

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Факультет транспортных коммуникаций

Кафедра «Мосты и тоннели»
Кафедра «Автомобильные дороги»

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

МАТЕРИАЛЫ
IV Международной студенческой конференции

Минск
БНТУ
2020

Редакционная коллегия:

кандидат технических наук, доцент С.Е. Кравченко;
старший преподаватель В.А. Ходяков;
старший преподаватель Л.В. Козловская;
ассистент Е.М. Жуковский;

В сборник включены тезисы докладов, представленных на IV Международной студенческой конференции «Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений», состоявшейся 6-7 декабря 2019 года в Белорусском национальном техническом университете.

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1 Современные направления в проектировании и строительстве транспортных сооружений

Брызгалов Владислав Игоревич

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ФИЛЬТРУЮЩИХ
НАСЫПЕЙ 15

Войткевич Антон Александрович, Волковец Александр Максимович

ВИДЫ ГРУНТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ 19

Гаврилова Наталья Сергеевна, Смоленцева Анастасия Алексеевна,

Зима Елизавета Андреевна, Желтоногова Алина Андреевна

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ РУКАВОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ
ГИДРОПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН 21

Еговцев Константин Юрьевич

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕАБОТАННОГО ПЛАСТИКА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
РОССИИ 24

Каюмов Динар Галиевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ДОРОЖНОЙ
ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА 28

Леконцева Дарья Дмитриевна

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ 32

Моисеев Артём Алексеевич

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОЙ СМЕСИ В ДОРОЖНОМ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ 38

Моргунов Александр Анатольевич

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОРАДАРА ПРИ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТАХ 40

Паршин Владислав Михайлович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОПАРКА
«ПРЕОБРАЖЕНКА» 42

Пилюян Арсен Арменакович

О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ 47

<i>Серая Инесса Николаевна</i> ТЕПЛЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ С ПОВЫШЕННЫМИ ПРОЧНОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ	51
<i>Соложенко Татьяна Васильевна, Азроян Саак Альбертович, Кубахова Анжелика Сабировна, Шевченко Павел Евгеньевич</i> АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРЕХВАТЫВАЮЩИХ ПАРКОВОК	55
<i>Тарасова Юлия Игоревна</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	62
<i>Трапезников Алексей Андреевич</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ЕЗДОВОГО ПОЛОТНА ЛЕДОВЫХ ПЕРЕПРАВ.....	65
<i>Muhammadjonov M.R.</i> FEATURES DRAINAGE SYSTEM ON CITY ROADS (ON THE EXAMPLE OF THE TASHKENT CITY).....	70
<i>Шановалов Виктор Владимирович</i> ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДАРОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	74
<i>Шеймович Анатолий Игоревич, Казимирчик Анастасия Анатольевна</i> КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С АСФАЛЬТОБЕТОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ, АРМИРОВАННЫМИ ПРОСЛОЙКАМИ ИЗ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	76
<i>Булах Руслан Валерьевич</i> ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЦ И ДОРОГ ГОРОДА.....	79
<i>Булах Руслан Валерьевич</i> ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СВОТТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СВЕТОДИОДНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЦ И ДОРОГ ГОРОДА.....	87
<i>Зубков Евгений Александрович</i> ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАССОПОИСКОВОГО ЛОКАТОРА RD8100	93
<i>Диндяев Вячеслав Михайлович</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ	96

<i>Анощенко Диана Валерьевна</i> СТРОИТЕЛЬСТВО НАДЗЕМНОГО ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА.....	98
<i>Нечаева Мария Владимировна, Дудик Ольга Романовна</i> ПРУЖИННО-КАТКОВАЯ ОПОРНАЯ ЧАСТЬ	102
<i>Бураков Роман Александрович</i> ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В МОСТОСТРОЕНИИ.....	105
<i>Мальшикина Александра Викторовна</i> КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЕ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ	110
<i>Мысовских Даниил Александрович</i> ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ВИМ-ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.....	116
<i>Неустроева Юлия Дмитриевна</i> ОБ ОСНОВАХ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ	121
<i>Петров Алексей Владимирович</i> ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ	127
<i>Тарасова Кристина Игоревна</i> ПРИМЕНЕНИЕ ГОФРИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	129
<i>Айрапетян Никита Эдвардович</i> HYPERLOOP	133
<i>Атеба Пол Нкули</i> ДОРОЖНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА И МОСТЫ РЕСПУБЛИКИ КАМЕРУН.....	135
<i>Атрошенко Павел Алексеевич</i> СУПЕРСЛОЖНЫЕ КИТАЙСКИЕ РАЗВЯЗКИ	136
<i>Бабонова Татьяна Андреевна, Пилюга Виктория Викторовна</i> ОСНОВЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БНТУ	138

<i>Белая Елизавета Викторовна</i> МЕМБРАННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ МОСТОВЫХ НАСТИЛОВ ФИРМЫ ELIMINATOR	141
<i>Борель Вадим Николаевич</i> МОСТ-ПАВИЛЬОН ЗАХИ ХАДИД	144
<i>Будемко Александр Владимирович</i> ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	147
<i>Булытко Виктория Евгеньевна</i> ПОРТАЛ «ВЕТЕР В ОГНЕ»	151
<i>Волков Вадим Андреевич</i> СЛЕДУЮЩЕЕ ПОКОЛЕНИЕ ТОННЕЛЕЙ	154
<i>Ворожбицкий Николай Станиславович</i> ПРОЕКТ ТРАНСПОРТНОГО ТОННЕЛЯ. ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ КАМЕРЫ	157
<i>Выгодин Андрей Игоревич</i> АРМИРУЮЩАЯ СИСТЕМА GEOWEB – ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ	161
<i>Гаранина Евгения Александровна</i> ТОННЕЛЬ В МЕКСИКЕ	164
<i>Гивиль Максим Александрович</i> ТЮБИНГИ	167
<i>Головач Максим Сергеевич</i> ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ТОННЕЛЕЙ КОМПАНИЕЙ CORMIX	169
<i>Гордеенко Александр Сергеевич</i> ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ТОННЕЛЕЙ	171
<i>Гречаник Александр Сергеевич</i> ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ В ЗАПАЛЛАРЕ / ЭНРИКЕ БРАУН	174
<i>Гречухина Дарья Владимировна</i> НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ	176
<i>Евдокимова Дарья Дмитриевна</i> ТЕХНОЛОГИЯ LVT. ПУТЬ ПОНИЖЕННОЙ ВИБРАЦИИ	180

<i>Ераховец Егор Алексеевич</i> ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС И ДРУГАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ	182
<i>Еремейчик Дмитрий Сергеевич</i> ОСВЕЩЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ТОННЕЛЕЙ. СВЕТОДИОДЫ	185
<i>Жинь Владимир Александрович</i> АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТОННЕЛЬ В ИТАЛИИ	187
<i>Журавлёв Даниил Дмитриевич</i> ГРИНВИЧСКИЙ ПЕШЕХОДНЫЙ ТОННЕЛЬ	190
<i>Зинович Анастасия Александровна</i> ШЕДЕВРЫ МОСТОСТРОЕНИЯ	193
<i>Кулаго Юлия Владимировна</i> ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ	196
<i>Киргизова Мария Владимировна</i> ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ	199
<i>Климовец Алексей Васильевич</i> ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ САНТЬЯГО КАЛАТРАВА	202
<i>Коваленя Никита Владимирович</i> ЛЕГКИЙ И СВЕРХЛЕГКИЙ БЕТОН	204
<i>Комлев Никита Андреевич</i> ПУБЛИКАЦИИ ASA О ПОДЗЕМНОМ ТОРКРЕТИРОВАНИИ	208
<i>Комович Владислав Леонидович</i> БРЮНЕЛЬ ИЗАМБАРД КИНГДОМ КАК ОДИН ИЗ ВЫДАЮЩИХСЯ ИНЖЕНЕРОВ 19 ВЕКА	211
<i>Курило Антон Сергеевич</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПЫЛИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ	213
<i>Ложников Дмитрий Евгеньевич</i> ВИДЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ	216
<i>Ложников Дмитрий Евгеньевич</i> ТОРКРЕТИРОВАНИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ	220

<i>Лопатнёв Антон Олегович</i> ЭЛАСТИЧНЫЙ САМОЗАЛЕЧИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН	224
<i>Лучковский Олег Александрович</i> СТРОИТЕЛЬСТВО ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	227
<i>Ляшук Марина Ивановна</i> ИННОВАЦИОННАЯ ВОДОПОГЛАЩАЮЩАЯ ШТУКАТУРКА	230
<i>Маркевич Максим Александрович</i> ГИДРОИЗОЛЯЦИОННАЯ ДОБАВКА В БЕТОН «ПЕНЕТРОН АДМИКС»	232
<i>Маркевич Максим Александрович</i> БЫСТРО ОКУПАЮЩИЙСЯ ТОННЕЛЬ «PINARELLO»	234
<i>Марков Павел Александрович</i> ПРОДУКТЫ BASF – ИННОВАЦИОННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	237
<i>Матвеевко Александра Сергеевна</i> ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ	240
<i>Ментуз Станислав Олегович</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ АНКЕРОВ «ТИТАН» В РАМКАХ ТОННЕЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ.....	243
<i>Монид Анатолий Владимирович</i> ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ГОРОДОВ.....	246
<i>Мытько Никита Николаевич</i> ПРОДУКТЫ FOAMROX – ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТОННЕЛЯХ.....	248
<i>Николаев Вадим Михайлович</i> СОВРЕМЕННЫЕ НАПЛАВЛЯЕМЫЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	250
<i>Николаев Вадим Михайлович</i> ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ТОННЕЛЕЙ	252
<i>Новик Иван Сергеевич</i> ПОДВОДНЫЙ ТОННЕЛЬ В НОРВЕГИИ	255
<i>Пуссель Артём Вячеславович</i> ПОВЫШЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ ОБДЕЛКИ. ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ЭКРАНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНЪЕЦИРОВАНИЯ ТАМПОНИРУЮЩИХ СОСТАВОВ ИЗНУТРИ ТОННЕЛЯ	257

<i>Роман Даниил Александрович</i> ТОРКРЕТИРОВАНИЕ БЕТОНА.....	260
<i>Романов Фёдор Сергеевич</i> ИННОВАЦИОННЫЙ ГИДРОФОБНЫЙ МЕТАЛЛ	263
<i>Романов Фёдор Сергеевич</i> ИННОВАЦИОННЫЙ ЛЕГКИЙ, ОГНЕСТОЙКИЙ БЕТОН, ПРИМЕНЯЕМЫЙ В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ.....	265
<i>Ртищев Виталий Александрович</i> ПРОЕКТ МОСТА ХАРБОР-БРИДЖ	268
<i>Савицкий Даниил Александрович</i> ТОНNELЬ В АНДОРРЕ	271
<i>Семерня Павел Анатольевич</i> ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВАНТОВЫХ МОСТАХ.....	275
<i>Сурма Михаил Владимирович</i> МЕТОДЫ СООРУЖЕНИЯ И ПРОКЛАДКИ ТОННЕЛЕЙ	278
<i>Тарлецкий Иван Владимирович</i> ШУМОИЗОЛЯЦИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА.....	281
<i>Федянин Георгий Дмитриевич</i> CX LANDSCAPE СОЗДАЕТ БИОРАЗНООБРАЗНЫЙ «RIBBON BRIDGE» В КАНБЕРРЕ.....	283
<i>Хмельницкий Богдан Николаевич</i> ПЛАНЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЕРВОГО В МИРЕ МУЗЕЯ-МОСТА THE TWIST («ИЗГИБ») В НОРВЕГИИ.....	285
<i>Шарко Евгений Андреевич</i> ВАНТОВЫЕ МОСТЫ	287
<i>Шибалко Владислав Николаевич</i> СТРОИТЕЛЬНЫЙ БИОПЛАСТИК	293
<i>Шильчёнок Владислав Викторович</i> ДРЕНАЖНАЯ СИСТЕМА CAVIDRAIN	296
<i>Шокиров Имомали Валиджонович</i> АФГАНО-ТАДЖИКСКИЙ МОСТ В НИЖНЕМ ПЯНДЖЕ	300

<i>Шукелойть Владислав Геннадьевич</i> УНИКАЛЬНЫЕ МНОГОУРОВНЕВЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ РАЗВЯЗКИ	302
--	-----

**Секция 2 Современные направления в ремонте, реконструкции,
содержании и мониторинге транспортных сооружений**

<i>Мухидов Азамат Аброрович</i> РАЗВИТИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В УЗБЕКИСТАНЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ	306
---	-----

<i>Баранчик Дмитрий Васильевич, Семец Ольга Владимировна</i> ВНЕДРЕНИЕ ГЕОРАДАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ.....	310
--	-----

<i>Бородин Матвей Ильич</i> ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ НАРАСТАЮЩЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	313
--	-----

<i>Брызгалов Владислав Игоревич</i> РАСЧЕТ РАЗМЕРА ТАРИФА НА ПРОЕЗД ПО ПЛАТНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ И КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ	316
--	-----

<i>Гайдук Дмитрий Михайлович</i> К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА К ПОВЕРХНОСТНОЙ ДЕСТРУКЦИИ.....	326
--	-----

<i>Исмоилов Зеваршо Муродович, Шокиров Имомали Валиджонович</i> РЕКОНСТРУКЦИЯ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, СОЕДИНЯЮЩИХ РЕСПУБЛИКУ ТАДЖИКИСТАН И ИСЛАМСКОЙ РЕСПУБЛИКОЙ ПАКИСТАН ЧЕРЕЗ ИСЛАМСКУЮ РЕСПУБЛИКУ АФГАНИСТАН	329
--	-----

<i>Казакова Дарья Александровна</i> РАЗВИТИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ. ПУТЕПРОВОДЫ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ МАГИСТРАЛИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ	332
---	-----

<i>Коблева Алена Вадимовна</i> СИСТЕМА ФИНАНСИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	335
--	-----

<i>Кубахова Анжелика Сабировна, Соложенко Татьяна Васильевна, Азроян Саак Альбертович, Буглаев Ростислав Николаевич</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСОКИХ СКЛОНОВ ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЕЙ.....	337
<i>Моргунов Александр Анатольевич, Ткачев Денис Николаевич</i> О ПРОБЛЕМАХ ГОРОДСКИХ УЛИЦ МОГИЛЕВА	347
<i>Муминов Мухаммадрасул</i> ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ТАДЖИКИСТАНА	348
<i>Федорцов Дмитрий Сергеевич, Носарев Денис Юрьевич</i> БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ.....	350
<i>Розозина Юлия Леонидовна</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ Г. ВОЛОГДЫ	353
<i>Романов Никита Викторович</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ НА ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ	356
<i>Скобликов Максимилиан Борисович</i> ГИБКОЕ ТРОСОВОЕ ОГРАЖДЕНИЕ КАК НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ	366
<i>Тарасова Юлия Игоревна</i> БЕЗОПАСНОСТЬ РАСПОЛОЖЕНИЯ ФОНАРЕЙ, А ТАКЖЕ ДОРОЖНЫХ РАЗМЕТОК И ЗНАКОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ.	371
<i>Толярёнок Валерий Сергеевич</i> ВЛИЯНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ С ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТЬЮ НА ЕГО РЕЖИМ И ХАРАКТЕР ДВИЖЕНИЯ.....	377
<i>Шаповалов Виктор Владимирович, Ужанов Александр Викторович</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ШИН С ПОКРЫТИЕМ.....	380
<i>Хураськина Елена Юрьевна</i> ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ И РАЗРУШЕНИЙ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ.....	383
<i>Чеботарев Сергей Владимирович</i> ЛЕСНАЯ ЗАЩИТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	387

