворота радиусом по 1000 метров каждый. Уклон проезжей части не превышает 3‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения транспорта в тоннеле будет составлять 90-120 км/ч.

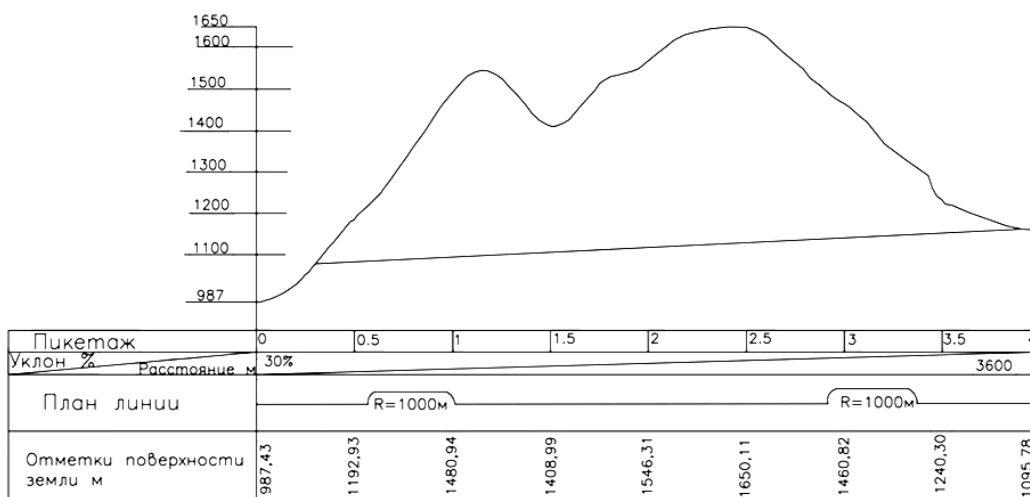


Рисунок 2 – Продольный профиль

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5,). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, рядом с которым будут размещаться необходимые для полного функционирования подземной магистрали системы, расположенные в соседнем сооружении. Большая часть здания будет предоставляться арендаторам, которые смогут разместить внутри объекты социально важного назначения. Размеры тоннеля указаны в рис.6.

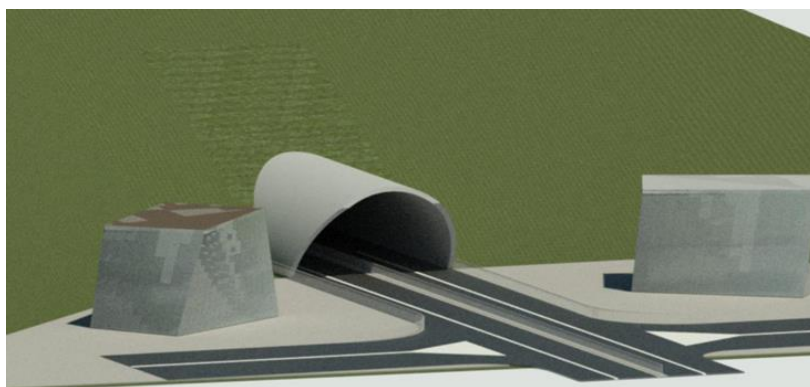


Рисунок 3 – Общий вид порталов

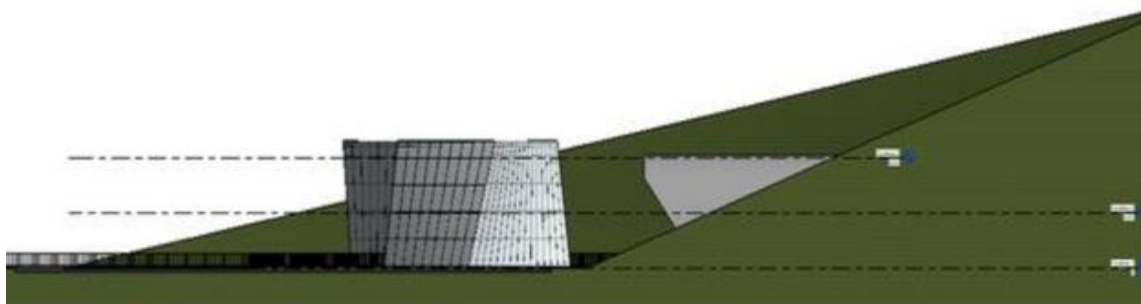


Рисунок 4 – Восточный фасад

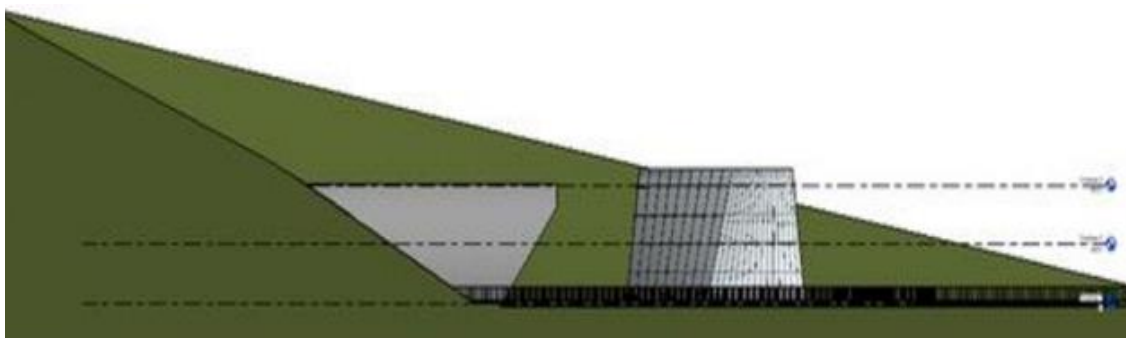


Рисунок 5 – Западный фасад

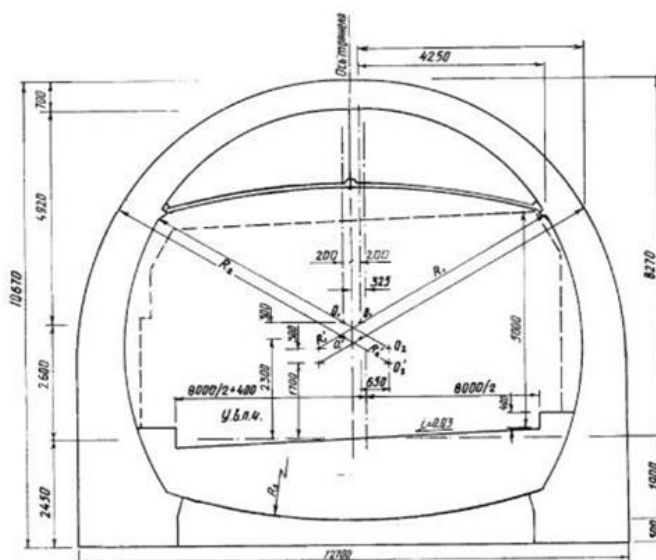


Рисунок 6 – Размер тоннеля

При падении температуры ниже нуля, бетон начинает быстро остывать, что не обеспечит стандартных условий его остывания. Но для сохранения нужной температуры бетона используют инфракрасный способ прогрева бетона, который нашел широкое применение в строительстве.

