

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Факультет транспортных коммуникаций

**СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В
ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕМОНТЕ
И СОДЕРЖАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

МАТЕРИАЛЫ

V Международной студенческой конференции

Минск
БНТУ
2020

УДК 625.7/.8:658.51(06)

ББК 39.311я43

Д69

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

кандидат технических наук, доцент С.Е. Кравченко

Редакторы:

кандидат технических наук, доцент С.И. Зиневич;

кандидат технических наук, доцент В.А. Гречухин;

доктор технических наук, профессор А.В. Вавилов;

кандидат технических наук, доцент И.Е. Рак;

кандидат технических наук, доцент Е.А. Евсеева;

старший преподаватель В.А. Ходяков;

старший преподаватель Л.В. Козловская;

старший преподаватель Е.М. Жуковский;

старший преподаватель В.В. Лапенко;

старший преподаватель А.Ю. Будо;

старший преподаватель А.В. Забавская

В сборник включены тезисы докладов, представленных на V Международной студенческой конференции «Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений», состоявшейся 4-5 декабря 2020 года в Белорусском национальном техническом университете.

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1 МОСТЫ И ТОННЕЛИ

Зайцев Антон Игоревич

Предложение по размещению станций на линии
развития проекта «Северный широтный ход» 13

Питилимова Надежда Александровна, Иванов Михаил Олегович

Методика и инструментарий обследования тоннелей метрополитена..... 15

Магомедов Мухтар Магомедович

Конструктивные решения мостов в горных условиях 18

Нанаджанов Джавад Рагифович

Аксессуары для защиты транспортных сооружений от внешних воздействий 28

Манасарьян Кирилл Сергеевич

Применение современных материалов при строительстве мостовых сооружения 37

Саидов Абдоржон Анварович, Мавлонов Мансур Одилович

Усиление мощности 19-километрового тоннеля при переключении
транзитных грузопотоков между Китаем и Центральной и Южной Азией..... 41

Гулик Валерия Юрьевна

ВМ-моделирование в задачах строительства и архитектуры..... 48

Кугаевский Никита Максимович

Актуальность применения пневмокаркасных сооружений
при ведении работ в зимний период 52

Перминов Игорь Алексеевич

Бионический подход как экологически рациональное
направление в проектировании мостовых сооружений 56

Проворов Вячеслав Николаевич

Особенности продвижения продукции в строительной сфере..... 61

Типтев Данила Николаевич

Перспективы использования композитной арматуры при строительстве мостов 64

Айрапетян Никита Эдвардович

Мост Мэри Эльмс 70

<i>Атрошенко Павел Алексеевич</i> Белая краска, отражающая солнечный свет	73
<i>Беланович Сергей Андреевич</i> Пешеходный мост	75
<i>Белая Елизавета Викторовна</i> Робот, который определяет коррозию	77
<i>Белая Елизавета Викторовна</i> Транспортные эко сооружения с TiO ₂	80
<i>Булышко Виктория Евгеньевна</i> Технологии строительных материалов	84
<i>Буянов Тимофей Олегович</i> Cool Brick – материал, способствующий охлаждению помещений	87
<i>Волчек Алексей Генадьевич</i> Современные технологии обследования мостов	90
<i>Волчек Алексей Генадьевич</i> Многофункциональный подземный комплекс со станцией метрополитена на пересечении улиц Есенина и Яна Чечота	94
<i>Гаранина Евгения Александровна</i> Западный скоростной диаметр	99
<i>Гаранина Евгения Александровна</i> Использование 3D сканирования в обследовании.....	101
<i>Головач Максим Сергеевич</i> Пешеходный мост Марсель Анри	103
<i>Гречаник Александр Сергеевич</i> Применение БПЛА (квадрокоптеров) в геодезии.....	105
<i>Гречаник Александр Сергеевич</i> Проект железнодорожного тоннеля в районе городов Navelli и Capestrano (Италия).....	107
<i>Дейко Вадим Витальевич</i> Пешеходный мост на побережье Байраклы, Турция.....	111
<i>Драгун Олег Владимирович</i> Санкт-Петербургский метрополитен	113

<i>Дудинский Евгений Геннадьевич</i> Шесть удивительных мостов Италии	115
<i>Епихов Владислав Игоревич</i> Табиатский пешеходный мост	117
<i>Жоголь Елизавета Васильевна</i> Мост Си-О-Се-Поль в Исфахане	120
<i>Казак Анна Юрьевна</i> Уникальный материал: древесина	122
<i>Казак Анна Юрьевна</i> Строительство нового моста в Генуе с применением новейших технологий	124
<i>Казак Анна Юрьевна</i> Мосты современного дизайна устойчивые к землетрясениям	126
<i>Казак Анна Юрьевна</i> Сейсмическое сканирование в тоннелестроении	128
<i>Калиберов Андрей Кириллович</i> Пешеходный мост в Китае	131
<i>Карнейко Антон Сергеевич</i> Мост через Гранд-авеню парк	134
<i>Карпинский Максим Витальевич</i> Зеленолужская линия метро	137
<i>Карпович Марина Андреевна</i> Катучая тоннельная опалубка	141
<i>Климовец Алексей Васильевич</i> Коррозия арматуры в мостовых сооружениях	144
<i>Климовец Алексей Васильевич</i> Приватизация	146
<i>Комлев Никита Андреевич</i> Как ИОТ внедряет инновации в транспорт, чтобы сделать города более пригодными для жизни	148
<i>Комаров Никита Александрович, Матвеев Александр Сергеевна</i> Цифровая модель местности	150

<i>Кудравец Владислав Сергеевич</i> Виртуальная реальность в мостостроении	153
<i>Кудравец Владислав Сергеевич</i> Многофункциональный тоннель	155
<i>Купраш Илья Сергеевич</i> Мост памяти, Хобарт	159
<i>Лавор Артем Андреевич</i> Проект благоустройства Альберт-парка	164
<i>Лаппо Екатерина Ивановна</i> Прозрачная древесина	167
<i>Леган Александра Дмитриевна</i> «Скучная» компания или новый проект Илона Маска	169
<i>Лимонт Александр Витальевич</i> Продольная надвижка пролётных строений по дуге	171
<i>Лопатнёв Антон Олегович</i> Демонтаж моста Моранди в Генуе	173
<i>Ляшук Марина Ивановна</i> Ферменные мосты с использованием композитной подвесной конструкцией	175
<i>Монид Анатолий Владимирович</i> Вантовый мост через Корабельный фарватер	178
<i>Мытько Никита Николаевич</i> Ступенчатый мост Хёльмэбакк	180
<i>Нестерович Любовь Юрьевна</i> Применение деревянных конструкций в строительстве многоэтажных зданий	182
<i>Потребва Вероника Георгиевна</i> Уменьшение массы железобетонных конструкций. Пути решения	185
<i>Приборец Анастасия Евгеньевна</i> Пешеходный мост Вендуин	187
<i>Пуссель Артём Вячеславович</i> Программно-технический комплекс системы мониторинга инженерных конструкций	189

<i>Савицкий Даниил Александрович</i> Быстрый ремонт поврежденных бетонных колонн после землетрясений	193
<i>Савицкий Даниил Александрович</i> Сооружение береговых опор с использованием армированного грунта.....	196
<i>Святохо Ольга Викторовна</i> Цифровой дизайн пешеходного моста с двойной спиралью в Сиднее.....	198
<i>Соболевский Николай Романович</i> Аудит эффективности процесса проектирования.....	200
<i>Соболевский Николай Романович</i> Реализация генеративного проектирования	203
<i>Сопчак Павел Андреевич</i> Новые инновации в мостостроении	209
<i>Сорокин Максим Александрович</i> Применение BIM технологий в мостостроении	210
<i>Станкевич Никита Александрович</i> Мост-радуга	213
<i>Тарасов Никита Анатольевич</i> История развития московской линии минского метрополитена.....	215
<i>Тарлецкий Иван Владимирович</i> Тоннелепроходческие буровые установки.....	221
<i>Турляй Игорь Викторович</i> Wuchazi bridge	223
<i>Хмельницкий Богдан Николаевич</i> Детские сады будущего	225
<i>Чаусова Виктория Александровна</i> Новая ветка метрополитена города Минск	227
<i>Чаусова Виктория Александровна</i> Оценка рисков для автодорожных тоннелей.....	229
<i>Шельманов Павел Сергеевич</i> Транспортная развязка Кистон-Уай.....	233

Шильченок Владислав Викторович Применения углеволокна для усиления мостов	236
Шильченок Владислав Викторович Карбонизация бетона	239
Шукелойть Владислав Геннадьевич Шпалы из переработанного пластика	241
Шукелойть Владислав Геннадьевич Центр водных видов спорта в Лондоне	243
Бондарев Андрей Романович Современные технологии в металлическом мостостроении, направленные на сохранение окружающей среды	246
Бурнейко Алексей Сергеевич Эффективность и экономичность мостов и строительных конструкций	250
Гречаник Александр Сергеевич Точка безубыточности предприятия	251
Касторнова Кира Сергеевна Интересные факты о метро разных стран мира	254
Комович Владислав Леонидович Мосты будущего с возможностью выработки энергии	257
Комович Владислав Леонидович Многофункциональный железнодорожный тоннель	259
Липницкий Денис Анатольевич Многофункциональный подземный комплекс со станцией метрополитена в городе Варшава	264
Микутайтис Егор Иванович Виртуальная реальность в строительстве	269
Монид Анатолий Владимирович Современная опалубка мостовых опор	272
Пашковский Андрей Чеславович Храм Лотоса	274
Потреба Вероника Георгиевна Многофункциональный автодорожный тоннель	276

Смолян Ксения Олеговна Многофункциональный железнодорожный тоннель	280
Сорокин Максим Александрович Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в транспортном строительстве.....	284
Феськов Даниил Константинович Мост Золотые Ворота	287
Фомичёв Андрей Андреевич Магдебургский водный мост	289
Фомченко Дарья Дмитриевна Henderson Waves в Сингапуре	292
Хмельницкий Богдан Николаевич Башни-кобры Кувейте	294
Чаусова Виктория Александровна Жидкая гидроизоляция для мостов	296
Шукелойть Владислав Геннадьевич Мостоукладчик SLJ900/32	299
Щербо Алексей Денисович Новый тип строительства мостов «Принцип зонтика».....	301
Мисюль Егор Иванович Бруклинский мост	303
Эртман Виктор Алексеевич Виды балочных мостов	305

Секция 2 АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

Булах Руслан Валерьевич К вопросу о модернизации инфраструктуры придорожных сервисов на примере Белгородской области	308
Булах Руслан Валерьевич Необходимость реконструкции и совершенствования ливневой системы канализации придорожной транспортной инфраструктуры города Белгорода.....	313

<i>Бессарабов Артём Дмитриевич</i> Исследования фильтрации грунта через земляное полотно и его влияние на устойчивость пойменных насыпей	319
<i>Жидкова Дарья Александровна, Шевцова Элина Владимировна</i> Проектирование подходных участков и механизация строительства насыпей с использованием технологии гидронамыва	322
<i>Жидкова Дарья Александровна, Шевцова Элина Владимировна</i> К вопросу применения нефтешлама при устройстве оснований автомобильных дорог	325
<i>Баранчик Дмитрий Васильевич</i> Эскалатор для велосипедистов	328
<i>Бирюков Дмитрий Сергеевич</i> Методы контроля и диагностики в определении показателей прочностных характеристик дорожных одежд	330
<i>Брызгалов Владислав Игоревич</i> Финансовые затраты на содержание платных автомобильных дорог на примере «Северный обход г. Перми»	336
<i>Буянов Тимофей Олегович</i> Использование солнечных панелей на автомобильных дорогах и велодорожках	346
<i>Голодок Кирилл Владимирович, Голодок Максим Владимирович</i> Способы улучшения свойств дорожных материалов на основе эмульсионно-минеральных смесей	353
<i>Голодок Максим Владимирович, Голодок Кирилл Владимирович</i> Применение керамзита в качестве крупного заполнителя в асфальтобетоне	357
<i>Морковина Алина Александровна</i> Инновации освещения автомобильных дорог	360
<i>Мухидов Азамат Аброрович</i> Исследования влияния температуры на характеристики динамического воздействия и на величину прогибов нежестких дорожных одежд	368
<i>Пеклина Полина Леонидовна</i> Обеспечение безопасности велосипедного движения в городских условиях	371
<i>Романов Никита Викторович</i> Барьерные ограждения нового поколения	376

Цыбин Дмитрий Юрьевич
Анализ модификаторов и их влияния на свойства асфальтобетонных смесей 381

Шевчик Алексей
Использование нанотехнологий в дорожном строительстве..... 385

Шпилевский Никита Алексеевич
Обеспечение непрерывности экосистем путем устройства надземных переходов для животных..... 387

**Секция 3
ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Сергачёв Александр Александрович
Сравнение результатов расчётов обратной угловой засечки различными методами 391

Шарунова Любовь Васильевна
Установление охранных зон объектов электросетевого хозяйства 397

Костерин Федор Сергеевич
Создание топографических планов на примере объекта «технопарк» в городе узловая тульской области 401

Мысов Дмитрий Сергеевич
К вопросу о совершенствовании конструкции кузова легкового автомобиля для обеспечения требований пассивной безопасности 404

Пришневский Дмитрий Александрович
Проектирование перронов и мест длительной стоянки 407

Игнатович Никита Сергеевич
Анализ использования канатного транспорта..... 409

Секция 1

МОСТЫ И ТОННЕЛИ

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ СТАНЦИЙ НА ЛИНИИ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА «СЕВЕРНЫЙ ШИРОТНЫЙ ХОД»

*Зайцев Антон Игоревич, студент 3-го курса
кафедры «Путь и путевое хозяйство»
Российский Университет Транспорта, г. Москва
(Научный руководитель – Зайцев А.А., канд. техн. наук)*

Известно, что на однопутных линиях (например, для сети железных дорог ОАО «РЖД») наиболее часто применяется двухсторонняя автоматическая блокировка. Длина блок-участка, согласно Правилам Технической Эксплуатации железных дорог, при таком виде блокировки должна быть не менее 1000 м (тормозной путь грузового поезда), а максимальная 2600 м [4]. Примерная длина трасы составляет 420 км, следовательно, на ней должно быть не менее 400 блок-участков. Помимо отдельных пунктов с путевым развитием для деления линии на блок-участки и перегоны при автоматической блокировке используются проходные светофоры.

Для обеспечения безопасности движения и необходимой пропускной способности, а также для регулирования движения поездов железнодорожные линии делятся на перегоны или блок-участки отдельными пунктами. Движение поездов происходит с разграничением их отдельными пунктами таким образом, чтобы на перегоне или блок-участке мог находиться только один поезд [1].

В настоящее время в Российской Федерации готовится проект Северного Широтногохода – железнодорожной линии, которая соединит Коротчаево с Салехардом и Обской. В данной статье будет выдвинуто предложение по размещению отдельных пунктов на участке возможного развития линии от Уренгоя до Дудинки.

Район находится на территории распространения многолетнемерзлых грунтов, что значительно усложняет процесс проектирования и строительства линейных объектов. На многолетнемерзлых грунтах возможны два принципа работ: строительство и эксплуатация на грунтах в мерзлом состоянии и работа с грунтами в оттаивающем или оттаянном состоянии. Выбор метода производится сравнением для конкретных условий

Так как варианты прохождения трасы данной линии еще не проработаны, в настоящее время представляется возможным дать общие положения и предложения к размещению отдельных пунктов, без учета грузо- и пассажиропотока.

Данная линия предполагается к проектированию линией III категории, оборудованной автоматической блокировкой, (железнодорожные линии ОАО «РЖД» классифицируются по Методике классификации и специализации железнодорожных линий, принятой распоряжением ОАО «РЖД» от 23.12.2015 года № 3048р [2]).

Проектируемая трасса проходит по территории газоносных и нефтеносных районов, следовательно, целесообразным будет размещение отдельных пунктов вблизи разрабатываемых месторождений, станции располагать в наиболее крупных населенных пунктах на линии (Уренгой, Красноселькуп, Новозаполярный и др.).

Так как линия предполагается однопутной, следовательно, необходимо сооружать разъезды в местах примыкания к линии подъездных путей от месторождений. Разъезды новых однопутных линий I, II и III категорий проектировать продольного типа [3]. Поперечного типа разъезды рекомендуется применять только в трудных топографических и инженерно-геологических условиях. На разъездах поперечного типа невозможна остановка соединенных поездов для скрещения, а также ухудшаются условия приема поездов встречных направлений (поезда до стрелочных переводов следуют длительное время навстречу друг другу, что в случае неполадок с подвижным составом или автоматикой на станции может привести к крушению).

Исходя из местоположения месторождений природных ресурсов, для линии было предложено сооружение девяти разъездов в максимальной близости к разрабатываемым месторождениям, также предусматривается возможность увеличения числа разъездов в случае разведки новых месторождений нефти и газа. Так же для обслуживания систем СЦБ и пунктов примыкания подъездных путей необходимо сооружать вспомогательные посты, которые не являются отдельными пунктами для поездов, следующих по перегону [2].

Литература:

1. Железнодорожные станции и узлы: учебник для студ., обуч. по спец. «Эксплуатация железных дорог» и напр. подготовки «Технология транспортных процессов» / В. И. Апатцев [и др.] ; под ред.: В. И. Апатцева, Ю. И. Ефименко. - М. : ФГБОУ «УМЦ ЖДТ», 2014. - 855 с.
2. Распоряжение ОАО «РЖД» от 23 декабря 2015 года N 3048р «Об утверждении методики классификации и специализации железнодорожных линий ОАО «РЖД».
3. Изыскание и проектирование железных дорог. И.И. Кантор- М.: Академия, 2003.-288 с.
4. Правила Технической Эксплуатации железных дорог Российской Федерации (редакция от 25.12.2018).

МЕТОДИКА И ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

*Питилимова Надежда Александровна, студент 4-го курса
кафедры «Путь и путевое хозяйство»*

*Иванов Михаил Олегович, студент 4-го курса
кафедры «Путь и путевое хозяйство»*

*Российский университет транспорта, г. Москва
(Научный руководитель – Зайцев А.А., канд. техн. наук)*

Московский метрополитен имеет одну из самых высоких в мире интенсивность движения поездов, при этом интервалы движения поездов в час пик составляют 90 секунд. При такой нагрузке необходимо тщательно следить за состоянием пути и тоннелей. Разработанная в университете методика и инструментарий обследования тоннелей метрополитена включает в себя осмотры и наблюдения, которые выполняются с определенной периодичностью, надзор за сооружениями, нуждающимися в особом контроле, а также специальные обследования [1-4].

На этапе подготовки к проведению обследования (ознакомления с объектом обследования, сбора и анализа имеющейся документации по объекту обследования и т.д.) составляется и согласовывается в установленном порядке программа проведения обследования, которая содержит в себе: список подлежащих обследованию строительных конструкций и их элементов; участки и методы инструментальных измерений и испытаний; перечень необходимых поверочных расчетов; состав геофизических (сейсмоакустических) исследований.

Натурное инструментальное обследование технического состояния конструкций включает обмерные работы, инструментальное определение физико-механических характеристик, оценка категории технического состояния и определение фактической несущей способности. При этом обмерные работы проводятся с целью уточнения фактических геометрических параметров строительных конструкций и их элементов, определение их соответствия проекту или отклонения от него, а также деформаций конструкции в процессе строительства объекта. Работы выполняются с использованием лазерного дальномера (для определения внутренних геометрических размеров конструкции), микроскопа Бриннеля (для измерения ширины раскрытия трещин). Инженерно-инструментальное обследование (дефектоскопия)

проводится с использованием цифрового фотоаппарата, на фотографиях фиксируются участки с видимыми дефектами.

Оценку категорий технического состояния всех несущих конструкций производят на основании результатов непосредственного обследования и поверочных расчетов. Исходя из этого, конструкции подразделяются на находящиеся: в исправном, работоспособном, недопустимом и аварийном состоянии [1].

Заключительный этап работ – это определение несущей способности исследуемых конструкций. Данная характеристика является определяющей в этапах режимных работ, которые должны соблюдаться и выполняться в строгом соответствии с существующими нормами при проведении технического обследования зданий и сооружений. В 2015 году в Московском метрополитене был введен в эксплуатацию инновационный поезд-лаборатория ГК «Твема» «Синергия-2», в дополнение к поезду «Синергия-1». Отличительная черта данного поезда в том, что в нем применены бесконтактные системы измерения геометрии пути, оборудование, установленное в поезде, позволяет снимать показания с большей точностью. Помимо этого, было также установлено тепловизионное оборудование, которое позволяет вовремя обнаружить протечки в тоннелях и перегревы кабелей.

Эти два поезда обеспечивают потребности в диагностике и мониторинге в Московском метрополитене. Цель работы поезда – это ежедневный мониторинг пути и инфраструктуры тоннелей. Время работы на линиях не менее 4 часов в сутки, в среднем за рабочий день поезд будет проверять 80 км пути. Согласно установленному плану линии метро, необходимо следить за исправностью путей. Эту задачу выполняют диагностические поезда 4 раза в месяц.

Аппаратные комплексы установлены в двух вагонах поезда. Один вагон является дефектоскопом. Он снимает показания геометрии пути и состояние контактного рельса. Пол вагона специально утяжелен бетоном до массы 60 тонн. Это позволяет имитировать нагрузку на рельсы в час пик. В другом вагоне установлено оборудование, которое контролирует внешние габариты и состояние платформ [3].

Литература:

1. Храпов В.Г., Демешко Е.А., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н. Тоннели иметрополитены - М.: Транспорт, 1989. - 383 с.
2. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»
3. Поезд-лаборатория Синергия-2 <https://agtf.ru/archives/3496>

4. Косицын С.Б., Зайцев А.А., Сидраков А.А., Акулич В.Ю., Пономарева А.А. Определение влияния строительства перегонного тоннеля метрополитена на инфраструктуру железнодорожного пути с последующим геодезическим мониторингом // Международная выставка-конференция «Интерметро-2019» в Сборнике трудов «Перспективы развития метрополитенов в условиях интенсивного внедрения новых технологий. Инфраструктура и подвижной состав метрополитена» под общей редакцией Шепитько Т.В, Сидракова А.А. - М.: МИИТ, 2019, С.6-15

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ МОСТОВ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

*Магомедов Мухтар Магомедович, бакалавр 4-го курса
кафедры «Транспортное строительство»
Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А., г. Саратов
(Научный руководитель – Овчинников И.Г., д-р. техн. наук, профессор)*

Автомобильные дороги являются важнейшим элементом транспортной инфраструктуры, который соединяет между собой населенные пункты, промышленные здания и сооружения, и т.д. На своем пути они пересекают различные препятствия: реки, озера, ущелья, овраги, железные и автомобильные дороги, промышленные объекты и т.п. И одним из эффективных методов преодоления этих препятствий являются устройство мостовых сооружений.

Мостовые сооружения являются сложными и дорогостоящими объектами транспортной инфраструктуры и проектирование их - это ответственный и трудный процесс. И одной из особых зон проектирования является горная местность, где сочетаются сложные геологические, гидрологические и сейсмические условия.

В Российской Федерации насчитывается множество крупных горных систем. Все горные области занимают порядка 30% территории России. Западная часть страны, в основном, равнинная, а восточная – усеяна горными системами. Среди горных систем России выделяют Кавказ, Крымские горы, Уральские горы, Алтай, Верхоянский хребет, Западный и Восточный Саяны, Сихотэ-Алинь и другие.

При проектировании горных мостовых сооружений приходится учитывать все особенности местности и уделять должное внимание повышению качества сооружений, т.к. аварии мостовых сооружений порою становятся причиной блокирования доступа к нескольким десяткам населенных пунктов горной местности, гибели людей и т.д.[1,2].

Транспортные сооружения в равнинных условиях односторонне влияют на окружающую среду, т.к. отрицательное воздействие исходит только от них. В горных условиях, наоборот происходит отрицательное влияние от окружающей среды на дорожно – транспортный комплекс в виде камнепадов, лавин, обвалов и оползней [3].

В горной местности применяют следующие типы мостовых сооружений: мосты, полумосты, эстакады и балконы.

Рассмотрим существующие конструктивные схемы мостов через призму целесообразности их применения в горной местности. В настоящее время существуют следующие конструктивные схемы мостов: балочно-разрезные, балочно-неразрезные, балочно-консольные (в редких случаях), арочные, рамные, вантовые и висячие.

Балочно-разрезные мосты имеют следующие преимущества: отсутствие дополнительных усилий из-за возможной осадки опор вследствие их статической определимости, малые температурные перемещения концов пролетных строений. Но данная схема имеет и большие недостатки: перекрытие небольших пролетов; неизбежная несимметричная передача усилий с пролетных строений на опоры; некомфортная езда и эксплуатация из-за бóльшего количества деформационных швов, чем в неразрезных. При перекрытии глубоких и широких ущелий балочно-разрезные мосты не имеют заметных преимуществ, т.к. разбивка на большое количество пролетов и необходимость устройства большого количества высоких опор, усиленных арматурой для восприятия усилий от внецентренного сжатия, требует большого расхода материала. Зоны горной местности с повышенной обвальностью и лавинностью требуют сооружения мостов с большим подмостовым габаритом, чего не позволяют разрезные мосты.

Балочно-неразрезные мосты имеют следующие преимущества: возможность перекрытия больших пролетов, значительная разгрузка усилий из-за объединения нескольких пролетов в одну ветвь, центральная передача усилий с пролетных строений на опоры, значительно уменьшается количество деформационных швов, вследствие чего улучшается комфортность езды по мосту. Из-за разгрузки усилий и их центральной передачи на опоры значительно увеличивается экономичность балочно-неразрезных мостов. Но и эти мосты не лишены недостатков, к числу которых относятся большие температурные перемещения концов неразрезной ветви, возникновение дополнительных и опасных усилий из-за возможной осадки опор, что требует прочных грунтов. Но скальные горные породы по своей природе имеют высокие физико-механические характеристики, поэтому неразрезные мосты применительно к горной местности находят широкое применение (Рис.1).

Балочно-консольные мосты по своей работе близки к неразрезным, но возможная осадка опор не влияет на внутренние усилия. Могут применяться подвесные балки, которые опираются на консольные элементы мостов. На консольных частях возникают только отрицательные изгибающие моменты, а на подвесных – положительные. Это упрощает схему армирования пролетных строений балочно-консольных мостов. Но данная система не получила широкого распространения из-за трудностей ее эксплуатации и из-за сложного узла

соединения консольной и подвесной частей моста. Необходимость применения балочно-консольных мостов была вызвана несовершенными конструкциями фундаментов, которые при слабых грунтах допускали осадку. На сегодняшний день, когда освоена технология возведения надежных фундаментов, балочно-консольные мосты не находят своего бывшего применения.



Рисунок 1 – Мост через перевал Бреннер

Источник: <https://vk.com/@mirinteresennet-europabruce-bridge-most-evropy-pereval-brenner>

Арочные мосты относятся к распорным системам, которые при воздействии вертикальных нагрузок передают на основание вертикальные и горизонтальные усилия. Преимуществами данных мостов является возможность перекрытия весьма больших пролетов (до 500 м), работа арок в основном, на сжатие, что позволяет использовать бетон высокой прочности. По эстетическим характеристикам арочные мосты превалируют над балочными, но их конструкции сложны, а опоры массивны. В горной местности арочные мосты находят широкое применение, т.к. обеспечивается необходимая прочность грунтов под массивные фундаменты арочных пьедесталов; арочные мосты легче вписывать в рельеф.

По расположению проезжей части относительно арки различают мосты с ездой поверху, посередине и понизу. В горной местности с точки зрения экономии выгодны мосты с ездой поверху, т.к. длина арки в этом случае наименьшая по сравнению с аркой мостов с ездой посередине и понизу вследствие сужения расстояния между пятами арки (Рис. 2).

Рамные мосты отличаются от балочных тем, что опоры и ригели соединяются жестко, вследствие чего опора воспринимает не только вертикальные усилия, но и значительные изгибающие моменты. Аналогично с

балочными и в рамных мостах могут использоваться консольные и подвесные части.



Рисунок 2 – Арочный мост с ездой поверху
Источник: <http://fotokto.ru/photo/view/4430970.html>

Применяют рамные мосты с вертикальными или наклонными опорами (последние носят название «бегущая лань»). «Бегущая лань» целесообразна в горной местности, т.к. увеличивается подмостовой габарит, длина наклонных опор по сравнению с вертикальными значительно уменьшается при перекрытии широких и глубоких ущелий (Рис.3).

Вантовые и висячие мосты применяют при перекрытии больших (150-500м) и очень больших пролетов (более 500 м) и они целесообразны в горной местности. Данные системы мостов требуют очень прочных грунтов оснований, что полностью обеспечивается скальными породами; их можно разместить ближе к вершинам горных массивов, а в некоторых случаях и над вершинами, что значительно сокращает время по преодолению препятствия (рис.4). Только устройством этих мостов на некоторых участках горных дорог значительно могут увеличиться экономические показатели. Конструкции вантовых мостов по сравнению с конструкциями висячих мостов более легкие, но они хуже сопротивляются аэродинамическим нагрузкам, а также перекрывают меньшие пролеты, чем висячие [1].



Рисунок 3 – Рамный мост типа «Бегущая Лань». Источник:
http://www.highestbridges.com/wiki/index.php%3Ftitle%3DSfalassa_Bridge



Рисунок 4 – Рис.4. Висячий мост через каньон Пули. Источник:
http://www.highestbridges.com/wiki/index.php%3Ftitle%3DSfalassa_Bridge

В горной местности повсеместное распространение получили мосты из железобетона, металла и из каменной кладки. Металлические мосты

перекрывают большие пролеты, чем железобетонные, а каменные мосты применяли только при сооружении арочных мостов, т.к. камень работает только на сжатие. Но одной из эффективных и перспективных конструкций для мостов является трубобетон, представляющий собой бетон, заключенный в металлическую трубу круглого или более сложного поперечного сечения. В таких условиях бетон работает на трехосное сжатие, вследствие чего его несущая способность повышается до 50-60%. Данное обстоятельство повышает экономичность трубобетона по сравнению с железобетонными или металлическими конструкциями. В Китае трубобетон используют для перекрытия широких горных ущелий и одним из выдающихся примеров тому является мост через реку Чжинцзинхэ с основным пролетом 430м (Рис. 5) [4].



Рисунок 5 – Арочный мост Чжинцзинхэ пролетом 430 м с трубобетонными арками
Источник: <http://10mosttoday.com/10-highest-bridges-in-the-world/>

Эстакады вдоль склонов имеют преимущества по сравнению с насыпями при возвышении пролетных строений над склоном на 20-25 м и более. В этом случае значительно сокращаются объемы земляных работ, не нарушается устойчивость грунтового массива. Кроме того, эстакады сохраняют ценные земельные угодья, улучшают видимость и обзорность, повышают эстетику горной дороги.

В местности с повышенной скальной обвальностью размеры подмостового габарита увеличивают, в связи с чем в местах наиболее вероятного движения каменных или снежных масс промежуточные опоры не устраивают или, в крайнем случае, защищают их камнеотбойными бетонными или железобетонными стенами с амортизирующей отсыпкой и проверяют расчетом на ожидаемые динамические воздействия.

При наличии по трассе дороги частых и крутых поворотов эстакады проектируют, как правило, криволинейными в плане и профиле в соответствии с топографическими условиями горной местности (рис. 6). Иногда устраивают две эстакады, каждая под одностороннее движение, располагая их в одном или разных уровнях.

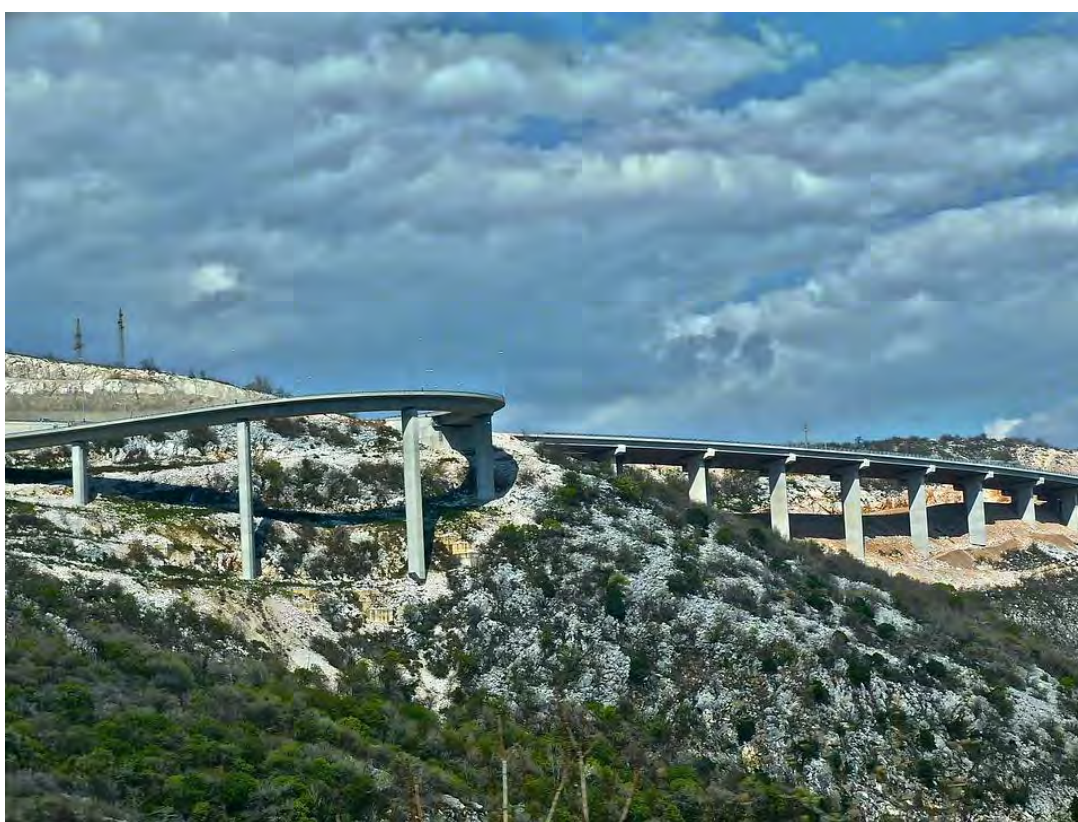


Рисунок 6 – Криволинейная эстакада вдоль горного склона. Источник: <https://pixabay.com/ru/photos/мост-дороги-горных-эстакады-692910/>

Схема разбивки эстакады на пролеты определяется прежде всего свойствами грунтов в основании опор. Получили распространение эстакады с разрезными и неразрезными балочными или рамно-консольными пролетными строениями из ребристых или коробчатых балок постоянной или переменной высоты, а также каменные эстакады с арочными пролетами.

Полумосты возводят на отдельных труднодоступных участках трассы во избежание нарушения устойчивости крутых склонов. Устройством широкой врезки располагают их на горном склоне так, что проезжая часть дороги

полностью или частично размещается на несущей конструкции полумоста. В первом случае между конструкцией полумоста и горным склоном остается зазор, а при частичном размещении проезжей части на полумосту пролетное строение опирается одной стороной на берму, устроенную в горном склоне. Между конструкцией полумоста и косогором устраивают деформационный шов (рис. 7).



Рисунок 7 – Общий вид полумоста. Источник: <https://www.drive2.ru/b/3262852/>

На существующих горных дорогах большинство полумостов являются арочными из каменной кладки или монолитного бетона. В последнее время получили распространение полумосты из железобетона в виде ребристых или коробчатых балок и плит, опирающихся на Г-образные рамы или на массивные бетонные опоры. В случае необходимости опоры полумостов могут быть закреплены скальными анкерами значительной длины. Полумосты целесообразны в той зоне горной местности, где отсутствуют сильные камнепады, лавины, обвалы скал.

В горных местностях с крутыми обрывами, когда устройство опор полумостов крайне затруднено, применяют балконы, представляющие собой заанкеренные в горном склоне консоли, на которых частично или полностью располагается проезжая часть дороги.

Применение балконов целесообразно при прочных и устойчивых скальных грунтах, в которые должны быть заанкерены консольные выступы. В практике строительства горных дорог применяют балконы преимущественно из сборного и сборно-монолитного железобетона. Возможно применение консолей из металлического прокатного профиля (Рис.8).



Рисунок 8 – Вид балкона с металлическими консолями, заделанными в скалу
Источник: <http://kirill-anya.ru/2015/caucasus/05.html>

Сборные конструкции могут состоять из ребристых консольных балок, вылет которых в зависимости от уступа в горном склоне составляет 0,75-2,0 м. Опорный участок корытообразного профиля длиной 1,5-3 м заделывают в скалу для предотвращения опрокидывания консольной части балкона.

На оползневых горных склонах, стабилизация которых вызывает значительные трудности, возможно устройство балконов, заанкеренных в буронабивные сваи, заглубленные ниже плоскости скольжения в коренные устойчивые грунты.

Консольные части балконов перекрывают железобетонными плитами, на которые опираются проезжая часть и тротуар.

Литература:

1. Инженерные сооружения в транспортном строительстве. В 2кн. Кн. 1 / П. М. Саламахин [и др.] ; под ред. П. М. Саламахина. – 3-е изд., испр. – М. : Академия, 2014. – 352 с
2. Кортиев Л.И., Кортиев А.Л. Особенности взаимодействия дорожно-транспортного комплекса и природной среды в горных условиях и оценка риска природного и техногенного характера при чрезвычайных ситуациях // Вестник ВГТУ, т.5, №3, 2015. – С. 1-7.
3. Николов В.А., Кортиев А.Л. Проблемы безопасности движения на горных дорогах. // Innovative development of science and education : Abstracts of III International Scientific and Practical Conference, Athens, Greece, 2009. – С. 196-201

4. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 1. Опыт применения трубобетона с металлической оболочкой // Интернет-журнал «Науковедение» №, 2015. – С. 1-20

АКСЕССУАРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

*Нанаджанов Джавад Рагифович, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и транспортные тоннели»*

*Саратовский государственный технический университет, г. Саратов
(Научный руководитель – Овчинников И.Г., д-р. техн. наук, профессор)*

Введение

Все искусственные транспортные сооружения подвергаются нагрузкам (динамическим и статическим). Самыми опасными нагрузками для мостов разных типов (балочных, арочных, вантовых, висячих и др.) являются динамические нагрузки. Динамические нагрузки возникают от ветровых нагрузок, от проезда автомобилей по деформационным швам, дефектам дорожного покрытия, от прохода большой пешеходной нагрузки, от ледовой нагрузки, температурные нагрузки - возникающие в самих элементах мостов и др. Из-за влияния данных факторов в конструкциях сооружений появляются разрушения, но самое главное, появляются дефекты, которые мешают плавному проезду автомобилей. Поэтому для обеспечения правильной эксплуатации искусственно сооружения устраиваются опорные части пролетного строения, деформационные швы, демпферы и другие элементы. К сожалению, в России малое значение придают опорным частям, деформационным швам и демпферам это еще сохранилось с Советских времен, но по моему мнению данные элементы являются одними из самых важных элементов в больше всех проблем возникает с деформационными швами. Зачастую деформационные швы протекают, их разрывает при низких температурах, отрываются и проваливаются в деформационный зазор отдельные элементы этих конструкций. При проезде по ним слышен грохот, а пассажиров транспортного средства ощутимо подбрасывает.

Повреждение деформационного шва приводит к немедленному попаданию агрессивных вод с проезжей части опорные части, пролетное строение, опоры. После этого деградация пролетных строений нарастает лавинообразно. С опорными частями такая же ситуация. Опорные части служат для правильного изменения длины, поворота, изгиба пролетного строения в результате внешних факторов, основным фактором являются температурные изменения. Из-за плохих либо неправильно установленных опорных частей уменьшается срок

службы пролетного строения мостов в результате появления лишних напряжений.

Приведенные выше сведения вполне достаточны для того, чтобы начать очень аккуратно относиться ко всем данным аспектам

Кинематическое воздействие

Под кинематическим воздействием понимается явление, при котором колебание конструкций не вызывается действием динамической силы, а передается через ее упругое закрепление. Типичным примером такого колебания служит передача воздействия через колебания фундамента или основания, на котором расположена конструкция. Колебания фундаментов могут быть вызваны различными причинами. Сюда относятся колебания от работы станков, копров, проходящего транспорта. К кинематическим относится и сейсмическое воздействие, вызываемое землетрясением. Отличие состоит в характере воздействия.

Виды кинематического воздействия:

-Неравномерные деформации основания;

-Усадка и ползучесть материала;

Для предотвращения всех внешних воздействий сооружаются:

1. Устройство деформационных швов;
2. Устройство опорных частей;
3. Устройство демпфирующих устройств.

Деформационные швы

Мостовые сооружения необходимы для преодоления разных видов препятствий, которые мешают проходу пешеходов, проезду автомобилей и др. не могут быть построены без разрывов несущих элементов по их длине т.к. они изменяют свою длину под влиянием окружающей среды.

Поначалу мосты строились из камня и дерева. Температурные расширения в данных типах мостов не были велики поэтому это не сильно влияло на надежность данных мостов. Другие внешние воздействия, такие как давление ветра и подвижная нагрузка временного характера также не могли вызывать возникновение заметных деформаций и перемещений конструкций. Но с увеличением длины пролетных строений, благодаря применения новых материалов строительства (металл, железобетон), оказалось, что конструкции мостовых сооружений не могут воспринимать усилия, которые возникают в пролетных строениях, из-за изменения их температуры, если концы пролетных строений не имели возможности свободно перемещаться. Это способствовало применению деформационных швов то есть разрывов несущих конструкций.

Несущие конструкции в свою очередь стали устанавливать на опорные части, позволяющие свободно перемещаться пролетным строениям.

Задача деформационных швов было обеспечение безопасного, комфортного и беспрепятственного движения транспортных средств и пешеходов по мостовому полотну над деформационными зазорами.

Деформационные швы являются самыми важными элементами в мостах. Рассмотрим классификацию деф. Швов.

Классификация деформационных швов

Названия типов деформационных швов характеризуют устоявшиеся конструктивные решения, применяемые при создании деформационных швов. На современном этапе применяется относительно небольшое количество наиболее удачных конструктивных решений, которые и дают возможность классифицировать деформационные швы на 5 основных категорий (рис. 1-5):

- 1) деформационные швы закрытого типа;
- 2) щебеночно-мастичные деформационные швы;
- 3) деформационные швы заполненного типа;
- 4) деформационные швы перекрытого типа;
- 5) деформационные швы с упругим компенсатором.

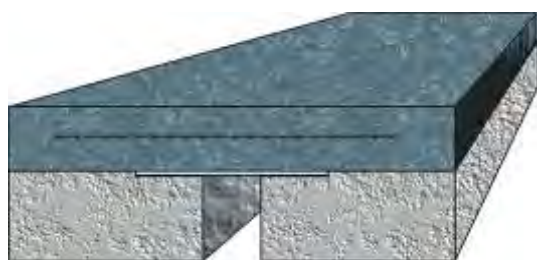


Рисунок 1 – Деформационный шов закрытого типа

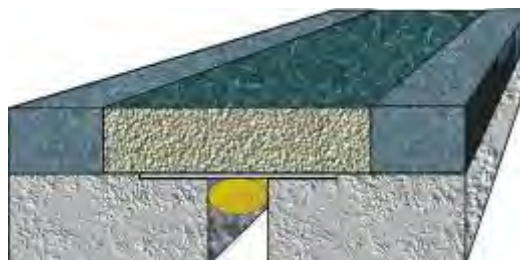


Рисунок 2 – Щебеночно-мастичный деформационный шов

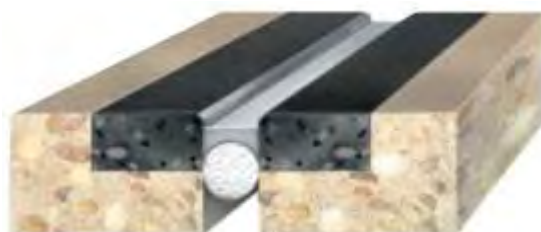


Рисунок 3 – Деформационный шов заполненного типа

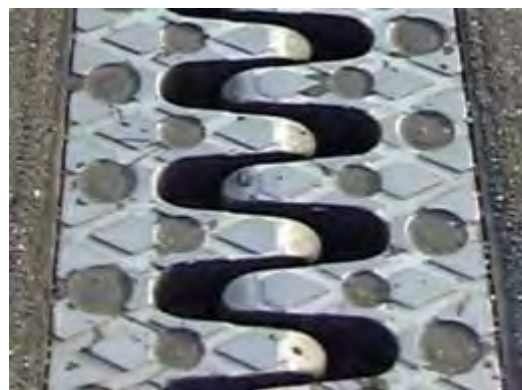
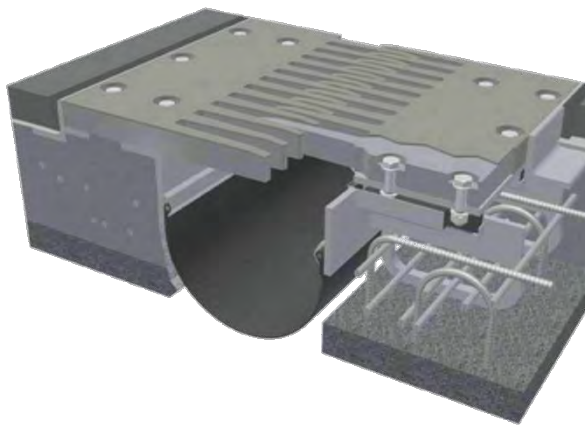


Рисунок 4 – Деформационные швы перекрытого типа

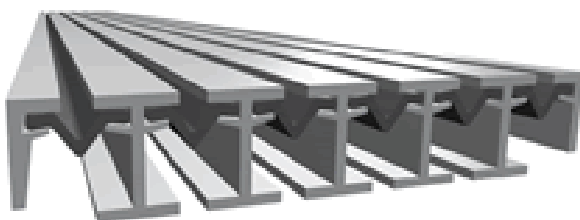


Рисунок 5 – Деформационные швы с упругими компенсаторами

Опорные части

Опорные части самые необходимые элементы мостовых сооружений. Благодаря опорным частям основные элементы моста: пролетное строение, подходы к мосту работают в расчетных условиях. Раньше зачастую применялись стальные опорные части. Однако, современные конструкции и технологии, а также использование новых материалов с улучшенными по сравнению с использовавшимися физико-механическими свойствами привели к разработке абсолютно новых, отличающихся от своих «предшественников» по габаритам, конструкций опорных частей. Также эти конструкции стали менее материалоемкие.

Целью данного пункта является освещение комплекса вопросов, связанных с назначением и особенностями работы опорных частей.

Опорные части – это конструктивные элементы мостового сооружения, которые передают всю нагрузку с пролетного строения на опорные части моста, а также обеспечивают необходимый поворот, деформацию, то есть перемещения опорных сечений пролетных строений.

Классификация опорных частей

Таблица 1 – Классификация опорных частей по конструктивным особенностям

Опорные части															
Неподвижные					Подвижные										
					Качения			Скольжения				Деформирующиеся			
					Катковые										
Плоские	Тангенциальные	Балансирные	Стаканные	С шаровым сегментом	Однокатковые	Валковые	Многокатковые	Секторные	Плоские	Тангенциальные	Тангенциальные комбинированные		Стаканные	С шаровым сегментом	Резинометаллические (РОМ)

Современные конструкции опорных частей

Как известно, сфера мостостроения на сегодняшний день стремительно развивается. Большой вклад в это развитие, а именно: в усовершенствование технологических процессов, в создание абсолютно новых либо видоизмененных конструкций - внесли зарубежные организации, такие как «MAURER», «Mageba», «Freyssinet» и другие. Поэтому, в данном пункте я рассмотрел основные конструкции опорных частей, разработанных зарубежной организацией «Mageba», которые используются в настоящее время на мостовых сооружениях по всему миру.



Рисунок 6 – Конструкция сферической опорной части тип KE
 Источник: <https://www.mageba-russia.ru>

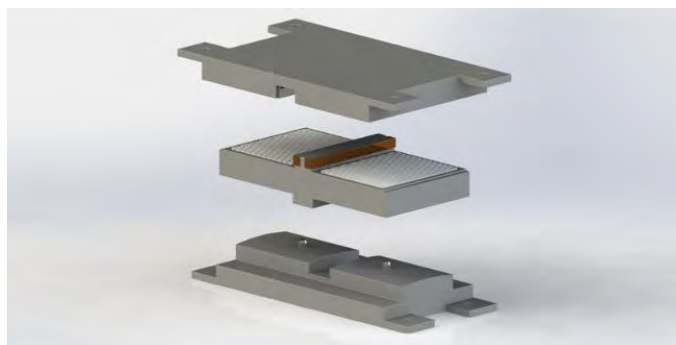


Рисунок 7 – Вертикальный разрез тангенциальной опорной части LGe с возможностью работы на отрыв
Источник: <https://www.mageba-russia.ru>

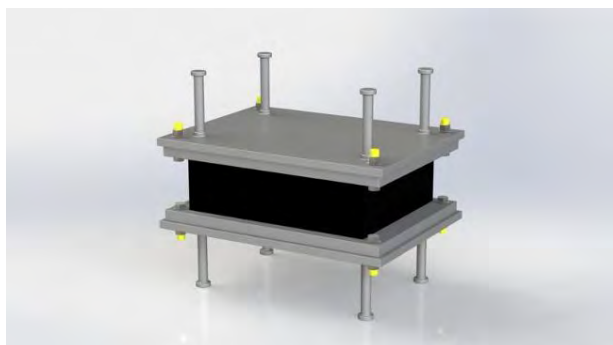


Рисунок 8 – Опорная часть NBf с анкерными пластинами с гибкими упорами
Источник: <https://www.mageba-russia.ru>



Рисунок 9 – Собранный сдвиговой упор Reston-Force на заводе
Источник: <https://www.mageba-russia.ru>

Демпфирующие устройства

Демпферы – конструктивные элементы, которые непрерывно уменьшают энергию, передающуюся на пролетное строение, вантаы и другие элементы моста в результате воздействия внешних факторов (например: ветер, землетрясение и

т.д.), в итоге обезопасивая от повреждений из-за горизонтального ускорения и скачков движения. На данный момент доступны различные виды демпфирующих устройств.

На примере компаний-производителей «MAURER» и «MAGEBA», находящихся на «передовой» научного прогресса в области защиты мостовых сооружений от сейсмических воздействий, рассмотрим несколько вариантов.



Рисунок 10 – стальной демпфер MRSD с центрированием в двух направлениях

Источник: <https://www.maurer.eu/de/produkte/dehnfugen/dehnfugen-fuer-strassenbruecken/index.html>]



Рисунок 11 – Стальной гидравлический демпфер RESTON®SA

Источник: <https://www.mageba-group.com/ru/ru/1026/Buildings/Seismic-devices/LASTO-HDRB/Detail.htm>]

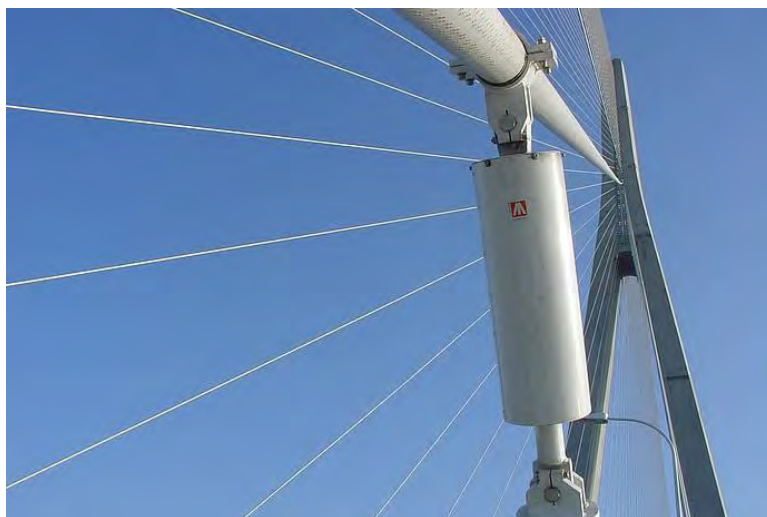


Рисунок 12 – Канатный демпфер MAURER

Источник: <https://www.maurer.eu/de/produkte/dehnfugen/dehnfugen-fuer-strassenbruecken/index.html>]

Преимущества:

- Малое время реакции;
- Высокая эффективность;

Недостатки:

- Большая стоимость;
- Необходимость использования нелинейных моделей при расчетах.

Заключение

Необходимо уделять большое внимание вопросу проектирования данных аспектов, потому что большое кол-во мостов начинают преждевременно выходить из строя в связи с неправильно подобранными опорными частями, деформационными швами, демпферами (если они нужны).

На этапе проектирования моста не стоит экономить на затронутых аспектах, потому что использовав менее затратный элементы, мы тем самым удорожаем эксплуатацию данного сооружения, т.к. в стыках деформационных швов образуются трещины, деформационные швы плохого качества пропускают воды тем самым запуская коррозионные явления внутри самого моста, деформационные швы, опорные части неправильно подобранные не дают пролетному строению изменять свою длину, поворачиваться в полном объеме. Демпферы же в свою очередь гасят большую часть динамических нагрузок тем самым обезопасивают мост от неблагоприятных динамических нагрузок. На рынке представлено много вариантов систем, но можно выделить лидирующий по качеству представителей: Maurer, Mageba .

Я отдаю свое предпочтение решениям от Maurer, Mageba, потому что сооружения на которых использовались решения от данных компаний отлично

служат на протяжении большого промежутка времени, отлично работая в любых экстремальных условиях и др.

Также, необходимо знать, что применение любых способов защиты мостовых сооружений от внешних воздействий должны отталкиваться:

- От данных о геологии строительной площадки;
- Расчётов на сейсмические воздействия (при расположении объекта в сейсмически активном регионе строительства);
- Нормативных документов, инструкции использования демпфирующих устройств
- В обязательном порядке после проведения испытаний.

Литература:

1. Свод правил: СП 35.13330.2011 – Мосты и трубы [Текст]: нормативно-технический материал.- Москва: ОАО «ЦНИИС», 2011. – 29 с.
2. Ефанов А.В., Овчинников И.Г., Шестериков В.И., Макаров В.Н.. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы: (учебное пособие). Саратов: СГТУ, 2005. – 174 с.
3. Ramberger G. Structural bearings and expansion joints for bridges. Structural Engineering Documents 6 / G. Ramberger. – Switzerland, Zurich: IABSE, 2002. – P. 51-89.
4. BD 33/94. Expansion joints for use in highway bridge decks / The Highways Agency. – Great Britain, London, 1994. – 18 p.
5. Köster W. The functioning and operation of the modern modular expansion joint system / W. Köster, S. Brown // Rep. on Third World Congress on Joints and Bearings, Toronto, Canada, Oct. – Nov., 1991. – Электронный ресурс: <http://www.techstar-inc.com/artman/uploads/t1030402.pdf>, 2005. – 15 p.
6. Performance testing for modular bridge joint systems. NCHRP report 467 / R.J. Dexter, M.J. Mutziger, C.B. Osberg; University of Minnesota. – Washington, D.C.: National Academy Press, 2002. – 92 p.
7. MAURER: сайт. – URL: <https://www.maurer.eu/ru/index.html> (дата обращения 12.05.2020). - Текст: электронный.
8. Mageba: сайт. – URL: <https://www.mageba-group.com/ru/ru/> (дата обращения 15.05.2020). – Текст: электронный
9. MAURER деформационные швы: Руководство по применению, монтажу и эксплуатации: Санкт-Петербург: ООО «Маурер Системс», 2009. – 21 с.
10. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Овчинников И.И., Ефанов А.В., Старовойтов Г.В. Деформационные швы: перемещения от температур концов пролетных строений//Мир дорог, март 2009, №40, с.28- 29.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИИ

*Манасарьян Кирилл Сергеевич, студент 3-го курса специалитета
кафедры «Автомобильных дорог, мостов и тоннелей»
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Санкт-Петербург
(Научный руководитель – Корныльев Е.Н., канд. техн. наук, доцент)*

Для мостового строительства в последние десятилетия наблюдается общемировая тенденция к замещению традиционных материалов новыми, обусловленная, как правило, тремя группами причин:

Функциональными – изменение нормативных требований к физико-механическим свойствам конструкций мостовых сооружений ввиду увеличения транспортных потоков, тоннажа грузоперевозок, осевых нагрузок.

Рекреационными – связаны с неэффективностью традиционных методов защиты современных и реставрации изношенных конструкций;

Ресурсными – истощаемость запасов природных ресурсов, и возросший на фоне глобальных экологических проблем интерес к эко-материалам ;

Возросший интерес у инженеров-исследователей вызывают материалы на основе высокомолекулярных органических или комплексных неорганических соединений, к которым, в частности, относятся пластики на волокнистых полимерах, фибробетон и стекло.

Пластики на волокнистых полимерах. Композитные материалы составлены из нитяной матрицы, выполняющую армирующую роль и заключенную в эпоксидную или каучуковую оболочку, придающую связность и жёсткость основе. Сферами применения волокнистых пластполимеров являлись авиа-, судо-, автомобилестроение , а с начала 90-х годов прошлого столетия началось их внедрение в мировую практику производства частично- и цельнокомпозитных мостовых сооружений и конструкций.

Согласно источникам к 2019 г. в мире насчитывалось 355 композитных мостовых сооружений, в том числе малых и пешеходных мостов, надземных переходов: например, в России только 20 конструкций к общему числу в 72500, что составляет не более 0.03%, когда как в Соединённых Штатах Америки – 252 к 617000 (0,15%) [1].

Сырьевую основу для волокнистых полимеров составляют: стеклопластики (расплавленные при температурах 1000-1800 С° карбонатные

или силикатные породы, [2]), углепластик (модификации углеродистых соединений), кевлар (полиамидные цепочки), базальтовое волокно (стекловолокно на основе базальтовых пород, [3]). Технологии формования волокнистых пластмасс также обширны: ручные по типу распыления (spray-up) и жидкой формовке (lay-up) в специальных опалубках, а также автоматизированные, как вакуумная инфузия («вытяжка» по типу веретена) и пултрузия (склеивание и профилирование на едином станке)

Фибробетон. Полимерный тип бетона, в состав которого введена равномерно распределённая стружка (фибра) из стальных, полимерных (пенополистирол, пропилен) и натуральных (базальт, целлюлоза, растительные волокна) материалов. Основные функции такого заполнителя – армирование конструкций на молекулярном уровне и придание специальных свойств.

Классифицируют фибробетон на обычный (международное наименование – FRPC) и сверхвысокопрочный (UHPC), основными отличиями между которыми является количество вводимой фибры, – до 1% и до 3% от общей массы соответственно, – и степень упрочнения и адгезии микроарматуры с телом бетона. [4]

Технология введения волокон для укрепления стройматериалов по историческим данным известна с Вавилонской эпохи, когда в тела кирпичных блоков добавляли конский волос или овощные волокна. Но масштабно фибробетон применяли лишь с 60-х годов прошлого столетия. Точное количество фибробетонных мостовых сооружений в мире неоднозначно: считается, что в среднем из 5500-5600 бетонных мостовых сооружений для тридцати в большей или меньшей степени применён фибробетон ($\approx 0,55\%$)

Стекло. Из считающегося непригодным для мостостроения стекла, на самом деле, возможно изготовить плиты пролётных строений и даже малые фермы, о чём свидетельствуют европейские научные разработки и китайские строительные достижения в возведении стеклянных мостовых сооружений, по независимым оценкам общее число которых достигает 2300. [5] Самыми известными являются висячие мосты Чжанцзяцзё с пролётом в 430 м и возвышающийся над землёй более чем на 250 м и Пиньянь, открытый в 2015 г. и ставший первым большим мостовым сооружением, пролётное строение которого было выполнено из стекла (Рис 1.)



Рисунок 1 – Мост Пиньянь, Китай (Фото: ABC News [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.abc.net.au. Дата доступа: 19.11.2020)

Оценка достоинств и недостатков вышеприведённых материалов для мостостроения приведена в (Табл. 1)

Таблица 1 – Оценка свойств инновационных материалов

Материал	Преимущества	Недостатки
Стекло-волокно	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большие показатели коррозионной стойкости, чем у традиционных ЖБ конструкций 2. Снижение затрат на обслуживание 3. Лёгкий вес 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Слабая устойчивость к ударным нагрузкам 2. Небольшая перекрывающая способность 3. Ограниченность в применения стандартных методов испытания
Фибро-бетон	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большая пластичность при растяжении, чем у обычных бетонов 2. Удобство обращения с бетонной смесью 3. Высокая перекрывающая способность 4. Ускорение производства работ по армированию 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая зависимость стоимости работ от технологического оснащения организации-исполнителя работ 2. Показатели прочности на сжатие не выше, чем у обычных бетонов 3. Ограниченная возможность применения полезных добавок в бетонную смесь
Стекло	<ol style="list-style-type: none"> 1. Абсолютные антикоррозионные показатели . 2. Существенные прочностные показатели на сжатие при должной обработке материала 3. Внешняя привлекательность 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большая стоимость материала и процедур производства, обращения 2. Высочайшая хрупкость 3. Анизотропия материала, повышающая риски растрескивания

Несмотря на положительные свойства вышеописанных материалов, существуют с их массовым внедрением в строительную практику. К таковым относятся: дороговизна исследовательских работ, отсутствие структурированной нормативной документации, необходимость налаживания производственных процессов. Однако, результативность реализованных проектов свидетельствует о движении инженерной мысли в сторону большего

использования в мостостроении передовых разработок из области материаловедения.

Литература:

1. Frederick T. Glass Fibers / Frederick T., Wallenberger, James C. Watson, Hong Li. // ASM Handbook: Vol.21.– US: ASM International, 2001.– P 29-31
2. Robert Sonnenschein. FRP Composites and their Using in the Construction of Bridges / Robert Sonnenschein, Ivan Holly, Katarina Gajdosova // State University of Technology , Bratislava, Slovakia.– Czech Republic: WMCAUS, 2016 Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/309268786_FRP_Composites_and_their_Using_in_the_Construction_of_Bridges.– Date of access: 08.05.2020.
3. Why are there so few bridges in Russia? [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.rbth.com/business/2016/05/31/why-are-there-so-few-bridges-in-russia_598937.– Дата доступа: 19.11.2020
4. Ойген Брювилер. Улучшение прочностных и эксплуатационных характеристик мостовых конструкций с использованием сверхвысокопрочного фибробетона // Журнал «Дорожная держава».– СПб: Отраслевая медиа-корпорация «Держава», 2020.– №95, 2020 – С. 53-54, 59;
5. Top 10 Glass Bridges in China [Electronic resource].– Mode of access: <https://www.travelsr.com/china/glass-bridges.php>.– Date of access: 19.11.2020.

УСИЛЕНИЕ МОЩНОСТИ 19-КИЛОМЕТРОВОГО ТОННЕЛЯ ПРИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИИ ТРАНЗИТНЫХ ГРУЗОПОТОКОВ МЕЖДУ КИТАЕМ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮЖНОЙ АЗИЕЙ

*Саидов Абдоржон Анварович, магистрант 2-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Мавлонов Мансур Одилович, магистрант 2-го курса
кафедры «Инженерия железных дорог»*

*Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент
(Научный руководитель – Умаров Х.К., канд. техн. наук, доцент)*

Согласно Постановлению Правительства Республики Узбекистан № ПП-1985 в 2013 году начато строительство железной дороги Ангрен – Пап. Проект был разработан с учетом сложнейших инженерно-топографических условий и в 2016 году железнодорожная линия введена в эксплуатацию. В составе проектной документации имеется большой проект по строительству 19-километрового тоннеля. Проектом предусмотрено не только соединить железной дорогой Ферганскую долину с остальной частью территории Республики Узбекистан, но и обеспечить кратчайшие пути для экономического взаимодействия территорий Западного Китая с Южной Азией. Однако планы по соединению Западного Китая со странами Южной Азии в силу ряда причин откладывались на неопределенное время.

В данный момент решение вопроса о соединении Западного Китая с Южной Азией снова становится актуальным за счет пересмотра причин, по которым было приостановлено соединение этих двух важных территорий. Реализация планов по соединению Западного Китая со странами Южной Азии по линии Ангрен - Пап может привести к значительному росту размеров перевозок. Однако, ситуация с объемами перевозок в первые 5 - 15 лет при условии эксплуатации железнодорожной линии Ангрен - Пап и находящейся в её составе 19-ти километрового тоннеля весьма неопределенна.

Известно, что размер первоначальных инвестиций для строительства железных дорог, сроки проведения последующих реконструктивных мероприятий по усилению мощности линии, а также эксплуатационные расходы в значительной степени зависят от размеров и динамики роста объемов перевозок.

Усиление мощности тоннеля (строительство второго тоннеля), с целью переключения транзитных грузопотоков между Китаем и Центральной и Южной

Азией, требует значительных дополнительных инвестиций и привлечения иностранных специалистов. Кроме того, железная дорога Ангрэн - Пап расположена в горных условиях, что создает большие трудности сооружения в таких условиях 19-ти километрового тоннеля и влечёт большие эксплуатационные расходы. Именно в таких сложнейших условиях требуется анализ неопределенностей и рисков при обосновании усиления мощности железнодорожной линии Ангрэн – Пап с целью переключения транзитных грузопотоков между Китаем и Центральной и Южной Азией и, в частности при оценке усиления мощности 19-километрового тоннеля. Правильная оценка рисков даст возможность экономии строительно-эксплуатационных расходов и повышения конкурентоспособности с альтернативными видами транспорта.

Прогнозный грузопоток по железным дорогам между Китаем и Центральной и Южной Азией для 2020 года – 7,24 млн. тонн, для 2025 года – 8,58 млн. тонн и для 2031 года – 10,72 млн. тон [1].

По проекту на перегоне ст. Сардала – Разъезд 2 предполагается осуществление грузовых перевозок в размере 21 пары поездов в сутки [2]. Очевидно, что усиление мощности перегона ст. Сардала – Разъезд 2 необходимо при переключении транзитных грузопотоков между Китаем и Центральной и Южной Азией. Увеличение мощности перегона ст. Сардала – Разъезд 2 в перспективе, является как сложным, так и дорогостоящим.

Для организации безостановочного скрещения необходим двухпутный участок достаточно большого протяжения (не менее 4-5 км), что требует значительных капиталовложений. Поэтому введение безостановочного скрещения осуществляется, как правило, в качестве этапа усиления мощности однопутной железной дороги по мере увеличения размеров движения. При этом наряду с двухпутными участками, образованными путем удлинения одного из станционных путей, как правило, с целью существенного увеличения пропускной способности линии сооружают двухпутные ставки (Рис. 1).

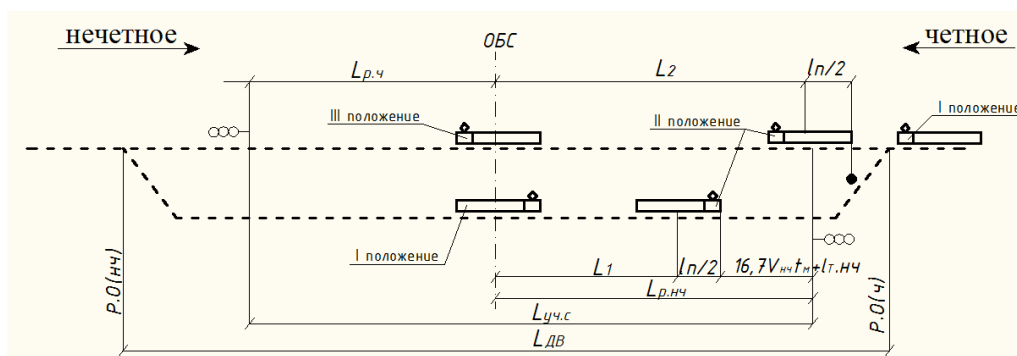


Рисунок 1 – Схема участка безостановочного скрещения поездов на перегоне

Введение безостановочного скрещения поездов позволяет увеличить пропускную способность участка (перегона) в $1,5 \div 1,7$ раза и повысить участковую скорость на $40 \div 60\%$ [3], снизив, тем самым, требуемое количество локомотивов, вагонов, локомотивных бригад и т.д.

Ниже рассматривается аналитический метод определения длины двухпутного участка безостановочного скрещения поездов.

Как видно из рис. 1 при расчете длины участка скрещения ($L_{уч.с}$) фиксируются три положения поездов:

I положение – момент, когда середина нечетного поезда находится на оси безостановочного скрещения (ОБС), а четный еще не вступил на участок скрещения;

II положение – хвост четного поезда за предельным столбиком входной стрелки и не достиг изолирующего стыка, т. е. не освободил перегон. В этот момент голова нечетного поезда должна находиться от выходного сигнала нечетного направления на расстоянии, равное длине тормозного пути $l_{т.нч}$ с учетом дополнительного расстояния ($l_{доп}$), эквивалентного времени, необходимого для установки маршрута и открытия выходного сигнала, т. е. $l_{доп} = 16,7V_{нч} \cdot t_m + l_{т.нч}$; здесь t_m – время подготовки маршрута, $l_{т.нч}$ – длина тормозного пути нечетного поезда (определяется тяговыми расчетами);

III положение – это момент, когда середина четного поезда находится на ОБС.

Из изложенного ясно, что за период времени от I до II положения нечетный поезд проходит расстояние L_1 :

$$L_1 = L_{р.нч} - \left(\frac{t_m}{2} + 16,7V_{нч} \cdot t_m + l_{т.нч} \right), \text{ м} \quad (1)$$

где $V_{нч}$ - скорость движения нечетного поезда от оси безостановочного скрещения до выходного светофора, км/ч; t_m - время формирования маршрута (при автоблокировке составляет $0,2 \div 0,3$ мин); $l_{т.нч}$ - расчетная длина тормозного пути; $V_{нч}$ - скорость движения нечетного поезда от оси безостановочного скрещения до выходного светофора, км/ч; $V_{вх.ч}$ - скорость входа четного поезда на участок ОБС, км/ч.

Затрачиваемое время, мин:

$$t_1 = \frac{L_1}{16,7 \cdot V_{нч}}, \text{ мин} \quad (2)$$

Если обозначить время хода поезда между II и III положениями t_2 , мин, и принять, что предельный столбик входной стрелки и выходной сигнал размещены в одном сечении, то получим:

$$t_2 = \frac{L_2}{16,7 \cdot V_{\text{вх.ч}}} = \frac{L_{\text{р.нч}} - \frac{l_{\text{п}}}{2}}{16,7 \cdot V_{\text{вх.ч}}}, \text{ мин} \quad (3)$$

Сумма (t_1+t_2) , мин, характеризует величину разновременности прибытия поездов:

$$t_{\text{разн}} = t_1 + t_2 = \frac{L_{\text{р.нч}} - (\frac{l_{\text{п}}}{2} + 16,7 \cdot V_{\text{нч}} \cdot t_{\text{м}} + l_{\text{т.нч}})}{16,7 \cdot V_{\text{нч}}} + \frac{L_{\text{р.нч}} - \frac{l_{\text{п}}}{2}}{16,7 \cdot V_{\text{нч}}}, \text{ мин} \quad (4)$$

Решив полученное уравнение в относительно $L_{\text{р.нч}}$, имеем:

$$L_{\text{р.нч}} = \frac{l_{\text{п}}}{2} + \frac{16,7(t_{\text{разн}} + t_{\text{м}})V_{\text{нч}} \cdot V_{\text{вх.ч}} + l_{\text{т.нч}} \cdot V_{\text{вх.ч}}}{V_{\text{нч}} + V_{\text{вх.ч}}}, \text{ м} \quad (5)$$

а $L_{\text{р.ч}}$ определится по формуле (6):

$$L_{\text{р.ч}} = \frac{l_{\text{п}}}{2} + \frac{16,7(t_{\text{разн}} + t_{\text{м}})V_{\text{ч}} \cdot V_{\text{вх.нч}} + l_{\text{т.ч}} \cdot V_{\text{вх.нч}}}{V_{\text{нч}} + V_{\text{вх.ч}}}, \text{ м} \quad (6)$$

Длина участка скрещения (расстояние между выходными сигналами):

$$L_{\text{уч.с}} = L_{\text{р.нч}} + L_{\text{р.ч}}, \text{ м}, \quad (7)$$

а полная длина двухпутной вставки с учетом длин горловин:

$$L_{\text{дв}} = L_{\text{уч.с}} + L_{\text{г}}, \text{ м} \quad (8)$$

где $l_{\text{п}}$ - длина поезда, м; ОБС – ось безостановочного скрещения; L_1 - расстояние между I и II положениями поезда, движущегося в нечетном направлении; L_2 - расстояние между II и III положениями поезда, движущегося в четном направлении; $L_{\text{уч.с}}$ - длина участка безостановочного скрещения поездов четного и нечетного направлений; $L_{\text{дв}}$ - полная длина двухпутной вставки с учетом горловин; РО(нч), РО(ч) – расчетные оси (начало) двухпутного участка нечетного и четного направлений; $L_{\text{р.ч}}$, $L_{\text{р.нч}}$ - расстояние от оси безостановочного скрещения до выходного сигнала в четном и нечетном направлениях.

Ниже представлены предлагаемые мероприятия по усилению интересующего перегона.

Расстояние от оси безостановочного скрещения до выходного сигнала в четном и нечетном направлениях на перегоне ст. Сардала – Разъезд 2 определяется по формулам (5) и (6):

$$L_{p,нч} = \frac{651}{2} + \frac{16,7(3 + 0,2) \cdot 50 \cdot 40 + 1200 \cdot 40}{50 + 40} = 2046,4 \text{ м};$$

$$L_{p,ч} = \frac{651}{2} + \frac{16,7(3 + 0,2) \cdot 40 \cdot 50 + 1200 \cdot 50}{50 + 40} = 2179,7 \text{ м};$$

Длина участка скрещения (расстояние между выходными сигналами) определяется по формуле (7):

$$L_{уч.с} = 2046,4 + 2179,7 = 4226,1 \text{ м}$$

Длина двухпутной вставки с учетом длин горловин на перегоне ст. Сардала – Разъезд 2 определяется по формуле (8).

$$L_{дв} = 4226,1 + 2 \cdot 39,063 = 4304,23 \text{ м}$$

Необходимо уложить второй путь на участке безостановочного скрещения поездов, два стрелочных перевода.

На рис. 2 приведены итоговые результаты по усилению мощности перегона ст. Сардала – Разъезд 2.

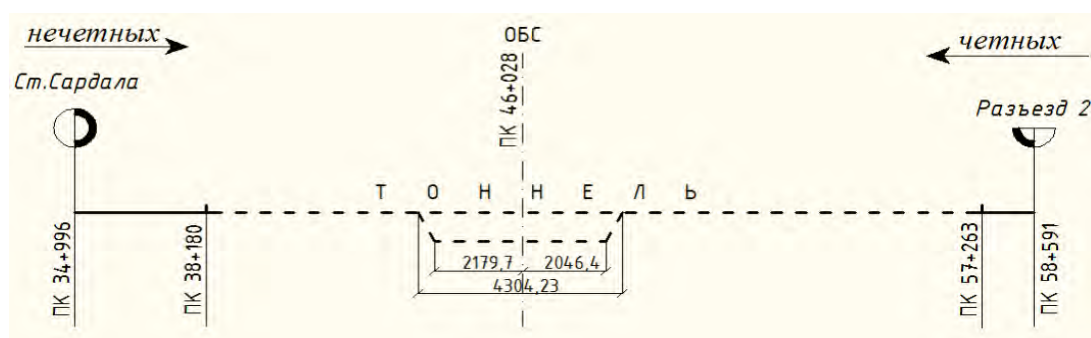


Рисунок 2 – Результаты усиления мощности перегона Сардала – Разъезд 2

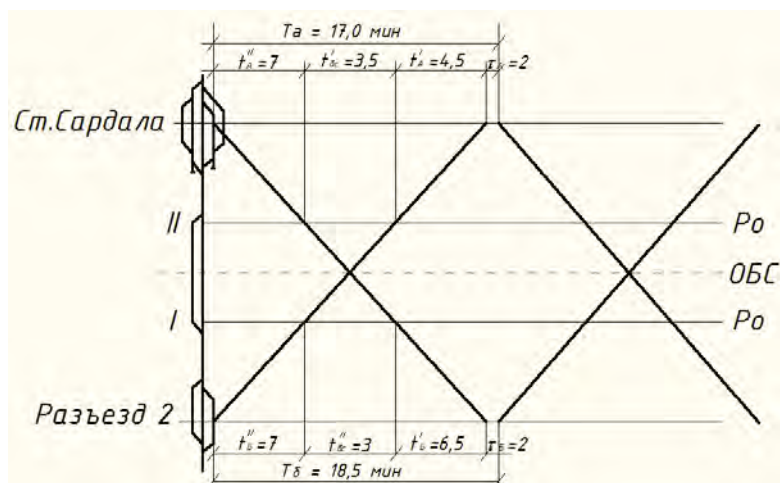


Рисунок 3 – Организация движения поездов при наличии двухпутной вставки на перегоне ст. Сардала – Разъезд 2

Как видно на рис. 3 при наличии на перегоне ст. Сардала – Разъезд 2 двухпутной вставки, позволяющей реализовать безостановочное скрещение поездов, пропускной способностью перегона можно определить по формуле (9):

$$n = \frac{(1440 - t_{\text{ТЕХН}}) \cdot \alpha_{\text{н}}}{T_{\text{А}} + T_{\text{Б}}}, \left(\frac{\text{пар поездов}}{\text{сутки}} \right) \quad (9)$$

$$n = \frac{(1440 - 90) \cdot 0,95}{17,0 + 18,5} = 36 \frac{\text{пар поездов}}{\text{сутки}}$$

где $t_{\text{ТЕХН}}$ – технологическое окно, на основе статических данных $t_{\text{ТЕХН}}$ принимается равным на однопутных линиях 90 мин; $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент надежности, с учетом отказов подвижного состава. В целом коэффициент надежности при расчете наличной пропускной способности принимается на электрифицированных однопутных линиях 0,95; t'_A, t''_A, τ'_{bc} – время хода нечетного и четного поездов между ст. Сардала и двухпутной вставкой и интервал безостановочного скрещения по расчетной оси I, мин; t'_B, t''_B, τ'_{bc} – время хода нечетного и четного поездов между Разъезд 2 и двухпутной вставкой; τ'_{bc}, τ''_{bc} – и интервал безостановочного скрещения по расчетной оси I и II, мин.

Количество грузовых поездов на участках с преимущественным грузовым движением определяется по формуле (10):

$$n_{\text{гр}} = n - n_{\text{пс}} \cdot \varepsilon_{\text{пс}} - n_{\text{сб}}(\varepsilon_{\text{сб}} - 1), \text{ (пар поездов/сутки)} \quad (10)$$

$$n_{\text{гр}} = 36 - 2 \cdot 1,7 - 1 \cdot (1,8 - 1) = 32 \text{ пар поездов/сутки.}$$

где n – пропускная способность участка; ε_{nc} , ε_{cb} – коэффициент съема для пассажирских и сборных грузовых поездов $\varepsilon_{nc} = 1,7$; $\varepsilon_{cb} = 1,8$; n_{nc} , n_{cb} – размеры движения (поездов, пар поездов) различных категорий; пассажирских и сборных поездов $n_{nc} = 2$; $n_{cb} = 1$.

На перегоне ст. Сардала – Разъезд 2 устройство двухпутной вставки позволяет организовать безостановочное скрещение поездов повысить количество грузовых поездов на участках на 11 пар в сутки.

Заключение

Овладение перевозками предполагается на перегоне ст. Сардала – Раз.2 строительством двухпутной вставки. На этом перегоне устройство двухпутных вставок позволяет организовать безостановочное скрещение поездов и тем самым повысить пропускную способность однопутной линии. Мероприятие является наиболее экономичным, так как требует менее значительных капитальных вложений, чем строительство на перегоне второго пути. Если предложенное мероприятие будет выполнено во время реализации основного проекта, это будет экономически выгоднее на 20-25 %, чем рассматриваемый перегон в перспективе.

Литература:

1. Математическая модель по прогнозированию грузопотока Китая и Южной Кореи между Центральной и Южной Азией / Х. К. Умаров, Е. С. Свинцов // Известия. Вестник. Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2015. – Вып. 2 (58). – С. 104-110.
2. Строительство железнодорожной линии Ангрэн - Пап и ее роль в формировании сети железных дорог республики Узбекистан / Х. К. Умаров, Е. С. Свинцов // Известия. Петербургского университета путей сообщения. – 2014. – Вып. 4 (41). – С. 80-86.
3. Железнодорожные станции и узлы / И.Е. Савченко, С.В. Зембликов, И.И. Страковский. – М.: Транспорт, 1973.

ВІМ-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

*Гулик Валерия Юрьевна, магистрант 1-го курса
кафедры «Мостострой-11»*

*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
(Научный руководитель – Овчинников И.И., канд. техн. наук, доцент)*

Ключевым шагом в развитии строительной индустрии стало внедрение ВІМ-технологий или технологий информационного моделирования. Информационное моделирование – это комплексная работа по проектированию, основанная на сборе данных об объекте в единой информационной среде.

ВІМ – это современный подход к управлению сооружением, а именно имитация процессов возведения, оснащения, ремонта, эксплуатации и сноса здания. Данный ресурс позволяет контролировать комплексное проектирование и оперировать процессами на всех стадиях.

Программные комплексы перешли от плоских изображений чертежей к трехмерным моделям, которые включают в себя всю информацию о проекте, систематизируя и анализируя данные. Применение инноваций позволяют сблизить проектирование со строительством и эксплуатацией. Возникновение технологий 3D реальности помогает оптимизировать ход конструирования объекта и эффективно организовать строительный процесс.

Целью исследования является выявление и изучение понятия и сущности ВІМ-технологий, выявление достоинств, выяснение условий ее применимости и перспектив развития в строительной индустрии при проектировании, возведении и управлении.

Применение ВІМ-технологий преимущественно тем, что информационное пространство может использоваться на всех этапах проектирования, включая визуализацию, проверку на наличие пространственных коллизий, автоматизированное компьютерное производство (САМ), планирование этапов строительства, а также исследование и испытание материалов. [1]

Актуальность применения подобных систем заключается в автоматизированном координировании процессов, а смоделированный проект позволяет отслеживать сроки реализации, исключать простои и ошибки в организации производственных процессов. Потребность в новом, усовершенствованном, способе создания проекта обусловлена высокими показателями по экономии средств, сокращенными сроками проектирования,

высокой эффективностью в устранении ошибок и погрешностей при расчетах и проектировании. Модернизация программных комплексов с целью наращивания функциональных возможностей и получения квалифицированной технической документации, является ведущим направлением цифровой экономики страны.

ВМ-технологии основаны на информационной 3D модели, которая может быть использована для проведения испытаний материалов и строительных конструкций, их расчета, составления смет и календарного планирования, определения потребности в материалах и прогнозирования сроков их необходимости, автоматизации и контроля, оперативного доступа к проектной и рабочей документации.[2]

Информационное моделирование внедряют для достижения должных технических требований, с соблюдением сроков и экономией бюджета. Моделируя объект и накладывая происходящие операции, можно упростить и улучшить процессы координации и управления на строительной площадке.

Создание интеллектуальной модели дает возможность сгенерировать множество факторов, влияющих на модель, определять степень их влияния и находить оптимальные конструкторские решения. В процессе эксплуатации и строительства здания так же важно отслеживать техническое состояние конструкций, передавая данные на информационную модель, помогая планировать мероприятия по обслуживанию, вовремя производить усиления, замену и ремонтные работы.

Цифровой подход к возведению зданий обеспечивает поддержку эксплуатационных свойств объекта, за счет управления, прогнозирования и корректировки его функций на протяжении всего жизненного цикла. Совершенствование операций осуществляется за счет контроля за всеми сферами создания, корректируя и изменяя модель своевременно.

Цифровые технологии созданы для ускорения и удобства процесса проектирования и реализации здания, для отслеживания результатов его эксплуатации при помощи датчиков. Виртуальная модель, созданная в единой информационной платформе, содержит в себе базу данных. В ней содержится вся проектная документация, отраженная в свойствах, принадлежащих компонентам модели.

Возведение модели объекта сопровождается конструированием взаимодействующих между собой деталей, которым присваиваются характерные, значимые свойства. Изменение свойств детали ведет к автоматическому изменению всех взаимодействующих с этим компонентом параметров, включая все чертежи, визуализацию, расчеты, спецификации и календарное планирование, что способствует ускорению процесса проектирования.

Цифровая модель, предназначенная для решения различного рода задач, используется таким образом, что каждый участник может внести коррективы и дополнить модель, что позволяет повысить качество проработки и информативность объектной документации.

Объемная система воспроизводит объект таким, каким он должен быть в реальной жизни, включая его физические свойства, геометрические параметры и конструктивные особенности.

Применение BIM-моделирования имеет ряд достоинств:

- Оптимизация процесса строительства;
 - Экономия затрат на строительство;
 - Отслеживание динамики и грамотность производства работ;
 - Сокращение количества ошибок и избавление от коллизий;
 - Согласованность действий между участниками процессов, простота доступа к информации;
 - Сокращение сроков согласования и обратной связи и многое другое
- Однако, повсеместному введению данной технологии препятствует:
- Довольно высокая стоимость программного обеспечения и технического перевооружения;
 - Сложность в освоении программ;
 - Проблема погрешностей в интегрировании между программными комплексами

Моделирование рабочих процессов в виртуальном пространстве упрощает строительство, помогая определить, когда бригада выходит на объект, сколько человек (бригад) должно находиться на определенной захватке, какое количество материалов и машин им необходимо.

Создавая проект в программных комплексах BIM-проектирования, можно избежать повторяющихся действий за счет автоматизированной синхронизации. Например, создавая объемную модель, не нужно отдельно вычерчивать планы, фасады, разрезы, эти операции произведет машина, стоит лишь запросить, при малейшем изменении модели, все остальные виды изменятся аналогично, нет необходимости высчитывать спецификации вручную, необходимо лишь верно задать параметры и программа посчитает всё автоматически, многие функциональные способности программных комплексов сокращают время проектирования и помогают избежать банальных ошибок, которые допускаются по причине человеческого фактора. BIM дают новый толчок в развитии страны и приносят огромные результаты компаниям, использующим данную технологию.