<i>Турченко Денис Викторович, Качан Виктор Федорович</i> АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕМОНТАХ И СОДЕРЖАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	389
<i>Васильчук Любовь Александровна</i> ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ДЕФЕКТОВ ПО ИЗМЕНЕНИЯМ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ.....	392
<i>Иванов Евгений Олегович</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА И ВЕСОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДВИЖНОГО СОСТАВА.....	395
<i>Федоренко Владислав Анатольевич</i> ОБНАРУЖЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВЕРШИН УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЯХ МОСТОВ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ.....	401
<i>Балдин Данил Юсупович</i> ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ОПОР ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	404
<i>Кугаевский Никита Максимович</i> АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ	412
<i>Типтеев Данила Николаевич</i> ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ПУТЕМ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ.....	417
<i>Айрапетян Никита Эдвардович</i> ИНЪЕКЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ	422
<i>Бурак Илья Иванович</i> АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНОМ.....	424
<i>Волчек Алексей Геннадьевич</i> СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ БЕТОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ К ГИДРОИЗОЛЯЦИИ.....	427
<i>Гивиль Максим Александрович</i> ИНЪЕКЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ	431
<i>Клачков Евгений Дмитриевич</i> ТОННЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	433

Ложников Дмитрий Евгеньевич
КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ436

Синьковец Владислав Дмитриевич
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДОЛГОСРОЧНЫХ СЛУЖБ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ439

Секция 1

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ФИЛЬТРУЮЩИХ НАСЫПЕЙ

*Брызгалов Владислав Игоревич, магистрант
кафедры «Автомобильные дороги и мосты»
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь*

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

Фильтрующей называется насыпь, устроенная на участках возможного подтопления, логах, постоянных водотоков с небольшим расчетным расходом, устроенная с применением крупнообломочных и скальных грунтов. Такая насыпь обладает свойством пропускать через себя воду в значительном количестве и потому может заменять собою небольшие искусственные сооружения на автомобильных дорогах.

Фильтрующие насыпи применяют для замены мостов или труб, когда это является целесообразным по технико-экономического характера. Возможность и целесообразность применения фильтрующих насыпей необходимо устанавливать в зависимости от местных условий на основе сравнения вариантов с учетом эксплуатационных расходов, срока службы сооружений и условий их текущего содержания.

При стоимости фильтрующей насыпи равной стоимости трубы или моста (и даже несколько превышающих), фильтрующей насыпи отдается предпочтение, как конструкции, исключая применение дефицитных материалов, упрощающих и ускоряющих постройку.

Применение фильтрующих насыпей наиболее целесообразно:

- в районах с наличием местного камня из неразмываемых пород;
- в случаях необходимости выполнения строительных работ в зимнее время;
- на участках, где в последующем потребуются смягчение продольных уклонов дороги или введение более мощных подвижных единиц, требующих перестройки мостов и труб;
- в сейсмических районах.

Материалом для устройства фильтрующих насыпей может служить как булыжный камень, так и крупнообломочный/скальный, по возможности одинаковой крупности, при этом условии каменная часть насыпи будет обладать большей пористостью, чем насыпь из камней разной величины, потому что в

последнем случае маленькие камни займут места между большими. Камни, укладываемые в фильтрующие насыпи, должны хорошо сопротивляться разрушающему действию атмосферных факторов и не размокать в воде.

Насыпь на участках пересечения постоянного или временного водотока может быть устроена, как на всю высоту из каменного материала, так и быть частично фильтрующей, в зависимости от проектных рабочих отметок.

Поверхность каменной наброски, на которую отсыпается земляное полотно, выравняется мелким камнем с закруглением переломов и расклинивается, причем посредине фильтрующей насыпи над крайними ребрами ограничивающей ее сверху поверхности дается возвышение в 10 см. Поверх выровненной поверхности укладывается равномерно изоляционный слой.

Сопряжения каменной и земляной частей насыпи представляются местами, наиболее подверженными разрушению, и поэтому они должны быть устроены особенно тщательно с проложением специальных защитных слоев, предохраняющих от выноса земляных частиц из тела земляной насыпи в наброску из камня. В качестве защитного слоя предлагается использовать различные геосинтетические материалы.

Геосинтетические материалы - класс полимерных строительных материалов, которые сами или в составе конструкций на грунтах могут выполнять функции армирования, фильтрации, разделения и дренирования и обладают качественно новыми свойствами по сравнению с традиционными строительными материалами [1].

Геосинтетические материалы обладают высокой прочностью, а также устойчивы к агрессивной среде и низкой температуре, что позволит их использовать в устройстве фильтрующей насыпи. Данная конструкция будет основана на гидроизолирующем материале, который представлен в виде геомембраны и нетканого геотекстиля для защиты от механических повреждений.

Подобный опыт использования геосинтетического материала осуществляется при строительстве гидроизоляции плотин и дамб. Чтобы повысить надежность работы сооружений, геотекстиль укладывают в виде диафрагмы зигзагообразной формы вертикальными ступенями. При таком устройстве значительно повышается прочность и устойчивость сооружения, а также исключает образование сквозных продольных и поперечных трещин [2].

Помимо этого, применение геосинтетических материалов позволит исключить разрушение растениями каменной наброски [7]. Для успешной эксплуатации геоматериалов, его необходимо пригружать. В качестве пригрузки может служить земляное полотно, которое возводится непосредственно на фильтрующей насыпи.

Использование геоматериалов позволяет увеличить несущую способность и снизить деформативность насыпей. Для снижения деформативности одним из важных факторов является прочность геосинтетического материала на разрыв. Геосинтетический материал обладает большим относительным удлинением на разрыв (до 10%) [9].

В качестве устройства защитного слоя рассматривается три варианта:

- тканый геотекстиль, который представляет собой полотно изготавливаемое из стекловолокна (пропиленовой нити, полиэфира). Геотекстиль обладает достаточно высокими свойствами устойчивости к воздействию химической среды. Благодаря своей структуре он запросто может пропускать воду, при этом в нем задерживаются частицы грунта;
- геомат, который представляет собой полимерную структуру, которая состоит из нескольких слоев скрепленных между собой в единое целое. Геоматы используют при необходимости закрепления корневой системы растений, а также для укрепления откосов в сочетании с геотекстилем. Геоматы имеют ряд полезных свойств, такие как устойчивость к низким температурам, к химическим воздействиям, к ультрафиолету и воздействию микроорганизмов;
- геокомпозит, представляет собой многослойный материал, скрепленный между собой слоями геосинтетиков. Геокомпозит широко распространен при строительстве дорожной одежды, а также используют на склонах и косогорах, поскольку может выполнять фильтрующие, разделительные и водоотводящие функции.

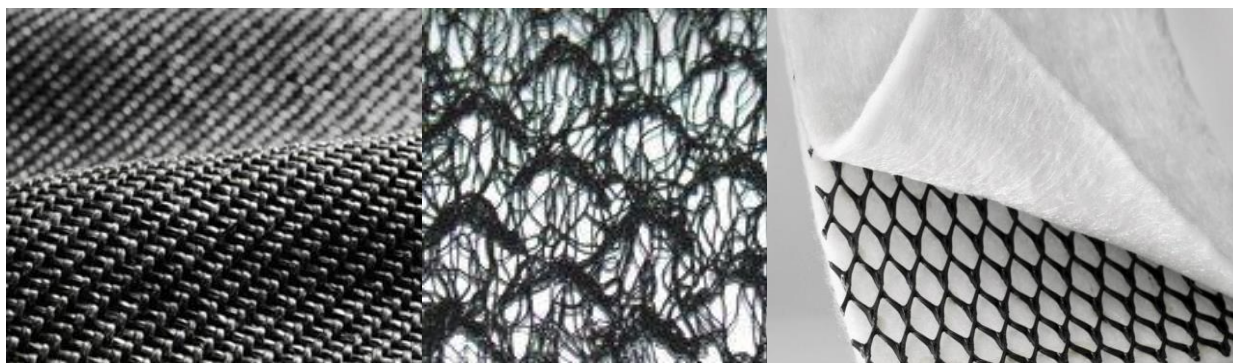


Рисунок 1 – Геотекстиль

Рисунок 2 – Геомат

Рисунок 3 – Геокомпозит

Опираясь на опыт использования геосинтетических материалов [8], можно сделать вывод, что при использовании геоматериала можно достичь:

- снижение осадки насыпей
- исключить просачивание воды в насыпь

- отсечение потока грунтовых вод, которые образуются при оттаивании грунта.

В настоящее время на базе кафедры «Автомобильные дороги и мосты» разрабатываются конструкции земляного полотна участков фильтрующей насыпи, с применением различных типов геоматериалов.

Литература:

1. АзыПроктСтрой / Теоретические исследования / Применение геосинтетических материалов в дорожном строительстве URL: <https://www.azproektstroy.ru> (дата обращения: 26.09.2019).
2. Минчукова М. Е. Использование геосинтетических материалов при строительстве земляных сооружений различного назначения // Наука и техника. 2006. №3. (дата обращения: 26.09.2019).
3. Пузыревский Н.П. Фильтрующие насыпи. Государственное научно-техническое издательство строительной индустрии и судостроения ОНТИ: ГОССТРОЙИЗДАТ, 1934. – 172 с.
4. Москалев Олег Юрьевич Существующие методы оценки срока службы дорожных одежд с геосинтетическими материалами // Вестник евразийской науки. 2013. №3 (16). (дата обращения: 26.09.2019).
5. Л. М. Тимофеева, Л. С. Шепетева О проблемах применения геосинтетических материалов в современном транспортном строительстве // Мосты и тоннели: теория, исследования, практика. 2012. №3. (дата обращения: 27.09.2019).
6. Кирсанов Алексей Александрович Лабораторные испытания геосинтетических материалов // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. 2013. №91. (дата обращения: 27.09.2019).
7. Офрихтер В.Г. Геосинтетические материалы в строительстве : учебное пособие / В.Г. Офрихтер. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.
8. Путивский С.А. Применение геосинтетических материалов в нефтегазовой отрасли // Экспозиция Нефть Газ. 2010. №3. (дата обращения: 15.11.2019).
9. Овчаров Андрей Сергеевич, Золотозубов Дмитрий Геннадьевич Определения прочностных характеристик геосинтетических материалов // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2011. №1. (дата обращения: 15.11.2019).

ВИДЫ ГРУНТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Войткевич Антон Александрович, Волковец Александр Максимович,
студенты 3-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Козловская Л.В., старший преподаватель)*

Земляное полотно и дорожная одежда – это строительная конструкция, которая воспринимает механические и статические нагрузки во времени, температурные особенности, а также воздействие водных показаний, от правильности выбора грунта зависит её долговечность и прочность.

Грунт используется при воздействии земляного полотна дороги и в качестве дорожно- строительного материала при выборе дорожной одежды.

Растительный слой грунта непригоден для строительства из-за большого содержания органических веществ. Основа его применения – для обустройства и озеленения придорожных территорий.

В строительстве автомобильных дорог в качестве материала применяются осадочные горные породы, которые имеют разные размеры частиц и форму (окатанную, не окатанную). Чем крупнее частицы грунта (фракция), тем больше нагрузку может нести она под воздействием динамического или статического нагружения. Частицы грунта по размеру подразделяются на: глыбы(валуны) более 200 мм, галька(щебень) от 200 до 10 мм, дресва(гравий) от 10 до 2 мм, песчаные от 2 до 0,05 мм, пылеватые от 0,05 до 0,005 мм и глинистые менее 0,005 мм. Крупнообломочные и песчаные грунты являются наиболее пригодными для строительства земляного полотна, а также используются в качестве дорожно- строительного материала при приготовлении смесей дорожных одежд.

От крупности частиц и их формы, грунт может менять свои свойства при увлажнении. Песчаные отлично пропускают воду, а значит наименее подвержены процессу пучения при замерзании. Хорошо уплотняются, а значит увеличивается их несущая способность.

Пылеватые частицы и их концентрация в грунтах при увлажнении приводит к уменьшению несущей способности грунта, а при замерзании к их пучинистости.

Для улучшения прочностных свойств грунтов используются минеральные вяжущие материалы в виде цемента и извести в результате чего улучшаются механические свойства грунтов, увеличивается их прочность. Широко

использование органических вяжущих в виде битумов и дегтя. Благодаря им минеральная часть грунта приобретает сцепление, влажность не оказывает воздействие на устойчивость пород. Широкое распространение получило применение шлаков, способствующих уменьшению промерзания нижних слоёв дорожных одежд, в свою очередь уменьшающих процесс пучинообразования.

Крупнообломочные и песчаные грунты являются наиболее пригодными для дорожного строительства в целом. Глинистые частицы при повышении влажности увеличиваются в объёме, связность уменьшается, грунт не может выдерживать нагрузку, появляются такие свойства как липкость и водонепроницаемость, т.е. несущая способность снижается. При замерзании способны вспучиваться.

Ключевые свойства грунтов для обеспечения прочности дорожной одежды являются: относительное морозное пучение, плотность, связность, водопроницаемость.

Связность – это свойство грунта показывающее величину усилия необходимого для разъединения двух частиц грунта. Супеси, суглинки, глины обладают наибольшей связностью.

Водопроницаемость – свойство грунта пропускать воду, песчаные грунты обладают наибольшей водопроницаемостью.

Плотность – отношение массы грунты на его объём.

Относительное морозное пучение – свойство грунта увеличиваться в объёме при его промерзании.

Литература:

1. Бабаскин Ю.Г. Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна дорог: Учеб. пособие / Ю.Г. Бабаскин. — Мн.: БГПА, 2001 — 223 с.
2. Грунты. Классификация: СТБ 943-2007. – Введ. 2008-01-01. – Минск.: Госстандарт, 2007. – 20 с.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ РУКАВОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ГИДРОПРИВОДА СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН

*Гаврилова Наталья Сергеевна,
Смоленцева Анастасия Алексеевна, Зима Елизавета Андреевна,
Желтоногова Алина Андреевна, студенты 2-го курса
кафедры «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений»
Волгоградский государственный технический университет г. Волгоград
(Научный руководитель - Фоменко Н.А., канд. техн. наук, профессор)*

При строительстве автомобильных дорог, аэродромов, гидросооружений, мостовых переходов, улично-дорожной сети населённых пунктов и городов широко применяются наземные тягово-транспортные средства, строительно-дорожные машины, оснащённые подъемно – транспортными механизмами с приводом рабочих органов от гидравлической системы.

Надёжность гидравлической системы во многом определяется конструкцией рукавов высокого давления [1,2].

В настоящее время в гидравлических системах машин применяются рукава высокого давления с оплётчным или навивочным армированием.