Инфракрасный способ прогрева бетона состоит в передаче тепловой энергии со специальных излучателей (Рис.7) в обогреваемую бетонную конструкцию. Инфракрасные лучи направляют как на открытые поверхности бетонной конструкции, так и на закрытые поверхности (опалубленные).



Рисунок 7 – Инфракрасная установка для прогрева бетона в зимнее время

Данный способ может обеспечивать прогрев для тонких конструкций (глубина охвата инфракрасных лучей невелика).

А если же мы начнем прогревать с помощью данной установки большие бетонные конструкции, то просто данный нагрев будет неравномерным, что может привести к скорым и нежелательным деформациям бетонных конструкций, появлениям трещин. Также при использовании инфракрасного метода необходимо накрывать бетон, который хотим нагреть, прозрачной пленкой для того, чтобы тепло и влага оставалось внутри. Тепло, которое идет из инфракрасной установки к бетону, можно контролировать путем изменением расстояния между установкой и прогреваемым бетоном.

Литература:

1. Канал IDS GeoRadar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=OCroolEjLW0>. – Дата доступа: 28.04.2020.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКОНОМИЧНОЙ УКЛАДКИ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Чаусова Виктория Александровна, студентка 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Мытько Л.Р. канд. техн. наук, профессор)*

В современной конструкции цементобетонных покрытий предусмотрено наличие поперечных сложных швов. Нарезка таких швов регулирует трещинообразование. Если ширина проезжей части > 4.5 метров во избежание появления продольных трещин делают продольные швы. Плиты покрытия соединяют в шпунтов и гребень, анкеровка предупреждает раскрытие швов.

Продольные швы делают как ложные (нарезают на треть толщины верхнего слоя). Стоимость работ по выполнению и закладке швов будет 20% от стоимости всего объёма работ по укладке покрытия.

На некоторых дорогах начали делать непрерывно армированное цементобетонное покрытие. Это уменьшает расходы на ремонт, т.к. не нужно ремонтировать швы.

Раньше дорожное покрытие делали с помощью бетоноукладчиков на рельсах и уплотняли бетон вибробрусом. Производительность была низкой, а зарплаты квалифицированному персоналу приходилось платить высокие.

А после того, как начали использовать укладки со скользящей опалубкой выросла производительность и сократилось число обслуживающего персонала.

Появились новые методы укладки с использованием вкладчиков со скользящей опалубкой, такие как:

1. Между гусениц
2. Сбоку от машины

Методу укладки "между гусениц": цементобетон заливается или перед бетоноукладчиком со скользящими формами, или сбоку при помощи ленточного конвейера (также может использоваться боковой загрузчик).

После этого плужный или шнековый распределители равномерно распределяют цементобетон по ширине укладки. Встроенные вибраторы уплотняют бетон. В это же время скользящая форма для укладки формирует покрытие заданной ширины и толщины. Метод также позволяет внедрить систему СВД. Качающийся отделочный брус делает гладкой поверхность дорожного покрытия. Перед брусом появляется бетонный "валик", который дополнительно обеспечивает получение поверхности высокого качества.

Метод укладки "сбоку от машины": бетономешалка через прямую воронку заливает в скользящую форму цементобетон сбоку от машины. За счет поперечного винтового конвейера бетономешалка может двигаться перед бетоноукладчиком со скользящими формами без бокового смещения, что позволяет не блокировать еще одну полосу движения.

Также поперечный винтовой контейнер хорош тем, что может оставлять некоторое количество бетона в запасе, если бетономешалка не сможет обеспечить укладчик, например, на крутых поворотах.



Рисунок 1 – бетоноукладчик со скользящими формами.

Литература:

1. Леонович И.И., Богданович С.В. Диагностика автомобильных дорог. Минск 2012.
2. Бусел А.В., Цементобетонные покрытия на местных автомобильных дорог / А.Б. Бусел, В.М. Домненко, Р.Г. Кротов // Автомобильные дороги мосты. – 2015. - №2.- С.109-112.

ПРОЕКТ АВТОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ МЕЖДУ ГОРОДАМИ ШВЕЙЦАРИИ И СНИЖЕНИЕ АВАРИЙНОСТИ

*Чаусова Виктория Александровна, студентка 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован автодорожный тоннель между городами Лаутербруннен и Люченталь (Швейцария). Тоннель позволит жителям этих городов, туристам и перевозчикам сэкономить время, а регионам Лаутербруннен и Люченталь принесет немало денежных средств.