Технологии информационного моделирования поспособствовали внедрению в строительство новшеств, таких как технологии лазерного

сканирования, 3D печать, беспроводные системы мониторинга и предиктивная аналитика.

Переход к BIM-технологиям является основным показателем продуктивности и мобильности компании. Однако, для освоения программ требуется обучение высококвалифицированными специалистами, которые будут погружать участников компании в тонкости эксплуатации.

Таким образом, результатом BIM-проектирования является не столько модель, сколько проект в целом, с заданными и полученными параметрами, готовой документацией и расчетами. Данный метод ведения строительного процесса имеет множество достоинств, что повышает его актуальность на международной арене. Технология BIM-моделирования является прогрессивной тенденцией новейшего строительства. Данная тема отвечает современным требованиям развития науки и экономики, а также поддерживается и стимулируется правительством.

Совершенствование BIM-технологий определяет качество выпускаемой продукции. Множественные преимущества BIM-технологий и способствуют становлению строительной индустрии на путь модернизации, повышая ее конкурентоспособность.

Литература:

1. История оптимизации. Влияние BIM на современное проектирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://softculture.cc/blog/entries/articles/vliyanie-bim-na-sovremennoe-proektirovanie> – Дата доступа: 07.12.2020
2. Применение IT-технологий в строительстве [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32308404> – Дата доступа: 07.12.2020

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМОКАРКАСНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ РАБОТ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Кугаевский Никита Максимович, магистрант

базовой кафедры «АО Мостострой-11»

Тюменский индустриальный университет. г. Тюмень

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

Ведение работ в зимний период, особенно в районах крайнего севера, очень важный и сложный этап строительства мостовых сооружений. В условиях низких температур остро встает вопрос решения дополнительно возникающих вопросов:

- хранение строительных материалов;
- хранение инертных материалов;
- возникающие, простои техники из-за обледенения (Рис. 1);
- потери, связанными с большим количеством технологических перерывов.



Рисунок 1 – Простои техники из-за обледенения [1]

Во избежание потерь, проявляющихся в снижении качества строительно-монтажных работ и простоях, предлагается на масштабных объектах со сроком строительства более 1 года, расширить область применения пневмокаркасных сооружений (Рис. 2).

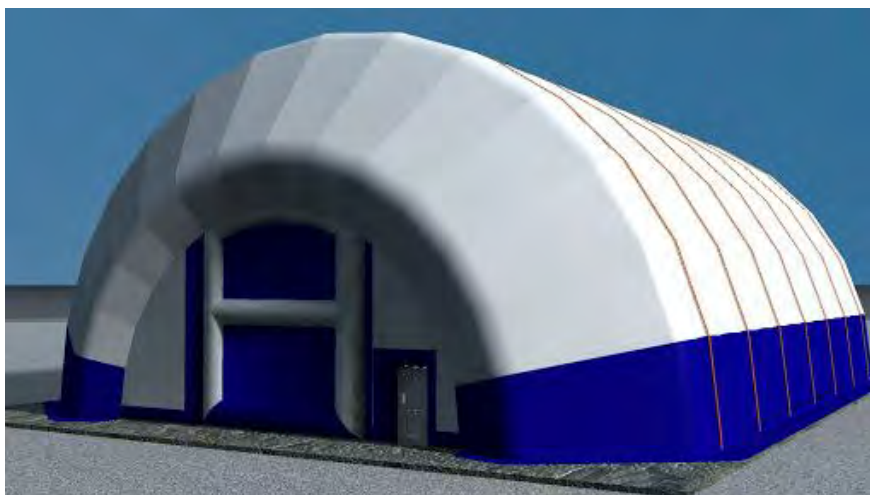


Рисунок 2 – Общий вид пневмокаркасного сооружения [2]

Имеющийся опыт использования, показывает эффективность их применения в условиях низких температур (Рис. 3,4).



Рисунок 3 – Применение пневмокаркасного сооружения в качестве гаража для техники «Liebherr» г. Дудинка Красноярский край [3]



Рисунок 4 – Применение пневмокаркасного сооружения в качестве склада инертных материалов «Норильский никель» г. Дудинка Красноярский край [4]

Данное сооружение представляет собой сборную конструкцию из пневмобаллонов, покрытых сборной оболочкой (Рис. 5).

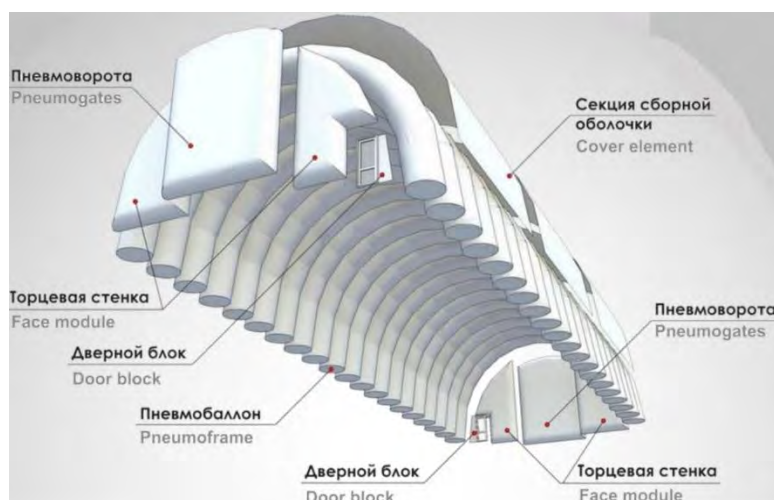


Рисунок 5 – Схема пневмокаркасного сооружения [5]

При установке пневмобаллоны соединяют между собой при помощи карабинов, а также монтируют к закладным деталям основания, которое, в свою очередь, может быть выполнено в виде: свайных анкеров, закреплённых в грунт; емкостей, заполненных песком, которые располагаются в нижней части баллонов-арок [5].

Для доступа людей и техники оборудованы соответственно дверной блок и пневмоворота. Обогрев образовавшегося помещения, осуществляется при помощи дизельных, газовых или электрических тепловых установок. Поддержание уровня давления воздуха в пневмобаллонах, осуществляется при помощи автоматического комплекса, который требует бесперебойного питания напряжением 380 В.

К несомненным преимуществам эксплуатации пневмокаркасных сооружений можно отнести следующие:

1. Гараж:

- техника находится в оптимальных климатических условиях;
- отсутствуют простои, связанные с промерзанием техники;
- мобильный ремонтный пост.

2. Склад:

- складироваемые материалы не подвержены негативному воздействию осадков;
- повышение качества конструкций за счёт хранения материалов в оптимальных условиях, что приводит к снижению: коррозии на изделиях металлопроката; нарушений целостности бетонных изделий; гниение древесины.

3. Склад инертных материалов:

- сокращение потерь при ведении бетонных работ и повышении качества бетонной смеси в зимний период за счёт подачи в расходные бункера инертных материалов с температурой от плюс 5 до плюс 10°С. (снижение выбраковки бетонной смеси).

4. Арматурный цех:

- арматурщики выполняют работы в комфортных условиях;
- повышение производительности в зимний период за счёт снижения количества технологических перерывов в течение рабочей смены;
- повышение качества сварочных работ.

Конструкция и габариты пневмокаркасного сооружения, позволяют эксплуатировать его сразу по нескольким направлениям: (арматурный цех/склад металлоконструкций, окрасочный цех/ цех изготовления железобетонных конструкций).

К недостаткам применения данной конструкции можно отнести:

- высокую стоимость сооружений данного типа (при укрываемой площади 10000 м² и высотой 10 м, стоимость сооружения составит порядка 5,9 млн. рублей в ценах 2020 г.);
- не исключена вероятность случайного прокалывания конструкции в результате небрежной эксплуатации.

Тем не менее, эти недостатки компенсируются целым рядом преимуществ, которые были указаны выше.

Литература:

1. Информационный сайт porosenka.net [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://porosenka.net/2017/12/25/Kakgotoviat-mashinu-kzime-naSevere> - Дата обращения 31.03.2020).
2. Производственная компания ООО РОСАНАГАР. Пневмокаркасное арочное сооружение для ООО «Инжиниринг геотехнических систем» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://rosangar.com/news/pnjevmoarkasnoje-arochnoje-sooruzhenije--dlja-ooo-inzhiniring-geotjehnichjeskih-sistjem> - Дата обращения 31.03.2020.
3. Angarstroy. Надувной ангар для ремонта портовых кранов Liebherr LHM в Красноярском крае [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://angarstroy.com/portfolio/liebherr> – Дата обращения 31.03.2020.
4. Angarstroy. Склад для Норильский никель Быстровозводимый надувной склад для хранения товарно-материальных ценностей и технологических материалов [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://angarstroy.com/portfolio/norilskij-nikel> – Дата обращения 31.03.2020.
5. ООО «ОЛИЛ». Пневмокаркасные сооружения [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://vozduhdom.ru/pnevmoarkasnye-sooruzheniya.html> – Дата обращения 31.03.2020.

БИОНИЧЕСКИЙ ПОДХОД КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ РАЦИОНАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Перминов Игорь Алексеевич, магистрант

базовой кафедры АО «Мостострой-11»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

(Научный руководитель – Овчинников И.Г. докт. техн. наук, профессор)

В начале 21 века масштабы бионических исследований достигли довольно высокого уровня. Быстрое развитие бионики оказало значительное влияние на появление новых технологий. После чего бионика сформировалась как междисциплинарная отрасль, в которой биология и инженерия тесно сплетены таким образом, что инженеры не могут достичь более высокого уровня достижений без поддержки бионических исследований и сотрудничества с исследователями биониками.

Бионика является мощнейшим инструментом в решении современных проблем не только в промышленности, но и в проектировании сооружений гражданского и транспортного назначения. Например, при разработке новых конструктивных и архитектурных форм мостовых сооружений инженеры обращаются к природе и используют идеи природы для решения проблем мостовой инженерии.

Прежде чем обратиться к тем или иным свойствам, функциям и структурам живой природы, инженер должен задать себе два ключевых вопроса: какие прототипы в природе подходят и как их следует применять?

За последнее время бионический подход в проектировании мостовых сооружений нашёл своё развитие в Азии. Китайские инженеры используют не только структуру реальных животных, но и мифических существ в своих транспортных сооружениях. Пешеходный «Драконий» мост находится в китайском городе Чанша. Длина моста – 185 метров, высота – 22 метра. Изгибы моста похожи на извивающееся тело дракона. А для китайцев изгибы моста представляет философское значение, ленты Мёбиуса – символ совмещенных пространств (Рис. 1). Не отходит от темы мифических существ проект эко-моста «Дракон» в живописной местности муниципалитета Чунцин, Китай. В конструкцию моста интегрирована современная скульптура дракона, отображающая, как функциональные, так и эстетические особенности моста. Проект реализован в 2012-ом году (Рис. 2).



Рисунок 1 – «Драконий» пешеходный мост в городе Чанша, Китай
 Источник: <https://bestlj.ru/110594-5-unikalnykh-peshekhodnykh-mostov-po-kotorym-zakhochetsja-guljat-snova-i-snova.html>



Рисунок 2 – «Дракон» эко-мост в муниципалитете Чунцин, Китай
 Источник: <https://dayevents.ru/futuristicheskij-proekt-dragon-eco-bridge>

Подобное сооружение имеется у вьетнамских коллег. Мост «Дракона» в Дананге, Вьетнам через реку Хан построен в честь 38-летия освобождения города. Туловище дракона, обвивающего весь мост, имеет эстетическую, а не функциональную особенность. Стальная конструкция поражает воображение своей гениальностью. Строительство длилось четыре года и стоило 85 миллионов долларов (Рис. 3).



Рисунок 3 – Мост «Дракона» в Дананге, Вьетнам через реку Хан
 Источник: http://tbau.ru/new_philips_citytouch.html

В Германии в 1860 году в парке Кромлау была построена надводная базальтовая дуга. Мост имеет очертание панциря черепахи и выполнен из натурального камня. Он поражает своей точностью и живописным окружением, вместе со своим зеркальным отражением в воде, при необходимом уровне воды, образует четкую окружность, независимо от точки наблюдения. Название моста вполне описывает его таинственность - «Чертов мост» (Рис. 4).

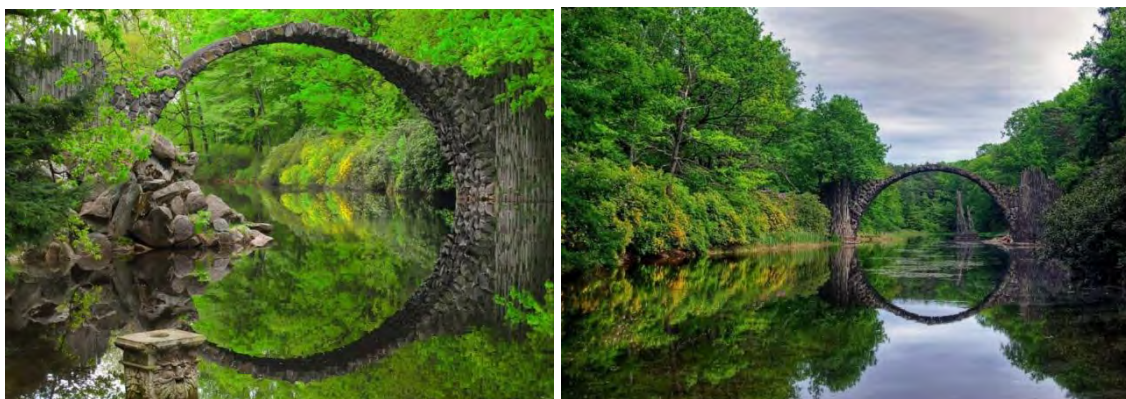


Рисунок 4 – Чертов мост в парке Кромлау, Германия
Источник: <https://zefirka.net/2015/02/20/rakotcbryuke-chyortov-most/>

Мост Маргарет Хант Хилл в Далласе, спроектированный известным испанским архитектором Сантьяго Калатрава, соединяет берега реки Тринити. Вантовый мост с одним пилоном в виде арки высотой 121 метр поддерживают 58 тросов диаметром от 10 до 20 сантиметров. Данный мост примечателен тем, что будто изогнутая ветвь дерева окутана многочисленными нитями паутины или пещера поросшая нитями паутины. Изящный мост построен из стали, произведенной на итальянской фабрике. Мост назван в честь общественного лидера, дочери техасского нефтяного магната (Рис. 5).



Рисунок 5 – Мост Маргарет Хант Хилл в Далласе
Источник: <https://klubputeshestvennikov.com/otdyh/ssha/dallas/>

Мост Жуселину Кубичек, названный в честь 24-го президента Бразилии, разработан архитектором Александре Чаном и инженером Марио Вила Верде. Мост выполнен на четырёх пилонах, вкопанных в дно озера Параноа, а сверху дорожное полотно поддерживают три огромных дуги, пересекающие мост. Напоминает взмах хвоста кита, уходящего под воду. Мост имеет сложную структуру, а его внешний вид придает удивительную архитектурную грандиозность (Рис. 6).



Рисунок 6 – Мост Жуселину Кубичек в Бразилии
Источник: <https://www.pinterest.at/pin/59391288806399879/>

Мост Курилпа через реку Брисбен, находящийся в Австралии штата Квинсленд, возведен в 2007 году. На языке аборигенов он называется «Место водяных крыс» (Рис. 7).



Рисунок 7 – Мост Курилпа через реку Брисбен
Источник: <http://www.bridgesall.ru/blog/?page4>

Рассмотренные мосты имеют свои прототипы в природе: геометрию, структуру, механизм, энергию и интеллект, но выполняют свои инженерные цели. Некоторые мостовые сооружения поражают своей формой и особенной эстетикой. Другие транспортные сооружения, во время своего создания и формирования, получили интересные структурные формы. За рубежом бионический подход оказывает значительное влияние на конструкции. Большинство стран интенсивно осваивают бионику и используют ее и в своих мостовых сооружениях. К сожалению, на сегодняшний день в России проблема применения бионического подхода в проектировании мостовых сооружений только начинает разрабатываться и пока еще является малоизученной [1-5].

Можно предполагать, что использование бионического подхода поможет решить ряд современных проблем мостостроения. Для большинства крупных городов это возможность создавать целые многофункциональные комплексы, в которых мосты будут являться центром притяжения не только граждан, но и туристов за рубежом. Поэтому это направление весьма перспективно и требует дальнейшего развития.

Литература:

1. Лебедев Ю.С., Рабинович В.И., Положай Е.Д. и др. Архитектурная бионика. Под ред. Ю.С. Лебедева. – М.: Стройиздат, 1990. 269 с.;
2. Караханян А.Б., Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Тимофеев В.В. Развитие основных принципов проектирования транспортных сооружений. Использование биомиметического подхода // Транспортные сооружения, 2017 №3, <https://ts.today/PDF/02TS317.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.;
3. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Караханян А.Б. Пешеходные мосты современности: тенденции проектирования. Часть 1. Использование бионического подхода // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №2 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/81TVN215.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/81TVN215;
4. Современные пешеходные мосты: конструкция, строительство, архитектура: учебное пособие / И.И. Овчинников, Г.С. Дядченко, И.Г. Овчинников. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. с. 204-234.;
5. Современные пешеходные и велосипедные мосты (основные концепции проектирования и примеры): моногр. / И.И. Овчинников, А.Б. Караханян, И.Г. Овчинников, Ю.П. Скачков. – Пенза: ПГУАС, 2018. – 140 с.;
6. Ario I., Nakazawa M., Tanaka Y., Tanikura I., Ono S. Development of a prototype deployable bridge based on origami skill. Autom. Constr. 2013. 32: p. 104–111.;
7. Helms M., Vattam S.S., Goel A.K. Biologically inspired design: process and products. Des. Stud. 2009. 30(5): p. 606–622.

ОСОБЕННОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

Проворов Вячеслав Николаевич, магистрант

базовой кафедры АО «Мостострой-11»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

(Научный руководитель – Валиев Ш.Н. канд. техн. наук., доцент)

Введение

Если предприятие получает достойную прибыль, адекватно соизмеримую с расходами на активы, рисками завтрашнего дня и потребностей работников, следовательно, такое предприятие можно назвать успешным и полезным для общества.

Для получения достойной прибыли и развития предприятия необходимо находить точки ее роста и векторы развития. Одной из фундаментальных задач для любой коммерческой организации будет являться построение и реализация стратегии продвижения продукции.

Для строительной организации особенным образом важно заниматься продвижением выпускаемой продукции, совершенствованием ее качества, экологичности, внешнего облика. Благодаря правильной стратегии продвижения продукции формируется облик населенных пунктов, среды обитания людей. Ведь строительство оставляет след в окружающей среде на десятки, а чаще сотни лет.

Продвижение продукции направлено на повышение узнаваемости и уровня доверия к компании, поддержание лояльности потенциальных потребителей. Ведь даже имея явные конкурентные преимущества, выпуск продукции бессмыслен, если о нем неизвестно покупателю.

Основной итог для оценивания эффективности стратегии продвижения, должен быть рост спроса среди потребителей, узнаваемость на рынке, увеличение продаж и улучшение показателей рентабельности.

Для полноценного построения стратегии продвижения необходимо хорошо знать конъюнктуру рынка, четко установить ценовую политику, изучить конкурентов в своей сфере, знать все их слабые и сильные стороны, установить слабые и сильные стороны своего продукта, ясно представлять свою целевую аудиторию.

Успешная стратегия позволит увеличить входящий поток клиентов, удержать уже лояльных потребителей, также позволит выдержать конкуренцию, и поможет занять успешную позицию на рынке.

Продвижение продукции на рынке строительных услуг

Продвижение продукции – это спланированный и специальным образом выстроенный механизм взаимодействия с аудиторией на длительном отрезке времени для достижения доверия к предприятию и ее продукции, увеличению объемов продаж, и даже увеличением стоимости продукции на рынке.

Продвижение продукции на рынке строительных услуг - рынок строительных услуг выделяется жесткими условиями конкуренции, количеством действующих фирм удовлетворяющих спрос. Поэтому продвижение в этой сфере требует большее количество затрат средств и усилий. Также одной из особенностей будет являться долгий цикл заключения сделки, ведь от момента знакомства с компанией до решения о приобретении может пройти большое количество времени.

Создание стратегии

Чтобы создать стратегию продвижения продукции в первую очередь необходимо выбрать цели:

- Узнаваемость на рынке
- Обособление от конкурентов
- Повышение лояльности потенциальных клиентов
- Переманивание клиентов от конкурентов
- Стимулирование к покупке
- Предложение с целью выбора для клиентов

Для формирования и запуска стратегии важно также:

1. Провести анализ целевой аудитории.
2. Анализ конкурентов. Изучить их предложение выявить их слабые и сильные стороны. Определить их стратегию и каналы продвижения.
3. Разработать уникальное торговое предложение, конкурентное предложение продукции.
4. Учитывать возможную сезонность, что характерно для строительной сферы.
5. Сформировать идеи и концепции продвижения.
6. Определить размер рекламного бюджета.
7. Структурирование рынка и выделение свободных ниш и самых динамично развивающихся его сегментов.
8. Сформировать список каналов для обращения к потребителю

Проблемы внедрения

Строительная продукция попадая на рынок сбыта находится в серьезной конкурентной среде с огромным количеством уже имеющихся предложений, которые зачастую могут иметь и более низкую цену. Реализация на таком рынке

сбыта будет зависеть от его потребительских качеств и эффективности продвижения этого продукта, которое включает в себя также правильно подобранную целевую аудиторию и ее платежеспособности.

Производственный цикл создания продукции в строительной сфере очень продолжителен, следовательно, необходимо учитывать фактор времени, для этого требуется больше усилий чтобы потенциальный потребитель дошел до завершения сделки.

Большое количество рисков на всех этапах создания продукции также влияет на выбор стратегий продвижения продукции.

Заключение

Таким образом, в условиях рыночной экономики и высокой конкуренции продвижение продукции, является инструментом способным увязать удовлетворение потребностей клиентов предприятия и целей предприятия.

Правильно используя даже часть инструментов, может принести отличные результаты повысить спрос на продукцию, позволит описать и структурировать процессы и выйти на новый уровень развития.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ

Типтев Данила Николаевич, магистрант

базовой кафедры АО «Мостострой – 11»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

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

Аннотация. Коррозия стальной арматуры в железобетонных конструкциях является распространённой причиной разрушения железобетонных мостовых сооружений. В статье рассматривается возможный способ решения данной проблемы – использование при строительстве мостовых сооружений композитной арматуры.

Ключевые слова: композитная арматура, стеклопластиковая арматура, железобетон, мост, мостовое сооружение, долговечность, коррозия, защита от коррозии.

На данный момент использование современных инновационных коррозионностойких материалов в отношении железобетонных конструкций, ведет к увеличению денежных затрат, а эффективность использования этих материалов проявляется лишь со временем, уже в процессе эксплуатации – затраты на эксплуатацию уменьшаются, а срок службы сооружений возрастает. Сравнение затрат при строительстве с использованием более долговечных, коррозионностойких, но более дорогих материалов, или применение дополнительных мер защиты конструкций от коррозии приводит к следующему тезису: дополнительные затраты при применении стойких к коррозии материалов со временем компенсируются, и после определенного времени переходят в экономию. Установленное на сегодня законодательными документами сравнение стоимости проектов строительства, исходя только лишь из затрат на строительные работы (без учета затрат на дальнейшую эксплуатацию) является некорректным.

Поэтому из множества способов защиты железобетонных сооружений от коррозии наиболее перспективным является замена стальной арматуры на ее современные композитные аналоги. (Рис. 1). При первоначально равной стоимости металла и композита (учитывая прочностные характеристики и объемный вес материала), жизненный цикл последнего значительно дольше.

Композитная арматура не подвергается коррозии и, следовательно, не требует мер дополнительной защиты, уменьшая объем расходов на эксплуатацию сооружения.

Хотя композитная арматура была представлена еще в 1970-х годах, но ее применение долгое время сдерживалось в связи с высокой стоимостью. Сейчас технология производства композитной арматуры требует гораздо меньших затрат, и стоимость такой арматуры значительно снизилась, что способствует ее внедрению в разные сферы строительной отрасли.



Рисунок 1 – Композитная арматура

Таким образом, при армировании бетонных конструкций современных мостовых сооружений более эффективно использовать полимерные композиционные материалы, которые в сравнении со сталью обладают гораздо большей коррозионной стойкостью.

Композитная арматура в соответствии с ГОСТ 31938-2012 подразделяется на:

- *стеклокомпозитную (АСК)* – изготавливаемую в результате смешивания стекловолокна и специальных смол;
- *базальтокомпозитную (АБК)* – из волокон базальта, в качестве связующего используются органические смолы;
- *углекомпозитную (АУК)* – из переплетенных нитей углеродного волокна;
- *арамидокомпозитную (ААК)* – из полиамидных волокон, которые по своему составу напоминают нейлон;
- *композитную комбинированную (АКК)* – представляющую собой стержни из стекловолокна, с внешней намоткой из базальтопластика.

В зависимости от вида композитная арматура должна обладать следующими минимальными характеристиками (Табл. 1):

Таблица 1 – Характеристики арматуры

Характеристика	АСК	АБК	АУК	ААК	АКК
Предел прочности на растяжение, МПа	800	800	1400	1000	1000
Предел прочности при сжатии, МПа	300	300	300	300	300
Модуль упругости при растяжении, ГПа	50	50	130	70	100
Предел прочности при поперечном срезе, МПа	150	150	350	190	190

Помимо отличных прочностных показаний композитная арматура имеет следующий ряд положительных свойств:

- относительное удлинение при растяжении – 2,2% (у стальной арматуры класса А-III (А400) – 14%)
- плотность – 1,9 т/м³, (плотности стали – 7,8 т/м³);
- очень низкая теплопроводность – 0,48 Вт/мК (на два порядка меньше чем у арматурной стали – 47 Вт/мК);
- коррозионная стойкость к агрессивным средам (1 группа стойкости к воздействию опасных веществ согласно с ГОСТом 9.071-76).

Но стоит также обозначить и недостатки композитной арматуры, ограничивающие ее применение:

- относительно низкий модуль упругости;
- несвариваемость;
- изготовление гнутых стержней возможно только при производстве;
- трудность в сооружении жесткого арматурного каркаса;

Также к факторам, ограничивающим широкое применение композитной арматуры в строительстве, относятся: отсутствие достаточного опыта ее применения и информации о старении и поведении этого материала в долгосрочной перспективе, отсутствие на сегодняшний день объемной нормативно-технической базы о применении композитных материалов в строительстве, регламентирующей методы их расчета.

Хотя зарубежный опыт использования стеклопластиковой арматуры в самых сложных объектах насчитывает не менее 40 лет, но вот достаточного отечественного опыта еще не наработано, тем не менее, композитная арматура со временем становится все более популярной. В тоже время появление новой нормативной литературы в данной сфере прогнозирует ближайшее время рост использования композитной арматуры во многих отраслях строительства, в том числе и в строительстве транспортных объектов. В 2014 году был принят по композитной арматуре с периодическим профилем, а с 01.01.2015 вступили в действия стандарты по определению эксплуатационных характеристик композитной арматуры: долговечности (ГОСТ 32486-2013), стойкости к агрессивным средам (ГОСТ 32487-2013) и физико-механических свойств (ГОСТ 32492-2013).

Но Россия отстает от Америки, Европы и Японии в использовании новых композитных строительных материалов примерно на 10 лет. США уже с 2004 года начали вводить нормативные документы по применению и расчету композитной арматуры, а Япония выпустила соответствующие рекомендации еще раньше – в 1997 году.

Вопросы эффективного применения композитной арматуры освещены в статьях [1, 2]. Содержательный материал по вопросу применения новых прогрессивных конструкций, изготовленных с участием композитных полимерных материалов, изложен в журнале [3]. Ведущее положение в мире в этой области занимают: США, Швейцария, Дания, Великобритания, Япония и Канада.

Особый интерес представляет опыт Канады, где удорожание строительства, связанное с применением современных композитных материалов, компенсируется производителями и правительством. С 1995 года в Канаде под эгидой федерального правительства функционирует центр Intellegent Sensing for Innovative Structures (ISIS), объединяющий 13 университетов, 25 ведущих проектантов и 276 исследователей, и взаимодействующий с 92 организациями [4].

Особенности климата Канады способствуют быстрому разрушению железобетонных конструкций от коррозии, что и привлекло большое внимание к неметаллической арматуре, и со временем использование композитных материалов при проектировании и строительстве мостовых сооружений было закреплено на государственном уровне. На сегодня в США и Канаде построено уже более 400 мостов с применением стеклопластиковой арматуры [4,5].

Вот один из примеров. В 2006 году в Канаде, в округе Манитоба, был построен мост через реку «Red River Floodway» с 16-ью пролетами размерами 15,3 м на 43,5 м. Все бетонные элементы над балками усилены стержнями из стеклопластика. На проект ушло 140 614 кг арматуры из стеклопластика, что сделало его на то время крупнейшим в мире мостом из неметаллического железобетона. (Рис. 2).

Похожее сооружение – законченный в 2010 году мост «18th Street Bridge» через реку «Assiniboine River» в Брендоне, штат Манитоба, Канада. Полотно моста также усилено композитной арматурой.



Рисунок 2 – Строительство моста через реку Red River Floodway

Еще один проект с применением композитной арматуры выполнен в США в аэропорту Майами, при строительстве четырехкилометровой железнодорожной эстакады «Miami-Dade Metro Rail» для перевозки пассажиров и грузов из аэропорта в центр города. (Рис. 3).



Рисунок 3 – Miami-Dade MetroRail, стеклопластиковая арматура перед укладкой бетона и готовое полотно

При строительстве был использован новый на тот момент тип композитной арматуры – «Hollow Rebar» или «полая композитная арматура». Эта арматура имеет вид трубы с толстыми стенками, что позволяет при сохранении веса и расхода материалов улучшить прочностные и эксплуатационные характеристики. Использование композитной арматуры обеспечит долговечность мостового полотна, а также увеличит срок службы рельсовой системы и снизит затраты на обслуживание и ремонт.

В России опыт использования композитной арматуры при строительстве мостов также существует. Разработки темы велись кафедрой Хабаровского политехнического университета еще с 1975 года и именно в Хабаровске были сданы в эксплуатацию первые объекты с применением стеклопластиковой арматуры, однако популярности данное направление не возымело. Сегодня в век инноваций и новых материалов неметаллическая арматура требует пристального внимания, изучения и внедрения во многие сферы строительства, что принесет ощутимый экономический эффект.

Заключение

Коррозия стальной арматуры в бетоне является опасным и крайне нежелательным явлением. Применение композитной арматуры взамен стальной поможет решить данную проблему. Использование полимерных композитных материалов при строительстве транспортных сооружений позволит добиться повышения их долговечности и увеличения безремонтного срока службы. Несмотря на то, что популярность полимерных композитных материалов в строительстве постепенно растет, полному их внедрению в отрасль препятствует малый опыт эксплуатации сооружений построенных с их применением, а также отсутствие новых методов для их расчета, утвержденных нормативными документами и подкрепленных экспериментально.

Литература:

1. Ладыгин Ю.И., Луговой А.Н., Савин В.Ф. Проблемы применения стеклопластиковых стержней в различных отраслях народного хозяйства // Проблемы качества в строительстве. Материалы IV Всероссийской конференции 1–3 июля 2003 г. – Новосибирск: Изд. СГУПС, 2003. – С. 90-96.
2. Устинов В.П. Область эффективного применения стеклопластиковой и базальтопластиковой арматуры в строительстве // Реконструкция и совершенствование несущих элементов зданий и сооружений транспорта. Сборник научных трудов. – Новосибирск: Изд. СГУПС, 2005. – С. 50-56.
3. Опыт использования композитных полимерных материалов в мостостроении / Под ред. Ю.М. Митрофанова // Мостостроение мира. – 2000. – № 2. – С. 3-48.
4. Бернацкий А.Ф., Казарновский В.С., Петров М.Г., Устинов В.П., Устинов Б.В. Применение композитных полимерных материалов в строительных конструкциях и мостах в Сибири // Журнал «Транспорт Российской Федерации» № 5–2006. – С. 45-48.
5. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 3. Опыт применения полимерных композитных материалов в мостостроении // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том7, № 5 (2015). URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/27TVN515.pdf>. (дата обращения: 01.12.2020).

МОСТ МЭРИ ЭЛЬМС

*Айрапетян Никита Эдвардович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Новый пешеходный мост в Корке был открыт 8 ноября 2020 года и назван в честь ирландки Мэри Эльмс, которая во времена холокоста спасла более 200 еврейских детей. Поэтому, дабы отдать честь героизму Мэри Эльмс в ее родном городе, группа специалистов из архитектурного бюро ARUP усердно проработала множество концепций будущего моста, стараясь идеально вписать его в существующий облик города. Итак, конструктивная схема будущего 31-го мостового перехода через реку Ли была определена. Мост получил арочный пролет длиной 66 м, тротуарные консоли крепятся по обеим сторонам арки, создавая некое подобие крыльев.



Рисунок 1 – Вид на мост Мэри Эльмс с правого берега реки Ли

Особенностью моста также является его «умная» подсветка, выгодно выделяющая красивые формы его арки в любое время суток. В этом ей помогают

датчики освещения, снабженные астрономическими часами, система работает так, что создается оптимальный уровень освещения конструкции в зависимости от окружающего освещения и сезонного изменения теплоты дневного света.



Рисунок 2 – Декоративная подсветка в сумерках



3

Рисунок 3 – Транспортировка моста

Весьма сложным оказался процесс монтаж моста в проектное положение. Ввиду весьма плотного трафика и тесной городской застройки Корка

организовать стройплощадку вблизи места установки будущего моста не представлялось возможным. Поэтому было выбрано решение собрать мост на стапелях в более свободном месте вниз по реке, а затем на специально сооруженной барже сплавить мост в проектное положение. Сложность также заключалась в том, что от стапелей до проектного положения нужно было преодолеть своды двух существующих мостов. Итак пролет монтировался ночью двумя кранами на заранее подготовленные береговые устои.

БЕЛАЯ КРАСКА, ОТРАЖАЮЩАЯ СОЛНЕЧНЫЙ СВЕТ

*Атрошенко Павел Алексеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Исследователями из университета Purdue была разработана белая краска, отражающая более 95 процентов солнечного света, что позволяет охлаждать поверхность ниже температуры окружающей среды. Окрашивание конструкций такой краской позволит сократить расходы на охлаждение и потребление энергии, а также позволит снизить температурные деформации конструкций, что является одной из важнейших задач в проектировании мостовых сооружений.

Основным физическим свойством разработанной краски является то, что белые поверхности отражают больше света и, следовательно, остаются более холодными. Теоретически это можно использовать для охлаждения конструкций и зданий – в конце концов, кондиционирование воздуха – один из самых больших пожирателей энергии в летние месяцы, и исследования показывают, что окраска зданий в белый цвет может охладить целые города.

За прошедшие годы было разработано множество различных красок с радиационным охлаждением, отражающих солнечный свет с использованием стекла, тефлона или, чаще всего, диоксида титана. Но у всех есть свои недостатки.

В последнем исследовании сотрудники Purdue вместо диоксида титана использовали наполнители из карбоната кальция с частицами различного размера, которые помогают рассеивать больше солнечного света. Карбонат кальция добывается дешевыми и простыми технологиями, нетоксичен и поглощает меньше ультрафиолетового света, за счет чего и остается более прохладным.

В общей сложности новая краска с радиационным охлаждением способна отражать 95,5% падающего на нее света. Этот показатель выше, чем у многих других разрабатываемых красок, которым удается справиться от 80 до 90 процентов, хотя и ниже рекордного уровня – тефлонового покрытия, отражающего 98 процентов света.

Тестирование нового покрытия на открытом воздухе в течение двух демонстрировало охлаждающую способность 37 Вт/м^2 , т.е. под прямыми солнечными лучами его температура на $1,7^\circ \text{C}$ ниже температуры окружающей

среды. Ночью же температура краски снизилась на 10°C относительно температуры окружающей среды.

В другом наборе тестов исследователи нарисовали одну часть рисунка новой краской, а другую – обычной белой краской той же толщины. Используя инфракрасную камеру, они смогли наглядно продемонстрировать разницу температур между двумя материалами.

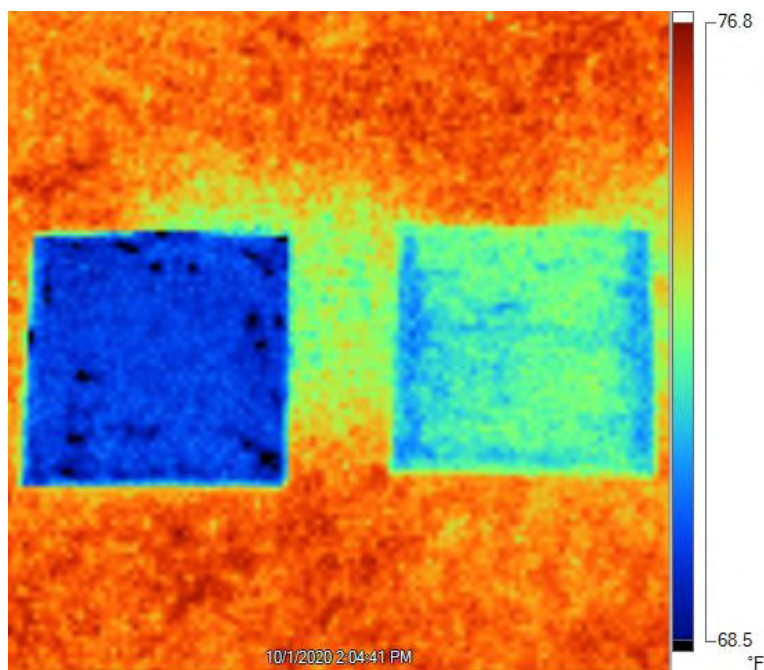


Рисунок 1 – Инфракрасное изображение, на котором сравнивается температура новой краски с радиационным охлаждением (слева) и коммерческого образца краски

Данная краска совместима с производственным процессом коммерческих красок, и сопоставима по стоимости, а при дальнейшем ее исследовании возможно удешевление.

Краска на основе карбоната кальция способна помочь уменьшить температурные деформации в конструкциях мостов, находящихся под прямыми лучами солнечного света, а также стоит рассмотреть ее использование в качестве дорожной разметки.

Литература:

1. Мелихов И. В. Физико-химическая эволюция твердого вещества. М.: Бином, 2006.
2. Сайт NEWATLAS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://newatlas.com/materials/cooling-paint-reflects-95-5-percent-sunlight/>. – Дата доступа: 21.10.2020.
3. Сайт WIKIPEDIA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%82_%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B8%D1%8F – Дата доступа: 21.10.2020.

ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ

*Беланович Сергей Андреевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Одной из главных задач в строительстве является минимизирование его воздействия на окружающую среду. Достойным примером такого строительства является пешеходный мост в парке Шанхайян в Жичжао, Восточный Китай. (Рис.1).



Рисунок 1 – Пешеходный мост

Наряду с пляжем особенностью этого парка является его пятидесятилетний сосновый лес, поэтому и так важно вписать данную конструкцию в окружающую среду. Для решения этой задачи была спроектирована изогнутая форма для 45-метрового моста.

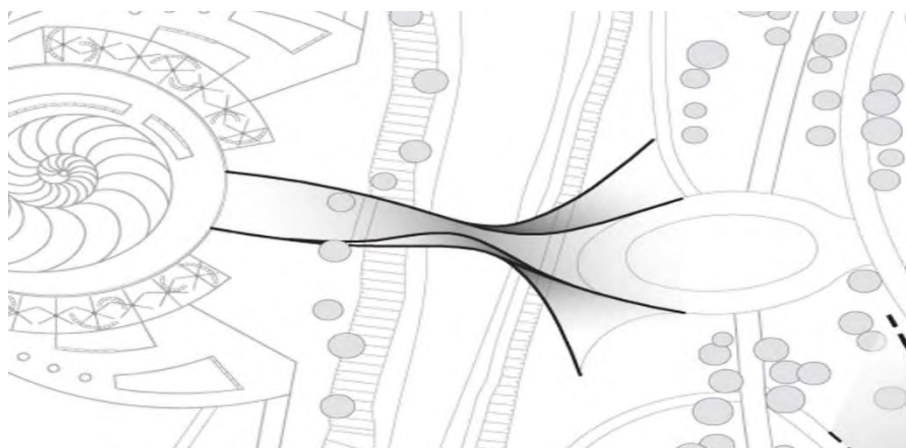


Рисунок 2 – Параметрическая модель

Специальная стальная конструкция была спроектирована так, чтобы вместить комплекс, создавая при этом большой пролёт. Техника параметрического проектирования (Рис.2) была принята на протяжении всего процесса проектирования, то есть поиска формы, оптимизации структуры, штрафа фасада и строительной документации.

РОБОТ, КОТОРЫЙ ОПРЕДЕЛЯЕТ КОРРОЗИЮ

*Белая Елизавета Викторовна, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Во всём мире мосты являются неотъемлемой частью транспортной инфраструктуры. На протяжении всего срока эксплуатации мосты подвергаются всевозможным неблагоприятным факторам, в частности – к коррозии. Коррозия – это самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. В железобетонных элементах коррозия возникает в следствии просачивания воды сквозь мелкие поры в бетоне, и, достигая арматуры, начинает её разрушать. Нередко такие разрушения становятся заметны только тогда, когда защитный слой бетона уже отвалился.

Уже 25 лет существует способ, который позволяет обнаружить коррозию на ранней стадии, до того, как процесс разрушения станет необратимым. Процесс обнаружения коррозии заключается в том, что устройство с прикреплённым к колесу электродом, движется по железобетонному элементу конструкции. При прокатке по поверхности элемента колесо изменяет разность потенциалов бетона. Большая разница между полученными значениями указывает на то, что элементы арматурного каркаса уже начали корродировать. Одним из недостатков этого метода является то, что прикреплённое к рукояти колесо прокатывают вручную, а многие элементы, такие как опоры, насадки и нижние части пролётных строений остаются вне досягаемости.

Эта проблема была успешно решена учёными и инженерами из Швейцарского института строительных материалов и команды профессоров из Института робототехники и интеллектуальных систем. Целью ученых было запроектировать и создать робота, способного обнаруживать коррозию во всех частях конструкции, особенно в тех, которые не доступны для людей. (Рис.1) Кроме прочего, учёные хотели, что робот был способен обнаружить коррозию на самой ранней стадии, чтобы в будущем уменьшить расходы на ремонт и предотвратить разрушения. Для воплощения такой идеи был построен робот, который мог передвигать не только по горизонтальной поверхности, но и поднимался бы по стенам и потолку. Для этого была использована технологи Vortex, суть которой заключается в том, что пропеллер, прикреплённый к

нижней части робота, вращается довольно быстро, чтобы присоска могла закрепить робота на потолке и стенах. Колеса перемещают робота вдоль поверхности моста, а управление производится дистанционно.



Рисунок 1 – C2D2, робот для определения коррозии, разработанный в Швейцарии

Роботу дали имя «C2D2». Его прототип «Paraswift» был разработан для компании Disney, чтобы производить съёмку со всех сторон. Технология современного робота была основана на модели «электрод на колесе», но электрод этого робота прикреплен на нижней стороне C2D2, а розовый шарик с камерой закреплен на верхней части. Камера ведет запись окружающей обстановки, чтобы контроллеры могли избегать препятствия, а розовый цвет шара позволяет легко обнаружить «C2D2». Уже несколько лет робот успешно вычисляет коррозию на многих мостах в Швейцарии. Однако у разработчиков есть еще много идей по его усовершенствованию. Они надеются заменить рулевое управление на навигационную систему. (Рис.2).



Рисунок 2 – C2D2 взбирается на стены и потолки для обнаружения коррозии

C2D2 является очень ценным инструментом в борьбе с коррозией, но это не первый робот, который был разработан для этой цели. Роботы компании

Redzone Robotics уже не первый год обнаруживают коррозию, мусор и деформации внутри водопропускных труб, канализаций и тоннелей, а затем передают информацию операторам, которые следят за состоянием конструкций и могут заблаговременно отправить специалистов отремонтировать дефекты и разрушения. могут отправлять ремонтные бригады.

Не секрет, что коррозия способна разрушить инфраструктуру во всем мире. К большому сожалению, все больше сооружений продолжают разрушаться из-за того, что коррозия не была обнаружена вовремя, а затраты на ликвидацию разрушений неуклонно растут. Но благодаря постоянным технологическим разработкам, таким как C2D2 для раннего обнаружения коррозии, и ремонту коррозированных мостов до их разрушения, мы можем надеяться, что расходы сократятся.

Литература:

1. HJ3 [Электронный ресурс] / Robot fights bridge corrosion. - Режим доступа: <https://www.hj3.com/robot-fights-bridge-corrosion/>. Дата доступа: 14.06.2020.
2. Design development today [Электронный ресурс] / Robots to help inspect bridges. - Режим доступа: <https://www.designdevelopmenttoday.com/industries/manufacturing/robots-drones-to-help-inspect-and-repair-bridges>. Дата доступа: 13.06.2020.
3. Мацкевич, А. С. Обследование и испытание сооружений: учебно–методическое пособие к лабораторным работам для студентов специальности 1–70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» / А. С. Мацкевич, В. Ю. Олляк. – Минск: БНТУ, 2006. – 94 с Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.

ТРАНСПОРТНЫЕ ЭКО СООРУЖЕНИЯ С TiO_2

*Белая Елизавета Викторовна, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

В данный момент люди продолжают испытывать экологические проблемы. Но существует множество способов, как помочь нашей планете справиться с загрязнением. В строительстве появляется всё больше новых технологий, направленных на улучшение экообстановки. Сейчас строят множество зданий с зелёными насаждениями и разрабатывают «чистые материалы».

Совсем недавно начали строить здания, буквально поглощающие смог и другие вредные испарения. Такие сооружения - это уже далеко не научная фантастика, в строительных материалах и в качестве активной добавки для лакокрасочных изделий используется Диоксид титана, который удаляет загрязняющие вещества из воздуха. Последние исследования показали, что такие сооружения могут устранить до 45 процентов вредных веществ на улицах.

В транспортном строительстве ещё не использовали подобные материалы, но ведь именно от средств передвижения, проезжающих по мостам и дорогам, выбрасывается множество вредных веществ. Поэтому, при реконструкции мостов возможно использовать материалы либо краску из специального марок диоксида титана. Чем больше сооружений будут построены с применением этого диоксида, тем больше отработавших газов и других вредных веществ будут поглощены.

Специальные сорта диоксида титана могут удалять вредные оксиды азота в воздухе посредством фотокатализа - процесса, при котором свет ускоряет естественную химическую реакцию. Фотокатализ приводит к быстрому превращению оксидов азота в безвредные растворимые соли нитратов, которые удаляются с поверхности здания дождевыми осадками. Как правило, производимые дизельными и бензиновыми двигателями, оксиды азота являются вредными для здоровья и образуют смог. Этот процесс фотокатализа может быть использован для безопасного удаления опасных и загрязняющих веществ из воздуха. Более того, диоксид титана (TiO_2) не расходуется и не разлагается. Это означает, что покрытия на основе TiO_2 будут постоянно удалять загрязняющие

вещества из воздуха, что делает его экономически эффективным решением, не требующим особого ухода.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения, каждый год 2,4 миллиона человек умирают в результате загрязнения воздуха. Если бы двуокись титана широко применялась, города могли бы использовать дополнительный инструмент для борьбы с высоким уровнем загрязнения.

Хотя инженеры все еще далеки от того, чтобы применить данное решение ко всем строительным материалам, появляется все больше и больше зданий по всему миру, использующих технологию на основе диоксида титана.

В Мехико, который был назван самым загрязненным городом на планете в 1992 году, одна из главных больниц города- Torre de Especialidades, борется со смогом, используя плитки TiO_2 , которые покрывают весь внешний фасад (рис. 1). Подсчитано, что покрытие TiO_2 только в больнице может нейтрализовать загрязнение, которое выделяют 8 750 автомобилей каждый день.

Технологический университет Эйнховена разработал способ нанесения TiO_2 на тротуары, делая их «фотокаталитическими тротуарами». Эта концепция может уменьшить смог в городах до 45 процентов, в зависимости от условий. Студенты Университета Калифорнии в Риверсайде использовали похожую концепцию, но применили ее к черепице. Каждая черепица просто покрыта диоксидом титана, и, поскольку они поглощают солнечный свет в течение дня, черепица удаляет загрязнения из воздуха. Это особенно актуально в городах с высоким уровнем загрязнения и огромным количеством зданий.

TiO_2 обеспечивает экономичный и недорогой способ оказания положительного влияния на условия жизни миллионов городских жителей за счет улучшения качества местного воздуха.

Диоксид титана был одобрен для использования в Европе в течение столетия, и исследования не показали вредных последствий для населения или работников. Его яркий белый цвет делает его идеальным веществом для многих его применений. Он также безопасно используется в качестве красителя, защитного средства от УФ-лучей и загустителя в пищевых продуктах и косметике. При использовании в лакокрасочных покрытиях снаружи зданий в тропическом климате белые светоотражающие свойства TiO_2 могут привести к значительной экономии энергии, поскольку уменьшают потребность в кондиционировании воздуха.

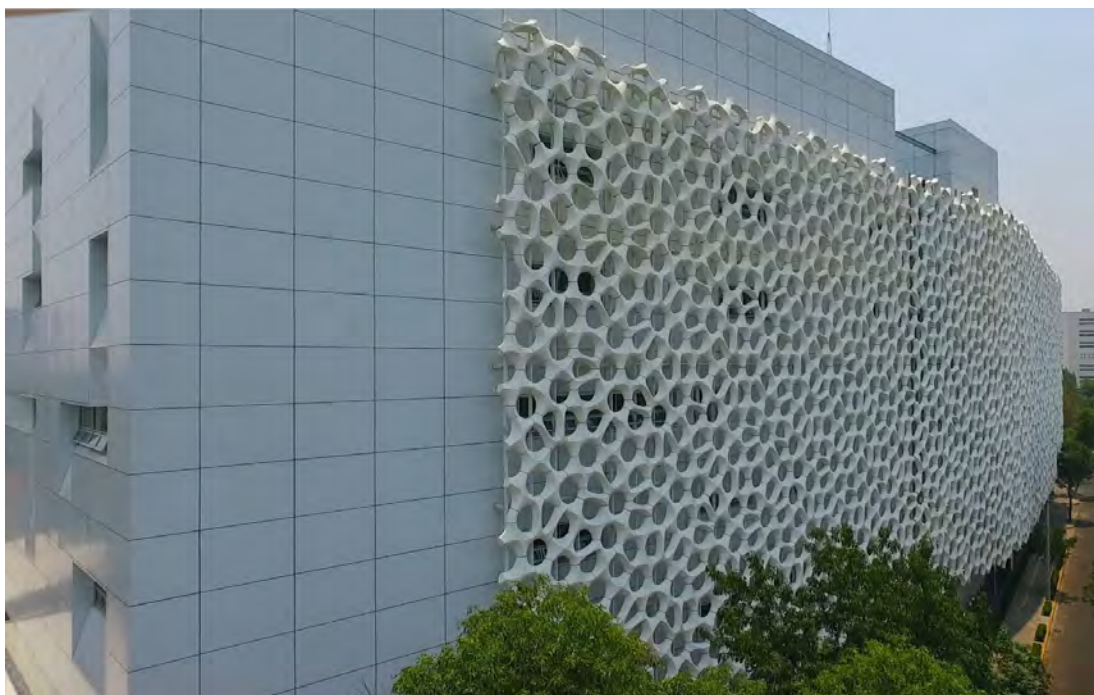


Рисунок 1 – фасад больницы из плит с покрытием TiO_2 , Мехико

Кроме того, его непрозрачность означает, что его не нужно наносить толстым или двойным слоем, что повышает эффективность использования ресурсов и позволяет избежать потерь. В качестве фотокатализатора диоксид титана можно добавлять в краски, цемент, окна и плитку для разложения загрязнителей окружающей среды. Как наноматериал, он также может быть использован в качестве важнейшего катализатора в системах выхлопных газов для легковых, грузовых автомобилей и электростанций, что сводит к минимуму их воздействие на окружающую среду. Исследователи открывают новые возможности использования диоксида титана в этой форме. Это включает в себя производство чистой энергии.

В качестве фотокатализатора было также показано, что TiO_2 может проводить гидролиз (расщепление воды на водород и кислород), и собранный водород можно использовать в качестве топлива. Кроме того, тип солнечного элемента питания, доступного для использования - использует наноструктурный диоксид титана для производства солнечной энергии в процессе, подобном фотосинтезу на заводах.

Но безопасно ли производство диоксида титана? В природе титан часто ассоциируется с другими общими элементами, такими как железо. Для разделения этих веществ с образованием чистого TiO_2 используются два метода: сульфатный и хлоридный. Подобные производственные процессы используются для производства титановых металлов для аэрокосмической, медицинской, судостроительной и строительной отраслей. Как и во всех химических процессах, они подчиняются строгим экологическим законам, и оба метода TiO_2

используют и придерживаются строгих стандартов в отношении здоровья, безопасности и обращения. Производство диоксида титана оптимизировано для переработки или повторного использования сырья. Обычно хлор и серная кислота перерабатываются, а железо превращается в ценные побочные продукты. Производство TiO_2 регулируется с помощью общеевропейских стандартов.

Экологическая составляющая при реконструкции и строительстве сооружений в будущем будет играть одну из ключевых ролей, поэтому необходимо внедрять такие технологии, как применение TiO_2 .

Литература:

1. TDMA.info [Электронный ресурс] / The buildings that clean our air. - Режим доступа: <https://tdma.info/>. Дата доступа: 12.12.2020.
2. Share America [Электронный ресурс] / Smog-eating buildings save your city. - Режим доступа: <https://share.america.gov/>. Дата доступа: 13.12.2020.
3. Мацкевич, А. С. Обследование и испытание сооружений: учебно-методическое пособие к лабораторным работам для студентов специальности 1-70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» / А. С. Мацкевич, В. Ю. Олляк. – Минск: БНТУ, 2006. – 94 с
Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.

ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Булытко Виктория Евгеньевна, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

«Умный» бетон Topmix Permeable. Английской компанией Lafarge Tarmac был создан бетон, который может пропускать большое количество воды, а именно 36000 мм/ч (около 3300 л/мин). Эта разработка помогает бороться с проблемой затопления больших городов, так как из-за того, что почти весь город забетонирован, водоотводные сооружения просто не успевают поглощать чрезмерно большой поток воды.

В составе «умного» бетона вместо песка используются кусочки гранитного щебня. Через них вода просачивается, а затем поглощается почвой.

У данного бетона есть два недостатка. Первый - это высокая стоимость данного материала. Второй – это то, что его нельзя использовать в городах, где бывает нулевая либо отрицательная температура, так как вода, находящаяся между кусочков щебня, при замерзании может раскрошить весь бетон.



Рисунок 1 – «Умный» бетон

Льняные изоляционные плиты. Данные плиты из спрессованного льна, пропитанные природными слоями бора, влаго- и огнеустойчивы, не поддерживают развитие грибков и плесени, не накапливают конденсат. Благодаря этим качествам этот экологичный материал можно использовать в условиях с высокой влажностью, например в банях, конструкциях подкровельного и мансардного утепления. В качестве теплоизоляции может послужить до 75 лет.



Рисунок 2 – Льняные изоляционные плиты



Рисунок 3 – Биоразлагаемый пластик Mushroom Materials

Биоразлагаемый пластик Mushroom Materials. Этот материал разработала американская компания Ecovative Design. Он производится из отходов сельскохозяйственных культур (шелухи семян, стеблей кукурузы, грибниц). Материал может использоваться не только в строительной сфере, но и в любой другой, где используется пластмасса.

Литература:

1. Умный бетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mediastroika.ru/index.php/news-stroika/58-umnyj-beton> - Дата доступа: 13.06.2020.
2. Плиты льняные теплоизоляционные Akoterm Flax [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://akoterm-flaks.deal.by/p8835188-plity-lnyanye-teploizolyatsionnye.html> - Дата доступа: 13.06.2020.
3. СТРОЙМАТЕРИАЛЫ. Новинки в строительстве. Новые технологии строительных материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=KjNKk2PXocM&t=278s> - Дата доступа: 13.06.2020.

COOL BRICK – МАТЕРИАЛ, СПОСОБСТВУЮЩИЙ ОХЛАЖДЕНИЮ ПОМЕЩЕНИЙ

*Буянов Тимофей Олегович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В пустынях температура в течение дня может достигать 50 градусов по Цельсию при почти нулевом уровне влажности. У систем кондиционирования не возникает проблем с понижением этих температур, но тогда жители остаются с прохладным, но сухим воздухом. Вследствие чего требуется значительная работа над его увлажнением.

Используя технологию 3D-печати, компания Emerging Objects предложила решение, которое может значительно сократить использование систем кондиционирования воздуха в таком жарком и сухом климате. Устройство, которое называется “Cool Brick” (пер. холодный кирпич), способно охладить все помещение, используя самый распространенный компонент на Земле - воду.

На самом деле Cool Brick не является новым изобретением, поскольку он основан на системе, которая, по мнению многих специалистов, насчитывает более 3300 лет. Однако с помощью 3D-печати компания Emerging Objects смогла усовершенствовать данную технологию и улучшить предыдущие разработки.

Система, разработанная V. San Fratello и R. Rael, работает за счет испарительного охлаждения, основанного на простой задумке, согласно которой вода испаряется, если мимо проходит воздух с более низкой точкой росы. Точка росы воздуха - это температура, при которой водяной пар в этом воздухе конденсируется, образуя жидкость. Когда температура воздуха опускается ниже точки росы, капли воды начнут покидать воздух (таким примером является дождь). На основе этой теории и появился такой материал, как Cool Brick.

Cool Brick может быть идеальным решением в строительстве в условия пустынь, поскольку воздух в тех местах настолько сухой и горячий, что позволяет удерживать много водяного пара. Кирпич состоит из керамической решетки, напечатанной на 3D-принтере. Его можно наполнить водой так же, как губку. Когда горячий и сухой воздух проходит через отверстия решетки, он поглощает воду за счет испарения, и тем самым становится прохладнее и более влажным (Рис. 1).

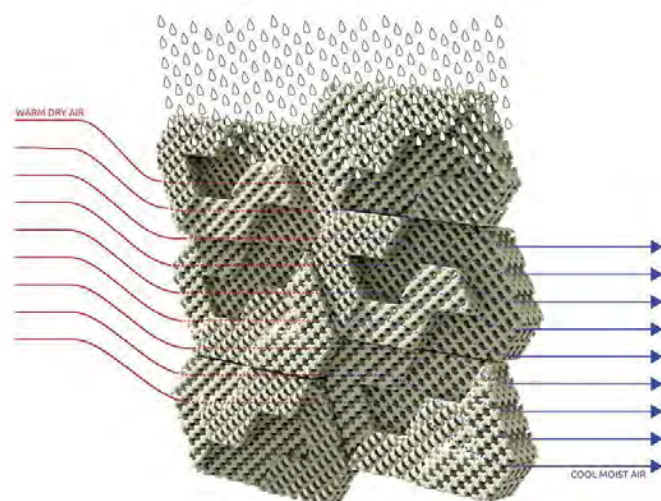


Рисунок 1 – Процесс увлажнения воздуха

Когда эти блоки соединяются вместе, они образуют большую поверхность, как показано на фотографиях (Рис. 2). Из кирпичей можно укладывать стены практически любого размера. Это могло бы стать решением проблемы высоких затрат на электроэнергию для работы систем кондиционирования воздуха в жарком и сухом климате. Cool Brick вместе со столь необходимой задачей выполняет еще и декоративную функцию.



Рисунок 2 – Пример соединения блоков

Является ли данная разработка будущим в области развития кондиционирования воздуха?

Да, она может оказать серьезное воздействие на окружающую среду с таким типом климата, который свойственен для пустынь, но в то же время не принесет особой пользы в таких областях, где уровень влажности в разное время года имеет переменчивый характер в сторону больших значений.

Литература:

1. W. Hipolite. «3D Printed 'Cool Bricks' Can Cool an Entire Room Using Water» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dprint.com/41447/3d-printed-cool-brick>. – Дата доступа 21.11.2020;
2. «3D-printed 'cool brick' may provide cooling solution for arid locations» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bdcnetwork.com/3d-printed-cool-brick-may-provide-cooling-solution-arid-locations>. - Дата доступа 20.11.2020;
3. V. Raspula. «Cool Bricks - To Keep your Buildings Cool» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.buildersmart.in/blogs/cool-bricks>. - Дата доступа 21.11.2020;

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛЕДОВАНИЯ МОСТОВ

Волчек Алексей Геннадьевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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

Период эксплуатации мостовых сооружений включает в себя три этапа. Для железобетонных конструкций первый этап может длиться до 10 лет. При этом само сооружение эксплуатируется без снижения надежности и зависит от качества строительства. В этот период возрастает прочность бетона, протекают основные длительные деформации, нормально функционирует система водоотвода, а гидроизоляция сохраняет свои эксплуатационные качества (прочность, водонепроницаемость, тепло-морозостойкость, эластичность, биостойкость). На этом этапе за сооружениями осуществляется, как правило, лишь уход в виде постоянного надзора.

На втором этапе происходит снижение эксплуатационных качеств мостовых сооружений из-за проявления скрытых дефектов, которые являются предвестниками физического износа, сюда может присоединиться и моральный износ, связанный с ошибками при прогнозировании и проектировании сооружений. Длительность этого этапа определяется работоспособностью пролетных строений и реже опор, а в других элементах (покрытие, деформационные швы, гидроизоляция, водоотвод) допускаются мелкие отказы, устраняемые или предупреждаемые в рамках работ по содержанию. Суммарная величина первого и второго этапов определяет период работоспособности сооружения до первого более существенного отказа, который может быть для железобетонных и сталежелезобетонных мостов до 30 лет, а для металлических до 45 лет и более. Этот период зависит от многих факторов, в том числе от интенсивности движения, материала и типа пролетных строений, географического положения, климатических условий, качества содержания.

На третьем этапе при снижении надежности сооружение должно закрываться на капитальный ремонт или реконструкцию. После капитального ремонта эксплуатационные качества должны быть восстановлены или улучшены при реконструкции. Третий этап длится в среднем до 25-30 лет и при несвоевременных ремонтах завершается вторым отказом (физическим, моральным), после которого капитальный ремонт или реконструкция могут быть менее выгодны, чем новое строительство. При перенесении ремонтов на более

поздние сроки, а также и в случае морального износа возможна временная эксплуатация сооружения лишь при введении ограничений на скорость, массу транспортного средства и интервал между автомобилями.

Для обеспечения безопасности этих конструкций используются различные как деструктивные так неразрушающие технологии, как для обнаружения повреждений, так и для ремонта.

Визуальный осмотр. Визуальные осмотры позволяют обнаружить повреждения, в виде выбоин; однако они менее эффективны для выявления таких проблем, как трещины и коррозия.

Способ: проверка конструкции невооруженным глазом на наличие выбоин, трещин, сколов и других дефектов.

Преимущества: это простой и понятный метод, который не требует обучения.

Недостатки: это хороший способ осмотра повреждений моста, но он не дает должной оценки того, что происходит на внутренней части конструкции, а только позволяет обнаружить явные дефекты, требующие немедленного ремонта.

Инфракрасный / Тепловизионный контроль. Метод: еще один неразрушающий метод, рассматривающий изменения в инфракрасном излучении от поверхности бетона и показывающий расслоение.

Преимущества: может выполняться быстро и даже в движущемся транспортном средстве.

Недостатки: данный способ не может быть реализован на мостах с асфальтобетонными перекрытиями. Данные должны быть получены при наличии большого температурного градиента между мостом и температурой окружающей среды.

Акустические методы. Метод: это неразрушающий метод, который выполняется с помощью молотка для выявления изменений в звуковом поле. Тест способен обнаруживать расслаивание, а также разделение покрытия или расщепление структуры на слои.



Рисунок 1 – акустический метод обследования бетонной конструкции

Преимущества: минимальное обучение требуется для выполнения теста, и оборудование является относительно дешевым.

Недостатки: тесты могут быть неточными из-за смещения слуха, требующего “обученного” уха для точного анализа. Мосты с асфальтобетонными перекрытиями не могут быть испытаны с помощью данного метода.

Вырезание или откалывание. Метод: разрушительный метод, в котором вырезают либо откалывают защитный слой бетона, с целью раскрытия арматурных стержней и последующей их оценки коррозионных повреждений, а также механических и химических свойств бетона.

Преимущества: с помощью этого метода можно получить гораздо больше информации о состоянии бетонной конструкции.

Недостатки: механическое повреждение конструкции, которое может привести к развитию дальнейших деформаций элемента. По завершению обследования раскрытую арматуру необходимо обработать и восстановить первоначальное состояние.

Георадар проникающего действия (ГПР). Метод: это неразрушающий метод в котором используют электромагнитное излучение, для обнаружения расслоения, а также отказы.

Преимущества: обеспечивает достоверные и объективные количественные данные относительно крепости конкретной структуры на ранней стадии.

Недостатки: требуется высокое энергопотребление и обученный человек для вывода полученных данных.

Тест Потенциала Полуклетки. Метод: Этот метод неразрушающего контроля оценивает напряжение между стальной арматурой внутри бетона и

электродом, который помещен на поверхность бетона для отображения коррозионной активности.

Преимущества: метод позволяет обнаружить коррозию, прежде чем он развивается в расслоении, что дает возможность проведения своевременного ремонта конструкции.

Недостатки: в зависимости от используемого оборудования, он может быть более дорогостоящим, чем другие методы.

Литература:

1. Колокова Н.М., Кобац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Мацкевич, А. С. Обследование и испытание сооружений : учебно–методическое пособие к лабораторным работам для студентов специальности 1–70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» / А. С. Мацкевич, В. Ю. Олляк. – Минск : БНТУ, 2006. – 94 с. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
3. Кваша В.Г. Реконструкция малых железобетонных мостов / В. Г. Кваша, Л. В. Салийчук // Автомобильные дороги и мосты. – 2014. – N 2. – С. 40–45.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ ЕСЕНИНА И ЯНА ЧЕЧОТА

*Волчек Алексей Геннадьевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы, для строительства станции метрополитена был выбран город Минск, население которого составляет 1 992 685 человека. Местом строительства стало пересечение улиц Есенина и Яна Чечота с проспектом Дзержинского. Проанализировав этот перекресток, были выявлены частые образования пробок, поэтому с целью предотвращения заторов, мной была разработана также подземная транспортная развязка.



Рисунок 1 – Генеральный план с координатами точек строительства

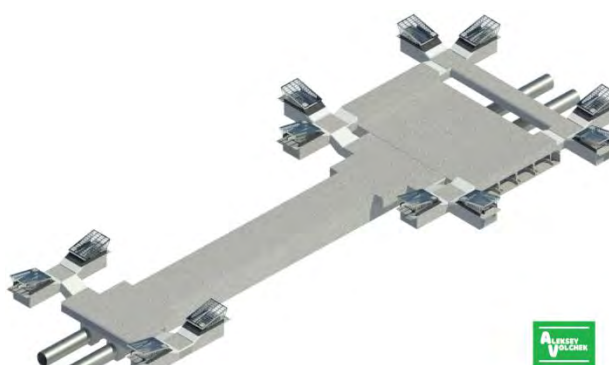


Рисунок 2 – Концептуальная модель комплекса подземной транспортной развязки и метрополитена



Рисунок 3 – Общий вид вход/выходов «Северные»



Рисунок 4 – Общий вид вход/выходов «Южные»



Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение



Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (вид сверху)

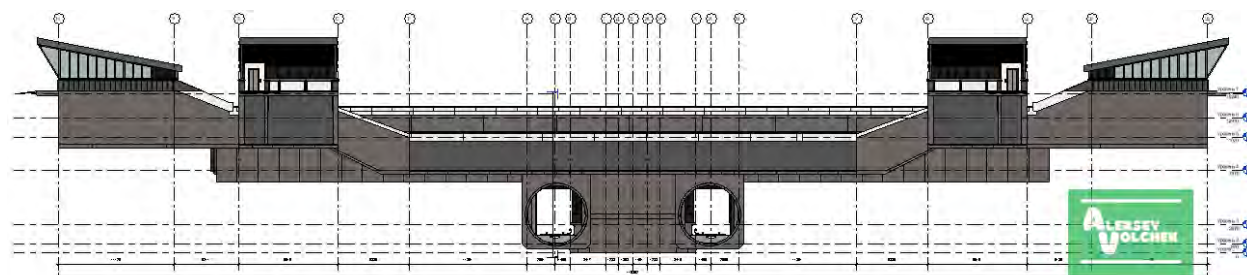


Рисунок 7 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - северный)

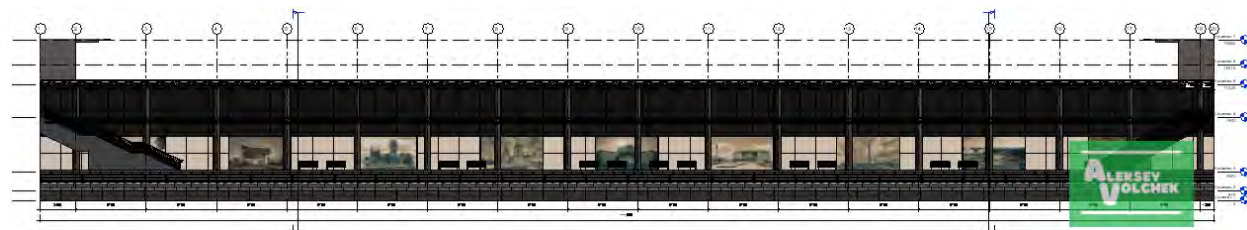


Рисунок 8 – Продольный разрез 1-1 станции метрополитена

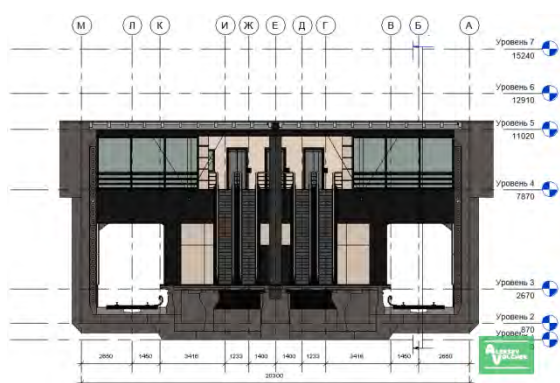


Рисунок 9 – Разрез 2-2 (фасад северный)

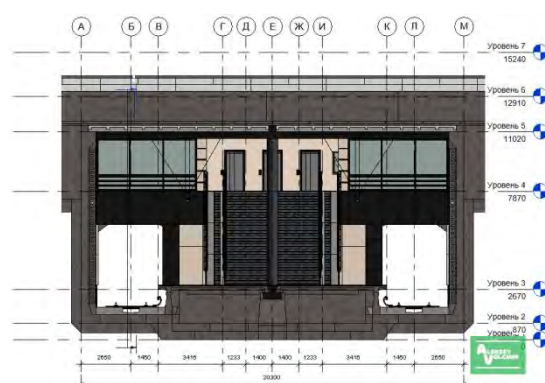


Рисунок 10 – Разрез 3-3 (фасад южный)

Для станции метрополитена спроектировано два вход/выхода в Северном и Южном направлениях. Для «Северного» разработан подземный переход с четырьмя лестничными маршами, по два на обе стороны. В Южном направлении разработано четыре подземных перехода с восьмью лестничными маршами,

позволяющие беспрепятственно передвигаться в нужном направлении на перекрестке улицы Яна Чечота и проспекта Дзержинского.

Помимо вход/выхода в вестибюли станции метрополитена, в подземных переходах было спроектировано расположение:

- торговых магазинов;
- помещений общего пользования (туалет);
- служебные помещения;
- кассы;
- центр управления и наблюдения за системами безопасного движения.

В вестибюлях установлены инновационные турникеты с распознаванием лиц для оплаты проезда.



Рисунок 11 – Инновационные турникеты с распознаванием лиц для оплаты проезда

Имеются дополнительные кассы, где можно приобрести или пополнить количество поездок, а также получить нужную для вас информацию. «Южный» вестибюль оборудован двойным лестничным маршем с системой поднятия-опускания людей с детскими колясками, багажом и в иных случаях. В «Северном» вестибюле установлено 4 эскалатора.

В середине вестибюлей расположены лифты, воспользоваться которыми могут, как люди с ограниченными возможностями, так и остальные. Вход/выходы с лифтов на платформенном участке расположены под лестничными маршами и эскалаторами соответственно.

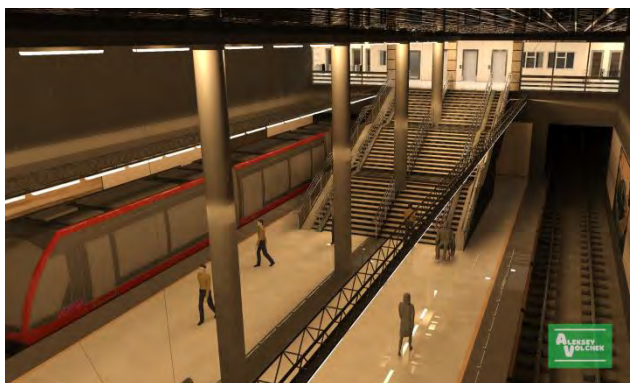


Рисунок 12 – Общий вид станции на Южный вход/выход

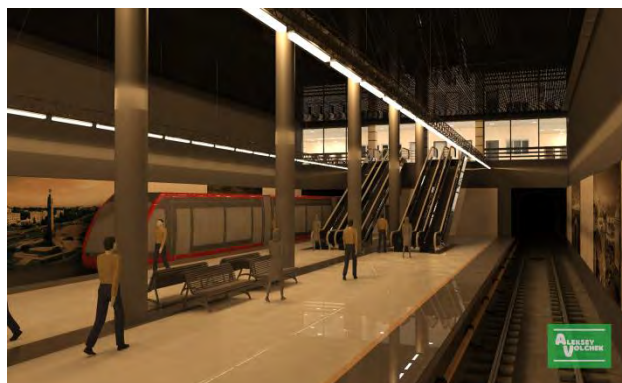


Рисунок 13 – Общий вид станции на Северный вход/выход

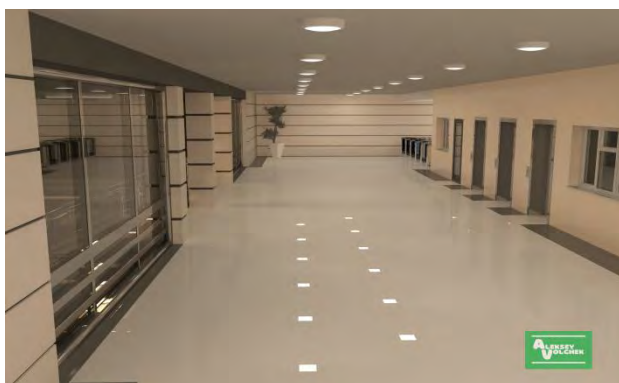


Рисунок 14 – Общий вид вестибюля



Рисунок 15 – Общий вид вход/выхода в подземный переход

На перроне расположены скамьи, придающие комфортность во время ожидания прибытия поезда. Для исключения усталости от времени ожидания использован дизайнерский ход, заключающийся в установке на стены станции больших коллажей с фотографиями достопримечательностей Республики Беларусь.

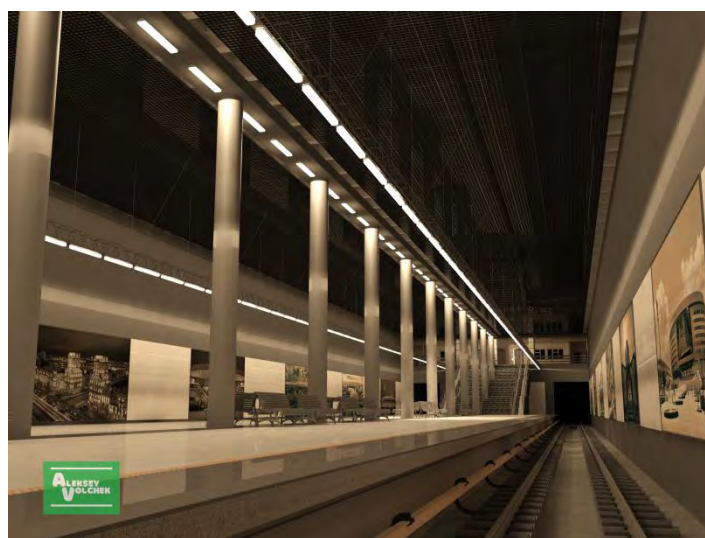


Рисунок 16 – Дизайн станции минского метрополитена

Конструктивный тип станции: колонная с центральным расположением платформы.

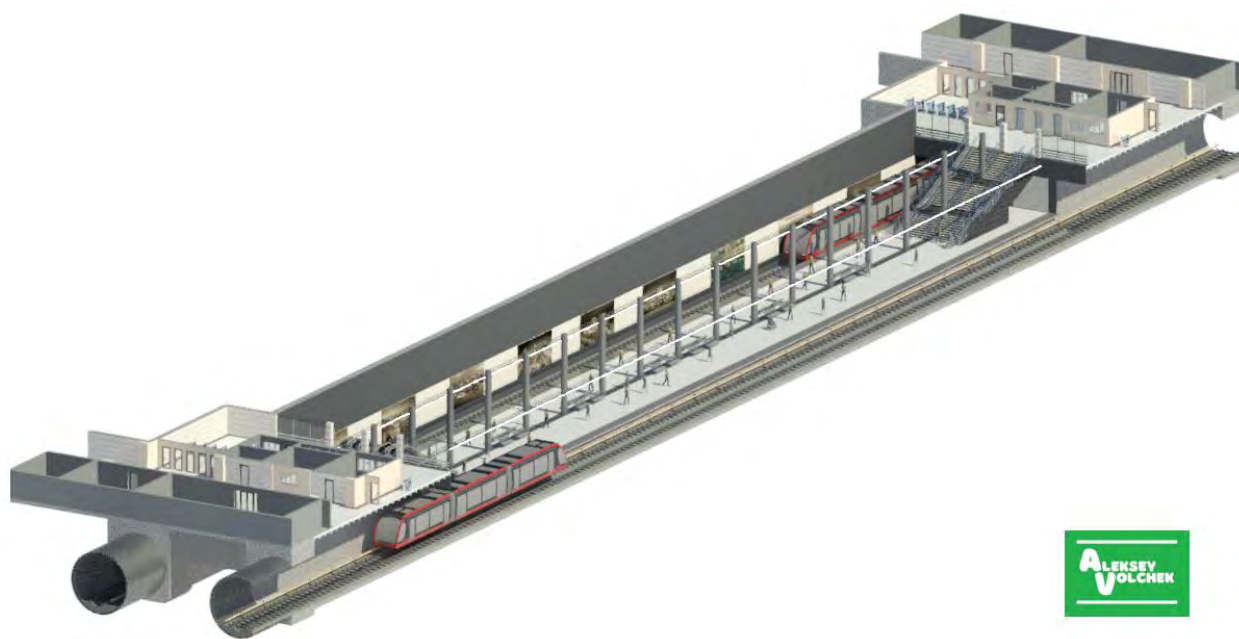


Рисунок 17 – Архитектурное решение станции

Проектирование станции осуществлялось под стандарты поездов курсирующие на данный момент по минскому метрополитену – 81-540/541 5-ти вагонный состав, длина одного вагона – 19 210 мм, ширина колеи – 1520 мм; а также Stadler M110/M111 4-5-ти вагонный состав, длина состава – 78 360 мм (4 ваг) и 97 650 мм (5 ваг), ширина колеи – 1520 мм.

Средний пассажиропоток минского метрополитена – 805 000 пас/день.

Литература:

1. ТКП 45-3.03-115-2008 (02250). МЕТРОПОЛИТЕНА. Строительные нормы проектирования.
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. Храпов В. Г. Тоннели и метрополитены: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1989. 383 с.

ЗАПАДНЫЙ СКОРОСТНОЙ ДИАМЕТР

*Гаранина Евгения Александровна, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Западный скоростной диаметр (ЗСД) – платная автомагистраль, общей протяжённостью в 46,6 км, связывающая основные транспортные комплексы города с Кольцевой автомобильной дорогой. (Рис. 1). Большая часть трассы построена на искусственных сооружениях – эстакадах, тоннелях, путепроводах и мостах.

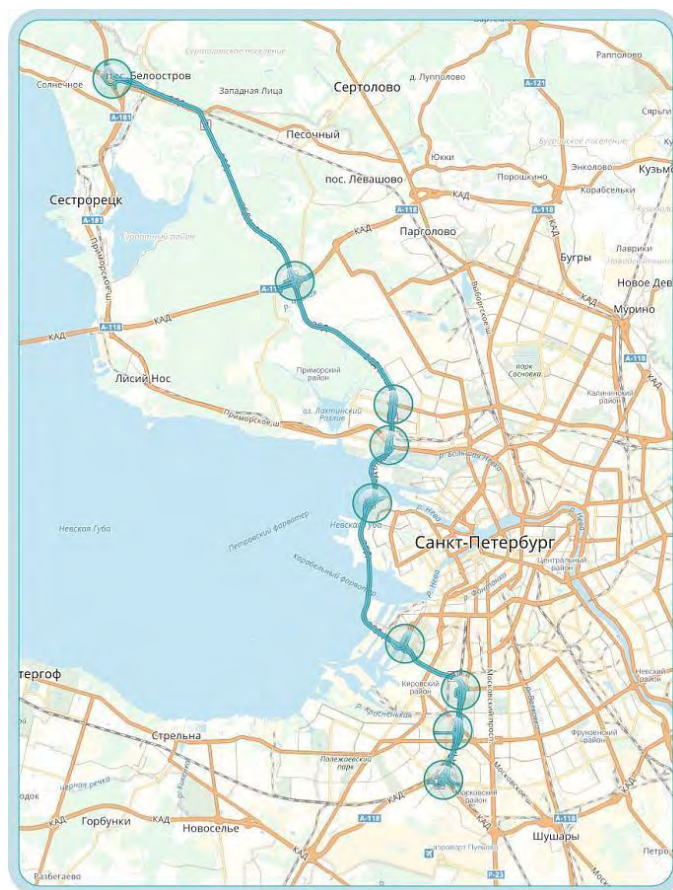


Рисунок 1 – Вид ЗСД на карте

При проектировании ЗДС была поставлена архитектурно-концептуальная задача создания отличного от существующих объектов образа, который должен просматриваться на протяжении всей магистрали.

В связи со стеснёнными условиями городской среды Канонерского острова, проектировщиками было принято решение установить через Морской канал двухъярусную семипролётную металлическую ферму длиной около километра. Сборка конструкции проводилась на стапеле на высоте более 40 м над землёй, и осуществлялась методом надвигки непосредственно над жилыми домами. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Надвигка над домами

Перевод трассы в два уровня сократил ширину дороги в два раза, что было осуществлено впервые в российской практике монтажа двухъярусных ферм данного габарита.

Литература:

1. Западный скоростной диаметр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Западный_скоростной_диаметр#Архитектура_проекта – Дата доступа: 29.11.2020.
2. На ЗДС установили двухэтажную конструкцию моста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.metainfo.ru/ru/news/89765> – Дата доступа: 29.11.2020.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D СКАНИРОВАНИЯ В ОБСЛЕДОВАНИИ

*Гаранина Евгения Александровна, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Самым прогрессивным методом измерений, применяющихся для создания 3D модели объекта, на сегодняшний день является лазерное сканирование. В результате съёмки получают высокоточную трёхмерную модель отсканированного объекта.

Суть технологии лазерного сканирования заключается в определении пространственных координат точек, т. е. лазерный сканер устанавливается на штатив напротив обследуемого объекта, мощный лазер светит в пространство, а специально установленный за линзой сенсор собирает световой поток (Рис. 1). Далее анализирует преломление лазерного луча и записывает координаты поверхностей в память.

Результатом работы сканера является множество точек с вычисленными трёхмерными координатами, которые называются облаком точек. Они в дальнейшем используются в качестве основы для моделирования в BIM. Одно облако может содержать от нескольких тысяч до миллионов точек. Благодаря встроенной фото- или видеокамере результат сканирования окрашивается в реальные цвета.



Рисунок 1 – Угол обзора 3D сканера

3D сканирование успешно применяют при проектировании и реконструкции промышленных объектов. Оценка технического состояния позволяет убедиться в его безопасности и соответствии строительным нормам. Сканирование проводится с целью обнаружения элементов конструкций, подвергшихся деформациям. Для работ на опасных сооружениях в технологии сканирования реализован принцип дистанционного зондирования, который позволяет собирать информацию об обследуемом объекте находясь на расстоянии от него.

Из-за масштабов объекта использовать наземные сканеры не всегда представляется возможным. Тут на выручку пришли беспилотные летательные аппараты. Квадрокоптерами, оснащёнными устройствами для 3D сканирования и камерами, управляют дистанционно. После чего собранные данные «сшивают» с данными от наземных обследований в специальных программах и на выходе получают 3D модель сканируемого объекта (Рис. 2).



Рисунок 2 – Принцип работы квадрокоптера и результат 3D сканирования

Кромке очевидных достоинств – скорость ведения работ; точность; способность лазера сканировать сквозь дымку и в ночное время; универсальность и т. д. – данный метод обследования имеет некоторые недостатки. Основным являет размер файлов, работу с которыми может «потянуть» не каждый компьютер.

Литература:

1. Наземное лазерное 3D сканирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geopribori.ru/art.php?id=124> – Дата доступа: 14.06.2020.
2. Лазерное 3D сканирование объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spc-project.ru/obsledovanie-i-lazernoe-3d-skanirovanie/> – Дата доступа: 14.06.2020.
3. Наземное лазерное сканирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geosystems.ru/solutions/nazemnoe-lazernoe-skanirovanie/> – Дата доступа: 14.06.2020.

ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ МАРСЕЛЬ АНРИ

*Головач Максим Сергеевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Пешеходный мост Марсель Анри в Клиши Батиньоль Зак предназначен для пересечения железнодорожных путей на улице Соссюр в Париже. (Рис. 1). Проект был не из простых, он должен был учитывать площадку для застройки, ландшафт и поток железнодорожных линий. Тип пролета зависит не только от ограничений участка, но и от элементов, расположенных на железнодорожных линиях.

Мост состоит из балок двойной кривизны, изгибы которых изменяются от одной стороны к другой. Для того чтобы мост вписался в данный район Парижа, была спроектирована индивидуальная геометрическая форма. Боковые стороны прохода постепенно изгибаются и тем самым образуют ниши с обеих сторон. Эти изгибы повторяют изменения инерции конструкции и создают мягкую непрерывную линию по сторонам моста. В сочетании с криволинейными арками и балками двойной кривизны, они придают ребрам жесткость. Две стороны моста асимметричны и взаимосвязаны.



Рисунок 1 – пешеходный мост Марсель Анри

Благодаря стеклянным бокам свет меняет наш взгляд на инфраструктуру. Таким образом проекту моста придается гармония и он замечательно вписывается в городскую инфраструктуру.

Литература:

1. Archdaily [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/>– Дата доступа: 07.12.2020

ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА (КВАДРОКОПТЕРОВ) В ГЕОДЕЗИИ

*Гречаник Александр Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Большинство работ, связанных с геодезическими изысканиями, выполняются «по старинке» - инженерами-геодезистами. На небольшой и равнинной территории они полностью справляются со своей задачей, создавая карты и планы невысокой стоимости и хорошего качества. Если же геодезические изыскания происходят на обширных территориях с меняющимся рельефом, то работа «ногами» становится нерентабельной.

В такие моменты на помощь людям приходит техника, а именно беспилотный летательный аппарат или же «Квадрокоптер» (Рис.1). С помощью него можно гораздо быстрее, а также с меньшими затратами произвести визуальную съёмку местности и начертить план или карту высокого качества.



3

Рисунок 1 – Съёмка с помощью квадрокоптера

Эффективность дрона определяется компоновкой его оборудования. Именно правильная компоновка навесных или интегрированных компонентов помогут выполнить сразу несколько задач.

Квадрокоптер, в основном, используют в:

1. Съёмке местности – это самая широкая сфера гражданского использования квадрокоптера, она включает:

- проектно-изыскательские работы для строительства и реконструкции дорог, зданий и сооружений;
- межевание, инвентаризация и кадастровая оценка земельных участков;
- мониторинг состояния инженерных коммуникаций, линий электропередач, трубопроводов;
- оценка эффективности использования земельных ресурсов;
- проектирование развития городских и сельских территорий с определением зон для размещения различных объектов;
- составление ортофотопланов для нужд фермеров и сельхозпредприятий;
- определение объёма извлечённой горной породы на ГОК;
- трехмерное проектирование ГИС;
- охрана объектов и мониторинг территорий в определенных границах;
- экологический мониторинг;
- отслеживание событий в реальном времени – контроль за проведением массовых мероприятий, розыскные и поисково-спасательные операции, мониторинг ситуации на транспортных магистралях;
- запись и трансляция спортивных соревнований.

2. Картография.

Благодаря относительной ценовой доступности и быстрой окупаемости сегодня, практически повсеместно, используются беспилотники для геодезической съемки обширных и труднодоступных участков земной поверхности с целью создания карт и планов различного назначения.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gis2000.ru/articles/primeneniye-bplakvadrokopteroov-v-geodezii.html> - Дата доступа: 04.12.2020
2. Национальный правовой Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://slysky.ru/blog/topograf-aero.html> - Дата доступа: 04.12.2020

ПРОЕКТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОННЕЛЯ В РАЙОНЕ ГОРОДОВ NAVELLI И CAPESTRANO (ИТАЛИЯ)

*Гречаник Александр Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы по дисциплине «Тоннели и подземные сооружения», был запроектирован железнодорожный тоннель между городами Навелли и Капистрано (Италия). Подземное сооружение позволит сократить транспортные расходы компаний, откроет новый туристический маршрут.



Рисунок 1 – План трассы с указаниями радиусов

Проектом строительства предусмотрено прохождение тоннеля длиной 4.82 км с двумя углами поворота радиусом 724 и 718 метров соответственно. Максимальный уклон проезжей части не превышает 24‰ (Рис. 2). Расчетная скорость движения железнодорожного транспорта в тоннеле будет составлять 60-70 км/ч.

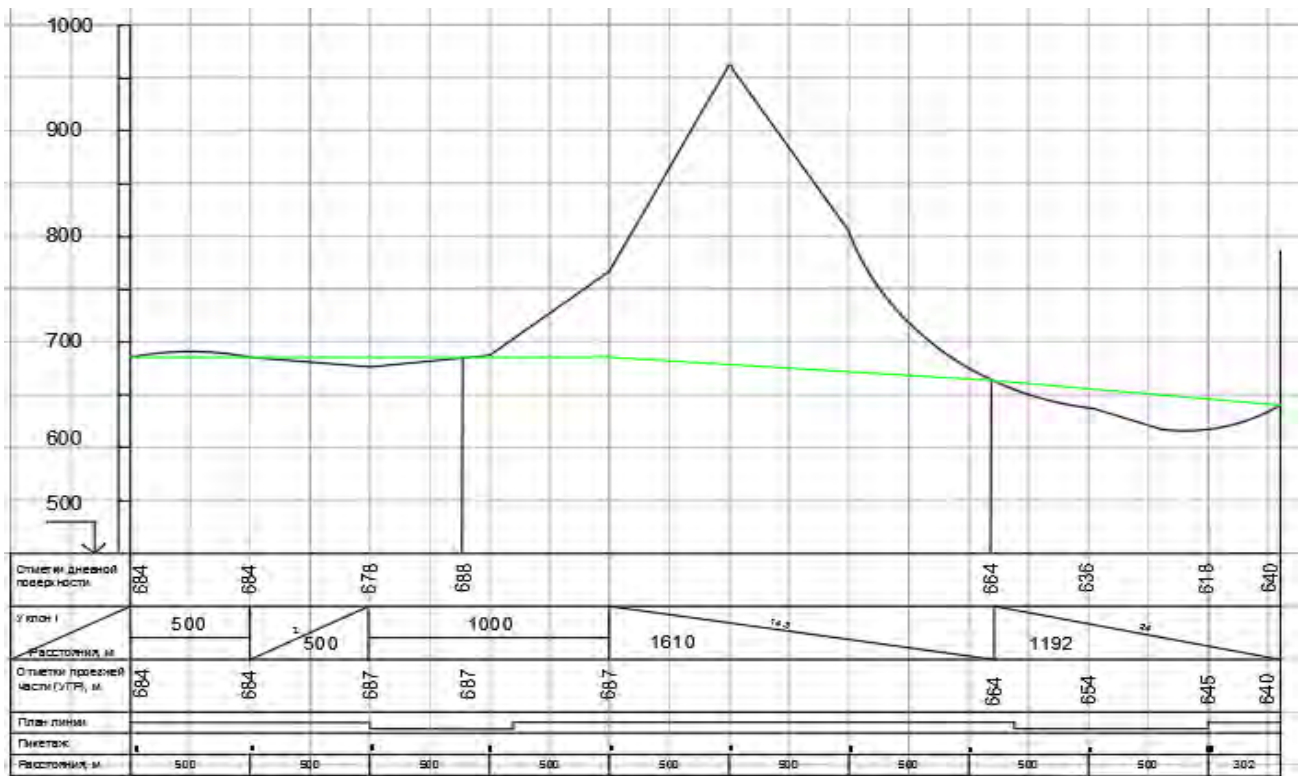


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

На входе (выходе) из тоннеля были запроектированы порталы (Рис. 3,4,5). Портал представляет собой конструктивно-архитектурное решение, 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.

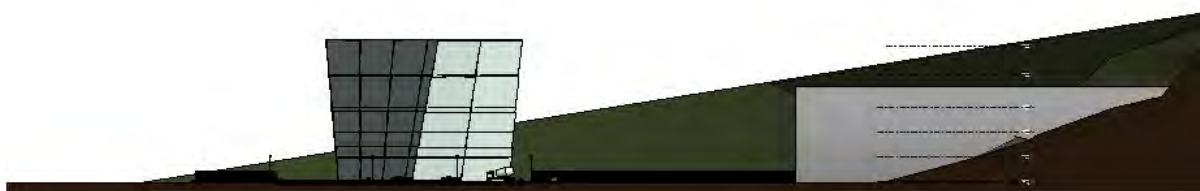


Рисунок 3 – Восточный фасад



Рисунок 4 – Западный фасад

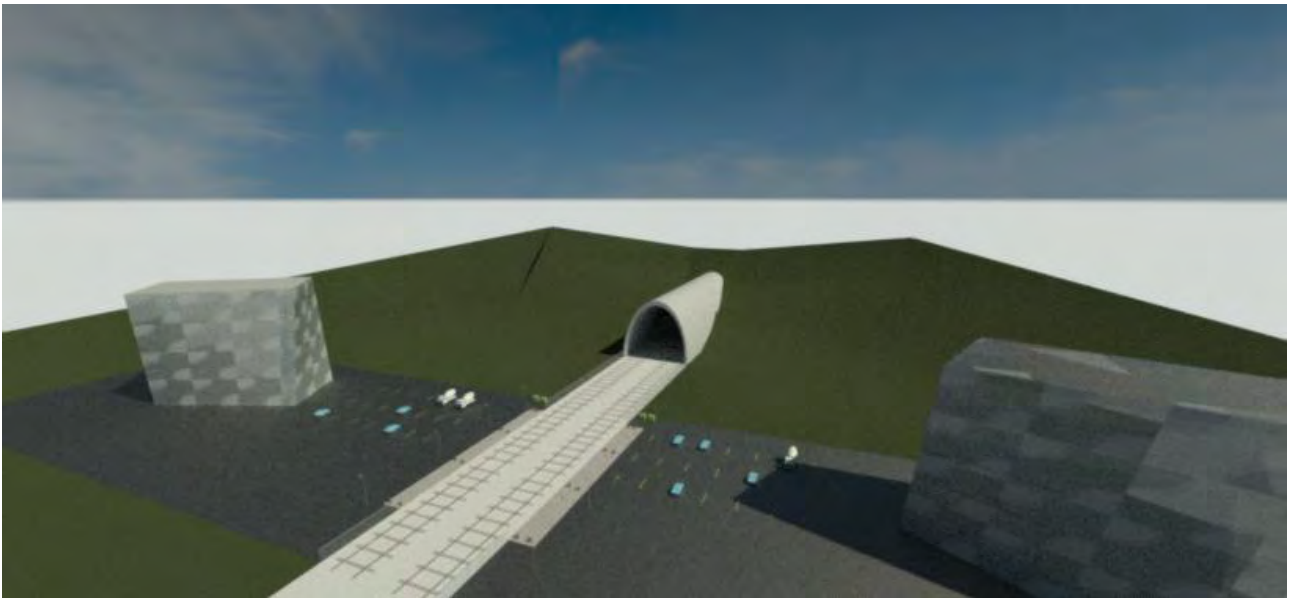


Рисунок 5 – Общий вид портала

При строительстве тоннелей используются различные виды спецтехники и оборудования, от всеми известных – погрузчиков и экскаваторов, до невероятных проходческих щитов и робототехники. Одним из интересных экземпляров является демонтажный робот «Атлант 4000», производства российской компании ССТ.



Рисунок 6 – Демонстрация работы “Атлант 4000” гидромолотом

Данная модель широко применяется в таких отраслях как: цветной металлургии, атомной промышленности, при демонтаже и сносе зданий, а также робот нашёл своё применение и тоннелестроении. Он многофункционален, может выполнять такие работы: демонтаж опорных стенок, пробивка отверстий тоннелепроходческих комплексов, также его используют для проходки шахт и разработку горных пород. При необходимости «Атлант 4000» оснащается гидромолотом и может участвовать в спасательных операциях, не подвергая опасности жизни человека так как управляется дистанционно.

Машина полным весом 4,4 тонны на двух гусеничных движителях оборудована четырьмя надежными стабилизаторами и шестиметровой стрелой с гидромолотом на конце. Энергия удара последнего составляет более 610 джоулей, частота — 600—1400 ударов в минуту. Мощность электрического силового агрегата «Атлант» — 30 киловатт. Полноповоротная база машины способна совершать полный круг за 20 секунд и рассчитана на максимальный угол наклона в 23 градуса. Цифровая дистанционная система позволяет оператору управлять работой «Атланта» по кабелю или посредством радиосигнала с расстояния до 200 метров.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5afabbe9256d5c10df008539/tonneleprohodcheskii-kompleks-i-drugaia-tehnika-dlia-stroitelstva-tonnelei-5e1c0db792414d00b1ff1c4c>. – Дата доступа: 09.12.2020.
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.by> – Дата доступа: 09.12.2020.

ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ НА ПОБЕРЕЖЬЕ БАЙРАКЛЫ, ТУРЦИЯ

Дейко Вадим Витальевич, студент 3-го курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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

В городе Измир, находящемся на западе Турции, построен пешеходно-велосипедный мост. Официального названия он не имеет, поэтому люди именуют его «Bayraklı Coast Pedestrian Bridge», что в переводе означает «Пешеходный мост на побережье Байраклы». Мост был спроектирован в рамках проекта «IzmirDeniz». Его дизайнеры поставили перед собой задачу преобразить побережье Измира, тем самым изменить жизнь горожан в лучшую сторону.

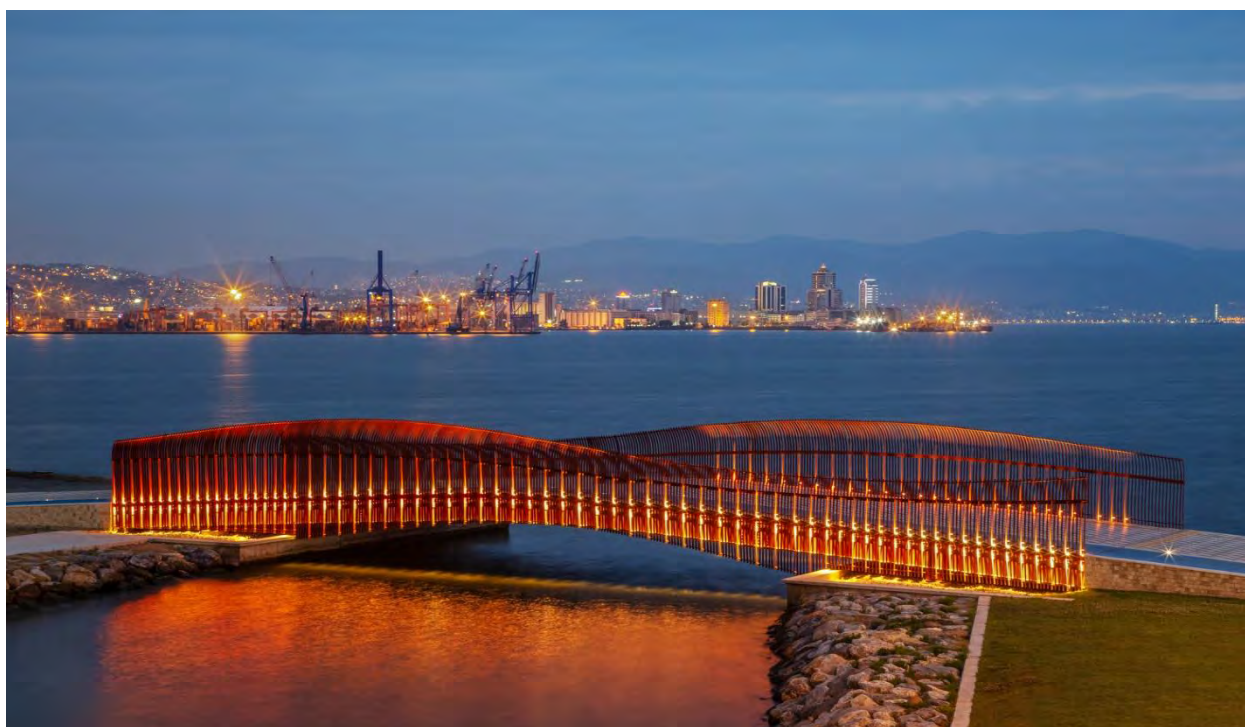


Рисунок 1 – Bayraklı Coast Pedestrian Bridge

Мост был спроектирован с целью сделать побережье более доступным для велосипедистов, пешеходов и служебных автомобилей и на данный момент является незаменимым транспортным сооружением для пляжа Байраклы.

Дизайнерская задумка заключается в так называемой игре теней. Пешеходы и велосипедисты, движущиеся по мосту, за счет просвечивающихся стенок моста будут изменять внешний вид конструкции. Для наблюдателей мост

будет восприниматься не как обычная статичная конструкция, а как завораживающее зрелище, на которое можно смотреть часами не отрывая глаз.

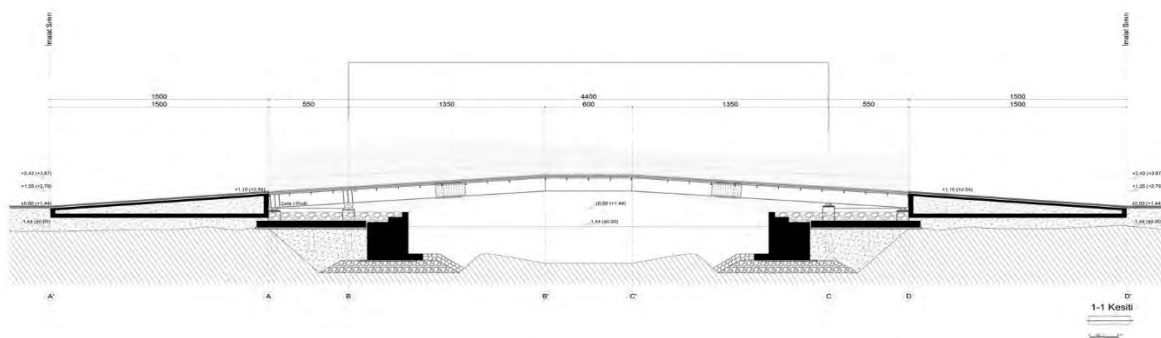


Рисунок 2 – Чертеж моста

Расстояние между точками опоры моста составляет 33 метра. С учетом соединительных береговых площадок длина сооружения насчитывает 74 метра. Ширина моста почти 11 метров. При этом из них 3,5 метра отведены под велосипедную дорожку. Материалы, используемые при построении моста, устойчивы к мягким погодным условиям, свойственным климату Турции. Это позволяет как можно дольше сохранить первоначальный вид конструкции.

Литература:

1. Designverse [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://designverse.com.cn/content/recommend/article/bayrakli-coast-pedestrian-bridge-notmimarlik-en>. – Дата доступа: 12.09.2020.
2. Archdaily [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/947115/bayrakli-coast-pedestrian-bridge-notarchitects-plus-notmimarlik>. – Дата доступа: 12.09.2020.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН

*Драгун Олег Владимирович, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Санкт-Петербургский метрополитен является одним из самых необычных метрополитенов в Европе. Он состоит из пяти линий и общей продолжительности 124.8 км. 15 ноября 1955 года первая ветка Петербургского метрополитена ввелась в эксплуатацию. Соответственно с этим событием, Ленинградский метрополитен был вторым в России. Всего насчитывается 72 станции метро. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Схема метрополитена

Особенностью метрополитена Петербурга является глубокое расположение станций. Это обусловлено географическими и климатическими факторами. «Адмиралтейская» станция является самой глубокой станцией России с общей длиной залегания 86м. На пути к «Адмиралтейской» станции работают два эскалатора, расположенные один над одним. Часть станций залегают под рекой Нива, что и надаёт метрополитену свою уникальность. Спрос метрополитена на душу населения относительно высокий. По этому показателю метрополитен занимает 25-ое место в мире.

Нельзя не упомянуть о высоком уровне архитектурного дизайна на станциях метрополитена. Например, станция «Автово» является одной из двенадцати самых красивых станций мира. С приходом метро жизнь людей значительно улучшилась, но конструкция так же имеет свои недостатки (Табл.1).

Таблица 1- Преимущества и недостатки метрополитена

Преимущества	Недостатки
1. Отсутствие пробок.	1. Переполненность пассажирами.
2. Скорость .	2. Электромагнитное излучение .
3. Дешёвый проезд .	3. Воздух загрязнен метропылью вперемешку с наземной пылью.
4. Не требует внимания окружающей обстановки.	4. Антисанитария в вагонах.
5.Нет шанса попасть в аварию.	6.Повышает уровень заражения Covid-19.

Литература:

1. wikipedia.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Петербургский_метрополитен. –Дата доступа: 13.11.2020.
2. zen.yandex.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ca322813aaf7b00b2c2ee26/shedevry-podzemki-obzor-samyh-krasivyh-stancii-metro-v-peterburge-5d64e2d4e4f39f00ac36819e>. –Дата доступа: 13.11.2020.

ШЕСТЬ УДИВИТЕЛЬНЫХ МОСТОВ ИТАЛИИ

*Дудинский Евгений Геннадьевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А, канд. техн. наук, доцент)*

Мост Понте Веккьо в Флоренции

Несомненно, одним из самых известных мостов в мире является мост Понте Веккьо во Флоренции, который был построен в 1345 году. Мост знаменит своими магазинами. Изначально это были в основном мясные лавки, торговцы рыбой и т. д., потому что находясь на мосту, они могли сбрасывать мусор прямо в реку. Когда Козимо I Медичи построил коридор Вазари в 1545 году, он приказал перенести мясной рынок с моста, чтобы его неприятный запах не проникал внутрь коридора. Затем здесь были установлены мастера-ювелиры, которые торгуют на мосту и в наши дни.

Мост Риальто в Венеции

Мост Риальто известен благодаря своей величественной архитектуре - спроектированной Антонио Да Понте в 1588 году, выиграв у работ других известных художников, включая Микеланджело. Также известен и потому, что он находится в самом центре оживленного рынка Риальто. Это потрясающий опыт - бродить по маленьким узким улочкам, чувствуя себя дезориентированным и потерянным, выйти на относительно просторный мост Риальто (несмотря на скопище туристов и магазины памятных вещей) и полюбоваться Гранд-каналом.

Мост Понте Сант Анджело в Риме

Сам по себе Понте Сант Анджело впечатляет своими скульптурами ангелов, но объединив это с видом на папскую крепость Капель Сант Анджело (мавзолей Адриана), и у вас есть что-то действительно необыкновенное. Мост имеет римское происхождение и первоначально назывался Элийским мостом или Pons Aelius с 134 года нашей эры. С принятием христианства Римской империей мост стал известен как Мост Святого Петра, поскольку он был основным маршрутом для паломников к базилике Святого Петра, но в 7 веке при папе Григории I и замок, и мост стали называть Сант-Анджело. Легенда гласит, что во время чумы Григорий водил верующих по городу в молитве, и когда они подошли к замку, ему было видение архангела Михаила, вложившего свой меч в ножны на вершине замка - знак того, что чума закончится. Есть много других

историй, связанных с мостом, что неудивительно, учитывая его местонахождение и возраст.

Мост Гайола в Неаполи

Расположенный в нескольких минутах ходьбы от берега района Посилипо в Неаполе, Гайола на самом деле представляет собой два крошечных искусственно созданных острова, соединенных небольшим и безумно романтичным мостом. Мост и остров идеально подходят для открытки, и в настоящее время территория, окружающая остров, представляет собой подводный морской парк, охраняемый регионом Кампания.

Мост Понте ди Тиберио в Римини

Самый старый из нашей коллекции мостов, Понте ди Тиберио в Римини, этот великолепный римский мост был построен во время правления императора Августа, начиная с 14 г. н.э., хотя он был завершен несколько лет спустя, во время правления Тиберия (отсюда и название) в 21 г. н.э. Что примечательно в этом мосте, помимо его впечатляющей ширины и прочности и того что он превосходно выдержал войны и наводнения - так это то, что он используется до сих пор, соединяя оживленный центральный исторический центр Римини с модным районом Борго-Сан-Джулиано.

Понте делла Маддалена в провинции Лукка

Понте-делла-Маддалена, также известный как Мост Дьявола, был важным пунктом пересечения средневековья. Он был построен в 11 веке Матильдой Каносской и примечателен своей асимметричной аркой. Он сохранился на протяжении веков с небольшими реконструкциями и добавлением еще одной арки в 1900-х годах.

ТАБИАТСКИЙ ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ

*Епихов Владислав Игоревич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Табиатский пешеходный мост расположен в столице Ирана Тегеран. Построен данный мост в октябре 2014 года. Длина моста составляет порядка 270 м, а площадь – 46000 м². Данный мост был построен с целью соединения двух парков Або Аташ на западе с парком Телегани на востоке, разделенных шоссе Модаррес на севере Тегерана, в районе Аббас-Абад, при этом не загромождая вид на горы Альборз. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Таибаатский пешеходный мост

Проект данного моста выиграл в конкурсе в 2008 году. Изначально архитекторы задумывали данную постройку в виде изогнутой многоуровневой стальной конструкции с переменной шириной и изменением наклона, где настил будет опираться на три опоры в виде дерева. (Рис. 2). Результатом стало динамическая форма, состоящая из трехмерной фермы с двумя непрерывными уровнями настила. Максимальная длина между опорами – 93 м.



Рисунок 2 – Опоры моста

Данная конструкция служит не только в качестве перехода. На самом мосту расположены такие объекты как кофейня, ресторан, киоски, зеленые насаждения и места для сидения. (Рис. 3). Такие решения позволяют людям задержаться на мосту, насладиться видом и отдохнуть. Придумано это для того, чтобы люди не могли понять, где начинается мост, а где парк, то есть мост является продолжением парка.

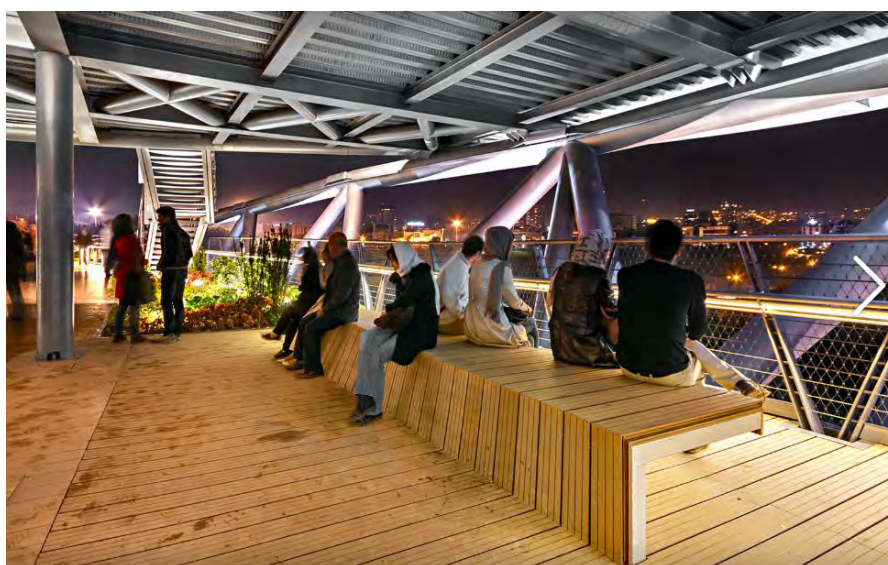


Рисунок 3 – Вид изнутри

В каждом парке было построены несколько дорожек, которые будут вести людей к мосту. Ширина моста достаточно не большая (от 6 до 13 метров), и поскольку он сильно изгибается, благодаря этому появилось множество точек для обзора ландшафта. Благодаря этому стало возможным сохранить всю растительность вблизи моста.

Все уровни моста соединены между собой лестницами и пандусами, что позволяет обеспечить беспрепятственный переход с одного уровня моста на другой.

Данный мост является примером человеческой смекалки, когда надо не просто соединить пункт А и Б, а сделать это красиво и качественно. При этом вписываясь в архитектуру города, не разрушая природу и не мешая транспортному трафику в столице. Табиатский мост стал популярным местом для посещения туристов, привлек большое внимание жителей города, и стал визитной карточкой Тегерана.

Литература:

1. Tabiat Pedestrian Bridge [Electronic resource] – Mode of access: <https://archello.com/project/tabiat-pedestrian-bridge>. Date of access: 09.12.2020.
2. Architizer.Projects. Tabiat Pedestrian bridge [Electronic resource] – Mode of access: <https://architizer.com/projects/tabiat-pedestrian-bridge>. Date of access: 09.12.2020.

МОСТ СИ-О-СЕ-ПОЛЬ В ИСФАХАНЕ

*Жоголь Елизавета Васильевна, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель — Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Си-О-Се-Поль, также известный как мост Аллахверди-Хана, является одним из одиннадцати Исфаханских мостов, пересекающих реку Заяндехруд. Это самый известный мост Исфахана благодаря своим размерам, центральному расположению и выдающейся архитектуре. Мост — это центр ночной жизни города, который привлекает как иранцев, так и иностранных туристов. (Рис. 1)



Рисунок 1 – Мост Си-О-Се-Поль

Мост был построен между 1599 и 1602 годами во время правления шаха Аббаса. Строительством руководил шахский канцлер Аллахверди Хан Ундиладзе-отсюда и второе название моста. В 1598 году шах Аббас перенес столицу своей империи из Казвина в Исфахан, отчасти из-за близости реки Заяндехруд, которая обеспечивала жизнь и продовольствие городу. 5 из 11 мостов были построены в эпоху Сефевидов для переправы через реку. За 400 лет

существования моста река пересохла, но си-О-Се-Поль нашел себе другое назначение. Это было место для вечерних прогулок, общественных встреч, мероприятий, а также наблюдательный пункт для регат и других водных видов спорта.

Си-О-Се-Поль-самый длинный среди Исфаханских мостов и самое большое сооружение на воде в Иране – его общая длина составляет 297 метров, ширина-13,75 метра. На фарси «си-о-се» означает 33 — это число арок, составляющих первый уровень моста. Второй уровень имеет пешеходную дорожку, огороженную стенами, защищающими путешественников от ветра и падения в воду. Мост построен из желтого кирпича и известняка, типичных материалов для сооружений эпохи Сефевидов. Ниши, образованные арками, идеально подходят для того, чтобы сидеть и болтать, наслаждаясь видом на город. В одной из арок какое-то время располагался чайный домик, но потом его закрыли.

Си-О-Се-Поль соединяет улицы Чахар баг-Э Аббаси и Чахар баг-э Бала, являясь, по сути, их продолжением. Он расположен в центре города, в нескольких минутах ходьбы от основных достопримечательностей города. Если вы пойдете на север по улице Чахар баг-э Аббаси, то за 20 минут доберетесь до площади Накш-э Джахан, Дворца Хашт-Бехешт и Дворца Шехель-Сотун . На юго-востоке от моста находится Ванкский собор и Исфаханский музыкальный музей. Вы также можете увидеть другие мосты через реку Заяндехруд – такие как Джуи и Кхаджу. Рядом с северным концом моста находится станция метро Си-О-Се-Поль, а также несколько автобусных остановок, торговых центров, кафе и отелей.

Общепризнано, что лучшее время для посещения моста Си-О-Се-Поль — это вечер после захода солнца. После насыщенного дня, полного экскурсий и осмотра достопримечательностей, приезжайте на набережную Заяндехруда, чтобы провести спокойный вечер. Когда стемнеет, мосты освещаются сотнями фонарей и красиво отражаются в речных водах. Вы можете понаблюдать за образом жизни Исфаханцев, послушать уличного музыканта и приятно прогуляться вдоль реки.

УНИКАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ: ДРЕВЕСИНА

*Казак Анна Юрьевна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

В настоящее время одними из самых прочных материалов на нашей планете считаются титановые сплавы, однако они имеют заметный дефект – это дорогая цена и большой удельный вес. Научная группа из университета штата Мэриленд изобрели уникальный материал, который не только заменит металлы, но и сможет выводиться. Мэрилендские учёные разработали новаторскую технологию уплотнения древесины. Ее итогом стал иной материал – это сверхпрочная древесина. По своим прочностным характеристикам она может превзойти металл. (Рис. 1).

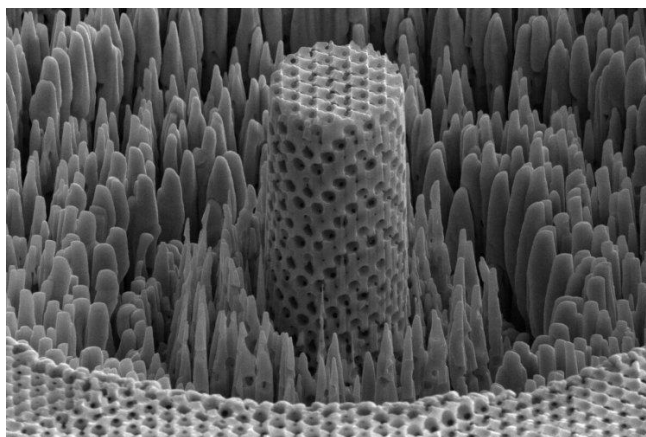


Рисунок 1 – Сверхпрочная древесина

Издавна древесина очень ценна в качестве строительного материала. С помощью новейшей методики качественные параметры и особенности древесины есть возможность увеличить в разы. Исходя из этого, древесина может стать ещё более необходимой в строительстве различных конструкций.

По итогам опытов над древесиной, экспериментаторской группе университета Мэриленда, за последние несколько лет, удалось воплотит идеи в реальность. В первую очередь были изобретены эффективные фильтры на базе древесного угля, предназначенные для очищения воды, прозрачная древесина, натрий-ионные аккумуляторы, произведённый из древесных листьев и древесины.

Самой значимой инновацией является изобретение супердревесины. Прочностное свойство она получила благодаря следующему процессу, который состоит из двух стадий. В первую очередь учёные доводят древесину до кипения в растворе, включающим гидроксид и сульфит натрия, по этой причине из дерева уничтожаются гемицеллюлоза и лигнин. После этого древесина подвергается горячему сжатию. В ходе этого процесса происходит распад клеточных стенок, а внутри самого материала возникают высокоуровневые нановолокна целлюлозы. В результате полученная уплотнённая древесина существенно прочнее обычной.

Литература:

1. Сайт SCOS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sc-os.ru/materials/2997-razrabotana-drevesina-kotoraya-imeet-prochnost-metalla.html>. – Дата доступа: 12.05.2020.

СТРОИТЕЛЬСТВО НОВОГО МОСТА В ГЕНУЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Казак Анна Юрьевна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В этом году, а именно 3 августа в городе Генуя, Италия был открыт автомобильный мост, по проекту знаменитого архитектора Ренцо Пьяно, в виде огромного корабля.

Вместо рухнувшего моста Моранди 14 августа 2018 года создали принципиально новый мост, который включает ряд лучших инноваций в мостостроении. Пролетное строение выполнено из сталежелезобетонных балочных неразрезных элементов и опирается на 18 колонн, высота которых по 45 метров (Рис. 1). Перед открытием его испытывали на прочность при помощи фур, вес каждой составлял 44 тонны.



Рисунок 1 – Новый мост Моранди

Была необходима сосредоточенность усилий для быстрого проектирования и строительства. Данный проект доверили PERGENOVA S.C.p.A. – объединение компаний, которые являются удачным примером коллаборации государственной и частной компании.

Уникальные разработки в сфере эксплуатации мостов применены в этом проекте. А именно: сверхцентрализованное управление; сенсорные и роботизированные системы автоматизации наблюдения и обслуживания моста.

Для избежания коррозии металлов и солевой конденсации будет использоваться особая система осушения конструкции. Также применены фотоэлектрические панели, которые будут вырабатывать энергию для работы датчиков и освещения моста. Кроме этого будут эксплуатировать роботизированные спецтехнологии для солнечных и акустических панелей.

По итогу, при проектировании и строительстве данного автомобильного моста собраны одни из лучших ноу-хау и опыт для предотвращения разрушения конструкции.

Литература:

1. Сайт CIS–EXPO [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://cis-expo.ru/activities/item/469-stroitelstvo-novogo-mosta-v-genue>. –Дата доступа: 21.11.2020.

МОСТЫ СОВРЕМЕННОГО ДИЗАЙНА УСТОЙЧИВЫЕ К ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМ

*Казак Анна Юрьевна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Землетрясения – одна из проблем современного мостостроения. Они превращают в развалины сооружение, а также уносят жизни людей. По этим причинам учёные разработали новую технологию для создания более устойчивого моста к землетрясениям.

Обычно мостовые опоры состоят из огромных бетонных монолитных конструкций. Несмотря на то, что они придают прочность, при землетрясении они могут треснуть. Современный дизайн – это подвижно-качающийся мост. Его разработали инженеры из Техаса. Новые опоры обеспечивают аналогичную поддержку. Особенность их в том, что они воспринимают энергию землетрясения из-за подвижных сегментов, которые напоминают ноги и руки человека. При землетрясении сегменты опираются друг на друга, не давая возможности разрушиться опоре. (Рис. 1).

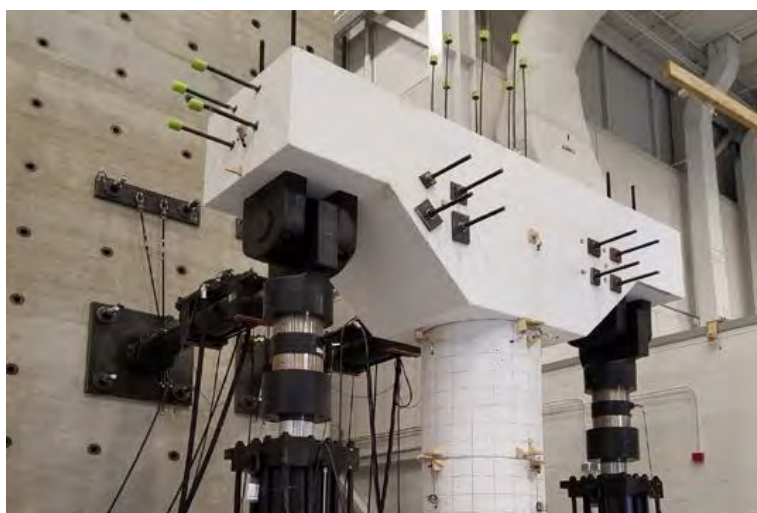


Рисунок 1 – Макет опоры

Также данная технология по возведению мостов способствует не только постройке надёжной конструкции, но и позволят намного дешевле и эффективнее починить трещины в ситуации, если элементы моста получили повреждения.

При проведении большого количества испытаний был найден более рациональный способ реконструкции новых опор, в том случае, если они в итоге подвергнутся сейсмической активности. Вместе с тем учёные сравнили как ведёт себя обычная балка и уже отремонтированная «новая» и выяснилось, что подвижно-качающаяся балка испытывала меньше повреждений, чем обычная конструкция, хотя к ним и применялись равные нагрузки.

В итоге мосты с современным дизайном, возможно дороже обойдутся в строительстве, при этом они могут быть более успешными в дальнейшей перспективе.

Литература:

1. Сайт Profidom [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://profidom.com.ua/novosti/novyje-tehnologii/37336-mosty-novogo-dizajna-bolee-ustojchivy-k-zemletryaseniyam>. – Дата доступа: 04.12.2020.

СЕЙСМИЧЕСКОЕ СКАНИРОВАНИЕ В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

*Казак Анна Юрьевна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для оптимизации движения был разработан тоннель в Италии. Также была создана модель портала данного сооружения.

Портал представляет собой сооружение с площадкой для отдыха. Для защиты отдыхающих от погодных условий предусмотрен крытый участок, поверхность которого состоит из прозрачных солнечных панелей, за счёт поглощённой энергии которых будет питаться электросистема тоннеля.

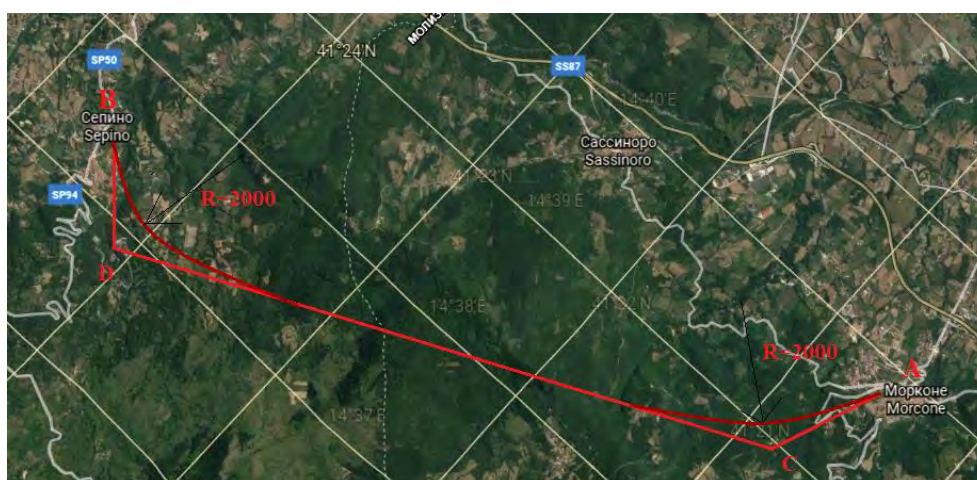


Рисунок 1 – План трассы

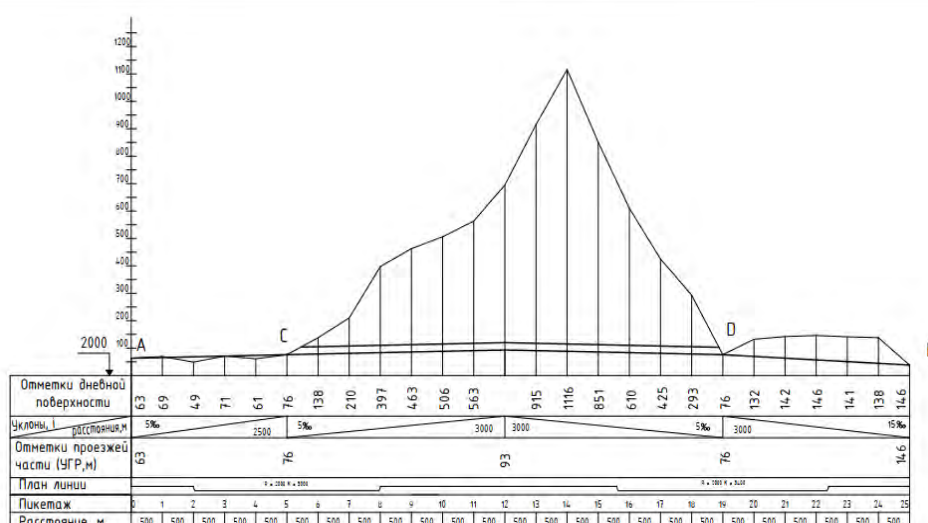


Рисунок 2 – Продольный профиль трассы

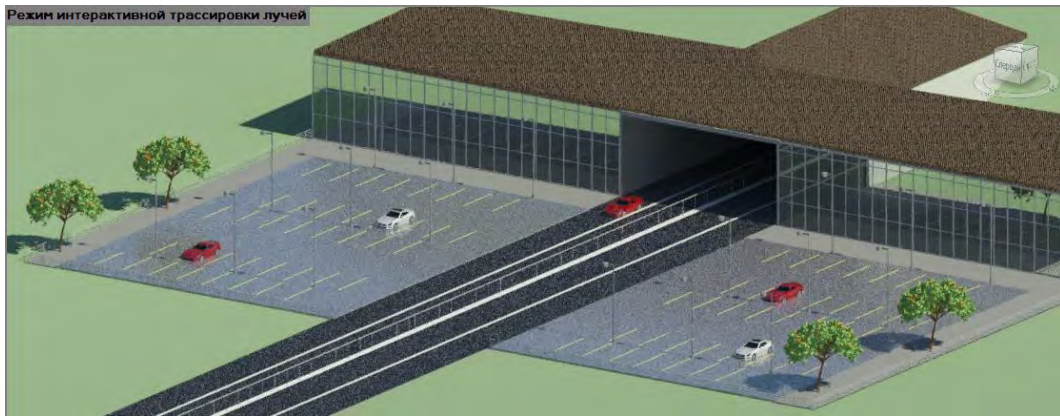


Рисунок 3 – Общий вид портала

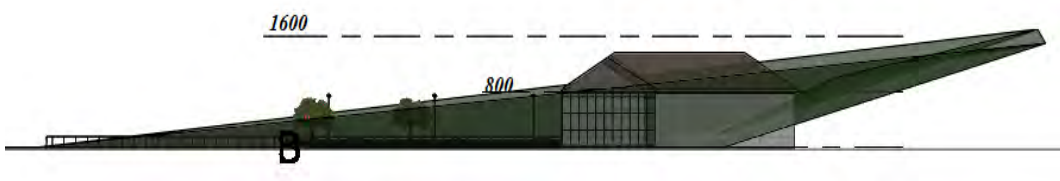


Рисунок 4 – Восточный фасад

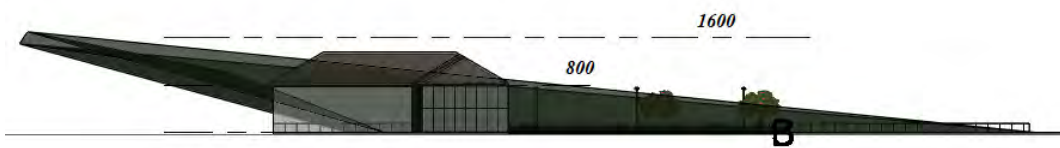


Рисунок 5 – Западный фасад

В ходе разработки тоннелей особую популярность получила технология сейсмического сканирования. Эта технология заимствована у армии США, которая использует ее для поиска возможных секретных тоннелей на границе с Мексикой.

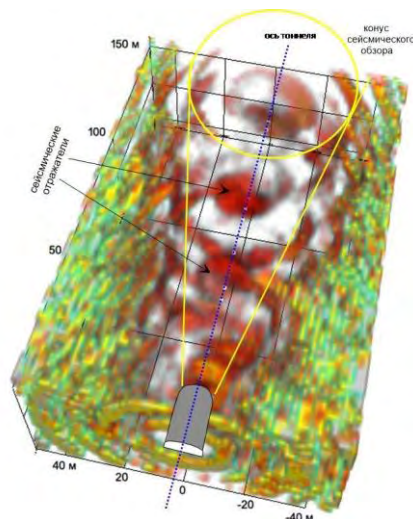


Рисунок 6 – Сейсмическое сканирование

Сейсмическое сканирование способствует тому, что с лёгкостью можно узнать качественный состав и плотность грунта в установленном месте. Эта инновация делает легче, для проходчиков, понимание того, какой именно грунт в данном месте и какое оборудование следует применить. Также данная технология позволит предсказать осадку сооружений и поведение грунта, которые вызываются в ходе строительства тоннелей.

Литература:

1. Сайт SCOS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sc-os.ru/construction/9-novye-tehnologii-v-stroitelstve-tonneley.html>. – Дата доступа: 08.12.2020.

ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ В КИТАЕ

*Калиберов Андрей Кириллович, студент 3-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель - Ходяков В.А., старший преподаватель)*

В результате быстрого роста городов, инфраструктура становится все более недоступной и неудобной для все большего и большего числа граждан. Железнодорожные пути разделяют мегаполис на две части, скоростные трассы становятся непреодолимым препятствием для диких животных, возросшая автомобилизация поставила на нет беспрепятственное передвижение маломобильных групп населения. В связи с этим перед проектировщиками и градостроителями встала задача сделать город доступнее для горожан, при этом не разрушив существующий ландшафт. К сожалению, природные красоты все чаще становятся беззащитны под натиском небоскребов и путями дорог. Тем самым города лишаются зелени и все больше становятся похожим на каменные джунгли. Поэтому так важно сохранить природный комплекс неизменным. С этой задачей прекрасно справились в Шэньчжэне. Строителям удалось не только гармонично вписать пешеходный мост в ландшафт, но и обеспечить безбарьерную среду. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Пешеходный мост в Шэньчжэне

Мост стал переправой между шумным городом и горами, утопающими в зелени. Его местоположение располагает для тихих прогулок и уединения с природой. Общая длина моста 160м, ширина в 8 метров позволила разделить его на две части, которые удовлетворят потребности в активном и спокойном передвижении. Одна половина моста имеет холмистый профиль, позволяющий людям замедлить темп и насладиться красотами водной системы, а также рассмотреть пейзаж с разных высот. Вторая половина более спрямлена, что позволяет передвигаться на велосипеде или самокате или заниматься бегом. По замыслу архитектора изогнутая половина повторяет очертание холмов, а прямая поверхность воды. Чтобы облегчить возведение, были применены максимально простые формы и конструкции. Холмистая часть состоит из 8 опор на которых закреплены консольные балки длиной 4м, далее это все соединяется 15-22 метровыми балками. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Профиль моста

Проектировщиками были применены ряд решений, позволяющих уменьшить стоимость проекта. К примеру, дабы избежать разрушение моста из-за соленой и влажной среды у моря, конструкции моста сделаны из монолитного железобетона, позволяющего отказаться от гидроизоляции. В качестве напольного покрытия была применена тротуарная плитка, являющаяся самым доступным решением и позволяющая произвести быстрый ремонт. Покрытие

велодорожки выполнено из цветного асфальтобетона, обеспечивающего тихую езду. Чтобы скомпенсировать температурное расширение, мост был разделен на части двумя деформационными швами, которые помогают конструкции свободно двигаться, не нарушая целостность чистового покрытия. В местах прохода температурных швов, перила моста имеют специальный зазор, позволяющий им свободно двигаться.

Благодаря грамотному проектированию мост прекрасно вписался в существующий ландшафт и стал хорошим дополнением к существующей инфраструктуре города.

Литература:

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.archdaily.com/950324/split-bridge-jane-z-studio?utm_source=feedbu

МОСТ ЧЕРЕЗ ГРАНД-АВЕНЮ ПАРК

*Карнейко Антон Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Архитектурное бюро LMN Architects спроектировало и построило в 2020 году мост на Гранд-авеню через парк.

Новый мост решает задачу перепадов высот рельефа местности. На пролёте в 257 футов располагаются основные инженерные сети, перекрывая существующие линии электропередач, пятиполосное шоссе и железнодорожные пути, располагающиеся у подножия крутого склона высотой 80 футов, при этом сохраняя вид парка, располагающегося выше. Большая часть конструкции моста находится ниже парка Гранд-Авеню, что позволило сохранить вид на парк.

Форма фермы моста напоминает форму традиционных железнодорожных ферм, встречающихся на северо-западе Тихого океана. Конструктивные элементы изготовлены из атмосферостойкой и необработанной стали, в которых используется ржавчина для образования защитного слоя, обеспечивающего коррозионную стойкость и улучшающего ремонтпригодность моста с течением времени. Блестящее кружевное ограждение, проходящее через ферму, контрастирует с грубым окрасом ржавой фермы и с её серебристыми алюминиевыми панелями. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Вид моста с высоты

Ограждение сделано на заказ методом перфорации. Различная плотность перфорации была разработана для увеличения отражательной способности искусственного освещения, улучшения характеристик встроенных линейных фонарей в верхней части моста при минимизации бликов и светового загрязнения. Каждая алюминиевая панель уникальна и соответствует геометрии моста, виду за его пределами, а так же удовлетворяет различным требованиям к ограждению.

Геометрия для 400 алюминиевых панелей была создана с помощью компьютерного моделирования. Отдельный файл для каждой панели был использован производителем на гидроабразивном станке с числовым программным управлением (ЧПУ).

Наложение крупномасштабных элементов фермы и мелкой перфорации создает динамичный вид – свет и тень на пешеходной дорожке. Высокий бетонный лифт встроен в западную опору, его бетонные стены созданы с тем же рисунком перфорации, огибаемые лестницей, ведущей к пешеходной набережной (Рис. 2).



Рисунок 1 – Вид моста в сумерках

С момента завершения строительства в конце августа мост через Гранд-авеню парк стал популярным местом, улучшив пешеходное сообщение Северо-Западного квартала и растущего прибрежного района. Благодаря творческому прагматическому подходу дизайн удовлетворяет как функциональным, так и эстетическим требованиям, вплетая городскую инфраструктуру в жизнь города.

Литература:

1. Архитектурный портал ArchDaily [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/949326/grand-avenue-park-bridge-lmn-architects>, свободный – (09.12.2020).
2. Сайт компании LMN Architects [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lmnarchitects.com/project/everett-grand-avenue-pedestrian-bridge>, свободный – (09.12.2020).

ЗЕЛЕНОЛУЖСКАЯ ЛИНИЯ МЕТРО

*Карпинский Максим Витальевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В. А. канд. техн. наук, доцент)*

Строительство минского метрополитена началось 3 мая 1977 г. А 29 июня 1984 г. была запущена первая линия, протяженность которой была 7,84 километра и насчитывала восемь станций. В 1985 г. начато строительство второй линии и в 1990 г. 31 декабря вторая линия была открыта. В настоящее время две ветки минского метро имеют протяженность 37,3 километра и насчитывает 29 станций. И спустя много лет, 6 ноября 2020 года состоялось открытие третьей линии метро «Зеленолужской». Пока работают только 4 станции. Всего Зеленолужская линия должна будет разрастись до 14 станций. Линия соединяет центр Минска и его южные и северные районы. На схеме метрополитена линия обозначена зеленым цветом. (Рис.1)



Рисунок 1 – Схема линий метро

Хочется отметить дизайн новых станций. Визуально выглядит все очень красиво. Новые станции и по комфорту, и эстетически выигрывают у всех своих предшественниц. Для определенной эпохи, конечно, своя красота. История менялась, менялось и минское метро. Вся красота новых станций создана руками наших специалистов. Станция «Ковальская слабада» (Рис.2) отличается

отсутствием колонн. Здесь очень просторно. Кованые конструкции украшают платформу, выполненные Павлом Войницким и Марией Тарлецкой. На стенах графические работы, выполненные на противоударном стекле, Марины Жвирбля.



Рисунок 2 – Станция «Ковальская слабода»

Следующая станция «Вокзальная». Ее отличие - наземный вестибюль. С «Вокзальной» можно перейти на станцию «Площадь Ленина». Для этого пассажиры могут воспользоваться траволаторами- бесступенчатая дорожка. (Рис.3)

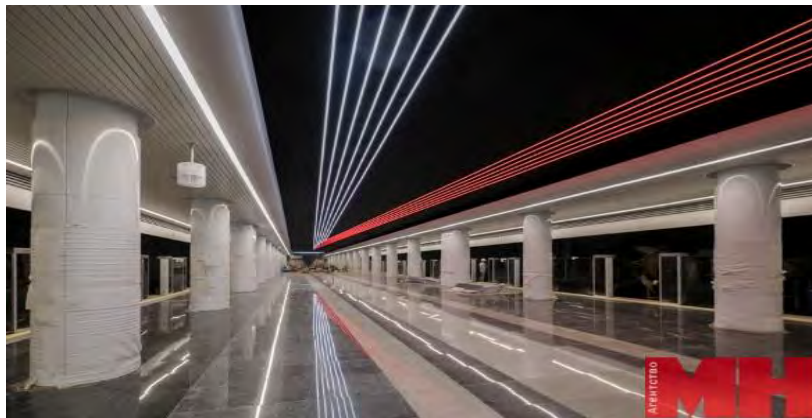


Рисунок 3 – Станция «Вокзальная»

Станцию «Площадь Францишка Богушевича» украшают две скульптуры: «Ткацкий станок» Алексея Сорокина и Виктора Копача и «Книга белорусская» Максима Петруля. (Рис.4)



Рисунок 4 – Станция «Площадь Францишка Богушевича»

Приближаемся к станции «Юбилейная площадь». Это самая глубокая станция в нашей столице- 32 метра. Здесь также можно увидеть замечательную скульптуру «Солнце» Максима Петруля. (Рис.5)



Рисунок 5 – Станция «Юбилейная площадь»

Хочется спуститься в метро не только прокатиться, но и просто на экскурсию. Также нужно отметить безопасность и техническое оснащение новых станций. На всех станциях установлены защитные экраны турецкого производства. Экраны открываются синхронно с дверями поезда. Все это сделано для безопасности и защиты пассажиров, чтобы никто не упал на рельсы.

Пассажиры могут прокатиться в подземке на комфортных поездах. Здесь ходят Штадлеры. В вагонах есть мониторы- там схема линий метро, а также можно следить к какой станции движется поезд. Предусмотрены специальные разъемы для зарядки телефона, что не мало важно для современного человека. Поезд оснащен кондиционером. В обоих концах нового состава имеются места

для людей с ограниченной мобильностью. Это откидные кресла и фиксация коляски.

Протяженность новой ветки сейчас 4,5 километра. И метро продолжает расти. Так что, впереди еще много открытий.

КАТУЧАЯ ТОННЕЛЬНАЯ ОПАЛУБКА

*Карпович Марина Андреевна, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Тоннелестроение по праву считается одним из самых затратных видов строительства, поэтому понятно стремление найти способ улучшить, ускорить, удешевить и механизировать строительство тоннелей. Одним из таких способов является катушечная тоннельная опалубка.

Катушечная тоннельная опалубка позволяет механизировать строительство монолитных железобетонных сводов тоннелей различного профиля и сечения. Также данная опалубка позволяет увеличить уровень безопасности производства работ на всех этапах. Высокое качество полученной бетонной поверхности зависит от материалов, из которых изготовлены модули тоннельной опалубки. Благодаря качеству опалубки легко получить точные размеры и габариты тоннеля. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Механизированный опалубочный комплекс СТАЛФОРМ Инт

Катушечная тоннельная опалубка может быть использована, как и в типовых случаях, так и в проектах, требующих нестандартного оборудования.

Модули, из которых изготавливается опалубка, транспортируют стандартным транспортом. Опалубка представляет собой стальную палубу, разделенную на сегменты, которые соединены друг с другом шарнирно.

Преимуществом такой опалубки является то, что благодаря модульному строению есть возможность составления оптимальной схемы конструкции под конкретный тоннель. Также важно то, что такая опалубка является многоразовой.

Принцип работы катучей тоннельной опалубки следующий: после доставки всех элементов опалубки производится укрупнительная сборка на объекте, затем полученную конструкцию перемещают по проложенным заранее рельсам до места бетонирования. При помощи гидроцилиндров, которые закреплены на ее обшивке, опалубка может сужаться при перемещении или расширяться до проектной отметки бетона.

Бетонирование возможно двумя способами: через специальные окна на боковых частях свода или через самоочищающиеся клапаны на верхней части свода. Вибраторы, закрепленные на опалубке, дают возможность не тратить много времени на вибрирование. (Рис. 2).

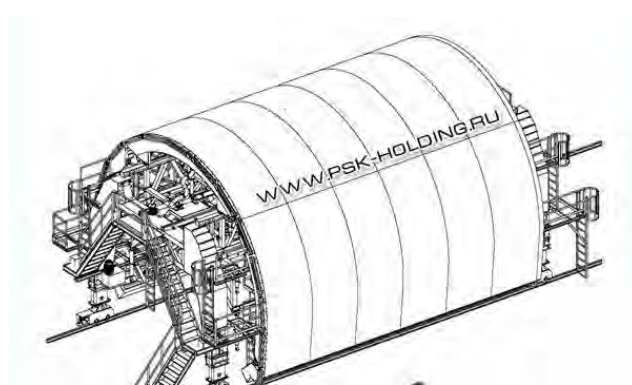


Рисунок 2 – Катучая тоннельная опалубка ПСК

Создание и улучшение катучей тоннельной опалубки – это шаг в будущее, большой вклад в развитие тоннелестроения и не только. Такая опалубка позволяет повысить производительность труда, снизить временные затраты на выполнение работ, сократить сроки строительства и сэкономить денежные средства на 30-35%. Катучая опалубка может применяться как при строительстве тоннелей открытым и закрытым способом, так и при возведении водоводов ГЭС и ГАЭС, атомных электростанций и мостов.

Литература:

1. Сандитрейд – материалы и комплектующие для монолитного домостроения. Тоннельная опалубка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sanditrade.by/product/tonnelnaja/> – Дата доступа: 29.11.2020.

2. Группа компаний ПромСтройКонтракт. Опалубка катучая тоннельная ПСК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://psk-holding.ru/catalog/opalubka/special-opalubka/opalubka_samokhodnaya_gidravlicheskaya/opalubka_katuchaya_tonnelnaya_psk/ – Дата доступа: 29.11.2020.
3. СТАЛФОРМ Инт. Механизированный комплекс для метро и тоннелей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.stalformint.ru/products/mekhanizirovannyu-kompleks-dlya-metro-i-tonneley/> – Дата доступа: 29.11.2020.

КОРРОЗИЯ АРМАТУРЫ В МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ

*Климовец Алексей Васильевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Коррозия арматурных стержней в предварительно напряженной арматуре является одним из наиболее значительных и непрекращающихся факторов в процессе износа мостов.

Коррозия является основной причиной того, что многие из этих мостов считаются дефектными, и многие другие мосты демонстрируют признаки неминуемой серьезной коррозии. В сочетании с водой и кислородом основным ингредиентом для коррозии являются хлорид ионы из применения против гололёдных солей в районе Северного пояса или морской воды в бетонных элементах моста. Хлорид ионы в конечном итоге проникают в бетонное покрытие, вступают в реакцию с внедренной арматурой, образуя экспансивные продукты коррозии, вызывая растрескивание бетона с последующим сколом бетона из-за разборки бетона, ускоренной вызванными движением вибрациями.

В то время как наблюдается тенденция к снижению доли конструктивно дефектных мостов, затраты на замену стареющих мостов увеличилась на 12 процентов за последний 5-летний период. Значительно увеличилось необходимое техническое обслуживание стареющих мостов. Хотя подавляющее большинство предварительно напряженных бетонных мостов было построено с 1960 года, многие из этих мостов потребуют технического обслуживания в ближайшие 10-30 лет. Поэтому в течение следующих нескольких десятилетий, прежде чем начнется нынешняя практика строительства, планируется провести значительные работы по техническому обслуживанию, ремонту, восстановлению и замене инфраструктуры автомобильных мостов.



Рисунок 1 – Коррозионные повреждения бетонной опоры моста

Исследование показало, что стоимость ремонта постов поврежденных коррозией очень велика. Анализ жизненного цикла оценивает косвенные затраты пользователя из-за задержек движения и потери производительности более чем в 10 раз выше прямых затрат на коррозию. Кроме того, было подсчитано, что использование “лучших методов технического обслуживания” по сравнению со “средними методами” могут сэкономить 46 процентов годовых затрат на коррозию моста, армированной черными стальными прутьями.

Литература:

1. www.pwri.go.jp [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.pwri.go.jp/eng/ujnr/tc/g/pdf/19/3-1hooks.pdf> – Дата доступа: 13.11.2020.

ПРИВАТИЗИЦИЯ

*Климовец Алексей Васильевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Приватизация – это общий термин, охватывающий несколько различных типов операций

Приватизация происходит, когда государственный бизнес, предприятие или собственность переходят в собственность частной негосударственной стороны. Обратите внимание, что приватизация также описывает переход компании от публичной к частной. Это называется корпоративной приватизацией.

Приватизация конкретных государственных операций происходит несколькими способами, хотя, как правило, государство передает право собственности на определенные объекты или бизнес-процессы частной коммерческой компании. Приватизация обычно помогает правительствам экономить деньги и повышать эффективность. В целом экономику составляют два основных сектора – государственный и частный.

Государственные агентства обычно управляют операциями и отраслями в рамках государственного сектора.

Предприятия, не управляемые государством, составляют частный сектор. Частные компании включают большинство фирм в сфере потребительского права, основных потребительских товаров, финансов, информационных технологий, промышленности, недвижимости, материалов и здравоохранения.

Сторонники приватизации утверждают, что частные компании управляют бизнесом более экономично и эффективно, потому что они заинтересованы в получении прибыли, чтобы исключить расточительные расходы. Кроме того, частным организациям не нужно бороться с бюрократической волокитой, которая может мешать государственным структурам.

С другой стороны, противники приватизации считают, что такие предметы первой необходимости, как электричество, вода и школы, не должны быть уязвимы для рыночных сил или движимы прибылью. В некоторых штатах и муниципалитетах винные магазины и другие второстепенные предприятия

находятся в ведении государственного сектора в качестве операций, приносящих доход.

Решение о приватизации обычно связано с деньгами. Правительство продает государственные предприятия, чтобы получить выручку либо для краткосрочного балансирования бюджета, либо для выплаты долга. Они обращаются к частному сектору за финансированием и строительством крупного моста или морского порта, когда их собственные ресурсы слишком ограничены. И они передают услуги на аутсорсинг в надежде сэкономить деньги в своих операционных бюджетах, чтобы сбалансировать эти бюджеты или тратить больше на другие услуги.

Литература:

1. econlib.org [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.econlib.org/library/Enc/Privatization.html> – Дата доступа: 10.12.2020.

КАК ИОТ ВНЕДРЯЕТ ИННОВАЦИИ В ТРАНСПОРТ, ЧТОБЫ СДЕЛАТЬ ГОРОДА БОЛЕЕ ПРИГОДНЫМИ ДЛЯ ЖИЗНИ

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

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Перегруженность, вызванные в основном пригородными перевозками и сосредоточенная вокруг городов, является огромной экономической проблемой – стоимостью 160 миллиардов долларов США в год по данным исследователей из Texas A&M. Это глобальная проблема, часто затрагивающая растущие города больше всего, чья инфраструктура не может идти в ногу с урбанизацией. Сама урбанизация часто упоминается в качестве основной причины этих проблем. По данным Фонда Организации Объединенных Наций в области народонаселения, в настоящее время более половины населения мира проживает в больших и малых городах, и к 2030 году это число увеличится примерно до 5 млрд. человек. Вот способ, которым IoT изменит наш подход к городам.

Более надежный сервис для обслуживания растущего числа пассажиров.

Для многих городских жителей, основными транспортными средствами являются внутригородские железнодорожные системы. Системы метро формируют саму ткань городов. От богато украшенных станций московского метро до печально известных переполненных вагонов Токио, каждая система имеет оригинальность в том, как они работают, и подавляющее большинство из всех сил пытается справиться с растущим пассажиропотоком.

Поддержание бесперебойной работы является особенно сложной задачей для некоторых из более развитых транзитных систем, некоторым из которых уже сотни лет. Лондонское метро, например, датируется 1863 годом и является старейшей в мире системой подземных железных дорог. Но она ни в коем случае не устарела.

Аналогично технологии, развернутой в пригородных поездах, лондонское метро использует технологии IoT для преобразования своей работы. Система получает информацию в режиме реального времени от поездов и станций, что позволяет эффективно планировать работу и упреждающее обслуживание. Все активы управляются в централизованной системе, включая поезда, парки, пути, сигналы и даже объекты. Такая консолидация управления активами улучшает

время безотказной работы поездов, обеспечивает бесперебойную работу станций и повышает удовлетворенность пассажиров.

Заключение

Этот пример иллюстрируют, что одних только датчиков IoT недостаточно для использования преимуществ IoT, но когнитивные системы в сочетании с IoT обеспечат интеллект, необходимый для предоставления истинной ценности как предприятиям, так и пассажирам. Как вы видите когнитивный IoT, изменяющий ваши путешествия, поездки и жизнь.

Литература:

1. How IoT is innovating transport to make cities more liveable [Electronic resource] / Matt Bellias// IBM – Mode of access: <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/transport/> – Date of access: 12.06.2020.

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТНОСТИ

*Комаров Никита Александрович, студент 2-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Матвеевко Александра Сергеевна, студент 2-го курса
Кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для начала рассмотрим, что представляет собой цифровая модель местности (ЦММ). ЦММ состоит из двух моделей:

1. Цифровой модели рельефа местности (Рис. 1).
2. Цифровой модели контуров местности (Рис. 2).

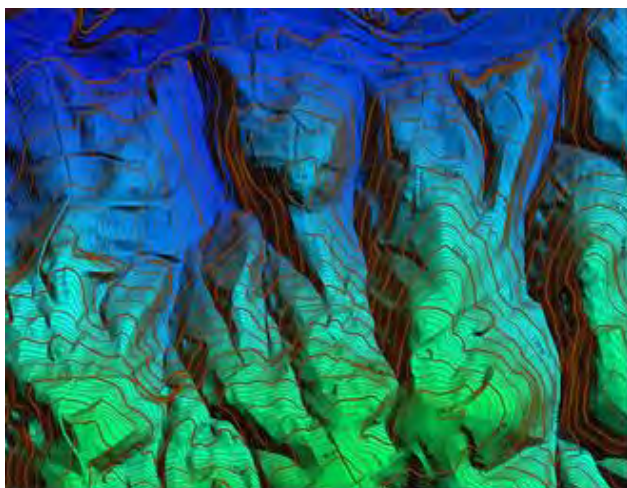


Рисунок 1 – ЦМРМ

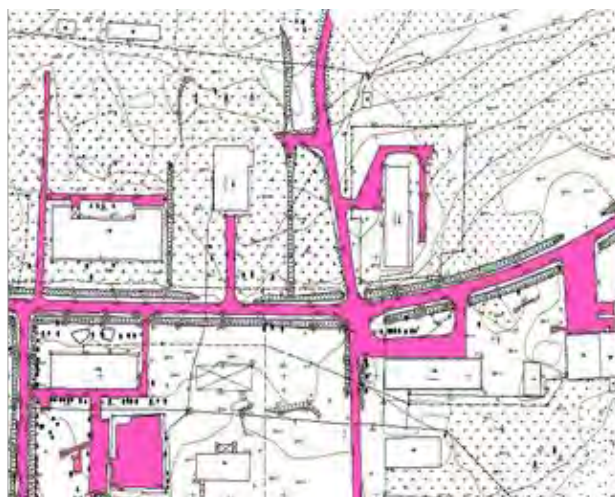


Рисунок 2 – ЦМКМ

Также для решения инженерных задач, цифровая модель может дополняться моделью специального инженерного назначения. Это облегчает нахождение многих показателей: гидрологических, инженерно-геологических, технико-экономических. Таким образом, цифровая модель местности (ЦММ) – это совокупность данных (плановых координат и высот) о множестве её точек.

Но для чего же ЦММ нужна? При исследовании местности в больших масштабах, невозможно изучить каждый миллиметр. Поэтому неизвестные данные рассчитываются по соседствующим дискретным данным с помощью математических методов. Цифровая модель местности показывает гипотетические данные о участке поверхности и учитывает его геопространственные координаты, кроме этого ЦММ применяется для:

- Проектирования с применением *bin* технологий
- Ускорения построения карты местности
- Детального анализа экспозиции
- Построения гидросетей
- Вертикальной планировки
- Построения горизонталей
- Нахождения и разработки рациональных вариантов строительства дорог и других сооружений
- Расчета *S* и *V* земляных работ
- Анализа уклонов склонов
- Получения анализа данных в трех измерениях

Если подводить итог, то цифровая модель местности облегчает и намного ускоряет работу инженера. Он намного быстрее может подсчитать нужные ему данные, используя программную обработку ЦММ. Эти технологии уже широко применяются во всем мире, если приводить примеры, то построение планов для строительства дорог и мостовых сооружений часто применяется в организации АО “МОНСТРОЙ-11”.

Построение плана ЦММ достаточно прост. Сначала импортируются в *autocad civil 3d* характерные точки и линии. С их помощью создается ЦММ (Рис. 3), после чего выводится модель в формат *xml* и перемещается на съемный носитель. Этот план можно доработать добавлением туда ЦМИН.

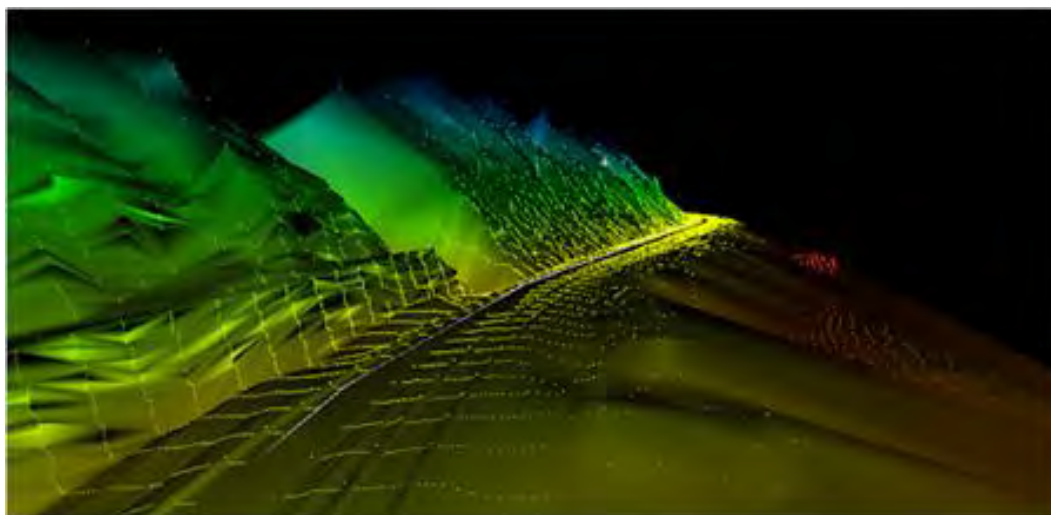


Рисунок 3 – Цифровая модель местности

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studwood.ru/1244240/geografiya/tsifrovy_e_modeli_mestnosti. Дата доступа: 25.11.2020

2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gektargroup.ru/articles/geodeziya/tsifrovaya-model-mestnosti/> . Дата доступа: 25.11.2020

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В МОСТОСТРОЕНИИ

*Кудравец Владислав Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. тех. наук, доцент)*

Кажется, что в наши дни виртуальная реальность повсюду, особенно в видеоиграх и симуляторах, используемых для обучения рабочих.

Теперь это проявляется также в проектировании и проектировании мостов. Это отличный способ визуализировать и протестировать различные варианты дизайна без ограничений физических моделей. Это прекрасная возможность увидеть мосты в контексте и протестировать их. Это помогает сократить бюджеты на разработку, поскольку это более рентабельно, чем создание моделей.

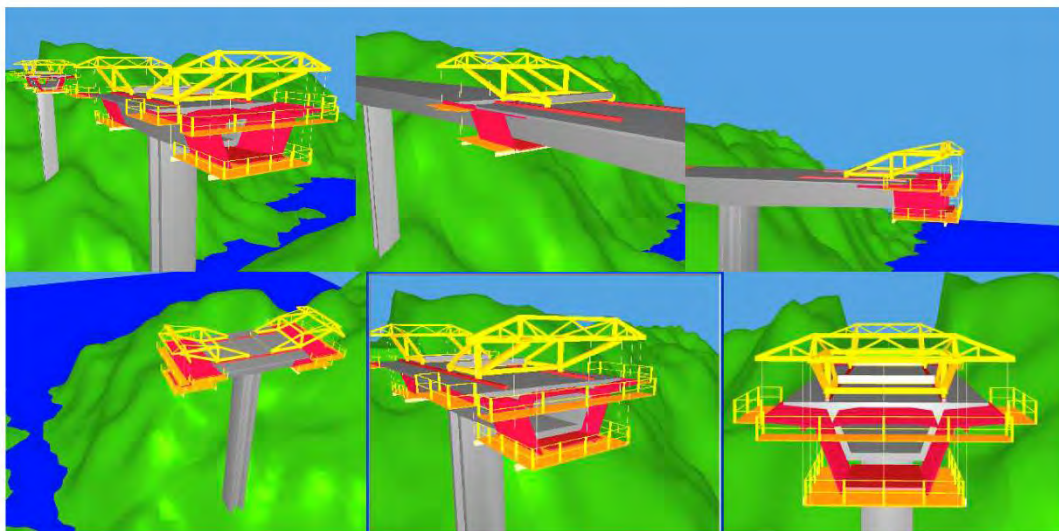


Рисунок 1 – Пример VR-моделирования

VR в строительстве помогает всем участникам. VR помогает упростить демонстрацию и презентацию строительного проекта, устраняя недопонимание между профессионалами в области строительства, дизайнерами и их клиентами. От улучшения процесса рисования до предложения виртуального тура по строительной площадке или готовому проекту - VR кажется, что он был создан для строительных проектов.

Благодаря иммерсивному характеру использования виртуальной реальности во время строительства, можно исследовать объекты за месяцы или

даже годы вперед, что делает ее чрезвычайно полезной для визуализации и потенциально бесценной экономией времени. Безопасный способ использования виртуальной реальности для строительных проектов также означает, что процедуры обучения могут быть легко и эффективно реализованы. Обучение VR для строительства может сделать следующее поколение строителей, архитекторов и строителей еще более внимательными к безопасности и, возможно, даже помочь им подобрать более креативные, экономичные и экологически чистые методы работы.

Преыдушие альтернативы, такие как CAD (компьютерное проектирование), 3D-моделирование и BIM (информационное моделирование зданий), использовались в строительной отрасли в течение многих лет, но их ограниченный объем детального отображения участков бледнеет по сравнению с потенциалом VR. VR для строительства фактически помещает пользователя в виртуальное представление строительного проекта, предоставляя более четкое и значительно более глубокое понимание объекта, чем вышеупомянутые альтернативы.

Также важно учитывать стоимость оборудования виртуальной реальности. К счастью, с годами стоимость оборудования значительно снизилась, что сделало гарнитуры и программное обеспечение виртуальной реальности гораздо доступнее.

VR в строительстве в настоящее время предоставляет множество различных преимуществ и возможностей, таких как открытие виртуальных дверей для людей, чтобы исследовать объект в VR, прежде чем будет возведена хотя бы одна опора.

Литература:

1. Сайт pbctoday [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pbctoday.co.uk/news/>

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ТОННЕЛЬ

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

Для строительства горного тоннеля с развитой инфраструктурой была выбрана местность вблизи города Мцхета, который находится в Грузии. С целью сокращения расстояния и траты времени на перемещение из точки А в точку Б было решено спроектировать горный тоннель.

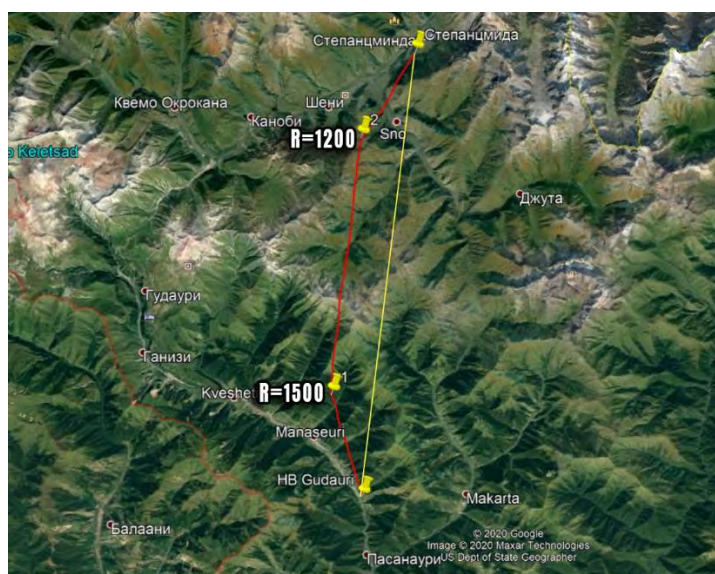


Рисунок 1 – План трассы



Рисунок 2 – Южный фасад



Рисунок 3 – Восточный фасад

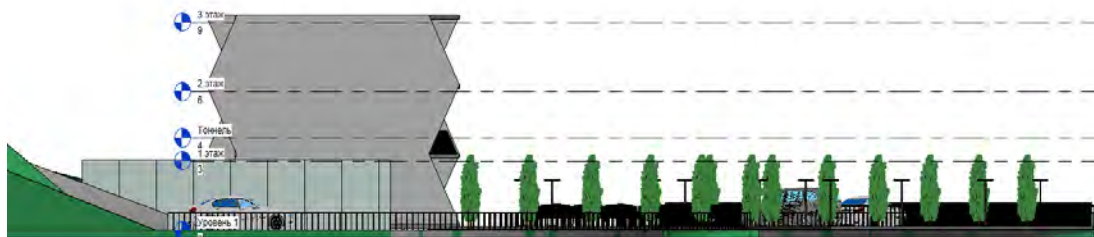


Рисунок 4 – Западный фасад



Рисунок 5 – Общий вид портала (1)

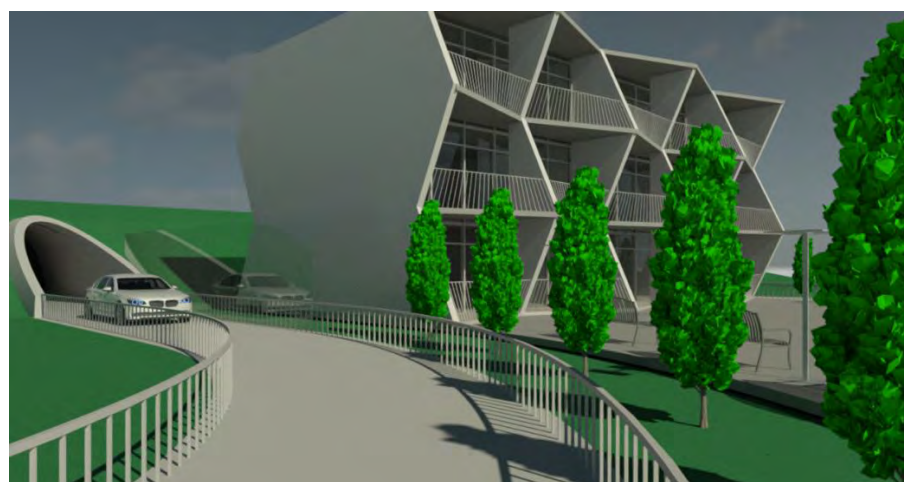


Рисунок 6 – Общий вид портала (2)



Рисунок 7 – Вид на парковку

Для портала спроектировано по одному въезду и выезду в южном и северном направлениях.

На въезде и выезде располагается многофункциональное здание, которое представляет из себя отель со всеми удобствами, в котором посетители имеют возможность остановиться на отдых. Также отелем предусмотрена парковка для автомобилей, которая располагается по обе стороны тоннеля.

В здании отеля также расположены:

- торговые магазины;
- кафе;
- спа-центр;

В ходе строительства многофункционального портала была использована технология лазерного сканирования.

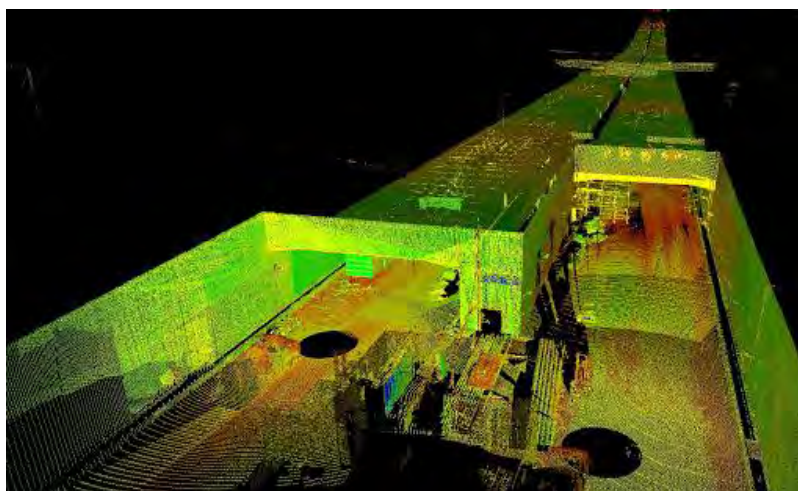


Рисунок 8 – Съемка тоннеля при помощи лазерного сканирования

Лазерное сканирование, также известное как съемка высокой четкости (HDS) или захват реальности, представляет собой средство использования лазера для картирования местности с высокой точностью. На строительной площадке лазерное сканирование используется для сбора подробных данных, предоставляя точную информацию для каждого укромного уголка на участке. Данные, которые он предоставляет специалистам в области строительства, известны как «облако точек». Облака точек тщательно анализируются в лаборатории – сравниваются результаты, полученные в разные промежутки времени, накапливаются множество моделей, которые в ближайшем будущем позволят прогнозировать поведение грунта, осадку зданий и сооружений, вызванные устройством тоннелей.

Использование лазерного сканирования в вашем следующем проекте дает множество преимуществ. Вот некоторые из наиболее важных причин, по которым для ваших проектов может быть полезно лазерное сканирование:

- Повышает качество и точность;
- Предоставляет немедленную информацию;
- Снижение затрат;
- Снижает объем ручного труда;
- Оптимизирует координацию;

Однако, стоит отметить тот факт, несмотря на то, что сканирование может помочь снизить общие затраты на проект, внедрение технологии требует значительных затрат. Поэтому высокая первоначальная стоимость может отпугнуть многие компании.

Литература:

1. Сайт [constructionblog.autodesk](https://constructionblog.autodesk.com/). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://constructionblog.autodesk.com/>

МОСТ ПАМЯТИ, ХОБАРТ

*Купраш Илья Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Местоположение: Хобарт, Тасмания, Австралия.

Своеобразные ворота в Хобарт, увековечивающие память павших.

Мост памяти - это новый универсальный пешеходный и велосипедный мост через Тасманское шоссе, соединяющий два самых значительных места памяти Хобарта - кенотаф и мемориальную аллею солдат в королевских владениях. Он был спроектирован так, чтобы быть достойным мемориального участка и въездного пути в город (Рис.1).



Рисунок 1 – Вид сверху

Генеральный план домена Куинс на 2013 год определил необходимость строительства связующего звена через Тасманское шоссе в качестве одного из нескольких способов оживления и дальнейшего развития каждого из основных районов домена в качестве центров деятельности. Генеральный план гласит: «домен Куинс является общественным достоянием, которое должно быть разработано в качестве основного места назначения для жителей и гостей Южной Тасмании. Королевские владения должны стать «жемчужиной в короне» городских парков и открытых пространств. Новый мост призван расширить

доступ к сфере образования, отдыха, здоровья и развлечений как для жителей Хобарта, так и для его гостей»

Ключевая характеристика:

- Высота более 6,5 м для крупногабаритных транспортных средств на двух полосах Тасманского шоссе и не менее 5,4 м на всех остальных полосах движения
- Высококачественный дизайн, обеспечивающий визуально поразительные ворота в город Хобарт
- Доступно для людей всех способностей
- Хорошо освещенный для безопасности всех пользователей.