Оплёточная арматура позволяет повысить прочность рукавов высокого давления за счёт снижения деформации по периметру оболочки. Однако, в зависимости от характера циклических нагрузок в арматуре рукавов возникают усталостные напряжения, которые приводят к преждевременному разрушению арматуры и, как следствие, внутренней и внешней оболочек. Применение для оплёточной арматуры различных материалов, в том числе синтетических, не даёт существенных преимуществ.

К альтернативному варианту следует отнести навивочную арматуру, выполненную в виде цилиндрической пружины из упругого материала, например, оцинкованной металлической проволоки различного диаметра.

Расчёты и экспериментальные исследования показывают, что навивочная конструкции арматуры рукавов высокого давления в сравнении с оплёточной имеет незначительное преимущество. Установлено, что в условиях циклических нагрузок, оплёточная и навивочная арматура рукавов при длительных циклических нагрузках на границе номинального рабочего давления (18-20 МПа) не обеспечивают регламентированную нормативами эксплуатационную надёжность.

Как показывает анализ [3,4] мероприятия по конструктивному исполнению и повышению прочности арматуры, внутренней и наружной оболочки гибких рукавов высокого давления не обеспечивают их прочность, что приводит в эксплуатации к значительным потерям рабочей жидкости и загрязнению окружающей среды.

В этой связи предлагается техническое решение, которое позволит снизить динамические нагрузки на стенки внутренней оболочки рукавов высокого давления, повысить их эксплуатационную надёжность, а в случае их разрушения обеспечить сбор и транспортировку в гидробак рабочей жидкости из разрушенных рукавов высокого давления (Рис. 1).

Рукав высокого давления состоит из наконечников, внутренней оболочки, наружной оболочки и герметичной полости. В наконечниках выполнены камеры, сообщающиеся кольцевыми каналами с герметичной полостью. На одном из наконечников установлен редукционным клапан с ниппелем, а на другом нагнетательный с обратным клапаном.

Герметичная полость заполнена через редукционный клапан или обратный клапан газом (воздухом).

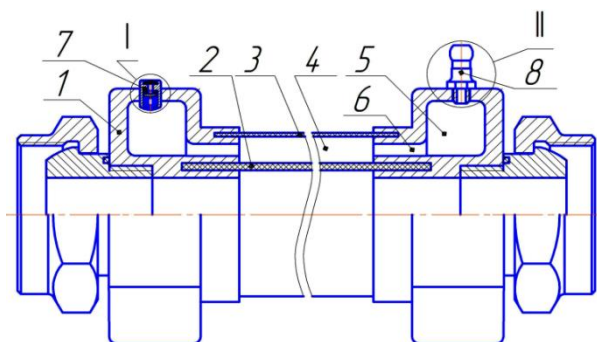


Рисунок 1 – Рукав высокого давления

1 – наконечник, 2 – внутренней оболочки, 3 – наружной оболочка, 4 – полость оболочки, 5 – камера, 6 – канавка кольцевая, 7 – клапан редукционный, 8 – клапан нагнетательный.

При подаче рабочей жидкости в гидравлическую систему внутренняя оболочка рукава высокого давления будет находиться под номинальным давлением.

Внешнее давление газа снижает напряжения на стенку внутренней оболочки рукава, а газовая камера сглаживает пульсацию нормальных напряжений от гидравлического удара, возникающего при переключении подачи рабочей жидкости от гидронасоса, что способствует повышению эксплуатационной надёжности и долговечности работы рукавов высокого давления. При этом эффект сглаживания пульсаций напряжений возрастает за счёт увеличения объёма газовой камеры, образованной герметичной полостью

заключённой между внутренней и наружной оболочек рукава, камерами наконечников и кольцевых каналов выполненных в наконечниках.

Таким образом, при разрыве внутренней оболочки рукава, рабочая жидкость выбрасывается в герметичную полость и через редуциционный клапан сливается по дополнительному трубопроводу в гидробак, что исключает выброс рабочей жидкости в атмосферу.

Литература:

1. Фоменко В.Н. Разработка систем защиты гидроприводов механизмов навесных тяговых и специальных транспортных машин / Дисс. канд. техн. наук.- Волгоград -2000.
2. Фоменко Н.А. Совершенствование эксплуатационных свойств гидравлических систем машинно-тракторных агрегатов/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Волгоград -2002.
3. Фоменко Н.А., Фоменко В.Н. Условия и режимы работы гидравлических систем промышленных тракторов. Наука и образование: проблемы, решения и инновации: науч.- практ, конф. проф.- преп. состава ВИСТех, Волжский, 9-10 дек. 2010 г. : сб, ст. :в 2 ч. / Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-т, Волжский ин-т стр-ва и технологий (филиал).
4. Горин Р.Ф., Чижов А.Е., Алымов.Ю.Г., Битюков В.А., Дорохов Э.В., Новиков С.Г. Гибкий трубопровод. А.с. SU 1550255 A1 F 16 L 11/00, E 21 C 45/00.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕАБОТАННОГО ПЛАСТИКА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РОССИИ

Еговцев Константин Юрьевич, магистрант кафедры

«Автомобильные дороги и мосты»

Пермский национальный исследовательский

политехнический университет, г. Пермь

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

Благодаря развитию технологий переработки отходов, мусор в скором времени станет одним из наиболее ценных ресурсов. Во многих странах уже давно придумали различные способы переработки пластиковых отходов, которые позволяют получить не только новые бутылки, но и самые необыкновенные материалы и вещи. На сегодняшний день перерабатывать пластиковые отходы научились не только вторично, в результате чего такие отходы можно использовать практически бесконечно. Но развитие культуры в некоторых странах еще не достигло такого уровня, чтобы начать приучать жителей городов не просто выбрасывать пластиковые отходы, а использовать их в целях улучшения экологии и экономики.

В 2017 году Китай из-за огромной нагрузки на экологию начал ограничивать импорт иностранного вторсырья, а в 2018 году Евросоюз принял стратегию по вторичной переработке отходов. В планах Евросоюза к 2030 году осуществлять переработку 55% всего пластика [4]. К этой тенденции стали подключаться различные дорожные и топливные компании по всему миру.

Практически весь используемый людьми пластик попадает на свалки и в мировой океан. Для решения этой проблемы, множество дорожно-строительных компаний задумались об утилизации пластика для полезного использования, а именно для прокладки дорог и автомагистралей. Также не остались в стороне и российские дорожно-строительные компании. Но они столкнулись с множеством препятствий, из-за которых использование переработанного пластика для строительства автомобильных дорог очень затруднительно в настоящее время.

На сегодняшний день существует два варианта применения пластиковых отходов в дорожно-строительной отрасли. Это частичная замена битума и литье из переработанного пластика плит для дорожного покрытия. Наиболее распространен вариант частичной замены битума. Его применяют уже долгое

время такие страны, как Индия, Канада и Англия. На наш взгляд, это вариант является самым перспективным и имеющий высокие шансы на реализацию в России.

Впервые технологию частичной замены битума стали использовать при строительстве дорог в Индии. В 2002 году индийская компания «KK Plastic Waste Management Ltd» запатентовала технологию применения переработанного пластика в дорожном строительстве [1]. Инженеры компании разработали полимерную смесь «KK PolyBlend», созданную на основе переработанных полиэтиленовых пакетов, пластиковых стаканчиков и ПЭТ-бутылок.

Идею подхватила шотландская компания «MacRebur». Её основатель, Тоби Маккартни, разработал свою технологию производства гранул из переработанного пластика под названием «MR» [3]. В общей сложности компания предложила три модификации гранул (Табл.1).

Таблица 1 – Модификации гранул «MR»

№	Наименование	Описание
1	MR6	Применяется для увеличения прочности, сопротивления деформациям и сохранения формы асфальта на дорогах с небольшой скоростью движения. Подходит для всех типов асфальтобетонных смесей. Эффективна в жарком климате.
2	MR8	Применяется для расширения не модифицированного битума, чтобы максимизировать экологические и экономические выгоды без негативного влияния на характеристики асфальтобетонного покрытия. Подходит для всех типов асфальтобетона и всех слоев дорожного покрытия. Идеально подходит для покрытия парковок, проезжей части и местных дорог, где устойчивость и экономика являются основными движущими силами.
3	MR10	Содержит блок-сополимер, предназначенный для расширения и улучшение битумного вяжущего асфальтобетонной смеси. Применяется для увеличения сопротивления разрушению и растрескиванию. Подходит для всех типов асфальтобетона и для всех слоев дорожного покрытия. Идеально подходит для покрытия общих магистральных дорог. Применяется для устройства трещиностойких, очень жестких слоев и уменьшения общей толщины покрытия.

При этом процесс получения асфальтобетонной смеси с частичной заменой битума практически ничем не отличается от стандартного метода.

Получение такого строительного материала идет в несколько этапов:

- Сбор, сортировка и очистка пластиковых отходов;
- Измельчение полимерных материалов;
- Добавление измельченного и расплавленного пластика в битум;

- Нагрев смеси и нанесение ее на заполнитель (при температуре 160°C);
- Обработка битумом;
- Добавление смеси с пластиком для улучшения сцепления.

Полученная асфальтобетонная смесь, укладывается классическим способом, без использования какой-либо дополнительной техники. По заявлениям специалистов компании, такая технология увеличивает срок службы дорожного покрытия практически в 10 раз и повышает его прочность на 60% [3].

В России в серьез заинтересовались над зарубежными разработками. Московские специалисты из «Центра экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» планируют приобрести материалы для тестирования на прочность, ровность, толщину и реакцию такого покрытия на перепад температур [2]. И сделать соответствующие выводы о возможности применения такой смеси в России.

Среди преимуществ использования такой асфальтобетонной смеси, для строительства автомобильных дорог в России:

- Снижение расходов на содержание дорог;
- Минимальные затраты на модернизацию асфальтобетонных заводов;
- Стоимость асфальтобетона ниже, чем при использовании с модифицированным битумом;
- Снижение затрат на утилизацию мусора на полигонах.

Благодаря опыту зарубежных компаний можно говорить о том, что дорожное покрытие, созданное с использованием переработанного пластика, обладает повышенной прочностью и высокой водостойкостью, имеет хорошее сцепление, более устойчиво к воздействию машинного масла и топлива. Благодаря пластичности добавки асфальтобетонное покрытие меньше деформируется со временем, а количество трещин, появляющихся в процессе эксплуатации, оказывается минимальным.

Но в настоящее время использование пластика в дорожно-строительной области России невозможно по двум причинам. Первая, это отсутствие в стране технологий по сбору полимерных отходов. Необходимо создать всю сеть по сортировке мусора, вплоть от перерабатывающих производств и до контейнеров для разных типов мусора в каждом городе. Вторая причина связана с необходимостью корректировки ГОСТов, СНиПов, технических регламентов [1]. Отсутствие нормативной базы и технических стандартов по работе с полимерами для дорожного покрытия выводит проблему пластиковых дорог на законодательный уровень.

Если в будущем удастся решить эти проблемы, то использование пластиковых отходов в дорожно-строительной отрасли России поможет

избавиться от многочисленных полигонов с мусором, которые оказывают пагубное влияние не только на экологию, но и на человека. А также решить проблемы с качеством покрытий автомобильных дорог, улучшить их характеристики, снизить расходы на прокладку и содержание.

Литература:

1. Интернет издание «Rcycle.net», статья «Дорожное покрытие из пластика-качественные дороги и забота о природе». [Электронный ресурс] – URL: <https://rcycle.net/plastmassy/dorozhnoe-pokrytie-iz-plastika-kachestvennye-dorogi-i-zabota-o-prirode>
2. Интернет-журнал «Fastmb.ru», статья «В России будут строить дороги из пластика». [Электронный ресурс] – URL: https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Ffastmb.ru%2Fautonews%2Fautonews_rus%2F1565-v-rossii-budut-stroit-dorogi-iz-plastika.html
3. Интернет-журнал «СИБУР клиентам», выпуск №13, статья «Пластиковый асфальт». [Электронный ресурс] – URL: <https://magazine.sibur.ru/ru/article/focus/plastic-asphalt-13/>
4. Интернет издание «vc.ru», статья «Солнечные батареи, пластик и никакого шума: какими будут дороги будущего». [Электронный ресурс] – URL: <https://vc.ru/future/64358-solnechnye-batarei-plastik-i-nikakogo-shuma-kakimi-budut-dorogi-budushchego>

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Каюмов Динар Галиевич, магистрант

*2-го года обучения кафедры «Автомобильные дороги и геодезическое
сопровождение строительства»*

*Самарский государственный технический университет, г. Самара
(Научный руководитель – Павлова Л.В., канд. техн. наук, доцент)*

На нашей планете вечномерзлые породы являются закономерными естественно - историческими образованиями, характеризующимися определенными законами возникновения, развития и распространения. Площадь, занимаемая вечномерзлыми грунтами в Российской Федерации, превышает 65 % ее территории, в том числе занимает 85 % территории Сибири, 95 % республики Саха (Якутии) и т.д. (Рис.1).



Рисунок 1 – Вечная мерзлота в России

Дорожное строительство в районах распространения вечной мерзлоты имеет ряд особенностей, связанных со сложностью природных условий и с трудностями социально-экономического характера России, особенно ее удаленных регионов.

Особенно неблагоприятной для дорожного строительства является область, где широко распространены тундровые, переувлажненные, глинистые,

тонкодисперсные грунты с наличием жильных и погребенных льдов, близко залегающих к поверхности земли.

В настоящее время идет интенсивное освоение ресурсов севера Западной Сибири, поэтому актуально развитие сети автомобильных дорог. Проблемами региона являются: суровые климатические условия; вечная мерзлота; местных строительных материалов.

Опыт строительства дорог в данном регионе показывает, что наиболее приемлемая конструкция дорожной одежды – это конструкция из сборного железобетона. При этом используется особенная технология строительства, когда после четырех лет эксплуатации производится капитальный ремонт покрытия, т.е. поверх укладывается слой асфальтобетона (Рис. 2). Это производится, когда температура воздуха и дорожного покрытия достаточно высока, чтобы асфальтобетон не успел остыть ниже допустимого уровня за время укладки и уплотнения.

При исследовании теплотехнических характеристик использовался для сравнения 2 варианта дорожной одежды с теплоизолирующим слоем (Рис. 2.б). При расчетах использовались теплотехнические характеристики материалов исследования дорожных одежд сравниваемых вариантов, которые отражены в таблице 1 и на Рис.2.