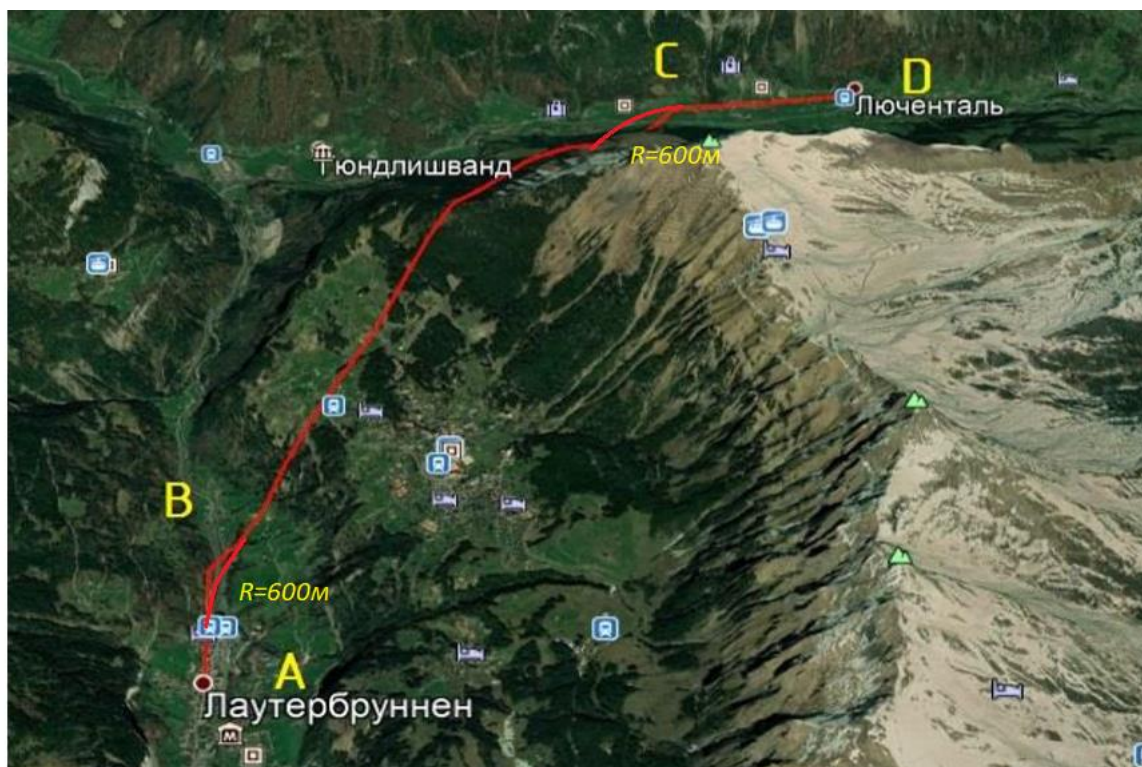


Рисунок 1 – Трасса тоннеля

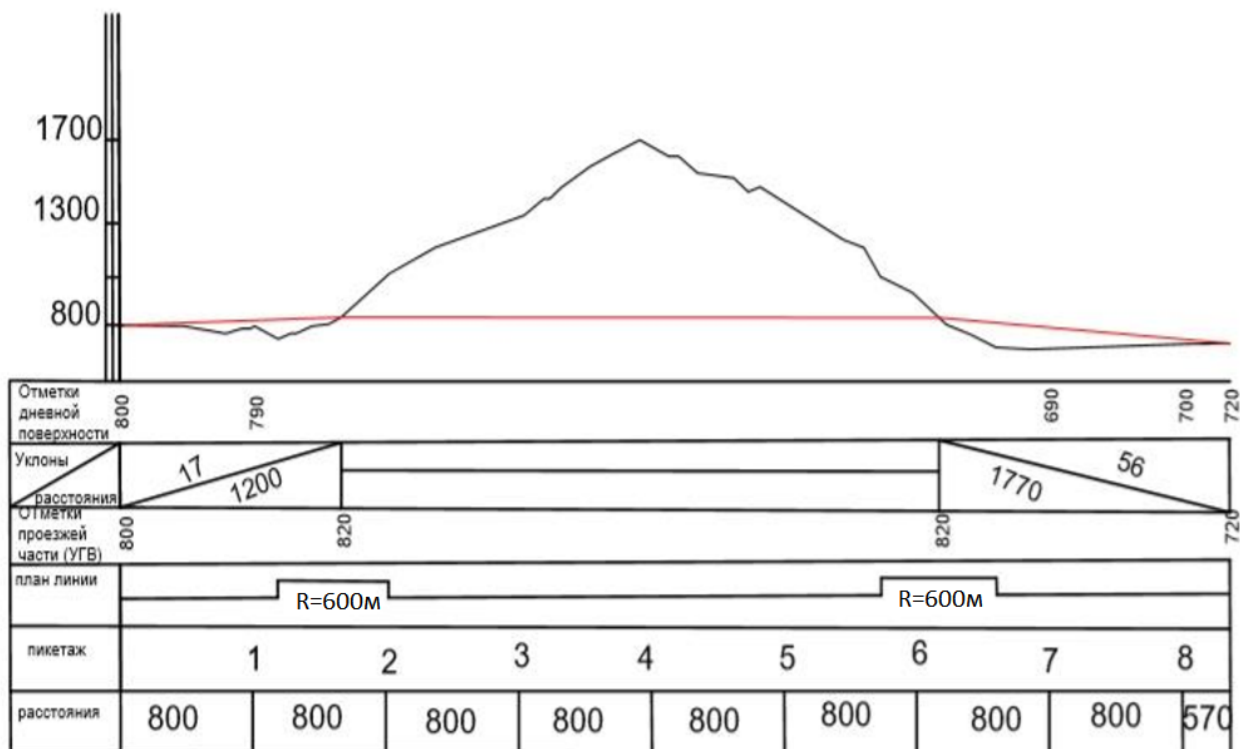


Рисунок 2 – План тоннеля

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 6,97км с двумя углами поворота радиусом 600 метров каждый. Максимальный уклон проезжей части не превышает 2‰. Расчетная скорость движения в тоннеле должна составлять 90-110км/ч.

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы. Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, предусматривающее возведения двухэтажного здания, рядом с наземной частью тоннеля, в котором размещаются необходимые для полного функционирования подземной магистрали.