Стоимость мемориального пешеходного моста 11 миллионов долларов.

Построенный по заказу города Хобарт с использованием австралийской стали и местных фабрикантов и подрядчиков, является в значительной степени местным проектом.

Используемые сплавы и отделка Capral идеально подошли для этого сложного проекта. Capral Tasmania поставила приблизительно 6,4 тонны алюминиевых листов 6 мм 1200×2400 5005 H34; 2,7 тонны листов 4 мм 1500×3000 5005 H34; и 10,4 тонны листов 4 мм 1200×6100 5052. Все они были вырезаны и анодированы для проекта. Понадобилось 14 тонн эксклюзивных подвесных швеллеров для крепления анодированных листов, вырезанных специально для «подвешивания» алюминиевых панелей сбоку моста (Рис 2).

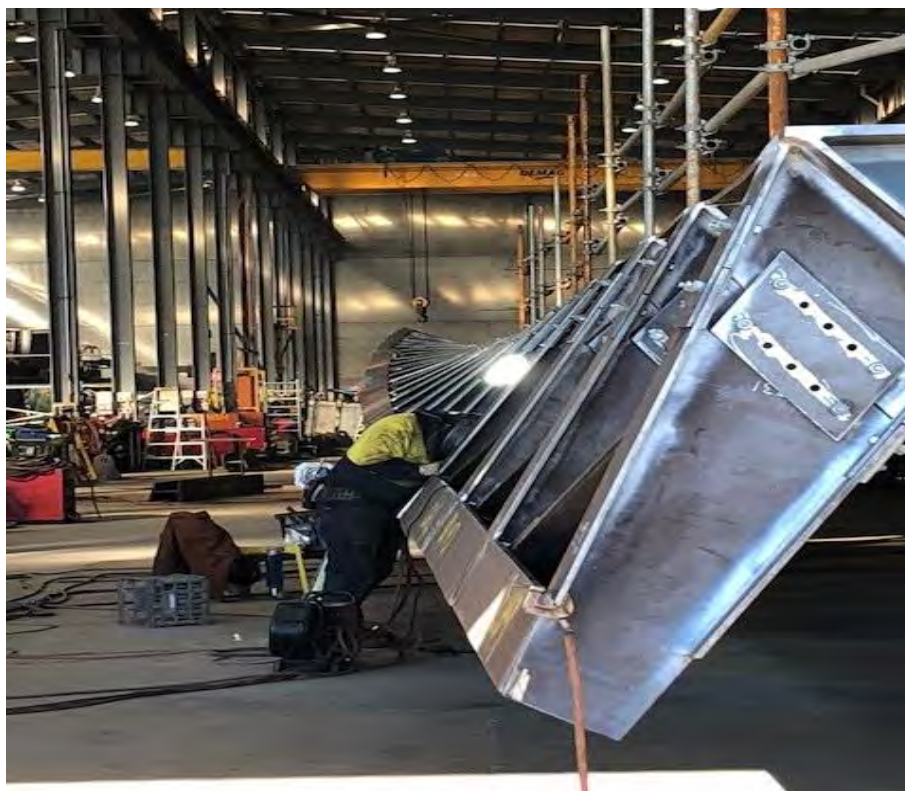


Рисунок 2 – Изготовление конструкции

Анодирование – технология обработки алюминия, в результате которой на поверхности металла образуется тонкая оксидная пленка. Она имеет большую прочность и предотвращает дальнейшее окисление металла, поэтому анодированные алюминиевые детали служат значительно дольше. Образование защитной пленки электрохимическим методом широко применяется для самых разных изделий, от бытовых предметов до деталей самолетов и автомобилей. Обработка увеличивает прочность и обеспечивает повышенную стойкость к нагрузкам.

Два основных сплава, выбранных специально для проекта, имеют высокую прочность, сочетая в себе хорошую свариваемость и формуемость с отличными коррозионностойкими свойствами.

Чтобы свести к минимуму нарушения движения на Тасманском шоссе во время строительства, мост был спроектирован так, чтобы его можно было установить в течение одного выходного дня (Рис.3).



Рисунок 3 – Строительство моста

Конструкция моста представляет собой изящную, извилистую плоскость, вырастающую из земли и перепрыгивающую через главную дорогу, ведущую в Хобарт. Он включает в себя трёхпролетную непрерывную структурную форму, основанную на палубе из конструкционной стальной коробчатой балки в сочетании со скрытой стальной коробчатой конструкцией для крыльев, которая вращается на 180° по всей длине моста, изменяя структурную глубину в соответствии с силами моста (Рис 4,5).



Рисунок 4 – Крылья моста опущены



Рисунок 5 – Крылья моста опущены

Анодированные алюминиевые облицовочные панели крепятся к мостовой конструкции с помощью вторичной неструктурной рамы и соединяются, чтобы конструкция могла безопасно отклоняться. Подструктура состоит из железобетонных опор, опирающихся на заглубленные разбросанные фундаменты. Концевой пролет представляет собой кабель, закрепленный против подъема, а его фундамент закреплен четырьмя каменными анкерами глубиной 9 метров.

Дизайн проекта выполнен с уважением к культурному наследию и экологическим ценностям объекта. Он элегантен и сдержан, и в то же время открыт для многочисленных визуальных интерпретаций, предоставляя людям возможность остановиться и поразмыслить. Пользовательский опыт был тщательно продуман. Приближаясь с запада, два треугольных профиля или крыла поднимаются между деревьями, отмечая путь вперед. Когда пользователь поднимается на опору, два крыла стоят перед ним на страже. На вершине холма кенотаф обрамлен боковыми крыльями.

Чтобы свести к минимуму нарушения движения на Тасманском шоссе во время строительства, мост был спроектирован так, чтобы его можно было установить в течение одного выходного дня.

Проект не обошелся без проблем. Помимо поддержания требуемых дорожных просветов и требований к доступности для пользователей мостов, участок был сильно ограничен, и проектной группе необходимо было рассмотреть существующие мемориалы, защиту нескольких больших деревьев и значительные подземные службы, пересекающие участок в непосредственной близости от опор.

Carpal Tasmania столкнулась с беспрецедентной проблемой по поставке такого объема сплава и приспособлению к постоянно меняющемуся графику монтажа.

Мост памяти был удостоен национальной награды в номинации «Городской дизайн» на национальной архитектурной премии AIA 2020 года.

ПРОЕКТ БЛАГОУСТРОЙСТВА АЛЬБЕРТ-ПАРКА

*Лавор Артем Андреевич, студент 2-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Район Leie в центре города Kortrijk's претерпел серьезные изменения. Перед инженерами стояла задача: адаптировать водоток реки Leie к новым европейским нормам движения по внутренним водным путям. В связи с этим река была выпрямлена и расширена. Для этого было необходимо переработать общественное пространство, т.к земля на обоих берегах была повреждена.

В этих глобальных изменениях власти города увидели возможность полностью реконструировать район и его инфраструктуру.

Впоследствии, проектной организацией SumProject, был разработан генеральный план общественного пространства (Рис.1). Также были разработаны дизайн для мостов Dambrug и Groeningbrug, структура Альберт-парка, концепция велосипедного и пешеходного движения (Collegebrug).



Рисунок 1 – План общественного пространства

Учитывая архитектуру всего города Kortrijk's, было решено представить Альберт-парк как долину, через которую протекает река. Для разработки этой концепции к команде присоединились ландшафтные архитекторы. Оба берега были построены в одном стиле, а новый парк получил уникальный дизайн,

основанный на естественном рельефе долины. Различные участки парка были построены как отдельные пространства, соединенные с городской средой. Так, на правом берегу, территория между Groeningebrug и Dambrug была построена как место для молодежи со скейт парком и велосипедными дорожками. На острове Buda был создан травяной пляж вдоль реки Leie. (Рис. 2).



Рисунок 2 – План общественного пространства

Интеграция путей сообщения для различных видов транспорта обеспечивает устойчивость проекта. Поэтому по ходу работы выполнялась корректировка инфраструктуры. Таким образом, на первом этапе были построены мосты Dambrug и Groeningebrug. На более позднем этапе был построен Collegebrug для велосипедистов и пешеходов, он стал важным звеном в инфраструктуре местных дорог (Рис.3). Мост был спроектирован SumProject совместно с инженером Лораном Неем.



Рисунок 3 – Collegebrug

После реконструкции район Leie полностью преобразился. То, что начиналось как необходимый инфраструктурный проект, было использовано как возможность значительно усилить самобытность, имидж и качество жизни города.

Литература:

1. Denis Dujardin. Albert Park [<http://landezine.com/index.php/2014/02/albert-park-and-its-bridges-by-sumproject/>]: SumProject. — «электрон. дан. — Опубликовано 10.02.2014.

ПРОЗРАЧНАЯ ДРЕВЕСИНА

*Лаппо Екатерина Ивановна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Дом из дерева может показаться устаревшими по сравнению с современной архитектурой, но специально обработанный тип древесины может стать решением этой проблемы. Ученые разработали новый вид древесины – прозрачная древесина, которая способна пропускать свет, также поглощать его и выделять тепло, что помогает экономить на затратах энергии.

Материал является довольно прочным, также использование его в строительстве со стороны экологии является разумным решением, так как материал является биологически разлагаемым.

«Еще в 2016 году мы показали, что прозрачная древесина обладает отличными теплоизоляционными свойствами по сравнению со стеклом в сочетании с высоким коэффициентом пропускания света», - рассказывает Келин Монтанари, который представлял данное исследование. «В этой работе мы постарались еще больше снизить энергопотребление здания, внедрив материал, который может поглощать, хранить и выделять тепло».

Стеклопакеты способны пропускать свет, тем самым освещать помещение в течение дня, но энергия в них не накапливается и в темное время суток мы вынуждены прибегнуть к использованию энергии.

При разработке прозрачной древесины, ученые химическим способом удалили лигнин из шпона бальсового дерева. Лигнин – это структурный полимер в растениях, который находится в ячейках одревесневших стенок растительных клеток, блокирующий 80%-95% света. Но удаление лигнина приведет только к белому цвету. И ученые добавили акриловый полимер, чтобы свет мог проходить сквозь материал.

Немного пофантазировав, могу сказать, что на этом использование прозрачной древесины не заканчивается. Деревянные мосты можно будет усовершенствовать с помощью нашего материала, тем самым придав ему совсем другой вид и решить проблему с освещением его в темное время суток.

Исходя из общего положения и опираясь на совокупность всех ранее упомянутых фактов можно сказать что изменение древесины в строительстве

приведет к решению не только экологических проблем, но и поможет сделать сооружения более современным.

Литература:

1. Новостной сайт [Электронный ресурс]—<https://hightech.plus/2019/04/04/uchenie-sozdali-prozrachnuyu-drevesinu-kotoraya-sohranyaet-teplo>.
2. Новостной сайт [Электронный ресурс]—<https://www.vzavtra.net/materialy/prozrachnaya-drevesina-sposobnaya-sohranyat-i-vydelyat-teplo.html>.
3. Новостной сайт [Электронный ресурс]—<http://21mm.ru/news/izobreteniya/sozdana-prozrachnaya-drevesina-sposobnaya-khranit-i-proizvodit-teplo/>.

«СКУЧНАЯ» КОМПАНИЯ ИЛИ НОВЫЙ ПРОЕКТ ИЛОНА МАСКА

*Леган Александра Дмитриевна, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А, канд. техн. наук, доцент)*

The Boring Company («Бурильная компания» или ТВС) – новый проект американского предпринимателя и изобретателя Илона Маска, разработанный для строительства туннелей, соединяющих крупные города США. Как говорит сам Илон Маск, он вдохновился трудностями с трафиком в Лос-Анджелесе, связанными с существующей там 2D транспортной сетью. Первоначально, в 2016 году, это была дочерняя компания SpaceX, но уже в 2018 году компания стала полностью независимой.

Для решения проблемы с дорожным трафиком, дороги должны проходить в 3D системе, а это означает, что нужны либо летающие автомобили, либо туннели. В отличие от летающих автомобилей, туннели защищены от непогоды и не упадут нам на голову. Поэтому большая сеть туннелей на много уровней глубиной могла бы уменьшить заторы в любом городе. Изначально идея изобретателя выглядела довольно странно: что-то вроде метро для автомобилей. Водитель подгоняет свой автомобиль к определённой платформе, та спускается под землю, на себе довозит машину до конечной точки и поднимает на поверхность. Однако это уберёт лишь небольшое количество автомобилей и никак не решит проблему с пробками на дорогах Америки. Поэтому в 2018 году компания сменила своё направление и решила бурить туннели для общественного транспорта.

Решение созданное Маском для общественного транспорта под названием **Loop** («Петля») разработано таким образом, чтобы быть самой быстрой и безопасной системой из всех когда-либо существовавших. **Loop** – это полностью электрическая, высокоскоростная подземная система общественного транспорта, где пассажиры перевозятся с помощью совместных автономных электромобилей (Autonomous Electric Vehicles (AEVs) модели Tesla со скоростью до 150 миль в час (240 км/ч).

Loop является экспресс-системой общественного транспорта которая больше напоминает автомагистраль, чем линию метро. Её главное отличие заключается в том, что пассажиры прибывают в конечный пункт назначения. То есть транспорт перемещается по главному туннелю, не останавливаясь на

промежуточных станциях, а для входа или выхода пассажиры используют боковые туннели. Экспресс-система позволяет Loop AEVs двигаться быстрее, чем обычные вагоны метро.

В отличие от метро, нет конкретного предела для количества станций, которые могут быть построены вдоль всего туннельного маршрута, потому что станции могут быть такими же маленькими, как два парковочных места. Поскольку станции требуют такой небольшой площади, их можно легко интегрировать в оживленные городские центры, жилые кварталы и даже в гаражи. В данном проекте будет существовать три типа станций: наземная, подземная и подземная станция под открытым небом. Такая высокая плотность станций позволит распределить AEV и пешеходный трафик по многим точкам города, обеспечивая более удобные места въезда и выезда, а также уменьшая заторы на дорогах. При необходимости можно построить более крупные станции для увеличения пропускной способности пассажирских перевозок.

Помимо Loop в проект также входит ещё одна экспресс система под названием **Hyperloop** («Гиперпетля»). Hyperloop является сверхскоростной подземной системой общественного транспорта, в которой пассажиры перевозятся со скоростью более 600 миль в час (960 км/ч) по вакуумному туннелю. В то время как Loop используется для более коротких, внутригородских маршрутов, Hyperloop будет использоваться для более длинных, междугородних маршрутов.

На данном этапе своего развития будущее компании пока выглядит туманно. Этот проект, несомненно, современный и амбициозный, однако его строительство очень дорогостоящее и не слишком эффективное, что вызывает большие сомнения и критику в массах. Поэтому стоило ли строительство тех денежных и ресурсных затрат, а также времени и сил покажет время.

ПРОДОЛЬНАЯ НАДВИЖКА ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЙ ПО ДУГЕ

Лимонт Александр Витальевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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

Наиболее оптимальный способ монтажа пролётных строений выбирается в зависимости от условия возведения мостовых конструкций. При невозможности сооружения временных опор используют надвижку. Способ надвижки пролётного строения достаточно прост: пролётное строение собирается на берегу, подмостях или насыпи подхода по оси моста, а после с помощью специального гидравлического оборудования перемещается на опоры в пролёт.

Части пролёта собираются на стапеле, а потом с помощью специальных домкратов перемещаются одна за другой по траектории моста(эстакады). Каждый раз это серьёзные расчёты, которые учитывают много параметров, от массы конструкции до погодных условий. Главная балка пролетного строения имеет радиусную кривую в плане. Она опёрта на стационарные накаточные устройства, а на опорах моста в зоне опирания другой главной балки, имеющей криволинейное очертание в плане, отличное от радиусной кривой, установлены накаточные устройства, подвижные в поперечном направлении, выполненные в виде поперечных опорных балок с направляющими, в которых смонтирована подвижная опорная часть, на которую опирается шаровая опорная часть, несущая опору скольжения, взаимодействующую с нижним листом главной балки (Рис. 1).

Как результат – появляется возможность надвижки пролетных строений по дуге в плане.

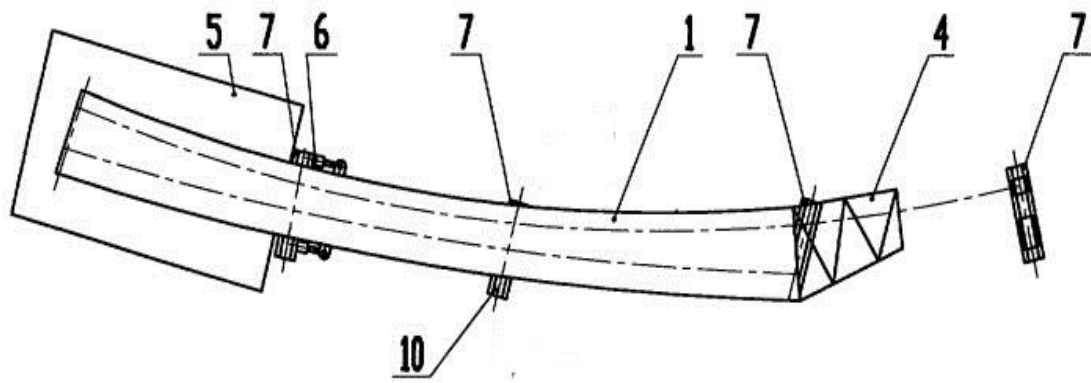


Рисунок 1 – Надвижка пролётного строения:

- 1) Пролётное строение; 6) Толкающие приспособления; 2) и 3) Главные балки;
7) Опоры моста; 4) Аванбек; 10) Поперечные опорные балки; 5) Стапель

Способ надвижки может значительно ускорить строительство эстакад, плюс нет необходимости останавливать дорожное движение.

ДЕМОНТАЖ МОСТА МОРАНДИ В ГЕНУЕ

*Лопатнёв Антон Олегович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Прошлым летом, 28 июня, в итальянском городе Генуя были снесены опоры и остатки проезжей части моста Моранди, который частично обрушился в 2018 году, унеся жизни 43 человек. Снос был произведен контролируемым подрывом, что подразумевает обрушение конструкции внутрь самой себя (Рис.1).



Рисунок 1 – Снос моста в Генуе

Данная технология позволяет избежать разлета осколков и мусора, появляющихся при сносе. Такой вид сноса допускает снос строений в непосредственной близости с другими строениями. Сам снос происходит за секунды, но подготовительные работы, такие как ограждение площадки грунтом, щитами и бетонными плитами, эвакуация населения, занимают значительное время. Эксперты закладывают взрывчатые вещества в проделанные перфоратором отверстия в железобетоне. Туда закладывают точно отмеренные порции взрывчатого вещества, устанавливают электродетонаторы, протягивается взрывная сеть.

Перед подрывом зарядов площадка вокруг моста обильно поливается водой для предотвращения распространения пыли по окружающей территории.

После включения сирены производят подрыв основного заряда. Детонация происходит в определенном порядке: сначала подрывается заряд,

расположенный внутри проезжей части, почти одновременно взрывают заряд в одной из опор моста, которая находится во взрывобезопасной местности и соответственно не требует определенной последовательности подрыва. Затем происходит подрыв опоры, находящейся в непосредственной близости от жилых зданий. В конце подрывают распорки второй опоры.

Через несколько секунд после срабатывания всех зарядов поднимаются столпы пыли. Для предотвращения их негативного влияния подрывают взрывчатку в емкостях с водой, расположенных по периметру конструкции, создавая аналог водяного тумана. Снос всей конструкции занял 8 секунд.

Перед демонтажем моста из прилегающих районов были эвакуированы несколько тысяч людей и перекрыты все близлежащие дороги. За порядком во время подрыва следили около 400 сотрудников полиции.

Строительство данного моста было завершено в 1967 году. В период эксплуатации несколько раз проводились капитальные работы по ремонту конструкции. Воздействие морского воздуха усугубило коррозию конструкций. Однако проверяющие организации не смогли отследить нарушение целостности вантовых конструкций, отчего, как выяснилось по ходу последующих проверок, и разрушилось центральное пролетное строение.

На месте взорванного моста 3 августа этого года была завершена постройка моста Святого Георгия.

Литература:

1. Российское новостное интернет-издание Lenta.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lenta.ru/news/2019/06/28/genoa/> - Дата доступа: 21.11.2020.
2. Конструктив-СД, демонтаж зданий и сооружений konstruktiv-sd.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.konstruktiv-sd.com/blog/snos-zdaniy-ili-sooruzhenij-vzryvom/> - Дата доступа: 21.11.2020.
3. Телеграфное агентство Советского Союза Tass.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/6605940> - Дата доступа: 21.11.2020.

ФЕРМЕННЫЕ МОСТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИТНОЙ ПОДВЕСНОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ

*Ляшук Марина Ивановна, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В современном мире с каждым днем появляется все больше и больше новых изобретений, предметов, методов. Сфера строительства не стоит на месте, в частности рассмотрим мостостроение с использованием композитной подвесной конструкции.

Такая конструкция представляет собой обычно стальную ферму и пролетные тросы. Горизонтальные усилия тросов в период строительства закрепляются в грунте, но после завершения они переносятся на бетон как силы предварительного напряжения. Использование такого метода строительства моста имеет ряд преимуществ:

- Возможность строительства без возведения временных опор, что сокращает и стоимость, и время
- Требуется меньше земляных работ
- Уменьшает воздействие на строительства на окружающую среду
- Эстетический вид



Рисунок 1 – Возведение моста с композитной подвесной конструкцией

Примером применения ферменных мостов с композитной подвесной конструкцией являются мост Сейун - это автомобильный мост, пересекающий приток реки Есино в Ямасиро-те, на западной окраине префектуры Токусима на острове Сикоку. Мост представляет собой однопролетный предварительно напряженный бетонный композитный ферменный мост с бетонными верхними и нижними хордовыми элементами и стальными диагональными элементами.



Рисунок 2 – Мост Сейун

Похожую конструкцию имеет живой пешеходный мост университета Лимерика, с его легким волнистым профилем, является связующим звеном между университетскими территориями по обе стороны реки Шеннон.



Рисунок 3 – Живой пешеходный мост университета Лимерика

Литература:

1. Pont caténaire (Цепной мост) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fr.wikipedia.org/wiki/Pont_caténaire — Дата доступа: 10.12.2020.
2. Composite truss bridges using suspension structure [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pwri.go.jp/eng/ujnr/tc/g/pdf/22/22-2-5kasuga.pdf> – Дата доступа: 10.12.2020.
3. Ireland's longest pedestrian bridge creates an organic dialogue with its environment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arup.com/projects/living-bridge> – Дата доступа: 10.12.2020.

ВАНТОВЫЙ МОСТ ЧЕРЕЗ КОРАБЕЛЬНЫЙ ФАРВАТЕР

*Монид Анатолий Владимирович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Вантовый мост через Корабельный фарватер является частью Западного скоростного диаметра. Эта магистраль внутри города длинна которой составляет 46,6 километра, она более чем наполовину состоит из искусственных сооружений (эстакады, мосты, путепроводы, тоннели). На центральном участке Западного скоростного диаметра сосредоточены одни из самых сложных инженерных сооружений. В их число входит мост через Корабельный фарватер в дельте реки Невы. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Мост через Корабельный фарватер

Это сооружение стало одним из самых ярчайших символов нового, современного Петербурга. Мост является неразводным и предназначен только для автомобилей, разрешенная максимальная скорость движения на котором составляет 110 километров в час. Движение пешеходов по этому мосту не предусмотрено. Длина моста составляет 620 метров, из которых 320 приходится на центральный пролет. Боковые пролеты составляют по 150 метров каждый.

Мостовое полотно шириной 40 метров позволяет организовать движение по 8 полосам. Пролетное строение поднимается над водой на 35 метров, не препятствуя судоходству: под мостом могут проходить сухогрузы. Его главная особенность - это 2 основных пилон, возвышающиеся над уровнем воды на 125 метров. Технологическая сложность строительства заключается в большом

наклоне 12 градусов, пилоны наклонены в сторону русла, направлены друг к другу. Мост хорошо вписывается в целостную архитектуру Петербурга.

С учетом сложности конструкции были проведены проверки аэродинамической устойчивости. Результаты показали надежную стабильность при всех условиях.

Строительство моста началось в 2013 году. Для его возведения потребовалось создать 2 временные платформы. С их помощью велось возведение пилонов. Как во время строительства, так и на момент его эксплуатации мост оснащен множеством датчиков, объединенных в единое целое, для контроля за сооружением. Ночью мост светится красивыми огнями, что придаёт ему некий «шарм».

Сооружение всего комплекса центрального участка Западного скоростного диаметра изменило привычные виды морского побережья Санкт-Петербурга. Мост через Корабельный фарватер с его наклонными пилонами теперь напоминает о старинных разводных мостах.

Литература:

1. Сайт 29palms [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://29palms.ru/index.php?link=vantoviy-bridge> – Дата доступа: 28.11.2020

СТУПЕНЧАТЫЙ МОСТ ХЁЛЬМЭБАКК

*Мытько Никита Николаевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Мост Хёльмэбакк – это ступенчатый мост, который открывает новый живописный маршрут над водопадом Вёрингсфоссен в Норвегии. Конструкция, построенная в крупнейшем национальном парке в скандинавском регионе – Хардангервидде, служит продолжением давней традиции изучения взаимодействия между архитектурой, технологиями, инфраструктурой и самое главное – природой. К мосту было множество требований: безопасность, прочность, архитектура, вписывающаяся в уже существующий ландшафт. Акцент был сделан на вид и впечатления, которые он предоставляет. (Рис.1).



Рисунок 1 – Мост Хёльмэбакк



Рисунок 2 – Начало моста

Хёльмэбакк представляет собой ступенчатый мост с пролётом 47 метров и 99 ступеньками. Разница в высоте между концами моста составляет 16 метров. Состоит мост из 7 частей, которые подняты краном и собраны на месте. Все ступенчатые части сделаны из стали и закреплены прочными анкерами, просверленными в скале. Мост, существенно, способствует развитию туризма в регионе (Рис.2).

Литература:

1. Designboom [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.designboom.com>. – Дата доступа: 24.11.2020

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

*Нестерович Любовь Юрьевна, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Проект штаб-квартиры швейцарской телекоммуникационной компании Tamedia расположен в самом центре Цюриха на территории общей площадью 1000 м² в большом городском квартале. Здание занимает 7 этажей над землей, в которые входят два цокольных этажа. Чистая площадь этажей составляет 8 602 м², к которым мы можем добавить ещё 1518 квадратных метров проекта двухэтажного расширения, расположенного на крыше соседнего здания. (Рис 1,2).



Рисунок 1 – Штаб-квартира Tamedia (снимок ночью)



Рисунок 2 – Штаб-квартира Tamedia во время строительства

С технической и экологической точек зрения одной из главных особенностей здания является полностью деревянная конструкция. Она выполнена без гвоздей, винтов и клея: вместо них использованы соединения типа зубчатой врубки. (Рис 3).



Рисунок 3 – Узел конструкции

Примеры зубчатой врубки можно найти в проектах по деревообработке, которым уже много веков. Это одна из старейших и самых надёжных столярных технологий. Идея врезки и шипа проста: квадратное или прямоугольное

отверстие в одной доске, известное как паз, вырезается для размещения булавки на другой доске, называемой шипом. Он обычно используется как крепление поручней стола или стула к ножкам. Когда шип вставлен в паз и надежно закреплен, две доски могут стать почти такими же прочными, как одна деталь.

Конструкция из массива дерева получилась искусной. Двойной остеклённый фасад поддерживает воздушность здания и благодаря этому многие из структурных элементов каркаса полностью видны, обеспечивая характер, необычный для офисного здания такого размера. Так же остеклённый фасад обеспечивает интерьер солнечным светом, а открывающиеся окна позволяют обойтись без кондиционеров. Деревянные конструкции почти всегда экологичны и пригодны для вторичной переработки. В отношении экологической ответственности, дерево самый низкий производитель CO₂ в процессе производства любого широко доступного строительного материала.

Так же отмечают, что здания из деревянных конструкций экономичны в плане энергосбережения. Такие здания имеют энергопотребление около 70 кВт на квадратный метр в год, когда кирпичные дома потребляют 130 – 150 кВт. Преимуществом деревянного домостроения является высокий процент заводского изготовления, а это позволяет заместить затраты на оплату труда рабочих на строительных площадках. При этом можно также избежать и задержек, которые могут возникнуть из-за плохих климатических условий. Возведение деревянных зданий занимает намного меньше времени, чем строительство железобетонных, что позволяет снизить затраты. Цельнодеревянные соединения и крепления позволяют дереву двигаться с сезонной усадкой и расширением. Гвозди и шурупы крепко удерживают древесину, позволяя небольшое движение, которое в конечном итоге приводит к растрескиванию древесины вокруг металлической застежки. Поэтому для того, чтобы избежать растрескивания лучше использовать качественный клей. При правильном выполнении проекты, полностью сделанные из дерева, могут прослужить столько же, сколько и дерево, которое может простоять более тысячи лет. Для соблюдения требований пожарной безопасности: несущий каркас должен быть достаточно массивным, чтобы устоять во время пожара. Деревянная балка прогорает намного больше времени, чем металлическая или бетонная. Также для строительства деревянных зданий требуется меньше подготовки и оборудования строительных площадок. Таким образом, каждое деревянное здание представляет архитектурную, экологическую и экономическую ценность.

УМЕНЬШЕНИЕ МАССЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ПУТИ РЕШЕНИЯ

*Потрба Вероника Георгиевна студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Пастушков В.Г., канд. тех. наук, доцент)*

В строительстве применение бетона и железобетона является целесообразным как в инженерных сооружениях многоэтажных зданий различного назначения, так и одноэтажных производственных зданий.



Рисунок 1 – Разрушение железобетонных конструкций

Следует продолжить и увеличить работы по определению рациональных областей применения железобетона в строительстве. Для того, чтобы усовершенствовать железобетонные конструкции необходимо снизить массу не менее чем на 15%. Необходимость уменьшения массы железобетонных конструкций объясняется тем, что по мере увеличения объемов конструкции, особенно в многоэтажных зданиях, на каждую единицу площади приходится все большая нагрузка. Таким образом, в определенное время, когда собственный вес сооружения превышает допустимые усилия, конструкция сложится из-за

разрушения снизу. Основными путями решения, к которым прибегают для снижения веса и объема железобетонных конструкций являются:

1. повышение использования легких бетонов марок 300 и выше;
2. увеличение объема применения высокопрочных тяжелых цементных и силикатных бетонов на основе создания новой номенклатуры конструкций из таких бетонов;
3. добавление исследований и проектных разработок, направленных на модернизацию конструктивных форм;
4. производство и рациональное применение комбинированных конструкций различных систем (с жесткой несущей арматурой, с металлическими мембранами и др.);
5. изменение марки бетона в сторону уменьшения;
6. применение пористых бетонов, добавок для насыщения монолита воздухом;
7. применение наполнителей пористой структуры (керамзит)

Литература:

1. Сайт Erkon-beton.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://erkon-beton.ru/umenshenie-vesa-i-obema-betonnoj-konstrukcii> – Дата доступа: 22.11.2020.
2. Сайт revolution.allbest.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://revolution.allbest.ru/construction/00802695_0.html – Дата доступа: 20.11.2020.

ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ ВЕНДУИН

*Приборец Анастасия Евгеньевна, студентка 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Пешеходный мост Вендуин предназначен для безопасного пересечения автомагистрали и трамвайных путей на пути от деревни к пляжу. Дюны обеспечивают естественный беспрепятственный доступ к мосту для спортсменов, туристов, велосипедистов и др. Несколько лет назад их территория была укреплена, были введены посадки и ряд новых путей, а также деревянная лестница между дюн. Это препятствует чрезмерному их повреждению.

У подножия моста и на вершине дюн есть смотровые площадки, с которых открываются прекрасные панорамные виды на прибрежный пейзаж. Благодаря интересному дизайнерскому решению, мост отлично вписывается в ландшафт дюн, пляжа и польдеров Уиткенсе, внешне напоминая кучу коряг, выброшенных на берег и соединенных хаотично.



Рисунок 1- Пешеходный мост Вендуин на данный момент

Основная конструкция моста состоит из двух деревянных ферм, которые поддерживают железобетонные порталы. Фермы похожи на конструктор, они собраны в разные слои. Это и создает определенный интерес к архитектуре строения. Сам проект создавался в период с 2008-2009 года, был

продолжен в 2012 и реализован в период с 2013 по 2014 года. Архитектором является West-8.

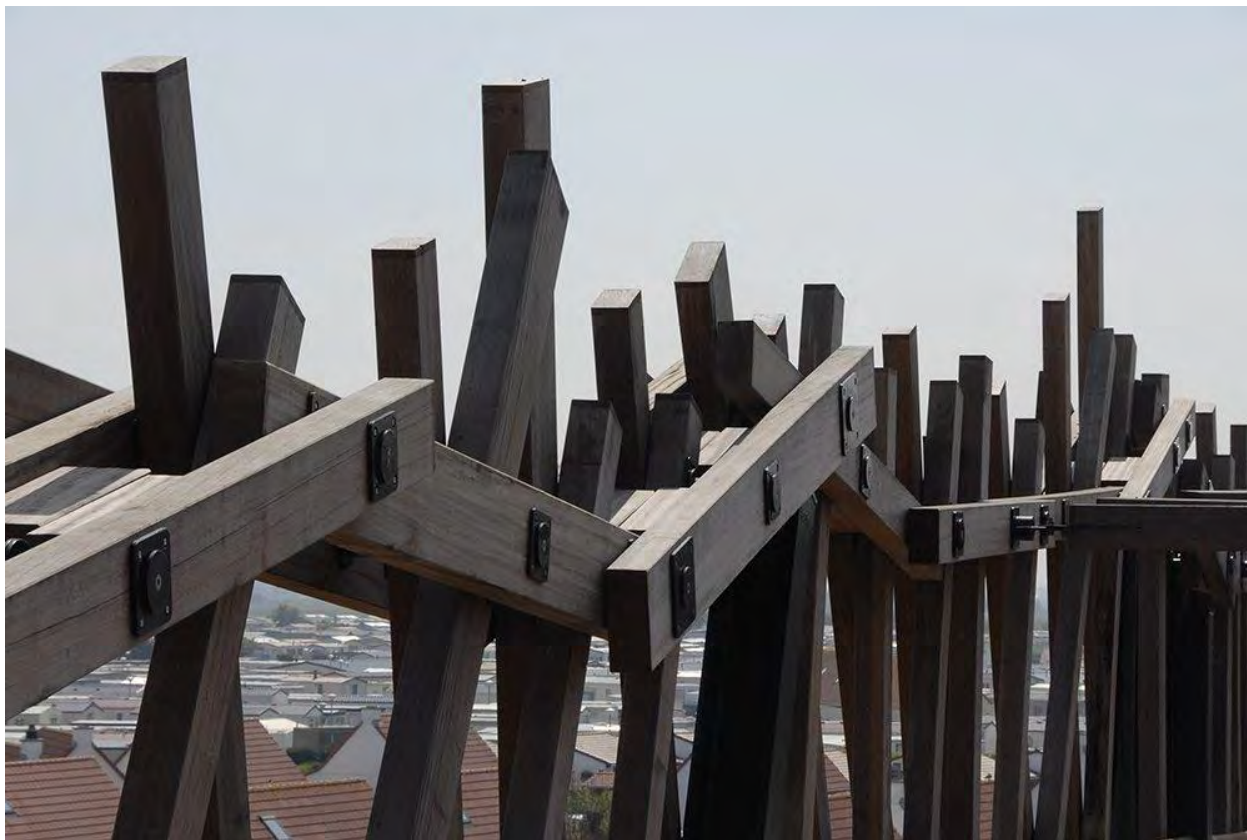


Рисунок 2 – Слои деревянных ферм

В 2015 году проект стал победителем в конкурсе среди пользователей в категории «Строительные конструкции». По словам жюри «архитектурный дизайн этого пешеходного моста великолепно поддерживается конструктивными решениями, а неправильная форма конструкции и сочетание различных материалов – дерева, бетона и стали – создают привлекательное и уникальное произведение искусства».

Литература:

1. Образовательный портал в сфере проектирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://landezine.com/index.php/2015/12/pedestrian-bridge-wenduine-by-west-8/>– Дата доступа: 22.12.2015.
2. Информация об участии в конкурсе [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.scia.net/en/company/references/projects/pedestrian-bridge-wenduine-belgium>

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

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

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Для мониторинга инженерных конструкций используются датчики различного назначения, с которых полученная информация поступает в цифровое облако или на сервер для обработки этой информации при помощи программного комплекса для мониторинга инженерных конструкций.

Список специализированных геотехнических и конструкционных датчиков, высокоскоростных модулей удаленного сбора данных на примере компании GEODAQ:



Рисунок 1 – Модули SS4

Очень маленький тензометрический датчик (Рис. 1) с трехосевым акселерометром и датчиком температуры в гибком корпусе. Крепление к бетонным или стальным поверхностям с помощью эпоксидной смолы.



Рисунок 2 – Модули AST

Бетонный закладной модуль (Рис. 2) для статического и динамического контроля осевых усилий, вращательных изменений, температуры, вибраций и ударов. Полностью кондиционированный аналоговый выход для легкой интеграции с большинством систем сбора данных. Области применения включают испытания буровых валов, конструктивных колонн и тротуаров.



Рисунок 3 – Инклинометр

Полностью цифровой инклинометр (Рис. 3) с использованием ряда датчиков акселерометра MEMS. Мониторинг подземных перемещений и критической инфраструктуры. Устанавливается внутри стандартного корпуса инклинометра.



Рисунок 4 – Модули PRO-5

Система мониторинга структурного состояния (Рис. 4) с использованием сети цифровых сенсорных модулей и всего одного кабеля. Контролируйте силы, перемещения, температуру, наклон и движение. Полностью интегрированный тензометрический датчик, трехосевой акселерометр и датчик температуры.



Рисунок 5 – SS4C

Тензометрический датчик встраивания SS4C (Рис. 5) с трехосевым акселерометром и датчиком температуры. Монтируется в бетонных конструкциях для контроля как статических, так и динамических напряжений и движения. Полностью кондиционированный аналоговый выход с широкой полосой пропускания и подходит для использования с длинными кабелями.



Рисунок 6 – Модули GCM4

GEODAQ предоставляет полностью собранные и протестированные системы сбора данных, установленные внутри водонепроницаемых корпусов, подходящих для установки на строительных площадках или в отдаленных местах. Контроллер GCM4 (Рис. 6) предварительно запрограммирован на сбор результатов от наших цифровых сетевых модулей PRO-5 и I6 и беспроводную передачу их в наши веб-приложения.

Программное обеспечение WebView. Результаты в реальном времени.

Программное приложение WebView работает на смарт-устройствах и настольных компьютерах. Войдите в систему под своим именем пользователя и паролем и просмотрите результаты вашего проекта в режиме реального времени. Ответы даются быстро и легко, и никакое программное обеспечение не нуждается в покупке или обслуживании.

Испытание Сваи. Статика и динамика.

GEODAQ имеет более чем 20-летний опыт обустройства и тестирования глубоких фундаментов. Есть возможность предоставить все контрольно-измерительные приборы, оборудование для сбора данных, программное обеспечение и полевые услуги, необходимые для завершения программы статических или динамических испытаний свай. Системы сбора данных могут взаимодействовать с любым типом тензодатчика или тензометрического датчика, включая электрическое сопротивление и вибрирующую проволоку.

Контроль Вибрации. От низкой частоты к высокой.

GEODAQ разработала самую первую интернет-систему дистанционного мониторинга вибрации в 1990-х годах, предоставляющую результаты в реальном

времени настольным компьютерам с помощью Java-апплетов, работающих в веб-браузерах. Все проекты были выполнены удаленно с использованием контроллера GCM, модулей сбора данных GST и беспроводных модемов.

Дистанционный мониторинг снижает затраты на персонал на местах.

Литература:

1. Колокова Н.М., Копац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Кваша В.Г. Реконструкция малых железобетонных мостов / В. Г. Кваша, Л. В. Салийчук // Автомобильные дороги и мосты. – 2014. – N 2. – С. 40–45.
3. ГОСТ Р 22.1.13-2013 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мероприятия по гражданской обороне, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

БЫСТРЫЙ РЕМОНТ ПОВРЕЖДЕННЫХ БЕТОННЫХ КОЛОНН ПОСЛЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

*Савицкий Даниил Александрович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Землетрясение является серьезной проблемой как для зданий и сооружений- так и для транспортных коммуникаций. Из-за того, что дороги разбиты, а мосты серьезно повреждены, жители и аварийный персонал могут быть лишены возможности передвигаться, оказывать помощь пострадавшим, а также восстанавливать поврежденные сооружения.

При землетрясении основной урон принимает на себя верхняя и нижние части вертикальных колонн, где они соединяются с фундаментом и горизонтальными балками. Если мост не разрушается после землетрясения, но колонны повреждены, он, вероятно, слишком нестабилен для эксплуатации. Поэтому ремонт после землетрясений сфокусирован именно на колоннах.

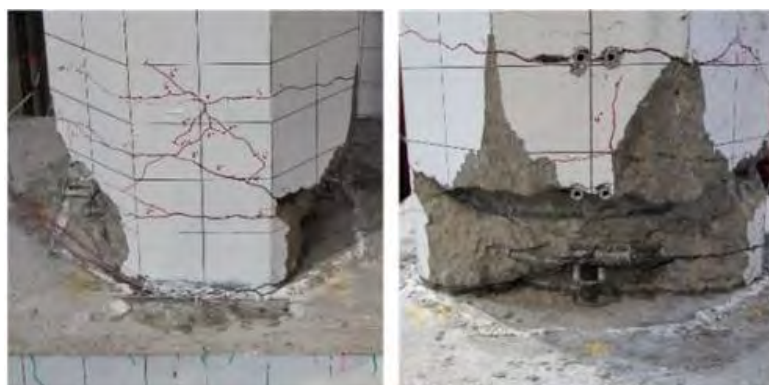


Рисунок 1 – Повреждение колонны после землетрясения

Для устранения трещин или сколов колонн только на одном мосту, поврежденном в результате землетрясения, требуются недели. Однако группа исследователей из университета Юты во главе с профессором Крисом Панделидесом представила новый способ ремонта и укрепления колонн, который позволяет значительно сократить время и является наиболее экономически эффективным.

Новый способ работает следующим образом: во-первых, просверливаются отверстия в фундаменте вокруг колонны, затем в них помещаются несколько стержней арматуры и закрепляются эпоксидной смолой. Затем две половинки

круглой оболочки, изготовленные из композитного волокна, толщина которых всего миллиметры, помещаются вокруг колонны и выпусков арматуры и соединяются вместе. Композитная оболочка выполняет функцию опалубки, куда заливается бетон, который взаимодействует с выпусками арматуры. В результате получается отремонтированная колонна с примерно той же структурной целостностью, что и оригинальная колонна.

Прочность и способность к смещению поврежденных колонн моста была восстановлена путем достижения примерно того же смещения и боковой нагрузки, что и у исходных образцов. Результатом является экономически эффективный ремонт, который можно установить в течение нескольких дней.

Хотя ремонт был разработан для сборных железобетонных колонн, его можно было бы распространить на монолитные колонны. Он может быть использован для модернизации колонн до землетрясения, а также для ремонта колонн после землетрясения.

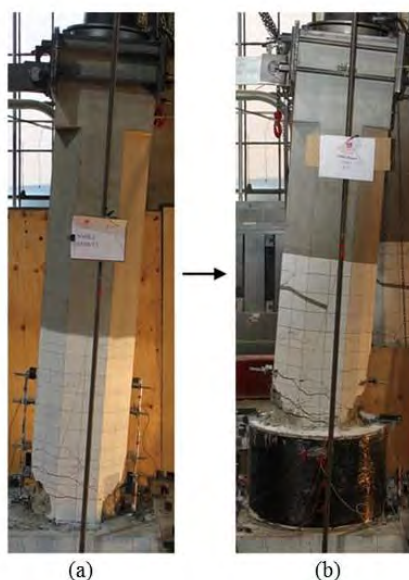


Рисунок 2 – Применение нового способа ремонта колонны

Несмотря на то, что первоначальное повреждение колонны было серьезным, этот метод является надежным и применим к колоннам с различными состояниями повреждения, включая продольные стальные стержни с изломами или с трещинами. Техника ремонта быстрая и удовлетворяет требованиям ускоренного строительства моста.

Также используется усиление сооружений с использованием систем внешнего армирования на основе углеволокна. Принцип усиления конструкций углеволокном заключается в наклеивке с помощью специального эпоксидного клея на поверхность конструкций высокопрочных холстов или ламинатов, а также сетки. Возможно усиление как изгибаемых конструкций в растянутых

зонах и в зоне действия поперечных сил, так и сжатых, и внецентренно сжатых элементов.



Рисунок 3 – Сравнение сейсмостойкости колонн, армированных и неармированных углеродным волокном

Применение таких систем в сейсмоопасных районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов позволяет снизить сейсмические нагрузки в 1,5–4 раза в зависимости от конкретных условий площадки и конструкций сооружений, что позволяет использовать проектные решения, не предназначенные для проектирования в сейсмических районах, либо повысить сейсмостойкость существующих сооружений на 1–2 балла.

Литература:

1. TechXplore [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://techxplore.com/news/2016-04-earthquake-damaged-bridge-columns-days-weeks.html> — Дата доступа: 14.06.2020.
2. Earthquake Engineering [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sites.google.com/a/ncsu.edu/earthquake-engineering/current-research>— Дата доступа: 14.06.2020.
3. PreventionWeb [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.preventionweb.net/news/view/67023>– Дата доступа: 14.06.2020.

СООРУЖЕНИЕ БЕРЕГОВЫХ ОПОР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АРМИРОВАННОГО ГРУНТА

*Савицкий Даниил Александрович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Данную технологию строительства мостов продвигает федеральное управление автомобильных дорог США в рамках своей инициативы “Every Day Counts”, которая направлена на выявление и быстрое внедрение проверенных, но малоиспользуемых инноваций с помощью возможности сократить сроки реализации проекта, повысить безопасность дорожного движения, уменьшить затраты и повысить экологическую устойчивость

Сооружение береговых опор с использованием армированного грунта - это быстрый и экономичный метод строительства опоры моста, который также обеспечивает бесшовный стык между мостом и подъездом. Он состоит из трех основных компонентов: фундамента с усиленным грунтом, береговой опоры и комплексного подхода. Усиленный грунт состоит из гранулированного наполнителя, который уплотнен и армирован геотекстильной тканью. Это, в свою очередь, увеличивает несущую способность опоры, а также предотвращает проникновение воды в массу грунта из реки. Метод использования геосинтетических тканей для усиления фундаментов является проверенной альтернативой глубоким фундаментам на рыхлых зернистых почвах, мягких мелкозернистых почвах и мягких органических почвах. В опоре используются чередующиеся слои уплотненного заполнителя и близко расположенное геосинтетическое армирование. Этот метод ускоренного строительства опоры можно разделить на 3 простых действия: 1- ряд облицовочных блоков, 2- слой уплотненного гранулированного заполнителя и 3- слой геосинтетического армирования. Процесс укладки слоев повторяется до тех пор, пока не будет достигнута необходимая высота опоры.

Пролетное строение устанавливается непосредственно на береговую опору без швов и без монолитного бетона. Армированный грунт также используется для построения комплексного подхода. Таким образом, эта мостовая система устраняет проблему «неровностей моста», вызванную неравномерной осадкой между опорами моста и подъездными дорогами.

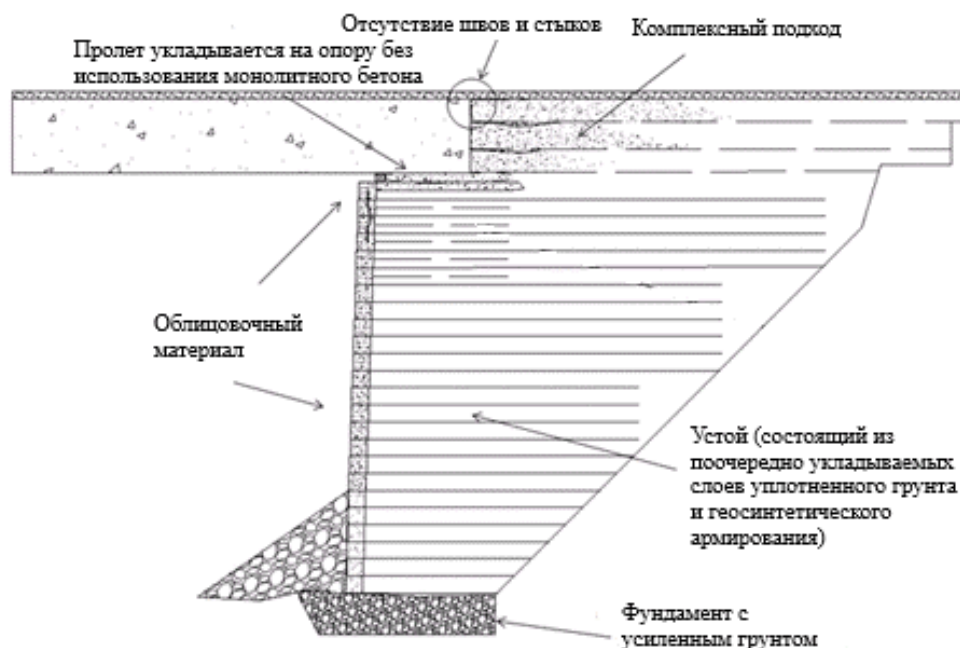


Рисунок 1 – Общий вид береговой опоры с использованием армированного грунта

За дорожной поверхностью данного моста можно ухаживать, как если бы она была частью дорожного покрытия. Особого внимания к стыкам или мостовому настилу не требуется.

Данная технология строительства мостов чрезвычайно долговечна и может хорошо работать при землетрясениях. Опоры с использованием армированного грунта могут быть изготовлены из легко доступного материала с использованием обычного строительного оборудования без необходимости использования высококвалифицированной рабочей силы, что позволяет уменьшить стоимость строительства на 40-60 процентов. Кроме того, эта технология оказывает минимальное воздействие на окружающую среду. Она позволяет сократить время строительства и выбросы углекислого газа, исключает необходимость в установке глубокого фундамента и может быть адаптирована для соответствия экологическим потребностям конкретного объекта. Также данный мост может быть построен в изменяющихся погодных условиях и может быть легко адаптирован в случае непредвиденных условий на площадке.

ЦИФРОВОЙ ДИЗАЙН ПЕШЕХОДНОГО МОСТА С ДВОЙНОЙ СПИРАЛЬЮ В СИДНЕЕ

*Святохо Ольга Викторовна, студент 4 -го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Смелый ярко-синий пешеходный путепровод Lachlan's Line возвели в Сиднее. Это первый в своем роде мост с двойной спиралью (рис. 1), который визуально представляет собой выделяющуюся среди других достопримечательность, а также оживленное транспортное движения, соединяя как новый жилой комплекс Landcom, так и район Macquarie Park со станцией метро North Ryde



Рисунок 1 – Мост с двойной спиралью

Изогнутая сборная конструкция моста коробчатого сечения выводит проектирование и производство спиралей на новый уровень с ее нестандартной геометрией и более плавной формой.

Благодаря таким параметрам, как поворот хорды между опорами, плотность материала и диаметр спирали, установленные инженерами Agur, одна модификация - на любом этапе рабочего процесса - мгновенно корректирует каждую последующую модель. Перед перемещением на площадку секции прошли пробную проверку (рис. 2).



Рисунок 2 – Перемещение секции на площадку

Интерпретация такого внешнего вида путепровода была больше, чем эстетический ход конструкторов: это позволило оптимизировать каждый параметр, тем самым свести к минимуму затраты по материалу. Команда применяла строгое моделирование, проверку и создание прототипов, чтобы мост соответствовал самым высоким инженерным стандартам

В этой проекте нет двух одинаковых элементов, причем конструкция различается по кривизне, сохраняя при этом постоянное поперечное сечение. Диаметр спирали варьируется, в зависимости от необходимости, между 7,8 м в самом широком и 5,5 м в самом узком

170-метровая стальная конструкция была построена в четырех отдельных пролетах на соседнем участке (рис. 3).



Рисунок 3 – Соединение секций

Lachlan's Line представляет собой соединение инженерных навыков с цифровыми знаниями, раскрывая новые возможности для цифрового дизайна.

АУДИТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Соболевский Николай Романович, студент 5-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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

С течением времени прогресс постепенно меняет вектор оптимальных по качеству, времени и затратам проектов, двигая тем самым проектирование сооружений по направлению использования информационных технологий, рост доли которых в развитии общества и их ценность является неоспоримым фактом, принуждающим идти на поиск наилучших по всем параметрам решений. Появляются тенденции на внедрение информационных мощностей во весь процесс создания проектно-сметной документации. В связи с чем возникает ряд вопросов, касающихся целесообразности автоматизации отдельных направлений и проектного цикла в целом, а так же возможности на данный момент времени, создания системы проектирования основанной на принципе минимизации человеческой ошибки и времени исполнения.

BIM (Building Information Modeling), как парадигма процесса проектирования зародилась с ее первым представителем, ArchiCAD, в 1984 году, на два года позже чем первая версия AutoCAD, первым представителем CAD. Тем не менее в странах СНГ направление получило признание и распространение на государственном уровне в виде документов, регламентирующих рекомендательные и принудительные ограничения и нормы, лишь в конце последнего десятилетия, на территории РФ. Причем попытка эта является в достаточной степени спорной, так как вышедшие нормативно-правовые акты пытаются регулировать не результат работы, а методы которыми оперируют проектировщики, что приводит к торможению развития направления, так как система государственного контроля не в состоянии вносить изменения возникающие по причине индивидуального устройства внутреннего регламента компании разработчика и быстротой смены тенденций в стремительно развивающемся направлении BIM.

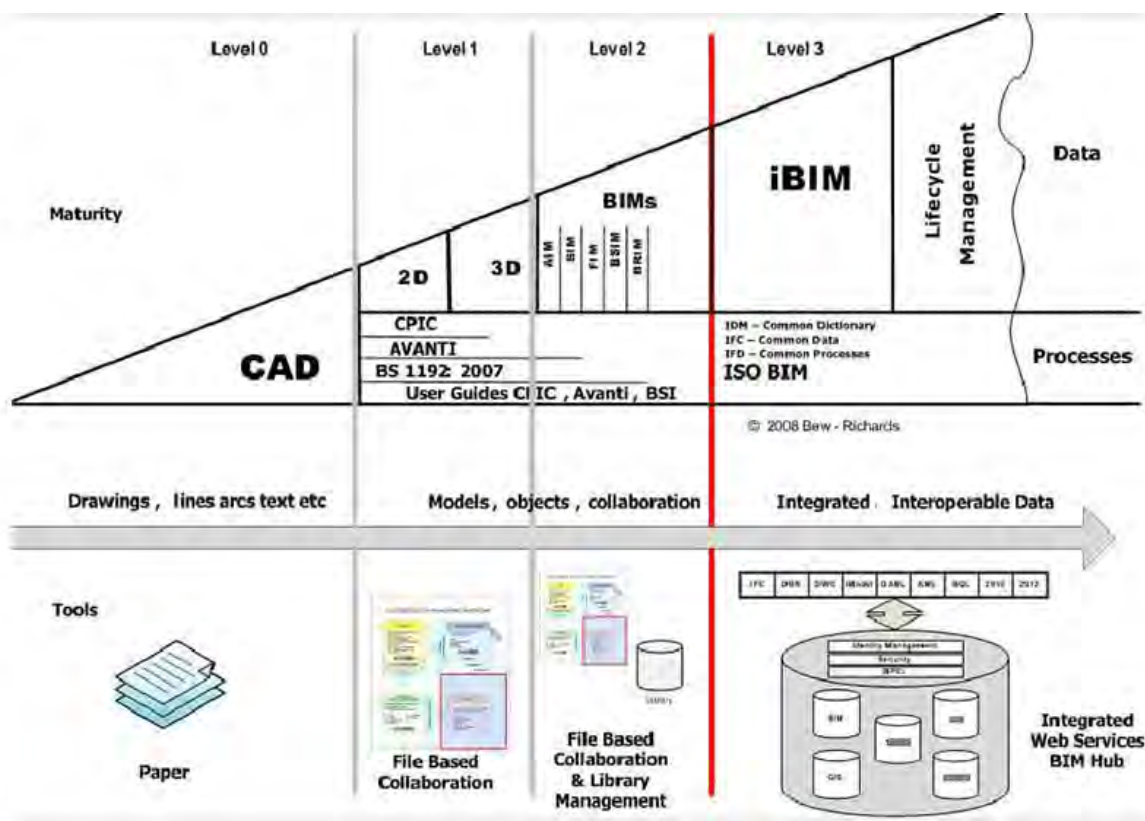


Рисунок 1 – Этапы развития технологии проектирования

Однако явный стимул произошел благодаря принудительному использованию BIM технологий для проектов имеющих стоимость более указанной в соответствующем ТНПА РФ, что привело в активность множество обучающих и маркетинговых компаний, основной деятельностью которых является распространение BIM технологий, не проверяющие действительную необходимость перехода на BIM.

Система информационной модели BIM, не является заменой автоматизированному моделированию CAD. CAD это этап в развитии к информационной модели, на Рисунке 1 изображены уровни перехода на информационную модель с соответствующими стадиями, схема дотирована 2008 годом, но CAD не заменяющий его в полной мере, так как существует множество ситуаций в которых нецелесообразно создавать ради небольшого участка работ отдельные объекты, и время на настройку этих объектов для верного отображения. В системе CAD примитив – это точка и линия, а для BIM – объект (примитив – наименьший элемент для манипулирования программой и создания более сложных структур для вывода двухмерной графической информации). Под отдельными участками работ, в качестве примера, можно взять раздел слаботочных систем электроснабжения, на практике нет никакого смысла в создании модели сетей с низким напряжением в трехмерном пространстве в модели, так как это крайне трудозатратно, так как намного удобнее работать с приметами линий, нежели объектов и схожего

результата можно добиться через двумерное проектирование за меньшие затраты по времени. Исходя из этого, можно заявить, что BIM не в состоянии вытеснить CAD. Суть парадигмы информационного моделирования, состоит в формировании не просто трехмерной геометрии, а определения всех возможных свойств объекта и их привязке к нему, которые необходимы как для эксплуатации объекта, так и быть косвенными параметрами, к примеру стадия возведения, стимулирующие грамотность в процесса проектирования и снижение вероятности получить ошибку при выполнении работ согласно составленной проектно-сметной документации. Таким образом для всех элементов, для которых не планируется составление системы свойств, идентифицирующих этот элемент и/или для всех элементов, представление которых быстрее и эффективнее представить с помощью примитива линии и точки, полностью отсутствует целесообразность в работе в системе BIM. Работа в программах BIM с примитивами прямых явно уступает программа CAD. Таким образом следуют взвешивать решение о необходимости вводить новую систему и следует изменить условное представление стадийности работы проектирования на рис. 1 сохранив направление CAD, естественно применяемое лишь в некоторых случаях либо небольших разделов. Так же хотелось бы добавить, что итоговая рабочая документация на территориях стран СНГ предоставляется в бумажном варианте и никакого взаимодействия с созданной трехмерной моделью лица отвечающие за воплощение этой самой модели, чаще всего – не имеют, что сильно сокращает потенциальные возможности заложенной в модель информации и нивелирует все под двумерную систему проектирования, не предоставляя возможности рабочим в доступном виде наблюдать их итоговую предполагаемую работу, что сказывается на их стимулировании и понимании, следовательно и увеличивается риск ошибки.

Литература

1. Почему в России не нужно внедрять BIM на государственном уровне – URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ac209cbad0f22cf63310792/pochemu-v-rossii-ne-nujno-vnedriat-bim-na-gosudarstvennom-urovne-5ddc3c15d7657134590e4078/>

РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Соболевский Николай Романович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для работы с разделами архитектурных, конструктивных решений и сетями коммуникаций BIM парадигма позволяет вести разработку проектов по наиболее эффективному направлению, особенно с применением автоматизации в виде разработанных под компанию плагинов. Частные инжиниринговые компании являющейся генеральными подрядчиками напрямую заинтересованы в создании системы минимизирующей трату времени, именно они и являются на данный момент движителями тенденций на автоматизацию, в отличии от компаний разработчиков государственного вида управления, что к сожалению, тормозит развитие и мотивацию всей отрасли. К счастью, можно отметить медленное, но стабильное увеличение множества заинтересованных лиц, что теоретически может привести к полномасштабному внедрению на всех уровнях процесса проектирования.

Создать систему автоматизированного проектирования решающую большую часть работы с конструкциями и системами возможно с нынешним уровнем развития технологий. Термин: Генеративное проектирование (Generative Design) – метод создания проектно-сметной документации, путем генерирования рабочей модели именуемой генеративной моделью проектирования, и автоматизированного создания на ее основе всей зависящей рабочей документации. Генеративная модели проектирования (Generative Design Modeling) – метод создания рабочей модели с помощью методов машинного обучения и нейронных сетей, а также наполнение согласно алгоритмическим зависимостям информацией о создаваемых объектах.

Искусственный интеллект (Artificial Intelligence, AI) – парадигма, возникшая в 1956 году основной целью, которой является создание алгоритма, позволяющего выработать мышление идентичное человеческому. На данный момент — это группа из направлений: Машинное обучение, Поиск и оптимизация, Удовлетворение ограничений, Логические рассуждения, Вероятностные рассуждения, Теории контроля. Основа машинного обучения (Machine Learning, ML) состоит в решении задачи типизации данных, нахождении относительно стабильного шаблона из пула входящих данных

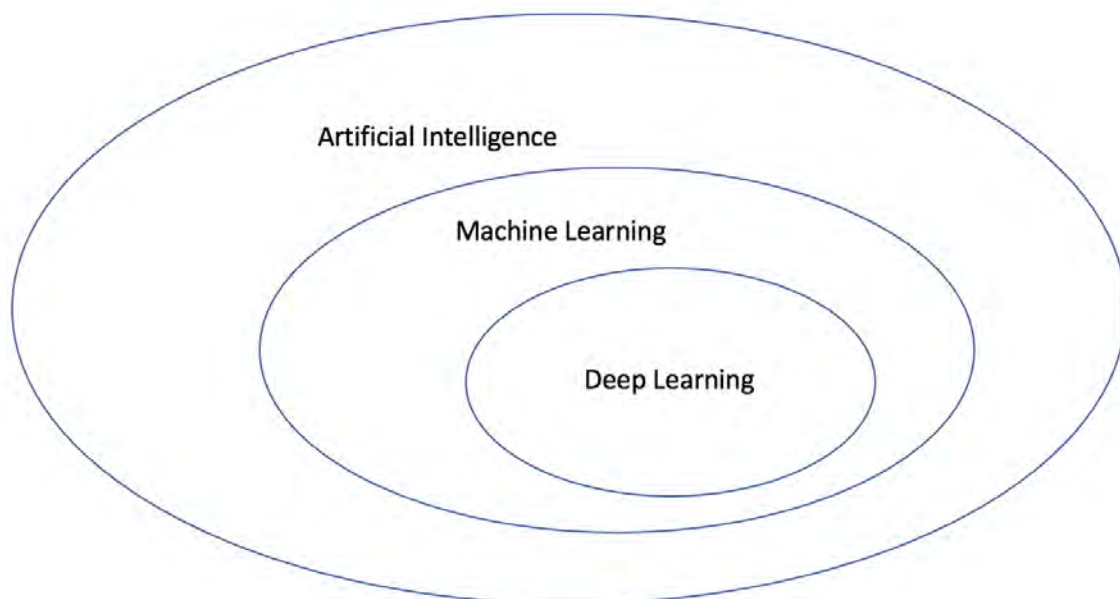


Рисунок 1 – Круги Эйлера в направлении искусственного интеллекта

- Алгоритмы машинного обучения включают в себя:
- Нейронные сети
- Деревья решений
- Случайные леса
- Ассоциации и обнаружение последовательности
- Градиент повышения и расфасовки
- Опорные векторные машины
- Отображение ближайшего соседа
- К-средства кластеризации
- Самоорганизующиеся карты
- Методы локальной оптимизации поиска
- Максимальное ожидание
- Многомерные адаптивные регрессионные сплайны
- Байесовские сети
- Оценка плотности ядра
- Анализ главных компонентов
- Сингулярное разложение
- Смешанные Гауссовские модели
- Последовательное сопроводительное построение правил

В данной статье представлена лишь применимая классификация, так как каждая из тем достойна отдельно сформулированного объяснения.

Для понимания работы нейросетей рассмотрим самую простую архитектуру взаимодействия – 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.

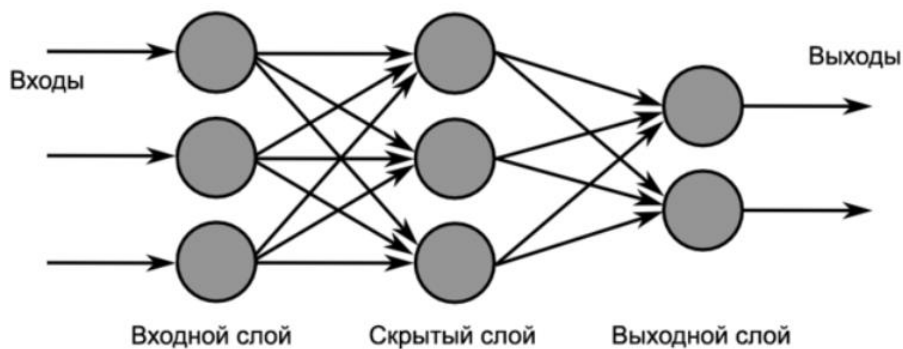


Рисунок 2 – Строение перцептрона

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 (Рисунок 3).

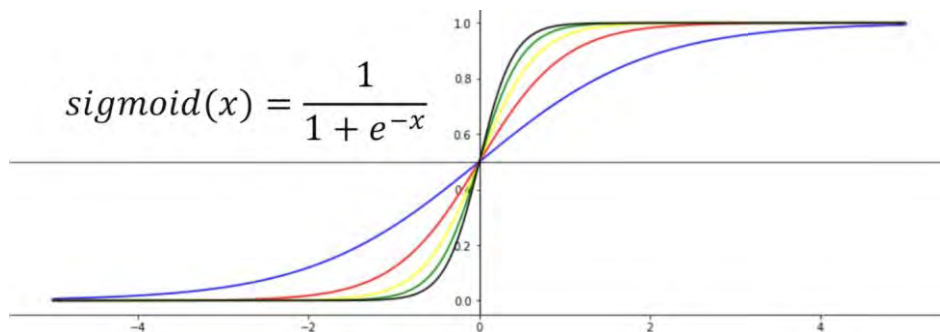


Рисунок 3 – Представление сигмоиды

Сигмоидя является основной функцией выбора в возбуждения отдельных нейронов. Однако в последнее время более широкое распространение получила функция активации ReLU (Рисунок 4). 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.

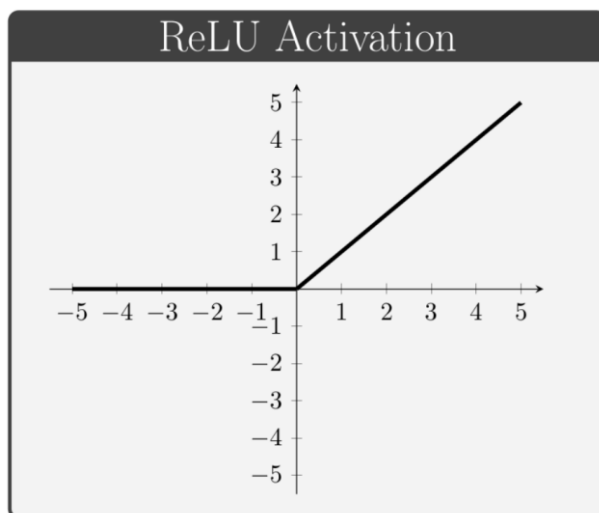


Рисунок 4 – Функция активации ReLU.

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 в скрытых слоях, только является уже итоговым.

Генеративное проектирование (Generative Design) – BIM основная система, идет как следующий этап в развитии методов проектирования, не замещая все ранее созданные системы, а объединяя их. Создание системы Generative Design (GD) базируется на разработке комплекса специализированного программного обеспечения, основным модулем которого является обеспечение, реализующее Generative Design Modeling (GDM), создание геометрии и информации.

Каждый из этапов следует производить согласно действующим ТНПА, заранее внедряя информацию как граничное условие и составляя таким образом электронный каталог, который будет является одним из модульных решений комплекса GD с возможностью взаимодействия, обменом информации с любой системой: BIM, CAD

Первый этап создания модели состоит из принятия условий, входящих данных, самого глобального уровня: участок для генерального планирования:

его контур, площадь, учет соседних строений, геодезическое расположение, расположение относительно движения солнца, учет климатических особенностей, учет нагрузок от ветра, снега, учет геологических изысканий и прочих параметров. После чего можно с задаваемыми характеристиками: высоты здания, этажности, площади, включаемых архитектурных элементов и прочих параметров сгенерировать форму здания и получить множество вариаций, отобранных архитекторами, геометрии модели, где каждый запуск настроенного программного обеспечения дает новый результат, новую форму.

Вторым этапом является согласование формы. Далее следует детализировать форму, генерируя в ней внесенные пользователем дополнительные объекты, этим может заниматься нейронная сеть, обученная на других архитектурных моделях из BIM с внесением всего перечня возможных архитектурных элементов для их генерирования.

Третьим этапом есть формирование и расчет каркасной модели, но основе формы с архитектурными элементами. Каркас формируется согласно граням и этажности формы, на любом этапе возможно внесение ручных изменений с сохранением модели в различных вариантах. В качестве первоначального расчета все элементы являются сборными. Программный комплекс для расчета сторонний, импорт геометрии в общем формате с сохранение настроек узлов, автоматически расставляемых на основании нейронной сети обучаемой на существующих проектах. Проверка и корректировка работы человеком.

Четвертый этап представляет из себя подбор на основании расчетной модели вариантов конструктивных решений регламентируемых ТНПА. К аналитической модели применяются готовые сборные решения, внесённые монолитные решения и решения, выявленные на обучении нейронной сети загрузкой детализированных готовых моделей из BIM. На этом этапе применяется задача оптимизации машинного обучения.

После создания конструктивной модели наступает пятый этап – внедрение коммуникаций и расстановка конструкций, не являющихся несущими элементами. Входными данными является поток людей задаваемый вручную, графически, в виде линий с задаваемой пропускной способностью. На основе которых производится генерация перегородок. Архитектор на каждом плане генерирует автоматическую расстановку элементов коммуникационных сетей: санузелы, противопожарные элементы, элементы вентиляции и прочее, на основе созданных помещений.

Шестой этап: согласно планам всех этажей определяются вручную точки подключения сетей, это входные данные для следующей генерации к выходным данным, элементами систем расположенным по всем этажам вдоль конструкций по кратчайшему пути.

Седьмой этап – это проверка на ошибки в сооружении и их корректировка.

Восьмой этап: Создание листов с заранее маркированными по системе элементами в трех проекциях и заданному количеству детализированных узлов и разрезов. Наложение авто расставления размеров – применение к каждому виду проекции размеров и маркировки на основе нейронной сети. Корректировка ручным трудом. Составление сметной документации согласно формам регламента.

Данную систему можно применить и к балочным мостам с контракцией из сборных элементов. Входными данными являются: Геодезическое расположение, генеральный план, геологические изыскания и сведения о соединяемых дорогах. Алгоритмы машинного обучения могут быть применены лишь в решении задачи для определения несущего грунта основания свай, все оставшееся решается с помощью алгоритмизации на основе внешних данных, длины сборного элемента, ширины моста, длины моста. Монолитные элементы выбираются после утверждения сборных, позже происходит полный пересечёт и решение задачи оптимизации. Далее на основе готовой модели, состоящей из элементов, добавляем 8 этап.

Данная концепция систем является разрабатываемой в данный момент. Создание практически полной автоматизированной системы возможно, однако это потребует просчета большого количества ситуаций, а разработка полного комплекса займет много времени, но это большой шаг к новым направлениям в проектировании без участия человека.

Литература

1. Anna Doroshenko Applying Artificial Neural Networks In Construction – E3S Web of Conferences – 2020 – 4 с.

НОВЫЕ ИННОВАЦИИ В МОСТОСТРОЕНИИ

*Сопчак Павел Андреевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Как ни странно, мир не стоит на месте. Каждый год придумают новые виды строительства, разные сооружения и материалы для них. Для мостостроения также найдется место для новых инноваций.

Многие знают, что самым популярным материалом для строительства мостов выступает бетон, но это не в далеком, но в прошлом. Его заменили на сверхлегкий бетон, т.к. сам бетон является тяжелым материалом и при его использовании нельзя построить мост с длинным пролетом между опорами. В итоге – большая затратность. Есть и другие недостатки, но именно по этой причине его заменяют. Масса сверхлегкого бетона составляет 2000 кг/куб.м, прочность же 25 МПа. Достоинство материала лежит в его названии. В общем он может снизить вес покрытия на 30%, при этом сохраняет всю прочность конструкции. Так происходит благодаря своему составу. Состоит же из вулканического доломита, пористого известняка, пемзы, перлита и вермикулита. Если добавить в состав астрален, то материал повысит прочность.

Также новшеством 21 века считается создание конструкций из нанокompозитов. Нанокompозиты очень легковесны и по прочности не уступают стали, хорошо противостоят сильным ветрам, не подвергаются коррозии и имеют высокую химическую устойчивость. На их основе создается арматура, стальные элементы и сварные конструкции.

Несколько лет назад в мостах начали появляться стекла и стеклопластик. Благодаря нанотехнологиям создали пленочное покрытие, которое повысило прочность и его теплоизоляционное качество. Двоокись кремния дала возможность получить огнестойкое покрытие. Диоксид титана улучшил гидрофильные свойства.

В мостостроении также появляются роботы-рабочие. Их называют мостоукладчиками, которые предназначены для возведения длинных мостов, где будет много пролетов. Задача строительства сводится к тому, чтобы возвести опоры. Дальнейшую работу выполняет робот. В длину он 91 м, в ширину 7 м, а в высоты все 9 м. Вес 580 тонн. Роботы облегчали строительство, но и удорожало. Однако они все равно получили свою популярность по всему миру.

ПРИМЕНЕНИЕ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В МОСТОСТРОЕНИИ

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

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

В мостовой отрасли идет активное внедрение современных технологий: пройден длинный путь, начиная от черчения на бумаге с калькой и перехода на САД-системы, до 3D моделирования и внедрения BIM-технологий.

Организации, занимающиеся реализацией проектов в транспортной отрасли, сталкиваются с всё более трудными задачами. Растет количество выполняемых проектов в связи со строительством новых и реконструкцией старых объектов. Также растет и объем проектов, их сложность, а также многогранность. Наблюдается постоянное давление со стороны заказчика на экономичность проекта, что соответственно отражается на скорости его реализации. Использование BIM-технологий позволяет решить эту проблему.

BIM (Building Information Modeling) служит общим источником знаний об объекте, формируя надежную основу для принятия решений в течение его жизненного цикла с момента его создания. В процессе реализации каждая часть информации, которая нужна владельцу об объекте на протяжении всей его жизни, может быть доступна в электронном виде. BIM обеспечивает лучшую интерпретацию проекта, лучшую оценку вариантов дизайна, лучший анализ и раннее обнаружение и разрешение конфликтов между компонентами конструкции.

Создание не просто двухмерной схемы, а 3D модели несущей в себе ряд информации об объекте (количество материалов, их вид и состав, стоимость, геодезические условия строительной площадки и пр.) позволяет автоматизировать процесс создания и редактирования чертежей, ускорить анализ проекта и составления графика работ. За счет этого значительно сокращается стоимость, трудоемкость, а также сложность проекта.

Поэтому BIM быстро получает признание в качестве предпочтительного метода передачи решений по объекту владельцу и различным заинтересованным сторонам. Хорошо построенная BIM-модель может позволить руководителям строительных работ запустить ряд альтернативных сценариев, чтобы визуализировать всю запланированную последовательность проекта. Такими информационными моделями могут эффективно использоваться другие члены

команды разработчиков для координации изготовления различных систем сооружения, для того чтобы избежать конфликтных ситуаций на этапе проектирования, приводящие к потере материалов, человеческих ресурсов и времени после начала процесса строительства.

В попытке уменьшить эти проблемы, координация BIM на этапе планирования является обязательной. Это помогает реализовать преимущества вне строительной площадки, такие как скорость, экономичность, сокращение документооборота, мобильность и повышение эффективности совместной работы. Тем не менее, окончательный успех BIM будет зависеть от способности собирать все соответствующие данные в модели BIM и успешно обмениваться данными между различными участниками проекта. Эти требования, а также желание избежать ошибок на различных этапах, указали на необходимость создания общего стандарта, содержащего требования к процессу BIM-проектирования и результату этого процесса. Этот стандарт формирует основу для точных и эффективных коммуникаций, которые требуются для строительной отрасли за пределами строительной площадки.

Однако процесс перехода компаний на BIM-технологий является достаточно сложным. Отсутствие специалистов, большие затраты на приобретение лицензий, сложность перехода на новый продукт, – всё это является факторами ограничивающими многие компании на пути становления к BIM, особенно в условиях кризиса (Рис. 1).



Рисунок 1 – Основные расходы, связанные с внедрением BIM

Переход на BIM – это смена мышления проектировщика. Коллективная работа над проектом требует изменения организации подхода к проектированию, это повышает требования к качеству работы. Отсутствие стандартов применения

данных технологий в транспортном строительстве также замедляет процесс внедрения.

Какие можно сделать выводы? Отметим, что благодаря использованию BIM-технологий возрастает «прозрачность» проекта, что положительно сказывается на всех этапах его реализации, а также возрастает его управляемость. В результате мы можем более тщательно подготовить проектную документацию, минимизировать ошибки еще на этапе проектирования, спланировать процесс производства работ, грамотно распределить имеющиеся ресурсы и технику. Данные процессы помогают не только оптимизировать, но и вывести на иной уровень транспортное строительство.

Литература:

1. Hoar Constriction [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://hoar.com>. – Дата доступа: 10.11.2020.
2. ASCE Library [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://ascelibrary.org>. – Дата доступа: 10.11.2020.
3. National Institute of Building Sciences [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://www.nationalbimstandard.org>. – Дата доступа: 10.11.2020
4. LetsBuild [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://www.letsbuild.com>. – Дата доступа: 10.11.2020.
5. Ботяновский А.А., Пастушков В.Г. Применение BIM-технологий и новейшего оборудования при исследовании фактического технического состояния мостового сооружения // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2015. № 1. С. 342-345.
6. Autodesk [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <http://www.autodesk.ru>. – Дата доступа: 10.11.2020.
7. Биктимиров К. Что такое BIM, и с чем его едят [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://kilonewton.ru/blog/21>. – Дата доступа: 10.11.2020.

МОСТ-РАДУГА

*Станкевич Никита Александрович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Одной из наиболее богатых кладезей современной мировой архитектуры является США. В ней сочетается огромное количество выдающихся, с технической точки зрения, и, что не менее важно, красивых сооружений. Одним из таких с недавних пор стал «Радужный мост» (Rainbow bridge) (Рис.1). Хотя изначально мост котировался проектом под названием «Riptide», свое окончательное название он получил благодаря, парку под названием «Rainbow lagoon», что располагается недалеко от моста, а также благодаря своему яркому освещению.



Рисунок 1 – «Радужный мост» изнутри

Мост расположен в городе Лонг-Бич, штат Калифорния и напоминает собой морскую волну. Он пролегает вдоль улиц Ocean Boulevard и Shoreline Drive, и его главная задача: соединять площадь исполнительного искусства с конференц-центром. При создании проекта моста, команда архитекторов использовала новейшее оборудование для 3D моделирования и документации моста. Мост был открыт для пешеходов летом 2017 года. Его общая длина

составляет 184 метра, а ширина пешеходной зоны плавными изгибами изменяется от 4,5 до 12 метров.

Основная часть мостового сооружения состоит из бетона. Она выполнена в традиционном балочном типе, состоящая из цилиндрических колонн и балок коробчатого сечения, и делится на шесть длинных пролетов с двумя консольными окончаниями, которые поддерживаются этими семью колоннами диаметром около полутора метра.

Верхняя часть моста в основном состоит из металлических балок таврового сечения различной длины, изогнутых полукругом, которые устанавливаются поперек моста и вместе составляют иллюзию незаконченной арки. Они окрашены в яркие белые цвета, что ещё больше выделяет мост из общей картины. Для дополнительной жесткости конструкции, тавры связаны между собой металлическими тросами.

Одним из необычных решений данного моста являются деревья и растения, посаженные вдоль пешеходной зоны. Но главная особенность «Радужного моста» это 3500 LED ламп, имеющих возможность принять абсолютно любой цвет. Также, при определенной программе, они могут изменять его в зависимости от музыки. Эти фонари растянуты по всей длине пролетного строения между тавровыми арками с помощью тросов. При прогулке по мосту, вместе они могут создавать эффект звездного неба как днем, так и ночью. В связи с этим, стоящие рядом, деревья и установленные возле моста фонтаны принимают совершенно иной облик.

Литература:

1. Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arup.com/projects/rainbow-bridge>. – Дата доступа: 12.01.2020
2. Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.spfa.com/work/rainbow-bridge>. – Дата доступа: 19.12.2019
3. Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.longbeachcc.com/turnkey-spaces/the-wave/>. – Дата доступа: 22.04.2013

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МОСКОВСКОЙ ЛИНИИ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

*Тарасов Никита Анатольевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Минский метрополитен был официально открыт 29 июня 1984 года. Состоял в то время метрополитен из 8 станций Московской, в обиходе синей, ветки. Начинаясь он по проекту станцией «Волгоградская» (Рис. 1) которую, в последствии, переименовали в нынешнюю «Московскую».



Рисунок 1 – Одна из первых схем развития минского метрополитена

Проектное название — «Волгоградская» — так и не стало основным. Власти города собирались переименовать Ленинский (ныне Независимости)

проспект в Московский, в связи с чем станцию и назвали «Московская». Однако и проспект не переименовали, и одноимённый со станцией автовокзал в 2015 году снесли. Никакой привязки ни к улице, ни к известному месту рядом станция не имеет.

Далее идёт «Парк Челюскинцев», существующая под проектным номером 120 и имеющая проектное название «Парк имени Челюскинцев». В связи с чем решили убрать слово из названия неизвестно. Именно с этой станции и началось строительство, так как здесь была забита первая свая минского метрополитена. По начальной задумке дизайн станции предполагал дань уважения сожжённой деревне «Хатынь», но от этой идеи отказались.

«Академия Наук», на бумаге называвшаяся «Академическая», на сегодняшний день некоторыми людьми называется «Студенческой». Называют её так из-за того, что рядом со станцией расположены 3 ВУЗа страны: БНТУ, БГУИР и БГАИ, а также Национальная Академия Наук РБ. Ещё из «достопримечательностей» на «Академке» есть Дом Печати и Городская клиническая больница №1.

«Площадь Якуба Коласа» - одна из самых загруженных станций в столице. Над станцией находится площадь Якуба Коласа, в честь чего и была названа станция, а также рядом ЦУМ, Студенческая поликлиника №33 и большой зал БелГосФилармонии.

С «Площадью Победы» и её названием такая же история, как и со станцией выше – в честь площади над станцией. Один из выходов ведёт к Вечному огню. Во время строительства сама площадь претерпела некоторые изменения – из круглой превратилась в овальную. На выезде с «Площади Победы» в сторону «Октябрьской» можно увидеть расширение тоннеля и разветвление рельс. Ходит городская легенда, что это съезд на секретную линию «Метро-2», однако это служебная соединительная ветвь (Рис.2) для перегона с синей ветки на станцию «Немига». Эта ветвь постоянно использовалась до 2003 года и ввода в эксплуатацию «Могилёвского» электродепо.



Рисунок 2 – Служебно-соединительная ветвь Московской и Автозаводской линий

«Октябрьская» планировалась «Центральной площадью» и на данный момент является второй самой глубокой станцией в Минске из ныне действующих. В 2011 году на станции произошёл теракт, погибло 15 человек, а пострадало 203. После этого случая были усилены меры безопасности в подземке: было установлено несколько десятков камер и металлодетекторов.

Между «Октябрьской» и «Площадью Ленина» проектировалась ещё одна станция. Она так и подписывалась на чертежах – перспективная. Легенда о «Комсомольской» станции ходила давно, и оказалась правдой. Её могут построить в любой момент, так как перегонные тоннели есть. Не возводили станцию из-за малого пассажиропотока на этом участке и коротком тоннеле между «Октябрьской» и «Площадью Ленина».

Площадь Ленина с 1992 по 2003 год объявлялась как «Площадь Независимости», что на сегодняшний день было бы правильнее. Над станцией находится именно площадь Независимости, но с памятником В. И. Ленину, да и называлась она во время Советского союза площадью Ленина. Станция стала пересадочным узлом между первой и третьей линиями. Считается, что ранее существовал подземный путь из дома правительства на станцию, однако это не совсем так. Да, попасть из здания Совмина в метро подземным способом можно, но не сразу в тоннель, а в подвал здания администрации метрополитена, откуда уже можно попасть на станцию. Данный проход был удалён при возведении подземного торгового центра «Столица».

«Институт культуры», в проекте «Московская» в честь улицы, сейчас называется именно так благодаря находящемуся рядом БГУКИ, ранее

называвшемся Минским институтом культуры. Один из выходов ведёт на одноименную платформу БЖД. За станцией есть съезд в электродепо «Московское» (Рис.3), которое обслуживало и Московскую, и Автозаводскую линии до 2003 года. При строительстве был найден склад боеприпасов, от взрыва мог пострадать целый квартал.



Рисунок 3 – Электродепо ТЧ-1 «Московское»

В северо-восточном направлении Московская линия была продлена уже через два года после открытия. Станция «Восток», лежащая в одноимённом микрорайоне, была первой станцией, открытой после первых восьми. Рядом расположена Национальная Библиотека, а также до 2014 года Московский автовокзал. Название, в сравнении с проектным, почти не претерпело изменений: проектное название было «Восток-1». В 2013 году здесь произошло ЧП – из-за сильного дождя станцию затопило за считанные минуты.