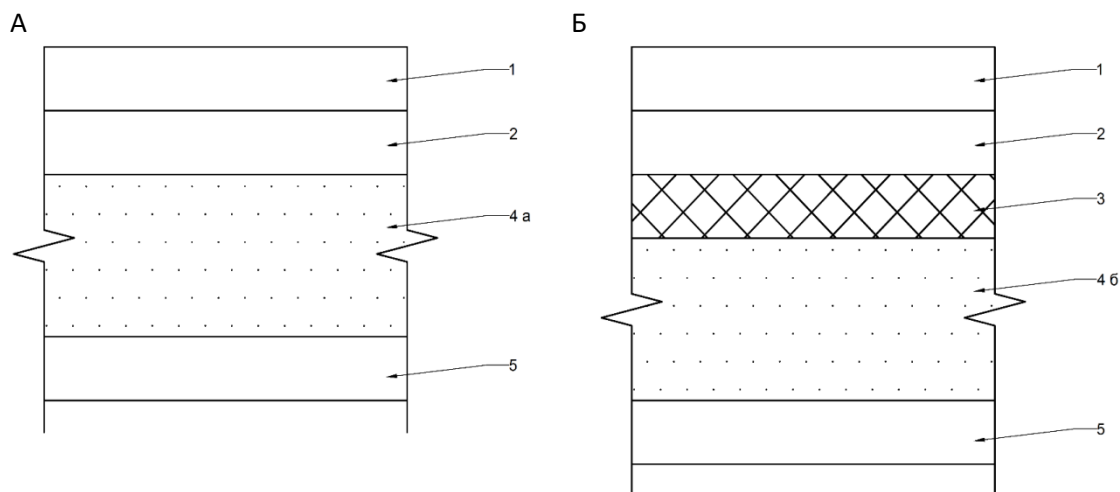


Рисунок 2 – Сравнение конструкции дорожных одежд: а – классическая конструкция – 1 вариант; б – с слоем утеплителя -2 вариант; 1 – слой асфальтобетона, толщиной 0,14 м; 2 – железобетонная плита, толщиной 0,2 м; 3 – эффективный утеплитель, толщиной 0,1 м; 4а – песчаный слой земляного полотна, толщиной 0,75 м; 5 – глиняный слой.

Предварительные расчеты на прочность и сдвигоустойчивость определили толщины слоев обеих конструкций, при этом во 2 варианте толщины слоя песка требуется в 2 раза меньше, поэтому происходит существенная экономия за счет

уменьшения толщины отсыпаемого слоя песка и объема земляных работ, транспортных затрат и технологии строительства.

В таблице 1 теплотехнических расчетов отражены сравнительные данные двух вариантов в защиту утепленных дорог.

Таблица 1 – Сравнение теплотехнических характеристик вариантов дорожной одежды

N варианта	N слоя	Материал слоев	Толщина слоя $\delta_{сл}, м$	Характеристика слоя		$R_{сл} = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$	Сопротивление теплопередаче $R_o, м^2 \cdot ^\circ C/Вт$
				$\gamma, кг/м^3$	Коэффициент теплопроводности, λ		
1	1	асфальтобетон	0,14	2100	1,05	0,14	3,36
	2	ж/б плита	0,2	2000	1,05	0,2	
	4а	песок	1,5	1600	0,47	3,02	
	5	глина	-	-	-	-	
2	1	асфальтобетон	0,14	2100	1,05	0,14	5,18
	2	ж/б плита	0,2	2000	1,05	0,2	
	3	утеплитель «ПЕНОПЛЕКС»	0,1	40	0,03	3,33	
	4б	песок	0,75	1600	0,47	1,51	
	5	глина	-	-	-	-	

Для сравнения результатов сопротивлений теплопередаче использовались обычные формулы строительной теплотехники. Из таблицы 1 видно, что конструкция дорожной одежды с утеплителем на 65% выше имеет теплотехнические качества, что существенно влияет на качество покрытия, уменьшая дефектность. Наглядно изменение температуры нижнего слоя в зависимости от температуры наружного воздуха представлено в таблице 2 и на графике (Рис.3).

Вывод. Рассмотрены вопросы изменения сопротивления теплопередаче в зависимости состава дорожной одежды в условиях отрицательных температур. Исследованы классический состав дорожной одежды для условий Крайнего Севера и дорожная одежда с теплоизолирующим слоем.

Исследования показали, что утепленные дороги имеют лучшие теплотехнические качества, что отражается на качестве дорог, увеличении межремонтных сроков.

Таблица 2 – Изменение температуры нижнего слоя (песка) в зависимости изменения температуры наружного воздуха

N, п/п	t_n	1 вариант $\tau_{в1}$	2 вариант $\tau_{в2}$
1	-5	-1,5	-0,96
2	-10	-3	-1,92
3	-15	-4,5	
4	-20	-6	-3,84
5	-25	-7,5	
6	-30	-9	-5,77
7	-35	-10,5	
8	-40	-12	-7,7

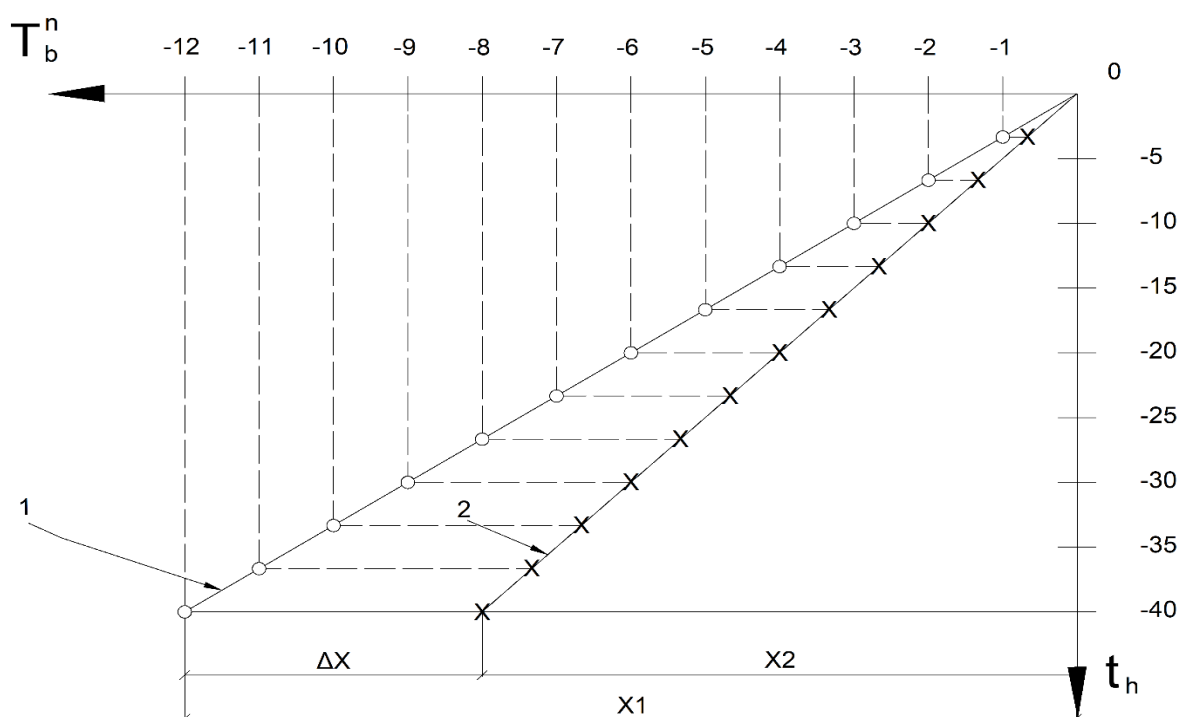


Рисунок 3 – График изменения $\tau_{в}^n$ от t_n : 1 – при 1 варианте; 2 – при 2 варианте

Литература:

1. Павлова Л.В., Честных В.Н. Утеплители в дорожной одежде //Строительный вестник Российской инженерной Академии. Труды секции «Строительство». Вып. 8. М., 2007. С.176.
2. Методические рекомендации по проектированию и устройству теплоизоляционных слоев дорожной одежды из пенополистирольных плит «ПЕНОПЛЭКС» М., СОЮЗДОРНИИ, 2000, (фонды ООО «Пеноплэкс СПб»). Разработали: д. т. н., проф. В.Д.Казарновский, д. геол.-минерал. Н., проф. С.Е.Гречищев, к.т.н. Е.С.Пшеничникова, инж. Н.И.Черновой, к.т.н. И.В.Лейтланд.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

*Леконцева Дарья Дмитриевна, магистрант
кафедры «Автомобильные дороги и мосты»
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь*

(Научный руководитель – Карпушко М.О., канд. техн. наук, доцент)

Россия – страна, которая располагается на большой территории и для сообщения между различными регионами необходима хороша развитая транспортная сеть. В настоящее время актуальным является, не только развитие автомобильных дорог, но и совершенствование авиационной отрасли для преодоления расстояний путем воздушного сообщения.

Авиация позволяет быстро добраться из одного пункта в другой, что в современном мире является одним из ключевых показателей при выборе преодоления препятствий. Существенным минусом выступает цена такой перевозки. Аспектом, влияющим на стоимость авиаперевозок, можно считать самый начальный показатель – стоимость строительства, а именно стоимость строительства взлётно-посадочных полос (ВЗП). Уменьшение стоимости покрытий ВПП может оказать положительное влияние на развитие отрасли в целом.

На сегодняшний день в строительстве аэродромных покрытий одними из наиболее часто применяемых считаются конструкции из асфальтобетона и цементобетона. Использование асфальтобетона при строительстве позволяет сдавать объекты в эксплуатацию сразу после завершения работ по устройству дорожного покрытия. В то время как цементобетонные покрытия, требуют время для набора прочности бетона, которое составляет не менее семи суток. Помимо этого они обладают такими преимуществами, как высокая несущая способность (независимо от климатических воздействий), высокая прочность, которая со временем возрастает при благоприятных условиях эксплуатации, долговечность, отсутствие колейности, повышенный коэффициент сцепления покрытия с колесом, слабая зависимость от степени увлажнения, высокая износостойкость и продолжительный срок службы. Так же цементобетонные покрытия имеют свои недостатки: шелушение бетонной поверхности, образование каверн, выбоин, сквозных трещин, сколы плит, сложности при ремонте, так как требуется замена большого участка.

В данной статье будут рассмотрены технические решения для создания более долговечных и прочных покрытий, которые позволят выдвинуть применение цементобетонных покрытий на более высокий уровень.

1. Арматура.

В мировой практике в строительстве различных объектов широко применяется стеклопластик. Данный материал используется для изготовления стеклопластиковой арматуры в строительстве мостов, малоэтажных объектов, а так же в дорожном строительстве. Стеклопластиковая арматура – это неметаллический силовой стержень, с расположенной на его поверхности навивкой из стекловолокна и других наполнителей.

Применение стеклопластиковой арматуры в сравнении с металлической позволяет снизить экономические затраты и расход арматуры в конструкции зачёт более высокой прочности.

В таблице 1, выполняется сравнение физических характеристик композитной и стальной арматуры.

Таблица 1 – Физические характеристики стеклопластиковой и стальной арматуры.

Характеристика	Арматура композитная полимерная ГОСТ 31938-2012	Стальная арматура ГОСТ 5781-82
Коэффициент линейной температурной деформации	$0,5 \cdot 10^{-5} - 0,9 \cdot 10^{-5}$ [°C] $0,7 \cdot 10^{-5} - 1,0 \cdot 10^{-5}$ °C для бетона	$1,3 \cdot 10^{-5} - 1,5 \cdot 10^{-5}$ [°C]
Диапазон рабочих температур	От -70 до +100 [°C]	От -70 до +50 [°C]
Коэффициент теплопроводности	0,35-0,5 [Вт/(м·К)]	46 [Вт/(м·К)]
Коррозионная стойкость	Не подвергается коррозии	Подвергается коррозии
Электрические свойства	Диэлектрик	Электропроводна
Магнитные свойства	Диамagnetик	Магнитопроводна
Экологические свойства	Не выделяет вредных веществ	Не выделяет вредных веществ

Существуют различные типы стеклопластиковой арматуры, которые различают в зависимости от армирующего наполнителя:

- АКП - арматура композитная полимерная;
- АСК – арматура стеклокомпозитная;
- АБК – арматура базальтокомпозитная;
- АЦК – арматура углекомпозитная;
- ААК – арматура арамидокомпозитная;
- АКК – арматура комбинированная композитная.

Стеклопластиковая арматура, значительно чаще применяется на отечественном рынке. Она состоит из внутреннего стержня и внешнего слоя. Стержень АСК выполнен из параллельно расположенных волокон стеклопластика, которые соединяются друг с другом за счет полимерной смолы. Внешний слой представляет собой двунаправленную навивку из волокон композитного материала или напыление мелкофракционным абразивным порошком.

Достоинствами такой арматуры является высокая коррозионная стойкость, стойкость к воздействию различных щелочей и кислот. По сравнению с металлической арматурой имеет меньшую массу стержня, отличается наиболее низкой трудоемкостью при сборке, так как собирается как конструктор, исключая сварку, имеет более длительный срок эксплуатации и наиболее простые условия транспортировки, что значительно уменьшает экономические затраты.

К недостаткам относится низкий модуль упругости 40 ГПа, в то время как модуль упругости стали составляет 200 ГПа, данный показатель ограничивает применение гнутых стержней, так как их изготовление возможно только в заводских условиях.

Ещё одним существенным недостатком является отсутствие хорошо развитой нормативной документации, что препятствует широкому использованию АКП в строительстве. На текущий момент разработан межгосударственный стандарт ГОСТ 31938 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия». В стандарте приведены требования к физико-механическим характеристикам АКП(Табл.2).[1]

При применении стеклопластиковой арматуры, расчеты производят по аналогии железобетонных конструкций, что не учитывает всех особенностей СПА и не приводит к использованию всех достоинств данной арматуры. Однако развитие нормативной документации не стоит на месте, что в дальнейшем дает возможность широкого применения САП в строительстве.

Детальное изучение применения САП, использование зарубежного опыта и анализ работы конструкций армированных композитной арматурой, могут выдвинуть применение САП на высокий уровень, что повысит технические характеристики и снизит стоимость армированных конструкций.

Таблица 2 – Физико-механические характеристики АКП

Наименование показателя	АСК	АБК	АУК	ААК	АКК
Предел прочности при растяжении σ_b , МПа, не менее	800	800	1400	1400	1000
Модуль упругости при растяжении E_f , ГПа, не менее	50	50	130	70	100
Предел прочности при сжатии $\sigma_{сж}$, МПа, не менее	300	300	300	300	300
Предел прочности при поперечном срезе t_{sh} , МПа, не менее	150	150	350	190	190

2. Добавки в бетон.

Применение литых серобетонных смесей на основе асфальтогранулята для покрытий аэродромов, является актуальным, так как на сегодняшний день в результате нефте и газоочистки в России производится около 7 млн. тонн технической серы (Рис. 1). В связи с чем возникают проблемы ее утилизации. Одним из решений, является применение серы в изготовлении серного бетона, по структуре он схож с цементобетонном, битумным (асфальтобетонам) и полимербетонам. Такой бетон имеет следующие положительные свойства:

- быстрый набор прочности;
- высокая прочность при сжатии, до 60 МПа;
- стойкость к воздействию агрессивных сред;
- низкое водопоглощение;
- высокая морозостойкость;
- свойства серы позволяют заменить прочные заполнители техногенными отходами и слабыми каменными материалами.

В статье [3] производится сравнение показателей свойств двух образцов, полученных из асфальтогранулята и смеси асфальтогранулята, модифицированного 10 масс. % серы. Данные испытаний приведены в табл.3.