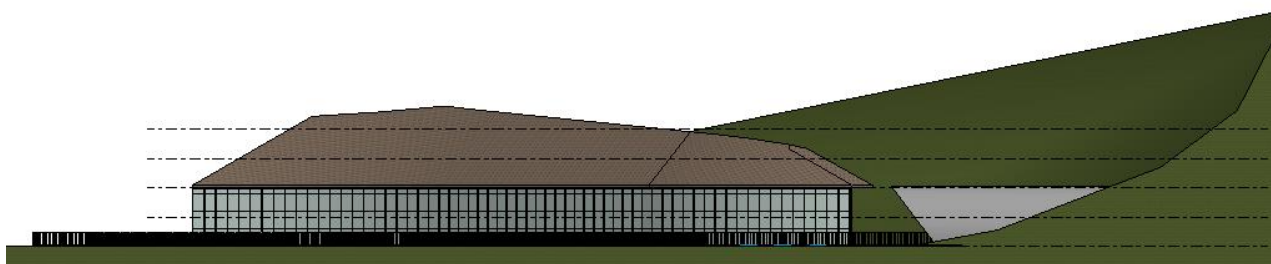


Рисунок 3 – Восточный фасад

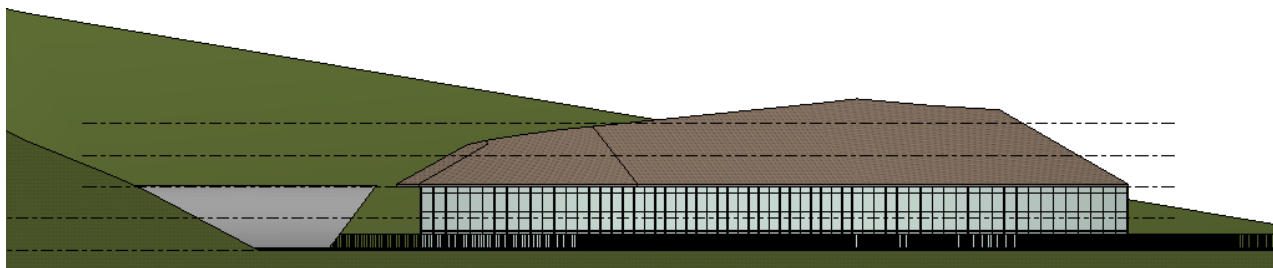


Рисунок 4 – Западный фасад

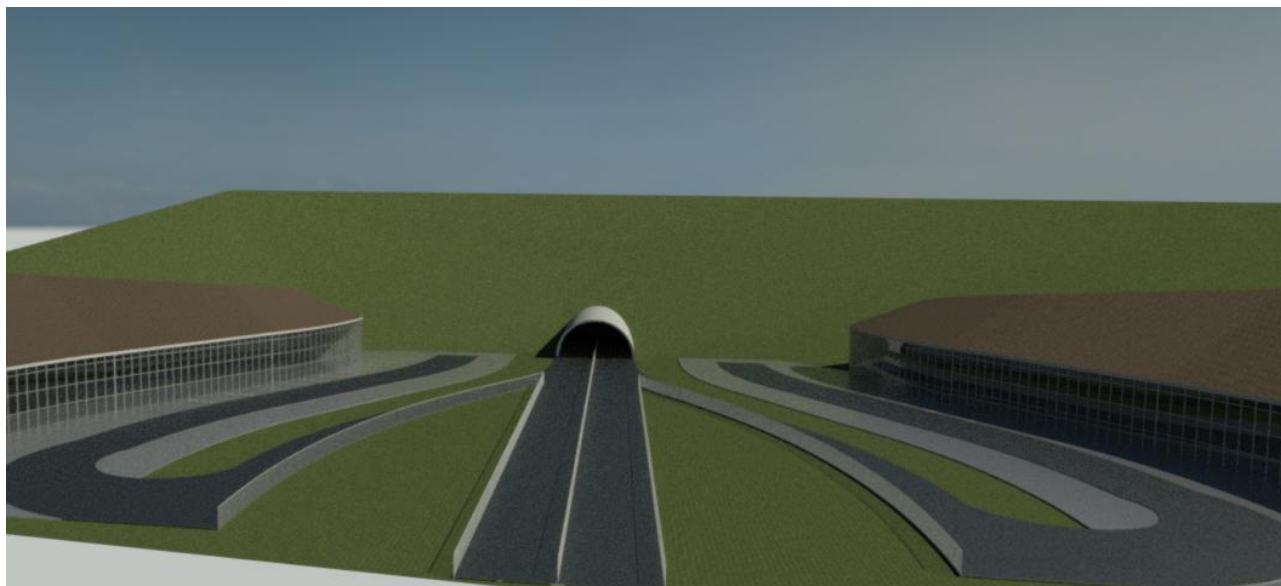


Рисунок 5 – Общий вид портала

Снизить аварийность в автодорожном тоннеле можно путем использования тросовых ограждений.

Автомобиль самое опасное транспортное средство, которое освоил человек. По всем данным именно ДТП ставят на первое место по числу погибших и пострадавших. В рамках выполнения государственной программы по повышению безопасности дорожного движения предприятие приступило к освоению нового вида продукции - тросового дорожного ограждения.

Важная способность тросового дорожного ограждения выдерживать высокую статическую нагрузку на разрыв. Это позволяет остановить автомобиль, если он движется на большой скорости. При повреждении троса его легко заменить. Конструкции снабжаются цинковым покрытием, поэтому они будут надежно защищены от коррозии. Это позволит не терять прочность в течение многих лет, поэтому менять элементы часто не потребуется. Производству дорожных ограждений с использованием тросов уделяется все больше внимания. По многим параметрам такое решение надежнее и безопаснее традиционных барьеров, к тому же более выгодно экономически.

Государственным предприятием «БелдорНИИ» проведены экспериментальные исследования и разработаны конструкции тросовых дорожных ограждений применительно к условиям Республики Беларусь. Возможна установка на автомагистралях, на обычных дорогах 1+1, 2+1 и 2+2, и там, где ширина дороги не позволяет установить стандартное барьерное ограждение. На обочинах — для предотвращения преднамеренных и непреднамеренных выездов транспортных средств за пределы автомобильной дороги. На разделительной полосе автомобильных дорог — для предотвращения переездов транспортных средств через дорогу, а также для разделения транспортных потоков встречных направлений.

Дорожное тросовое ограждение состоит из следующих основных элементов:

- тросы;
- стойки;
- анкерные блоки;
- стяжные устройства.

После выбора места его установки, в первую очередь устанавливаются стойки с помощью металлического стакана или бетонного цилиндра, что придает им высокую степень устойчивости и прочности. Затем натягивают трос, края которого закрепляют в специальном зажиме. Тросы прикрепляются к якорному блоку и дополнительно фиксируются тросовой петлей, которая не дает тросу выскользнуть из крепления при повышенной нагрузке. Расстояние между стойками зависит от геометрических характеристик дороги.

При столкновении с тросовым барьером происходит излом стоек (или вылет из установочных гильз), однако сами тросы практически всегда остаются целыми.

Литература:

1. Демьянушко И. В., Общев А. Г., Сторожев С. А. Важная роль тросовых ограждений // Автомобильные дороги. -2012. -№3. – С.74-80.
2. Демьянушко И.В. Тросовые ограждения – новое в обеспечении безопасности на автомобильных дорогах // Для всех, кому дороги дороги. – 2012. - №19 – С. 28-29

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕВОЛОКНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ

Шильченок Владислав Викторович, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

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

Углеволокно (карбон) это полимерный-композитный материал, состоящий из углеродных нитей. Он в несколько раз прочнее стали на разрыв, а также легче стали примерно на 75 % и алюминия на 30 %. Сами по себе углеродные нити достаточно ломкие, поэтому из них создают полотно, которое обладает эластичными свойствами. В настоящее время карбон занимает всё значимое место в строительстве., как альтернатива классическим стальным элементам. Использование карбона позволяет уменьшить размеры основания конструкций, что делает доставку и установку элементов конструкций более лёгкой. Помимо этого, углеволокно можно применять в ремонтных работах несущих элементов из бетона, железобетона, также может использоваться в армировании.

В данный момент было построено два моста с использованием углеволокна. Один из них мост Нил, расположенный Питсфилде, штат Мэн, и это первый подобная конструкция в стране. Внешне этот мост выглядит как любой другой, но что же под ним? Арки из карбона и стекловолокна. Углеродные композитные трубы, а точнее 23 трубы (Рис.1), были изогнуты в арки и залиты смолой на строительной площадке. Ночью трубы фиксируются в нужной форме и укрепляются, а затем устанавливаются и заливаются бетоном. Как только трубы затвердеют они становятся в два раза прочнее стали и устойчивы к коррозии. Затем арки покрывают армированным волокном настилом и засыпают грунтом. В результате это мост похож не только внешне, но и цена у них примерно одинакова. Трубы также защищают бетон от воды и других природных явлений, что продлевает его срок службы. Ожидается что затраты на его обслуживания будут значительно ниже, а также он экологичнее мостов этого типа. Такой метод строительства называют “мост в рюкзаке” из-за его лёгкого веса и портативности.



Рисунок 1 – трубы из углеволокна

Эта технология была разработана в Центре перспективных композитных материалов университета штата Мэн в Ороно. У этой технологии есть потенциал изменить подход к строительству мостов. В настоящее время актуальна проблема ремонта мостов. Большинство из них находится в плохом состоянии, а с помощью применения технологии “мост в рюкзаке” позволит относительно быстро чинить или строить новые мосты.

Литература:

1. Carbonfibergear.com [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://blog.carbonfibergear.com/the-hybrid-of-bridges-and-carbon-fiber/> Дата доступа 14.05.2020
2. Instroyatrem.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://instroyatrem.ru/primenenie-uglevolokna-karbona-v-stroitelstve/> Дата доступа 14.05.2020
3. Wikipedia [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> Дата доступа 14.05.2020

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС С ПОДЗЕМНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКОЙ В ГОРОДЕ ВАРШАВА (ПОЛЬША). ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВАКУАЦИОННАЯ СИСТЕМА

*Шильчёнков Владислав Викторович, 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 Варшава, Польша. Было принято решение разгрузить перекресток на пересечении улиц Грзубовска с улицей Джон Паул 2 Авеню. (Рис.1) с помощью транспортного тоннеля. Также, из экономических соображений, было принято решение о строительстве многофункционального подземного комплекса, включающего в себя паркинг. Была разработана концептуальная модель (Рис. 2-7).