«Борисовский тракт» - единственная станция синей ветки с одним используемым вестибюлем. Второй вестибюль (Рис.4) прикрыт гипсокартонной стеной со стороны платформы и готов к эксплуатации на 85%. Использование восточного вестибюля нерентабельно на сегодняшний день – территория рядом с ним уже давно остаётся незастроенной. Выход через западный вестибюль ведёт к Московскому кладбищу с одной стороны проспекта Независимости и к «кораблику» - 15 корпусу БНТУ. Так же недалеко находятся другие здания студгородка БНТУ. В проекте станция называлась «Староборисовский тракт», в связи с чем название изменили – неизвестно.



Рисунок 4 – Вход в неиспользуемый вестибюль станции «Борисовский тракт»

«Уручье» стала первой станцией минского метро, расположенной за МКАДом. На сегодняшний день является конечной станцией северо-восточного направления Московской линии. Во время строительства станции была найдена кость древнего слона лесного длиной более метра.

В 2012 году Московская линия была официально продлена и открылись станции «Грушевка», «Михалово» и «Петровщина». Крупнейшие юго-восточные спальные районы, а также студенческая деревня, получили свой внеуличный транспорт. Для красоты на потолке платформы «Юго-Запада» (проектное название «Петровщины») изображены звезды в тему зимней звездной ночи, а на «Грушевке» стоит инсталляция в виде груши в тему названия станции и близлежащего микрорайона. «Михалово» же построена на территории одноименной деревни, ранее находившейся здесь.

Спустя 2 года после открытия 4 пусковой очереди, была открыта станция «Малиновка» (Рис.5), «Университетская» по проекту. Проектное название связано с тем, что недалеко от станции находится студенческий городок БГУ. Строительство было крайне сложным, инженеры были по колено в воде.



Рисунок 5 – Платформа на станции «Малиновка»

Литература:

1. Официальный сайт Минского метро [Электронный ресурс].- Режим доступа: metropoliten.by. – Дата доступа: 29.10.2020
2. Сайт о Минском метрополитене [Электронный ресурс].- Режим доступа: minsk-metro.net. – Дата доступа: 29.10.2020
3. Белорусское телеграфное агенство [Электронный ресурс].- Режим доступа:belta.by. – Дата доступа: 29.10.2020

ТОННЕЛЕПРОХОДЧИЕСКИЕ БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ

*Тарлецкий Иван Владимирович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Заводы по производству тоннелепроходческих буровых установок и щитовых комплексов не стоят на месте, модернизируют буровые установки, делая их эксплуатационные характеристики выше имеющихся.



Рисунок 1 – Буровая установка

Одна из новых технологий заключается в оснащении своих машин аккумуляторными батареями, что позволяет работать в туннеле без выхлопных газов и уменьшая потребность вентилировать туннель. Так же при перемещении установки вырабатывается меньше тепла, что увеличивает условия работы строителей.

Технология исполнения батареи заключается в том, что в ней используется расплав соли, который снижает риск возгорания и возникновения пожара к минимуму.



Рисунок 2– Аккумуляторная батарея

Во время бурения к установке подключается электрический кабель высокого напряжения, который дает энергию не только для работы самой установки, но и подзаряжает элементы питания электродвигателя. Так же элементы питания могут заряжаться от рекуперации электродвигателя и двигателя буровой установки.



Рисунок 3 – Бур с электродвигателем

Для повышения безопасности в батарее используется технология расплава соли, которая сокращает риск возникновения пожара. Батарея заряжается всего за 10 минут во время цикла бурения, так как во время бурения установка подключена к проложенному в тоннеле кабелю. Торможение противотоком также помогает заряжать батарею.

Литература:

1. Самоходные буровые установки [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/SKGzK> Дата доступа 01.12.20
2. Строительные машины [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/SKH5K> Дата доступа 25.11.20

WUCHAZI BRIDGE

*Турляй Игорь Викторович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В., канд. техн. наук, доцент)*

Мост Учацзы расположен в Китае вдоль реки Цзинь в южной части Чэнду. Это пешеходный мост, соединяющий районы Гуйси и Чжунхэ в этом районе.



Рисунок 1 – Общий вид моста днём

Идея дизайна моста восходит к концепции «бесконечного кольца» - Мебиуса. По конструкции корпус моста делится на основной и вспомогательный. Основной корпус имеет длину 346,89 м и ширину 4,65-9,88 м, соединяет зеленые дорожки по обе стороны реки для езды на велосипеде, в то время как вспомогательный имеет длину 208,78 м и ширину 6-14,53 м. Общая площадь моста составляет 4180м². Что касается освещения ночной сцены, дизайнеры просто сделали лаконичное атмосферное современное прожекторное освещение, чтобы подчеркнуть уникальную форму этого моста, надеясь представить другую достопримечательность над рекой Цзинь.



Рисунок 2 – Общий вид моста ночью

Команда дизайнеров создала непрерывную пешеходную дорожку внутри моста Учацзы, чтобы сделать его местом отдыха, а не просто функциональным инженерным сооружением.

ДЕТСКИЕ САДЫ БУДУЩЕГО

*Хмельницкий Богдан Николаевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

В 21 веке остро стоит вопрос свободного места для строительства, так как с каждым годом человечество все больше модернизируется и развивается и для этого нужно всего лишь кусочек незанятой земли. Но и про окружающую среду забывать не стоит. Поэтому китайская студия MAD реконструировала старинный квартал в детский сад с детской площадкой на крыше.

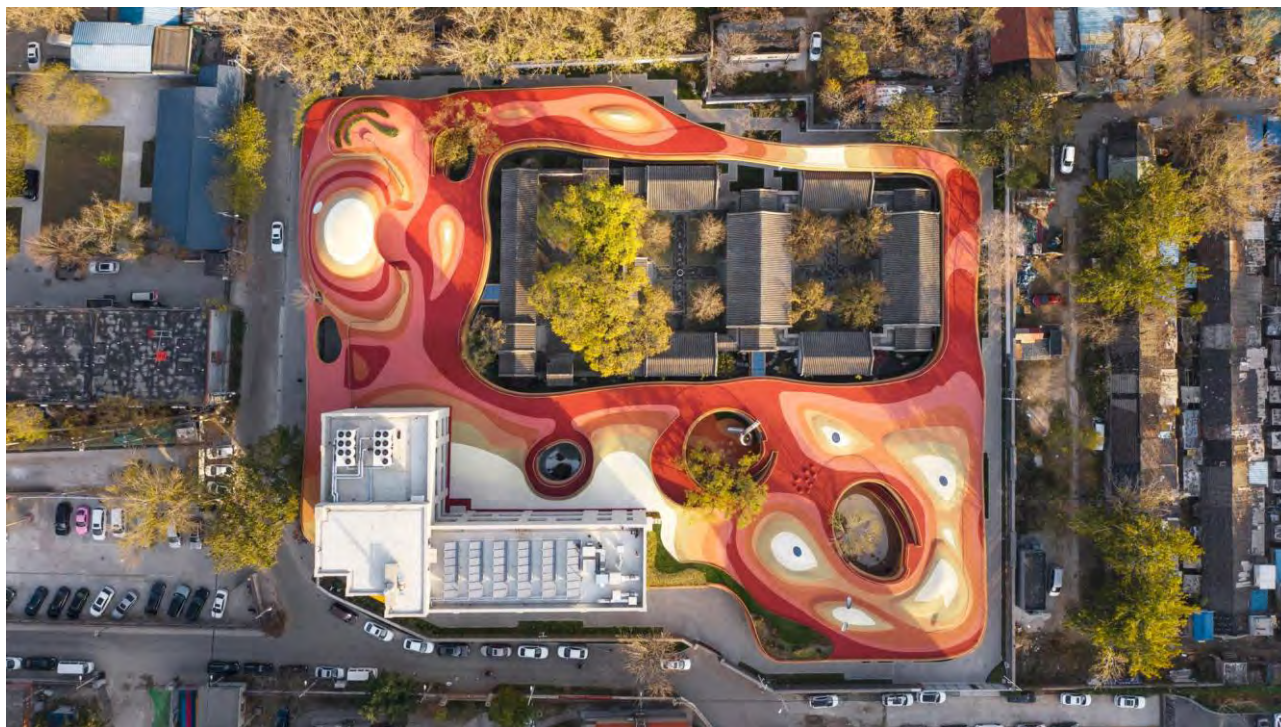


Рисунок 1 – Вид детского сада сверху

В наше время – это отличное и экстраординарное решение, благодаря которому, китайские специалисты, смогли построить многофункциональное сооружение, при этом сохранив старинное архитектурное здание, а так же сохранить частичку нетронутой природы.



Рисунок 2 – Детская площадка внутри комплекса

Литература:

1. Сайт DEZEEN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dezeen.com/2020/11/10/mad-yuecheng-courtyard-kindergarten-beijing-china/> – Дата доступа: 21.10.2020.
2. Сайт MSN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.msn.com/en-gb/travel/news/mad-tops-beijing-kindergarten-with-red-rooftop-playground/ar-BB1aS32b?li=AAJspCA&srcref=rss> – Дата доступа: 21.10.2020.

НОВАЯ ВЕТКА МЕТРОПОЛИТЕНА ГОРОДА МИНСК

*Чаусова Виктория Александровна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Совсем скоро новая ветка метро, которая пока что состоит из четырех станций, пройдет финальную обкатку, с платформ уберут всю строительную пыль и предстанет перед жителями города Минска.

Многие ждут третью ветку уже с начала процесса ее строительства, поэтому ее открытие станет настоящим праздником.

Количество кованных элементов соответствует названию станции — «Ковальская слобода».



Рисунок 1 – Станция «Ковальская слобода»

Станция является самой легкой в строительно-техническом плане и лежит под землей на глубине всего в 10-14 метров.

Защитные системы — важная часть в теме безопасности. Появление дверей и стоек турецкого происхождения исключит инциденты с попаданием людей на пути.

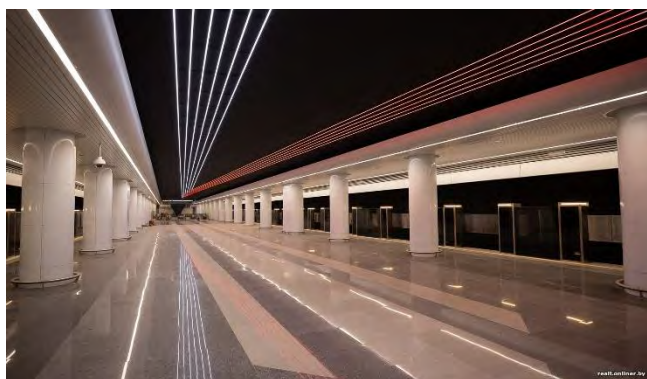


Рисунок 2 – Станция «Вокзальная»

«Вокзальная» — единственная станция с наземным вестибюлем. Нетипичное решение было принято в связи с двумя перегонными тоннелями снизу под ним.

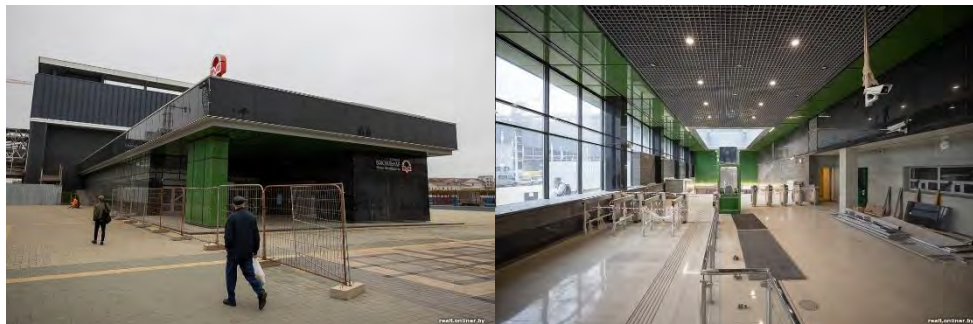


Рисунок 3 – Наземный вестибюль станции «Вокзальная»

Также отличительной чертой этой станции является ширина платформы — 20 метров, т.к. тут прогнозируются большие потоки людей.

Благодаря цветовым обозначениям направлений, пассажирам будет легко ориентироваться. Если вам нужно перейти на синюю ветку — следуй за синей полосой. Нужна зеленая — та же ситуация.

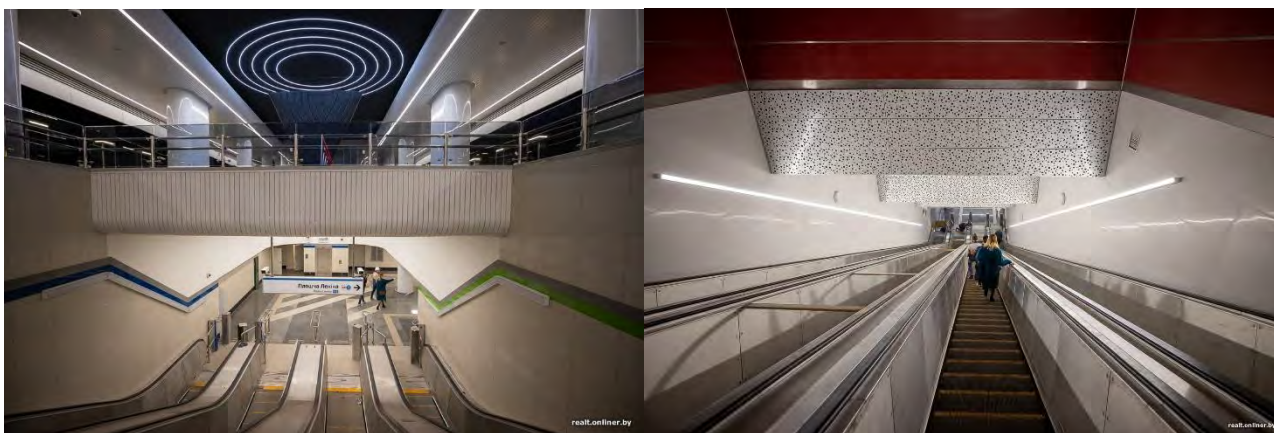


Рисунок 4 – Станция «Юбилейная»

Станция «Юбилейная площадь» установила рекорд Минского метрополитена — глубина 32 метра.

Отдельного входа на эту станцию нет. Это пересадочный узел между второй и третьей веткой. Попасть сюда можно через Фрунзенскую.

Теперь всем осталось подождать пока закончатся пуско-наладочные работы и метро откроется.

ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

*Чаусова Виктория Александровна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Огромное тоннелей стоят каждый год для преодоления природных препятствий, сокращения пути, сокращения времени движения и тд.

Опыт эксплуатации транспортных тоннелей указывает на высокую вероятность аварий и дорожно-транспортных происшествий, сопровождающихся пожарами.

Директивы 2004/54/ЕС были созданы для оценки уровня риска в данных инфраструктурах.

Инструмент оценки рисков позволит оценить альтернативные варианты проектирования в целях безопасности, определения лучших решений.

В связи с этим компания Cantene, которая была создана пятью профессорами факультета энергетики Туринского политехнического университета и двумя инженерами компании специализирующимися на проектировании механического и электрического оборудования для объектов инфраструктуры и сферы услуг, создала ARTU (Инструмент оценки рисков для автодорожных тоннелей).

Главной задачей анализа ARTU является ожидаемое количество смертельных случаев в год.

ARTU рассчитывает кривую FN

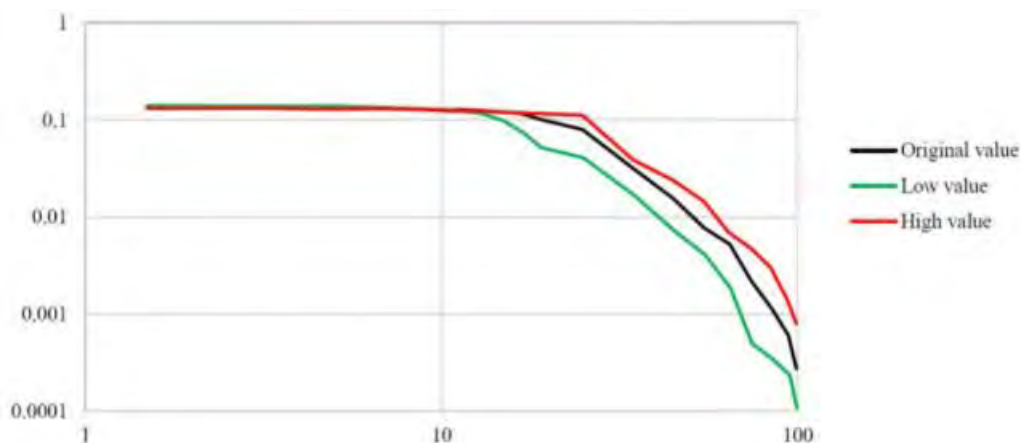


Рисунок 1 – Variable 1, pre-movement time

Новаторство ARTU заключается в том, что он использует вероятную структуру для оценки большого количества сценариев пожара и определенный подход для описания взаимодействия между источниками пожара и людьми, вовлеченными в аварию. Эвакуация каждого агента в программном обеспечении моделируется с учетом условий окружающей среды (например присутствие дыма и других людей). Воздействие огня оценивается с помощью Fractional Effective Dose, что позволяет подробно определить ущерб с точки зрения социального риска.

Lund University проверили удовлетворяет ли инструмент требованиям.

Были сравнены экспериментальные результаты FDS и ручные расчёты с результатами ARTU. Результатом является то, что в целом ARTU предоставляет консервативные результаты анализа рисков в автомобильных туннелях.

Test	Comparison between ARTU and experimental results			Comparison between ARTU and FDS		
	Temperature	CO concentration	Visibility	Temperature	CO concentration	Visibility
1	Very conservative	Conservative	Conservative	Very conservative	Very conservative	Conservative
2	Good agreement	Slightly conservative	Good agreement	Good agreement	Conservative	Conservative
3	Very conservative	Not conservative	Conservative	Very conservative	Conservative	Conservative
4	Conservative	Not conservative	Good agreement	Good agreement	Good agreement	Slightly conservative
5	Conservative	Not conservative	Conservative	Very conservative	Conservative	Slightly conservative

Рисунок 2 – Сравнение результатов



Рисунок 3 – Трасса туннеля

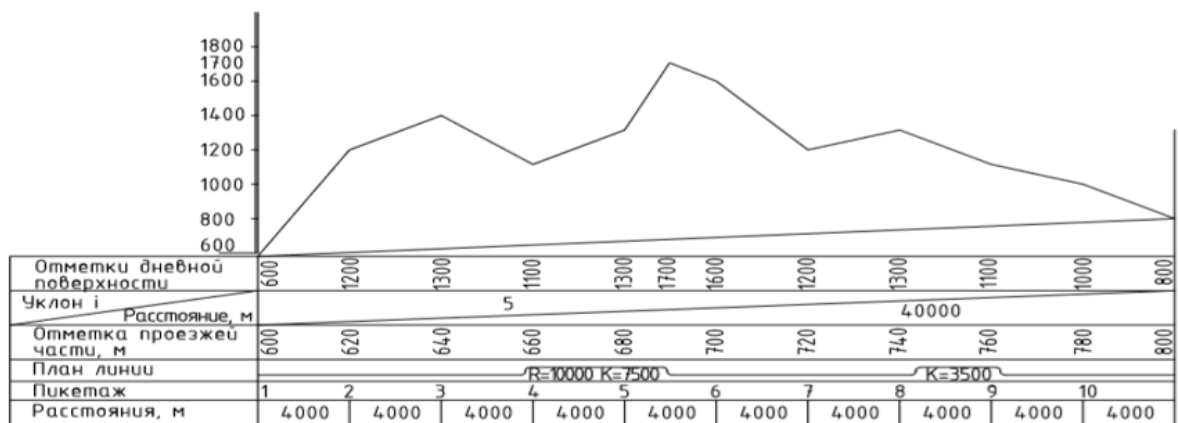


Рисунок 4 – План тоннеля



Рисунок 5 – Общий вид портала

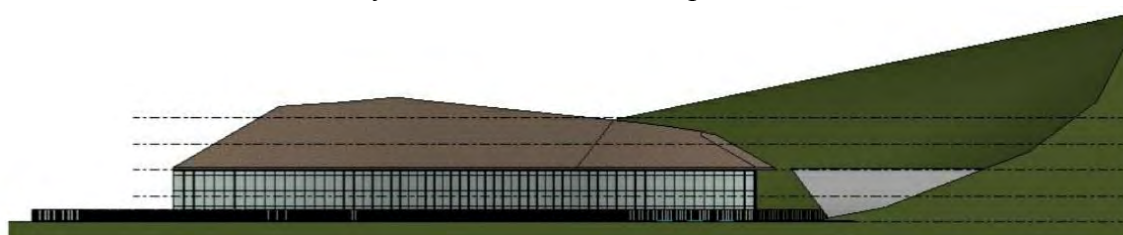


Рисунок 6 – Восточный фасад

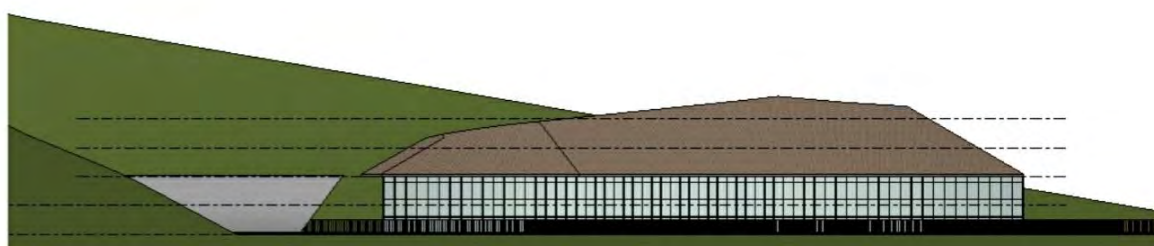


Рисунок 7 – Западный фасад

ARTU был утвержден для:

- ✓ продольная или естественная вентиляция;
- ✓ Возгорание автомобиля, пожар не распространяется между автомобилями;
- ✓ нет системы пожаротушения,
- ✓ отсутствие BLEVE или других взрывов;
- ✓ отсутствие анализа неисправностей технических систем.

Рекомендую в моем многофункциональном комплексе применить данное решение.

ТРАНСПОРТНАЯ РАЗВЯЗКА КИСТОУН-УАЙ

*Шельманов Павел Сергеевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

«Как растения и дикие животные дополняют окружающую среду, так и конструкции, которые мы проектируем, должны дополнять наше окружение приятным эстетическим дизайном». Именно так в рекламном фильме, выпущенном Министерством транспорта Южной Дакоты, описана цель транспортной развязки. Кистоун-Уай – это трехуровневая транспортная развязка Т-образного направления для двух разделенных автомагистралей

Клееную древесину для строительства мостов в Северной Америке начали использовать со второй половины 1940-х годов, когда в промышленных масштабах было налажено производство влагостойких клеев.



Рисунок 1 – Развязка и три арки-памятники на данный момент

На дороге из Рапид-Сити в Блэк-Хиллз находится знаменитая развязка Кистоун-Уай. Она была построена в 1967 году инженерами Клайдом Джундтом и Кеннет Уилсон. Они выбрали для данной развязки арочную структуру из клееного дерева, чтобы гармонизировать с окружающей природой. Сооружение представляет собой развязку из двух мостов, расположенных один над другим. У верхнего моста, который опирается на три клееные арки, длина пролета 47 м.

Джундт и Уилсон поехали в Орегон, где добывали ель для сооружения, а затем отправили на обработку в Портленд. Клееные дощатые арки склеивались из досок плашмя. Несущая способность таких арок может быть весьма значительна. Каждая арка изготовлена из двух полуарок, соединенных шарниром в вершине.

Чарльз Уильямсон долгое время работал инженером в Министерстве транспорта Южной Дакоты и вспоминает, как нервничал в день установки арок. Он очень переживал, что арочные конструкции могут не закрепиться на болтах соединения и тогда бы пришлось переносить сроки сдачи объекта.

Во время строительства произошел несчастный случай. Грузовик, перевозивший три арки от железнодорожной станции Хилл-Сити, перевернулся, и хотя они казались неповрежденными, Департамент транспорта Южной Дакоты дал указание на замену арок, чтобы перестраховаться.



Рисунок 2 – Перевернутый грузовик во время строительства

«С ними все должно было быть в порядке», - вспоминает Уильямсон. «Но мы не можем рисковать. Если они повреждены внутри, и мы бы совместили их в готовую конструкцию, они, вероятно, выстояли бы, но если приложить хотя бы половинную нагрузку от расчётной, мост мог бы сразу разрушиться. У нас был только один выход. И поэтому мы заменили эти три арки».

Три списанные арки стали отдельной достопримечательностью. Сначала они были размещены в городе на месте запланированного парка Мемориальной арки Рашмора. Этот парк так и не был достроен, поэтому, спустя годы, арки были перенесены в их нынешнее место, недалеко от 16-го шоссе.



Рисунок 3 – Строительство развязки

Уильямсон работал над многими проектами автомагистралей в Западной Южной Дакоте, включая мосты на том же 16-ом шоссе, но когда его спросили, какое место среди них занимает Кистоун-Уай, он без колебаний ответил: «Номер один. Всё остальное было просто. А при возведении этого моста я переживал больше всего, конструкция была новаторской и не обошлось без происшествий.

Литература:

1. Образовательный портал в сфере проектирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dwgformat.ru/2019/10/05/derevyannaya-avtomobilnaya-razvyazka-kistoun-uaaj-v-ssha-1968-god/> – Дата доступа: 05.10.2019.
2. Интернет-энциклопедия со свободным контентом [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Keystone_Wye#:~:text=Keystone%20Wye%20is%20an%20interchange,structural%20glued%20laminated%20timber%20bridges. – Дата доступа: 25.10.2020.
3. Общественно-информационный портал Южной Дакоты [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.sdpb.org/blogs/arts-and-culture/landmarks-the-keystone-wye/> – Дата доступа: 04.03.2020.

ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕВОЛОКНА ДЛЯ УСИЛЕНИЯ МОСТОВ

*Шильченок Владислав Викторович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

В большинстве случаев существующие мосты нуждаются в укреплении или починке. Причины, которые делают усиление необходимым, можно обобщить следующим образом: во-первых, изменение в режиме эксплуатации моста может привести к чрезмерным нагрузкам на отдельные конструктивные элементы, которые превышают запас прочности поперечного сечения. Мосты могут также нуждаться в укреплении, из-за уменьшения сопротивляемости внешним факторам. Устранение такого повреждения означает восстановление первоначальной прочности. Так же есть вероятность - неправильного проектирования моста или его частей. Это включает в себя все случаи, когда прочность в поперечном сечении в критических точках слишком мала и не соответствует нормам. Плохое качество строительства может означать, что первоначально рассчитанные значения прочности поперечного сечения не достигаются. Другой серьезной проблемой является коррозия.

Углеволокно 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. Углеволокно обладает рядом преимуществ, такими как отсутствие необходимости использования тяжеловесной техники для работ, из-за лёгкого веса полимера, с применением технологии внешнего армирования время, нужное на усиление бетона углеволокном, значительно сокращается, у конструкции повышается несущая способность, конструкция не становится тяжелее, материал не подвержен коррозии, а также обладает свойством долговечности.

Усиление моста углеволокном проводится комплексно, то есть все нагружаемые элементы моста – опоры и пролёты усиливают.

Для усиления опор, работающих на сжатие применяются схемы такие же как как и схемы усиления колонн в классическом строительстве.

Направление нитей углеволокна должно совпадать с направлением разрушающей нагрузки. С помощью расчётов определяют количество слоев необходимых для усиления.

Пролёты моста испытывают три вида нагрузок:

- сжатие
- растяжение
- смятие и срез в около опорной зоне

Для восстановления несущей способности большинства мостов достаточно просто усилить их армированием углеволокном (Рис. 1).



Рисунок 1 – Пролёт моста усиленный углеволокном.

Большинство мостов имеет проблемы связанные с разрушением плит ригелей и др.(Рис. 2), что является следствием изгибающей нагрузки. Самым эффективным способом усиления стало оклеивание поверхности углеволокном или другими композитными материалами.



Рисунок 2 – Ребристые плиты усиленные углеволокном

В основном для усиления используют: холсты ламели и углеродные сетки. Способ оклейки довольно прост. Углеволокно пропитывают специальным

эпоксидным клеем и приклеивают к необходимому элементу. Такой клей даёт надёжное соединение углеволокна с поверхностью.

- Таким образом усиление моста углеволокном имеет ряд достоинств:
- Высокая скорость установки углеволокна.
- Не требует специальной техники и оборудования.
- Материал имеет незначительный вес, то есть он не утяжелит конструкцию.
- Углеволокно может применяться для усиления деревянных, железобетонных, железных, каменных мостов.
- Усиления углеволокном не меняет архитектуру и дизайн моста.

Использование углеволокна с эпоксидной смолой является перспективным направлением в технологии реконструкции, ремонта или модернизации мостов различного назначения.

Литература

1. Усиление мостов углеволокном [электронный ресурс] – режим доступа: <https://mpkm.org/clauses/usilenie-mostov-uglevoloknom> Дата доступа 16.11.2020
2. Усиление плит перекрытия углеволокном [электронный ресурс] – режим доступа: <https://sverlenie-otverstii.ru/article/usilenie-plit-perekrytiya-uglevoloknom> Дата доступа 16.11.2020
3. Усиление углеволокном [электронный ресурс] – режим доступа <https://varmastroy.ru/usilenie-konstrukciy-uglevoloknom> Дата доступа 16.11.2020

КАРБОНИЗАЦИЯ БЕТОНА

*Шильчёнок Владислав Викторович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Структура бетона имеет до 28% пор, размер пор зависит от качества бетона и количества воды при смешивании. Изготовление более плотного бетона с меньшим соотношением вода/цемент уменьшает количество пор. Эти поры образуются за счёт испарения лишней воды при застывании бетонной массы. Эти поры связаны между собой и уходят в глубь бетонной конструкции.

Карбонизация бетона – это процесс, при котором углекислый газ (CO_2) из воздуха проникает в бетон через поры и вступает в реакцию с гидроксидом кальция формируя карбонат кальция (Рис. 1). Это приводит к небольшой усадке.

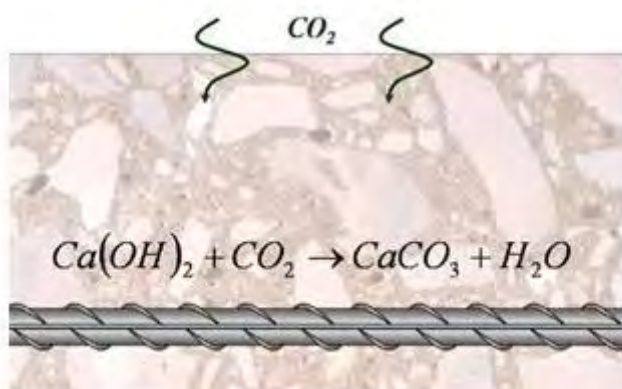


Рисунок 1 – карбонизация бетона

Содержание углекислого газа в воздухе сельской местности может составлять около 0.03% в объёме. В крупных городах содержание может достигать до 0.3%, а иногда даже до 1%. В плохопроветриваемом тоннеле процент может быть значительно выше. Значение рН воды в порох затвердевшего бетона обычно составляет от 12.5 до 13.5 в зависимости от содержания щёлочи в цементе. Высокая щелочность образует тонкий пассивирующий слой вокруг стальной арматуры и защищает её от воздействия кислорода и воды. Пока сталь находится в сильном щелочном состоянии, она не подвергается коррозии. Такое состояние известно как пассивация. На практике углекислый присутствующий в атмосфере газ проникает в бетон, карбонизирует

его и снижает щелочность бетона. Когда весь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ станет карбонизированным, значение pH снизится примерно до 8.3. При таком низком значении pH защитный слой разрушается, и сталь подвергается коррозии.

Карбонизация бетона – одна из основных причин коррозии арматуры. Конечно кислород и влага – другие компоненты необходимые для коррозии стали.

Литература

1. Карбонизация бетонных конструкций [электронный ресурс] – режим доступа: <https://theconstructor.org> Дата доступа: 29.11.2020
2. Карбонизация бетона [электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.understanding-cement.com> Дата доступа: 29.11.2020
3. Определение карбонизации бетона [электронный ресурс] – режим доступа <https://a1-expert.ru> Дата доступа: 29.11.2020

ШПАЛЫ ИЗ ПЕРЕРАБОТАННОГО ПЛАСТИКА

*Шукелойть Владислав Геннадьевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

При прокладке новых железнодорожных путей, встаёт вопрос о том, каким именно шпалам отдать предпочтение — деревянным или железобетонным. Так было до недавнего времени, пока группа российских ученых, работающих в ОАО «ИркутскНИИпром», не решила разработать проект шпал из композитных материалов.

С учетом факторов воздействия окружающей среды, срок эксплуатации шпал, выполненных из древесины колеблется от 5 до 15 лет, тогда как пластмассовых – до 50 лет. В добавок к низкому сроку службы, деревянные шпалы обрабатывают креозотом, что добавляет значительных затрат на утилизацию и переработку старых материалов и наносит существенный вред окружающей среде. В отличие от деревянных, композитные шпалы производятся из утилизированных композитных материалов, а после «выполненной работы» они могут быть переработаны в новые изделия.



Рисунок 1 – Шпалы из композитных материалов на железнодорожных путях

Так же, огромным плюсом шпал из пластмассы является вариативность форм. Они могут быть любой длины, формы, а также перфорированными либо же рифлеными.

Такая технология делает еще один шаг к решению экологических проблем окружающей среды.



Рисунок 2 – Шпалы из композитных материалов

Литература:

1. Сайт MOSKVA24 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.m24.ru/news/transport/28012019/63415> – Дата доступа: 21.10.2020.
2. Электронный журнал PLASTIKS [Электронный журнал]. – Режим доступа: https://www.plastics.ru/pdf/journal/2011/11/Pogodina_11_2011.pdf – Дата доступа: 21.10.2020.

ЦЕНТР ВОДНЫХ ВИДОВ СПОРТА В ЛОНДОНЕ

*Шукелойть Владислав Геннадьевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

6 июля 2005 года , в Сингапуре , определились с страной , которая должна будет провести 30 Олимпийские игры. Ею оказалась Великобритания, а именно город – Лондон.

Одним из самых красивых сооружений в Олимпийском парке стал центр водных видов спорта.



Рисунок 1 – Центр водных видов спорта

Его проект разработала архитектор Заха Хадид, получившая за это «архитектурное чудо» Притцкеровскую премию.

Самое сложное и одновременно красивое в этом здании – крыша. Она состоит из множества небольших ферм, соединенных в одно целое. Для постройки крыши были возведены временные опоры, а после ее возведения , крышу перенесли уже на 2 постоянные опоры.

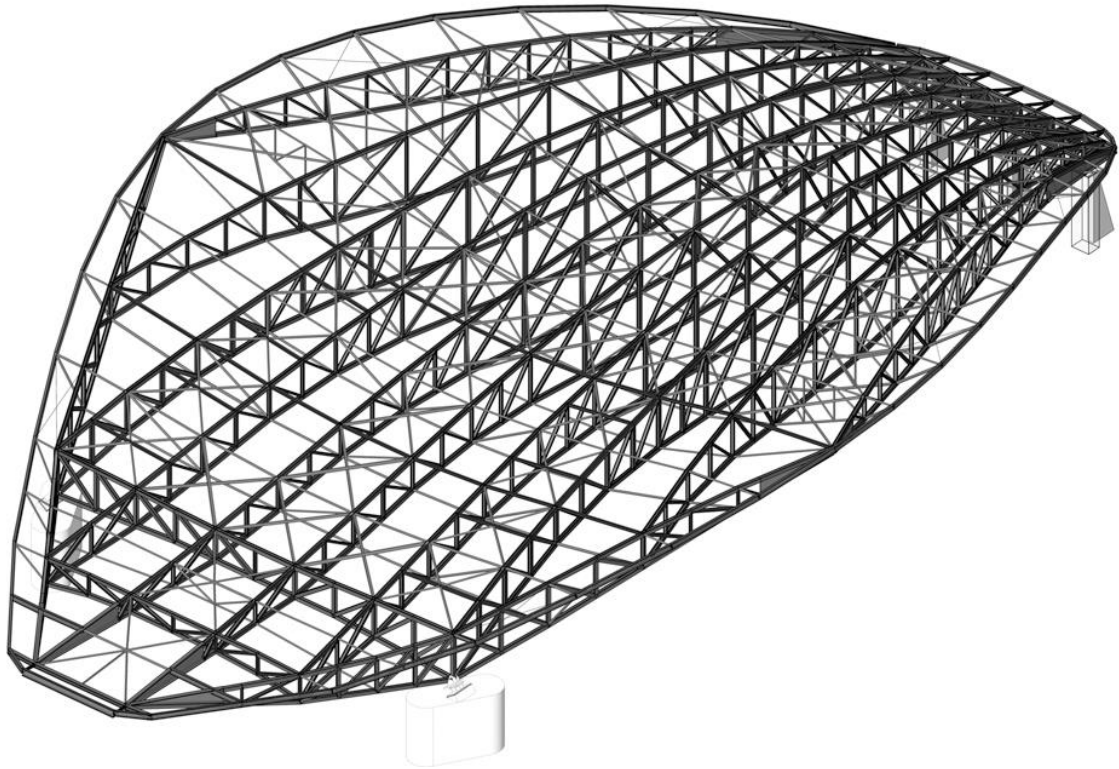


Рисунок 2 – Схема конструкции кровли здания

Лондонский центр водных видов спорта выглядит завораживающе и его по праву можно назвать «архитектурным искусством».



Рисунок 3 – Центр водных видов спорта, вид сбоку

Литература:

1. Сайт ARCHITECTURAL-REVIEW [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.architectural-review.com/buildings/london-aquatics-centre-by-zaha-hadid-architects> – Дата доступа: 21.10.2020.
2. Сайт АЕССАФЕ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www10.aeccafe.com/blogs/arch-showcase/2011/03/30/london-aquatic-centre-in-london-uk-by-zaha-hadid-architects/> – Дата доступа: 21.10.2020.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛИЧЕСКОМ МОСТОСТРОЕНИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Бондарев Андрей Романович студент 1-го курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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

Мосты – неотъемлемая часть внешнего облика всех городов, они соединяют берега рек, проливов, помогая людям быстрее добраться до нужного места. Однако отрицательное воздействие на окружающую среду и экосистему при строительстве и ремонте, эксплуатации и содержании транспортно-дорожного комплекса довольно значимо. Поэтому основными направлениями деятельности развития транспортной инфраструктуры являются не только сервис, но и охрана окружающей среды. С учетом экологической безопасности при строительстве и реконструкции транспортных сооружений и для увеличения долговечности бетонных, железобетонных и металлических конструкций применяются различные инновационные материалы. Кроме обеспечения необходимых эксплуатационных свойств подземным сооружениям (тоннелям и метрополитенам), в процессе их строительства, ремонта или реконструкции применяемые материалы, в зависимости от их химической природы, подразделяются на материалы герметизирующие, гидроизолирующие и антикоррозионные. Металлические конструкции, особенно стальные, подвержены коррозии, этот процесс особенно усиливается во влажных условиях, поэтому на поверхность металлических конструкций наносят лакокрасочные многослойные покрытия.

Так же и в наземном строительстве. За 3 тысячи лет с момента создания первых мостов, самых древних инженерных сооружений, применяемые материалы менялись от дерева до железобетона и стеклопластика. Человек всегда пытался преодолевать океаны, горы, пустыни. Это у нас в крови. Долгое время мосты строились из дерева. Постепенно в качестве основных материалов в мостостроении утверждаются сталь и железо. В XX веке мосты стали строить также из железобетона. В технологии мостостроения известен ученый и инженер Степан Тимошенко, 140-летие которого отмечалось в 2018 году. На разработанную им теорию устойчивости упругих систем до сих пор опираются современные строители при возведении мостов, сложных конструкций и

железнодорожных путей. Альтернативой железобетонным конструкциям в современном строительстве транспортных сооружений становятся сверхлегкий или наноструктурированный бетон (снижается вес конструкций без ущерба прочности за счет использования пористых заполнителей). Этот материал обладает малым, по сравнению с железобетонной конструкцией, весом, высоконадежен в склонных к коррозии средах, срок службы стеклопластиковых настилов будет достигать 75–100 лет. Однако из-за дороговизны в настоящее время этот материал не так популярен как металлоконструкция

Таблица 1 – Виды современных мостов

Рамные	Пролетное строение которого жестко связано с опорами и представляет собой раму (Рис.1)
Арочные	Пролетными строениями являются арки или своды (Рис.2)
Балочные	Пролетные строения выполнены в виде балок со сплошными стенками, фермами (Рис.3)
Висячие	В пролетном строении которого главными несущими элементами служат гибкие кабели или тросы (Рис.4)
Вантовые	Пролетное строение которого состоит из балки жесткости и поддерживающих ее наклонных элементов – вант (Рис.5)



Рисунок 1 – Рамные мосты



Рисунок 2 – Арочные мосты



Рисунок 3 – Балочные мосты



Рисунок 4 – Висячие мосты



Рисунок 5 – Вантовые мосты

Массовое применение металлических мостов началось в середине прошлого века. После внедрения сварки, использования болтовых соединений вместо заклепочных началась массовое их строительство. Одновременно с этим стали использоваться стальные фермы и балочные пролеты. Кроме надежности, долговечности и эстетичности появились новые требования – снижение затрат на обслуживание и эксплуатацию, экологичность и защита окружающей среды от загрязнения при строительстве, ремонте и содержании мостов, рациональное расходование природных ресурсов и земельных площадей. Немаловажно и колебание водосборного бассейна в районе сооружения. Ведь жизнь рек зависит от размеров их бассейна, его формы, высоты над уровнем моря, морфологии и климата. Колебание воды в водотоках отражаются в изменении водного уровня.

Поэтому применяются различные инженерно-технические мероприятия по защите таких сооружений в районах возможных наводнений. Устройство заградительных дамб на затопляемой пойме. В защитных дамбах могут быть перекрываемые шлюзы, с помощью которых вода после паводков спускается назад в русло. Важно, чтобы строительство мостов не ухудшало качество окружающей среды обитания. Изменения природных параметров не должно приводить к экологическим последствиям отрицательного характера. Что и является главной задачей инженера и строителя – поиск как можно более правильной адаптации технических решений с природными факторами. Любой мост – разводной, висячий, монолитный, конструктивно предполагает наличие двух составляющих – опорную часть и пролетное строение. В свою очередь опоры имеют три главных составляющих: фундамент, тело и оголовок, а пролетные строения состоят из: балок, ригелей, ферм, перил, тротуаров, проезжих частей, водосливов и других элементов. Metalлоконструкции находят широкое применение в пролетных строениях

Литература:

1. Сайт "BridgeArt.ru: Искусство строить мосты" [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.bridgeart.ru>
2. Сайт stroyone.com Классификации мостов по виду, материалу, размеру [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://yandex.by/turbo/stroyone.com/s/stroitelstvo-mostov/klassifikacii-mostov.html>
3. Сайт Инфопедия [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://infopedia.su/9x3e56.html>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧНОСТЬ МОСТОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Бурнейко Алексей Сергеевич, студент 1-го курса

Кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Миснк

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

Эффективность и экономичность являются важнейшими элементами в строительстве. Зачастую строительство происходит в условиях финансовых ограничений. В этих случаях приходится выбирать наиболее экономичную и эффективную структуру для данной местности, исключением являются те случаи, в которых целью строительства является возведение архитектурного памятника.

Ныне существующие мосты можно назвать примером устаревшей инфраструктуры. По итогам исследования, проведенного в США, было выявлено около 143 тысяч устаревших мостов. Желание привести дефектные мосты в современный вид не всегда осуществимо т.к. на полное восстановление всех мостов попросту не хватит средств, которые могут быть выделены из бюджета.

Главной целью эффективного и экономичного строительства является строительство некоего сооружения с минимальными затратами на материалы и строительство в итоге, но при этом сооружение должно обеспечивать высокий уровень безопасности и быть максимально эффективным.

Зачастую экономичное строительство подразумевает собой использование меньшего количества материалов, но не всегда удается достичь этого. Причиной этому может стать сложность конструкции, которая приведет к увеличенным расходам, следственно оно станет неэкономичным.

Выбор подходящей конструкции основывается на базе данных, созданной на основе различных сооружений. База данных составляется инженерами из области проектирования и строительства, а также учеными. Основным требованием к этой базе является то, что она должна развиваться, т. е. пополняться новыми данными. С помощью неё в разы облегчается выбор подходящей конструкции, а также облегчает процесс предварительного проектирования.

ТОЧКА БЕЗУБЫТОЧНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Гречаник Александр Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Начнём с того, что понятие точка безубыточности должны быть понятны всем, кто занимается личным бизнесом, или собирается заняться этим в будущем. Чтобы добиться успеха, нужно чётко понимать границы между выручкой и получаемой прибылью, а также разницу между этими терминами. Эта граница – и есть точка безубыточности.

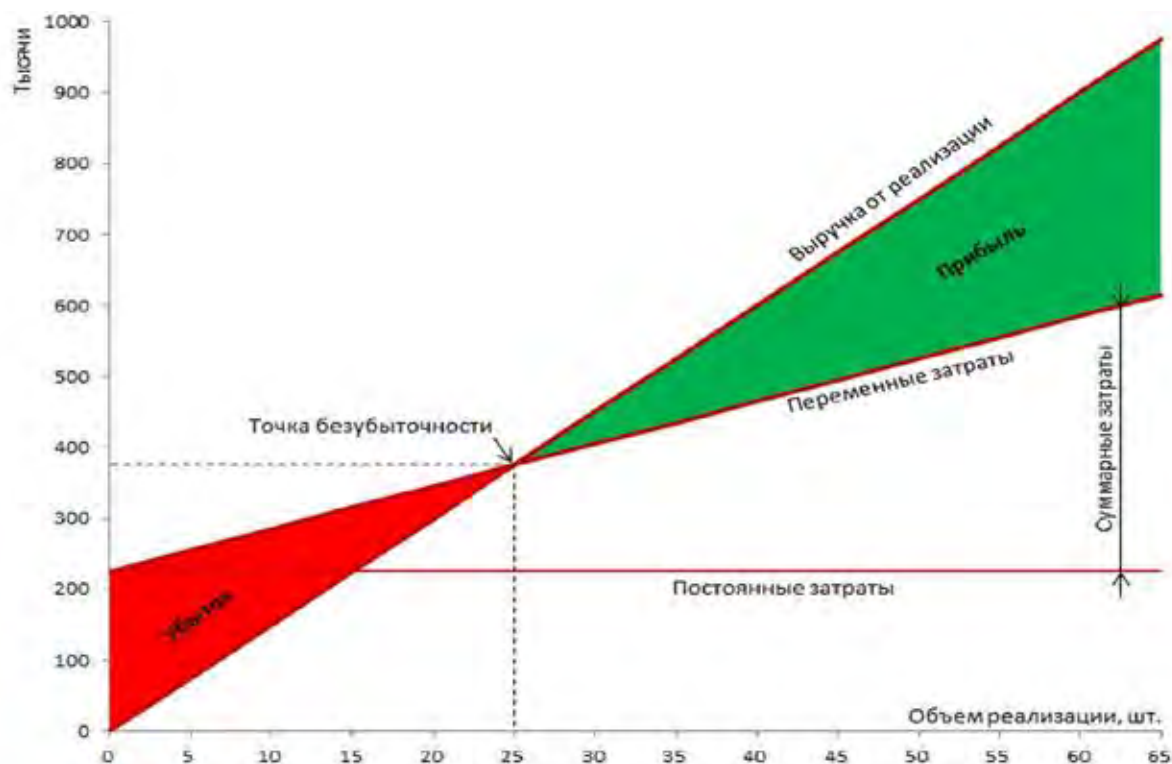


Рисунок 1 – График безубыточности

На английском это звучит как break-even point – такой объём производства, при котором доходы смогут перекрывать затраты.

Проще говоря, это объём продаж, при котором доходы покрывают расходы, а прибыль компании выходит на ноль.

Когда вы выходите на эту точку, вы можете с уверенностью сказать, что компания не работает в убыток, но и не получает прибыли, вы выходите на чистый ноль, что также является хорошим показателем в ведении бизнеса.

Точку безубыточности можно назвать и по другому, самые распространенные термины: порог рентабельности, критический объём производства.

Этот важный показатель нужно всегда отслеживать, он даёт:

- Возможность понять – нужно ли расширять производство или расширить ассортимент продукции.
- Возможность понять финансовое состояние вашей фирмы, её платёжеспособность.
- Возможность выявить недостатки производства.
- Возможность сделать чёткий план дальнейшего ведения бизнеса.
- Возможность понять, на сколько фирма может «упасть» в выручке и не обанкротиться.
- Возможность понять, как цена, издержки производства и количество проданного товара влияют на изменение финансовых возможностей.

Для расчёта точки безубыточности вы должны чётко понимать, что такое постоянные затраты и переменные затраты, а также:

1. Цена одной единицы произведенного товара или услуг.
2. Объём произведенного и проданного товара.
3. Выручка от продукции.

Постоянные затраты – это затраты которые, в большинстве случаев, долгое время не меняются в денежном выражении и которые руководитель предприятия выплачивает постоянно, к ним можно отнести:

- Аренда помещения
- Различные налоги и взносы
- Платежи по кредитам и лизингам
- Заработная плата сотрудников

Переменные затраты – это издержки производства, которые будут расти или падать в зависимости от темпа работы предприятия. К ним можно отнести:

- Стоимость сырья, запчастей, оборудования.
- Бензин для автомобилей.
- Оплата сдельной оплаты труда.
- Транспортные расходы.

Это классическая схема разделения, которая подходит большинству компаний.

Литература:

4. Национальный правовой Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://businessmens.ru/article/tochka-bezubytochnosti> – Дата доступа: 16.12.2020.
5. Национальный правовой Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.audit-it.ru/finanaliz/terms/analysis/tochka_bezubytochnosti.html – Дата доступа: 16.12.2020.

ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ О МЕТРО РАЗНЫХ СТРАН МИРА

*Касторнова Кира Сергеевна, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Что вообще такое метрополитен? Метро – внеуличный вид городского транспорта. Первой метрополитен появился в Лондоне в 1863 году, поезда двигались на паровой тяге. Позже, в 1890 году, первая линия была переведена на электричество. На сегодняшний день Лондонская подземка является третьей в мире по пассажиропотоку в день – более 3 миллионов пассажиров. (Рис.1) Также, самая долгая поездка в лондонском метро потратит 1 час 28 минут – от станции «West Ruislip» до «Epping» из одного конца Центральной линии в другой без пересадок, а это 54,9 км.



Рисунок 1 – Выход на Liverpool Street из лондонского метро

Вторым метрополитеном мира стал Нью-Йоркский, который был открыт в 1868 году. Что интересно, сначала он был надземным, подземную линию открыли только в 1904 году, но до наших дней надземных участков тех лет не осталось, хоть их сейчас тоже достаточно (Рис. 2). Нью-Йоркский сабвей

(именно так его называют местные) единственный в мире работает круглосуточно, хотя ночью пассажиров не так уж и много.



Рисунок 2 – В Нью-Йорке очень много наземных участков метро

Если говорить о постсоветском пространстве, то на ум всем приходят Киевский, Петербургский, Московский и Минский метрополитены. В Киеве находится и эксплуатируется самая глубокая станция в мире – «Арсенальная», глубиной заложения в 105,5 м. На платформах метро северной столицы России нет урн для мусора, а связано это с защитой от террористических атак. Урны из прозрачного пластика стоят возле касс, что позволяет просмотреть что внутри урны без необходимости доставать из неё весь мусор. Станция «Маяковская» (Рис. 3) Московского метро стала первой в мире станцией глубокого заложения колонного типа. Минские же станции одни из самых неглубоких в мире, средняя глубина залегания приблизительно равна 10.5 метрам, «Вокзальная» глубиной в 6 метром – самая неглубокая в Минске.



Рисунки 3 – Панно с цитатами и иллюстрациями произведений В.В. Маяковского на одноименной станции



Рисунок 4 – Платформа станции метро "Байконур" Алматинского метрополитена

Шестнадцатым и последним на постсоветском пространстве и вторым в Центральной Азии стал Алма-Атинский метрополитен. Строительство было начато ещё в 1988 году, однако распад СССР и отсутствие финансирования заморозили проект до 2005 года. Метро неоднократно признавалось одним из красивейших в мире. А первое в Центральной Азии метро – Ташкентское. Открыто оно было 1977 году и до сих пор наравне с Московским по красоте.

МОСТЫ БУДУЩЕГО С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ

*Комович Владислав Леонидович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. тех. наук, доцент)*

Электричество, как двигатель развития цивилизации, появилось в нашей жизнь недавно. Активное использование электроэнергии началось около более ста лет назад. Потребление электроэнергии с каждым годом в мире растёт, следовательно растёт и спрос на электричество.

Строительство мостов с возможностью выработки энергии позволит не только тратить её, но и накапливать. Об этом задумались инженеры и уже можно найти несколько проектов решения такой задумки. Такие мосты будут служить не только как сооружение для пересечения сложного участка, но и необычным архитектурным объектом с возможностью выработки электроэнергии.

«Ветровой туннель».

Такой проект снабжен турбинами, которые генерируют энергию ветра, вращаясь вокруг пешеходной дорожки. (рис.1)



Рисунок 1 – «Ветровой туннель»

«Солнечный ветер»

Повсеместное использование энергии ветра вынуждает ставить турбины в самых неожиданных местах, например, над реками и в каньонах. Такой мост имеет не только турбинами, но и солнечные батареи, которые расположены на поверхности дороги (рис.2). Такое сооружение может обеспечить электричеством около 100 000 домов.



Рисунок 2 – Концепт моста с ветровыми турбинами

Литература:

6. Сайт Nlo-Mir [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nlo-mir.ru/newnews/22663-mosty-budushego.html>. – Дата доступа: 10.12.2020.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОНNELЬ

*Комович Владислав Леонидович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для строительства горного тоннеля с развитой инфраструктурой была выбрана местность в районе города Тбилиси (Грузия). С целью сокращения расстояния и траты времени на перемещение из точки А в точку Б было решено спроектировать горный тоннель.



Рисунок 1 – План трассы

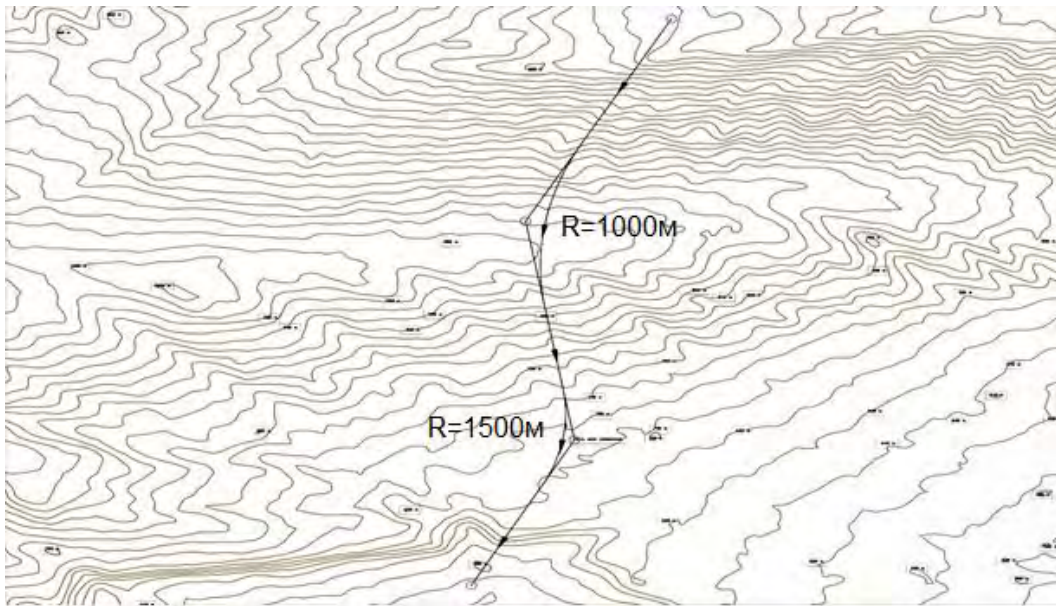


Рисунок 2 – План трассы в горизонталях

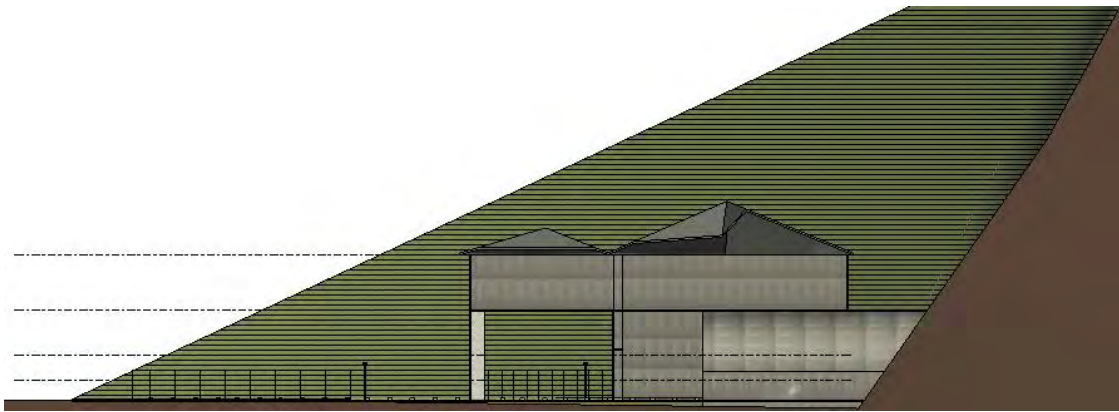


Рисунок 3 – Восточный фасад

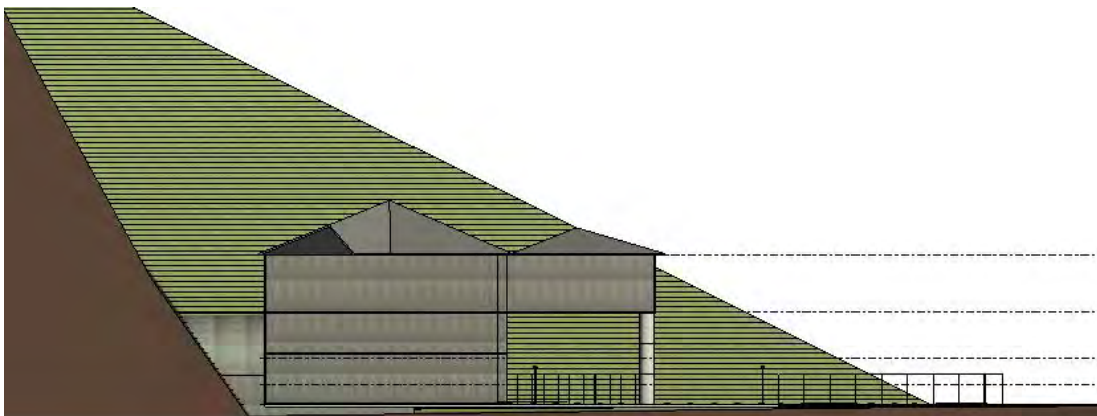


Рисунок 4 – Западный фасад

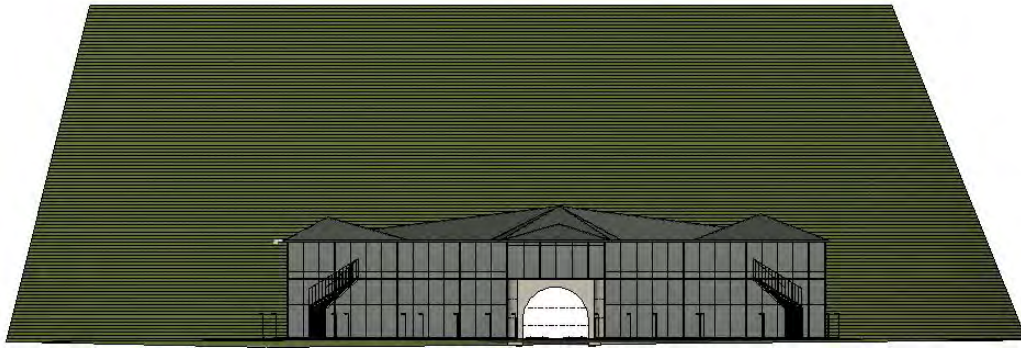


Рисунок 5 – Южный фасад

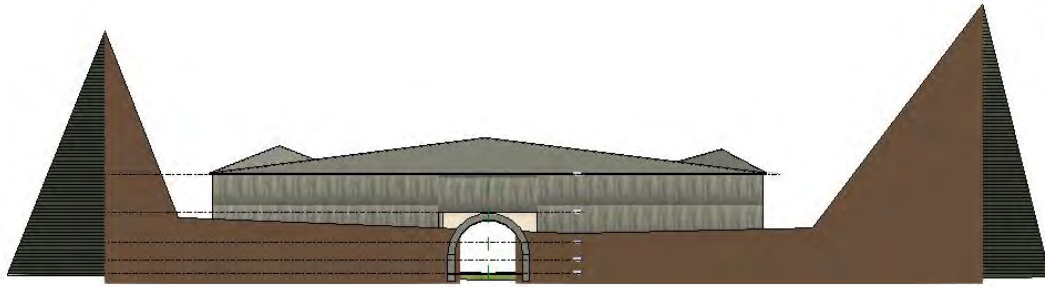


Рисунок 6 – Разрез по тоннельной части



Рисунок 7 – Общий вид портала (1)

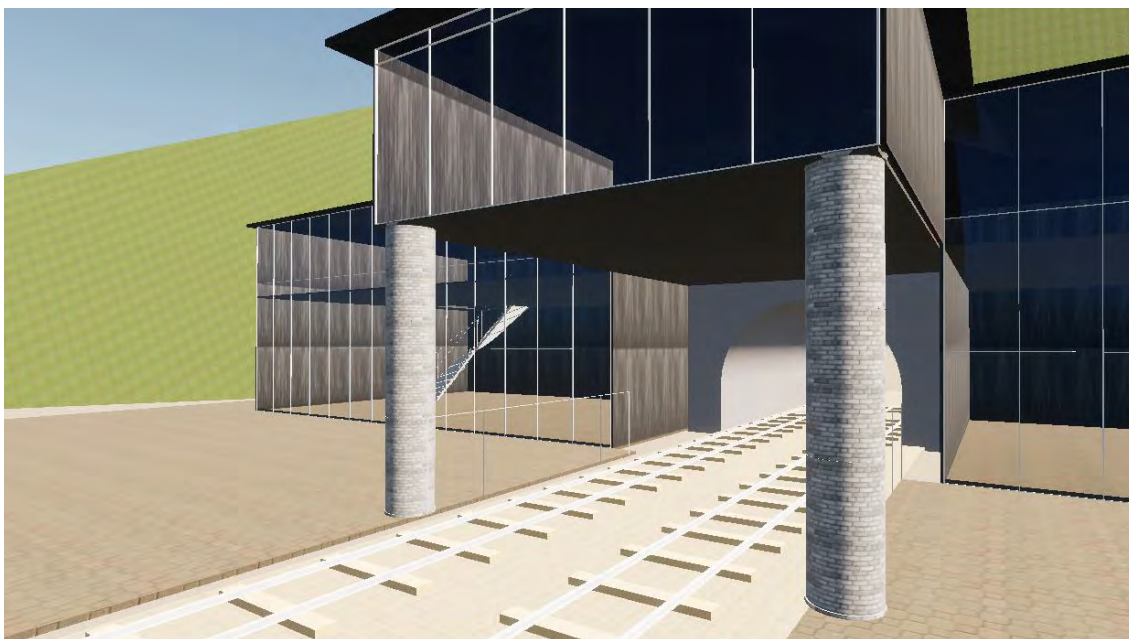


Рисунок 8 – Общий вид портала (2)

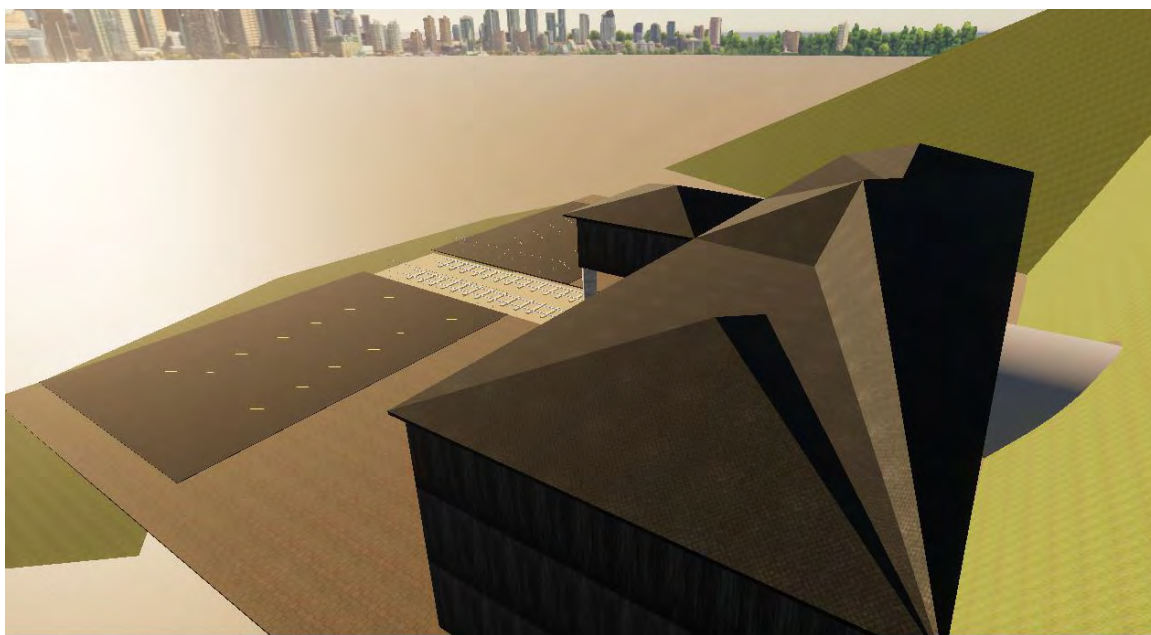


Рисунок 9 – Вид на парковку

Для портала спроектировано по одному въезду и выезду в южном и северном направлениях.

На въезде и выезде располагается многофункциональное здание, которое представляет из себя отель со всеми удобствами, в котором посетители имеют возможность остановиться на отдых. В здании расположены:

- торговые магазины;
- ресторан;
- фуд-корт;

В данном тоннели будут применяться новейшие системы пожарной безопасности. Это и использование систем обнаружения возгорания, систем оповещения, мониторинг состояния тоннеля персоналом.

В общем случае, при проектировании подземных транспортных систем, основное внимание уделяется:

- Созданию безопасных систем эвакуации.
- Обеспечению минимального воздействия пожара на пространство вдоль эвакуационных проходов.
- Созданию эффективных систем удаления дыма.
- Интеграции систем электроснабжения.

Использование современных систем позволит вовремя предпринять какие-либо действия, дабы избежать жертв в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Литература:

7. Сайт Ervist. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ervist.ru/>

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС СО СТАНЦИЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА В ГОРОДЕ ВАРШАВА

*Липницкий Денис Анатольевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы, для строительства станции метрополитена был выбран город Варшава, население которого составляет 1 790 658 человек. Местом строительства стало пересечение улиц *Gorzewskiej* и *Powstancow Slaskich*, где уже запланировано строительство новой станции 2 линии варшавского метро. 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 также была разработана подземная транспортная развязка.

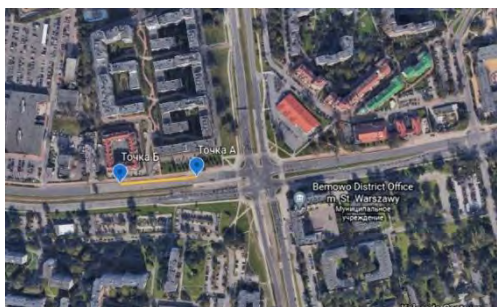


Рисунок 1 – Снимок с GPS с точками строительства станции

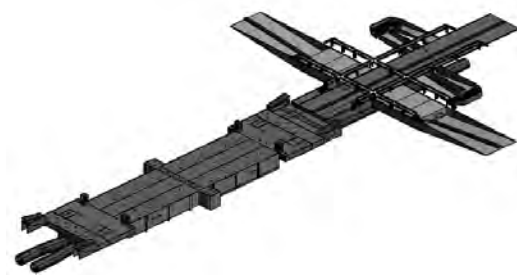


Рисунок 2 – Концептуальная модель комплекса подземной транспортной развязки и метрополитена



Рисунок 3 – Общий вид вход/выходов



Рисунок 4 – Архитектурно-планировочное решение развязки

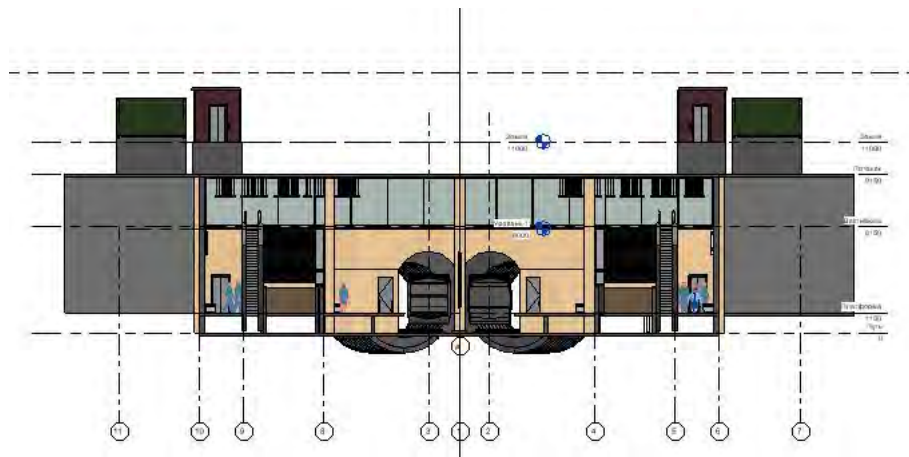


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - северный)

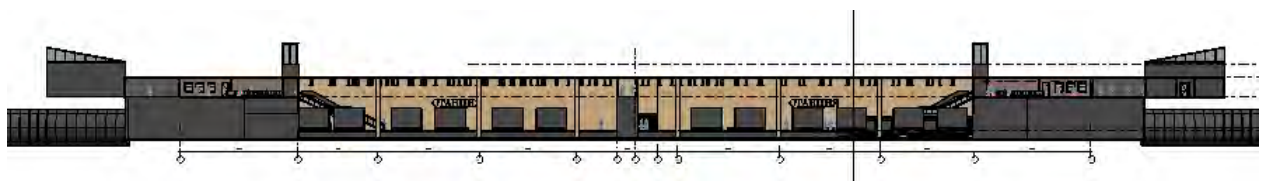


Рисунок 6 – Продольный разрез 1-1 станции метрополитена



Рисунок 7 – Разрез 2-2 (северный)

Для станции метрополитена спроектировано два вход/выхода в Северном и Южном направлениях на улицу Gorgzewskiej. Входы имеют по два лестничных марша, выходящих на противоположные стороны улицы. Также с каждой стороны станции имеется по 2 лифта, выходящих прямо на поверхность земли, где они оборудованы специальной системой для прохода.

«Северный» подземный переход имеет выход в ряды помещений, которые могут быть использованы для различных целей, например торговые точки или кафе. Далее идет соединение с комплексом по обслуживанию автомобилей, входящим в подземную развязку. Таким образом, посетить будущие магазины или точки питания смогут не только пассажиры метрополитена, но и автомобилисты.

Помимо всего это в комплексе запроектированы:

- помещения общего пользования (туалет);
- служебные помещения;

-кассы;

-центр управления и наблюдения за системами безопасного движения.

В вестибюлях и на платформе станции установлены интерактивные автоматы для навигации «On the Go! Kiosks».



Рисунок 8 – Интерактивный автомат навигации «On the Go! Kiosks»

Эти устройства помогут пассажирам не только составить максимально удобный и быстрый маршрут передвижения между нужными станциями, но и расскажут про их историю, перспективы, а также про районы, в которых они находятся. Человек узнает про хорошие рестораны возле нужной станции, музеи и другие учреждения. Пассажир может также искать конкретные заведения и маршруты к ним, что очень полезно как для туристов, так и для местных жителей, плохо ориентирующихся в большом городе.



Рисунок 9 – Общий вид станции на Южный вход/выход



Рисунок 10 – Общий вид соединения станции с рязвязкой



Рисунок 11 – Общий вид вестибюля

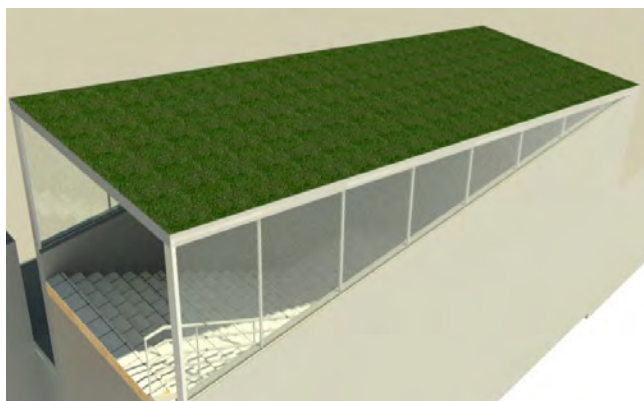


Рисунок 12 – Общий вид вход/выхода в подземный переход

Так как станция запроектирована с боковым расположением платформ, для удобства пассажиров посередине расположен переходный мост.

На обеих платформах станции с двух сторон запроектированы лестница и эскалатор, работающий на подъем. На перроне расположены скамьи для комфортного ожидания поездов. Для исключения монотонности и привлечения внимания вдоль станции подвешены специальные билборды, на которых может размещаться как реклама, так и другая информация.

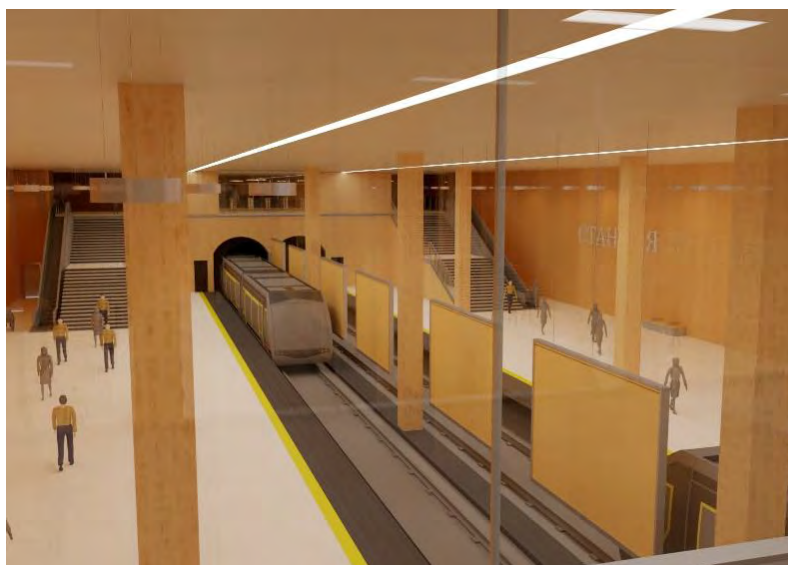


Рисунок 13 – Дизайн станции

Конструктивный тип станции: колонная с боковым расположением платформы.

Проектирование станции осуществлялось под стандарты новейших поездов, курсирующих на сегодняшний день по варшавскому метрополитену – шестивагонный состав Siemens Inspiro, длина – 89560 мм, ширина – 2740 мм, высота – 3645мм, ширина колеи – 1435мм.

Средний пассажиропоток варшавского метрополитена – 700 000 пас/день.

Литература:

8. ТКП 45-3.03-115-2008 (02250). МЕТРОПОЛИТЕНЫ. Строительные нормы проектирования.
9. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.
10. Маренный Я.И. «Тоннели с обделкой из монолитно-прессованного бетона». М., Транспорт, 1985 г.
11. Волков В.П. «Тоннели». 3-е изд., М., Транспорт, 1970 г.
12. Храпов В. Г. Тоннели и метрополитены: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1989. 383 с.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Микутайтис Егор Иванович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Виртуальная реальность (VR), наконец, полностью вышла из игровой индустрии в реальный мир.

Технологии BIM многократно ускоряют процесс моделирования и строительства, в частности в строительстве однотипных жилых комплексов BIM-технологии делают автоматическими. Так же BIM технологии могут быть использованы не только для строительства, но и для реконструкции зданий. Принципиально этот метод отличается от традиционных тем, что основой становится 3D модель, а не архитектурный замысел. Появилась возможность сканировать здание и получить достоверные данные о состоянии фасадов и конструкции проекта, а затем использовать полученную 3D модель при разработке проекта реконструкции (Рис. 1).

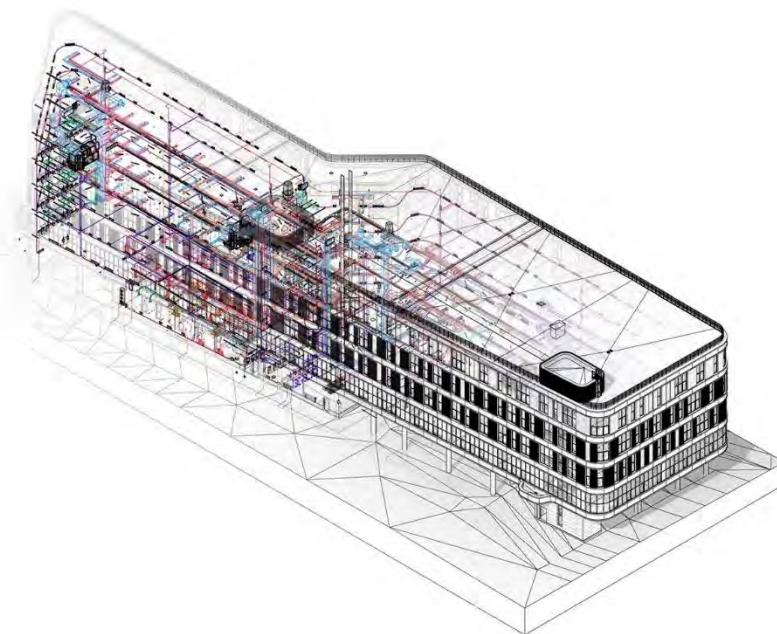


Рисунок 1 – готовая BIM-модель.

BIM-технология принципиально изменила процесс проектирования, усложнила его. В настоящее время имеются проблемы с кадрами, умеющими

использовать программное обеспечение информационного моделирования. Пока что профессиональных специалистов в BIM мало. Затраты на оборудование для работы с программным обеспечением так же очень высоки, а ошибки в работе могут нанести огромный урон всему проекту.

Виртуальная реальность (VR) без сомнения можно назвать революцией в строительстве, дающая возможность не только лицезреть проект, но и прогуляться.

Хотя виртуальная реальность ранее была доменом только самых передовых организаций, она становится все более популярной и все более востребованной со стороны владельцев строительных компаний. Среда 4D позволяет строительным компаниям планировать каждый аспект строительного проекта, улучшая все: от безопасности до эффективности, и, таким образом, предоставить более последовательный и качественный конечный продукт.

Кроме того, с помощью VR можно сотрудничать с другими людьми. Сотрудничество важно, потому что не только архитектор или инженер разрабатывает первоначальный проект, но и клиент, который платит за строительство, может внести свои коррективы. Также строитель должен иметь возможность проверить то, о чем его просят, дать точные результаты, предложить улучшения, основанные на собственном опыте. Но не только клиент, дизайнер или строитель могут повысить ценность проекта, увидев его в виртуальном пространстве. Сегодня больницы просят врачей и медсестер взглянуть на конструкции новых палат и кабинетов в виртуальной реальности. (Рис. 2). Это дает возможность внести ценный вклад в то, как должна быть спроектирована комната, какой должна быть планировка.



Рисунок 2 – Готовый вид комнаты в VR

Все сделано для того, чтобы создать преобразующие изменения для отрасли здравоохранения начиная с первого этажа в строительном проекте. Виртуальная реальность имеет большой потенциал, когда дело доходит до

сотрудничества. По мере совершенствования виртуальной реальности люди смогут точно видеть, как будет выглядеть их проект, и даже делать такие вещи, как изменение цвета краски, настройка параметров. Таким образом, виртуальная реальность дает практически полную свободу в проектировании.

Литература:

13. Construction technology innovation to watch in 2018. Virtual Reality. – 2017г – URL: <https://connect.bim360.autodesk.com/construction-innovation-2017>
14. Ways Virtual Reality in construction is shaping the industry. Streamline Collaboration. – 2017г – URL: <https://connect.bim360.autodesk.com/virtual-reality-in-construction>
15. How Virtual Reality Is Set To Change The Construction Industry. Collaboration with Virtual Reality. – 2017г. – URL: <https://vrvisiongroup.com/how-virtual-reality-is-set-to-change-the-construction-industry/>

СОВРЕМЕННАЯ ОПАЛУБКА МОСТОВЫХ ОПОР

*Монид Анатолий Владимирович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Самая распространенная сфера монолитного строительства – это возведение мостов. Они предназначены для прокладки автомобильных дорог и железнодорожных путей через водоемы и местности со сложным рельефом. Для постройки таких конструкций используют специальную опалубку опор и балок моста. Схожие системы используют для пешеходных переходов через дорогу, эстакад и виадуков. В строительстве вышеприведенных конструкций применяются следующие основные типы опалубки для мостов:

- мелкощитовая стальная;
- крупнощитовая стальная;
- индивидуальная система;
- балочно-ригельная;
- гидравлическая подъемно-переставная;
- консольная;
- системы для мостовых балок.

Каждый тип применения опалубки зависит в основном от размеров моста, рельефа расположения, основного назначения констру

Мелкощитовая стальная опалубка. Данный тип используется для мостов со сложной формой опор. Отдельные ее элементы имеют небольшой размер, что позволяет создавать элементы разной формы. Чаще всего ее применяют для возведения мостов с малой высотой. Система состоит из рамных щитов и вспомогательных деталей для монтажа системы. Ее дешевым аналогом является оснастка с деревянной палубой.

Крупнощитовая стальная опалубка. Этот тип необходим для создания опор с квадратной или прямоугольной формой. Конструкция состоит из щитов, раскосов, подмостей и других элементов. Такие системы применяются для постройки сооружений большой высоты, которые проходят через каньоны, реки, ущелья и т.д. Также опалубка такого типа часто используется для создания опор с большим габаритом, идущих через всё мостовое полотно.

Индивидуальная опалубка. Такая система применяется только в тех случаях, когда реализовать задумку проектировщика и инженера с помощью

доступных систем невозможно. Ее изготавливают по спец заказу. Такие конструкции имеют особую форму, а их опалубка может в точности представлять ее. Но и стоимость монтажа и производства значительно выше других типов и рассматривается индивидуально.

Балочно-ригельная опалубка. Данный тип состоит из деревянных балок, которые ставят вертикально и скрепляют ригелями. Фиксация осуществляется с помощью раскосов. Используются же они для строительства опор с малым сечением. Главным преимуществом является стоимость самих компонентов и их монтажа.

Гидравлическая подъемно-переставная опалубка. Такой тип является одной из самых сложных систем в современном строительстве мостов. Опоры формируют без помощи дополнительной специальной техники. Состоит опалубка из пространственного каркаса, подмостей и гидравлических опор, которые могут подниматься практически на любую высоту. Опирается такая конструкция на рельсы, которые являются направляющими. Колонны в такой системе строят поэтапно.

Консольная опалубка. Этот тип представляет собой конструкцию, которую собрали заранее. Крепят ее на предыдущий участок опоры. Работа при использовании такой опалубки выполняется поэтапно. Перестановкой такой опалубки занимаются тогда, когда предыдущий участок уже схватился и может выдержать оснастку.

На сегодняшний день существует масса компаний, которые предлагают большой выбор опалубок для реализации различных задач и проектов. Каждый день на свет появляются новые идеи в производстве и типам опалубки, которые помогают реализовать гениальные задумки инженеров.

Литература:

16. Сайт fomax [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.formax.ru/mosty.html> – Дата доступа: 13.12.2020

ХРАМ ЛОТОСА

*Пашковский Андрей Чеславович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В. А., канд. техн. наук, доцент)*

Главный бахайский храм в городе Нью-Дели (Индия) был построен в 1986 году. А строился он 8 лет. Большое здание было построено из белого пентелийского мрамора. Форма данного архитектурного сооружения представляет собой распускающийся цветок лотоса. (Рис.1).



Рисунок 1 – Храм лотоса

С виду данное сооружение кажется небольшим. Но зал может вместить в себя более 1300 человек. Диаметр центрального зала составляет 75 метров, высота – 31 метр. Территория храма включает в себя не только храм, но и сад. Площадь ее составляет 105 000 квадратных метров. (Рис.2).



Рисунок 2 – Храм Лотос сверху

Храм Лотоса получал немало архитектурно-инженерных наград, а также упоминался во многих популярных газетах и журнальных статей.

Литература:

17. Сайт DEZEEN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dezeen.com/2020/11/10/mad-yuecheng-courtyard-kindergarten-beijing-china/> – Дата доступа: 16.12.2020.
18. Сайт MSN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.msn.com/en-gb/travel/news/mad-tops-beijing-kindergarten-with-red-rooftop-playground/ar-BB1aS32b?li=AAJsPCA&srcref=rss> – Дата доступа: 16.12.2020.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АВТОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ

*Потреба Вероника Георгиевна, студентка 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для строительства горного тоннеля с развитой инфраструктурой был выбран ландшафт вблизи города Люс (Франция). С целью сокращения расстояния и траты времени на перемещение из точки А в точку Б было решено спроектировать горный тоннель.