Установлено, что введение 10 масс. % серы в асфальтогранулят, способствует снижению показателей пористости минеральной части и остаточной пористости АГБ в 2 и 20 раз соответственно, что коррелирует с показателем водонасыщения, значение которого снижается в 6 раз. Показатель прочности при сжатии модифицированного АГБ состава в 13 раз превышает аналогичный показатель исходного материала и составляет 4 МПа. Полученные результаты, позволяют рассматривать применение данного материала в дорожной отрасли с дальнейшим его изучением[3]



Рисунок 1 – Астраханское газоконденсатное месторождение с высоким содержанием серы

Таблица 3 – Характеристики показателей физико-механических свойств асфальтогранулобетонов

Наименование показателя	Показатель свойств	
	Асфальтогранулят с серой 10%	Асфальтогранулят
Средняя плотность, г/см ³	2,4	2,01
Средняя плотность минеральной части, г/см ³	2,27	1,9
Истинная плотность минеральной части, г/см ³	2,62	2,7
Истинная плотность, г/см ³	2,42	2,47
Пористость минеральной части, %	13,45	29,65
Остаточная пористость, %	0,73	20,75
Водонасыщение, %	1,94	12,08
Прочность при сжатии, МПа	4	0,3

Использование технологии производства серобетона, позволит значительно уменьшить использование природных ресурсов и максимально применять серосодержащие отходы. Так же производство такого бетона позволит решить технико-экономические и экологические проблемы.

Применение современных материалов для конструкций ВПП, позволит значительно снизить их стоимость, увеличить срок эксплуатации без ремонта, а так же сделать их более экологичными и безопасными.

Литература:

1. ГОСТ 31938-2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия

2. Якобсон М.Я., Кузнецова А.А., Введенская А.С., Бычков А.В. актуальность и перспективы применения цементобетона в дорожном строительстве// Системные технологии, №1(18), 2016, с 132-140
3. Фомин А.Ю., Кайс А.А. Литой серный бетон на основе асфальтогранулята// Известия КГАСУ, 2018, №2(44)
4. Усов Б.А. Технология и применение серных бетонов// Системные технологии, №17, 2015, с 56-69.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОЙ СМЕСИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Моисеев Артём Алексеевич, студент

4-го курса кафедры «Транспорт и автомобильные дороги»

*Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново
(Научный руководитель – Цуриков С.Г., канд. техн. наук, профессор)*

Основные затраты при строительстве автомобильных дорог приходятся на строительство дорожной одежды. Одним из путей снижения стоимости дорожной одежды является замена привозных каменных материалов местными.

На территории Ивановской области разведано 26 месторождений валуно-гравийно-песчаных смесей с запасами 116683 тыс. м³ [1]. Анализ разведанных запасов характеризуется: валуны – 8,2 %, гравий 48,3 %, мелкозём (зёрна менее 25 мм) – 43,5 %. Содержание пылевидно-глинистых частиц в мелкозёме в среднем более 13%. Из-за наличия слабых зёрен и значительного содержания пылевидно-глинистых частиц, мелкозём без улучшения и обогащения не пригоден для приготовления асфальто- и цементобетонных смесей. Поскольку эти операции требуют соответствующего оборудования и значительных затрат, то мы предлагаем использовать в конструктивных слоях дорожной одежды мелкозём после укрепления вяжущими материалами в стационарной установке.

В естественном состоянии мелкозём обладает некоторой прочностью, которую в общем виде можно выразить уравнением сопротивления сдвигу:

$$S = P * tg\varphi + C_{св}$$

где P- допустимое напряжение;

φ – угол трения;

$C_{св}$ - связность мелкозёма;

Угол трения φ зависит от крупности и формы зёрен и в данном случае не превышает 30°. Поскольку связность мелкозёма $C_{св}$ не превышает 1,20 Па, то её следует увеличить путём обработки вяжущими материалами. Выбор вяжущего зависит от назначения конструктивного слоя, зернового состава, климатических условий и др.

Повышение качества сводится к пяти основным задачам:

- подобрать наиболее плотную смесь;
- установить вид и оптимальный расход вяжущего;

- произвести качественное перемешивание;
- строго соблюдать технологию выполнения всех процессов;
- обеспечить плотность смеси не менее 0,98 от оптимальной.

После выполнения всех технологических операций связность из мелкозёма возрастёт, соответственно модуль упругости мелкозёма, укреплённого портландцементом, возрастёт до 600 МПа, против 110 МПа до укрепления [2].

Увеличение модуля упругости дорожной одежды позволит уменьшить толщину и, тем самым, сократить потребность в привозных материалах и транспортных расходах.

Литература:

1. Борунова Ф.П., Софронова О.Б, Ленская Л.Н. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Ивановской области.-: Геологический фонд РСФСР, 1986, - 180 с.
2. Федосов С.В, Алоян Р.М., Цупиков С.Г. Каменные материалы, глины и суглинки Ивановской области: Справочное пособие.- Иваново: ИГАСУ, 2009.-248 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОРАДАРА ПРИ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТАХ

*Моргунов Александр Анатольевич, студент
4-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусско-Российский университет, г.Могилёв
(Научные руководители – Шаройкина Е.А., старший преподаватель,
Гомелюк И.В., старший преподаватель)*

Перед строительством любых транспортных сооружений проводят изыскательские работы. В частности, они нужны для определения геологического разреза, мощности слоя, типа пород, наличия грунтовых вод, карстовых структур и подземных коммуникаций. Для этого используют бурение.

Аналогом для такого рода работ является георадар, который обеспечивает детальное и быстрое сканирование. Благодаря неразрушающему сканированию грунта, высокой детализации и быстрой мобильностью позволяют в кратчайшие сроки провести исследования, а это уменьшает затраты.

Работа георадара основана на нахождении диэлектрической проницаемости объекта или среды. Антенна георадара излучает электромагнитный импульс, который отражается от неоднородностей, имеющих разную диэлектрическую проницаемость, в отличие среды в которой они находятся. Все сигналы принимаются входной антенной. Затем программа анализирует данные и выдаёт заключение – радарограмму, по которой определяем объекты, их глубину залегания, а также местонахождение.

Прибор имеет широкую диаграмму направленности, из-за чего отраженные сигналы от различных объектов отображаются в некотором удалении, причем в обе стороны, а не только под со ним георадаром.

Важными параметрами прибора является глубина зондирования и разрешающая способность.

Глубина зондирования, зависит от чувствительности, мощности прибора, а также от свойств исследуемой среды. Если удельное затухание увеличивается, то глубина зондирования уменьшается.

Разрешающая способность показывает на какой минимальной глубине можно рассмотреть две различных неоднородностей.

Исследование с помощью георадаров является передовой технологией. Оно позволяет снизить время и затраты на исследование. Полученная радарограмма имеет высокую точность и детализацию. Из-за маленьких размеров прибора, можно проводить изыскания в стеснённых условиях.

Литература:

1. files.stroinf.ru – Георадары в дорожном строительстве – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293854/4293854751.pdf> Дата доступа: 19.11.2019.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОПАРКА «ПРЕОБРАЖЕНКА»

*Паршин Владислав Михайлович, магистрант
кафедры «Автомобильные дороги и геодезическое
сопровождение строительства»*

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет» г. Самара*

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

Индустриальный парк «Преображенка» представляет собой специально организованную территорию площадью 167,9 га, обеспеченную подключением к инженерным коммуникациям, для размещения новых производств. Он расположен в муниципальном районе Волжский Самарской области на границе городского округа Самара, на пересечении федеральной трассы М32 и региональной трассы Р226.

Ситуационный план представлен на (Рис. 1).

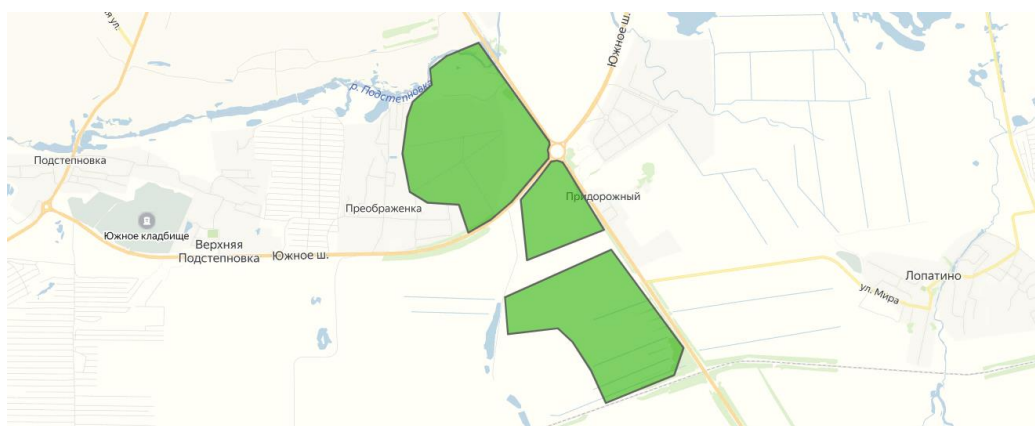


Рисунок 1 – Ситуационный план

Индустриальный парк имеет развитую внутреннюю инженерную и транспортную инфраструктуру, с примыканием к автодороге «Обход г. Самары».

Рассматриваемая территория относится к дорожно-климатической зоне Ш₁, зона влажности сухая. Средняя годовая температура воздуха составляет 4,2°С.

В геоморфологическом отношении площадка приурочена к I надпойменной террасе р. Самара. Площадка относится ко II (средней) категории сложности по инженерно-геологическим условиям.

Основанием под дорожную одежду является глина коричневая, твердая и полутвердая (ИГЭ-2).

Гидрогеологические условия площадки характеризуются наличием постоянного водоносного горизонта. Установившийся уровень подземных вод зафиксирован на глубине 3,5 - 4,9 м.

Нормативная глубина промерзания – 1,6 м.

Существующие межплощадочные автомобильные дороги имеют характеристики, представленные в (Табл.1).

Таблица 1 – Основные характеристики существующих межплощадочных автомобильных дорог

Характеристика автодороги	Значение
Категория автодороги	Межплощадочные III-в
Тип дорожной одежды	Облегченный
Расчетная скорость движения, км/ч	50
Расчетный объем перевозок, млн. т нетто/год	Менее 0,35
Ширина проезжей части, м	6,5
Число полос движения	2
Общая протяженность, м.п.	967

Дорожная одежда имеет конструкцию, состав которой представлен в (Табл. 2).

Авторами был выполнен расчет конструкции дорожной одежды существующих автомобильных дорог в программном комплексе «IndorPavement» (разработчик ООО «ИндорСофт», г. Томск). Результаты расчета представлены на (Рис. 2).

Анализ результатов показывает, что существующая конструкция дорожной одежды соответствует нормативным требованиям.

В настоящее время индустриальный парк активно развивается, на его территории разворачивают свои производственные площадки новые резиденты. Улучшилась и транспортная доступность парка. В 2019 году в Самарской области был осуществлен капитальный ремонт автодороги А-300 «Самара - Большая Черниговка - граница с Республикой Казахстан», на 2020 год запланировано строительство 2 очереди Фрунзенского мостового перехода через р. Самара, что повысит привлекательность индустриального парка. В перспективе ожидается увеличение нагрузки на существующие

межплощадочные автомобильные дороги, что неизбежно потребует их реконструкции. По плану, к 2024 году данные автомобильные дороги должны соответствовать требованиям II-в категории, тип дорожной одежды – капитальный. При этом скорость движения возрастет до 60 км/ч, расчетный объем перевозок составит от 0,35 до 0,7млн. т нетто/год, ширина проезжей части должна быть увеличена до 7,5 м.

Таблица 2 – Состав дорожной одежды

Наименование слоя	Материал	Толщина слоя, см.
Верхний слой покрытия	Плотный асфальтобетон из горячей щебеночной мелкозернистой смеси тип Б, марки II на битуме БНД60/90	5
Нижний слой покрытия	Пористый асфальтобетон из горячей щебеночной крупнозернистой смеси марки II по ГОСТ 9128-2013 на битуме БНД60/90	7
Верхний слой основания	Пористый асфальтобетон из горячей щебеночной крупнозернистой смеси марки II по ГОСТ 9128-2013 на битуме БНД60/90 по ГОСТ 22245-90	7
Нижний слой основания	Щебень М600 фракции 40 до 70 мм с расклинцовкой щебнем фракции 10-20 мм – 15 м ³ /1000 м ² и фракции 5-10 мм – 10 м ³ /1000 м ²	30
Разделяющая геотекстильная прослойка	Геотекстиль нетканый «Геоком» иглопробивной Д-160 (И, РР)	-
Дополнительный слой основания	Песок очень мелкий (мелкий) по Кф≥1 м/	40

Наименование слоев и материалов конструкции дорожной одежды	Схема конструкции дорожной одежды Толщина, см	Расчётные характеристики				Общий модуль упругости на поверхности слоев, МПа	Морозоустойчивость	Колейность, см
		Упругий прогиб, МПа	Сдвиг, МПа	Изгиб, МПа	Статическая нагрузка, МПа			
1. Верхний слой покрытия — Асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебеночной (гравийной) смеси типа Б, марка битума БНД/БН-60/90		Еупр = 3200	Есдв = 1100	Еизг = 4500	Естат = 350	Епов = 362 Ктр = 1,170 Красч = 1,790 Запас = 53%		Нобщ = 1,2
2. Нижний слой покрытия — Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из крупнозернистой щебеночной (гравийной) смеси марка битума БНД-60/90		Еупр = 2000	Есдв = 840	Еизг = 2800	Естат = 320	Епов = 300		
3. Верхний слой основания — Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из крупнозернистой щебеночной (гравийной) смеси марка битума БНД-60/90		Еупр = 2000	Есдв = 840	Еизг = 2600 Ктр = 1,000 Красч = 2,343 Запас = 134%	Естат = 320	Епов = 292		Ностд = 0,0
4. Нижний слой основания — Щебень фракционированный 40-80 (80-120) мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем		Еупр = 450	Есдв = 450	Еизг = 450 α = 0,990	Естат = 450	Епов = 173		Ностд = 0,2
— Геотекстильный нетканый «Геоком» иглопробивной Д-160 (И, РР)								
5. Дополнительный слой основания — Песок мелкий, с содержанием пылевато-глинистой фракции 0%		Еупр = 100	Есдв = 100 Ктр = 1,000 Красч = 1,000 Запас = 0%	Еизг = 100	Естат = 100 Ктр = 1,000 Красч = 1,200 Запас = 28%	Епов = 67		Ностд = 0,4
Грунт земельного полотна — Глина	Еупр = 36	Есдв = 36 Ктр = 1,000 Красч = 1,180 Запас = 16%	Еизг = 100	Естат = 36 Ктр = 1,000 Красч = 3,520 Запас = 252%	Епов = 36	Цдоп = 6 см Цлуч = 4 см Запас = 2 см	Ностд = 1,1	

Рисунок 2 – Результат расчета существующей конструкции дорожной одежды в программном комплексе «IndorPavement»

Также был выполнен расчет конструкции дорожной одежды для реконструируемой межплощадочной автомобильной дороги категории П-в. Результаты расчета приведены на (Рис. 3).