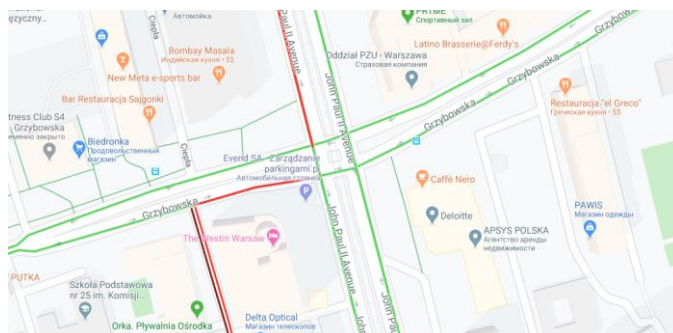


Рисунок 1 – Карта с учетом пробок в 9 баллов



Рисунок 2 – Концептуальное решение сети тоннелей и многофункциональных комплекс

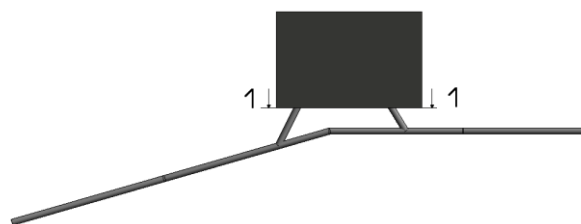


Рисунок 3 – Решение сети тоннелей (вид сверху)

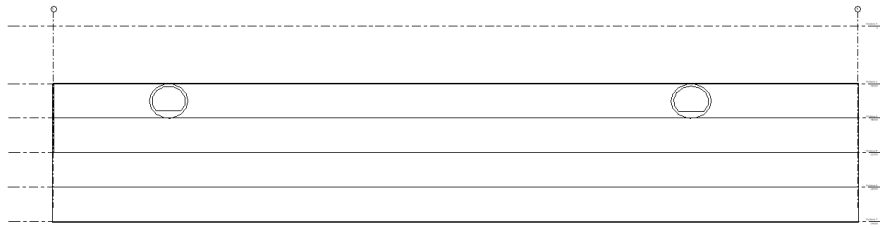


Рисунок 4 – Поперечный разрез

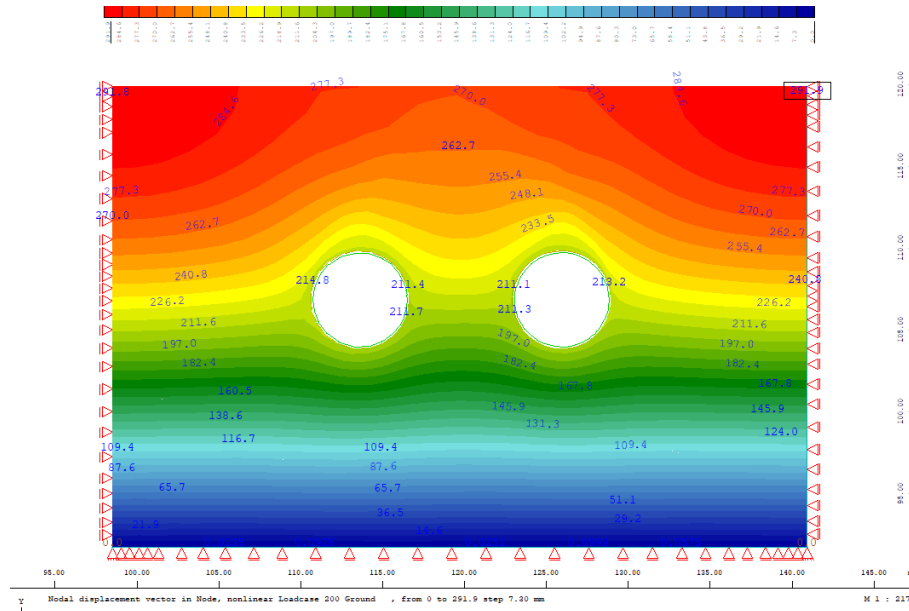


Рисунок 5 – Изополя перемещений совместно с конструкцией железобетонной обделки

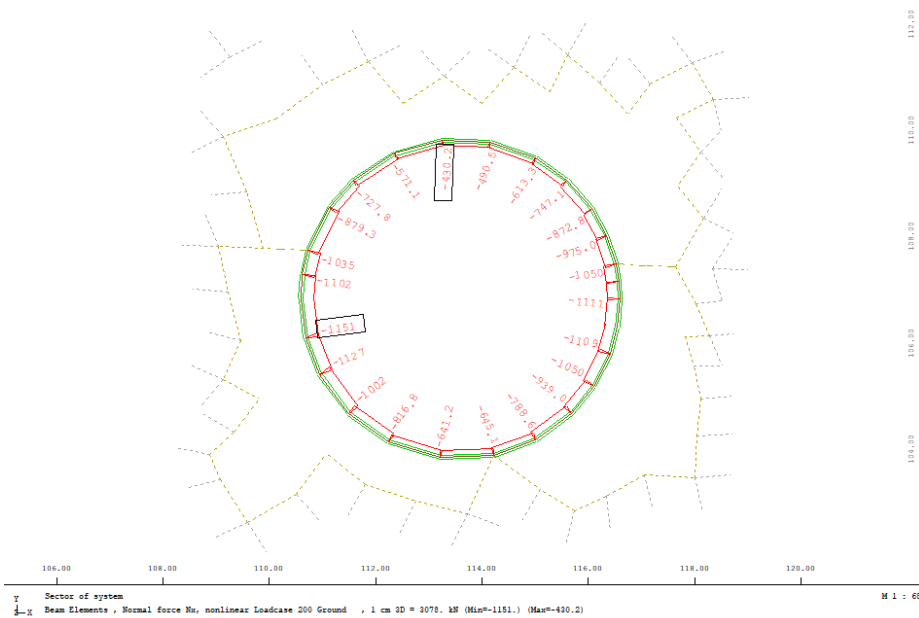


Рисунок 6 – Эпюра продольных усилий, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершеного строительства тоннеля в разрезе

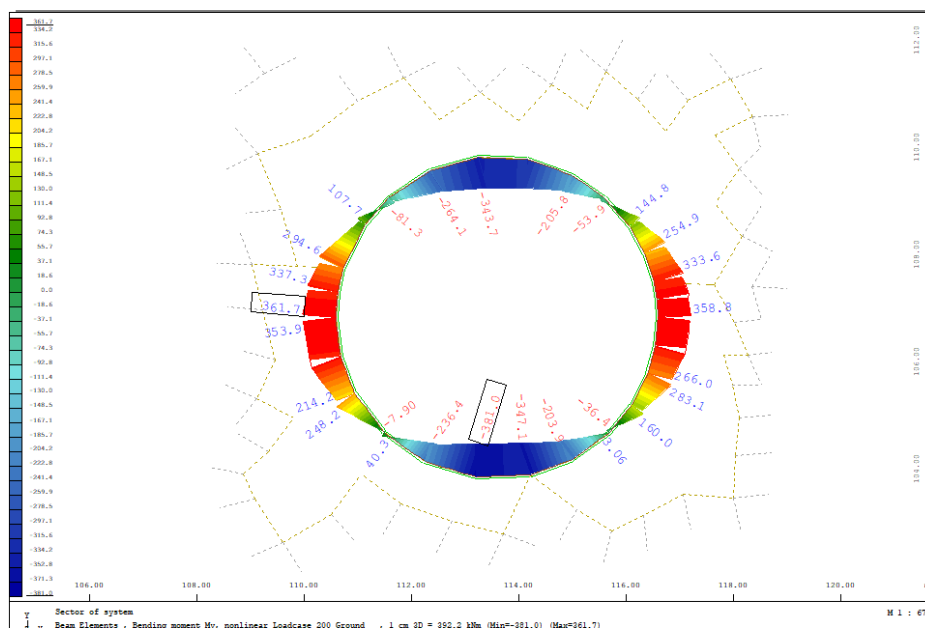


Рисунок 7 – Эпюра моментов, возникающая в конструкции железобетонной обделки на стадии завершеного строительства тоннеля в разрезе

Динамическая эвакуационная система, обеспечивает световую индикацию в реальном времени, тем самым повышая уровень безопасности в сложных условиях эвакуации, таких как тоннели. Исследования показали, что во время экстремальных ситуаций люди ждут когда им предоставят информацию или инструкции, а не ищут их самостоятельно. Когда люди решают покинуть тоннель при опасной ситуации, им нужны особые инструкции, для того чтобы принимать правильные решения для быстрой и безопасной эвакуации из тоннеля.