Рисунок 1 – План трассы

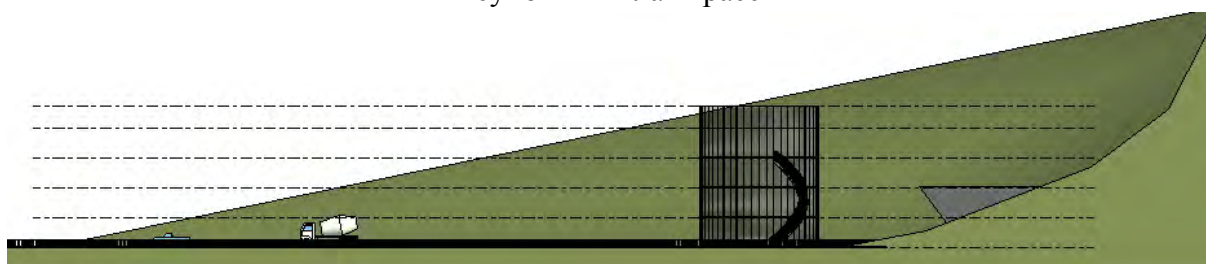


Рисунок 2 – Восточный фасад

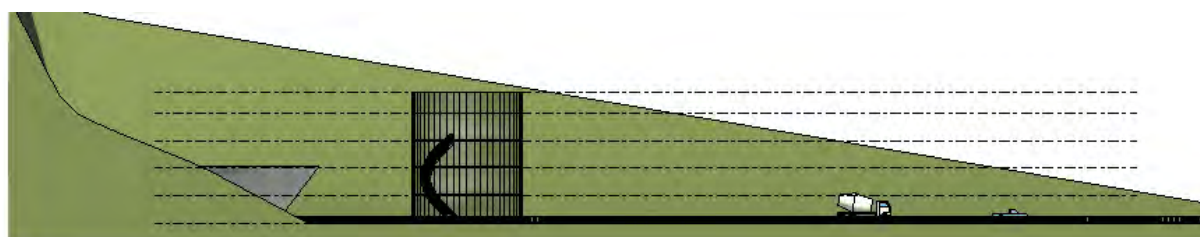


Рисунок 3 – Западный фасад



Рисунок 4 – Южный фасад

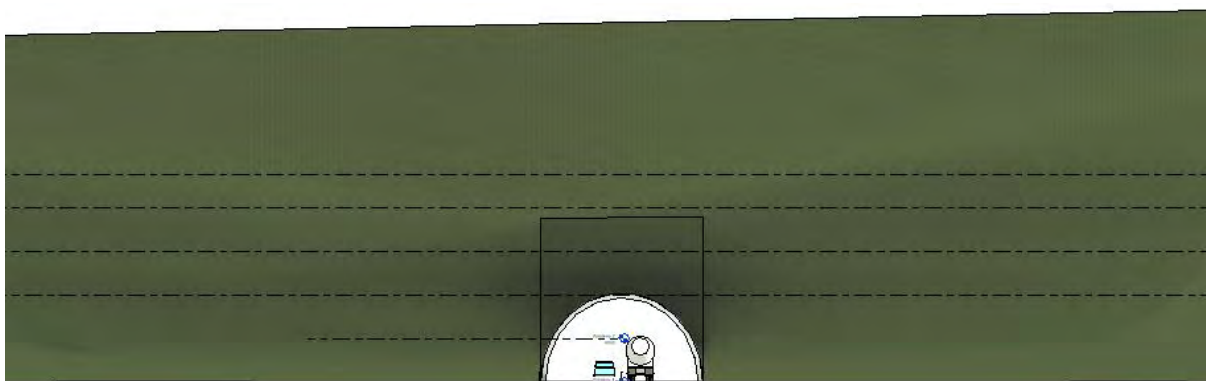


Рисунок 5 – Разрез по тоннельной части

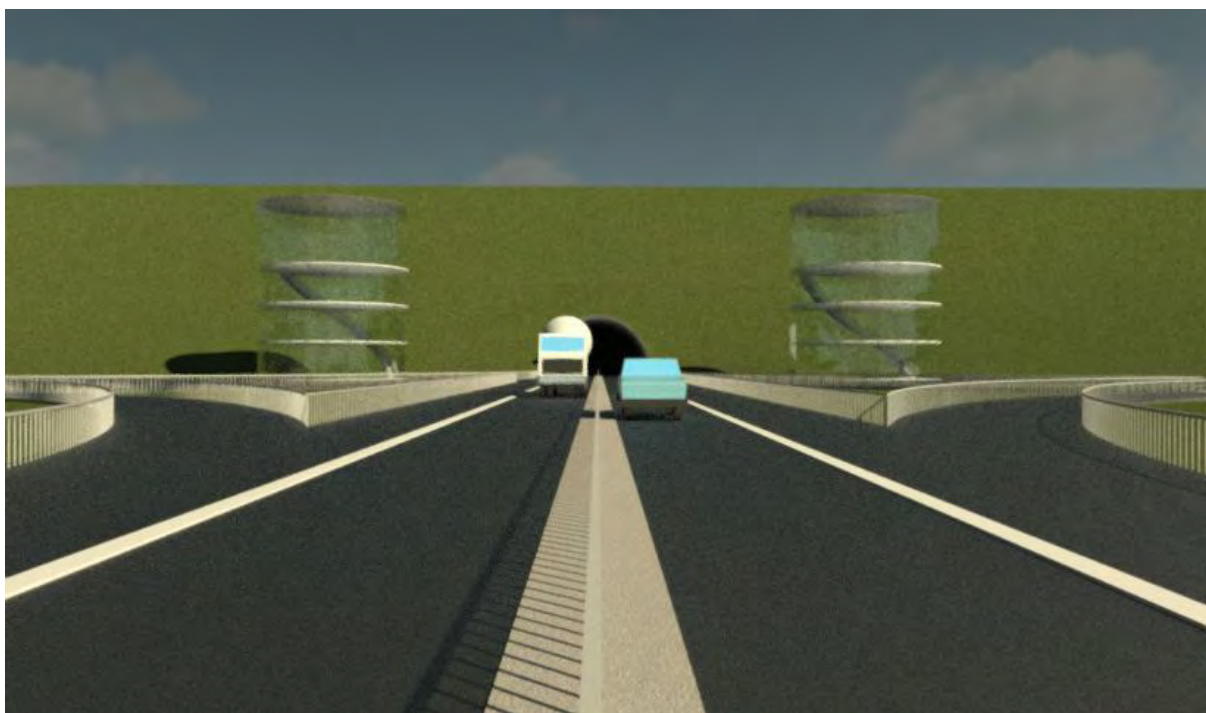


Рисунок 6 – Общий вид портала (1)

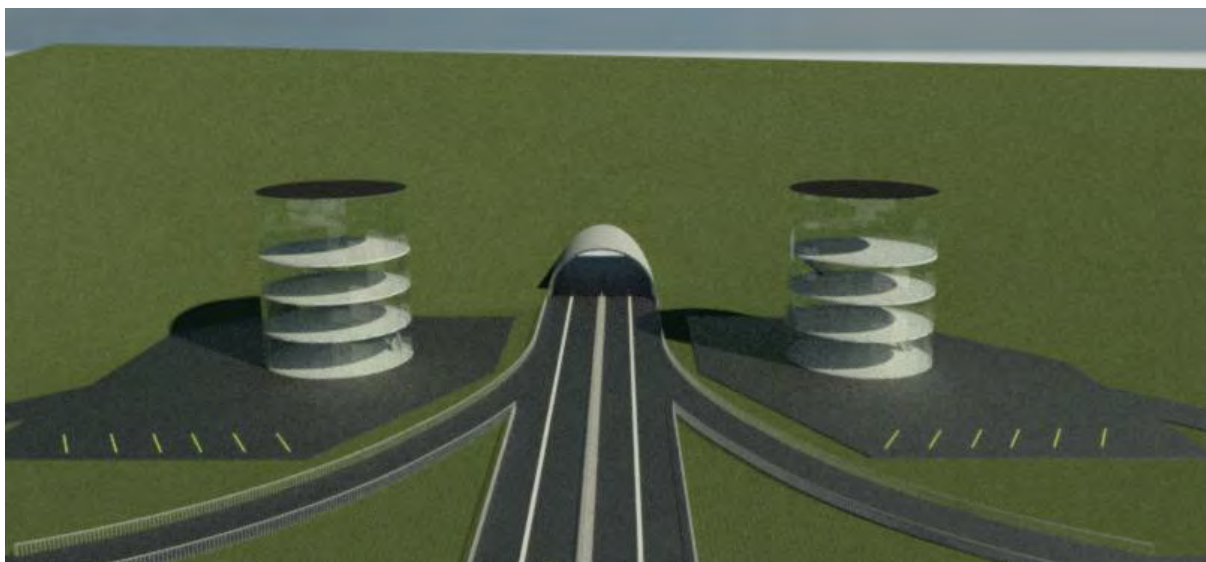


Рисунок 7 – Общий вид портала (2)

Для портала спроектировано по одному въезду и выезду в южном и северном направлениях.

На въезде и выезде располагается многофункциональное здание, которое представляет из себя отель со всеми удобствами, в котором посетители имеют возможность остановиться на отдых. В здании расположены:

- торговые магазины;
- ресторан;
- фуд-корт;

При строительстве тоннеля часто возникает много сложностей, это и уже имеющиеся коммуникации, грунтовые воды и др. Все эти факторы влияют на скорость прохода тоннеля. Один из способов решить эту проблему можно с помощью современных тоннелепроходческих механизированных комплексов. Некоторые комплексы могут одновременно и рыть тоннель, и обкладывать его блоками, оставляя после себя почти готовую станцию. Несомненных плюс такого способа является то, что его в процессе проходки не нужно разбирать и заново собирать. Это позволяет экономить время, деньги, сокращать издержки на обслуживание и прокладку. Пример можно привести тоннелепроходческий комплекс «Виктория», который использовался в строительстве тоннеля в Москве (рис. 8).



Рисунок 8 – Тоннелепроходческий комплекс «Виктория»

Литература:

19. Сайт AIF.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aif.ru/>

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТОННЕЛЬ

*Смолян Ксения Олеговна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для строительства горного тоннеля с развитой инфраструктурой была выбрана местность в районе города Тбилиси (Грузия). С целью сокращения расстояния и траты времени на перемещение из точки А в точку Б было решено спроектировать горный тоннель.



Рисунок 1 – План трассы

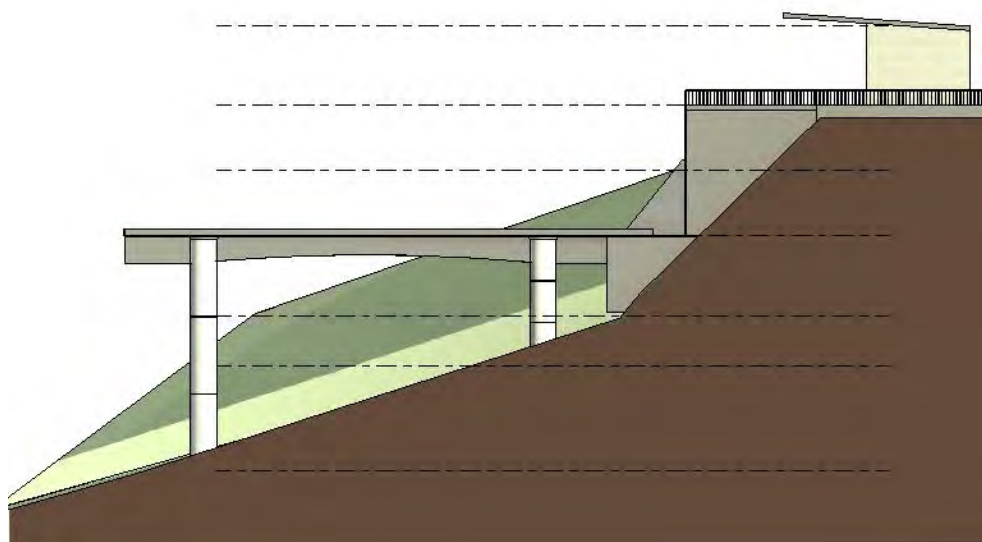


Рисунок 2 – Восточный фасад

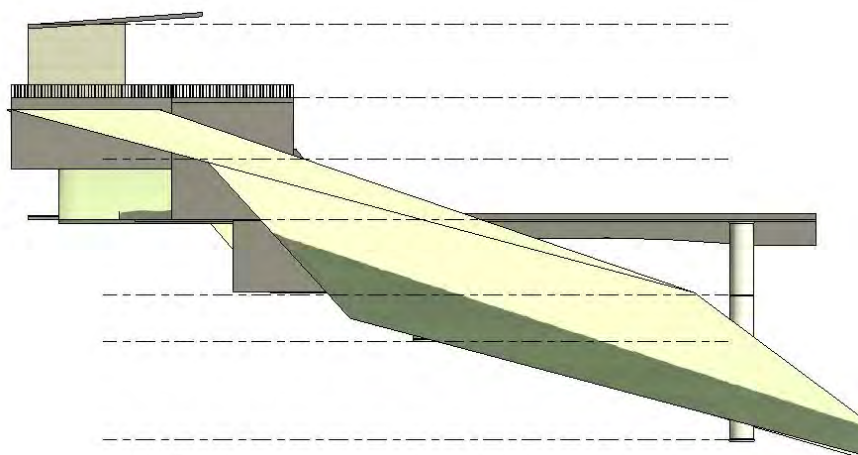


Рисунок 3 – Западный фасад



Рисунок 4 – Южный фасад

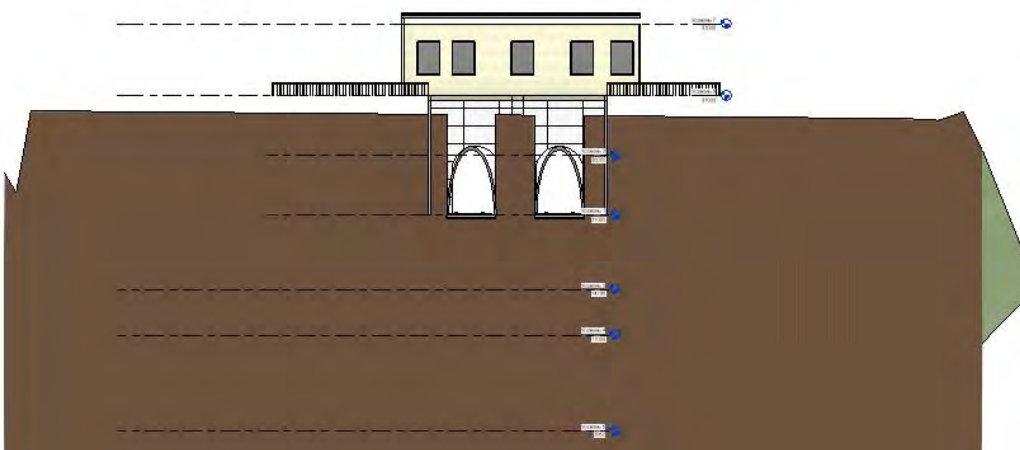


Рисунок 5 – Разрез по тоннельной части



Рисунок 6 – Общий вид портала

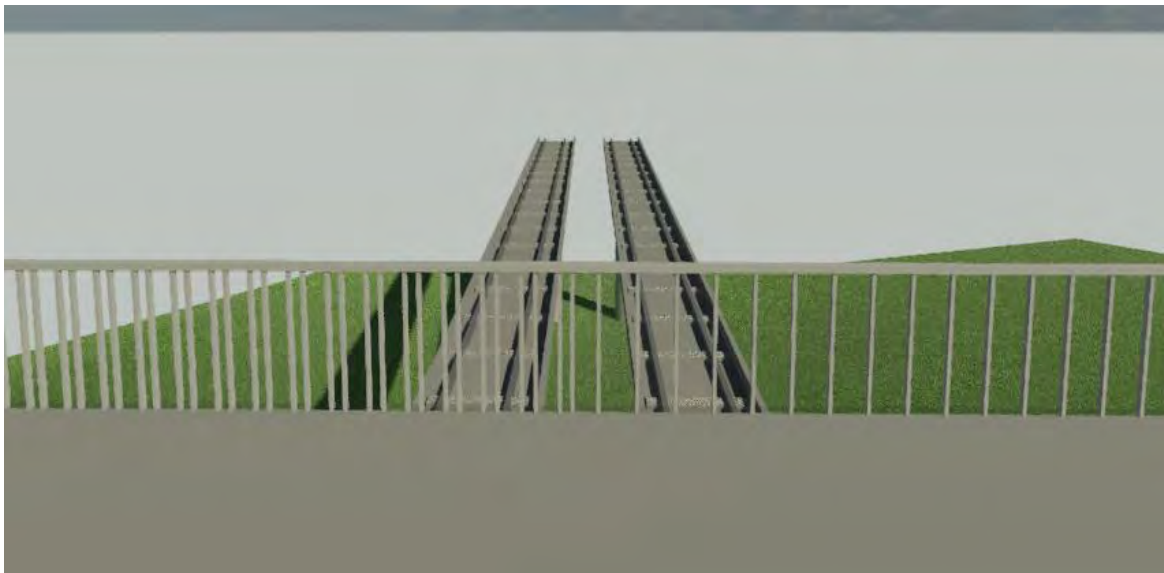


Рисунок 7 – Вид на железнодорожные пути

Для портала спроектировано по одному въезду и выезду в южном и северном направлениях.

На въезде и выезде располагается многофункциональное здание, которое представляет из себя отель со всеми удобствами, в котором посетители имеют возможность остановиться на отдых. В здании расположены:

- торговые магазины;
- ресторан;
- фуд-корт;

Сегодня большое внимание уделяется состоянию окружающей среды. Деятельность человека пагубно влияет на нашу планету и нужно стараться искать безопасные материалы для строительства которые смогу и превзойти давно используемые. Так разработан бетон с добавлением рисовой шелухи, в

результате чего бетон получается в 9 раз устойчивее к процессам эрозии. Добавление к бетону металлических или сенсорных волокон повышает его прочность. В результате бетон становится ещё и более энергоёмкий. Производство такого бетона будет обходиться дешевле, так как в его состав цемента входит меньше.

Литература:

20. Сайт Hightech-fm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hightech-fm.turbopages.org/hightech.fm/s/2019/10/31/gost-b>

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

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

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

Специалисты в области архитектуры, инженерии и строительства используют информационное моделирование (BIM) для создания 3D-проектов. Эти BIM-модели являются идеальным представлением того, каким должен быть готовый проект. Популярные программные средства для создания BIM-моделей включают Autodesk Revit, Graphisoft ARCHICAD и Bentley Microstation, позволяют интегрировать свои модели в программные комплексы с виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальностью. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Строительная площадка в VR

Сравнение физической рабочей площадки с BIM-моделью является мощным методом выявления расхождений между ними, облегчая работу строительным бригадам (Рис. 2).

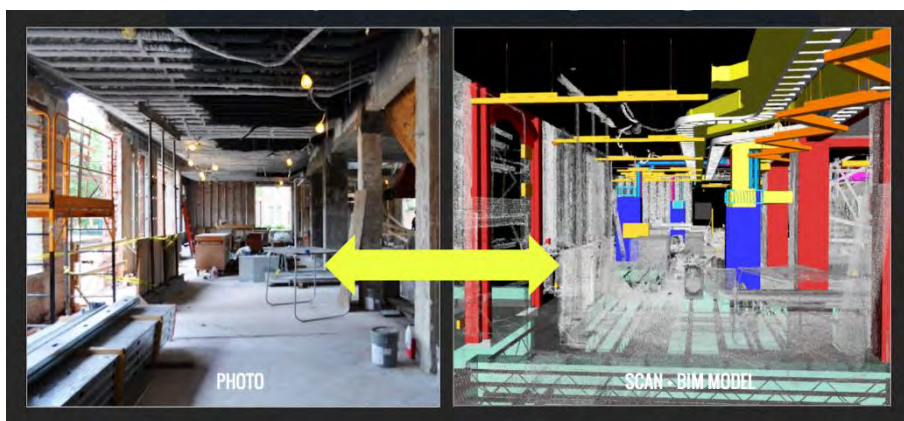


Рисунок 2 – Сравнение реальной строительной площадки с BIM-моделью с помощью AR

Сегодня специалисты по строительству используют лазерные штативные сканеры для захвата проектной площадки, а затем сравнивают полученные данные с BIM-моделью. Faro и Leica Geosystems предлагают два самых популярных сканера. Хотя они мощные и точные (до 1 мм или лучше), эти системы работают медленно: им требуется 2-4 часа для сканирования участка площадью 20 тысяч квадратных футов, а затем еще несколько часов в офисе для последующей обработки полученных данных рабочего участка. Это составляет примерно от половины до целого дня для сканирования небольшого или среднего сайта, плюс день или два обработки. Это достаточно дорого и трудоемко, чтобы сделать его довольно редким. Одним из наиболее важных достижений, привнесших AR в строительные проекты, является одновременная локализация и картографирование, или SLAM (Рис. 3).



Рисунок 3 – Пример ручного AR сканера

Системы SLAM используют данные датчиков, для отслеживания местоположения объекта и картографирования пространства вокруг него. В этом преимущество SLAM: он работает в режиме реального времени и не нуждается в GPS. Применительно к транспортному строительству SLAM позволяет рабочим пройти через проектную площадку и за считанные минуты нанести ее

на карту в мельчайших деталях. Этот захват 3D-реальности точно показывает, что происходит на месте проекта, с точностью примерно от 2 см до 5 мм. Рабочий идет по площадке, держа в руках сканер.

Это займет всего несколько минут. Пока он идет, он создает высокоточную карту всего, что находится на сайте, загруженном в облако. Программное обеспечение в облаке сравнивает только что сделанную карту сайта с BIM-моделью, таким образом сравнивая физическую реальность проекта на сегодняшний день с желаемым результатом в плане. Любые ошибки на сайте, которые не входят в BIM-модель, выявляются, позволяя бригадам исправить их на ранней стадии. Программное обеспечение также отслеживает завершение проекта, держа команду в курсе прогресса, ожиданий и затрат (Рис. 4).

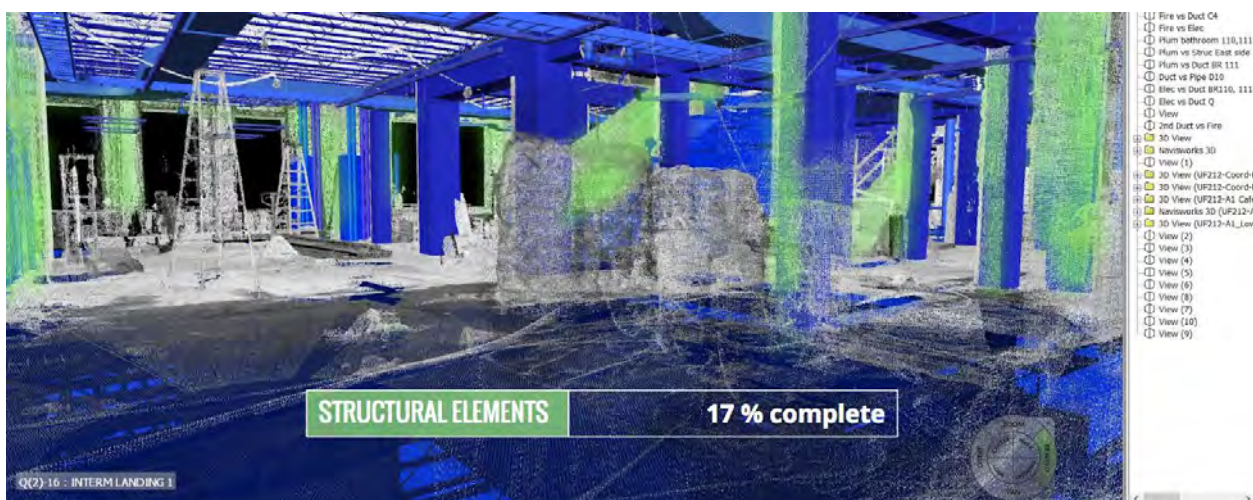


Рисунок 4 – Создание и анализ облачной модели

Литература:

21. Hoar Constriction [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://hoar.com>. – Дата доступа: 16.12.2020.
22. ASCE Library [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://ascelibrary.org>. – Дата доступа: 16.12.2020.
23. National Institute of Building Sciences [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://www.nationalbimstandard.org>. – Дата доступа: 16.12.2020.
24. LetsBuild [Электронный ресурс]. : – Режим доступа: <https://www.letsbuild.com>. – Дата доступа: 16.12.2020.

МОСТ ЗОЛОТЫЕ ВОРОТА

*Феськов Даниил Константинович, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Мост Золотые Ворота – один из самых узнаваемых мостов в мире, а также любимец американских кинорежиссёров, которые стараются показать этот мост чуть ли не в каждом своём фильме. А всё дело в том, что мост стоит в очень красивом месте, к тому же его цвет, тип и огромные размеры привлекают абсолютно всех. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Мост Золотые Ворота

Мост Золотые Ворота – это висячий мост, который соединяет город Сан-Франциско и южную часть округа Марин, между которыми течёт пролив Золотые Ворота. Длина этого моста составляет 2737 метров, высота – 227 метров над водой, а масса его почти 900 тысяч тонн. После осознания этих масштабов и годов в которых строили этот мост, просто приходишь в недоумение. Даже с учётом того, что на улице сейчас 2020 год, технологии во всех отраслях уже заходят очень далеко, чем поражают, не понимаешь, как такую огромную постройку мог сделать человек. А это с учётом того, что мосту на данный момент 83 года. И да, строительство моста началось в 1933 году, 5

января. Строительством моста руководил Джозеф Страусс, но, как везде упоминается, на самом деле спроектировали мост и выполнили все математические вычисления для него Риги Лев Моисеев и Чарльз Альтон Эллис, однако из-за натянутых отношений с Джозефом Страуссом их имена не были вписаны в табличку строителей моста, которая находится на южной башне. Риги Лев Моисеев и Чарльз Альтон Эллис, во всех источниках упоминаются как неупомянутые строители Моста Золотые Ворота. На строительство моста ушло 4 года, 27 мая 1937 мост был открыт. На открытии моста перерезали не ленточку, а стальную цепь. Но в первый день мост отдали пешеходам, машины 27 мая по мосту не ездили. Такую же идею воплотили в жизнь 24 мая 1987 года, когда мосту исполнилось 50 лет. В этот день по мосту прошло около 300 тысяч пешеходов. Покраску моста производят 38 маляров, которые постоянно заняты этим. Так же этот мост некоторое время считался самым крупным висячим мостом в мире. Однако, у него есть и плохая репутация, мост Золотые Ворота является самым популярным в мире местом у самоубийц. Бывало и такое, что сюда приезжали туристы для того чтобы покончить с собой. По статистике, раз в две недели тут происходит самоубийство. Первый случай суицида на этом мосту был зафиксирован спустя несколько недель после открытия. В 1995 году официальный подсчёт самоубийц прекратили, так как их число превысило тысячу человек. Так же 1995 год был самым большим по числу прыгнувших с моста людей, за год на этом мосту покончили с жизнью 45 человек. А рекордное число самоубийств за один месяц, было в августе 2013 года, в тот месяц на мосту покончили с собой 10 человек. За год патрульная служба снимает с моста около 70 человек пытающихся прыгнуть. Бывали такие случаи, что с этого моста прыгивали родители со своими маленькими детьми. Самыми маленькими жертвами были 5-летняя Мэрилин Демонт и 3-летняя Келли Пэйдж, которых скинули с моста их родители, а после прыгали сами. А бывало и такое, когда прыгнувшие с моста люди выживали. По данным на 2006 год, из всех прыгнувших с моста выжило 26 человек. Был такой случай, когда молодой человек прыгнул с моста и выжил, а после сам добрался в больницу. А есть такая девушка, которая прыгала с этого моста два раза, но, к сожалению, второй раз был со смертельным исходом. Да, мост имеет и трагичную историю, но это не перестает делать его такой великой постройкой.

МАГДЕБУРГСКИЙ ВОДНЫЙ МОСТ

*Фомичёв Андрей Андреевич, студент I-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский Национальный Технический Университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

В Европе акведуки (водные мосты) обеспечивали города водой на протяжении многих веков. С появлением системы каналов в XVII веке их также стали использовать для судоходства. Сейчас акведуки строят над реками, железными дорогами и даже трассами. По ним ходят паромы, корабли, лодки, тем самым значительно сокращая путь. Кроме того, мосты – неотъемлемая часть внешнего облика всех городов, они соединяют берега рек, проливов, помогая людям быстрее добраться до нужного места.

В мире множество необычных, но так необходимых сооружений и одно из них находится в Германии. Одним из самых необычных инженерных сооружений является — Магдебургский водный мост (нем. Kanalbrücke Magdeburg, англ. Magdeburg Water Bridge), весь же путь называется — Wasserstraßenkreuz Magdeburg, который расположен в 10 км к северу от центра Магдебурга и пересекает реку Эльба.

Магдебургский водный мост сделан так, что над рекой Эльба протекает по мосту еще одна река, получается как бы "Река над рекой". Магдебургский водный мост — самый длинный судоходный мост Европы. Этот мост соединяет два канала: канал Эльба-Хафель (Elbe-Havel-Kanal) и Среднегерманский канал (Mittellandkanal), через который осуществляется сообщение с индустриальным районом — Рур, что является важным для экономики и промышленности страны.

На правом берегу Эльбы у моста находится населённый пункт Хоэнварте. Водный мост связывает между собой Магдебург, Берлин и Ганновер. Это уникальное инженерное сооружение для передвижения грузовых судов ещё называют водным перекрёстком. Его проект планировался почти 80 лет, и только в 2003 году произошло торжественное открытие важного для всей Германии речного пути.

Стоит выделить основные технические параметры данного инженерного сооружения:

- Длина всего сооружения составляет 918 метров, из которых над сушей проложено 690 метров, а остальные 228 — над водой.
- На строительство было затрачено 24 000 тонн стали и 68 000 м³ бетона.

- Благодаря тому, что глубина канала составляет 4,25 м, здесь свободно могут пройти речные суда и баржи длиной до 85 м и осадкой до 2 м.
- Ширина русла, по которому ходят суда, составляет почти 34 м. Это даёт возможность загружать баржи до 1,3 тыс. тонн.
- Длина пролетов доходит до 106 м.

Кроме всего выше перечисленного, рядом с гидротехническим сооружением в Магдебурге находится судоподъёмник — механизм, с помощью которого осуществляется подъём и спуск судов с одного уровня водного пути на другой, а также шлюз, с помощью которого осуществляется переход судов из одного водного бассейна в другой с различным уровнем воды. Так как в Эльбе уровень воды ниже, чем в канале Эльба-Хафель и Среднегерманском канале, в 2003 году с восточной стороны моста был построен двойной шлюз Хоэнварте, для спуска судов в канал Эльба-Хафель. Для спуска судов в Среднегерманский канал используется судоподъёмник Ротензее в западной части моста. С этой стороны также есть шлюз, который начали эксплуатировать с 2001 года.

Впервые оригинальная идея строительства водного моста возникла в умах немецких инженеров в начале XX века (1919 год) и даже были предприняты некоторые шаги к её осуществлению. В 1905 году началось строительство Среднегерманского канала, которое завершилось в 1938 году судоподъемником в Ротензее. Затем приступили к возведению водного моста и шлюзов в Хоэнварте. Но к сожалению завершить проект помешала Вторая мировая война, а затем и разделение Германии на ГДР и ФРГ и строительство моста отложилось на неопределённый срок. И лишь только спустя 60 лет в 1997 году, после воссоединения Германии, опоры водного моста, возвышающиеся по обе стороны реки, были соединены, что ознаменовало о скором завершении строительства данного проекта. Возведение Магдебургского водного моста началось в 1997 году, а в октябре 2003 года водный мост был уже открыт, что немного для такого грандиозного инженерного сооружения. Данный проект стоил стране приблизительно 500 миллионов евро. Зато теперь берлинский внутренний порт соединён со всеми существующими речными портами в стране.

На сегодняшний день это один из самых необычных акведуков в мире, который имеет важное практическое значение для судоходства всей Германии. Он соединяет внутренний порт Берлина с портами на Рейне, до его постройки корабли и баржи вынуждены были делать крюк примерно в 12 км через судоподъёмник Ротензее, по Эльбе и через шлюз Нигрипп, что было к тому же и не совсем безопасно. Отгрузка и загрузка барж останавливалась, когда уровень реки Эльбы падал, но теперь эта проблема была решена, и судна могут без каких-либо остановок перевозить грузы до 1 350 метрических тонн, ранее же они могли быть загружены только 800 метрическими тоннами. Согласно проведенному

анализу в 2010 году, пропускная способность водного пути между двумя каналами возросла в два раза. Это явно увеличивает рост всего грузового потока внутри страны и, соответственно, положительно влияет на экономику.

В настоящее время Магдебургский водный мост посещает много туристов и посетителей, для них будет интересно прокататься на единственном в мире судоподъёмнике для малых прогулочных судов непосредственно находясь на борту. Благодаря этому инфраструктура вокруг моста тоже развита, здесь предусмотрены места для стоянок автомобилей, широкие велосипедные и пешеходные дорожки, даже есть маленький музей посвящённый истории строительства этого моста. В целом это очень основательная, крепкая и добротная постройка.

Литература:

25. Национальный Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс] / Информационно-аналитическое агентство Sea News. - Режим доступа: <https://seanews.ru/2020/08/04/ru-sudohodnyj-most-v-germanii/>
26. Национальный Интернет-портал Российской Федерации [Электронный ресурс] / „Мир красив! «. - Режим доступа: <http://www.mirkrasiv.ru/articles/magdeburgskii-vodnyi-most-kanalbr-252-cke-magdeburg-germanija.html> - Дата доступа : 30.09.2014

HENDERSON WAVES В СИНГАПУРЕ

*Фомченко Дарья Дмитриевна, студент 1-го курса
кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г.Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

ГОРОД-ШТАТ СИНГАПУР - самый зеленый город в Азии согласно Индексу зеленых городов. Зеленый покров так называемого города-сада составляет почти 50 процентов, а пышная среда поддерживается за счет акцента на возобновляемые источники энергии и устойчивость в будущем. Часть взаимосвязанной системы - это Южные хребты, 10-километровая тропа на юге города. Именно здесь вы найдете волны Хендерсона -это самый высокий пешеходный мост в Сингапуре (Рис.1).

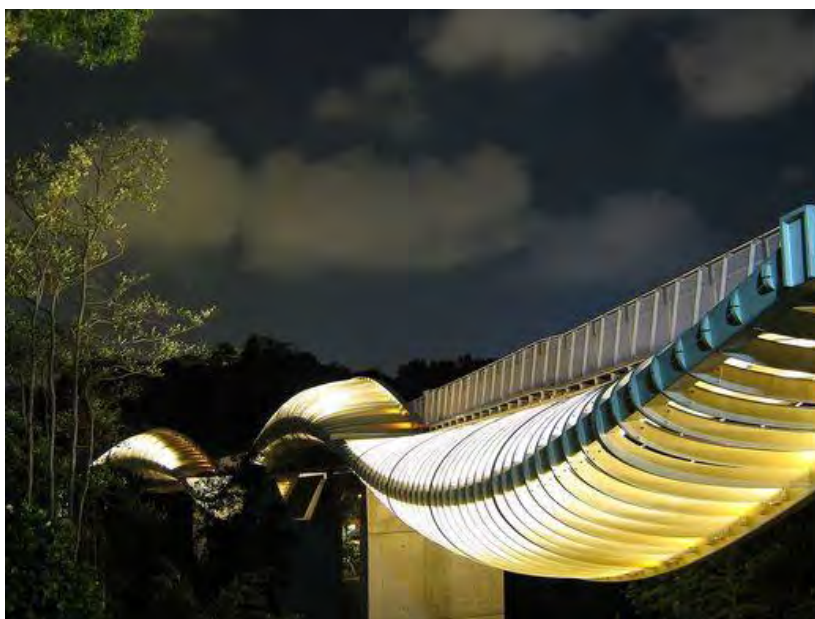


Рисунок 1 – волны Хендерсона

Идея создания Южных хребтов была задумана в 2002 году. Ее цель заключалась в соединении ряда парков, расположенных вдоль южного хребта Сингапура, с одной тропой, проходящей между парками горы Фабер, Телок Бланга и парками Кент-Ридж и заповедником Лабрад . Для этого местные власти построили несколько архитектурно поразительных пешеходных мостов и пешеходных дорожек, соединяющих различные зеленые зоны, стоимостью 25,5 млн сингапурских долларов (18,5 млн долларов США).

«Волны Хендерсона», построенные в 2008 году, являются наиболее впечатляющими из всех мостов на маршруте. Этот мост соединяет парк горы Фабер с парком Телок-Бланга-Хилл, протяженностью 899 футов (274 метра) и высотой 118 футов (36 метров) над Хендерсон-роуд.

Самая примечательная особенность моста - его органичный волнообразный дизайн. Сама дорожка образована планками из желтой древесины балау, полученной от сертифицированных лесозаготовительных хозяйств в Восточной Малайзии. Вокруг дорожки текут «волны». Волны образованы семью волнистыми изогнутыми стальными ребрами, которые на разных этапах поднимаются над дорожкой или под ней. На некоторых участках волна течет высоко над мостом, образуя ниши, которые обеспечивают защищенные зоны отдыха для пешеходов. (Рис 2,3)



Рисунок 2



Рисунок 3

Мост был спроектирован так, чтобы интегрироваться с зелеными насаждениями вокруг него. В то же время мост создавался с учетом многофункциональности. Он не только соединяет две зеленые зоны, но и сам по себе обеспечивает возможность отдыха.

Это популярное место для бегунов и пешеходов, а также пар и семей, которые приходят посидеть в затененных алькоках. Люди приезжают сюда, чтобы насладиться панорамным видом на город, гавань и Южные острова. Орнитологи идут по мосту, чтобы увидеть различных птиц, которых можно увидеть в окружающем пологие. А ночью вас ждут разные впечатления. Каждый день с 19:00. и в 2 часа ночи мост освещается светодиодными огнями, создавая световую волну, которая течет через ночь Сингапура.

БАШНИ-КОБРЫ КУВЕЙТЕ

*Хмельницкий Богдан Николаевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

В 21 веке активно увеличивается население и соответственно рост городов. Поэтому логично и правильно строить многоэтажные здания. Однако данный проект многоэтажного сооружения воистину вдохновляет своими размерами и видом. Планировочная высота сооружения будет составлять 1 км. (Рис.1).



Рисунок 1 – Фасад башни

Строительство восхитительного строительного сооружения должно было начаться еще в 2008 году. Виной всему неожиданно наступивший мировой экономический кризис. Однако строительство башен-мечты планировочное должно начаться в 2025 году. Проект башен был разработан архитектурной

фирмой CGI (CDI Gulf International), а заказчиком является компания Infosys. (Рис.2).

Оригинальность этих башен заключается в эффекте движения по спирали. Один из главных сложностей, с которыми столкнулись архитекторы: как будет построен лифт. Ведь из-за своей необычной конструкции обычный подъемник сюда невозможно установить. Поэтому для функционирования лифта решили использовать интересную технологию, которая будет работать на сжатом воздухе по принципу пневматической трубы.

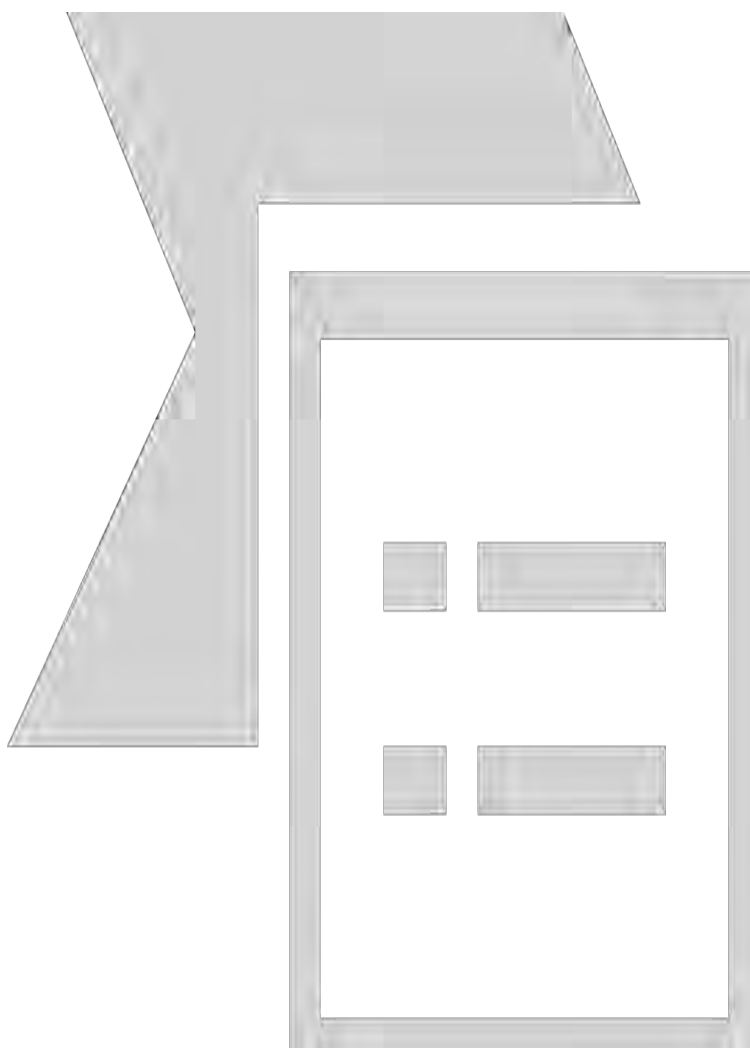


Рисунок 2 – Башни-кобры сверху

Литература:

27. Сайт DEZEEN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dezeen.com/2020/11/10/mad-yuecheng-courtyard-kindergarten-beijing-china/> – Дата доступа: 17.12.2020.
28. Сайт MSN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.msn.com/en-gb/travel/news/mad-tops-beijing-kindergarten-with-red-rooftop-playground/ar-BB1aS32b?li=AAJsPCA&srcref=rss> – Дата доступа: 17.12.2020.

ЖИДКАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ДЛЯ МОСТОВ

*Чаусова Виктория Александровна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Более эффективная гидроизоляция

Чаще всего проблемы бывают с рулонной гидроизоляцией на стыках и швах. Благодаря высокоэффективной жидкой гидроизоляции, эта проблема устраняется, поскольку система затвердевает, образуя монолитную и полностью цельную мембрану, которая предотвращает проникновение воды. Жидкая гидроизоляция равномерно покрывает всю поверхность в соответствии с геометрией настила моста. Таким образом, система устраняет уязвимые стыки и швы и адаптируется к незначительным дефектам поверхности настила моста.

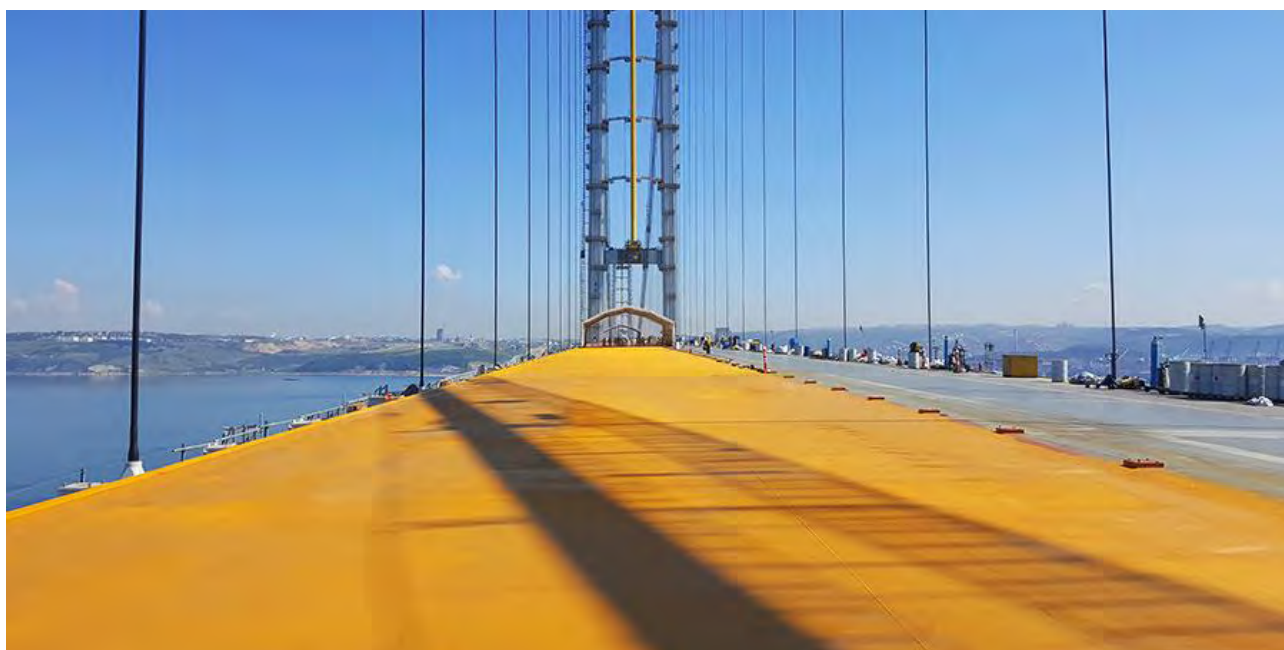


Рисунок 1 – Жидкая гидроизоляционная мембрана

Более прочная адгезия для увеличения срока службы

Предварительно сформированные рулонные гидроизоляционные системы горячего нанесения, как правило, имеют проблемы с достижением адекватной адгезии к основанию для покрытия настила моста. После установки на адгезию горячей рулонной гидроизоляции может негативно повлиять горячее асфальтовое покрытие.

В высокоэффективных системах с жидким нанесением этой проблемы не будет. Жидкая гидроизоляционная мембрана для настила мостов обеспечивает превосходную химическую связь между основанием, мембраной, липким слоем и асфальтовым покрытием. Эта прочная связь способствует долгой работе даже в экстремальных погодных условиях. После нанесения многослойной системы на месте немедленно проводится контроль качества, включая испытания на растяжение, чтобы проверить нанесение непрерывной гидроизоляционной мембраны и эластичность адгезии.

Ускорение строительства моста

С рулонной гидроизоляцией требуется большой объем работы, поскольку предварительно отформованные листы необходимо разрезать, чтобы соответствовать точной геометрии моста и уместить любые детали вдоль моста, такие как деформационные швы.

Обычно гораздо быстрее наносить жидкую гидроизоляцию распылением вместо того, чтобы разрезать на листы. Нанесение гидроизоляции распылением - это высокоэффективный и рентабельный метод установки, который прост и эффективен в проектах с живыми мостами.

Исключите рискованные огневые работы

Рулонные гидроизоляционные мембраны настила мостов часто требуют установки с помощью горелки, что создает угрозу безопасности. Управление по охране труда и здоровья предупреждает, что «все горячие работы потенциально опасны».

Эти риски вынудили некоторые регионы принять дополнительные правила для этой работы. Например, в некоторых районах генеральные подрядчики должны получать разрешения на проведение огневых работ и нанимать специально обученных людей, а также руководителей пожарной охраны для наблюдения за выполнением работ.

Использование жидкого продукта холодного нанесения, такого как жидкая гидроизоляционная мембрана для настила мостов, позволяет избежать дополнительных затрат и хлопот, устраняя необходимость в огневых работах.

Учитывайте структурные движения

Жидкие гидроизоляционные мембраны для настилов мостов с самыми высокими эксплуатационными характеристиками превосходят рулонные мембраны по многим параметрам. Например, настилы мостов из стали, армированного бетоном, неизбежно потрескаются, что приведет к тому, что вода и грязь будут способствовать коррозии арматуры. Эффективная гидроизоляция должна выдерживать движение, особенно распространение трещин, особенно в бетонных основаниях.

Кроме того, мосты часто подвергаются сильным транспортным нагрузкам, сильным ветрам и в некоторых случаях тектоническим сдвигам, которые могут оказывать дополнительное давление на гидроизоляционную мембрану. Жидкие гидроизоляционные мембраны, разработанные специально для настилов мостов неоценимы в обеспечении эффективной работы в этих условиях.

Жидкие гидроизоляционные мембраны с физическими и эксплуатационными характеристиками, разработанные специально для целей гидроизоляции настилов мостов, являются идеальным решением для защиты настилов мостов от преждевременного разрушения и для продления срока службы настилов мостов во все более сложных условиях.

МОСТОУКЛАДЧИК SLJ900/32

*Шукелойть Владислав Геннадьевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Мостостроение очень сложный и кропотливый процесс, который занимает кучу времени и сил, как у инженеров, так и у строителей. Чтобы автоматизировать процесс возведения моста и свести к минимуму ручной труд, китайская фабрика «Beijing Wowjoint Machinery Company» совместно с «Shijiazhuang Railway Design Institute» разработала и произвела на свет «SLJ900/32 Segmental Bridge Launching Machine» (Рис. 1).



Рисунок 1 – SLJ900/32 Segmental Bridge Launching Machine.

Мостоукладчик SLJ900/32 позволяет возводить протяженные мосты, с большим количеством пролетов, заметно ускоряя процесс возведения сооружения. Строителям нужно лишь возводить опоры, а установку и фиксацию уже готовых участков моста сделает «чудо-машина».

С помощью агрегатов такого типа, мостостроение значительно увеличивает свои возможности в возведении мостовых сооружений, а так же дает большой толчок для внушительного развития автоматизированных систем в строительстве. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Пример работы мостоукладчика SLJ900/32.

Литература:

29. Сайт Fircroft [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fircroft.com/blogs/engineering-feat-of-the-month-the-slj90032-bridge-building-machine-71021212039> – Дата доступа: 18.12.2020.
30. Сайт Constrofacilitator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.constrofacilitator.com/automated-segmental-bridge-launching-machine/> – Дата доступа: 21.10.2020.

НОВЫЙ ТИП СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВ «ПРИНЦИП ЗОНТИКА»

*Щербо Алексей Денисович, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национально технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Новый тип строительства мостов «принцип зонтика» был разработан инженерами Венского технологического университета. Этот мост возводится вертикально, а потом раскладывается, как зонтик.

Идея данного строительства была запатентована в 2006 году, его воплотили в жизни только в феврале 2020 года на трассе S7 Фюрстенфельд. Все необходимые испытания были проведены в 2010 году.

Каждая балка имеет длину равную 36 метрам, в итоге общая длина пролета составляет 72 метра. Вес балки составляет около 54-х тонн.

В самом начале эта конструкция состоит из балок, установленных на опору и соединенных в верхней части между собой. Изначально балки являются полыми. Состоят из тонких стенок самой балки и стальной арматуры.

Балки укладываются на опоры с помощью гидравлической системы (Рис. 1) до тех пор, пока не примут горизонтальное положение. Когда они достигают конечного положения, балки начинают заполняться бетоном для формирования основной структуры моста.

Для возведения этого моста требуется возвести конструкцию. Возведение конструкции занимает 2-3 дня, а процесс развертывания моста занимает около 3-х часов. В случае, если понадобится перекрыть автомобильную трассу на время строительства, то этот мост позволит минимизировать неудобство для водителей. Из этого можно сделать вывод, что новая технология позволяет экономить время, деньги и ресурсы.



Рисунок 1 – Опускание балок гидравлической системы

Инженеры говорят, что раздвижные мосты очень удобно возводить в удалённых или труднодоступных местах, также эти мосты удобно возводить на территории национальных парках, где необходимо минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и ландшафт. По мнению экспертов новый тип строительства мостов «принцип зонтика» – это прочность и долговечность мостов. Данная технология строительства мостов имеет будущее и будет преобладает над традиционной технологией конструкции моста.

БРУКЛИНСКИЙ МОСТ

*Мисюль Егор Иванович, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Одной из главных достопримечательностей Нью-Йорка является Бруклинский мост. Это один из самых древних висячих мостов США. Он пользуется огромной популярностью у туристов, приезжающих в Нью-Йорк. Мы часто встречаем этот мост на широких экранах в различных кинокартинах. Также, этот мост считается одним из самых популярных и красивых мостов во всем мире. (Рис. 1)

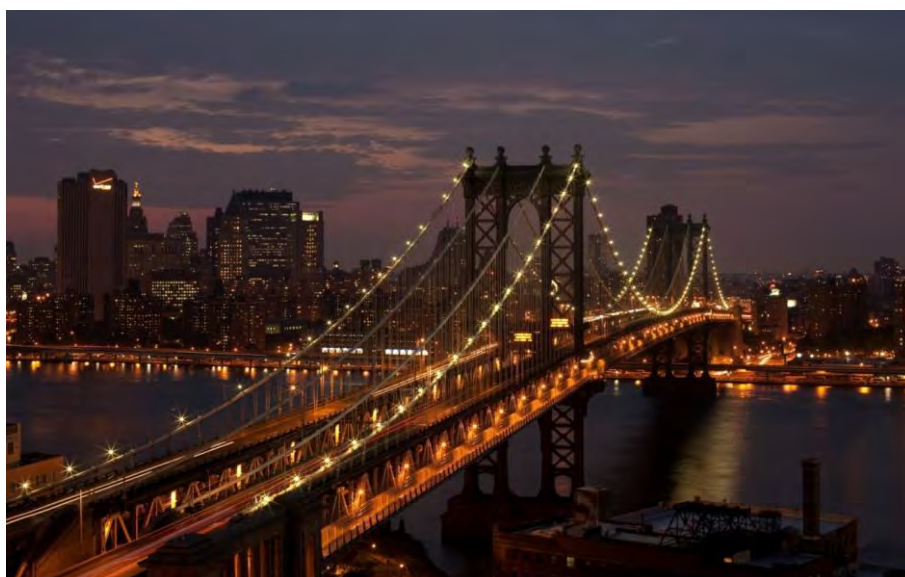


Рисунок 1 – Бруклинский мост

Бруклинский мост простирается над проливом Ист-Ривер, соединяя острова Манхэттен и Лонг-Айленд. Его общая длина составляет 1825 метров, ширина – 26 метров. На момент окончания строительства это был самый длинный подвесной мост мира. Дорожное полотно моста удерживают четыре троса (кабеля) диаметром около 40 сантиметров, причем каждый из них состоит из 5 434 стальных жил. Эти несущие тросы опираются на два построенных в готическом стиле пилона, возвышающихся над водой на 84 метра.

Спроектировал этот мост знаменитый американский архитектор Джон Аугустус Роблинг. В своем сооружении он решил применить инновационные, по тем временам стальные тросы, надежность которых вызывала сомнения. К

сожалению, сам архитектор не успел увидеть даже начала строительства, он умер в 1869 году. Дело своего отца продолжил его сын – Вашингтон Роблинг. Строительные работы продолжались долгих тринадцать лет. Торжественное открытие Бруклинского моста состоялось 24 мая 1883 года. (Рис. 2)



Рисунок 2 – Бруклинский мост в древности

В настоящее время Бруклинский мост- одно из наиболее узнаваемых мест Нью-Йорка. Он функционирует в полную силу, предоставляя автомобилистам шесть полос для движения. Для пешеходов, посередине моста проходит специальная пешая дорожка, которая пользуется особой популярностью у людей. Около 4 000 человек пересекают Бруклинский мост каждый день. Прогулка по мосту в среднем занимает 20 минут. А вот общественный транспорт не передвигается по мосту.

Литература:

31. Интернет - портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://putidorogi-nn.ru/severnaya-amerika/494-bruklinskii-most>. - Дата доступа: 21.12.2020
32. Интернет - портал Российской Федерации [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://travelask.ru>. - Дата доступа: 21.12.2020

ВИДЫ БАЛОЧНЫХ МОСТОВ

*Эртман Виктор Алексеевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

На сегодняшний день балочный мост - самый распространенный тип моста, который наиболее часто используется в мостостроении.

Балочные мосты - это самые простые мостовые конструкции. Они предназначены для перекрытия небольших расстояний, пролетов, не более 10-ти метров. Основных элементов в балочных мостах два: балки (их называют еще пролетные строения) и опоры. Балка представляет собой жесткий горизонтальный элемент. Опора представляет собой вертикальный столб. В качестве опор могут быть использованы и структуры природного происхождения такие, как берега рек, склоны гор, ущелий и т.д. Балками перекрывают расстояния между опорами. Опоры поддерживают балки с обоих концов. При этом опоры воспринимают только вертикальные нагрузки от балок.

В зависимости от того, какие типы балок использованы, различают два основных типа балочных мостов:

- коробчатые балки. Сделаны из стали или бетона и имеют форму длинной коробки, открытого ящика;
- балки, которые имеют I- или T-образную форму.

При строительстве балочных мостов применяют балки разного типа, изготовленные из разного вида строительного материала. Различают мосты с пластинчатыми балками, мосты с катаными стальными балками, когда в изготовлении используется металл, мосты с железобетонными и предварительно напряженными балками, когда в изготовлении используется бетон, мосты с деревянными балками, когда в изготовлении используется дерево.

Использование балочных мостов имеет широкое применение в строительстве у нас в Беларуси, в том числе в Витебской области. Эти мосты имеют богатую историю, имеют большое практическое значение, радуют жителей своей функциональностью и эстетическим видом. За последнее время только в Витебской области реконструированы такие мосты, имеющие балочную конструкцию, как Красный мост через реку Полоту в г.Полоцке, Покровский мост через реку Западную Двину в г.Полоцке, мост через Гапеев овраг в г.Витебске, Полоцкий путепровод в г.Витебске.



Рисунок 1 – Балочный мост

Секция 2
АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

К ВОПРОСУ О МОДЕРНИЗАЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИДОРОЖНЫХ СЕРВИСОВ НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Булах Руслан Валерьевич, магистрант
кафедры «Строительства и городского хозяйства»
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород
(Научный руководитель – Шарапов О.Н., старший преподаватель)*

Актуальность данной темы обусловлена тем, что транспортная сеть является важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры города. Наряду с другими отраслями, она обеспечивает базовые условия жизнедеятельности населения, являясь важным инструментом достижения социальных, экономических и внешнеполитических целей.

Обеспечение комфортной окружающей среды для человека и удовлетворение его потребностей – одна из основополагающих задач современного общества, которая требует немалых интеллектуальных и материальных вложений [1-4].

Вследствие роста экономического благополучия, развития сферы услуг и повышения туристского интереса в нашей стране государство в настоящее время все большее внимание уделяет развитию дорожно-транспортной сети, придорожной инфраструктуры и благоустройству придорожной системы.

Необходимость создания придорожных сервисных комплексов продиктована объективными причинами, возникшими в последние годы. В первую очередь, это возросшая мобильность населения, необходимость в активном передвижении и, как следствие, интенсивный рост автомобилизации. По данным аналитического агентства «Автостат» в России количество автомобилей на 1000 жителей за последние 20 лет увеличилось с 113,7 до 285 тысяч [5]. Естественно, этот факт способствует строительству новых магистралей, росту туристического движения и повышению требований населения к сервисному обслуживанию транспортных средств.

Создание многофункциональных придорожных комплексов является правительственной задачей, которая находит значительную поддержку на всех уровнях реализации. Такие проекты являются долгосрочными и, поэтому, выгодными для финансовых вложений и партнерского сотрудничества [5].

На сегодняшний день разрозненность и удаленность сервисных объектов на трассе порождает огромные неудобства. Люди тратят большое количество времени на поиск того или иного предприятия сферы услуг находясь в дороге, или им приходится брать большое количество вещей первой необходимости, что, естественно, создает некомфортные условия передвижения. Поэтому, создание таких комплексов значительно улучшит положение придорожного сервиса и в корне изменит представления автомобилистов о возможностях и качественной стороне услуг.

Проекты предусматривают возможность получения технического обслуживания и полноценного сервиса в рамках единого комплекса, на территории которого можно получить широкий спектр автотранспортных услуг, полноценно отдохнуть и сделать покупки. Это удобно и выгодно для всех участников дорожного движения. В то же время, сторона, предоставляющая эти услуги, сможет успешно развивать свой бизнес за счет ежегодного увеличения потока потребителей.

Многофункциональный придорожный комплекс включает такие объекты придорожного сервиса, как «здания и сооружения, расположенные на придорожной полосе и предназначенные для обслуживания участников дорожного движения в пути следования (мотели, гостиницы, кемпинги, станции технического обслуживания, автозаправочные станции, пункты питания, торговли, связи, медицинской помощи, мойки, средства рекламы и иные сооружения);» [6].

В Белгородской области концентрация придорожных комплексов приходится на крупные направления, такие как Москва-Белгород, Белгород-Ростов, Белгород-Россошь. Открылись они благодаря реализации подпрограммы «Развитие туризма, ремесленничества и придорожного сервиса» госпрограммы «Развитие экономического потенциала и формирование благоприятного предпринимательского климата в Белгородской области на 2014-2020 годы» [7].

Существующие объекты придорожного сервиса в Белгородской области вмещают в себя гостиницы, кафе, рекреационные зоны, сауны, автосервисы и автостоянки (Рис. 1). Но этот спектр услуг узок и не соответствует требованиям, удовлетворяющим диапазон потребностей.

В связи с вышесказанным, разработка многофункционального объекта придорожного сервиса в рамках курсового проектирования по дисциплине «Архитектурно-конструктивное проектирование доступной среды» является актуальной и целесообразной, так как привлечет внимание общественности к рассматриваемой проблеме, позволит более детально изучить данный вопрос [8, 9].

а



б



Рисунок 1 – Придорожные комплексы Белгородской области:
 «Теплый стан» г. Короча (а);
 «Транзит31» в пос. Октябрьский (б)

Исследовав основные направления движения автотранспорта в области, проанализировав места расположения и сосредоточения придорожных комплексов, было принято решение запроектировать объект в Волоконовском районе, в одиннадцати километрах от районного центра поселка Волоконовка, на берегу водоема вдоль трассы Белгород-Валуйки. Обусловлено это, в первую очередь, тем, что в радиусе 80 км отсутствуют какие-либо гостиницы, базы отдыха, наблюдается дефицит мест общественного питания и отдыха. Поэтому, проектирование спа-центра с гостиничным блоком, рестораном и парковкой для автомобилей является обоснованным выбором. Более того, разработка данного рекреационного пространства будет способствовать развитию такого нового и перспективного направления отрасли экономики района, как сельский туризм в рамках Федеральной целевой программы «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011-2018 годы)» [10].

На сегодняшний момент за рубежом сформирована развитая отрасль рекреационно-туристической деятельности, которая занимает прибыльную ячейку в экономике развитых стран. Но, к сожалению, Россия существенно отстает в обустройстве придорожных пространств и в создании развитой сети придорожных рекреационных комплексов [11,12]. Поэтому необходимо привлечь больше внимания правительства и общественности к развитию отечественного придорожного сервиса, внедрять проекты и повышать уровень жизни населения в России.

Совершенствование инфраструктуры придорожного сервиса Белгородской области является необходимым для развития и дальнейшего роста транспортной сети города в целом. Важно понимать, что необходимо найти баланс между потребителями транспортных услуг и транспортными предприятиями. Без принятия своевременных действий нынешняя ситуация на дорогах города будет только ухудшаться.

Литература:

1. Ведомственные строительные нормы. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. ВСН 25-86 (утв. Минавтодором РСФСР от 29.01.86). – М.: Транспорт, 1988. – 103 с.
2. ОДМ 218.4.005-2010 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. – М.: Росстандарт, 2010. – 91 с.
3. ОДМ 218.4.039-2018 Рекомендации по диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог. – М.: Росстандарт, 2018. – 109 с.
4. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*. – М.: Росстандарт, 2012. – 127 с.
5. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89. – М.: Росстандарт, 2011. – 114 с.
6. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
7. Васильев А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. – Т.1: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – 3-е изд., стер. – М.: Изд. «Академия», 2010. – 320 с.
8. Васильев А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. – Т.2: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – 3-е изд., стер. – М.: Изд. «Академия», 2010. – 320 с.
9. Косухин М.М., Шарапов О.Н., Шаповалов С.М. Планировка микрорайона города: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. – 87 с.
10. Косухин М. М., Шарапов О. Н., Шаповалов С. М. Транспортные системы городов: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. – 257 с.
11. Шарапов О.Н., Апалькова Л.В. Повышение долговечности дорожных бетонов полифункциональными модификаторами // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. С. 1018-1021.

12. Косухин М.М., Косухин А.М., Шарапова Ю.А., Шарапов О.Н. Обеспечение долговечности, эксплуатационной надежности, комфортности и экологической безопасности улично-дорожной сети путем использования цементобетонных дорожных покрытий на модифицированном вяжущем // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №3. С. 31-37.
13. Косухин М.М., Шарапов О.Н., Богачева М.А., Косухин А.М. Вопросы энергосбережения в условиях устойчивого функционирования, модернизации и развития жилищного фонда // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №10. С. 51-61.

НЕОБХОДИМОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЛИВНЕВОЙ СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ ПРИДОРОЖНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА БЕЛГОРОДА

*Булах Руслан Валерьевич, магистрант
кафедры «Строительства и городского хозяйства»
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород
(Научный руководитель – Шарапов О.Н., старший преподаватель)*

Актуальность данной проблемы обосновывается тем, что существующая на сегодняшний день сеть ливневой канализации не соответствует необходимым требованиям, предъявляемым к ней. К таким требованиям можно отнести полноценный отвод дождевых и талых вод с улиц города. Для решения такого рода задач необходимо проводить реконструкцию, совершенствование и улучшение качества существующей и эксплуатируемой в настоящее время ливневой сети канализации.

Сеть ливневой (дождевой) канализации, по сути, является составляющей системы общей канализации и предусматривается в целях организованного отвода дождевых и талых вод (выпавших осадков), а так же периодически сбрасываемых в нее, так называемых, «чистых вод», образующихся на предприятиях при выполнении технологических процессов.

В зависимости от способа отвода атмосферных осадков сети ливневой канализации можно классифицируются на три вида (Рис. 1) [1, 5].

На сегодняшний день в городе Белгороде бурными темпами протекает развитие строительного комплекса. Как следствие, сооружение общественных, культурных и промышленных объектов, а также застройка жилых массивов города требует обязательного устройства системы канализации, в том числе и ливневой сети.

Наиболее распространенным и преобладающим на данный момент способом отвода атмосферных осадков в городе Белгороде являются применение водотоков открытого типа [2, 6].

Отвод талых и дождевых вод с улиц города Белгорода, как уже было отмечено прежде, является актуальной проблемой на сегодняшний день, требующей принятия мер по ее устранению, потому как существующая канализационная система города не может обеспечивать полноценного приема талых и дождевых вод, поступающих из ливневой сети.

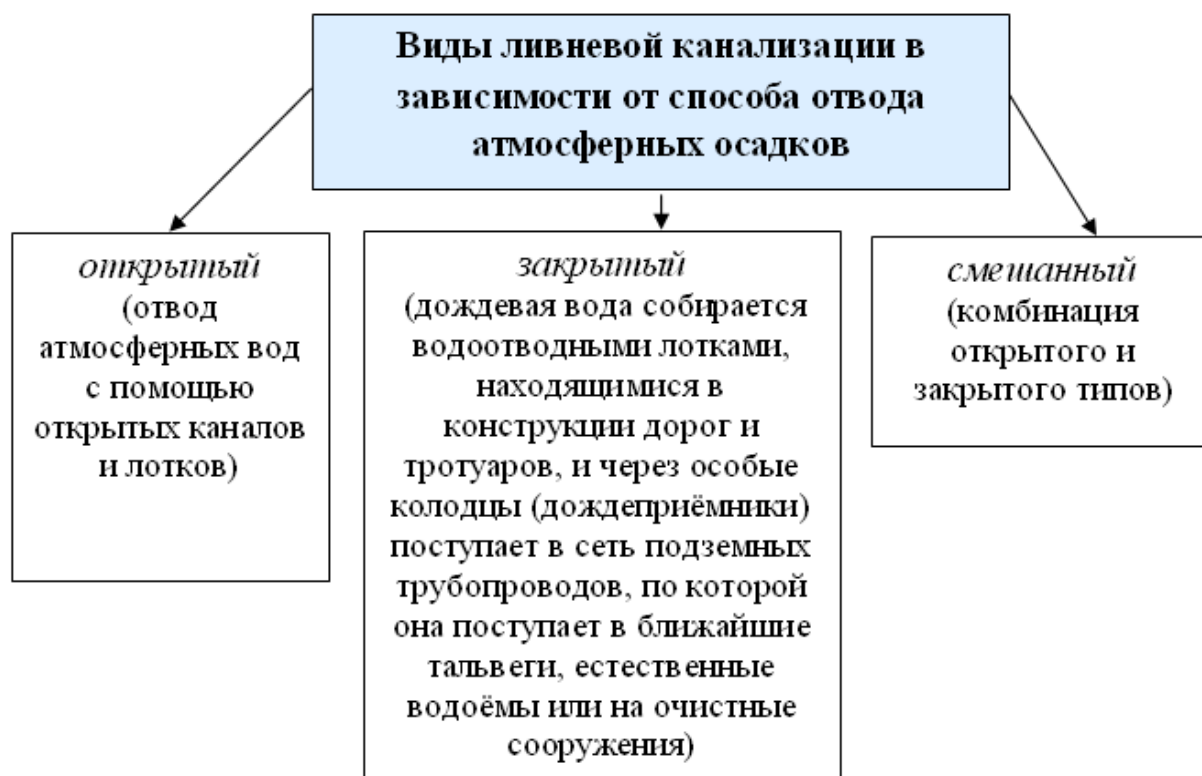


Рисунок 1 – Классифицируются сети ливневой канализации

В настоящее время, существующая сеть ливневой канализации в городе Белгороде имеет общую протяженность сетей в 118,25 км. Такая сеть состоит из отдельных закрытых ливневых стоков с территорий капитальной застройки в южной, центральной и северной частях города. Необходимо отметить, что сброс городских ливневых стоков в овражно-балочную сеть осуществляется десятью коллекторами, по которым сбрасываемые с городских территорий поверхностные воды попадают в такие реки как Везелка, Гостенка и Северский Донец. Так же, сброс городских ливневых стоков в реку Везелка, осуществляется при помощи восьми коллекторов, а в реку Северский Донец, такой процесс осуществляется тремя коллекторами [3].

Примером того, что существующая на сегодняшний день сеть ливневой канализации не соответствует нормам, могут наглядно служить те дни, когда улицы центра города и его окраины подвержены действию сильных дождей и паводков (Рис. 2).

В связи с несовершенством сетей ливневой канализации, как следствие, возникает проблема экологической безопасности открытых водоемов в Белгороде, которая отнесена к приоритетным направлениям социально-экономического развития города и требует немедленного принятия необходимых мер [2].



Рисунок 2 – Несоответствие существующей сети ливневой канализации требуемым нормам

Таким образом, создание системы контроля, а так же удаление загрязняющих веществ, сбрасываемых в водоемы – это та задача, которую необходимо решать незамедлительно, так как загрязнение водоемов, в которые осуществляется сброс ливневых вод, принимает угрожающий характер.

Связанно это с тем, что в овражную систему и открытые водотоки по различным лоткам, кюветам и канавам осуществляется сброс больших объемов городских ливневых стоков. Решение такого рода проблемы отведения поверхностных вод с городских территорий является разработка и внедрение комплексного проект ливневой канализации города Белгорода [3].

Обеспечение отвода талых и дождевых вод с поверхности проезжей части эксплуатируемой системой ливневой канализации на сегодняшний день не соответствует необходимым требованиям из-за того, что проектные уклоны не в полной мере соответствуют норме, поскольку город Белгород построен на пересеченной местности. Годовая норма осадков составляет примерно 550 мм, а суточный максимум осадков составляет 83 мм [3].

В связи с тем, что на территории города Белгорода широко развитыми являются эрозионные процессы, вызванные хозяйственной деятельностью и инфильтрацией атмосферных осадков, а так же высоким уровнем залегания грунтовых вод, большое значение имеет устройство непрерывно действующей сети ливневых стоков в системе овражно-балочных структур и карьерных разработок [3].

Необходимость наличия сети ливневой канализации также диктуется тем, что на территории города практически повсеместно грунты являются просадочными и при их замачивании происходит потеря своей нормативной несущей способности [3].

Эксплуатируемые в настоящее время, сети ливневой канализации подлежат ремонту, потому как в центральной части города практически вся действующая сеть ливневой канализации была проложена еще в шестидесятые годы прошлого века [2].

Значительным фактором, влияющим как на стоимость и условия строительства новой сети ливневой канализации, так и на количество талых и дождевых вод, подлежащих транспортировке на очистные сооружения или естественные водоемы, является наличие плотной застройки, большое количество проездов и дворовых территорий, большая площадь твердого покрытия улиц, а также высокая насыщенность подземными коммуникациями в центральной части города Белгорода [5, 8].

Заиливание трубопроводов канализации и их зарастание происходит, главным образом, из-за того, что газоны по отметкам располагаются выше проезжей части ряда улиц, и, кроме того, из-за отсутствия или неудовлетворительного состояния в тоже время благоустройства дворовых территорий и из-за ряда других факторов [3, 7].

Весной трубопроводы сети ливневой канализации часто засоряются из-за попадания и частичного оседания в них песка, которым посыпается проезжая часть улиц в зимнее время, даже при наличии в сети специальных пескоулавливающих установок [3, 6].

Вследствие того, что строительство сетей канализации, в том числе и ливневой сети в южной части города осуществлялось в разное время и в процессе строительства участки застройки были выделены различным заказчикам, проектирование и возведение сетей и сооружений не было скоординировано и увязано, что не способствовало созданию единой системы [2].

Для того чтобы устранить все вышеперечисленные недостатки и обеспечить успешное соответствие сети ливневой канализации своему функциональному назначению необходима реализация в жизнь следующего ряда целей:

1. обеспечить эффективное функционирование системы ливневой канализации за счет отвода воды в период интенсивных резких оттепелей, осадков, и паводков, что улучшит качество жизнедеятельности горожан;

2. следует произвести мероприятия по очистке ливневых и ливнеприемных трубопроводов, колодцев и коллекторов существующей сети ливневой канализации;

3. увеличить межремонтные сроки службы дорожного покрытия;

4. повысить эффективность использования выделяемых средств на модернизацию и содержание системы ливневой канализации [3, 5, 7].

Необходимым условием для достижения поставленных целей является решение следующих задач:

1. организация постоянно действующей системы водоотвода;

2. расширение и реконструкция действующей сети ливневой канализации;

3. установление постоянного контроля над объемом твердого осадка отправляемых в водоемы поверхностных стоков;

4. не допускать переувлажнение дорожного покрытия в результате отвода ливневых потоков;

5. необходимо производить очистку русел рек города Белгорода от наносов поверхностного стока, применяя эффективное технологическое оборудование по расчистке [3, 6, 8].

Главной целью с точки зрения экологии является уменьшение негативного воздействия на состояние рек города Белгорода поверхностного стока, которая может быть осуществлена путем решения следующего ряда задач:

1. необходимо добиться снижения отрицательного воздействия поверхностного стока на экологическое состояние рек Везелка, Северский Донец, и Гостенка;

2. повысить экологической безопасности водоемов и рек;

3. следует осуществить снижение водной эрозии земель, за счет организации постоянно действующей сети поверхностного ливневого стока;

4. осуществить реконструкцию и совершенствование существующей сети ливневой канализации;

5. организовать систему расчистки русел рек города от осадка поверхностных стоков, а так же его вторичного использования [3, 6].

Таким образом, наличие отвечающей всем необходимым нормативным требованиям сети ливневой канализации является важной составляющей проезжей части и тротуаров города. В периоды смены времен года, вода, остающаяся на поверхности проезжей части и пешеходных переходов, ведет к быстрому износу покрытия дорог и тротуаров. В связи с этим, в местах пешеходных переходов и проезжей части во время паводков и обильных осадков образуются лужи, которые создают дискомфорт и разрушают конструкции улиц

города, тем самым сокращая срок их эксплуатации. С целью устранения пагубного воздействия сточных вод и восстановление целостности дорожного полотна из бюджета города регулярно выделяются средства на ремонт дорог и пешеходных переходов, а так же замены тротуарной плитки [3, 7, 8].

Решением всех этих проблем является устройство сети ливневой канализации города с учетом всех необходимых требований, а также реконструкция и совершенствование уже существующей системы дождевой канализации.

Литература:

1. Дождевая канализация: классификация и устройство [Электронный ресурс]. URL: <http://canalizacia-vsem.com/> (дата обращения 26.10.2020)
2. Информационный портал Белгородской области [Электронный ресурс]. URL: <http://belgorod.regnews.org/law/> (дата обращения 23.10.2020)
3. Решение Совета депутатов г. Белгорода от 25.09.2007 № 534 «О программе реконструкции и развития ливневой канализации в городе Белгороде на 2008-2011 годы»
4. Программа комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры города Белгорода на период с 2016 по 2025 год.
5. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89. – М.: Росстандарт, 2011. – 114 с.
6. Косухин М.М., Шарапов О.Н., Шаповалов С.М. Планировка микрорайона города: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. – 87 с.
7. Косухин М. М., Шарапов О. Н., Шаповалов С. М. Транспортные системы городов: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. – 257 с.
8. Косухин М.М., Шарапов О.Н., Богачева М.А., Косухин А.М. Вопросы энергосбережения в условиях устойчивого функционирования, модернизации и развития жилищного фонда // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №10. С. 51-61.

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТА ЧЕРЕЗ ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЙМЕННЫХ НАСЫПЕЙ

*Бессарабов Артём Дмитриевич, студент 4-го курса
кафедры «Путь и путевое хозяйство»
Российский университет транспорта, г. Москва
(Научный руководитель – Зайцев А.А., канд. техн. наук)*

Обеспечение устойчивости земляного полотна, работающего в условиях подтопления, является весьма ответственной задачей.

Наблюдение за пойменными насыпями во время паводков дало понятие того, что на их устойчивость влияет такое явление, как фильтрация [2].

Первое доказательство этого явления было показано исследованиями Г.М. Шахунянца, как теоретическими расчетами с использованием гидравлического интегратора Лукьянова В. С. (аналогового компьютера [1-5]), так и натурными наблюдениями на опытном участке. Использование гидравлического интегратора позволило решать задачи одномерных, двухмерных и трехмерных схем движения потока воды [2].

Натурные наблюдения и физическое моделирование на центробежной установке подтвердили результаты, полученные теоретическими расчетами – рисунок 1.

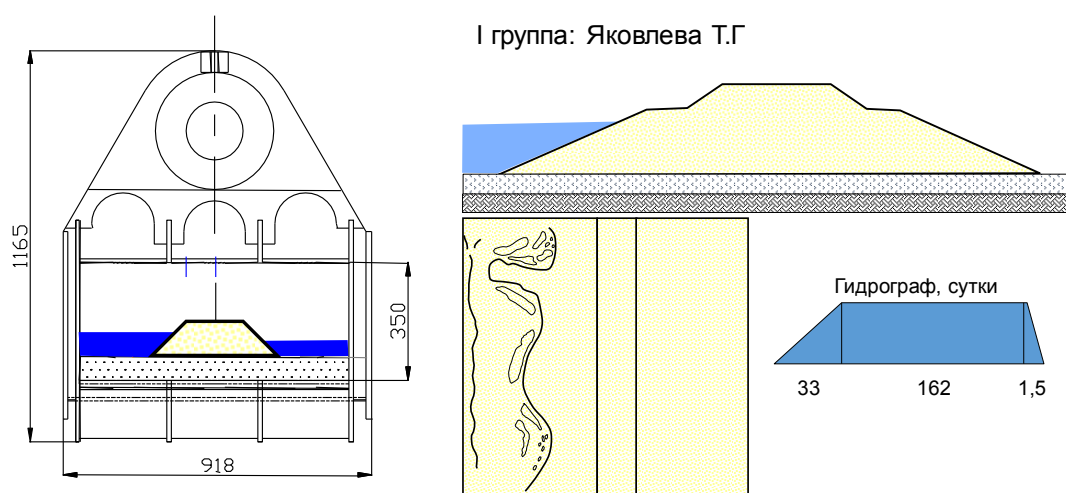


Рисунок 1 – МИИТ: моделирование пойменных насыпей для линии Тюмень – Сургут (физическое моделирование на установке центробежного моделирования Яковлева Т.Г.)

Процесс фильтрации наблюдаемый в насыпях и воспроизводимый расчетами зависит от типа грунта и его водопроницаемости, как насыпи, так и ее основания. Сам режим фильтрации можно узнать по размеру увлажнения сечения насыпи.

Ранее в практике проектирования земляного полотна принято проводить проверку устойчивости пойменных насыпей, исходя из условия полного обводнения их (до максимального горизонта подтопления), что в действительности имеет место далеко не всегда.

Теоретические решения задач неустановившейся фильтрации, проведенные Яковлевой Е.А., сопровождались постановкой натурных испытаний, что позволило оценить реальность расчетных данных. Данные характеристики использованы для установления наиболее опасных условий обводнения их [2].

Подтопление может быть постоянным - при пересечении трассой дороги водоемов или периодическим - в период высоких уровней воды в водотоках, что наблюдается при расположении линий на поймах рек. Наиболее опасно подтопление, сопровождающееся быстрым спадом внешних горизонтов, когда в зоне обводнения насыпи не только снижаются расчетные характеристики грунта, но также заметно сказывается отрицательное влияние гидродинамических сил фильтрующего потока.

Данные случаи вызывали деформации подтопляемых сооружений, что могло привести к катастрофическим результатам приводимых к разрушению сооружений.

Первые две расчетные схемы отражают предельные условия фильтрации при очень хорошо дренирующих грунтах и полностью водонепроницаемых, что в действительности встречается редко. Обычно грунты насыпи за время паводка в некотором объеме всегда увлажняются, но до настоящего времени размеры зоны обводнения неизвестны. Поэтому в железнодорожных проектных организациях принято пользоваться третьей из указанных расчетных схем.

Введение в расчет устойчивости фактора подтопления привело к резкому снижению числа деформаций строящихся насыпей. Однако применение одной расчетной схемы дает неправильные результаты, так как может дать как хорошие результаты, так и результаты с завышенными или излишними показателями устойчивости [2].

Процесс фильтрации в пойменных насыпях возникает в результате подтопления их паводковыми водами. Рассматривая условия работы пойменных насыпей считается, что поток грунтовых вод в период подъема внешних горизонтов направлен внутрь насыпи, во время спада из насыпи в сторону

откоса, при большой разности горизонтов подтопления (с разных сторон поймы) возможен промежуточный этап сквозной фильтрации через насыпь.

В каждом частном случае размеры обводнения и вся картина фильтрации зависит от совокупности местных условий - рода грунтов тела насыпи и основания, размеров насыпи и продолжительность паводка.

Ордуянц К.С. [4] предложил следующие по учету фактора подтопления в расчетах устойчивости насыпей, используемые по настоящее время[2]: для насыпей из крупного и среднего песков, характеризующихся отсутствием гидродинамического давления, рекомендуется в расчетах устойчивости влияние подтопления учитывать только снижением удельного веса грунта в зоне обводнения и изменением (снижением) сдвиговых характеристик; для насыпей из глин и некоторых типов суглинков, характеризующихся отсутствием гидродинамических процессов и наличием гидростатического напора извне, рекомендуется в запас прочности пренебрегать гидростатическим напором, и влияние подтопления вообще не учитывать; для насыпей из пылеватых песков, характеризующихся наличием гидродинамических сил и различными размерами зоны обводнения, учитывать изменение расчетных характеристик грунта в этой зоне и влияние гидродинамических сил. При этом в расчетный момент времени уровень воды в осевом сечении насыпи соответствует внешнему максимуму и зона обводнения ограничивается двумя прямыми наклонными в сторону откосов.

Литература:

9. Соловьева О. Водяные вычислительные машины // «Наука и Жизнь» : Журнал. - М, 2000. - № 4.
10. Яковлева Е.А. Режимы фильтрации и влияние их на устойчивость пойменных насыпей [Текст] / Инж. Е. А. Яковлева ; Под ред. канд. техн. наук И. И. Викторова. - Москва : [б. и.], 1958. - 68 с. (Сообщение/ Минтрансстрой СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т трансп. строительства. Лаборатория конструкций земляного полотна; № 120).
11. Проектирование железнодорожного пути / учебное пособие под ред. Г.М.Шахунянца 1972
12. Ордуянц К. С. Пойменные насыпи на подходах к мостам. Трансжелдориздат. 1939.
13. Зайцев А. А. Технология применения установок центробежного моделирования для решения геотехнических задач (часть 01 исторические сведения и результаты исследований), 2020-01-21, <https://doi.org/10.24108/preprints-3111959>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДХОДНЫХ УЧАСТКОВ И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НАСЫПЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОНАМЫВА

*Жидкова Дарья Александровна, Шевцова Элина Владимировна,
студенты 4-го курса кафедры «Путь и Путевое хозяйство»
Российский университет транспорта (РУТ МИИТ), г. Москва
(Научный руководитель – Зайцев А.А., канд. тех. наук)*

Известно, что одним из распространённых способов добычи качественного песка является метод гидронамыва. Песок получаемый таким методом является хорошим материалом для устройства насыпей. С помощью метода гидронамыва были построены многочисленные сооружения, такие как: подходные насыпи для Фрунзенского моста в Самаре, Васильевский остров, территория станции метро «Новокрестовская», территории Красносельского района в Санкт Петербурге, а в настоящее время там же происходит строительство центрального участка Западного скоростного диаметра - скоростной автомагистрали [2]

Метод гидронамыва также используется и на Севере России. В таких условиях пески содержат большое количество примесей, не подходящих для строительства земляного полотна. Это приводит к тому, что: параметры используемого в строительстве песка снижаются из-за подачи песчаной смеси низкого качества; образуются пляжные откосы, в которых повторное использование песка не доступно; вода, стекающая с карт намыва, заболачивает окружающую местность.

В таких случаях применяются сгустительные пульпы. [1] Гидронамыв песка энергосберегающим способом рассмотрен в работах Кузеевой Д.А. и Щербы В.Е. (2013г.), а также в работе Чигрина М.И. (2010г.)

Намывные сооружения могут возводиться из различных грунтов: песков разной крупности, песчано-гравийных и гравийно-галечниковых грунтов.