Наименование слоев и материалов конструкции дорожной одежды	Схема конструкции дорожной одежды. Толщина, см	Расчетные характеристики				Общий модуль упругости на поверхности слоев, МПа	Морозостойкость	Колейность, см
		Упругий прогиб, МПа	Сдвиг, МПа	Изгиб, МПа	Статическая нагрузка, МПа			
1. Верхний слой покрытия — Асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебеночной (гравийной) смеси типа Б, марка битума БНД/БН-60/90		Еупр = 3200	Есдв = 1100	Еизг = 4500	Естат = 350	Епов = 410 Ктр = 1,200 Красч = 1,750 Запас = 46%	Нощд = 1,1	
2. Нижний слой покрытия — Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из крупнозернистой щебеночной (гравийной) смеси марка битума БНД-60/90		Еупр = 2000	Есдв = 840	Еизг = 2800	Естат = 320			Епов = 349
3. Верхний слой основания — Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из крупнозернистой щебеночной (гравийной) смеси марка битума БНД-60/90		Еупр = 2000	Есдв = 840	Еизг = 2800 Ктр = 1,000 Красч = 1,910 Запас = 91%	Естат = 320	Епов = 274	Нощд = 0,0	
4. Нижний слой основания — Щебень фракционированный 40, 80 (80, 120) мм легкоуплотняемый с заклиной фракционированным мелким щебнем		Еупр = 450	Есдв = 450	Еизг = 450 α = 1,000	Естат = 450	Епов = 209	Нощд = 0,2	
— Геотекстильный нетканый «Геотекс» и полипропилен Д-180 (И, РР)		Еупр = 100	Есдв = 100 Ктр = 1,000 Красч = 1,030 Запас = 3%	Еизг = 100	Естат = 100 Ктр = 1,000 Красч = 1,410 Запас = 41%	Епов = 72	Нощд = 0,5	
5. Дополнительный слой основания — Песок мелкий, с содержанием пылевато-глинистой фракции 0%		Еупр = 36	Есдв = 36 Ктр = 1,000 Красч = 1,240 Запас = 24%	Еизг = 36	Естат = 36 Ктр = 1,000 Красч = 3,670 Запас = 267%	Епов = 36	Нощд = 1,1	
Грунт земляного полотна — Глина					Епов = 36	Лдоп = 4 см Цлч = 3 см Запас = 1 см	Нощд = 1,1	

Рисунок 3 – Результат расчета усовершенствованной конструкции дорожной одежды в программном комплексе «IndorPavement»

Усовершенствованная конструкция дорожной одежды имеет следующие отличия. Толщина нижнего слоя основания будет увеличена с 30 см до 40 см., а толщина дополнительного слоя основания - с 40 см до 50 см. Толщина и состав прочих слоев дорожной одежды останутся без изменений. Кроме того, ширина проезжей части межплощадочной автомобильной дороги будет увеличена с 6,5 м до 7,5 м.

Литература:

1. СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги». Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. N 266 и введен в действие с 01 июля 2013 г.
2. СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт». Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. N 635/7 и введен в действие с 01 января 2013 г.
3. ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд». Утверждены и введены в действие Распоряжением Государственной службы дорожного хозяйства (Росавтодора) Министерства транспорта Российской Федерации от 20.12.00 N ОС-35-Р.

4. Е.Е. Рукавишникова, К.А. Лубкина, А.В. Скворцов «Проектирование дорожных одежд в IndorPavement». – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2015. – 284 с.

**О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО
ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

*Пилюян Арсен Арменакович, магистрант
кафедры «ИПТС»*

*Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград
(Научный руководитель – Девятов М. М., канд. техн. наук, профессор)*

Количество визуальной информации, воспринимаемой водителем при движении по дороге, оказывает прямое влияние на принятие им адекватных решений при изменении дорожной обстановки. Анализ дорожно-транспортных происшествий показал, что в темное время суток происходит до 40% от всех ДТП, при этом их тяжесть выше, чем днем. Одной из мер для обеспечения безопасности дорожного движения в темноте применяется искусственное освещение АД.

Стоит учесть, что на отдельных участках АД организовать искусственное освещение затруднительно в связи с большой удаленностью от электростанций или сложностью подключения к центральным линиям электропередач. Примером могут служить региональные дороги, значительно удаленные от населенных пунктов. Внедрение освещения на таких участках, в первую очередь, сопряжено с затратами на подведение коммуникаций, существенными потерями при передаче электроэнергии.

Затраты на реализацию данного проекта очень высоки и не всегда оправданы, могут быть равны выделенному объему финансирования и даже превышать его. Современные проблемы требуют современных решений.

Альтернативная энергетика является одним из способов решения данной проблемы. Научные открытия последних лет позволили значительно повысить эффективность солнечной энергетики (гелиоэнергетики) и ветроэнергетики. Устройства для получения альтернативной энергии стали не только компактнее, но и дешевле в производстве.

По итогам 2018 года возобновляемая энергия обеспечила работу трети электрогенерирующих мощностей в мире – об этом говорится в докладе, который представило Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA). Всего в прошлом году было введено в

эксплуатацию 171 ГВт новых мощностей, использующих возобновляемые источники энергии.

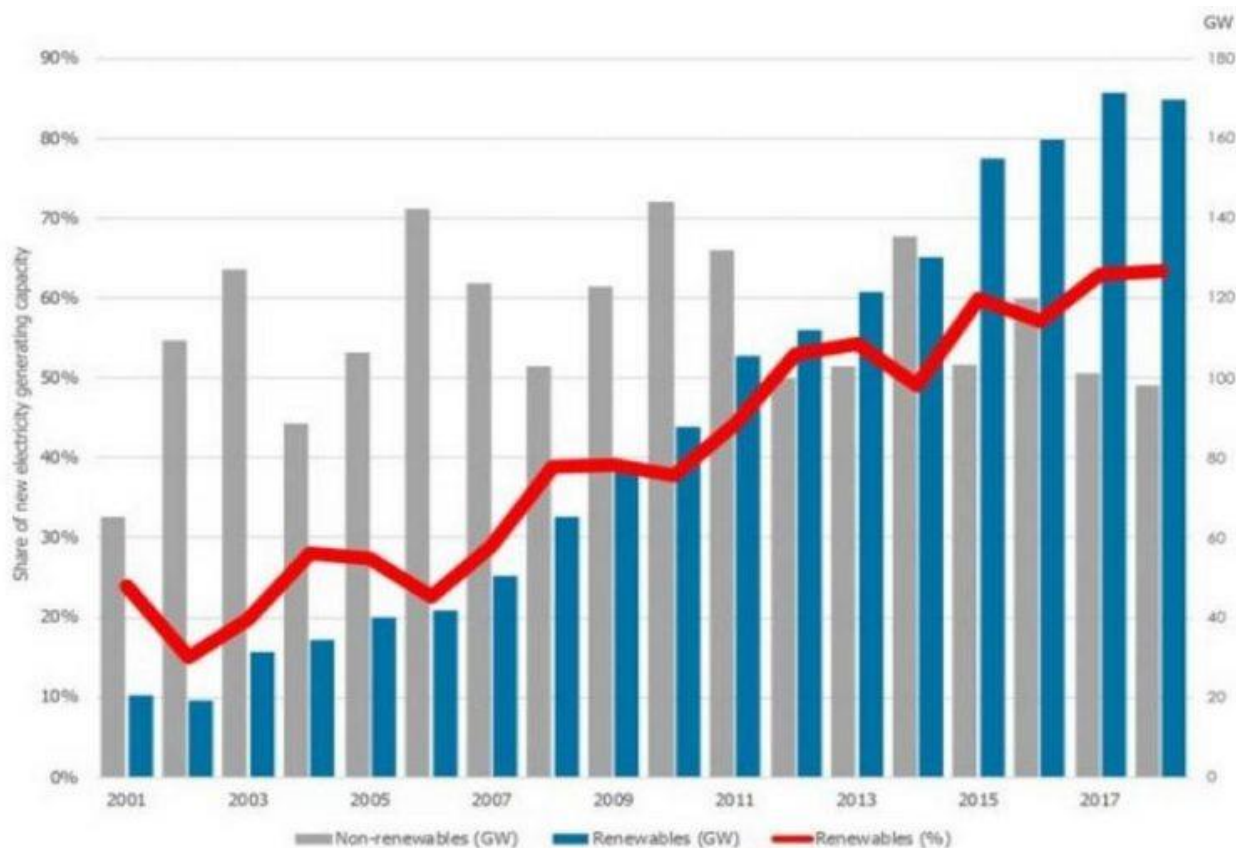


Рисунок 1 – Мощностное и процентное соотношение возобновляемых и невозобновляемых источников энергии

Наибольший вклад в такой рост приходится на солнечные и ветровые электростанции, они обеспечили увеличение мощности зеленой энергетики на 7,9%. При этом суммарно общая мощность солнечной и ветровых электростанций в мире за год выросла на 84%. Общая мощность мировой альтернативной энергетики на конец 2018 года составила 2,351 ГВт. Главная причина такого значительного роста – возобновляемая энергия стала конкурентоспособной по сравнению с традиционными способами электрогенерации.

Для максимально эффективного решения проблемы обеспечения автомобильных дорог возобновляемыми источниками энергии необходимо учитывать:

Климатические условия: скорость ветра – для ветрогенераторов, количество солнечных дней и величина солнечной радиации – для гелиогенераторов и т.д.;

Технико-экономические (стоимость оборудования, транспортировки, монтажа и обслуживания, срок эксплуатации оборудования, КПД и т.д.);

Экологические (воздействие на окружающую среду, животных и птиц);
 Географические (удаленность от централизованной системы энергоснабжения, минимальное расстояние от установки до населенных пунктов и т.д).

Рассматривая применение альтернативных источников электроэнергии в Волгоградской области (48° с.ш.), необходимо учитывать суммарную солнечную радиацию (рис. 2).

Месяц	Географическая широта, градус с. ш.							
	40	44	48	52	56	60	64	68
Январь	280	238	196	154	112	70	29	–
Февраль	401	354	308	261	215	169	122	76
Март	645	595	545	495	445	396	346	296
Апрель	775	743	712	680	648	617	585	554
Май	892	883	874	864	855	846	837	828
Июнь	913	915	911	905	903	910	932	974
Июль	884	899	898	888	879	877	890	927
Август	800	777	753	730	707	684	661	638
Сентябрь	661	618	575	532	489	446	403	360
Октябрь	522	465	409	352	295	239	182	126
Ноябрь	303	262	220	179	138	97	56	14
Декабрь	237	198	158	119	79	39	–	–

Рисунок 2 – Значение суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе, МДж/м²

В Волгоградской области наибольшее количество солнечных дней отмечено в июле, мае, августе - по 25 ясных дней. В то время как меньше всего солнца с января по март, когда количество ясных дней может не превышать 4 (рис. 3). Таким образом, с апреля по август возможно полное энергообеспечение осветительных приборов от источников солнечной энергии, а в остальные месяцы – частичное.

Для получения максимального экономического эффекта от использования альтернативных источников энергии в освещении автомобильных дорог представляется целесообразным применять более современные осветительные приборы. Так, светодиодные светильники позволяют соблюдать не только самые высокие требования к освещению АД, но и значительно снизить энергопотребление, уменьшить затраты на обслуживание за счет длительного срока эксплуатации.

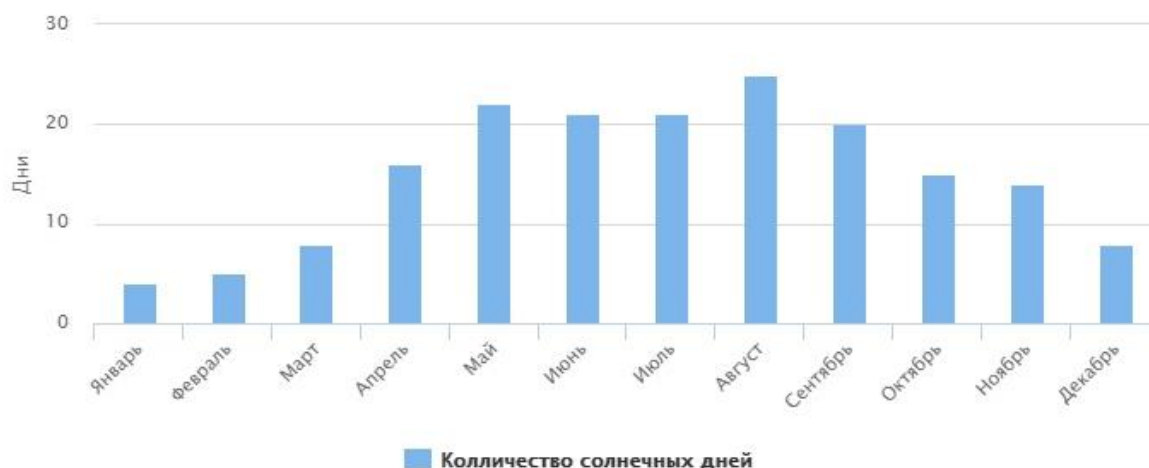


Рисунок 3 – Диаграмма количества ясных дней по месяцам в Волгоградской области

Вместе с тем в действующих методических рекомендациях [3,4] отсутствует методика обоснованного проектирования системы освещения автомобильных дорог с использованием описанных альтернативных источников электроэнергии. В них также не приводится методика выбора участков автомобильных дорог для первоочередного проектирования и устройства на них системы освещения. Таким образом, представляется целесообразным разработать такую методику. Она, на наш взгляд должна учитывать: уровень аварийности и интенсивности движения транспортных средств в тёмное время суток; климатические, технико-экономические, экологические и географические и другие условия в районе проектирования.

Литература:

1. Безруких, П. П. Использование возобновляемых источников энергии в России / П. П. Безруких // Возобновляемая энергия. 1997. - №1. - С. 15-20.
2. Подскребкин, А. Д. Альтернативные источники энергии. Перспективы их использования в народном хозяйстве и на транспорте / А. Д. Подскребкин, С.С. Гаценко // Материалы городской научно-практической конференции студентов, аспирантов и ученых. (Актуальные проблемы современной техники и технологии в нефтегазовой отрасли). Нижневартовск.: Изд-во ТИУ, 2014. - С. 31-36
3. ОДМ 218.8.007-2016 Методические рекомендации по проектированию искусственного освещения автомобильных дорог общего пользования // <http://docs.cntd.ru/document/456020156> (дата обращения 02.12.2019)
4. Райкова Л. С. Системы для проектирования освещения автомобильных дорог. / Л. С. Райкова, В. И. Медведев // <https://cyberleninka.ru/article/n/17217904> (дата обращения 02.12.2019)

ТЕПЛЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ С ПОВЫШЕННЫМИ ПРОЧНОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

*Серая Инесса Николаевна, студентка 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)*

Асфальтобетон является наиболее распространенным материалом для устройства дорожных покрытий. Однако в результате увеличения транспортных нагрузок и факторов окружающей среды срок службы асфальтобетонных покрытий не очень высок. Поэтому основной целью проектирования асфальтобетонных составов является создание оптимальной структуры с заданными свойствами, которые способны обеспечить требуемые характеристики и долговечность устраиваемого дорожного покрытия.

Долговечность асфальта, способность долго сохранять основные свойства зависит от состава материала, загруженности дороги, на которой он находится, от климатических условий местности. Поэтому для укладки в разных условиях создаются разные асфальтобетонные смеси, которые делятся на горячие и тёплые (есть ещё и «холодный асфальт»).