Динамическая система может автоматически контролировать и направлять людей к самому безопасному маршруту эвакуации и избегать опасности. А также она может быть более надежным, быстрым и безопасным способом управления и эвакуации людей в экстремальных ситуациях, чем обычные системы эвакуации, основанные на статически освещенных знаках или аудиосигналах.

По сравнению с пожаром в здании где люди обычно имеют возможность относительно быстро эвакуироваться в безопасную зону. В тоннеле при пожаре возникает сильная задымленность через несколько минут. Дым способен заполнить несколько километров тоннеля и в последствии вызвать дезориентацию у людей, а они могут серьезно замедлить эвакуации. Эти тяжелые условия подчеркивают важность рационального использования времени путем раннего обнаружения пожара, закрытия туннеля, оповещения аварийных служб, а так же инициирования оповещения и предоставления необходимой информации для быстрой и безопасной эвакуации из тоннеля.

Контроль может осуществляться системой SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) в которую должно быть интегрировано решение для световой и динамической эвакуации, для того чтобы быстро получать информацию при возникновении экстремальной ситуации, и обеспечивать безопасность. Можно сказать, что эта интеграция представляет собой Интеллектуальную транспортную систему (ITS) которая может контролировать транспортный поток, тем самым исключая заторы и предоставляя информацию водителям повышает безопасность.

Несколько инновационных компаний поставили системы динамического освещения для эвакуации в тоннелях, установка может представлять собой динамический источник света (Рис.8), который интегрирован в систему SCADA и может использовать информацию для управления и адаптации к изменениям в реальном времени на основе полученной информации от других сторонних систем. Динамический свет указывает направление от экстремальной ситуации в тоннеле и показывает предпочтительный маршрут эвакуации. Предыдущие исследования показывают, что зрительное восприятие человека очень чувствительно к движению и цвету, движущиеся световые паттерны эффективно уведомляют и направляют людей в правильном направлении. Например, зеленые мигающие огни на запасном выходе, если они используются в соответствующих условиях, выделяют выход и побуждают людей использовать его.

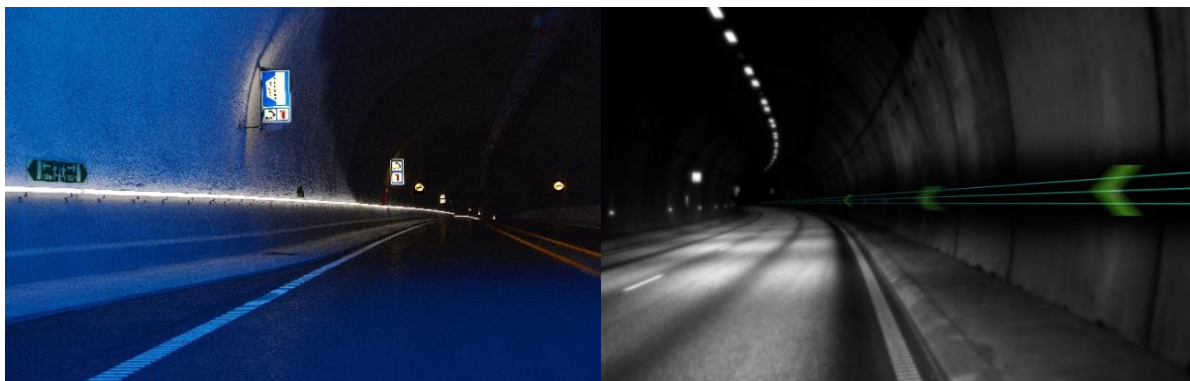


Рисунок 8 – динамический источник света

Явным преимуществом систем динамического освещения является то, что пользователь дороги узнает об эвакуационном сообщении гораздо быстрее, чем при стандартных методах. И только это дополнительное внимание, окажет положительное влияние на модель поведения людей. Но при заполнении тоннеля дымом, динамические световые диаграммы не так легко распознать и существует потребность в динамической информации, которая хорошо видна в среде, заполненной дымом. Некоторые инновационные предприятия внедрили динамические знаки на пути эвакуации, которые могут предоставить

информацию о правильном направлении и расстоянии до выезда из тоннеля. Эти знаки способствуют более быстрому пониманию сообщений об эвакуации по сравнению со стандартными пассивными знаками эвакуации. Динамический знак привлекает взгляд, представляя собой пульсирующий свет в аварийном светильнике, установленном на стандартных выходных знаках, благодаря чему сообщения легко понимается всеми языками.

Внедрение системы динамического освещения-это больше чем установка освещения и вывесок,а также возможность моделирования и принятия правильных решений в каждом сценарии.

Литература:

1. Tunnech Global News [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tunntech.com/> Дата доступа 03.05.2020
2. Blog.phoenixcontact [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://blog.phoenixcontact.com/marketing-sea/2020/03/safety-in-tunnel-applications/> Дата доступа 03.05.2020
3. Wikipedia [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> Дата доступа 03.05.2020

ВЬЕТНАМСКИЙ «ЗОЛОТОЙ МОСТ»

*Шукелойть Владислав Геннадьевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Золотой мост находится во Вьетнаме, государстве, находящемся в Юго-Восточной Азии. Рельеф государства преимущественно горный, более трёх четвертей занимают горы, плато и плоскогорья. Климат у страны тропический, с сухой, теплой зимой и жарким летом. Влажность во Вьетнаме большая, это обусловлено многочисленными дождями. “Сезон дождей”, обычно, проходит с мая по октябрь. Так же, Вьетнам — одна из наиболее подверженных стихийным бедствиям стран. Имея такие неблагоприятные факторы для строительства, можно было бы построить обычный мост, но это не помешало вьетнамским инженерам, во главе с Ву Вьет Ана, сконструировать такой архитектурный шедевр. (Рис.1).



Рисунок 1 – “Золотой мост”, вид сверху

“Золотой мост” предназначен для пешеходов. Его протяженность равна 150 метрам, общая ширина равняется 5 метрам, а ширина пешеходной части – 3 метра. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Вид вблизи

Сам мост расположен на высоте 1100 метров над уровнем моря, настил изготовлен из древесины, а перила изготовлены из нержавеющей стали, покрытые золотой краской, из-за чего и получилось название “Золотой мост”.