Добыча песка методом гидронамыва осуществляется земснарядом землесосного типа, с помощью которого песок из забоя (территории разработки) по специальному пульпопроводу подается на карту намыва песка, где складывается и разрабатывается для дальнейшей транспортировки. [1]

При гидромеханизированных разработках должны соблюдаться требования к пригодности грунта по гранулометрическому составу, распределение его по фракциям в насыпи, к тому же должны соблюдаться расположение, глубина, объем отстойных прудов и скорость намыва.

При использовании гидромеханизации для намыва уширений земляного полотна дорожно-эксплуатационной организации необходимо следить за правильной укладкой и переносом пульпопровода вдоль откоса ранее устроенной насыпи, иначе возможна утечка пульпы и возникновение в этих местах прудков с длительной задержкой воды, в результате чего в теле насыпи могут образоваться плывуны.

Для сооружения основной площадки земляного полотна возможно использовать железобетонные плиты, которые распределяют поездную нагрузку. Основным недостатком такой конструкции является жесткий контакт между щебнем и плитой, вследствие чего был разработан вариант переходного участка пути из геосетки (рис.1), подобные конструкции регламентированы в т.ч. техническими условиями для конструкций пути на подходах к искусственным сооружениям ОАО «РЖД» от 2004г. [1]

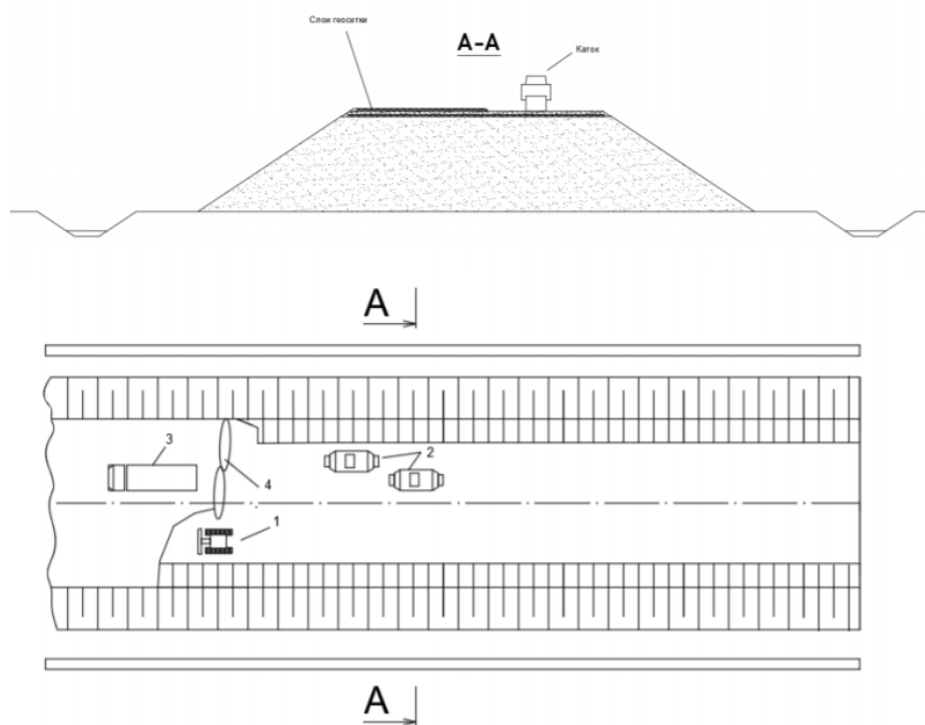


Рисунок 1 – Укладка геосетки [1]

Для армирования щебня, заменяющего грунт, используют геосетки тканые, вязаные из синтетических волокон либо георешетки из отдельных полос пластмассы или полученные перфорированием ее листов. Геосетки изготавливают из полипропилена, полиэтилена или полиэфира. Они должны иметь в обоих направлениях одинаковую прочность (двухосные геосетки).

Геосетки не должны поддаваться химическому и биологическому воздействию, солнечной радиации и должны оставаться прочными в течение месяца. Расчетную прочность на растяжение геосетки выбирают из условия

восприятия максимальных горизонтальных растягивающих сил на уровне основной площадки с учетом их возможного снижения. Так же учитывают ползучесть, старение и повреждения материала при сроке службы более 60 лет. Примерами применимых материалов являются - двухосная геосетка (Тип F) из высокомодульных полиэфирных нитей изготовленная по ткацкой (вязаной) технологии, с полимерным защитным покрытием. Подобные геосетки предназначены для армирования слоев земляного полотна (тела насыпи, и на контакте насыпи с основанием, в т.ч. при армировании насыпей на слабых основаниях. Вторым примером является двухосная геосетка (Тип T) - изготавливается из высокомодульных полиэстеровых волокон, которые вяжутся в плоские структурированные решетки и покрываются черным защитным полимерным покрытием из поливинилхлорида или акрила, которое обеспечивает сопротивляемость геосетки механическим воздействиям во время укладки и транспортировки, действию ультрафиолета, химическим веществам в грунтовой среде. [1]

Вывод: таким образом, гидронамыв песка позволяет сократить энергозатраты на транспортировку песка, улучшить его качество за счет сокращения примесей, не подходящих для строительства земляного полотна и сохранить экологию окружающей среды, а применение геосеток приводит к уменьшению вероятности образования «предмостовых ям», к уменьшению числа операций по текущему содержанию пути.

Литература:

1. Кривошеев, А.А. Обеспечение эксплуатационной надежности земляного полотна в подходных зонах к искусственным сооружениям: дипломная проект:11.06.2020/руководитель Зайцев А.А. - Москва, 2020. -121л.
2. Национальный правовой Интернет- Россия [Электронные ресурсы]. – Режим доступа: https://spb.aif.ru/society/people/namyvnye_territorii_i_iskusstvennye_ostrova_mirovaya_praktika.- Дата доступа: 01.12.20.

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ НЕФТЕШЛАМА ПРИ УСТРОЙСТВЕ ОСНОВАНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аверьянов Антон Владимирович, студент 5-го курса,

Добрынович Ян Анатольевич, магистрант

кафедры «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, Минск

(Научные руководители – Жуковский Е.М., ассистент,

Куприянчик А.А., канд. техн. наук, доцент)

Применение отходов отчистки емкостей нефти (нефтешлама) для осуществления холодного ресайклинга, рассмотренное в [1-3] позволяет не только расширить сырьевую базу дорожного строительства, но и существенно повысить эффективность использования уже имеющихся материалов.

Исследования, проведенные в Белорусском национальном техническом университете, показывают, что использование нефтешлама при устройстве оснований автомобильных дорог из асфальтогранулята позволяет получить более прочное основание, по сравнению с существующей технологией. Это объясняется в первую очередь составом нефтешлама, который представляет собой смесь различных нефтяных фракций и механических примесей. Нефтяные фракции нефтешлама воздействуют на битумные пленки асфальтогранулята, частично размягчая их, а частично омолаживая, таким образом, что после уплотнения и испарения воды и легких фракций получается связный, относительно прочный материал, превосходящий по своим физико-механическим показателям традиционные слои из асфальтогранулята.

Однако главной проблемой использования нефтешлама при холодном ресайклинге является невозможность использования ресайклеров или автогудронаторов, по причине наличия механических примесей в нем. Механические примеси будут забивать битумопроводы и форсунки, тем самым делая оборудование не исправным. Поэтому возникает необходимость изыскания новых способов использования нефтешлама для осуществления холодного ресайклинга.

При должной отчистке нефтешлама от механических примесей возможно использование ресайклеров и гудронаторов. Кроме того возможно использовать смесительные установки для приготовления смеси нефтешлама и асфальтогранулята на заводах. Однако может это существенно удорожить стоимость работ.

Наиболее простым, и менее качественным, способом применения нефтешлама является его внесение на поверхность устраиваемого слоя вручную. В таком случае рабочие распределяют нефтешлам по поверхности рабочего слоя, а затем с использованием автогрейдера, грунтосмесительной машины или ресайклера осуществляется перемешивание. Недостатками данного способа является наличие большого количества ручного труда, а так же неравномерное внесение нефтешлама в устраиваемый слой, что ограничивает применение данного способа.

По нашему мнению, учитывая физико-механические характеристики нефтешлама, наиболее эффективным способом использования нефтешлама при устройстве оснований автомобильных дорог является его капсулирование и устройство георешеток с капсулами.

В первом случае изготавливаются капсулы с нефтешламом, причем они должны быть такими прочными, что бы выдерживать транспортировку. У капсулированного нефтешлама можно выделить следующие направления использования: приготовление смесей в смесителе, приготовление смесей на дороге, и устройство оснований по способам полупропитки и пропитки.

В первом случае капсулы нефтешлама вместе с асфальтогранулятом помещаются в смеситель, где смесь перемешивается. При этом капсулы лопаются, а после чего полученная смесь укладывается на дорогу и уплотняется.

Во втором случае капсулы нефтешлама распределяются в соответствии с нормами расхода по отсыпанному слою из асфальтогранулята, а затем перемешиваются с использованием автогрейдера, грунтосмесительной машины, ресайклера. После чего осуществляется уплотнение смеси.

Для устройства оснований по способу пропитки или полупропитки капсулы нефтешлама распределяются в соответствии с нормами расхода по отсыпанному слою из асфальтогранулята, а затем снова перекрываются асфальтогранулятом и уплотняется катками.

При использовании капсулированного нефтешлама оболочка капсул играет армирующую роль, и схожа с фиброй.

Из способа пропитки вытекает следующий способ: использование георешеток с капсулами. В таком случае в ячейках георешеток устраиваются капсулы с нефтешламом. Данная конструкция напоминает «вафли». Такая георешетка раскатывается по отсыпанному слою из нефтешлама, присыпается гранулятом, что бы не допустить прилипания нефтешлама к рабочим органам катком, а затем уплотняется.

Таким образом, проблема технологического применения нефтешламов вследствие механическим примесей, может быть снята.

Литература:

1. Куприянчик, А. А. Использование нефтяных шламов в дорожном строительстве / А. А. Куприянчик, Е. М. Жуковский, Я. А. Добрынович // Проблемы и перспективы развития автомобильных дорог СНГ [Электронный ресурс] : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Леоновича Ивана Иосифовича / ред.: С. Н. Соболевская, Е. В. Богданова. – Минск : БНТУ, 2019. – С. 146-149.
2. А. А. Куприянчик, Е. М. Жуковский, Я. А. Добрынович // Использование отходов отчистки ёмкостей нефти и нефтепродуктов (нефтешлама) для устройства конструктивных слоёв дорожных одежд на автомобильных дорогах Республики Беларусь Минск: БНТУ, 2019.

ЭСКАЛАТОР ДЛЯ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ

*Баранчик Дмитрий Васильевич, студент 5-го курса
кафедра «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель - Ходан Е.П., старший преподаватель)*

В современном мире не секрет, что во многих странах мира велосипеды являются одним из очень популярных видов транспорта в городе. Этот вид транспорта дешев и экологичен, помогает быстро и без пробок добраться в любую точку города. Так же в последнее время широкое распространения набирает электротранспорт. Он так же, как и велосипеды поможет добраться из точки А в точку Б экологично, быстро и приятно. Но есть и минусы, например крутые холмы не всегда подвластны электродвигателям легкого транспорта, и тем более для физической выносливости человека.



Рисунок 1 – Схематическая схема эскалатора для велосипедистов

Первая страна, которая попыталась найти выход из данной ситуации была Норвегия. В городе Тронхейм установили эскалатор для велосипедистов.

По сути, данная идея не нова, была придумана еще в 90-е годы велосипедистом, который постоянно приезжал на работу вымотавшимся и уставшим. Данное изобретения было усовершенствованно и представлено в виде ВелоКабеля. В настоящее время он успешно эксплуатируется и уже поднял более 200 000 велосипедистов склона, который длится 150 метров и представляет настоящий кошмар для велосипедиста. Это так же можно назвать своего рода местной достопримечательностью, привлекающей туристов.



Рисунок 2 – велосипедный эскалатор в Норвегии в городе Тронхейм

Суть эксплуатации заключается в том, что желающий использовать его ставит одну ногу на платформу эскалатора, установленную под удобным для человека углом.

Основными характеристиками данного средства является скорость – 8км/ч, а также грузоподъемность, эскалатор может одновременно использоваться пятью - шестью человеками.

Использования этого транспортного средства неограниченно только велосипедистами. Оно активно используется владельцами электротранспорта. Поднимая транспорт и его владельца наверх высоких холмов.

Так же за это средства благодарны молодые мамы Норвегии передвигающиеся по городу с детскими колясками.

Я надеюсь, что экологичный транспорт и дальше будет активно распространяться, а политика стран будет направлена на безопасное и удобное передвижения по городам страны. Надеюсь, что по примеру Норвегии такие эскалаторы будут распространяться и в других странах, и в недалеком будущем мы тоже сможем воспользоваться преимуществами данного средства.

Литература:

1. Велосипед – это транспорт [Электронный ресурс] -it's my! bike: Режим доступа: <https://itsmybike.ru> - Дата доступа:09.12.2020.
2. Первый в мире эскалатор для велосипедистов [Электронный ресурс] -Super cool pics: Режим доступа: <https://supercoolpics.com>- Дата доступа:09.12.2020.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

*Бирюков Дмитрий Сергеевич, магистрант 1-го курса
кафедры «Автомобильные дороги и геодезическое
сопровождение строительства»*

*Самарский государственный технический университет, г. Самара
(Научный руководитель – Дормидонтова Т.В., канд. техн. наук, профессор)*

Экономическое настоящее и будущее каждой страны во многом зависит от ряда факторов. Одним из важнейших составляющих, среди прочих, является состояние и пропускная способность транспортных систем государства. Автомобильные дороги являются важнейшим способом обеспечения связи между странами, регионами и городами.

В свою очередь, уровень автомобилизации в России растет с каждым годом [1-3] и вместе с увеличением количества автотранспорта на душу населения, растет и оказываемая нагрузка на дорожное полотно.

Дорожная сеть России имеет общую протяженность более 1,5 миллионов километров, включая в себя: более 54 тысяч километров дорог федерального значения, более 510 тысяч километров дорог регионального или муниципального значения и более 964 тысяч километров дорог местного значения (Рис.1) [4].

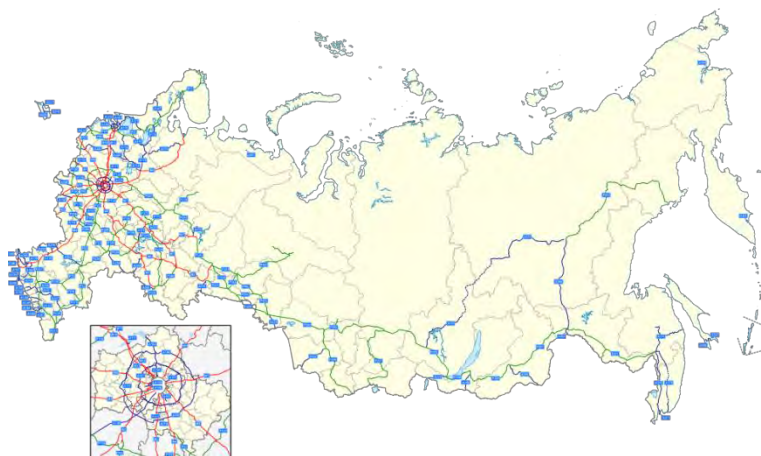


Рисунок 1 – Карта дорожной сети России

В России на данный момент существует национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» - это своеобразный

инструмент достижения стратегической цели для создания современной, комфортной и надежной транспортной инфраструктуры. В контексте реализации национального проекта в первый год (2019) отремонтировано более 16,4 тысяч километров автодорог, а в 2020 планируется более 13,7 тысяч километров [5].

Большой объем как давно эксплуатируемых, так и недавно отремонтированных автомобильных дорог актуализирует потребность высококачественно проводить их диагностику и контроль качества.

Можно выделить два основных метода контроля и диагностики состояния автомобильных дорог: разрушающий и неразрушающий.

К разрушающему методу относят отбор кернов и их дальнейшее испытание в стационарных лабораториях на физико-механические свойства. Такие как – коэффициент уплотнения, прочность сцепления слоёв покрытия и другие [6-8].

К неразрушающим методам контроля относят комплекс работ, включенный в диагностику автомобильных дорог. Такие как – показатель продольной ровности, показатель поперечной ровности, поперечные и продольные уклоны, коэффициент сцепления и прочность дорожных одежд, измеряемая модулем упругости.

Модули для диагностики автомобильных дорог, как правило, аккумулируются в комплексах дорожных лабораторий, которые представлены в России в различных комплектациях (Рис.2-3):



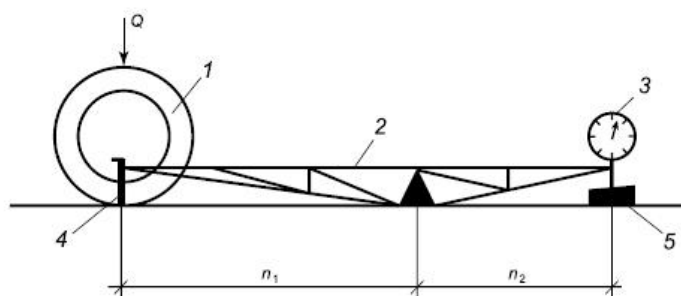
Рисунок 2 – Дорожная лаборатория «Трасса» на базе микроавтобуса Ford Transit с модулями: профилометр, видеосъемка, GPS и прицепом «Дина» для динамического измерения упругого прогиба



Рисунок 3 – Дорожная лаборатория «Трасса» на базе легкого автомобиля Reno Duster с модулями: профилометр, видеосъемка и GPS.

Анализ использования метода основанного на определении модуля упругости дорожной одежды при статическом воздействии на нее нагрузки от колеса автомобиля либо штампа (Рис.4) [9], позволил выделить следующий порядок выполнения измерений:

- установить опору прогибомера по центру гибкого штампа;
- установить опорную подкладку под стержень индикатора часового типа таким образом, чтобы показания на шкале были в пределах от 0,2 до 0,7 мм;
- продвигать гибкий штамп вперед на расстояние не менее 5,0 м;
- выждать пока показания индикатора стабилизируются[10].



Q - нагрузка на гибкий штамп; n_1 - длина грузового плеча; n_2 - длина измерительного плеча; 1 - гибкий штамп; 2 - прогибомер; 3 - индикатор часового типа; 4 - опора прогибомера; 5 - опорная подкладка

Рисунок 4 – Схема по определению упругого прогиба

Проведённый анализ метода оценки прочности, основанного на определении модуля упругости дорожной одежды при динамическом воздействии пневматического колеса; формирующий динамический импульс с требуемыми параметрами [9] позволил сформулировать следующие критерии выполнения измерений:

- поместить нагрузочную плиту (жесткий штамп) на дорожном покрытии на полосе наката в необходимом для измерения месте;
- настроить оборудование на требуемую нагрузку;
- расположить балку с измерителями прогиба в направлении движения на измеряемой полосе движения;
- измерить максимальные значения упругого прогиба дорожной одежды каждого из измерителей прогиба;
- повторить три раза операции, приведенные в перечислениях выше.

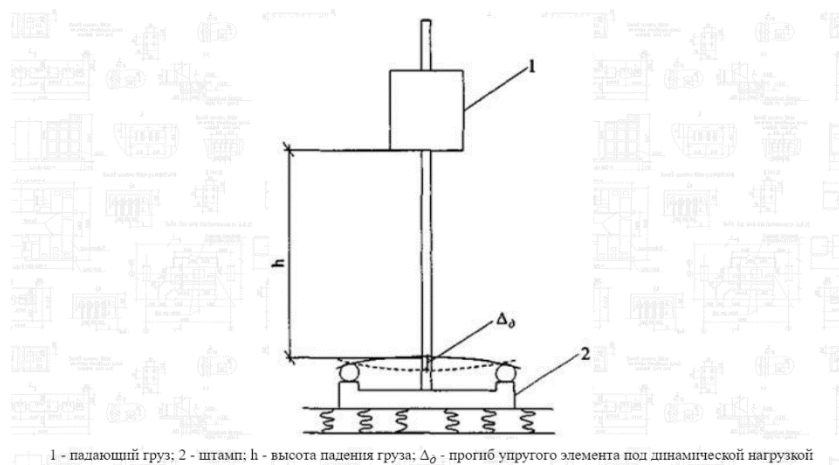


Рисунок 5 – Схема воздействия падающего груза через упругий элемент на дорожную одежду

Общая протяженность дорог в Самарской области составляет более 19,5 тыс. км. В данном объеме суммируются следующие показатели – дороги федерального значения более 680 км., дороги регионального значения более 7 тыс. км., дороги местного значения более 11,7 тыс. км.

Такой большой объем протяженности автомобильных дорог требует оперативных методов контроля и диагностики дорожного полотна. В городской застройке (автомобильные дороги местного значения) недопустимо долгосрочное перекрытие объектов уличной сети, так как это сказывается на возникновении заторов и пробок, что, в свою очередь, плохо влияет на многие социально-экономические факторы. Прибор «Дина» и аналоги, не требуют полного изменения организации дорожного движения. Для замера данным прибором необходим только сам прибор, оператор и машина прикрытия. Таким

образом, поток автомобилей только направляется на свободные полосы для дальнейшего продолжения движения, и то, всего лишь на время замера участка (не более 10 минут).

В Самарской области на базе службы заказчика (Министерства транспорта) имеются две лаборатории «Трасса» - на базе микроавтобуса Ford Transit и легкового автомобиля Reno Duster. Они оснащены всеми вышеперечисленными модулями, в том числе прицепом «Дина». Благодаря данным диагностическим дорожным лабораториям приемочные и диагностические испытания выполняются в срок и с высокой точностью, рисунок 6.

Место-положение, км (широта, долгота)	Номер удара	Прогиб, мм	Нагрузка, кН	Прочность, МПа	Прочность приведенная к 10 градусам, МПа	Прочность статическая, МПа	Тем-ра покрытия	Тем-ра воздуха	Акс №2 мм	Акс №3 мм	Акс №4 мм	Акс №5 мм	Акс №6 мм	Акс №7 мм
14,229	Удар №1:	0.334	50.8	547.1	570.3	438.7	21.4	17.7	0.290	0.219	0.168	0.133	0.096	0.074
	Удар №2:	0.335	50.7						0.288	0.220	0.168	0.132	0.095	0.074
	Удар №3:	0.333	50.6						0.288	0.221	0.167	0.131	0.095	0.074
	Среднее:	0.334	50.700						0.289	0.220	0.168	0.132	0.095	0.074
14,815	Удар №1:	0.526	49.6	345.3	360.4	277.2	21.7	18.2	0.401	0.263	0.170	0.116	0.079	0.062
	Удар №2:	0.516	49.6						0.392	0.259	0.169	0.117	0.084	0.066
	Удар №3:	0.512	49.8						0.392	0.259	0.170	0.117	0.082	0.062
	Среднее:	0.518	49.700						0.395	0.260	0.169	0.117	0.082	0.063
15,343	Удар №1:	0.518	49.2	347.0	363.0	279.3	22.3	18.1	0.403	0.277	0.188	0.131	0.089	0.069
	Удар №2:	0.508	49.2						0.397	0.274	0.186	0.131	0.090	0.070
	Удар №3:	0.506	49.4						0.394	0.274	0.186	0.131	0.090	0.069
	Среднее:	0.511	49.200						0.398	0.275	0.187	0.131	0.090	0.069

Рисунок 6 – Протокол приёмочных испытаний дорожной одежды в Самарской области модулем «Дина» лаборатории «Трасса»

Таким образом, можно сказать, что в наше время методы контроля и диагностики в определении показателей прочностных характеристик дорожных одежд очень востребовано и потребность в них для дорожных служб будет только расти.

Литература:

1. Число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b11_14p/isswww.exe/stg/d01/05-7.htm
2. Число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения по субъектам Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b12_13/IssWWW.exe/Stg/d1/06-8.htm
3. Статистика: Автомобилизация России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ruxpert.ru/Статистика:Автомобилизация_России

4. Протяженность автомобильных дорог общего пользования по субъектам Российской Федерации за 2018 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gks.ru/free_doc/new_site/business/trans-sv/t2-2.xls
5. Безопасные качественные дороги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.bkdrf.ru
6. Автомобильные дороги СП 78.13330.2012
7. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия ГОСТ 9128-2013
8. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия ГОСТ 31015-2002
9. Методические рекомендации по оценке прочности нежестких дорожных одежд ОДМ 218.2.024-2012
10. Дороги автомобильные общего пользования. Метод измерения упругого прогиба нежестких дорожных одежд для определения прочности ГОСТ 32729-2014

ФИНАНСОВЫЕ ЗАТРАТЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ПЛАТНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ПРИМЕРЕ «СЕВЕРНЫЙ ОБХОД Г. ПЕРМИ»

*Брызгалов Владислав Игоревич, магистрант 2-го курса
кафедры «Автомобильные дороги и мосты»
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь
(Научный руководитель – Карпушко М.О., канд. техн. наук, доцент)*

В России происходит активное развитие платных автомобильных дорог. В ноябре 2020 года состоялось открытие нового платного участка Центральная кольцевая автомобильная дорога (ЦКАД-3). Дорога протяженностью 106 км соединила трассы М-11 «Нева» и М-7 «Волга» (Рис. 1). На платной магистрали была введена система «Свободный поток», которая позволяет транспортным средствам преодолевать пункт взимания платы без остановки [1].



Рисунок 1 – Центральная кольцевая автомобильная дорога (источник ГК «Автодор, Будущее России, Национальные проекты, 2020)

Вместе с открытием ЦКАД-3 состоялся запуск единой технологической платформы по взиманию платы на платных автомобильных дорогах [2]. Система

будет охватывать все платные автомагистрали в стране, не зависимо от того, являются ли проезд барьерным или нет. Основная задача платформы – объединение всех платных автомагистралей для управления из единого центра. Данный проект планируется развивать в ближайшем будущем. Он будет включать в себя различные виды тарифов, а также сервисы, предоставляемые на платных участках. В дальнейшем данная система сможет учитывать количество проездов, совершенных по платной дороге, время суток, день недели и время года. Единая система способна выдерживать нагрузку до 1 млн транспортных средств в день.

Вероятность появления платных автомобильных дорог на территории Пермского края постепенно возрастает. По заявлению губернатора Дмитрия Махонина из-за снижения доходов регионального бюджета будут развиваться государственно-партнерские отношения [3]. Так привлечение частных денежных средств ожидается при строительстве автомобильных дорог. Одним из таких объектов является дорога «Северный обход» (Рис. 2). В 2020 году будут завершены работы по проектированию, а сотрудничество в рамках государственно-частных отношений будет выстраиваться с государственной корпорацией развития «ВЭБ.РФ».

Автомобильная трасса «Северный обход» будет IV технической категорией, а длина составит около 56 км. Платная дорога будет являться частью дорожной агломерации г. Перми и входить в дорожно-транспортную систему Российской Федерации. Возведение дорожного объекта позволит внести вклад в развитие экономической, социальной, культурной и др. сфер.

Эксплуатация платных автомобильных дорог позволяет сократить время нахождения в пути и отличается высокой безопасностью движения. Правильное и своевременное содержание позволяет многократно увеличить срок службы дорожной одежды, а также сократить возможность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Поэтому проведение работ следует выполнять на всем ее протяжении и устранять образовавшиеся дефекты на протяжении всего жизненного цикла дороги, а качеству уделять особое внимание.

Проведение мероприятий по содержанию автомобильных дорог выполняется юридическими лицами, в том числе организациями, подведомственными Росавтодор. Ответственность организации за содержание и безопасность дорожного движения наступает сразу после подписания договора о передачи объекта в эксплуатацию [4]. Компания, занимающаяся работами по содержанию, должна придерживаться установленных норм и правил по содержанию автомобильных дорог и безопасности дорожного движения, действующих на территории РФ, соблюдать меры по природоохранной деятельности.



Рисунок 2 – Автомобильная дорога «Северный обход» г. Перми

При проведении работ по содержанию дороги необходимо правильно организовать процесс. Безопасность обеспечивается с помощью временных технических средств и ограждений места производства работы. Участок производства работ можно разделить на 5 зон (Рис. 3) [5]:

1. Зона предупреждения – начинается с места установки дорожного знака «Дорожные работы» и длится до первого направляющего или ограждающего устройства.

2. Зона отгона – предназначена для плавного изменения траектории движения автомобиля при сужении проезжей части.

3. Продольная буферная зона – при проведении работ по содержанию, устраивается длиной 15 м, если автомобильная дорога является многополосной, и 10 м, если 2 полосы.

4. Рабочая зона – ее длина зависит от технологии производства и экономических показателей, ширина принимается более 0,5 м, если дорога проходит вне населенного пункта и 0,3 м, если в населенном пункте.

5. Зона стабилизации – предназначена для возвращения транспортного средства, ее длина составляет 30 м, если дорога является многополосной и 20 м, если дорога имеет 2 полосы движения.

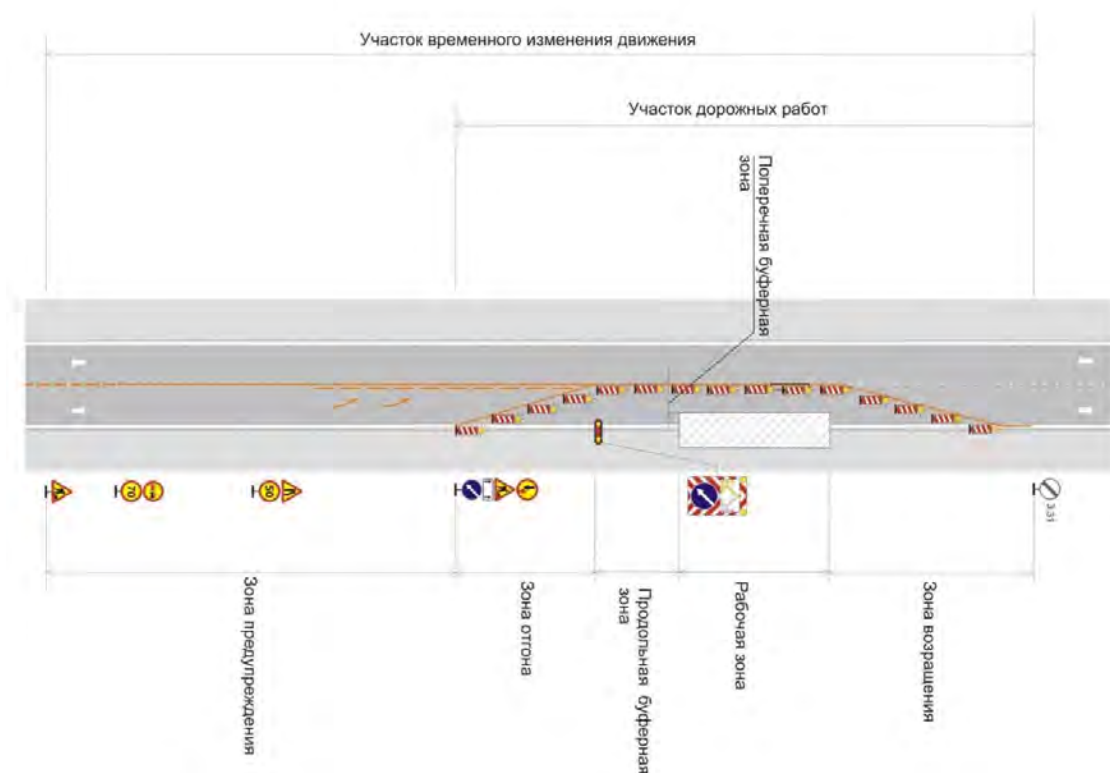


Рисунок 3 – Участок производства работ согласно ОДМ 218.6.019-2016

Производство работ по содержанию выполняется, как правило, в дневное время. После завершения работ, необходимо освободить проезжую часть и обочины от дорожно-строительных машин и механизмов. Затем демонтируют временные дорожные знаки и ограждающие конструкции, после чего происходит возобновление транспортного движения.

При организации работ, которые требуют сужения проезжей части, например, при ремонте дорожных ограждений, следует устраивать дорожные знаки «Объезд препятствия» и «Ограничение максимальной скорости». Также необходимо установить дорожный знак «Дорожные работы» в начале зоны предупреждения и на переднюю часть ведущего автомобиля (Рис. 4, а).

Если работы по содержанию автомобильной дороги не нуждаются в сужении проезжей части, например при планировке обочин, то устройство ограждающих конструкций не требуется (Рис. 4, б).

При работах связанных с восстановлением разметки, устройство ограждений можно не производить, например, при нанесении продольной или краевой разметки (Рис. 5).



Рисунок 4 – Организация движения при проведении работ по содержанию автомобильной дороги

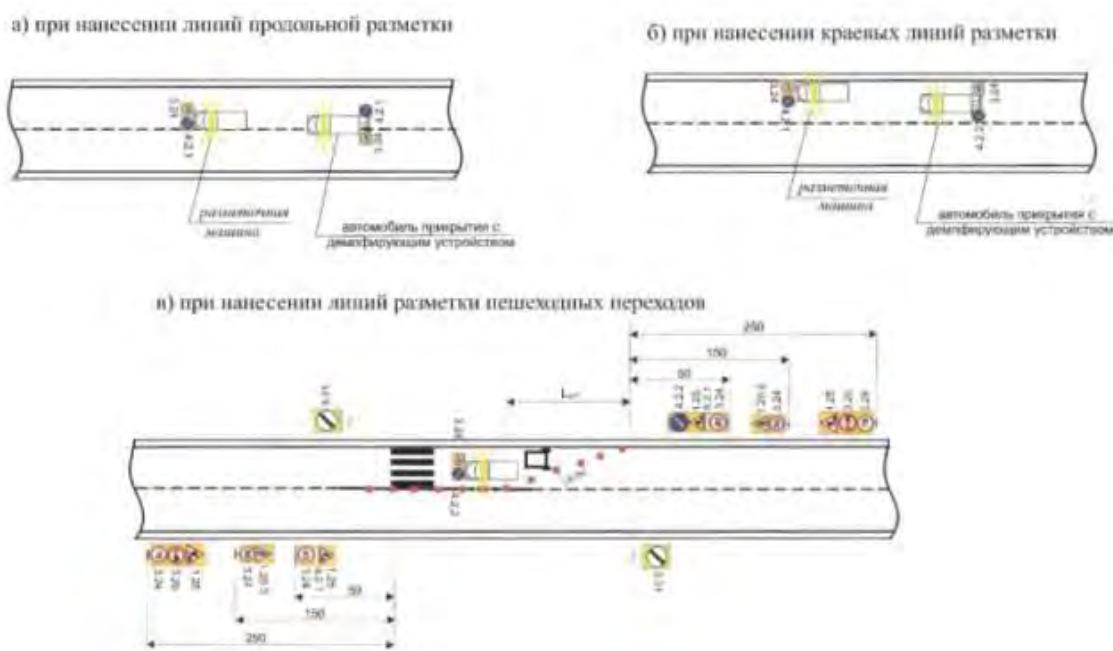


Рисунок 5 – Организация движения при восстановлении разметки

Качество проведенных мероприятий по содержанию характеризуется его уровнем, с помощью которого можно оценить выполнение работы. Всего выделяется 4 уровня [6]:

1. Не допустимый – данный уровень не соответствует нормативным требованиям. При текущем уровне не выполняются требования, предъявляемые к уровням содержания автомобильных дорог.

2. Допустимый – при данном уровне соблюдены все меры по обеспечению безопасности движения. Разрешается временное ограничение проезда транспортных средств на отдельных участках автомобильной дороги. Не

допускается возникновение дорожно-транспортных происшествий из-за неудовлетворительных дорожных условий. Наличие участков дороги с не допустимым уровнем не должно превышать 15%.

3. Средний – при данном уровне соблюдены меры для поддержания потребностей дороги на среднем уровне. Возможность ограничения движения из-за конструктивных элементов автомобильной дороги, которые зависят от содержания, отсутствует. Не допускается возникновение дорожно-транспортных происшествий из-за неудовлетворительных дорожных условий. Наличие участков дороги с не допустимым уровнем не должно превышать 10%.

4. Высокий – при данном уровне соблюдены меры для поддержания потребностей дороги на высшем уровне. Все конструктивные элементы и сама автомобильная дорога обеспечивает круглогодичный, круглосуточный и безопасный пропуск транспортных средств. Не допускается возникновение дорожно-транспортных происшествий из-за неудовлетворительных дорожных условий. Наличие участков дороги с не допустимым уровнем содержания отсутствуют.

Оценка по проведенным работам по содержанию автомобильной дороги производится с участием двух сторон: Заказчик и Исполнитель. Допускается привлекать к оценке уровня дополнительных заинтересованных организаций. Исполнитель обязан предоставить документы для оценки содержания: паспорт дороги и искусственных сооружений; схему расположения дорожных знаков и горизонтальной разметки.

Определение оптимальных затрат при проведении дорожных работ призвано поддерживать и развивать автомобильные дороги, улучшать техническое состояние, сохранять инфраструктуру населенных пунктов. Благодаря этому происходит увеличение эффективности вложенных средств, создаются конкурентоспособные условия и мониторинг затрат на проведение работ по содержанию автомобильных дорог [7].

Чтобы определить финансовые затраты, для начала произведем подсчет объемов работ по содержанию работ на автомобильной дороге. Исходные данные представим в виде таблицы 1. Работы по содержанию, которые проводятся на всем протяжении трассы с периодичностью один и более раз в год определяются:

$$OC_i = УКХ_i \times П_i,$$

где OC_i – объем выполненных i -ых работ по содержанию;

$УКХ_i$ – средняя характеристика автомобильной дороги [8];

$П_i$ – количество выполненных работ по содержанию в год (Табл. 2).

Таблица 1 – Характеристика автомобильной дороги «Северный обход»

№ п/п	Параметр автомобильной дороги	Ед. изм.	Категория дороги
			I B
			Предполагаемая интенсивность движения[9]
			14788 авт/сут
1	Протяженность автомобильной дороги	км	56
2	Дорожная одежда		
2.1	Площадь дорожного полотна	м ²	1 540 000
3	Элементы обустройства автомобильной дороги		
3.1	Барьерные ограждения	км	56
3.2	Разметка	км	56

Все полученные показатели объемов работ по содержанию автомобильной дороги были сведены в таблицу (Табл. 2).

Значение количества выполненных работ по содержанию в год было принято для условий Пермского края. При этом были приняты во внимание требования, предъявляемые к непрерывному движению транспортных средств с соблюдением мер безопасности.

На периодичность проведения работ по содержанию автомобильных дорог влияет сезонность. Этот фактор учитывает разделение годового цикла: летний (весна, лето, осень) и зимний. Продолжительность зимнего периода была выбрана исходя из многолетних метеорологических наблюдений.

После определения объемов работ по содержанию платной автомобильной дороги на территории Пермского края, которые будут проводиться в течение года, и параметров стоимости их выполнения [10], необходимо перейти к подсчету финансовых затрат на содержание автомобильной дороги «Северный обход».

Все полученные показатели нормативных затрат на содержание платной автомобильной дороги были сведены в таблицу (Табл. 3).

Стоимость выполнения работ на содержание платной автомагистрали была определена на основе приказа Минтранса России от 04.12.2013 №432 (ред. от 07.08.2020) «Об утверждении отраслевых сметных нормативов, применяемых при проведении работ по содержанию автомобильных дорог федерального значения и дорожных сооружений, являющихся технологической частью этих дорог на территории Пермского края».

Таблица 2 – Показатели объемов работ

Виды работ	УКХ	П	ОС
Срезка травы и кустарника на обочинах, откосах, разделительной полосе	56 000	7	392000
Работы по очищению ливневой канализации, лотков	56 000	2	112000
Устранение дефектов и разрушений ливневой канализации, лотков	56 000	20% от протяженности	11200
Проведение работ по очистке дорожного полотна механизированным способом	1540000	18	27720000
Заделка трещин в дорожном покрытие	1540000	150 пог. м трещин на 1000 м ²	231000
Устранение колеи глубиной до 30 мм	56000	1,25 пог. м на 1 км	70000
Восстановление разметки	56000	100%	56000
Работы по очищению барьерных ограждений	56000	12	672000
Распределение противогололедных материалов	1540000	101	155540000
Работы по уборки снега около ограждения	56000	41	2296000
Работы по очистке и уборке снега с покрытия и обочин	1540000	122	187880000
Круглосуточное патрулирование механизированных бригад для очистки снега и устранения скользкости	1540000	69	106260000

Таблица 3 – Затраты на содержание автомобильной дороги «Северный обход»

Виды работ	Расходы, руб.
Срезка травы и кустарника на обочинах, откосах, разделительной полосе	35397,6
Работы по очищению ливневой канализации, лотков	1104902,4
Устранение дефектов и разрушений ливневой канализации, лотков	4209643,2
Проведение работ по очистке дорожного полотна механизированным способом	1345085,28
Заделка трещин в дорожном покрытие	3530580,9
Устранение колеи глубиной до 30 мм	2149604,1
Восстановление разметки	597206,4
Работы по очищению барьерных ограждений	307977,6
Распределение противогололедных материалов	2009887,88
Работы по уборки снега около ограждения	187872,496
Работы по очистке и уборке снега с покрытия и обочин	4450877,2
Круглосуточное патрулирование механизированных бригад для очистки снега и устранения скользкости	2517299,4

Исходя из полученных расчетов (Табл. 3), годовые расходы при проведении работ по содержанию 1 км платной автомобильной дороги «Северный обход г. Перми» составляет порядка 473 тыс. руб. При подсчете нормативных затрат был учтен ряд принципов:

1. Устранение факторов, влияющих на безопасность дорожного движения. С этой целью были рассмотрены работы: по восстановлению разметки, очистки дорожного полотна от пыли и грязи, а также от постороннего мусора, уборка покрытия и обочин от снега и наледи, срезка травы и кустарника.

2. Устранение факторов, влияющих на срок службы автомобильной дороги. Для этого были рассмотрены работы: по устранению дефектов ливневой канализации и лотков, заделка трещин в дорожном покрытие, устранение колеи глубиной до 30 мм.

На основе проведенного исследования, можно сделать выводы, что качественное и своевременное выполнение работ по содержанию автомобильных дорог повышает безопасность дорожного движение и комфорт передвижения, поддерживает необходимую пропускную способность транспортных средств, а также безопасность сотрудников, работающих на пунктах взимания платы.

Литература:

1. Информационный Портал «Будущее России. Национальные проекты» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://futureussia.gov.ru/nacionalnye-proekty/centralnaa-kolcevaa-avtodорога-ucastok-ot-m-11-neva-do-m-7-volga>. – Дата доступа: 15.11.2020.
2. Федеральное государственное унитарное предприятие «Информационное телеграфное агентство России (ИТАР-ТАСС)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/9977459>. – Дата доступа: 15.11.2020.
3. Российский издательский дом «Коммерсантъ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4541281>. – Дата доступа: 15.11.2020.
4. Платные автомобильные дороги и дорожные объекты. Тематическая подборка. Москва: Министерство транспорта Российской Федерации. Государственная служба дорожного хозяйства (Росавтодор), 2002.
5. Методические рекомендации по организации движения и ограждение мест производства работ. Москва: Институт проблем безопасности движения, 2009.
6. Методические рекомендации по определению стоимости работ по содержанию и ремонту муниципальных автомобильных дорог. Москва: Закрытое акционерное общество «Центр муниципальной экономики и права», 2005.
7. Отраслевой дорожный методический документ. Руководство по оценке уровня содержания автомобильных дорог: ОДМ 218.0.000-2003 – Россия, 2003.
8. Методические рекомендации по определению нормативов финансовых затрат на содержание, ремонт и капитальный ремонт автомобильных дорог местного значения. Москва, 2007.

9. Брызгалов В.И., Карпушко М.О / Расчет количества полос в зоне взимания платы на участке платной автомобильной дороги в г. Перми.: Современные технологии в строительстве. Теория и практика. Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – Пермь, 2020. – С. 70-75.
10. Об утверждении отраслевых сметных нормативов, применяемых при проведении работ по содержанию автомобильных дорог федерального значения и дорожных сооружений, являющихся технологической частью этих дорог на территории Пермского края [Электронный ресурс] : Приказ Минтранса России от 04.12.2013 (ред. От 07.08.2020) №432/ Министерство транспорта РФ – Россия, 2020. – Дата доступа: 15.11.2020

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ И ВЕЛОДОРОЖКАХ

*Буянов Тимофей Олегович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мытько Л.Р., канд. техн. наук, доцент)*

Согласно различным исследованиям, около 0,2-0,5% поверхности Земли покрыто дорогами. Ожидается, что к 2050 году этот процент увеличится на 60%. Это внушительный объем земли, взятый в пользование у природы, который к тому же еще и оказывает вредное воздействие на окружающую нас среду.

Каким же образом минимализировать негативное воздействие на окружающую среду и при этом сохранить, а в некоторых случаях даже улучшить, дорожную сеть? Последние технологические разработки в области фотоэлектрических панелей последнего поколения говорят о том, что теперь они могут выдерживать тяжелую нагрузку транспортных средств благодаря своей сверхпрочной конструкции. Использование данных солнечных панелей может превратить наши классические асфальтированные дороги в огромные генераторы энергии.

Изобретение системы Solar Roadways

Solar Roadways - это модульная система, изобретенная в США Скоттом Брусо, инженером, специализирующимся в электронике и электротехнике.

Солнечные панели были непосредственно разработаны для передвижения по ним. В перспективе они будут преимущественно устанавливаться на автомагистралях, однако уже проходят тестирование в качестве покрытия парковочных мест и на дорогах с низкой интенсивностью движения.

Данная разработка также вызвала большой интерес у федеральной администрации, которая обеспечила финансирование через Министерство транспорта США с использованием различных образцов для более полного изучения проекта.

Панели состоят из нескольких элементов:

Светодиодное освещение для создания дорожных знаков и разметки без использования краски;

Нагревательные элементы для предотвращения скопления снега и льда;

Микропроцессоры, что делает панели умными. Они позволяют осуществлять управление с центральной станции.

Панели изготовлены из специального закаленного стекла, с обработанной поверхностью, подобной асфальту, которое может выдерживать вес тяжелых транспортных средств.

Каждая панель имеет размер 2 х 2 м и состоит из четырех отдельных слоев (Рис.1):

Первый **верхний слой** состоит из специального полупрозрачного и прочного стеклянного сплава, который способен переносить большие нагрузки, а также выдерживать экстремальные условия окружающей среды.

Сами солнечные элементы, улавливающие свет, размещены в **центральном слое** и объединены светодиодными лампами для освещения дорожных знаков и разметки.

Нижний слой состоит из непроницаемого материала, который также служит для прокладки кабелей, необходимых для производства энергии.

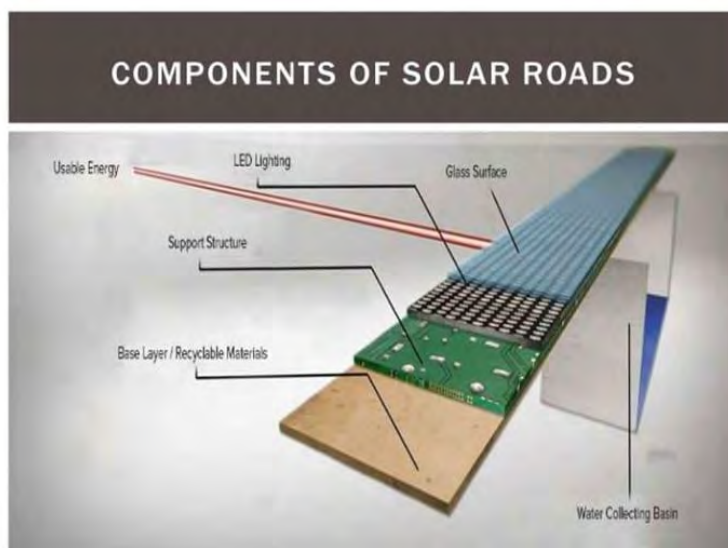


Рисунок 1 – Слои, из которых состоят солнечные дороги

Вся конструкция, состоящая из четырех слоев, лежит на любой ранее существовавшей асфальтовой дороге или на слое из переработанных материалов.

Преимущества солнечных дорог

Одним из основных препятствий на пути использования возобновляемых источников энергии, производимой с помощью солнечного света, является количество свободного пространства, занимаемого панелями и солнечными элементами.

Люди преимущественно устанавливают фотоэлектрические панели в труднодоступных местах, таких как крыши домов, офисов или автостоянок, чтобы сократить занимаемые ими площади. Сильная сторона использования данной технологии для производства возобновляемой энергии заключается в том, что используется пространство, которое уже ранее было покрыто дорогами, что в свою очередь значительно улучшит многие экологические показатели.

Дорожная разметка со встроенным освещением

Поскольку невозможно нанести белую разметку на солнечные батареи, в качестве высокоэффективной альтернативы было принято решение: встраивание светодиодных лент в панели. Тем самым это сократит количество дорожных знаков и необходимого освещения (Рис.2).



Рисунок 2 – Светодиодное освещение и система дорожных знаков

Датчики, обнаруживающие объекты или людей на дорогах

Дороги с применением солнечных панелей в будущем можно будет отнести к категории умных, за счет установки сенсорных датчиков веса в панели и полосы движения для предотвращения дорожных столкновений. Когда человек или животное переходят дорогу, датчики, размещенные на панелях, активируются, освещая эту часть дороги и, следовательно, снижая риск несчастных случаев (Рис.3).

Также можно было бы использовать дороги в качестве дисплеев для отправки информации об изменении ситуации на дорогах: возникших заторах, авариях, вынужденных остановках транспортных средств.



Рисунок 3 – Сенсорная система обнаружения препятствий на дороге

Недостатки, ограничивающие широкое распространение солнечных дорог

Затраты на установку и обслуживание. Хотя расходы на строительство можно сократить, установив панели поверх уже существующих дорог без демонтажа, цена на этот тип панелей велика. Например, в Нормандии, где был проложен первый участок французской дороги, стоимость одной полосы была оценена в 5 миллионов евро за километр.

Кроме того, стоимость установки и ремонта этих солнечных панелей, вероятно, будет выше, чем стоимость ремонта обычных асфальтированных дорог.

Помимо стоимости существует проблема низкой производительности. Панели подвержены затенению из-за окружающих объектов, а также и из-за проезжающих по ним автомобилей. Это означает, что даже когда эти новые технологии получают широкое применение, они никогда не будут установлены в зонах с высокой плотностью и интенсивностью движения транспорта или на дорогах, близких к лесам или высоким зданиям. Наибольшая функциональность будет достигнута исключительно на участках, проходящих через открытые пространства без сильного затенения.

Кроме того, солнечная панель не имеет оптимального угла наклона и будет вырабатывать энергию в основном в середине дня, в то время как ее уровень производительности резко снизится в остальное время суток.

Еще одним примером страны, которая одна из первых начала работу над разработкой и внедрением данной технологии, являются Нидерланды.

Нидерланды покрыты велосипедными дорожками, соединяя множество населенных пунктов, которые только может пожелать посетить человек.

В густонаселенной стране, с дефицитом свободного места, консорциум компаний и исследовательских лабораторий под названием SolaRoad пытается путем создания велосипедной инфраструктуры сократить выбросы вредных веществ в атмосферу и тем самым создать условия для выработки солнечной электроэнергии.

Трудно сделать езду на велосипеде более экологичной, но нидерландцы сделали это, создав велосипедную дорожку, которая освещает уличные фонари и даже часть жилых зданий.

Первый в мире велосипедный маршрут, работающий на солнечной энергии, официально открылся 12 ноября 2014 года в населенном пункте Кроммени, что находится к северо-западу от Амстердама. Компания SolaRoad начала свой экспериментальный проект с замены 70-метровой велосипедной дорожки с асфальтированным покрытием на солнечные модули, которые она же и разработала (Рис.4). Встроенные солнечные панели из кристаллического кремния, заключенные в бетон, защищены покрытием толщиной 1 см, которое прозрачно и визуально напоминает стеклянный элемент на кухонной индукционной плите, но тем не менее сохраняет сцепление с поверхностью. Проект привлек большое внимание как внутри, так и за пределами страны, и в течение первого года после открытия солнечной велосипедной дороги по ней проехало около 300 000 велосипедистов и скутеров.

Поверхность имеет небольшой уклон предназначенный для того, чтобы обеспечивать смывание грязи дождем и, таким образом оставляет поверхность чистой, гарантируя максимальное попадание солнечного света на проезжую часть.

На протяжении следующих лет компания занималась доработками и усовершенствованием уже имеющихся инноваций. Вследствие чего, в октябре 2016 года проект был расширен на 20 метров. Некоторые из новых модулей уже содержали тонкопленочные фотоэлектрические панели. Кроме того, велась значительная работа по улучшению свойств и качества покрытия.

Несмотря на трудности, связанные со встраиванием солнечных панелей в дорогу, толстый слой защитного стекла, покрывающий их, и большое количество путешественников, проезжающих мимо и тем самым блокирующих попадание солнечного света на поверхность, количество генерируемой энергии быстро превзошло все ожидания. Уже через полгода после открытия велодорожки, SolaRoad разослала отчет, в котором говорилось, что при выработке 3000 кВт*ч, солнечные панели превзошли ожидаемый порог в 70 кВт*ч на квадратный метр, установленный в лаборатории. В первый год SolaRoad произвела 9800 кВт*ч, что

примерно эквивалентно среднегодовому потреблению трех домашних хозяйств в Нидерландах.

Строительство данной дороги обошлось местным властям в районе 3 миллионов евро (2,4 миллиона фунтов стерлинга).

Хотя данные о стоимости киловатт-часа неизвестны, весьма вероятно, что электроэнергия, производимая SolaRoad, является относительно дорогой, особенно из-за небольших масштабов и новизны проекта. Конечно, он не может конкурировать с обычным производством солнечной энергии, например, от солнечных батарей на крыше зданий и сооружений, но дело в том, что такие солнечные велосипедные дорожки конкурируют напрямую со стоимостью обычных велосипедных дорожек, а не с другими солнечными установками. По мере продолжения исследований и накопления опыта могут появиться более масштабные проекты, что позволит лучше понять, насколько жизнеспособна данная идея.



Рисунок 4 – Установка модулей SolaRoad

Дороги для выработки электроэнергии еще не вышли на должный уровень внедрения и, скорее всего, на данный момент не конкурентоспособны по стоимости с обычными дорогами. Но поскольку скорость инноваций высока, а энтузиазм велик, то мы не должны удивляться, увидев в ближайшие годы все большее количество подобных проектов в гораздо более крупных масштабах, чем это сейчас считается возможным.

Литература:

1. J. Metcalfe. «The Netherlands Gets the World's First Solar-Powered Bike Lane» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2014-11-07/the-netherlands-gets-the-world-s-first-solar-powered-bike-lane>. – Дата доступа 18.11.2020;
2. Rogier van Rooij. «Dutch Solar Bike Path SolaRoad Successful & Expanding» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cleantechnica.com/2017/03/12/dutch-solar-bike-path-solaroad-successful-expanding>. - Дата доступа 18.11.2020;
3. P. Oltermann. «World's first solar cycle lane opening in the Netherlands» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.theguardian.com/environment/2014/nov/05/worlds-first-solar-cycle-lane-opening-in-the-netherlands>. - Дата доступа 18.11.2020;
4. «Solar roadways: the future of renewable energy?» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biblus.accasoftware.com/en/solar-roadways-the-future-of-renewable-energy>. – Дата доступа 19.11.2020.

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭМУЛЬСИОННО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Голодок Кирилл Владимирович, магистрант

Голодок Максим Владимирович, студент 4-го курса

кафедра «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научные руководители – Кравченко С.Е., канд. техн. наук, доцент,

Жуковский Е.М., ассистент.)

Управление свойствами дорожных эмульсионно-минеральных смесей (ЭМС) необходимая задача для дорожной отрасли. В последнее время эта область набирает обороты и достигаются значительные результаты, которые необходимо развивать, чтобы была возможность создавать качественные и долговечные материалы из ЭМС.

Существует несколько способов улучшения свойств ЭМС. Необходимо систематизировать и рассмотреть основные из них.

Внешнее воздействие. Внешнее воздействие характерно нагреванием готовой смеси для улучшения свойств конечного продукта, а также уплотнение до максимальных показателей через некоторое время. Под этот тип подходит пропитка кольматирующими составами, устройство слоев износа и др. Все вышеперечисленные способы отражены в существующей нормативной документации.

Активация. Сущность технологии активации битумо-минеральных материалов и методы их активации изложены Я. Н. Ковалевым.

Для ЭМС эффективными являются методы активации, которые направлены на модификацию минеральной составляющей смесей. Активация увеличивает число активных центров на минеральной поверхности, которые способствуют осаждению эмульгатора и глобул битума, что ускоряет стадии коагуляции и адсорбции. На данном способе основана активация битумной эмульсии и ее компонентов. Разницей является увеличение поверхностной активности вяжущего.

В нашей стране внедрены активационные технологии, которая основана на воздействии на воду постоянного электрического тока с целью изготовления битумной эмульсии. После преобразований воды происходит улучшение адгезии минеральных материалов к эмульсии, возрастает прочность ЭМС, а также водостойкость.

Зарубежные ученые владеют несколькими способами модификации минеральной поверхности. Аминокслоты, алкилоамины, высокомолекулярные ПАВ используются в качестве гидрофобизатора. Обработку минеральной части предложено делать силаном 0,001 % - 0,02 % по массе. В следствие чего увеличивается адгезия и когезия материала из ЭМС, а также его водостойкость.

Такие технологии по производству ЭМС активно не применяются, потому что необходимо дополнительное оборудование, что ведет к усложнению производства и дополнительным материальным затратам.

Оптимизация состава. Для приготовления ЭМС рецептура эмульсии может быть различна. Основопологающим с точки зрения процессов, происходящих в ЭМС является тип эмульгатора и кислоты. Компания Eurovia в качестве эмульгатора использует амфотерный ПАВ. Он позволяет на стадии приготовления и применения ЭМС улучшить физико-механические свойства смеси на 6 % - 9 %, а также контролировать состояние смеси.

Белорусские специалисты не могут в полной мере работать по вопросам изменения составов ЭМС. Связано это с несколькими факторами. Основную часть запасов ПАВ составляют зарубежные материалы, а отечественные аналоги не могут конкурировать по данным показателям. Есть и технологический фактор: при приготовлении ЭМС по комплексной технологии применяется 2 фракции заполнителя, это не дает возможности провести оптимизацию состава минеральной части по необходимым критериям.

Важную роль играет вода в формировании ЭМС, поэтому важно оптимизировать ее наличие в смеси. Вода участвует в приготовлении эмульсии и снижает ее вязкость. Присутствие воды в уложенном слое из ЭМС не дает формироваться пленке вяжущего и дает возможность ее разрушения на раннем этапе. Вода ионизирует среду ЭМС в процессе этого происходит коалесценция и распад эмульсии, а также помогает процессу химического взаимодействия битумной эмульсии и минерального материала. Итогом химического взаимодействия является основательность покрытия поверхности минеральных материалов битумной эмульсией.

Чтобы добиться лучшей обволакиваемости минеральных материалов вяжущим эмульсия должна максимально возможно смачивать их. Происходит активация отрицательных зарядов поверхности материала при смачивании водой кремнеземистых материалов при $pH = 4-6$, это происходит из-за реакции кремнезема и воды и диссоциацией его гидроокиси. Поэтому при использовании катионной эмульсии для смачивания минеральной составляющей положительно заряженные глобулы битума притягивают свободные силикатные ионы. Со временем формируются сразу ионные моно-, а позже двойные слои. Данные

манипуляции позволяют регулировать скорость распада эмульсии следующим образом:

- при образовании двойного поверхностного слоя, напротив, большое количество ПАВ уменьшает поверхностную активность минерального материала по отношению к глобулам битума, создавая отрицательный заряд поверхности;

- при образовании монослоев совсем малое количество ПАВ не дает формировать двойного слоя, который мог сообщить поверхности минерального материала положительный заряд и не давал возможности флокуляции битумных капель, позволяя ускорить распад эмульсии.

Можно сделать вывод, что вода весомый фактор в начале формирования пленки вяжущего и дает возможность получить более однородную ЭМС с достаточно сильной адгезией между минеральной поверхностью и глобул битумом. Замедление процесса формирования структуры ЭМС происходит благодаря воде, когда материал приобретает конечные свойства. На производстве необходимое количество воды узнают путем пробного замеса по итоговой консистенции: необходимо визуально наблюдать равномерно распределенное вяжущее по смеси, а также быть рыхлой однородной связной массой. Если обнаруживаются большие количества неоднородностей, и минеральная часть смеси недостаточно обработана, то необходимо увеличить количество воды. Если картина противоположная, и смесь слишком подвижная и влажная, то необходимо уменьшить количество воды. Но соотношение воды к остальной смеси стараются держать минимально возможным, так как ее избыток замедляет становление структуры слоя.

Нагревание. Новой разработкой является приготовление ЭМС по принципу повышения температуры, технология родом из Франции: минеральную часть необходимо обработать битумной эмульсией, далее без распада производится нагрев до температуры 35 °С – 60 °С. Производить нагрев возможно при укладке смеси, погрузке и разгрузке и на этапе смешения материалов.

Технология подогрева в США заключается в подогреве минеральной части до температуры 70 °С – 145 °С, а эмульсию добавлять в горячем виде при температуре 80 °С – 90 °С, сразу после приготовления. По итогу образуется теплая ЭМС, в которой достаточно высокая когезия, повышенными физико-механическими свойствами и сниженными сроками формирования.

Существует возможность повышать температуру ЭМС с помощью добавления в ее состав специальных смесей – экзотермических. Сущность такой смеси заключается в повышении температуры за счет перемешивания на 10 °С – 15 °С. В таких смесях увеличивается прочность и снижается вязкость

битума, повышается водостойкость. Так же преимуществом является экономия энергии на подогрев.

Регулирующие добавки. Сейчас в наших условиях применяются в качестве добавок в ЭМС разного рода ПАВ и тонкодисперсные минеральные материалы.

Для улучшения физико-механических свойств и адгезии битумной эмульсии к минеральным материалам в качестве добавки предлагается добавлять неионогенное ПАВ типа алкилполиглицозида до 0,02 от массы эмульсии.

Для ЭМС адгезионные добавки не распространены повсеместно. С другой стороны, в асфальтобетоне активно применяют такого рода добавки. ПАВ, содержащееся в битумной эмульсии является достаточным количеством для взаимодействия минеральной части и вяжущего, а увеличение концентрации может привести к замедлению распада эмульсии и уменьшению адгезии.

В нашей стране имеют большое распространение зарубежные ПАВ. Они применяются для более быстрого удаления воды из смеси. Это происходит при уплотнении материала. Основным преимуществом является сокращение срока набора прочности и уплотнение материала получается достичь максимально возможным.

Самым распространённым видом добавок является введение гидравлического вяжущего. Оно способствует связыванию воды химически, что улучшает адгезию, а также у гидравлического вяжущего формирует дополнительную кристаллическую структуру. Основными добавками такого типа являются известь и цемент. В Советском Союзе существовал состав ЭМС, где цемент составлял 8 % - 18 % от минерального материала.

Возможно ускорение формирования структуры ЭМС путем введения карбоната кальция в количестве 0,003 часть от массы битумной эмульсии.

Как показал рассмотренный материал, количество органических вяжущих, вводимых по массе может быть различно. Различаются и технологии, при которых они применяются при введении в смесь.

Применение вторичных материалов доказало свою эффективность при введении в ЭМС как добавку. Яркими примерами являются минеральные порошки и золы-уноса ТЭС. Однако эти добавки не получили широкого применения по ряду причин.

ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМЗИТА В КАЧЕСТВЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ В АСФАЛЬТОБЕТОНЕ

Голодок Максим Владимирович, студент 4-го курса

Голодок Кирилл Владимирович, магистрант

кафедра «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научные руководители – Жуковский Е.М., ассистент,

Кравченко С.Е., канд. техн. наук, доцент)

Керамзит представляет собой обожжённую вспученную легкоплавкую глину. Особенностью керамзита является его высокая пористость, которая указывает влияние на его малый удельный вес и низкую теплопроводность.

Однако мировой опыт показывает возможность применения керамзита. Так керамзит нашел себя в качестве крупного заполнителя для асфальтобетона [1-3], термостабилизирующего материала для дорожных покрытий [4], заполнителя при производстве железобетонных балок [5], а также в качестве модифицирующих добавок для грунтов, изменяющих их свойства [6].

Исследования показывают, что использование керамзита улучшает теплотехнические характеристики конструкций, снижая вероятность их промерзания, улучшается усталостная долговечность асфальтобетонов, снижается удельный вес материалов.

Производителем керамзита в Беларуси является ОАО «Завод керамзитового гравия», расположенный в г. Новолукомль.

На заводе выпускается керамзит следующих фракций: 0-4 мм, 4-10 мм, 10-16 мм (Табл. 1).

Керамзит фракции 0-4 не может быть применен для нужд дорожного строительства по причине нестабильности своих свойств.

При приготовлении асфальтобетонных смесей, в частности и керамзито-асфальтобетона, ключевую роль в его качестве играет качество сцепления битума с минеральными компонентами.

Для оценки сцепления был использован керамзит фракции 10-16 мм. Керамзит подвергался высушиванию и нагреванию до температуры 160°C, затем к нему добавлялось такое количество битума, чтобы он полностью покрывал его зерна. Полученная смесь разделялась на две части: одна часть выступала в роли контрольного образца, а вторая подвергалась кипячению. Качество сцепления

определялось на остывших и высушенных образцах по количеству битумной пленки, оставшейся на керамзите.

Таблица 1 – Технические характеристики керамзита ОАО «Завод керамзитового гравия»

Показатель	Фракция, мм		
	0-4	4-10	10-16
Насыпная плотность, кг/м ³	460-800	320-450	280-400
Прочность при раздавливании, МПа	-	>1,0	> 1,0
Потеря массы, %	-	0,2-1,2	0,4-2,0
Процент раздавленных частиц, %	-	< 50	< 50
Теплопроводность, Вт/м·К	0,12	0,1	0,1
Водопоглощение, мм	-	7,93	6,09
Высота капиллярного подъёма воды, мм	<290	< 250	< 250

В результате испытаний установлено, что битумная пленка сохранилась более чем на $\frac{3}{4}$ площадей поверхности образцов, что подтверждает достаточную силу сцепления битумной пленки с керамзитом.

Добавление керамзита к щебню позволит уменьшить марку по дробимости крупного заполнителя и довести её до значений необходимых для тех или иных типов и марок смесей. При этом за счёт пористой структуры керамзита улучшаются теплотехнические характеристики крупного заполнителя и снижается его удельный вес.

Использование щебеночно-керамзитовой композиции в качестве крупного заполнителя с одной стороны устраняет недостатки керамзита, связанные с его прочностью, а с другой стороны улучшает теплотехнические характеристики самого щебня.

В частности они могут быть полезны для уменьшения толщины промерзания дорожных одежд, и как следствие на вероятность морозного пучения. В таком виде они могут быть устроены в виде пористых и высокопористых асфальтобетонов в нижележащих слоях при новом строительстве, либо в качестве верхнего слоя из плотного асфальтобетона на существующих проблемных участках. Так же учитывая низкую тепловую инерцию керамзита, можно предположить, что его применение положительно скажется на сокращении продолжительности сроков сезонных ограничений в весенний и летний период.

Учитывая низкий удельный вес керамзито-асфальтобетона, он может быть применен на мостовых сооружениях для снижения нагрузки на них, и как

следствие для увеличения полезной нагрузки, в качестве покрытий тротуаров, а при обеспечении должной износостойкости и на ездовом полотне.

Интересным так же будет использование керамзито-асфальтобетона в качестве покрытий тротуаров в населенных пунктах для уменьшения образования зимней скользкости и тем самым снижая затраты на их содержания и уменьшая при этом воздействие на окружающую среду.

Кроме того, применение керамзито-асфальтобетона позволит увеличить срок службы дорожных одежд, вследствие увеличения усталостной долговечности.

Однако положительный результат от применения керамзито-асфальтобетона может быть достигнут только в случае применения керамзита большей насыпной плотности (свыше 800 кг/м³) и как следствие большей прочности.

Литература:

1. Губач, Л.С. Дорожные покрытия из керамзитоасфальтобетона / Л.С. Губач, В.Д. Галдина, С.Г. Пономарева // Автомобильные дороги. – 1980. - №6. – с. 9-10.
2. Kakar, M.R. Impregnation of lightweight aggregate particles with phase change material for its use in asphalt mixtures / Kakar, M.R., Refaa, Z., Worlitschek, J., Stamatiou, A., Partl, M.N., Bueno, M. // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2020. – Vol. 48. – p. 337-345.
3. Partl, M.N. Analysis of water and thermal sensitivity of open graded asphalt rubber mixtures / Partl, M.N., Pasquini, E., Canestrari, F., Virgili, A. Analysis of water and thermal sensitivity of open graded asphalt rubber mixtures // Construction and Building Materials. – 2010. – Vol. 48(3). – p. 283-291.
4. Ryms, M. The use of lightweight aggregate saturated with PCM as a temperature stabilizing material for road surfaces / Ryms, M., Lewandowski, W.M., Klugmann-Radziemska, E., Denda, H., Wcisło, P. // Applied Thermal Engineering. – 2015. – Vol. 81. – p. 313-324.
5. Wang, Z. Long-term performance of lightweight aggregate reinforced concrete beams / Wang, Z., Li, X., Jiang, L., Wang, M., Xu, Q., Harries, K. // Construction and Building Materials. – December 2020. – Vol. 264. – art. 120231
6. Mehdiratta, G.Rai, Noggle, Michael O. Geotechnical properties and engineering applications of lightweight aggregate / Mehdiratta, G.Rai, Noggle, Michael O. // Texas Civil Engineer. – 1986. – Vol. 56 (3). – p. 16-20.

ИННОВАЦИИ ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Морковина Алина Александровна, магистрант 1-го курса
кафедры «Автомобильные дороги
и геодезическое сопровождение строительства»
Самарский государственный технический университет академия
строительства и архитектуры, г. Самара
(Научный руководитель – Павлова Л.В., канд. техн. наук, доцент)*

Интеллектуальные системы управления освещением становятся обязательным атрибутом дорожных инноваций. Не секрет, что качественное освещение автомобильных дорог напрямую влияет на безопасность дорожного движения, создает более комфортную обстановку для управления автомобилем, снижает утомляемость водителя. Полноценное, грамотно спроектированное и реализованное освещение дорожного покрытия снижает количество ДТП как минимум на 30%. С приходом осени и сокращением светового дня тема освещения автотрасс становится более актуальной. В России, как и в остальном мире, вопрос освещения автомобильных дорог стоит довольно-таки остро, т.к. с каждым годом интенсивность автомобильного движения на дорогах страны возрастает. Ежегодно только федеральная дорожная сеть, в среднем, прирастает на 400, а иногда и больше километров новых линий освещения. 29 октября 2020 года Правительство поручило профильным ведомствам подготовить предложения, которые простимулируют внедрение автоматизированных систем дорожного освещения. Соответствующее распоряжение подписал Михаил Мишустин - премьер-министр РФ, документ опубликован на сайте правительства [3]. Сегодня уже понятно, что светодиодная технология стала достаточно зрелой для того, чтобы применяться в различных отраслях, в том числе и для освещения таких ответственных объектов, как федеральные трассы. Опрос водителей показал, что при тех же уровнях освещенности объекты на участке трассы освещенной светодиодными светильниками, выглядят более контрастно, освещение комфортно для глаз, объекты, в том числе движущиеся, распознаются лучше [2].

Как видно из рисунка 1, преимущество светодиодов очевидно - они в 3 раза энергоэффективнее светильников на основе ламп ДРЛ и в 2 раза энергоэффективнее натриевых ламп. Срок службы светодиодных источников света составляет до 100 000 часов, это более 10 лет непрерывной работы в 12-ти часовом режиме. Подробные сравнительные данные приведены в таблице 1.

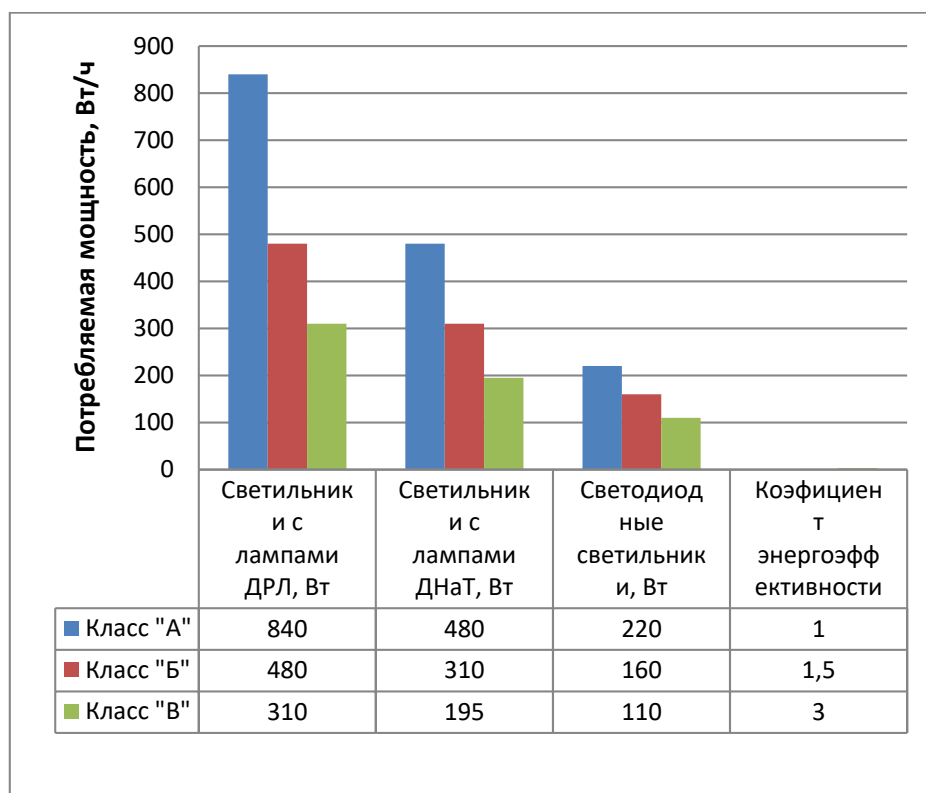


Рисунок 1 – Диаграмма потребляемых мощностей современных источников света [4]

Таблица 1 – Основные источники наружного освещения

Тип источника света	Световая отдача, лм/Вт	Срок службы, часов
Люминесцентные лампы (ЛЛ)	до 80	до 10000
Дуговые ртутные лампы (ДРЛ)	до 70	до 15000
Металлогалогенные лампы (МГЛ)	до 110	до 10000
Натриевые лампы высокого давления (НЛВД)	до 150	до 24000
Сверхяркие светодиоды (СС)	до 60...100	до 100000

Пилотными установками освещены четыре остановки общественного транспорта. Принцип работы автономных осветителей таков: в течение дня установка аккумулирует энергию с помощью солнечных батарей, а с наступлением темноты по команде датчика освещённости включается светодиодный светильник. Дополнительно конструкция оснащается ветрогенератором, и в этом случае освещение обеспечено энергией ветра. Установка имеет ряд неоспоримых преимуществ: высокая надежность, возможность использования возобновляемых источников энергии, отсутствие необходимости обслуживания и дополнительной электроэнергии для ее работы.

Одно из главных достоинств подобных осветительных установок в том, что они могут работать везде, где есть солнце и ветер. Особенно они будут востребованы там, где по ряду причин проблематично подводить электрические

мощности, но их использование экономически обоснованно и в городских условиях. В частности - в Петербурге, в рамках готовящегося сейчас плана совместных действий РОСНАНО и администрации города по внедрению инновационной, в том числе, нанотехнологической продукции. Альтернативные источники энергии сейчас выбиваются вперед по многим показателям. В данной статье будут рассмотрены несколько конкретных примеров осветительных приборов с применением альтернативных источников энергии.

В Брянской области восемь участков федеральной трассы М-3 «Украина», обустроенных светодиодными светильниками, приросли интеллектуальной системой управления. Она учитывает климатические условия, автоматически подстраиваясь под меняющуюся погоду, надвигающиеся сумерки, рассвет и при малейших признаках ограничения видимости без вмешательства человека, даже днем в условиях низкой облачности над данной местностью и осадков, озаряет дорогу светом от фонарей LED.

Интересный проект под названием «FLOWLIGHT», опубликованный на медиа-платформе Behance, предложил Шейн Моллей. В основе идеи лежит преобразование приливной силы в электрическую энергию как на классических гидроэлектростанциях.



Рисунок 2 – Светильник с гидротурбиной

Поскольку это решение основано на приливной энергии, это решение для освещения будет ограничено географически и максимально энергоэффективно оно будет для пирсов, тротуаров и дорог, которые проходят вдоль водотоков. Каждый светильник оборудован водяной турбиной, которая погружается в воду, чтобы генерировать энергию от движения волн. Каждая турбина плавает и движется вверх и вниз в зависимости от положения прилива в течение дня. Это позволяет ему круглосуточно собирать энергию.

Работа данного устройства представлена на рисунке 3.

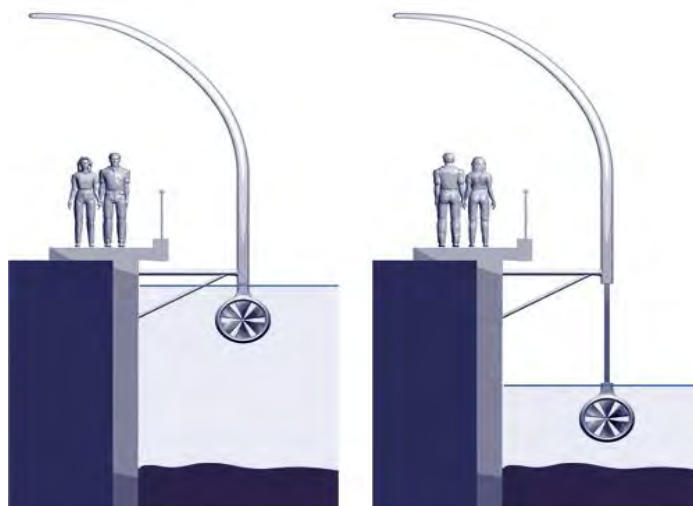


Рисунок 3 – Демонстрационное изображение светильника с гидротурбиной в работе [6]

Еще одним способом применения альтернативных источников энергии поделилась компания «Windtulip», созданная Мебруре Оралом, которая представляет еще один вариант уличных фонарей, отличных от традиционных. Принцип его работы таков: каждый фонарь снабжен собственной вертикальной ветряной турбиной наверху, которая заряжает внутреннюю батарею днем и ночью, когда дует ветер (рис. 4).

Когда солнце садится, включаются энергосберегающие светодиодные лампы, обеспечивая безопасность на дороге. Каждый светильник спроектирован так, чтобы выглядел как произведение искусства на автомагистральном дорогах. Располагаться они могут независимо от месторасположения, климатических факторов и ряда техногенных процессов, что выгодно выделяет этот прибор светильника рассмотренного ранее.

Так же у этой компании есть модели с двойным источником питания, в состав которых входит солнечная панель и ветрогенератор. Данная установка способствует большому экономии энергии и бесперебойности освещения, уличных дорог (рис. 5).



Рисунок 4 – Пример установки фонарей компании «Windtulip»



Рисунок 5 – Модель с двойным источником питания

Технологический институт транспорта Вирджинии создал демонстрационные прототипы системы адаптивного освещения, которые

эффективно снижают стоимость, и степень нежелательных эффектов освещения проезжей части, сохраняя при этом безопасность и удобство.

Суть системы в том, чтобы управлять уровнем освещения в зависимости от присутствия на проезжей части транспорта, т.е. на улице где применяется такая система, на определённом расстоянии, установлен датчик движения, фиксирующий приближение транспортного средства к зоне действия светильника. Далее светильник работает до тех пор, пока транспортное средство не выйдет из зоны освещения данного светильника. Эта система наиболее эффективна на дорогах с низкой интенсивностью движения (рис.6), особенно в ночное время.



Рисунок 6 – Пример дороги с низкой плотностью движения транспортных средств

Хочется упомянуть еще об одном из источников света на дорогах, а именно о самих автомобилях. Во многих современных автомобилях разных производителей применяются инновационные системы адаптивного освещения, подробнее остановимся на системах AFS и AFL.

Обе системы построены на том, что компьютер при маневре транспортного средства изменяет положение фар согласно переменной положения руля. Advanced Frontlighting System или сокращённо AFS была придумана конструкторами компании Volkswagen. В системе AFS для изменения положения фар, помимо поворота руля, компьютер считывает информацию с многих датчиков.

В системе AFL также как и в AFS фары меняют своё положение в зависимости от манёвров и ситуации на дороге, но ещё в дополнении включаются дополнительные боковые лампы как показано на рисунке 7.

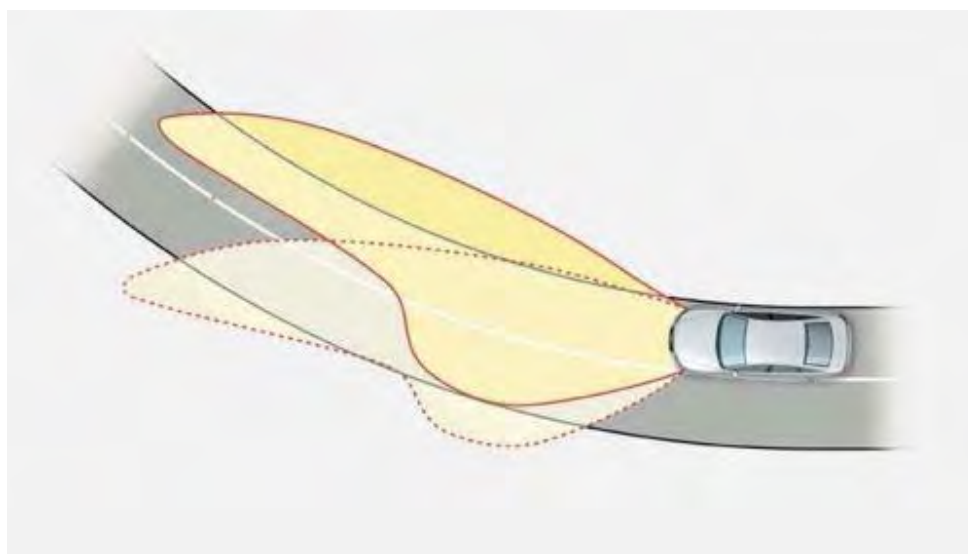


Рисунок 7 – Освещение дороги AFL [1]

В заключение следует повести итоги исследования и обобщить полученные результаты. Следующим этапом в модернизации уличного и дорожного освещения станет применение интеллектуальных систем управления освещением, основанные на микроконтроллерном управлении. Они позволят подстраивать освещение под интенсивность движения на дороге и время суток. Наряду с этим ведутся разработки в области повышения энергоэффективности светодиодных светильников. Это означает, что применение светодиодного уличного освещения будет расти, а стоимость, как светильника, так и обслуживания - снижаться. Именно со светодиодами связывают главные решения будущего в области светотехники. Также ведутся активные внедрения альтернативных возобновляемых источников электроэнергии. [2]

Литература:

1. Интернет издание журнала «За Рулем» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.zr.ru/> .- Дата доступа: 20.11.2020
2. Журнал «Электротехнический рынок», № 5-6 (47-48) [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.yumpu.com/ru/document/view/57080487/-no5-6-47-48-2012> - Дата доступа: 20.11.2020
3. Медиахолдинг РБК [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.rbc.ru/society/02/10/2020/5f76d08b9a7947e88fe0d4b1>.- Дата доступа: 20.11.2020
4. Официальный сайт компания «ЭКО СВЕТ» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://esn1.ru/svetonomika/stati/energoberegayushchie-tekhnologii-v-osveshchenii-avtomobilnykh-dorog.php>.- Дата доступа: 18.11.2020

5. Официальный сайт предприятия «ЛИВ СВЕТ» (Украина) [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://bozon.ua/news/item/37>.- Дата доступа: 18.11.2020
6. Социальная медиа-платформа «Behance» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.behance.net/gallery/918372/FLOWLIGHT-Renewable-Energy-Product>.- Дата доступа: 20.11.2020

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И НА ВЕЛИЧИНУ ПРОГИБОВ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

*Мухидов Азамат Аброрович, магистрант 2-го курса
кафедры «Изыскания и проектирование автомобильных дорог»
Ташкентский государственный университет транспорта, г. Ташкент
(Научный руководитель – Салимова Б.Д., канд. техн. наук, доцент)*

В соответствии с рекомендациями кафедры «Изыскания и проектирование автомобильных дорог» для определения прочности нежестких дорожных одежд в составе универсального диагностического комплекса установки динамического нагружения, «Дина-3» (Рис. 1). были проведены практические работы по выявлению результатов (таблица 1, 2). Измерения прогибов с использованием термо-датчиков показали, что при динамическом воздействии штампа возникающие величины прогибов могут сильно изменяться в зависимости от периода выполнения работ [1,2].



Рисунок 1 – Установка ДИНА-3 с приборами динамического нагружения

Из рассмотренного рис. 2 следует, что на конструкцию дорожной одежды с повышением температуры покрытия прослеживается тенденция снижения модуля упругости по зависимостям, близким к линейным. Как в результате теоретического расчета, так и при измерениях выявлено существенное снижение модуля упругости при увеличении температуры связных слоев. Таким образом выявлено что при температуре связных слоев свыше 35°C роль связных слоев в обеспечении общей прочности дорожной одежды резко снижается. В связи с

этим представляется нецелесообразным в этих условиях выполнять экспериментальную оценку прочности дорожных одежд.