Разница между горячими и теплыми смесями обусловлена условиями производства. Производство горячих осуществляется при более высокой температуре, с использованием более вязкого битума. В результате получается более долговечный материал. Тёплые асфальтовые смеси подвергаются деформации и используются в районах с нестабильными погодными условиями.

Приготовление горячих асфальтобетонных смесей требует значительных энергетических затрат. Их можно использовать в течение ограниченного строительного сезона (с мая по октябрь) при температуре воздуха не ниже 5 °С, что приводит к снижению производительности труда в дорожно-строительных организациях, это удлиняет время строительства асфальтобетонных покрытий, а также приводит к неоправданным простоям дорогостоящего асфальтоукладочной техники и асфальтобетонных заводов.

Попытки расширить границы строительного сезона путем укладки горячих асфальтобетонных смесей в покрытие при низких температурах приводят к снижению качества выполненных работ и сокращению срока службы покрытия. Использование традиционных тёплых асфальтобетонов, приготовленных с меньшими энергопотреблением при относительно низких технологических

температурах с использованием менее вязких битумов, приводит к снижению сдвигустойчивости и ухудшению эксплуатационных свойств асфальтобетонных покрытий.

Одним из способов снижения энергозатрат и увеличения сроков строительного сезона является использование теплых асфальтобетонных смесей с повышенными прочностными свойствами.

В теплом асфальтобетоне применяют битумы с более низкой вязкостью, чем в горячих асфальтобетонных смесях. Если теплый асфальтобетон приготавливают на битумах марок БНД 130/200, БНД 200/300, БНД 40/60 и БНД 60/90, смешанных с тяжелыми разжижителями нефтяного или каменноугольного происхождения, формирование структуры происходит за счет упрочнения микроструктурных связей при уплотнении и охлаждении материала в покрытии. После уплотнения и охлаждения асфальтобетон обладает проектной плотностью и прочностью. Асфальтобетон после уплотнения и охлаждения смеси набирает до 80% проектной плотности и прочности. Испарение легких фракций с одновременным доуплотнением транспортными средствами приводит к окончательному формированию покрытия.

Теплые асфальтобетонные смеси с использованием вязкого битума и температуропонижающих добавок применяют при устройстве слоев покрытий и оснований автомобильных дорог III технической категории и ниже. Применение теплого асфальтобетона для устройства дорожного покрытия с высокой интенсивностью движения требует технико-экономического обоснования в соответствии с установленными методами.

Применение технологии позволяет:

- снизить технологические температуры приготовления и укладки асфальтобетона и в тоже время не ухудшить эксплуатационные свойства дорожного покрытия;

- снизить на 5 % стоимость машино-часа асфальтосмесительной установки и на 7%–9% энергозатраты на приготовление смеси;

Повышение требований к качеству строительства автомобильных дорог предъявляют повышенные требования к укладке и уплотнению дорожных покрытий из горячих асфальтобетонных смесей. Можно добиться требуемых показателей качества строительства покрытий при соблюдении технологических режимов производства работ, при правильном выборе применяемого оборудования и соответствующего качества материала. Создание необходимого температурного режима при укладке и уплотнении горячих смесей, с учетом его свойств и их соответствия силовым параметрам уплотнительных машин, позволяет повысить качество строительства дорожных покрытий.

Такая методика разработки технологических процессов строительства покрытий из горячих асфальтобетонных смесей (рис 1.) позволяет нам учитывать свойства используемых смесей и, учитывая их, выбирать параметры уплотняющих машин. Расчёт допустимой длительности возведения покрытий и распределенный подход к определению продолжительности операций по укладке и уплотнению смесей с учётом влияния различных факторов позволяет нам вовремя организовать технологические процессы, что способствует обеспечению высокого качества работ.

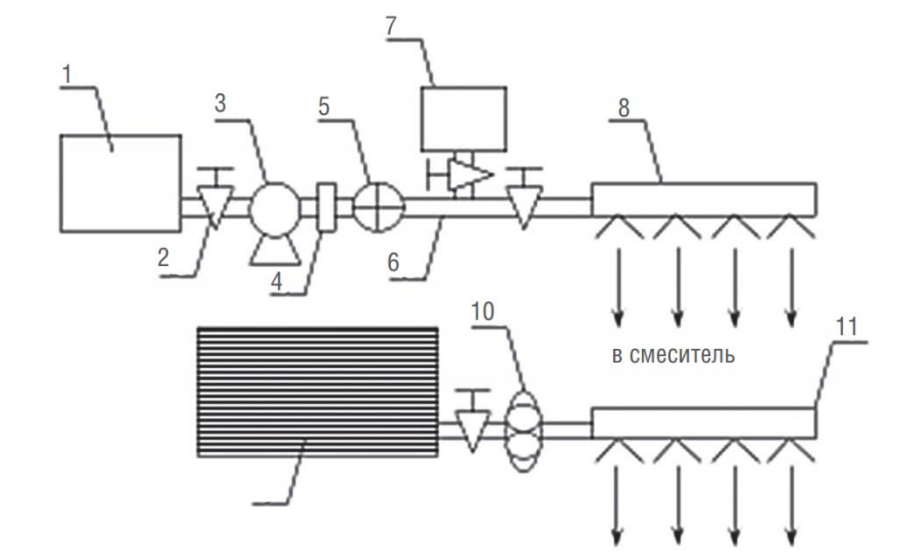


Рисунок 1 – Технологическая схема введения добавки в смесь

1 – емкость с добавкой; 2 – шаровый кран; 3 – насос для подачи добавки; 4 – обратный клапан; 5 – измерительный прибор; 6 – трубопроводы; 7 – мерная емкость; 8 – распределительное устройство добавки в смесителе; 9 – емкость дозатора битума; 10 – шестеренчатый насос; 11 – распределительное устройство битума в смесителе

В теплом асфальтобетоне не рекомендуется использовать природный песок и гравий. В крайних случаях содержание крупнозернистого окатанного песка может составлять не более 30% от массы дробленного песка. Искусственный песок, полученный путем дробления магматических горных пород и металлургического шлака, должен содержать зерна фракции 5 ... 1,25 мм не менее 25%.

Использование битума с более низкой вязкостью в теплом асфальтобетоне определяет особенности формирования структуры и структурно-механические свойства материала - способность смесей набирать плотность в покрытии при более низких температурах воздуха по сравнению с горячими смесями. Теплый асфальт обладает большей трещиностойкостью при низких температурах замерзания.

Литература:

1. ТУ ВУ 1908938820.11-2015 «Смеси асфальтобетонные теплые и асфальтобетон с повышенными прочностными свойствами»;
2. ДМД 33200.2.079-2016 «Рекомендации по приготовлению и применению теплых асфальтобетонных смесей с повышенными прочностными свойствами».
3. ДМД 02191.2.051-2012 Рекомендации по подбору составов асфальтобетонных смесей по асфальтовяжущему.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПЕРЕХВАТЫВАЮЩИХ ПАРКОВОК

Соложенко Татьяна Васильевна, Азроян Саак Альбертович, Кубахова Анжелика Сабировна, Шевченко Павел Евгеньевич, магистранты кафедры «Строительства и эксплуатации транспортных сооружений» Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград (Научный руководитель – Артемова С.Г., канд. техн. наук, доцент)

Среди актуальных проблем градостроительства и городского хозяйства большое значение приобретают вопросы, связанные с организацией пассажирского транспорта. С развитием городов и расширением потребностей населения в посещении памятников культуры, общественных центров, торгово-развлекательных комплексов, предприятий коммунально-бытового назначения, зон отдыха и спортивных сооружений повышается подвижность населения, причем не только городского, но также и с периферии, и из других областей. Возникают задачи всемерного улучшения транспортных связей, сокращения времени на передвижение, повышения комфорта, а также развития сети улиц, магистралей, транспортных узлов и пунктов хранения транспортных средств.

В крупных городах всегда остро стоит вопрос парковки личного транспорта. Существующая улично-дорожная сеть г. Волгограда не справляется со спросом на парковочные места. А из-за постоянного роста уровня автомобилизации этот спрос будет увеличиваться из года в год. Прирост уровня автомобилизации в Волгоградской области и г. Волгограде составляет 6 %. На рисунке 1 показана динамика изменения уровня автомобилизации.



Рисунок 1 – Динамика изменения уровня автомобилизации в г. Волгограде

Проблема заторов на городских и пригородных дорогах уже давно вышла на федеральный уровень, поскольку крупные города, как правило, являются важными узлами региональной и федеральной дорожной сети. Через их территорию и пригородные зоны проходят значительные транзитные транспортные потоки. Как следствие, проблемы в сфере дорожного движения на городских УДС отражаются на эффективности работы автотранспортного комплекса отдельных регионов и страны в целом. По данным Федерального дорожного агентства, сегодня уже около трети федеральных дорог работают в режиме перегрузки, особенно на подходах к крупным городам. (Рис. 2).

Проблемы в сфере дорожного движения, с которыми в настоящее время столкнулись крупные и крупнейшие города Российской Федерации, имеют комплексную природу и требуют системного подхода к их решению. Решения лежат в сфере социально-экономического планирования развития территорий, регулирования автомобилизации, транспортного планирования, градостроительного планирования и планирования землепользования, организации дорожного движения и дорожного строительства.

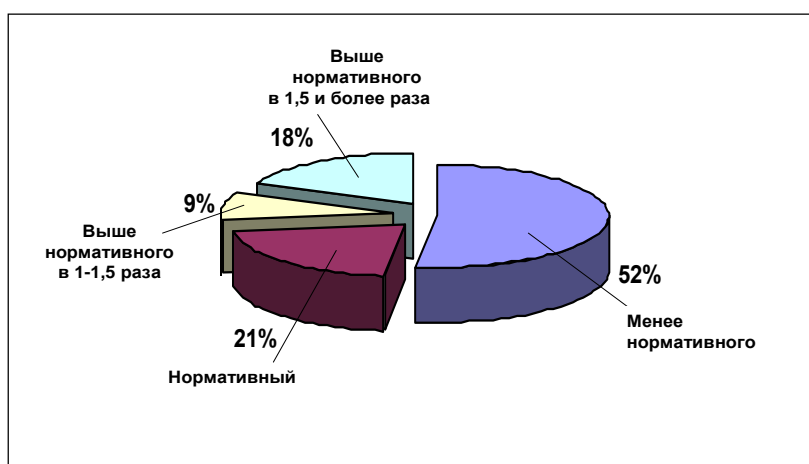


Рисунок 2 – Уровень загрузки федеральных дорог

В связи с введением выделенных полос движения городского пассажирского транспорта и запрета парковки и остановки на основных магистральных улицах, возникает острая проблема по паркированию личного транспорта. Решением данного вопроса будет строительство новых и модернизация существующих парковочных площадок, доведением парковок, пользующихся повышенным существующим и прогнозным спросом, до многоуровневых с перспективой обеспечения парковочных мест на несколько лет. Решения в данном вопросе должны носить системный и обоснованный характер. Системность должна проявляться в том, что нельзя полагаться на какой-то один показатель в принятии решения по строительству новых площадок паркирования и учитывать прогнозную подвижность населения на

ближайшие несколько лет с учетом строительства крупных объектов притяжения населения и соответствующего спроса на парковочные места.

Поэтому припаркованным транспортом зачастую заняты обе стороны улицы на всем ее протяжении. Центральная часть является притягательной для поездок автомобильного транспорта как в рабочие, так и в выходные дни. Разница заключается в целях поездок:

- в рабочие дни преобладают поездки на работу с парковкой у офисных зданий;
- в выходные – поездки по магазинам и для посещения мест отдыха.

Большой процент поездок в крупных городах осуществляется иногородним населением с различными целями. При снижении скоростей движения в городах, особенно в центральной зоне, увеличиваются затраты времени на поездки, затрудняется поиск мест для стоянки усложняются условия поездок. Все это снижает преимущества поездок на легковом автомобильном транспорте.

На практике решающим фактором строительства и размещения перехватывающих парковок в городе является максимальная экономия времени при совершении поездки и комфортность оказания услуги.

Среднесуточная интенсивность автомобильного транспорта на подходах в г. Волгоград и основных магистральных улицах представлена. (Табл.1).

Таблица 1 – Среднесуточная интенсивность автомобильного транспорта

Учетный номер а/д	Суммарная среднесуточная интенсивность движения, ТС/сут. в обоих направлениях (в одном направлении)	Среднесуточная интенсивность движения легкового автотранспорта ТС/сут. в обоих направлениях (в одном направлении)	Доля легкового автотранспорта в общем транспортном потоке, %
Р-22 «Каспий»	36 521 (18 260)	30 712 (15 360)	84
А-260	15 378 (7 690)	12 204 (6 100)	79
Р-228	13 397 (6 700)	11 442 (5 700)	85
Р-221	7 000 (3 500)	5 000 (2 500)	71
Итого	72 296 (36 150)	59 358 (29 660)	82

Значительная доля поездок в крупных городах осуществляется иногородним населением с различными целями. При снижении скоростей движения в городах, особенно в центральной зоне, увеличиваются затраты времени на поездки, усложняются условия поездок, затрудняется поиск мест для стоянки. Все это снижает преимущества поездок на легковом автомобильном транспорте. Поездки

во внегородских и городских периферийных районах совершаются с использованием двух или трех видов транспорта: автомобиль – городской транспорт; автомобиль - железная дорога - городской транспорт с одной или двумя пересадками.

За последние несколько лет по статистическим данным в составе транспортного потока наблюдается увеличение количество легковых автомобилей. (Рис.3).



Рисунок 3 – Средний состав транспортного потока на УДС г. Волгограда

Волгоград – город воинской славы и доблести, который в период Второй Мировой войны сумел показать силу духа русских людей, сумевших отразить нападение немецко-фашистских захватчиков. На сегодняшний день, в мирное время, чтобы побывать на местах боевой славы, приезжает много туристов с разных городов и стран, тем самым увеличивая, загрузка УДС.

Внедрение такого мероприятия, как устройство «перехватывающих» парковок является актуальным и заключается в сокращении спроса на перемещение по транспортной сети на индивидуальном транспорте, в уменьшении загрузки движением транспортной сети города. Это достигается путем устройства таких парковок на входных магистралях города рядом с крупными пересадочными узлами для водителей, которые живут за пределами города. Оставив свое транспортное средство на «перехватывающей» парковке, водители передвигаются по городу (обычно по центральной части) на общественном транспорте.

Необходимыми требованиями к устройству «перехватывающих» парковок в мире являются: уровень автомобилизации - 180 легковых автомобилей на 1000 жителей и интенсивность движения - 20000 авт/сут .

Устоявшимися требованиями к их размещению в России являются:

- размещение на путях движения основных транспортных потоков;
- размещение на подходах к участкам улично-дорожной сети, на которых требуется ограничить объемы движения;
- размещение в пешеходной доступности от станций скоростного внеуличного или наземного общественного транспорта.

На период проведения ЧМ-2018 в г. Волгограде были определены «перехватывающие» парковки, которые представлены ниже. (Табл.2).