Сам мост поддерживают 7 стальных опор, две из которых являются каменными руками, искусственно состаренными, для придания антуража сооружению. (Рис. 3).



Рисунок 3 – Опоры “Золотого моста”

Литература:

1. Интернет-журнал[Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://mice-tv.ru/guide/zolotoj-most/>.–Дата доступа:24.04.2020.
2. American electronical magazine[Electronical resource]. -New Heaven: [https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_Bridge_\(Vietnam\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_Bridge_(Vietnam)).–Date of access:24.04.2020

ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДА JACANA (БРАЗИЛИЯ)

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

В рамках проекта по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован железнодорожный тоннель в районе города Жаcана (Бразилия). Подземное сооружение поспособствует улучшению транспортной логистики региона, привлечению большего числа денежных средств в регион, т.к. тоннель сможет предложить перевозчикам и туристам более выгодный маршрут.



Рисунок 1 – План трассы

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 11 км с двумя углами поворота радиусом по 800 метров каждый. Максимальный уклон проезжей части не превышает 1‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения железнодорожного транспорта в тоннеле будет составлять 70-90 км/ч.

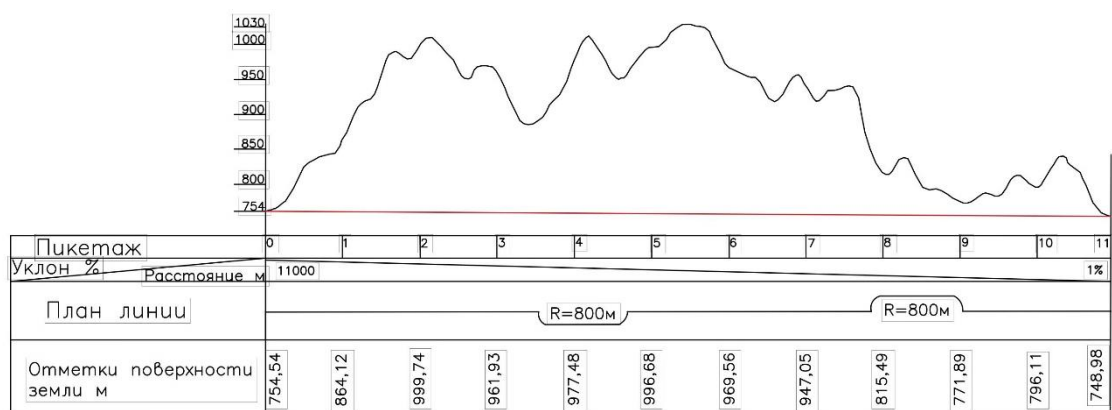


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет конструктивно-архитектурное решение, рядом с которым будут размещаться необходимые для полного функционирования подземной магистрали системы, расположенные в соседнем сооружении. Большая часть здания будет предоставляться арендаторам, которые смогут разместить внутри объекты социального и логистического назначения.