Таблица 1 – Измерения прочности дорожной одежды в весенний период времени участка дороги «4Р22, г.Янгийул – М 39» (0-3 км)

Участок автомобильной дороги	Точка измерения	Значения зафиксированных упругих прогибов, мм	
		Динамика	Статика
		(ДИНА 3)	Маз (10т)
«4Р22, г.Янгийул – М 39» (0-3 км)	1	0,264	0,11
		0,272	0,13
		0,283	0,11
		0,286	0,19
		0,295	0,21
		0,335	0,23
		0,343	0,19
	Ср.значение	0,296	0,16
	2	0,435	0,609
	2	0,581	0,552
		0,592	0,533
		0,596	0,534
		0,601	0,536
		0,616	0,532
		0,624	0,538
	Ср.значение	0,577	0,548

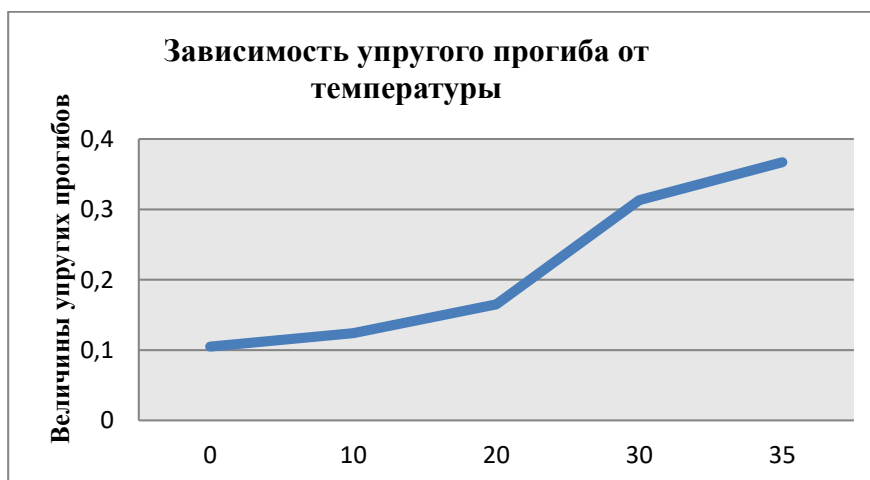


Рисунок 2 – Зависимость упругого прогиба от температуры покрытия

Таблица 2 – Измерения прочности дорожной одежды в зимний период времени участка дороги «4Р22, г.Янгийул – М 39» (0-3 км)

Участок автомобильной дороги	Точка измерения	Значения зафиксированных упругих прогибов, мм	
		Динамика	Статика
		(ДИНА 3)	Маз (10т)
«4Р22, г.Янгийул – М 39» (0-3 км)	1	0,232	0,09
		0,241	0,11
		0,234	0,07
		0,231	0,12
		0,198	0,1
		0,245	0,12
		0,257	0,13
	Ср. Значение	0,234	0,10
	2	0,341	0,07
	2	0,321	0,08
		0,336	0,13
		0,421	0,12
		0,424	0,14
		0,465	0,15
		0,396	0,12
	Ср. Значение	0,446	0,10

Литература:

1. Абдурахманов Ю.Т. Исследование метода оценки прочности нежестких дорожных одежд установкой динамического нагружения с передачей усилия через колеса на пневмошинах: Дис. ...канд. техн. наук. — М., 1982. -365с.
2. Апестин В.К., Дудаков А.И., Шейнцвит М.И., Стрижевский А.М. Обеспечение сохранности автомобильных дорог при воздействии транспортных средств // Автомобильные дороги: Обзорн. информ. / Информавтодор. - 2001. - Вып. 1. — 72с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕЛОСИПЕДНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

*Пеклина Полина Леонидовна, магистрант 2-го курса
кафедры «Автомобильные дороги, мосты и тоннели»
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, г Санкт-Петербург
(Научный руководитель – Рехов С.В., канд. техн. наук, доцент)*

При проектировании сети велосипедных маршрутов важно не только выделить пространство для движения велосипедистов, но также обеспечить их безопасность и комфорт передвижения.

Рассмотрим основные требования к велосипедной сети:

1) Безопасность.

Безопасность является крайне важным требованием к велосипедной сети и обеспечивается не только за счет изменения конструкций отдельных элементов, но и благодаря проектированию на уровне сети. Самое важное в процессе проектирования велосипедной инфраструктуры – разделение потоков автомобильного транспорта, велосипедов и пешеходов с целью повышения безопасности движения и предупреждения аварийности.

2) Связность.

Важно не просто создавать велосипедные маршруты на необходимых участках, но также соединять их между собой, то есть создавать сеть. Помимо этого, связность должна быть обеспечена и с другими транспортными сетями, например, с пересадочными узлами общественного транспорта.

В городских условиях важными параметрами связности являются шаг сети и ее плотность. Они зависят от расстояния между соседними параллельными велосипедными маршрутами.

3) Прямолинейность.

Данный показатель характеризует расстояние или время между точками отправления и назначения. В городских условиях крайне важно, чтобы время передвижения и/или длина велосипедного маршрута были меньше, чем для автомобиля. Прямолинейность характеризуется коэффициентом перепробега – отношением наиболее короткого пути между пунктами отправления и назначения к расстоянию между ними, измеренному по прямой.

4) Удобство и привлекательность.

При проектировании велосипедной сети необходимо уделять внимание гармоничному внедрению объектов инфраструктуры в городскую среду и ландшафт, а также обустройству маршрутов дополнительными средствами организации дорожного движения и освещением. Для удобства передвижения необходимо избегать проектных решений, которые будут приводить к нерегулярным нагрузкам для велосипедиста, то есть к постоянным остановкам. Крайне важно не только грамотно интегрировать велотранспортную инфраструктуру, но и поддерживать ее состояние в процессе эксплуатации. Особое внимание следует уделять качеству и состоянию покрытия велосипедных дорожек. [1]

Классификация элементов велотранспортной инфраструктуры:

Велосипедная полоса – выделенное пространство на проезжей части автомобильной дороги или улицы, предназначенное только для движения велосипедистов. Для отделения велосипедной полосы от основных полос движения ее делают яркого цвета и наносят специальную дорожную разметку.

Велосипедная дорожка – обособленная дорожка, предназначенная только для движения велосипедистов. Может устраиваться на отдельном земляном полотне в удалении от дороги, а также располагаться вблизи дороги, но в разных уровнях.

Велосипедная улица – дорога, спроектированная для велосипедистов, но допускающая движение автомобильного транспорта. Предназначена для организации смешанного движения, в котором приоритет отдается велосипедам. Актуально применять велосипедные улицы в жилых районах с высокой интенсивностью велосипедного движения, и с ограничением скорости до 30 км/ч. [1]

Рассмотрим конструктивные решения при проектировании велосипедной сети, направленные на снижение рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий с участием велосипедистов.

Для разделения автомобильного и велосипедного движения можно применять несколько решений. Дорожная разметка (Рис. 1) является самым простым, но наименее безопасным способом разделения транспортных потоков. Данный способ только регулирует дорожное движение, но не защищает его участников. Еще одним способом отделения велосипедной полосы от основных полос движения является устройство парковочной полосы между потоками.

Более надежный способ повышения безопасности велосипедного движения – установка делиниаторов (столбиков) и барьерных ограждений (Рис. 2). Делиниаторы и иные малые разделительные элементы препятствуют въезду и парковке автомобилей на велосипедных полосах, а барьерные

ограждения еще и защищают велосипедистов от наезда в случае автомобильной аварии.

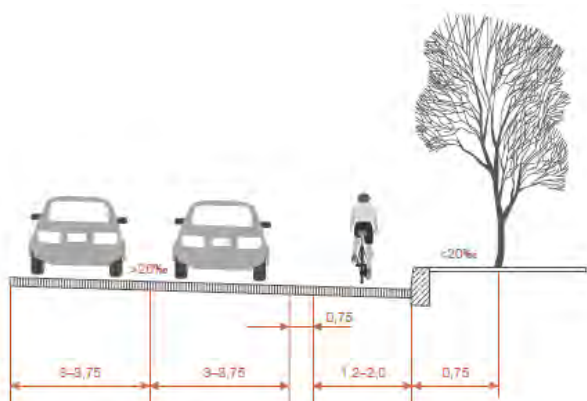


Рисунок 1 – Отделение велосипедной полосы дорожной разметкой [2]

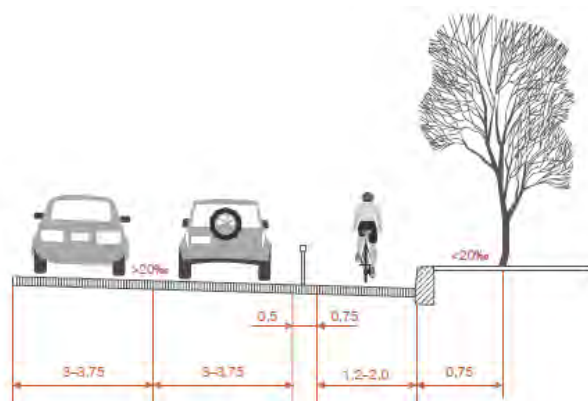


Рисунок 2 – Отделение велосипедной полосы делинаторами или барьерным ограждением [2]

Самым безопасным решением является расположение велосипедной полосы выше проезжей части, а также устройство разделительных элементов или полос. Для повышения уровня велосипедной дорожки применяется бортовой камень (Рис. 3). Данное конструктивное решение делает велосипедную полосу заметнее для автомобилистов. [2]

Устройство разделительной полосы (Рис. 4) можно комбинировать с использованием делинаторов и барьерных ограждений, располагать на них клумбы и сажать деревья для большего отделения велосипедной полосы от дороги.

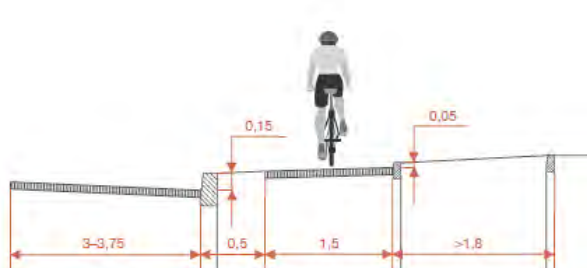


Рисунок 3 – Отделение велосипедной полосы бортовым камнем [2]

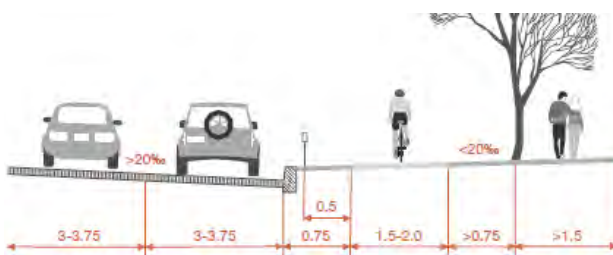


Рисунок 4 – Отделение велосипедной полосы разделительной полосой [2]

Для предотвращения дорожно-транспортных происшествий с поперечным трафиком на оживленных улицах необходимо устраивать светофорное регулирование или применение кольцевых развязок (Рис. 5).

Опасным маневром для движения на любом виде транспорта является поворот налево. Внедрение дополнительных проектных решений по созданию

велосипедных полос для поворота налево (Рис. 6) на перекрестках без кольцевой развязки поможет снизить аварийность и повысить безопасность передвижения велосипедистов в городских условиях.



Рисунок 5 – Применение кольцевой развязки для регулирования автомобильного и велосипедного движения [5]



Рисунок 6 – Отдельная велосипедная полоса для поворота налево [6]

Также применяются различные меры успокоения трафика, например, искусственное искривление велосипедной полосы (Рис. 7), поднятие пешеходного перехода в уровень с тротуаром (Рис. 8) и применение различных вертикальных средств ограничения скорости. [4]



Рисунок 7 – Искривление велосипедной полосы [4]



Рисунок 8 – Поднятие пешеходного перехода в уровень с тротуаром [5]

Самым надежным и безопасным вариантом предотвращения конфликтов с поперечным трафиком считается устройство многоуровневых развязок с путепроводами, а также тоннелей для велосипедного движения. Однако, данные методы слишком дорогостоящие и применяются крайне редко.

Для снижения травматизма при движении на велосипеде при проектировании велосипедных дорожек и полос необходимо уделять внимание

качеству и свойствам покрытия. Для комфорта движения следует выбирать твердое покрытие (асфальтобетон или бетон), или упругое покрытие из резиновой крошки, менее травмоопасное при падении с велосипеда. При применении плиточного покрытия следует отдавать предпочтение крупным плиткам без фасок для обеспечения ровности дорожки и снижения сопротивления качения.

Объекты велосипедной инфраструктуры должны быть выделены ярким цветом, отличающимся от основных полос движения, для чего используют цветной асфальтобетон или акриловые эмульсии, а также окрашенное резиновое покрытие. Как правило применяется красный цвет, реже синий или зеленый. Необходимо соблюдение расстановки технических средств организации дорожного движения для регулирования велосипедного движения.

Все вышеперечисленные методы применяются для регулирования дорожного движения, снижения рисков дорожно-транспортных происшествий, повышения безопасности и удобства движения при проектировании сети велотранспортной инфраструктуры.

Литература:

1. Dirk Dufour, «Ligtermoet & Partners», Велосипедная инфраструктура. Общее руководство // RuPresto, Нидерланды, 2010 г.
2. Альбом конструктивных элементов обустройства велотранспортной инфраструктуры // Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы, 2014
3. Велосипедные дорожки // RuPresto, Нидерланды, 2010
4. Успокоение трафика и велосипедное движение // RuPresto, Нидерланды, 2010
5. Как сделать города безопасными и спасти тысячи жизней [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://varlamov.ru/1411045.html>. Дата доступа: 02.12.2020.
6. Ограничение скорости трафика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yablor.ru/blogs/ogranichenie-skorosti-trafika/3663108>. Дата доступа: 02.12.2020.

БАРЬЕРНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Романов Никита Викторович, магистрант

кафедры «Строительство дорог транспортного комплекса»

Петербургский государственный университет путей сообщений Императора

Александра I, г. Санкт-Петербург

(Научный руководитель – Колос А.Ф., канд. техн. наук, доцент)

В сегодняшних реалиях, важнейшим элементом дорожной инфраструктуры, влияющим на безопасность движения на дорогах общего пользования, является направляющее дорожное ограждение барьерного типа. В случае возникновения аварийной ситуации и “вылета” автомобиля за пределы дороги или выезда автомобиля на встречную полосу движения, он, врезавшись на скорости в защитное барьерное ограждение, в большинстве своем не возвращается на полосу движения, а повреждая ограждение, остается в месте соприкосновения с удерживающим устройством.

Дорожное ограждение, на сегодняшний день, является неотъемлемой частью транспортных артерий, как в городской черте, так и за ее пределами. Предназначение направляющих барьерных ограждения в первую очередь состоит в том, чтобы повысить безопасность движения транспортных средств на разрешенных скоростях и снизить аварийность и количество ДТП на дорогах общего пользования до самых минимальных значений.

К современным дорожным ограждениям предъявляются повышенные требования такие как:

- прочности;
- долговечности;
- устойчивость к погодным-климатическим условиям;
- информативность (с применением светоотражающих и световозвращающих элементов).

Согласно принятым нормам, дорожные удерживающие ограждения – это устройства, предназначенные для предотвращения съезда движущегося транспортного средства, то есть “вылета” его, с земляного полотна дороги и мостового сооружения, переезда через разделительную полосу, столкновения со встречным потоком транспортных средств, наезда на массивные препятствия и сооружения, расположенные на разделительной полосе, обочине и в полосе отвода дороги (удерживание автомобиля), а также устройства, предназначенные

для предотвращения, предупреждения падения пешеходов с мостового сооружения и земляного полотна дороги.

По условиям расположения дорожные ограждения подразделяются на следующие основные группы.

К первой группе относятся: боковые удерживающие дорожные ограждения для автомобилей. Они подразделяются на две группы по условиям их расположения – дорожные и мостовые.

Ко второй группе относятся: фронтальные удерживающие дорожные ограждения для автомобилей. Они подразделяются также на две группы по условиям их расположения – дорожные и мостовые.

По типу производственного материала дорожные ограждения можно разделить на пять видов применяемых на сегодняшний день как в России так и на Западе:

- железобетонные (самые массивные и тяжелые);
- бетонные;
- пластиковые (простые в изготовлении и легкие в сборке);
- металлические (применяемые в подавляющем большинстве);
- композитные.

Каждый из применяемых материалов имеет свои плюсы и минусы. Сегодня целесообразно применять в барьерных ограждениях композитные материалы. Данный тип материалов отличается от всех остальных своей прочностью, надежностью, коррозионностойкостью, экологичностью и технологичностью.

При возникновении аварийных ситуаций далеко не всегда необходимо полностью останавливать движущееся транспортное средство. В подавляющем большинстве достаточно просто смягчить удар, тем самым замедлив движение транспортного средства в крайней левой или крайней правой полосе движения. В этом случае достигаются следующие результаты:

- сокращается ущерб для транспортного средства;
- минимизируются последствия аварии;
- транспортное средство, утратившее контроль, перенаправляется обратно на полосу движения под углом 30-40 градусов;
- сохраняется жизнь и здоровье пассажиров и водителя.

Одним из вариантов изготовления конструкций данного типа является обработанный коррозионностойким напылением металлический барьер, форма которого напоминает двойную волну. Она смягчает силу удара при столкновении транспортного средства с барьером, распределяя ее по всей площади. Но гашение удара происходит без перевода давящей силы в крутящую. Использование ограждения такого вида позволяет устанавливать их как на

полосах, разделяющих движение, так и на обочинах дорог. Данный тип является самым простым и распространенным в мире.

Предлагаемая конструкция барьерного ограждения (рисунок 1-2) является совершенно новой и не имеющая аналогов в мире. Данная конструкция должна сократить аварийность на дорогах в несколько раз, за счет применения композитных атмосферостойких материалов, своей уникальной формы и способа монтажа и демонтажа конструкции. Предлагаемый вариант барьерного ограждения является новым изобретением. Ближайшим прототипом такого вида, является барьерное ограждение представленное на рисунке 3. Работа предлагаемого изобретения и применяемого прототипа схожа в том, что принцип работы основан на частичном погашении давящей силы и перенаправлении ее в крутящую с восприятием излишнего давления всей конструкцией.

Монтаж и обслуживание предлагаемого вида ограждения может производиться двумя работниками в любых погодных-климатических условиях. Также монтаж и демонтаж такого типа ограждения можно производить одному оператору, но с использованием специальной техники предназначенной для вкручивания-выкручивания столбиков из земли.

Замена и ремонт барьерного ограждения осуществляется посекционно с применением оборудования для вкручивания-выкручивания столбиков из земли.

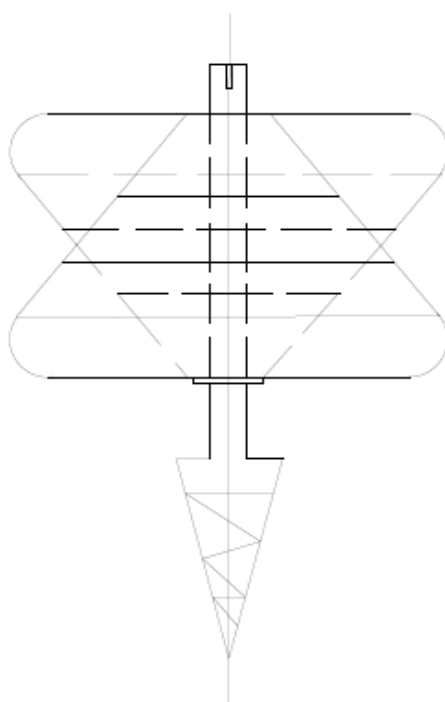


Рисунок 1 – Предлагаемая конструкция барьерного ограждения в анфас

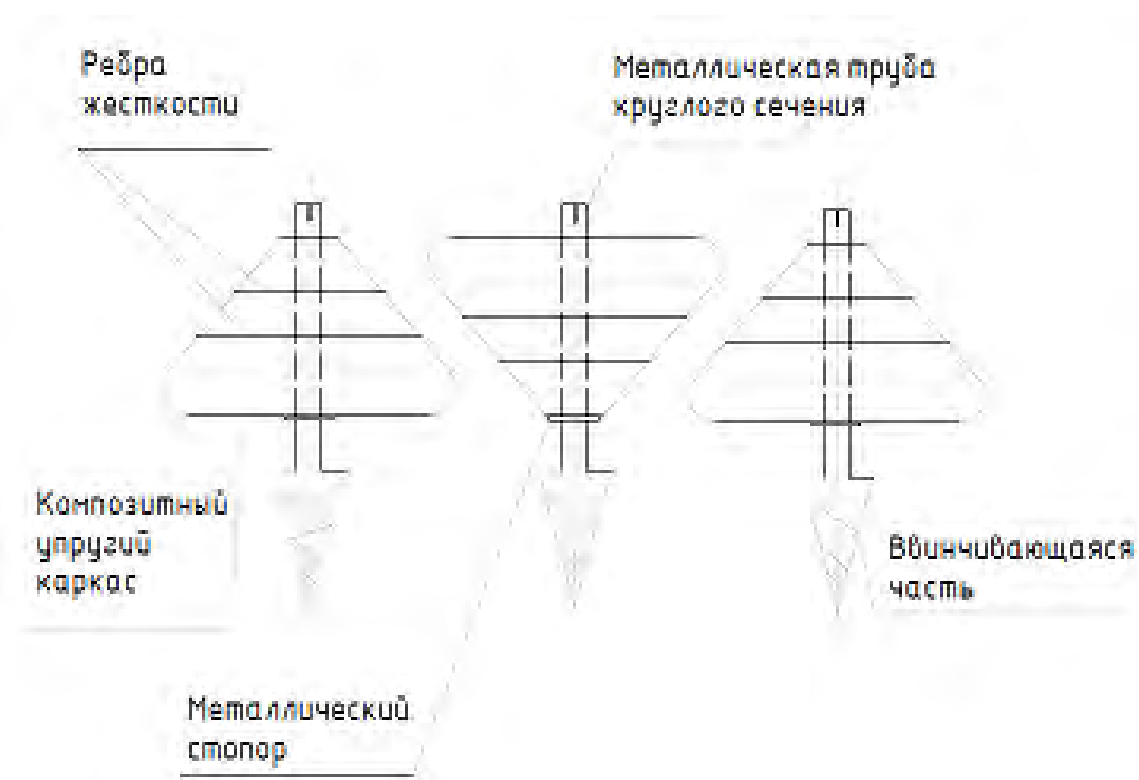


Рисунок 2 – Предлагаемая конструкция барьерного ограждения



Рисунок 3 – амортизирующее барьерное ограждение применяемое на дорогах общего пользования

Выводы: Для того, чтобы убедиться в эффективности и положительном эффекте предлагаемого изобретения, следует изготовить опытные образцы с разными геометрическими параметрами и провести испытание на амортизирующие и удерживающие качества такого вида барьерного ограждения, доказать тем самым его применимость как в городских условиях, так и на загородных участках автомобильных дорог. Для испытания следует применять транспортные средства с большей снаряженной массой для выведения более точных зависимостей скорости и удерживающей способности данного типа изобретения.

Литература:

1. ГОСТ 33128-2014 “Дороги автомобильные общего пользования. Ограждения дорожные. Технические требования”.
2. СП 53-101-98 “Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций”.
3. ГОСТ Р 52607-2006 “Технические средства организации дорожного движения. Ограждения дорожные удерживающие боковые для автомобилей. Общие технические требования”.
4. СП 34.13330.2012 “Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (с Изменениями № 1,2)”.

АНАЛИЗ МОДИФИКАТОРОВ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

*Цыбин Дмитрий Юрьевич, магистр 2-го курса
кафедры «Дороги автомобильные, мосты и тоннели»
Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург
(Научный руководитель – Шевченко С.М., канд. техн. наук, доцент)*

На сегодняшний день асфальтобетон является наиболее распространенным материалом в дорожном строительстве, и в особенности покрытий автомобильных дорог, испытывающих целый ряд факторов, которые приводят к его разрушению. В качестве таких факторов выступают: климатические условия, состав транспортного потока, солнечная радиация, влажность материала покрытия и др. При воздействии таких факторов сцепление битума и минеральной составляющей асфальтобетона снижается, а также ухудшаются водостойкость и морозостойкость асфальтобетона.

Наиболее распространенным путем решения данной проблемы среди исследователей является применения различных добавок и модификаторов, способных повысить их трещиностойкость, сдвигоустойчивость, водостойкость и другие характеристики асфальтобетонов, в результате чего срок эксплуатации асфальтобетонного покрытия может быть увеличен.

Используемые в проектировании асфальтобетонных смесей модификаторы можно разделить на три группы.

В первую группу входят эластомеры — это полимерные материалы, обладающие высокой эластичностью, что позволяет им растягиваться до таких размеров, которые во много раз превышают исходные, но при этом способные вернуться в исходное состояние при отсутствии нагрузки.

Наиболее широко распространенная группа эластомеров – синтетические каучуки. Эти эластомеры помимо высокой пластичности впитывают масляные компоненты битума при их введении, таким образом повышается вязкость трещиностойкость и сдвигоустойчивость.

Каучуки, применяемые для приготовления асфальтобетонной смеси, также делятся на группы:

- бутадиеновые;
- бутадиен-стирольные;
- хлоропреновые;

-этилен-пропиленовые.

К группе термопластичных относятся полимеры, которые имеют способность многократно размягчаться во время нагревания и твердеть во время охлаждения. Данное свойство полимерам придает линейное строение макромолекул. В свою очередь термопластичные полимеры делятся на:

- сополимеры этилена;
- полиэтилен;
- атактический полипропилен.

Атактический полипропилен (Рис.1.) способен повысить вязкость битума в интервале температур 30 – 60 °С [1], но при этом практически не оказывает влияние на свойство эластичности битума. Такие битумы необходимо использовать в кратчайшие сроки после приготовления, так как у них возможно разделение фаз битума и полимерной составляющей.



Рисунок 1 – Атактический полипропилен [1]

К группе термоэластопластов относятся полимеры объединяющие свойства как термопластов, так и эластомеров. При добавлении таких добавок повышается температура размягчения, одновременно с повышением эластичности, при этом данные показатели активно растут уже при содержании лишь 3-5 % содержания модификатора относительно массы битума.

Использование в рецептуре асфальтобетонной смеси битума, модифицированного термоэластопластами, обеспечивает дорожному покрытию способность к быстрому снятию напряжений, которые возникают под воздействием движущегося транспорта.

Термопластичные полимеры делятся на:
стирол-бутадиеновые;

стирол-бутадиен-стирольные;
стирол-этилен-бутилен-стирольные;
стирол-этилен-пропиленовые;
стирол-этилен-пропилен-стирольные;
стирол-изопрен –стирольные.

На основе свойств термоэластопластов обеспечивается снижение времени снятия напряжений с асфальтобетонного покрытия, возникающие от нагрузок, вызванных влиянием транспортного потока [2].

Наибольшую популярность среди производителей асфальтобетонных смесей приобрел стирол-бутадиен-стирольный сополимер (Рис. 2). Введение данного сополимера позволяет обеспечить высокую гибкость при низких температурах и высокую вязкость при повышенных температурах.



Рисунок 2 – Стирол-бутадиен-стирол [2]

В странах юго-восточной Азии наблюдается широкое распространение приобретает диоксид титана, как модификатор для асфальтобетона (Рис. 3). Как показывают исследования, данный модификатор в форме рутила снижает температуру приготовления асфальтобетонной смеси, так как снижается температура размягчения, одновременно с этим показателем растет и сопротивление усталостному разрушению и наибольшие показатели демонстрирует такая асфальтобетонная смесь с содержанием в 8% от массы битума.



Рисунок 3 – Диоксид титана рутильной формы [3]

Минимальный размер частиц диоксида титана составляет 40 нанометров, а максимальный 70 нанометров. Применение диоксида титана снижает температуру уплотнения асфальтобетонной смеси, при этом остальные физические и механические свойства не снижаются.

Литература:

1. Кучма М.И. Поверхностно-активные вещества в дорожном строительстве. – М. Транспорт, 1980, 191 с.
2. Князев, Ю. В. Использование полимерных материалов для модификации дорожного вяжущего. Ю. В. Князев, В. В. Буданцев, В. А. Фролов, С. А. Меркулов. Молодой ученый. — 2015. — № 12 (92). — С. 198-200
3. Foroutan Mirhosseini, A., Tahami, S. A., Hoff, I., Dessouky, S., & Ho, C. H. (2019). Performance evaluation of asphalt mixtures containing high-RAP binder content and bio-oil rejuvenator. *Construction and Building Materials*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.191>
4. Mookhoek, S. D., Fischer, H. R., & Zwaag, S. v. d. (2009). A numerical study into the effects of elongated capsules on the healing efficiency of liquid-based systems. *Computational Materials Science*, 47(2), 506–511. <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2009.09.017>
5. White, S. R., Sottos, N. R., Geubelle, P. H., Moore, J. S., Kessler, M. R., Sriram, S. R., ... Viswanathan, S. (2001). Autonomic healing of polymer composites. *Nature*, 409(6822), 794–797. <https://doi.org/10.1038/35057232>
6. Foroutan Mirhosseini, Tahami, Hoff, Dessouky, & Ho, 2019; Mookhoek, Fischer, & Zwaag, 2009; White et al., 2001

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Шевчик Алексей, студент 5-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Зленко Л.В., старший преподаватель)*

В современном дорожном строительстве появляются инновационные технологии, которые направлены на увеличение срока эксплуатации дорожного полотна и повышение безопасности движения, для создания многофункционального дорожного покрытия с необычными свойствами.

На дорогах повышенной прочности покрытие изготавливается из асфальтобетона с добавками полимерных компонентов, введённых в виде наночастиц в коллоидно-дисперсную структуру материала. Предполагается, что полимерные добавки повысят пластичность и морозоустойчивость покрытия, и срок его эксплуатации за счёт этого увеличится втрое. Также было предложено в качестве сырья для дороги использовать каучуковую крошку, изготовленную из старых автомобильных покрышек.

Дороги будут оснащены светящейся разметкой и шумовыми полосами, которые призваны повысить безопасность дорожного движения. Разметка может быть выполнена из полимерных лент, а также при помощи светодиодов. Предполагается, что разметка из полимерных будет более долговечной за счёт повышенной устойчивости к истиранию. Улучшить видимость пешеходных переходов для водителей предлагается с помощью лазерные трёхмерные голограммы. Однако эти технологии улучшают качество дорожного полотна, но не изменяют его пассивную функцию.

Действующий макет дороги с инновационной активной функцией был представлен американскими учёными Скоттом и Дж.Брусо. Они предлагают строить дорожное полотно из солнечных батарей, которые в макете имеют вид шестигранных модулей со встроенными светодиодами по периметру. Вырабатываемой ими энергии должно хватать на освещение дороги, устройство разметки и информационных табло. Зимой за счёт вырабатываемой электроэнергии можно обеспечить обогрев дороги, чтобы предотвратить образование наледи. Также можно устроить станции зарядки аккумуляторных батарей электромобилей.

Дорожный цементогрунт - композиционный материал, используемый для устройства оснований и покрытий дорожных одежд. В то же время известно, что конструктивные слои дорожной одежды из цементогрунта имеют существенный недостаток, заключающийся в образовании сетки трещин вследствие воздействия на них различного рода факторов. Такие трещины могут возникнуть не только из-за прилагаемых динамических и климатических нагрузок, но и из-за особенности структуры материала. При укреплении грунтов цементом применяют различные добавки с целью создания оптимальных условий твердения цемента и улучшения технологических свойств цементогрунтовых смесей, повышения деформативных свойств цементогрунта и как следствие - повышения прочности и долговечности цементогрунтов, расширения количества видов грунтов, пригодных для укрепления, а также в целях экономии цемента.

Для улучшения деформативных свойств цементогрунтовых смесей в мире используют полимерные добавки (ренолит, латекс с лигносульфонатами, смолы, битумы, эмульсии и т. п.). Отметим, что зарубежные добавки использовать неэффективно ввиду их высокой стоимости, а применение существующих добавок отечественного производства не даёт устойчивого выраженного эффекта. Поэтому возникает необходимость в разработке комплексной полимерной добавки отечественного производства, которая позволила бы улучшить физико-механические свойства цементогрунта, а именно повысить такие показатели, как сопротивление при изгибе, морозостойкость и как следствие - деформативность материала, повысить трещиностойкость, снизить стоимость дорожного полимерцементогрунта.

Литература:

1. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения, М., 1990.
2. Левицкий Е.Ф., Чернигов В.А. Бетонные покрытия автомобильных дорог. М., 1980.
3. Яромко В.Н. Реабилитация дорожных покрытий, Мн., 2002.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ ПУТЕМ УСТРОЙСТВА НАДЗЕМНЫХ ПЕРЕХОДОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

*Шпилевский Никита Алексеевич, студент 3-го курса
кафедра «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Жуковский Е.М., ассистент)*

Во всем мире особое внимание уделяют экологии. Один из позитивных примеров заботы о диких животных - специально созданные надземные переходы для зверей или экодуки.

В мире строятся огромные магистрали, которые разделяют поля и леса на две части. Такие дороги создают серьезные проблемы животным. Животные не смогут больше мигрировать по своим миграционным путям. Где-то растут необходимые для их существования растения, где-то есть водоём который посещают звери, где-то есть более комфортабельные условия для каких-либо животных.

Экодуки позволяют сохранить целостность среды обитания животных и уменьшить вероятность возникновения животных на дороге, что могло бы спровоцировать дорожно-транспортное происшествие.

Экодуки — специальные проходные сооружения, которые служат для безопасного пересечения дикими животными автотрасс и магистралей. Наибольшее распространение получили такие виды экодуков как подземный переход или мост (эстакада), кроме того, в зависимости от предназначения и локации, существуют вариации экодуков: тоннели, водопропускные трубы, наземные и подземные переходы. (Рис. 1).

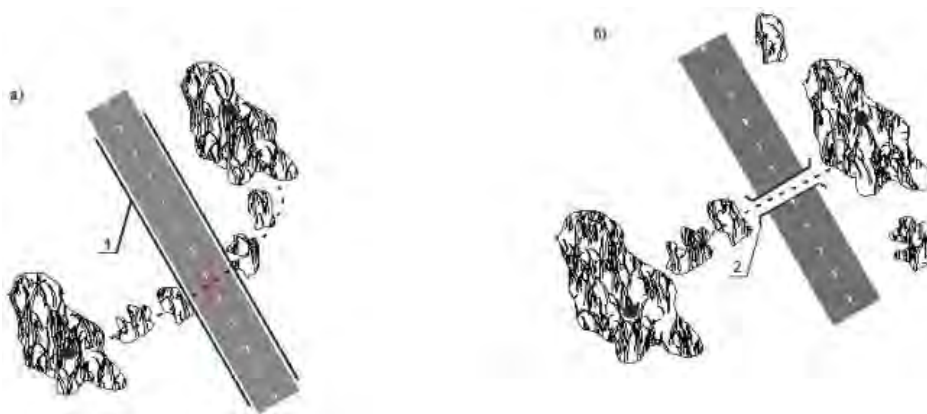


Рисунок 1 – Методы осуществления передвижения диких животных через автодорогу.

Первые экодуги в знакомом нам виде появились во Франции в 1950-х годах.

Полезь экодугов во много раз превосходит денежные затраты на их строительство.

Экодуги дают возможность диким животным свободно, а так же безопасно проходить дороги в местах проождения миграционных путей, что уменьшает риск автоаварий, как для человека, так и для животных;

Дают возможность ослабить последствия фрагментации натуральной среды обитания в процессе урбанизации, предоставляя с лёгкостью перемещаться особям между территориями.

Однако проектирование экодугов — это достаточно сложный процесс, который включает в себя изучение особенностей поведения и миграции животных, а так же выявление аварийных участков автомобильной дороги. Кроме того, важной частью проектирования экодугов является ландшафтное проектирование: запроектировать экодуг на местности так, что бы он не выделялся. Они должны создавать ощущение естественной среды для животных, например участка леса или его опушки.

Рассмотрим процесс строительства экодугов. Для их строительства обычно используются различные материалы: это и клееный брус, и сталь, и бетон, и стеклопластик, и древесное волокно, а так же железобетон. В зарубежных проектах архитектура сооружений разнообразна, учитывает комфорт как животных, так и человека.

Таблица 1 – Максимальные расстояния между переходами для разных видов диких животных

Район	Виды животных различных популяций		
	Лось, олень	Косуля, кабан	Лиса, заяц
Заповедники	3-5 км	1,5-2,5 км	1 км
Национальные парки	5-8 км	2-4 км	
Прочие	8-15 км	3-5 км	

Из выше сказанного становится очевидно, что для скоростных автомобильных дорог характерен наибольший риск дорожно-транспортных происшествий с участием животных.

Основная проблема - нарушение условий обитания диких животных (фрагментация территории), это является характерной чертой при

проектировании автомобильных дорог высоких категорий вблизи мест обитания, питания и размножения, а так же путей миграции диких животных.

С экологической точки зрения наиболее целесообразным является обход мест обитания, питания и размножения диких животных.

Если строительство обходов является экономически нецелесообразным, то в таком случае лучшим вариантом является обустройство пересечений путей миграции животных, таких как экодуги и других «зеленых» переходов для диких животных.

Литература:

1. Автомобильные дороги Беларуси: Энциклопедия / Коллектив авторов; Под общ. Ред. А.В. Минина; Худож. В.М. Жук. – Мн.: БелЭн, 2002. – 672 с.: ил.
7. Пшенин В.Н., Бутянов М.С. Инженерное обеспечение путей миграции животных через автомагистрали // Дороги. 2010. № 5. С. 65-69.
8. Евгеньев И.Е. Экологизация автомобильных дорог / Евгеньев И.Е. // Наука и техника в дорожной отрасли. – 1997. - №3. – С. 22-25.
9. ДМД 02191.3.016-2008 Рекомендации по снижению негативного воздействия дорожно-транспортного комплекса на объекты животного мира
10. ТКП 480-2013 (02191) Оценка воздействия на окружающую среду при проектировании возведения и реконструкции автомобильных дорог

Секция 3
ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЁТОВ ОБРАТНОЙ УГЛОВОЙ ЗАСЕЧКИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

*Сергачёв Александр Александрович, студент 3-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии» БНТУ
(Научный руководитель – Будо А.Ю., старший преподаватель)*

Задача исследовательской работы: Сравнить результаты расчётов обратной угловой засечки методом наименьших квадратов, методом Деламбра и методом, реализованным в программном обеспечении тахеометра Trimble M3.

Обратной угловой засечкой называется определение положения пункта путем измерения углов или направлений на определяемом пункте не менее чем на три пункта, координаты которых известны. В том случае, когда исходных пунктов всего лишь три, обратная угловая засечка называется однократной. В том случае, когда исходных пунктов более трех – обратная угловая засечка называется многократной.

Для упрощения работы расчёт будет выполнен в различных программах. Т.е. каждый метод будет выполнен в той программе, в которой он реализован.

Метод наименьших квадратов – математический метод, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомым переменных. Реализован в программе Credo Dat 3.

Метод Деламбра. Сущность способа заключается в приведении решения обратной засечки по формуле Деламбра к решению прямой засечки по формулам Гаусса. Для реализации этого метода была для этой работы была написан программа RAI.

RAI (Reverse angle intersection) – это программа, предназначенная для вычисления координат точки способом обратной угловой засечки. Она состоит двух окон. Первое – для ввода исходных данных, второе – для вывода результатов расчёта. Первое окно содержит поле, для ввода количества исходных пунктов и таблицу для ввода координат и углов. Второе окно выводит уравненные координаты искомого пункта, СКО дирекционного угла, координат и положения пункта.

Третий метод – это метод, который реализован в программном обеспечении тахеометра Trimble M3. Для упрощения восприятия и понимания сути работы, условно назовём его метод X.

Ход работы

В программе AutoCad в условной системе координат запроектированы 8 исходных пунктов и 10 станций (Рис.1). В качестве исходных данных взяты координаты исходных пунктов. Для того, чтобы иметь возможность оценить точность вычисленных координат станций, взяты их истинные координаты.

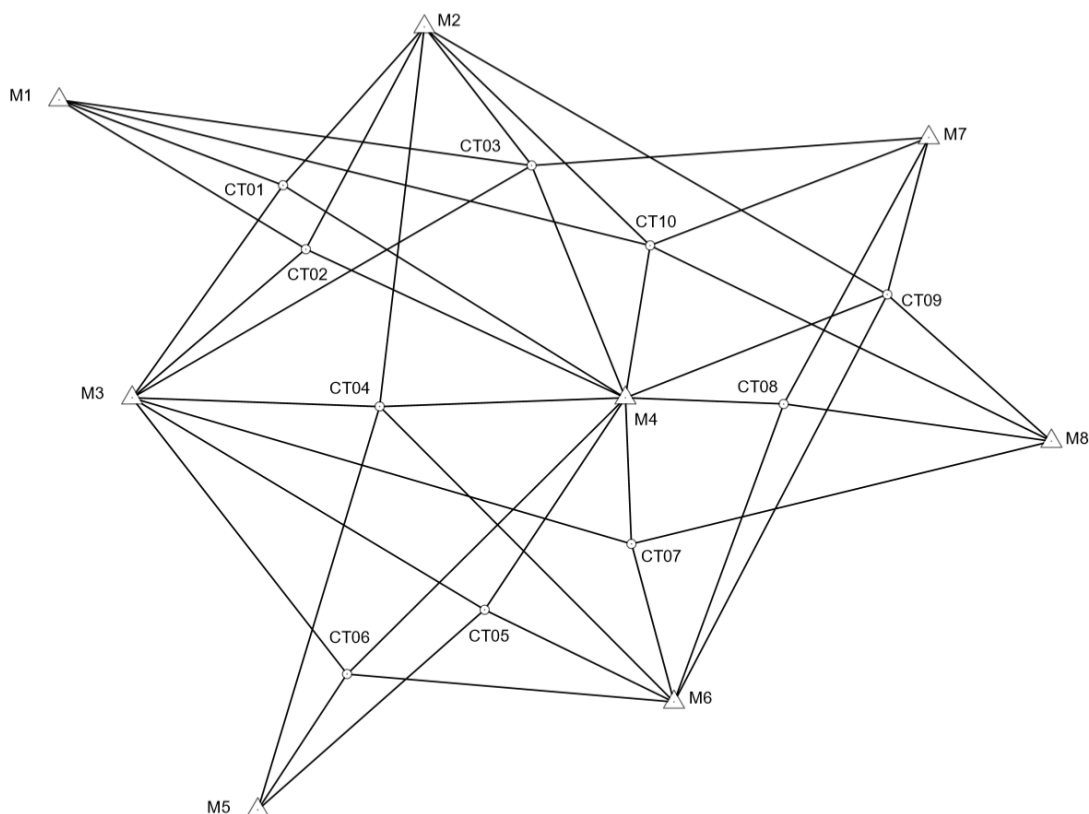


Рисунок 1 – Схема расположения станций и исходных пунктов

Таблица 1 – Координаты станций и исходных пунктов

№ станции	X	Y	№ пункта	X	Y
СТ01	32851,011	38365,395	M1	33206,876	37432,453
СТ02	32584,601	38459,624	M2	33511,136	38953,750
СТ03	32932,974	39400,275	M3	31964,484	37736,713
СТ04	31928,320	38767,300	M4	31964,484	39790,464
СТ05	31081,456	39204,130	M5	30247,560	38259,881
СТ06	30813,603	38631,701	M6	30696,736	39993,303
СТ07	31355,965	39815,819	M7	33049,317	41053,811
СТ08	31939,129	40449,693	M8	31783,833	41564,761
СТ09	32395,518	40880,727			
СТ10	32599,735	39893,063			

В качестве смоделированных измерений от каждой станции до пунктов, на которые с неё засекались, вычислены расстояния и углы, взятые от первого направления. Во все измерения внесены сгенерированные случайные ошибки.

Таблица 2 – Измерения со станций

№ станции	Направл.	Гор. пролож. S, м	Истинные углы			№ станции	Направл.	Гор. пролож. S, м	Истинные углы		
			β _{ср}						β _{ср}		
СТ01	M2	884,264	0°	00′	00″	СТ06	M4	1633,165	0°	00′	00″
	M4	1678,316	80°	10′	36″		M6	1366,619	49°	42′	37″
	M3	1086,821	173°	37′	59″		M5	677,237	168°	06′	19″
	M1	998,517	249°	10′	13″		M3	1457,91	276°	56′	08″
СТ02	M2	1050,057	0°	00′	00″	СТ07	M8	1800,518	0°	00′	00″
	M4	1468,214	86°	54′	51″		M6	682,704	88°	40′	46″
	M3	952,448	201°	18′	26″		M3	2166,326	210°	03′	45″
	M1	1200,954	273°	08′	13″		M4	609,045	281°	21′	43″
СТ03	M7	1657,619	0°	00′	00″	СТ08	M7	1263,906	0°	00′	00″
	M4	1044,141	72°	04′	52″		M8	1125,824	69°	22′	33″
	M3	1924,947	153°	49′	04″		M6	1323,574	171°	37′	03″
	M1	1986,789	191°	57′	00″		M4	659,721	243°	39′	00″
	M2	730,515	236°	20′	44″		СТ09	M7	676,321	0°	00′
СТ04	M2	1593,763	0°	00′	00″	M8		917,631	116°	58′	34″
	M4	1023,793	81°	15′	29″	M6		1916,6	192°	45′	14″
	M6	1737,773	128°	24′	49″	M4		1172,366	233°	36′	08″
	M5	1755,676	190°	04′	55″	M2		2226,630	285°	14′	32″
	M3	1031,222	265°	17′	34″	СТ10	M7	1244,781	0°	00′	00″
СТ05	M4	1059,972	0°	00′	00″		M8	1860,187	47°	11′	18″
	M6	877,948	82°	24′	21″		M4	643,484	120°	20′	55″
	M5	1259,761	194°	58′	01″		M1	2534,406	215°	02′	04″
	M3	1712,62	267°	27′	16″		M2	1308,802	245°	18′	33″

РАІ. Введем поочерёдно измерения на каждой станции. Выпишем рассчитанные координаты в отдельную таблицу и найдем их отклонения от истинных значений. Среднее отклонение составило 11 мм.

Таблица 3 – Результаты вычислений RAI

№ станции	x	y	X-x	Y-y
C1	32851,004	38365,401	0,007	0,006
C2	32584,610	38459,650	0,009	0,026
C3	32932,966	39400,276	0,008	0,001
C4	31928,316	38767,325	0,004	0,025
C5	31081,457	39204,139	0,001	0,009
C6	30813,580	38631,694	0,023	0,007
C7	31355,935	39815,823	0,030	0,004
C8	31939,126	40449,696	0,003	0,004
C9	32395,499	40880,729	0,019	0,002
C10	32599,719	39893,070	0,016	0,007
$\Sigma =$			0,011	

Trimble M3. Создадим новый проект, в который сразу запишем координаты исходных пунктов. По имеющимся измерениям (расстояния и углы) выполним 10 обратных засечек и выпишем координаты станций в таблицу. Сразу же найдём их отклонения от истинного значения. Среднее отклонение составило 0,004 м.

Таблица 4 – Результаты вычислений ПО Trimble M3

№ станции	x	y	X-x	Y-y
C1	32851,010	38365,401	0,001	0,006
C2	32584,605	38459,628	0,004	0,004
C3	32932,978	39400,275	0,004	0,001
C4	31928,314	38767,306	0,006	0,006
C5	31081,451	39204,134	0,005	0,004
C6	30813,607	38631,694	0,004	0,007
C7	31355,966	39815,819	0,001	0,000
C8	31939,132	40449,699	0,003	0,007
C9	32395,512	40880,728	0,006	0,001
C10	32599,734	39893,060	0,001	0,003
$\Sigma =$			0,004	

Как мы можем заметить, для расчёта методом Делаμβра нужны только значения координаты исходных пунктов и измеренные углы, а для метода X к этому добавляются ещё и расстояния. Поэтому второй метод показал меньшие отклонения от истинных значений, а значит и более высокую точность определения координат.

Теперь выполним уравнивания в программе Credo Dat в двух вариантах: без учёта расстояний и с их учётом.

Credo Dat. Сначала внесём исходные данные без учёта расстояний. Найдём отклонения координат от их истинного значения. Среднее отклонение составило 0,009 м.

Таблица 5 – Результаты вычислений Credo Dat 3, без учёта расстояний

№ станции	x	y	X-x	Y-y
C1	32851,006	38365,398	0,005	0,003
C2	32584,610	38459,650	0,009	0,026
C3	32932,966	39400,276	0,008	0,001
C4	31928,316	38767,322	0,004	0,022
C5	31081,459	39204,133	0,003	0,003
C6	30813,583	38631,691	0,020	0,010
C7	31355,938	39815,823	0,027	0,004
C8	31939,127	40449,692	0,002	0,000
C9	32395,500	40880,727	0,018	0,000
C10	32599,719	39893,070	0,016	0,007
$\Sigma =$			0,009	

Теперь внесём исходные данные с учётом расстояний. Так же найдём отклонения координат от их истинного значения. Среднее отклонение составило 0,004 м.

Таблица 6 – Результаты вычислений Credo Dat 3, с учётом расстояний

№ станции	x	y	X-x	Y-y
C1	32851,008	38365,400	0,003	0,005
C2	32584,605	38459,637	0,004	0,013
C3	32932,973	39400,274	0,001	0,001
C4	31928,315	38767,310	0,005	0,010
C5	31081,456	39204,133	0,000	0,003
C6	30813,598	38631,697	0,005	0,004
C7	31355,960	39815,819	0,005	0,000
C8	31939,129	40449,697	0,000	0,005
C9	32395,506	40880,728	0,012	0,001
C10	32599,727	39893,064	0,008	0,001
$\Sigma =$			0,004	

Таблица 7 – Итоги расчётов

Метод	Программа	Исходные данные	Ср. отклонение
Метод Делабра	RAI	Углы	0,011
Метод X	ПО Trimble M3	Углы и расстояния	0,004
МНК	Credo Dat 3	Углы	0,009
		Углы и расстояния	0,004

Из всего вышеизложенного можно сделать несколько выводов:

- Методы, в которых используются в качестве исходных данных кроме углов ещё и расстояния, дают меньшие значения отклонений, а значит, являются более точными.
- Из трех представленных методов расчёта обратной угловой засечки, менее точным является метод Деламбра, который реализован в программе RAI.

УСТАНОВЛЕНИЕ ОХРАННЫХ ЗОН ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА

*Шарунова Любовь Васильевна, студентка 4-го курса
кафедры «Городского кадастра и геодезии»
Вологодский государственный университет, г. Вологда
(Научный руководитель – Заварин Д.А., канд. эконом. наук, доцент)*

Современный населенный пункт является сложной комбинацией жилой и производственной застройки, коммуникаций, транспортной сети и многих других объектов. Часть объектов представляет собой опасные, либо требующие особой эксплуатации территории. Следовательно, часть объектов населенного пункта, например, реки, газопроводы, электрические сети и другие объекты требуют особых условий их эксплуатации.

Зоны с особыми условиями использования территорий (далее ЗОУИТ) – это определенная местность, в границах которой формируется определенный правовой режим ее использования, ограничивающий или запрещающий те виды деятельности, которые несовместимы с целями установления зоны, в соответствии с законодательством Российской Федерации. В статье 104 Земельного кодекса Российской Федерации указаны цели, согласно которым устанавливаются ЗОУИТ.

Все сведения о ЗОУИТ подлежат обязательному внесению в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН), в последствии все данные об объекте будут отображены на публичной кадастровой карте (Рис. 1.). В соответствии со статьей 105 Земельного кодекса Российской Федерации в 2018 году выделяется 28 разновидностей зон с особыми условиями использования территорий. В данной статье рассмотрен один из видов ЗОУИТ – охранные зоны объектов электросетевого хозяйства.

Регулирование земельных отношений в электросетевом хозяйстве является одним из наиболее важных вопросов, требующих постоянного совершенствования российской нормативно-правовой базы. Это обусловлено большой протяженностью объектов электросетевого хозяйства, сложностью межевания земельных участков, входящих в различные категории (промышленные земли и земли сельского поселения), а также различием права их использования (аренды, собственности, сервитута).

Объектами электросетевого хозяйства являются: линии электропередач, трансформаторные подстанции и распределительные пункты.

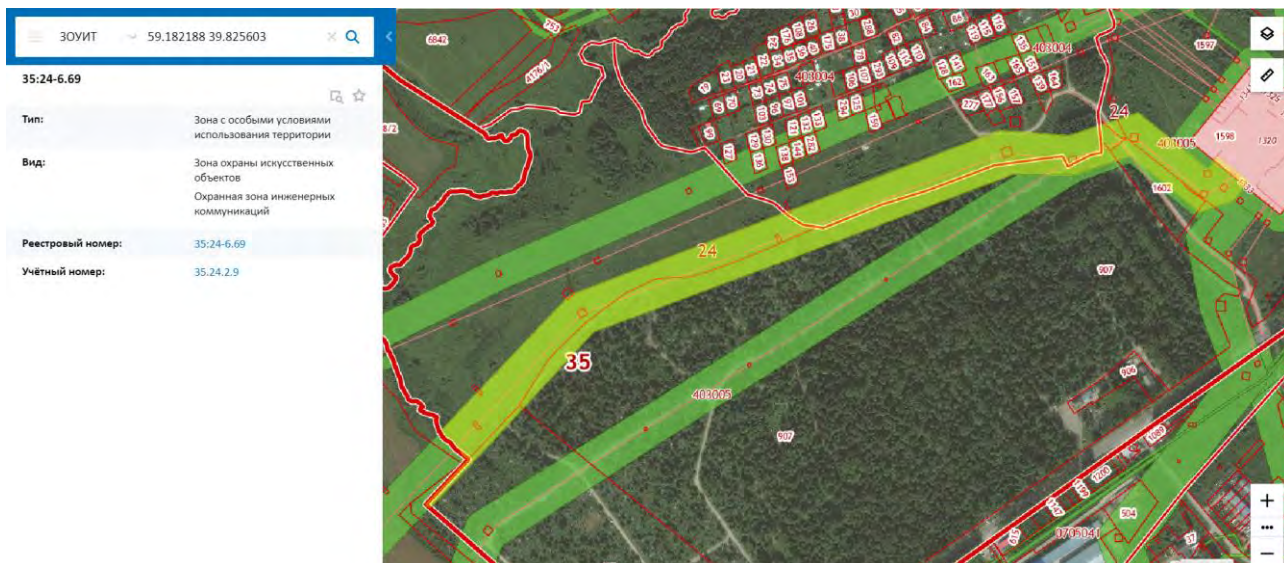


Рисунок 1 – охранная зона магистральной линии электропередач на территории г. Волгоды

Земельный участок как объект права собственности и иных прав на землю является недвижимой вещью, которая представляет собой часть земной поверхности. Земельные участки под объектами электросетевого хозяйства (ЭСХ) условно можно разделить на три вида (Рис. 2.).



Рисунок 2 – Виды земельных участков под объектами электросетевого хозяйства

Деятельность по установлению охранной зоны объекта ЭСХ – сложный многоэтапный процесс, содержащий комплекс последовательных действий (Рис. 3.)

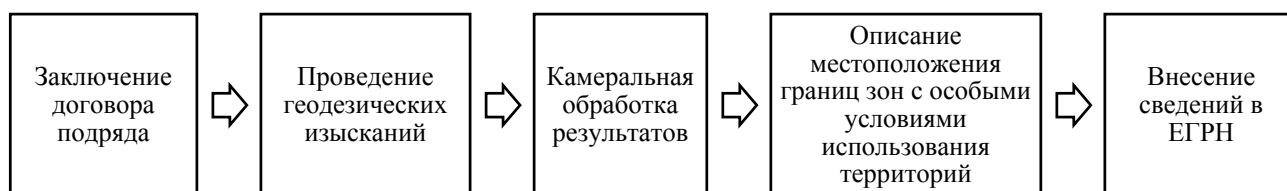


Рисунок 3 – Этапы работ по установлению охранной зоны объекта ЭСХ

1й этап – На данном этапе заказчик предоставляет исходные документы (правоустанавливающие документы, инвентарные карточки, поопорные схемы).

2й этап – Геодезические изыскания – это комплекс высокоточных измерений на определенной местности для дальнейшей вычислительной обработки и получения плана или карты объекта.

3й этап – Для обработки полученных результатов используются различные программные продукты систем автоматизированного проектирования. Безусловным лидером среди базовых систем автоматизированного проектирования является AutoCAD.

4й этап – формируются графическая и текстовая части описания местоположения границ охранных зон объектов ЭСХ. Графическая часть документа, как правило, оформляется в AutoCAD. Текстовая часть заполняется в программе, из которой в последствии выгружается электронный документ (XML-схема). Примером такой программы является продукт отечественной разработки «Полигон Про».

5й этап – внесение сведений в ЕГРН в форме карты (плана).

Охранная зона считается установленной с даты внесения в документы государственного кадастрового учета сведений о ее границах. После постановки на государственный кадастровый учет охранной зоны объекта ЭСХ, ее границы отображаются на публичной кадастровой карте.

На публичной кадастровой карте также отображается информация о выбранном объекте. Такой информацией для зон с особыми условиями использования территорий являются: тип объекта, номер, вид, индекс, наименование, орган власти, основание для постановки на учет, описание и действующие ограничения.

Для получения детальной информации по объекту, следует обратиться с соответствующим запросом в Росреестр. Все сведения о какой-то конкретной зоне с особыми условиями использования территории предоставляются в виде кадастровой выписки.

Литература:

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 02.08.2019) – Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочно-правовая система / Компания «КонсультантПлюс».
2. Шарунова, Л. В. Тенденция формирования зон с особыми условиями использования территорий в Вологодском регионе // ДОСТИЖЕНИЯ ВУЗОВСКОЙ НАУКИ 2020: сборник статей XVI Международного научно-исследовательского конкурса – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – С. 322-324.

СОЗДАНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТА «ТЕХНОПАРК» В ГОРОДЕ УЗЛОВАЯ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*Костерин Федор Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Городского кадастра и геодезии»
Вологодский Государственный Университет, г. Вологда*

Актуальность темы исследования. В процессе проектирования и строительства необходимо учитывать информативность земной поверхности, отображаемых на топографических планах. В настоящее время растет потребность в информации о земле как основе для планирования, проектирования и строительства зданий, сооружений других объектов.

Целью данной работы является рассмотрение вопросов связанных с созданием топографических планов в процессе инженерно-геодезических изысканий.

В рамках достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: изучить основные требования к топографическим планам, их назначение и содержание согласно требований документов; рассмотреть технологию производства топографических планов и этапы их выполнения; проследить создание комплексного топографического плана с использованием кадастрового плана территории в современных условиях.

Топографическими планами принято называть картографические изображения на плоскости в ортогональной проекции ограниченного участка местности, в пределах которой кривизна уровенной поверхности не учитывается. Стандартная топографическая съемка земельного участка должна включать в себя изучение и отображение не только надземных сооружений и коммуникаций, но и подземных объектов.

Современные жилые и промышленные территории пронизаны густой сетью подземных коммуникаций различного размера и назначения и представляют собой сложную, разветвленную систему. Методы застройки городов подразумевают комплексное размещение подземных коммуникационных систем внутри проектируемого микрорайона.

К каждому жилому дому подводится минимум восемь видов подземных коммуникаций: водопровод, канализация (хозяйственная и ливневая), проводная радиовещательная сеть (а также кабели ГО и ЧС), теплотрасса, газопровод, дренаж фундамента, телефонные кабели, электрокабели.

В административном отношении участок, выступающий объектом исследования, расположен в Тульской области Узловского района в северо-западной части г. Узловая по ул. Тульская на территории ОАО «Пластик». Участок инженерный изысканий застроен густой сетью подземных и надземных коммуникаций, а также зданиями и сооружениями. Рельеф площадки относительно ровный, техногенно изменен в процессе строительства. Абсолютные отметки поверхности земли – 246.78-253.28 м (Балтийская система высот 1977г.).

В настоящее время топографические планы необходимо совмещать с кадастровым планом территории (далее КПТ). Для этого необходимо обратиться в Росреестр.

Кадастровый план территории - это схематическое изображение кадастрового квартала, представленное в цифровом или бумажном варианте. Дополнительно к карте прилагается текстовая часть, в которой отражены подробные сведения об участках и расположенных на них объектах. Основания для получения кадастрового плана территории представлены на (Рис.1).

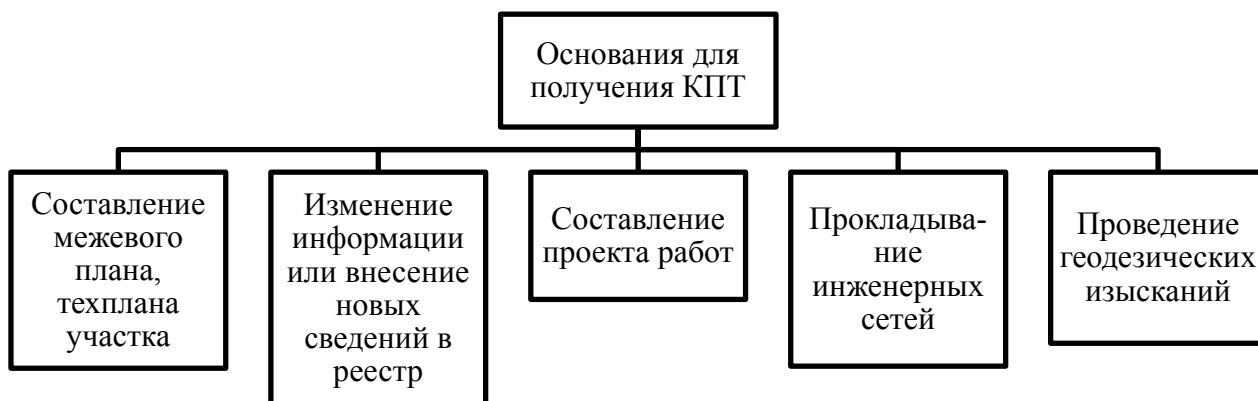


Рисунок 1 – Основания получения кадастрового плана территории

Заключительным этапом создания топографического плана является его совмещение с кадастровым планом территории. В ходе работы организацией, после обращения в Росреестр, был получен КПТ, фрагмент которого отображен на топографическом плане, отображенном на рисунке 1. По завершении камеральной обработки топографический план был совмещен с КПТ. Полученный топографический план, отображенный на рисунке 1 отображает здания, инженерные коммуникации, план кадастрового деления территории, высотное обоснование, элементы растительности и гидрографии.

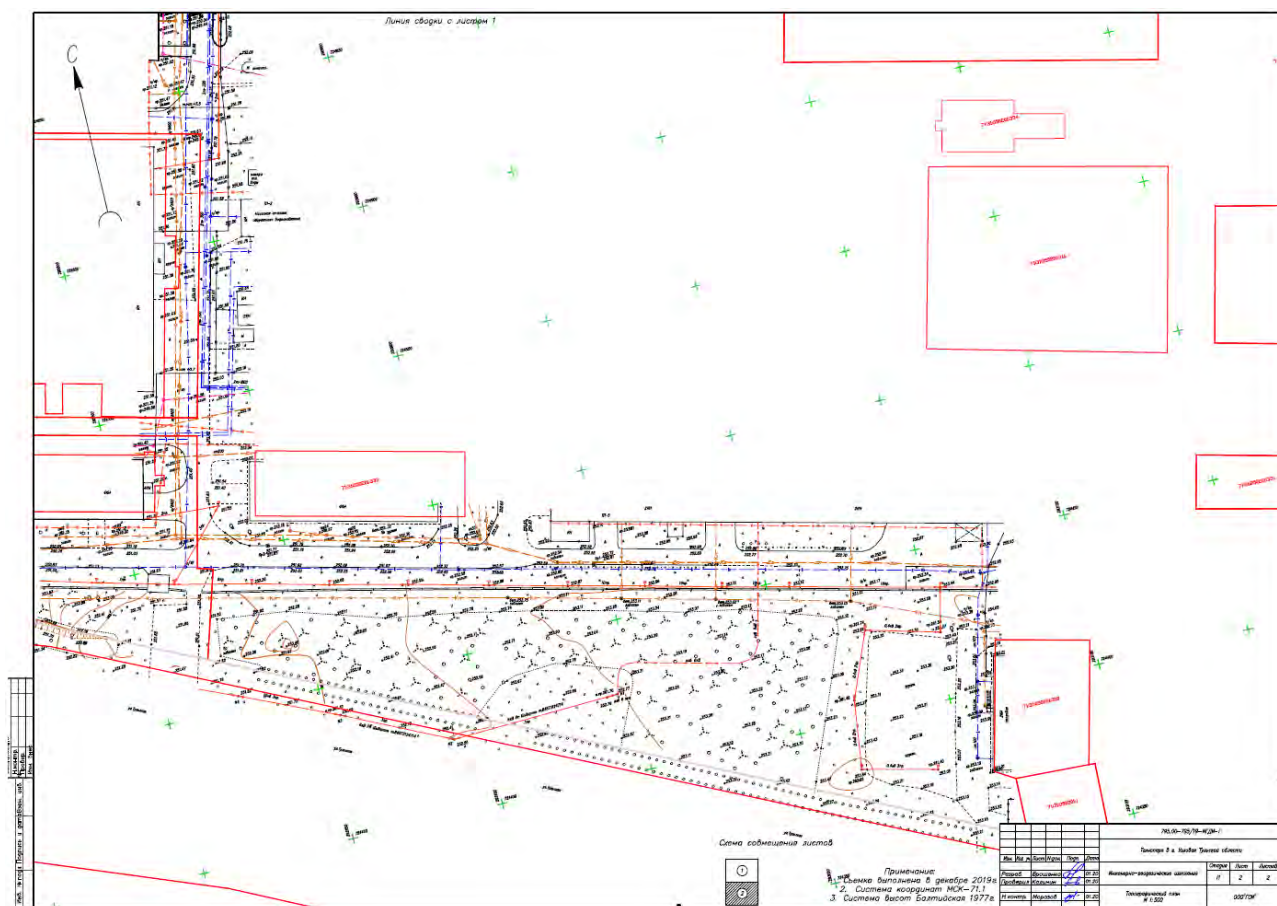


Рисунок 2 – Топографический план с использованием КПП

В ходе работы были рассмотрены этапы создания топографических планов в процессе инженерно-геодезических изысканий в современных условиях. Результат подготовленного топографического плана отражает полную информацию о земельном участке и позволят перейти к этапу проектирования и строительства.

Литература:

1. Антипов А.В, Инженерные изыскания для строительства: практика и опыт Мосгоргеотреста // Гл. ред. Антипов А.В., Осипов В.И. – М: ООО Издательство «Перспект», 2012. – 352 с.
2. Верещака Т.В, Топографические карты: научные основы содержания. - М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. - 319 с.
3. Курошев Г.Д, Космическая геодезия и глобальные системы позиционирования. Учебное пособие. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского Университета, 2011. – 182 с.

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КОНСТРУКЦИИ КУЗОВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Мысов Дмитрий Сергеевич,
курсант 5-го курса, 3-го учебного взвода кафедры
Конструкций автобронетанковой техники
факультета технического обеспечения
Пермский военный институт войск национальной гвардии
Российской Федерации, г. Пермь
(Научный руководитель – Карпушко М.О., канд. техн. наук)*

Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий (ДТП) за первое полугодие 2020 года (январь-июнь) показал снижение количества аварий на 13,9 % [1]. Согласно данным уменьшилось количество погибших и пострадавших по сравнению с аналогичным показателем 2019 года на 5,7 % и 14,7 % соответственно. Всего было совершено более 61 140 происшествий, из которых 53 074 ДТП было совершено по вине водителей. Распределение по типам транспортных средств (ТС) приведено на рисунке 1.

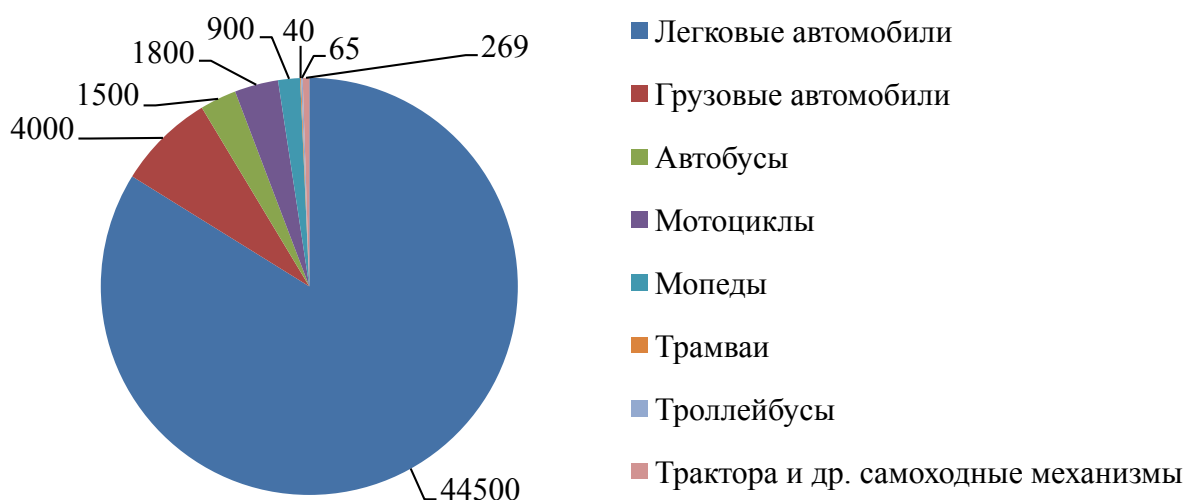


Рисунок 1 – Распределение нарушений правил дорожного движения водителями по типам ТС

Распределение ДТП по видам приведено на рисунке 2. Столкновения транспортных средств (42,9 %) и наезды на пешеходов (26,3 %) являются основными видами происшествий. При этом наибольшей тяжестью последствий

характеризуются опрокидывания транспортных средств (10,9 %), наезд на пешеходов (9,7 5), а также наезд на гужевой транспорт (11,8 %).

Способность автомобиля предотвращать дорожно-транспортные происшествия относят к активной безопасности. При этом тяжесть последствий, когда водитель не может избежать риска возникновения ДТП, может быть уменьшена за счет пассивной безопасности [2]. Пассивная безопасность включает конструктивные меры, относящиеся главным образом к поведению автомобиля и принимаемые для защиты пассажиров от травм при авариях, а также снижения опасности травмирования [3].

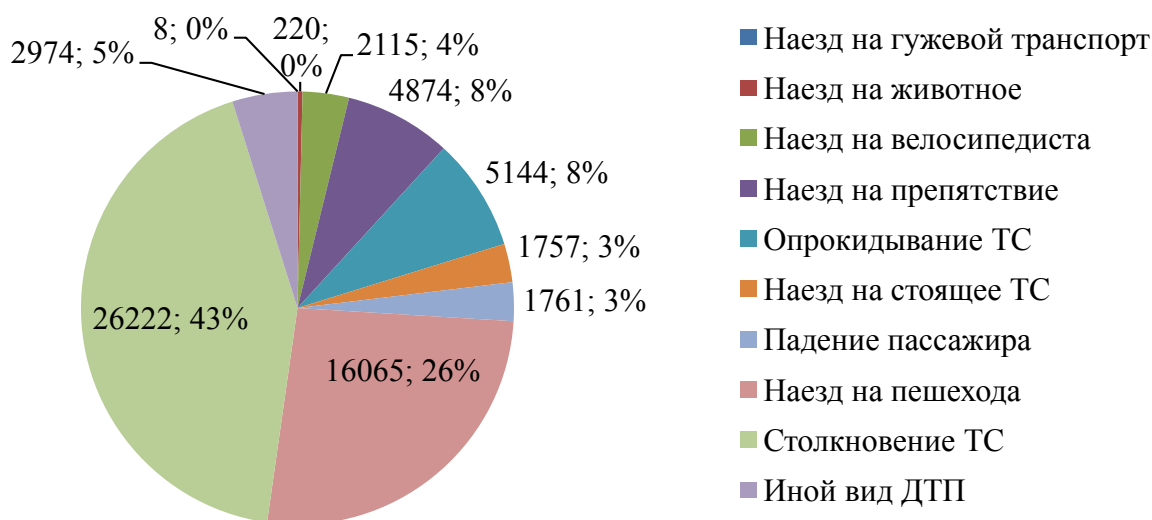


Рисунок 2 – Количество ДТП по видам и их доля (%)

В первую очередь пассивная безопасность характеризуется ударными и прочностными характеристиками несущей системы автомобиля, то есть его кузова. Данные характеристики обязательно учитываются на начальных этапах проектирования транспортного средства, когда нет возможности провести натурные испытания. С каждым годом требования к пассивной безопасности ужесточаются, вводятся новые правила в отношении защищенности водителя и пассажиров.

Техническое регулирование в области колесных транспортных средств в целях защиты жизни и здоровья человека, имущества, охраны окружающей среды устанавливает технический регламент таможенного союза ТРТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» [4].

Основные положения ТРТС соотнесены с требованиями Правил Европейской экономической комиссии (ЕЭК), созданной в 1947 году по решению Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций [5]. Одной из целей ЕЭК ООН является сотрудничество в таких областях, как наука и техника; экономическое прогнозирование и планирование; торговля;

окружающая среда; энергетика; отдельные отрасли промышленности; сельское хозяйство; статистика; стандартизация; сертификация и транспорт.

Объектами технического регулирования являются: колесные транспортные средства категорий L, M, N и O, предназначенные для эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования, а также шасси; компоненты транспортных средств, оказывающие влияние на безопасность транспортных средств. В настоящее время парк автотранспортных средств РФ насчитывает 52,9 млн. единиц, из которых на долю легковых автомобилей приходится около 44,5 млн. экземпляров (84 %) и более 7 % грузовых, что составляет 3,8 млн. зарегистрированных единиц (на 01.01.2020 г.) [6].

Все выпускающиеся в настоящее время автомобили отвечают действующим требованиям пассивной безопасности. Однако периодическое обновление технических регламентов требует совершенствования конструкций кузовов и кабин для повышения безопасности, что, возможно за счет правильно спроектированной кузовной конструкции.

Литература:

1. Дорожно-транспортная аварийность в РФ за первое полугодие 2020 года. Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2020, 25 с.
2. Пассивная безопасность автомобиля : учебное пособие для студентов направлений 190100.62 «Наземные транспортно-технологические комплексы» по профилю – Автомобиле- и тракторостроение и 190109.65 «Наземные транспортно-технологические средства» по специализации «Автомобили и тракторы» / А.Ш. Хусаинов, Ю.А. Кузьмин. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 89 с.
3. Система пассивной безопасности автомобилей Volkswagen. Программа самообучения 353. Конструкция и принцип работы // International Jetta-Club URL: http://jetta-club.org/uploads/ssp/ssp_rus/353_sistema%20passivnoyj%20bezopasnosti.pdf (дата обращения: 30.11.2020).
4. ТР ТС 018/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств».
5. Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК) // Официальный сайт Минэкономразвития России URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/vneshneekonomicheskaya_deyatelnost/mnogostoronnee_ekonomicheskoe_sotrudnichestvo/organizaciya_obedinennyh_naciy_oon/eek/ (дата обращения: 30.11.2020).
6. В России насчитывается около 53 млн транспортных средств // ООО «Автомобильная статистика» URL: <https://www.autostat.ru/news/42973/> (дата обращения: 30.11.2020).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРРОНОВ И МЕСТ ДЛИТЕЛЬНОЙ СТОЯНКИ

*Пришневский Дмитрий Александрович, студент 3-го курса
кафедры «Реконструкции аэропортов и автомобильных путей»
Национальный авиационный университет, г. Киев
(Научный руководитель – Першаков В.Н., доктор техн. наук, профессор)*

В данной работе приведены общие принципы проектирования перронов и мест длительной стоянки аэропорта I-A класса (рис. 1).

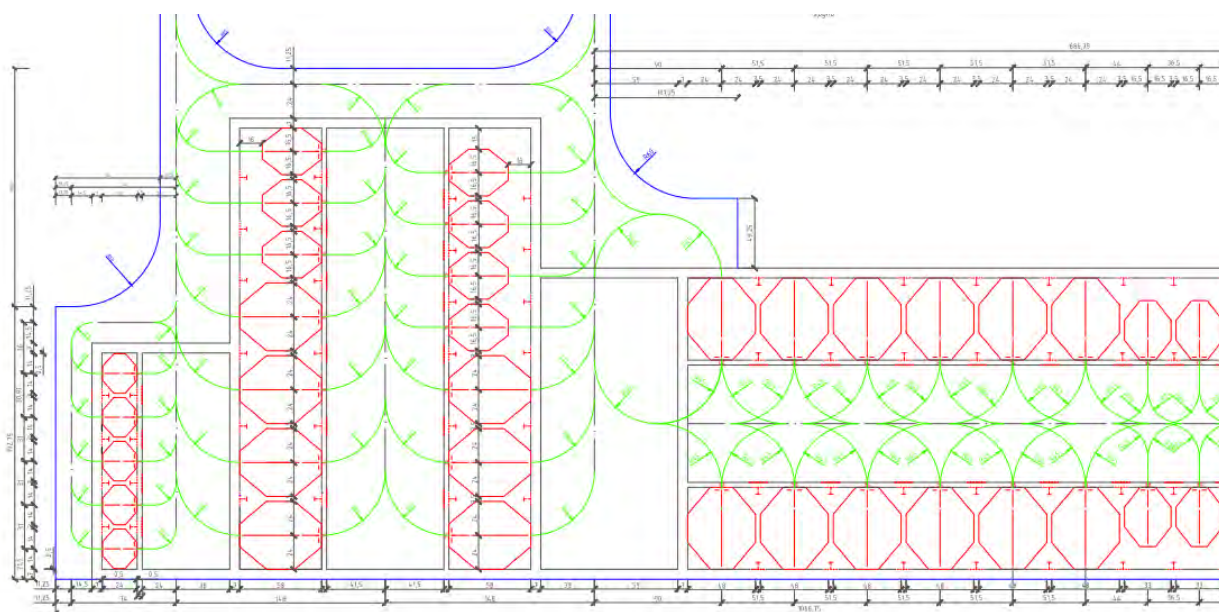
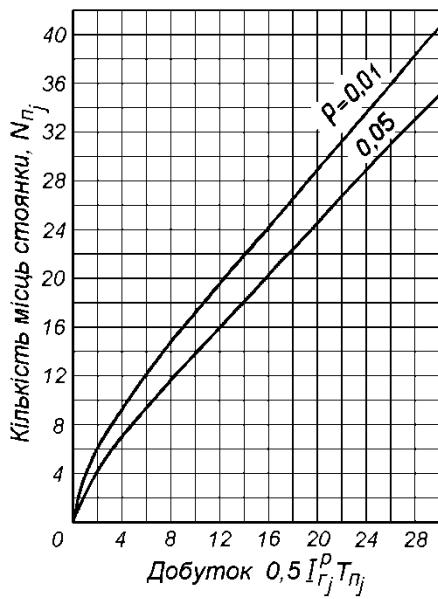


Рисунок 1 – Перроны и места длительной стоянки

Размеры и конфигурация перронов и мест длительной стоянки сделано с учетом параметров и характеристики воздушных судов которые будут обслуживаться данным аэропортом, а именно: ИЛ-62М, ТУ-134-А, Як-40. Предусмотрены так же радиусы поворота каждого из самолетов и ширина дорожек для проезда (рис. 1).

При нахождении количества мест стоянки для каждого самолета, используют диаграмму (рис. 2), а так же формулу Р:



$$P = \frac{(0,5 I_{г.ж}^p T_{п.ж})^{N_{п.ж}} \frac{1}{N_{п.ж}!}}{\sum_{m=0}^{N_{п.ж}} (0,5 I_{г.ж}^p T_{п.ж})^m \frac{1}{m!}},$$

Риунок 2

На пассажирском перроне за исходными данными схема размещение самолетов «Открытый перрон». Изначально что бы рассчитывать размеры стоянок, нужно иметь исходные данные о технических характеристиках самолетов, для дальнейших расчётов.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАНАТНОГО ТРАНСПОРТА

Игнатович Никита Сергеевич, студент 2-го курса

кафедры «Механизация и автоматизация

дорожно-строительного комплекса»

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

В настоящее время ни один из существующих традиционных видов транспорта (железнодорожный и автомобильный, авиация, троллейбус и др.) не удовлетворяет современным требованиям. Внедрение в транспортную систему урбанизированной среды канатных дорог позволяет создать совершенно новый вид социально ориентированного, дешевого при строительстве и эксплуатации транспорта [1].

К канатным транспортным установкам принято относить различные транспортирующие устройства с канатной тягой. Среди них получили распространение: концевая канатная откатка; подвесные канатные дороги и скреперные установки.

Подвесные канатные дороги (ПКД) – это транспортирующие машины, тяговым и грузонесущим элементом которых является канат, подвешенный на опорах над поверхностью земли.

Подвесные канатные дороги классифицируют по следующим признакам:

- по назначению: грузовые и пассажирские;
- по характеру движения грузонесущих элементов: кольцевые; маятниковые;
- по конструкции: одноканатные; двухканатные.

Пассажирские подвесные канатные дороги (ППКД) — канатные дороги, служащие для перевозки пассажиров в подвижном составе, который перемещается по несущему канату или посредством несуще-тягового каната. По типу движения ППКД разделяются на кольцевые, маятниковые и пульсирующие. Кольцевые дороги обеспечивают движение подвижного состава с постоянной скоростью, в одном направлении — по или против часовой стрелки, с применением фиксированных или отцепляемых зажимов подвижного состава. Маятниковые дороги обеспечивают возвратно-поступательное движение подвижного состава с его остановкой на конечных станциях для посадки/высадки пассажиров. Пульсирующие дороги обеспечивают кольцевое движение подвижного состава с постоянной скоростью на линии и с замедлением ее на конечных станциях для посадки/высадки пассажиров. При

этом используется подвижной состав с фиксированным зажимом. Буксировочные канатные дороги (БКД) — канатные дороги, предназначенные для перемещения пассажиров по грунту или иной поверхности посредством тягового каната. Наземные канатные дороги (НКД, фуникулеры) — канатная дорога, предназначенная для перемещения пассажиров в вагонах по рельсовому пути/эстакаде тяговым канатом. Трассы канатных дорог проектируют, принимая во внимание технико-экономический анализ, который опирается на обоснованность и оптимальность выбора дороги. При строительстве пассажирских канатных дорог немало важным фактором является перспектива развития прилегающей территории в целом.[2]

Пассажирские канатные дороги (ППКД) относятся к непрерывным видам транспорта и так же, как автомобильный или железнодорожный транспорт, участвуют в перевозке пассажиров.

Основной особенностью конструкции ПКД является то, что средства для транспортирования людей — вагоны, кресла, кабины — перемещаются на некотором расстоянии от поверхности земли по стальным канатам. В связи с этой особенностью их важнейшим преимуществом является возможность соединять конечные пункты по кратчайшему расстоянию, причем уклон трассы в вертикальной плоскости может достигать 45° и более, когда применение автомобильного и железнодорожного транспорта невозможно. Канатные дороги обладают целым рядом преимуществ перед существующими видами транспорта, а именно: — минимальное воздействие на окружающую среду, поскольку выброс вредных веществ отсутствуют (на уровне троллейбуса), а по шуму при движении — на уровне электромобиля; — относительные энергозатраты на перемещение (50 км/ч) будут в 5 – 10 раз ниже, чем у современного автомобиля; — для прокладки магистрали требуется не более 0,1 га земли на один километр трассы с инфраструктурой; — не требуется сооружения насыпей, выемок, строительства тоннелей, мощных эстакад, путепроводов и виадуков, нарушающих ландшафт и неустойчивых к воздействию стихийных бедствий (землетрясения, наводнения, оползни и др.); — себестоимость перевозки находится на уровне современных пригородных электропоездов; — стоимость строительства трассы с инфраструктурой дешевле современных железных и автомобильных дорог, при этом ресурсоемкость транспортной системы (потребность в строительных материалах и конструкциях, объем земляных работ, расход черных и цветных металлов и т. п.) будет минимальной; — кабины обеспечат комфорт для пассажира на уровне современного автобуса; — транспортная система обеспечит безопасность движения на уровне авиапассажирских перевозок; — пропускная способность одной трассы до 7 тыс. пас./ч. Таким образом, перечисленные выше аргументы свидетельствуют о том, что канатный транспорт является достаточно

перспективным, и может быть основным видом транспорта для перевозки людей например на горнолыжных курортах и туристических комплексах. Кроме того, канатные дороги можно использовать, когда экономически не целесообразно сооружение мостов и тоннелей. В России ведутся разработки новых перспективных видов транспортных систем, таких как канатное метро.

Наибольшее распространение грузовые подвесные канатные дороги (ГПКД) получили в горных, пересеченных, труднодоступных местностях, где они обеспечивают перевозки по кратчайшему расстоянию и с наименьшими затратами.

Грузовые подвесные канатные дороги являются одним из видов промышленного транспорта для перевозки сыпучих полезных ископаемых [1].

К основным факторам, определяющим преимущество ГПКД по сравнению с другими видами транспорта (автомобильным, конвейерным, железнодорожным, пневмоконтейнерным), можно отнести:

- значительное сокращение дальности перевозки, так как трассы прокладываются по кратчайшему пути между конечными пунктами с допустимым уклоном 45° ;
- бесперебойная работа независимо от погодных условий (за исключением очень сильного ветра);
- сравнительно низкий объем единовременных капитальных вложений и эксплуатационных расходов, необходимых для строительства и эксплуатации ГПКД;
- сокращение отводов земельных угодий и предотвращение вырубki крупных массивов леса;
- стимулирование развития высокогорных районов;
- исключение загрязнения окружающей среды;
- снижение шума от работы машин.

Эксплуатационная долговечность ГПКД исчисляется тридцатью годами и более. Следует отметить, что в последнее время ГПКД становятся в определенных условиях достаточно серьезным конкурентом автомобильному транспорту.

В Беларуси канатный транспорт может быть использован в туристической отрасли, в сельскохозяйственном производстве, для преодоления водных и болотных препятствий.

Литература:

1. Детали машин. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения. Составитель: к.т.н., доцент кафедры теоретической и прикладной механики Каримов Ильдар.
2. Концепция инновационной системы городского транспорта «КАНАТНОЕ МЕТРО ГОРОДА БРЯНСКА». А.В. Лагерев, И.А. Лагерев, А.А. Короткий, А.В. Панфилов.