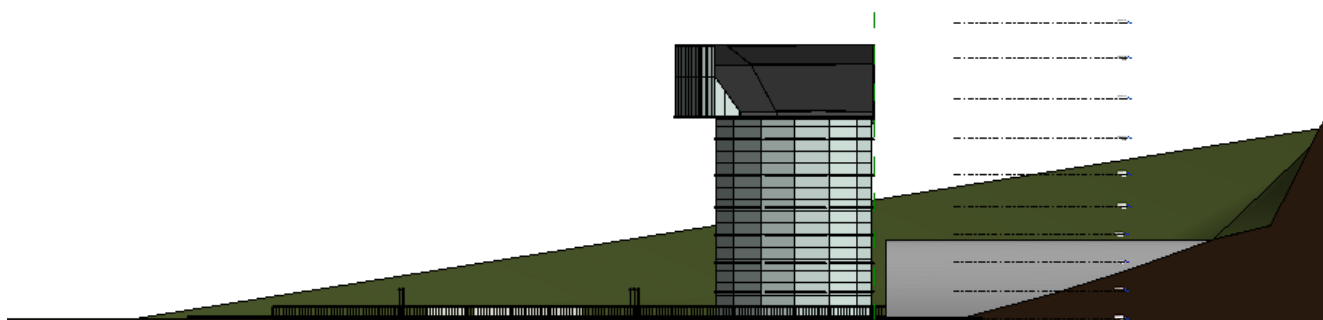


Рисунок 3 – Восточный фасад

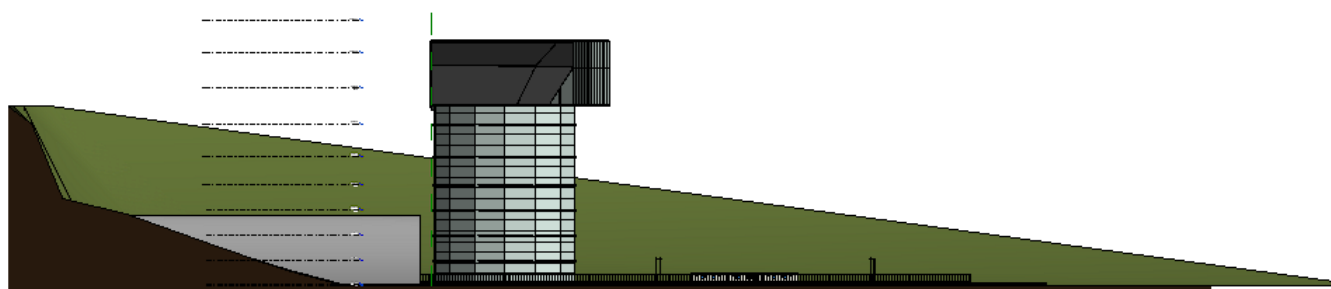


Рисунок 4 – Западный фасад

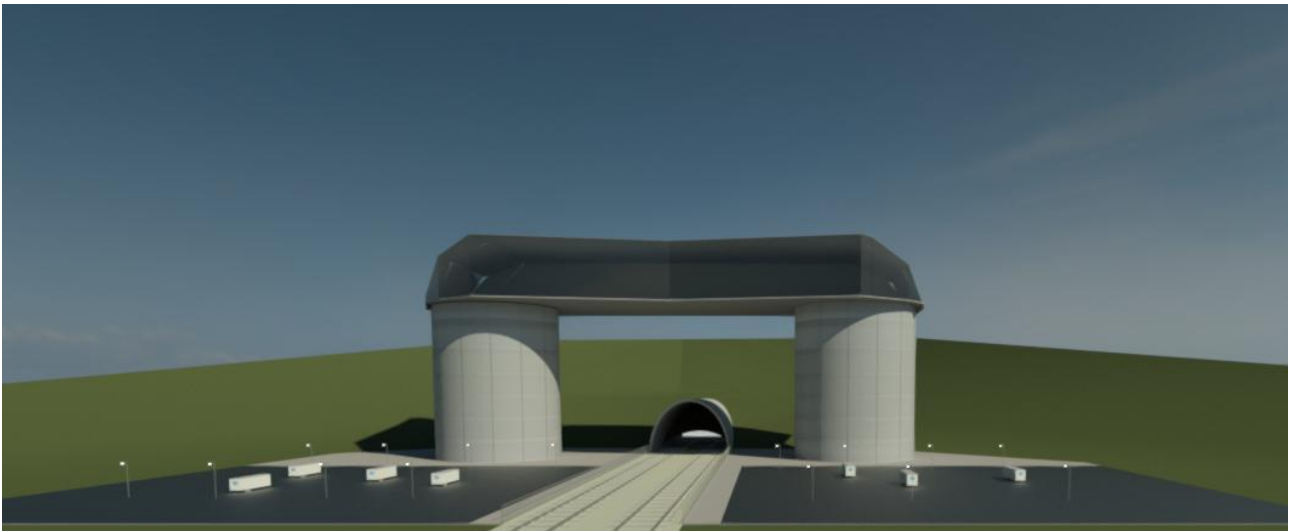


Рисунок 5 – Общий вид портала

Современная наука постоянно удивляет нас новыми изобретениями. Так, например, устройства виртуальной реальности, пришедшие из игровой индустрии стали широко использоваться в медицине, образовании, проектировании и даже строительстве. Используя данные технологии на стройплощадке позволят повысить эффективность и продуктивность рабочих. На дисплеи таких устройств будет выводиться нужная для работы информация, технические характеристики оборудования, особенности конструкций и т.д.

Можно на месте отмечать какие-либо нюансы, которыми можно будет поделиться с коллегами. Так можно детально показать саму проблему и сэкономить много времени. Поэтому, я считаю стоит развивать эту идею, находя ей новые области применения.



Рисунок 6 – Сотрудник организации работает в виртуальной реальности

Литература:

1. Сайт VE Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ve-group.ru/tag/vr-v-stroitelstve/>– Дата доступа: 25.04.2020.

ВТОРАЯ ЖИЗНЬ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Шукелойть Владислав Геннадьевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Дерево – это универсальный материал, который используется во многих сферах нашей жизни. Его используют при издательстве различных книг и печатных СМИ, для изготовления упаковок и даже обширно в строительной индустрии. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Деревянный дом

В нашей стране, после истечения срока годности древесины, её чаще всего, утилизируют на различных полигонах. Но это не совсем рациональный выбор, ведь не стоит забывать, что дерево – экологически чистый материал, не имеющий вредного воздействия на окружающую среду, который можно переработать и подарить ему вторую жизнь. По статистике, в одной тонне мусора в среднем содержится 4 килограмма бумаги и 1 кг древесины. Если все это вторично переработать, можно спасти немало деревьев от вырубки, а также

сэкономить около 530 кВт часов электроэнергии, пустив это в качестве топлива для обогрева нуждающихся сооружений.

С целью рационального использования отходов в 2009 году в Беларуси принята Государственная программа по сбору и переработке вторичного сырья. За первое полугодие 2019 года в стране было собрано 168,4 тыс. тонн макулатуры. Это на 11% больше, чем за такой же период 2014 года. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Приёмозаготовительный пункт вторсырья

Переработанную древесину можно использовать в различных областях жизнедеятельности:

Строительство. В строительной отрасли переработанная древесина имеет неимоверно обширную область применения. Из нее можно делать такие строительные материалы как фанера, ориентировочно-стружечные и древесностружечные плиты. Все эти строительные материалы делаются из древесных отходов (стружки) и смолы. Её послойно смешивают с клеевым составом и отправляют под пресс, на выходе имея отличные стройматериалы. Так же при смешивании переработанного дерева с гипсом, цементом, известью получают различные перегородочные панели, гипсовые плиты, кирпичи. Опилки и стружки в не переработанном виде, полученные из более крупных отходов пользуются широкой популярностью для наполнения строительных материалов. Такое использование обуславливается небольшой объёмностью сырья, отличной теплопроводностью и незатруднённой дальнейшей обработкой. Для повышения влагостойкости и биостойкости, древесные наполнители пропитывают специальными вяжущими растворами минерального происхождения, делая тем самым материал ещё и пожаростойчивым. Пример таких “экспериментов” с древесной стружкой – **Арболит**, облегчённый

бетонный камень, состав которого характеризуется заполненным натуральным сырьём в качестве стружки и дроблённого дерева после обработки минерализаторами и добавлением цемента. Из него делают блоки для строительства малоэтажных зданий и перегородочных стен. Себестоимость таких блоков намного ниже, чем у его состоявшихся в строительстве конкурентов – силикатного камня или кирпича. Так же он обладает внушительным списком свойств: сохраняет тепло, защищает от шума, экологически чистый материал, не вызывающий аллергии, относительно небольшой вес, стойкость к огню, и гнилостным бактериям. (Рис. 3).



Рисунок 3 – Счастливый покупатель арболита

Полиграфия. Переработанные древесные отходы можно превратить в новые учебно-методические материалы, книги, журналы и упаковки по типу **Tetra Pak**. Она представляет собой шестислойную упаковку, состоящую на 75% из древесины, 20% - из полиэтилена и 5% алюминиевой фольги. Современная высокоэффективная и экологичная картонная упаковка Tetra Pak экономит и сберегает природные сырьевые ресурсы и энергию, идущие на ее производство. Она сохраняет в лучшем виде все полезные свойства натуральных продуктов, сводит к минимуму потери продукта при транспортировке и хранении, а также экономит место на полках магазинов и дома. Асептическая упаковка в закрытом виде не требует охлаждения при перевозках, складировании и выкладке в торговых залах. Она перерабатывается на 100% и является ценным вторичным сырьем. (Рис. 4).



Рисунок 4 – Продукты питания, упакованные в Tetra Pak

В качестве топлива. Древесные отходы: щепы и опилки используются для изготовления топливных брикетов. Которые, в свою очередь, имеют огромный ряд преимуществ: низкий расход (относительно обычного дерева); малое количество отходов после сгорания; при сгорании они выделяют минимальное количество дыма и запаха, что отлично сказывается на окружающей среде; Но древесина может служить и для изготовления жидкого горючего. Недавно ученые Российской академии наук, при помощи радиолиза, изготовили высококачественное жидкое топливо, октановое число которого достигает 90. (Рис. 5).



Рисунок 5 – Топливные брикеты

Сельское хозяйство. Из древесных отходов изготавливаются органические удобрения путем компостирования. Для ускорения этого

процесса используются различные минеральные закваски. Сосновые и хвойные опилки, путем измельчения, можно переработать в витаминную муку, подходящую для кормления животных. (Рис. 6).



Рисунок 6 – Хвойная мука

Заключение

С каждым годом добывается все больше и больше дерева, что влечет за собой огромные количества отходов и вред окружающей среде. Но с помощью перечисленных в этой статье методов переработки древесины и её субпродуктов, можно сэкономить значительные ресурсы. А также защитить окружающую среду от вредоносных выбросов, небезопасных строительных материалов и удобрений.

Литература:

1. Интернет-журнал [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://wood-prom.ru/clauses/spravochnye-dannye/toplivnaya-drevesina>. –Дата доступа:05.05.2020.
2. American electronical magazine [Electronical resource]. -New Heaven: https://www.researchgate.net/publication/327254022_POTENTIAL_OF_WOOD_WASTE_IN_PORTUGAL-A_BIO-BASED_ECOSYSTEM_MODEL. –Date of access:05.05.2020
3. Интернет-журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vtor.by/poleznye-materialy/polza-pererabotannyh-drevesnyh-othodov-v-promyshlennosti/>. – Дата доступа:05.05.2020.