Таблица 2 – Вместимость перехватывающих парковок

Парковка	Вместимость, автомобили	Вместимость, автобусы
На ул. Тракторостроителей	1000	40
ТЦ «Акварель»	1000	40
ТЦ «Ашан»	287	-
ТЦ «Комсомолл»	716	-
ВСЕГО	3003	80

Все эти факторы взаимосвязаны, которые требуют единого комплекса решений мероприятий по организации работы данной парковки, начиная с момента проектирования и заканчивая вводом её в эксплуатацию.

Как видно из таблицы 1 наибольшая интенсивность движения наблюдается на трассу Р-22 «Каспий». Поэтому на подходах в деловую часть для разгрузки и уменьшения интенсивности движения на основных магистральных улицах следует разместить стоянки для перехвата личного автомобильного транспорта размещенные в составе транспортно-пересадочного узла.

Одним из вариантов для повышения эффективности работы дороги и уменьшения транспортных задержек и заторовых ситуаций предлагается создать «перехватывающую» парковку. Существующие парковки данного вида города Волгограда, которые функционировали в период чемпионата мира, находятся у пунктов тяготения. Поэтому предлагается проектировать парковки ближе к входам в город, например в поселке Аэропорт (500 машиномест). Так как существует проблема с размещением личного автотранспорта возле жилых домов, то это стоянка может послужит как место для их хранения. (Рис. 4).



Рисунок 4 – Предлагаемая «перехватывающая» парковка в поселке Аэропорт

Данная парковка преимущественна тем, что в составе транспортно-пересадочного узла находится такой транспорт, как маршрутки, автобусы, электричка, самолеты.

Площадь проектируемой парковки в поселке Аэропорт г. Волгограда определяется согласно параметрам. (Табл.3).

Таблица 3 – Параметры для определения площади парковки

Объект	Расчетный измеритель	Число машино-мест
Конечные станции метрополитена и других видов скоростного транспорта	100 пассажиров в час пик	5-10

Поставив автомобиль на парковке, человек сможет добраться любым видом городского пассажирского транспорта. В городе Волгограде основным пассажирским транспортом являются автобусы, троллейбусы и скоростной трамвай, «с помощью которого пассажиры транзитных автомобилей могут быстро доехать до нужных объектов в городе»

В данной статье проведены исследования эффективности внедрения «перехватывающих» парковок на УДС города Волгограда, которые предполагают уменьшение загруженности автотранспортной системы города, освободив ее от части личного автотранспорта.

Литература:

1. СНиП 21-02-99 "Стоянки автомобилей." – М.: ГП ЦМНСС, 2003.
2. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89
3. Волгоград. Генеральный план. Научно-проектный институт пространственного планирования «ЭНКО», Санкт-Петербург, 2006.
4. Менделев Г.А. Транспорт в планировке городов: Учебное пособие /МАДИ (ГТУ). - М., 2005 - 135 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Тарасова Юлия Игоревна, магистрант
кафедры “Автомобильных дорог и геодезического
сопровождения строительства”*

*Самарский государственный технический университет, г. Самара
(Научный руководитель - Дормидонтова Т.В., канд.техн.наук, доцент)*

В процессе строительства автомобильных дорог нарушаются условия существования растительности. Задача озеленения состоит в том, чтобы исключить, возникающие проблемы. Процесс озеленения автомобильных дорог происходит путем посадки зеленых насаждений, то есть деревьев и кустарников. Их размещение обуславливается рельефом местности.

Одним из признаков факторов озеленения автомобильных дорог являются деревья.

Для озеленения автомобильных дорог используются деревья, устойчивые к газам, ветролому, снеголому, морозостойкие. Они подразделяются на III категории.

Противоэрозионное озеленение необходимо для защиты почвы от эрозии и предотвращения ее дальнейшего развития и распространения, а также размыва и разрушения потоками воды.

Для защиты автомобильных дорог от снежных заносов производят снегозащитное озеленение. Данные насаждения представляют собой преграду, внутри которой скорость ветра снижается. Защитная полоса снега состоит из одной или нескольких рядов деревьев.

Для предотвращения от песчаных заносов и закрепления песка, находящегося на территории, прилегающей к дороге, создают пескозащитные насаждения. Механическая защита и другие способы фиксации поверхности служат для закрепления песка на период прорастания семян.

Шумо-газо-пылезащитное озеленение представляет собой посадку из нескольких рядов насаждений, являющимися препятствием для распространения шума, пыли и выхлопных газов на территорию населенных пунктов.

Исследования позволили сформировать три типа конструкций декоративного озеленения. Деревья (кустарники) в группе посадки в виде аллей.

Для создания зрительного акцента на объектах используют контрастные приемы озеленения: чередование аллеиных посадок, групповое озеленение.

Кустарники делятся на 2 типа: первая ниже 2м, вторая выше 2м. В первом типе выделяют низкий кустарник, высота у которого не выше одного метра, и высокий, высотой 1-2м.

Придорожные насаждения размещают в пределах полосы отвода автомобильных дорог на специально отведенных участках. Главное свойство посадок – расположение не ближе 5м от кромки проезжей части. При этом любые посадки не должны затруднять движение автомобилей. (Рис.1).

Категория дороги напрямую связана с величиной разрыва посадок, т.е для дороги II категории – $V_p=120\text{км/ч}$, следовательно $l_{\text{посад}}=120\text{м}$.

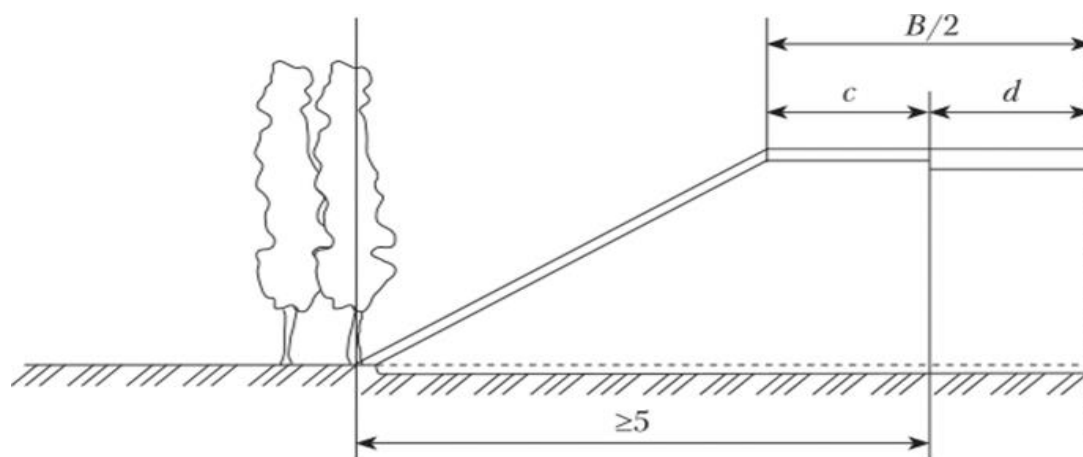


Рисунок 1 – Наименьшее удаление деревьев от дороги

Для водителя дорога должна быть зрительно ясной на большом расстоянии, которая позволяет оценить дорожные условия. Это является важнейшим критерием безопасности дороги.

Существуют три группы посадок, благодаря которым водитель оценивает и узнает о дальнейших изменениях на участке дороги (направлении, степени крутизны поворота):

- направляющие
- акцентирующие
- барьерные. (Рис.2а,б,в).

Размещаются линейные посадки параллельно оси дороги на расстоянии 5-7м от края проезжей части. (Рис.2а).

Направляющие посадки помогают узнать об изменениях направления движения. Длина посадок зависит от радиуса поворота.

Барьерные посадки позволяют водителю узнать о невозможности продолжения движения в прежнем направлении.

Данные посадки могут быть как линейными, так и групповыми, они необходимы на перекрестках, автобусных остановках, а также на площадках отдыха и в местах примыкания. (Рис.2б,2в).

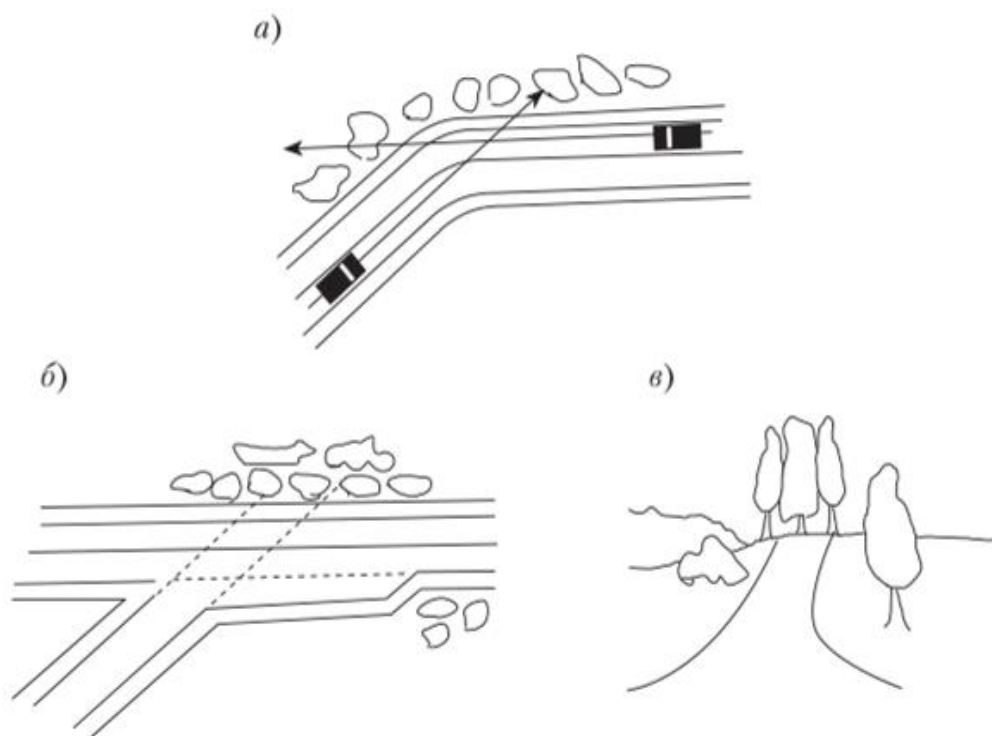


Рисунок 2 – Направление посадки на кривых в плане (а); барьерные посадки у примыканий съездов к дороге (б, в)

Литература:

1. Павлова Л.В. Пути совершенствования качества дорожных покрытий// Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 70-й научно- технической конференции /СГАСУ. Самара, 2013 г.
2. Бондарева Э.Д. Изыскание и проектирование автомобильных дорог/ СпбГАСУ/Санкт-Петербург/2018.210с.
3. Сардаров А.С. Архитектура автомобильных дорог. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Транспорт, 1993. 272 с.
4. Павлова Л.В., Керимов Р.Н. Исследование показателей качества автомобильных дорог. //Пути совершенствования качества автомобильных дорог. Материалы научно-практической международной конференции (16 декабря 2014 г.). СГАСУ. Самара, 2015 г., С.177-183.
5. Павлова Л. В. Общий курс путей сообщения: Курс лекций /СГАСУ.Самара, 2006. 232 с.
6. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02—85*/ Минрегион России. Введ. 01.07.2013. - М., 2012.
7. <https://lektsia.com/3x366d.html>.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ЕЗДОВОГО ПОЛОТНА ЛЕДОВЫХ ПЕРЕПРАВ

*Трапезников Алексей Андреевич, магистрант кафедры «Автомобильные дороги и мосты», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь
(Научный руководитель – Бартоломей И.Л., – канд. техн. наук, доцент)*

Ледовой переправой является устроенная на покрывшейся льдом реке автомобильная дорога, предназначенная для пропуска транспортных средств. Для большей части северных регионов России переправа является довольно распространенным искусственным сооружением. Так, в Пермском крае в зимний период ежегодно открываются около 20 ледовых переправ.

Устройство переправы начинается при достижении толщины льда 20 сантиметров. Выбор трассы, изыскание, проектирование и строительство переправы выполняется в соответствии с классификацией ледовых переправ [1]. На стадии проектирования определяется возможная грузоподъемность ледового покрытия, на основании которой назначается толщина льда. Если грузоподъемности естественного льда недостаточно, выполняется дополнительное усиление.

На сегодняшний день существует несколько методов усиления ледового покрытия [2, 3]. К ним относится намораживание дополнительных слоев льда поверх естественного. Данный метод отличается простотой выполняемых работ. Но толщина намороженного льда не может быть более 30% от толщины естественного льда. Метод усиления деревянным настилом более надежный в сравнении с первым, но при этом более дорог в устройстве и требует большое количество лесоматериалов. Метод армирования льда геосинтетическими материалами появился сравнительно недавно. Суть метода заключается во вмораживании геосеток снизу или сверху ледового покрытия. К достоинствам можно отнести малые трудозатраты, а также экономию материалов, так как геосетку при должной эксплуатации переправы можно использовать несколько раз.

Для оценки эффективности применения армирования геосеткой было проведено сравнение различных методов усиления ледового покрытия. Сравнение производилось на основе реальных смет, составленных для

Республики Коми на 2013 год [4]. Для приведения цен к условиям Пермского края на 2018 год использовались индексы изменения сметной стоимости по годам (1,19) и регионам России (0,74). Расчеты составлялись на 2 года для определения экономической эффективности [5].

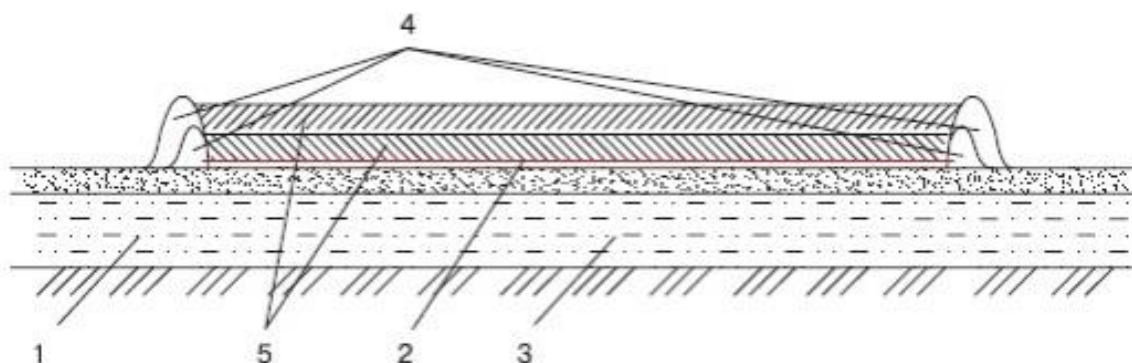


Рисунок 1 – Конструкция ледового полотна, армированного геосеткой сверху.
1–вода; 2–геосетка; 3–естественный ледяной покров; 4–снежный валик; 5–замороженные слои льда

Для расчета были рассмотрены несколько методов усиления ледового покрытия: намораживание дополнительных слоев льда, армирование льда геосеткой с намораживанием нескольких слоев льда (рис. 1), устройство деревянного настила. Принята переправа протяженностью 100 м, шириной 10 м и толщиной естественного льда равной 48 см. В качестве армирующего материала были приняты геосетки «Геон» 50х50, 80х80, 100х100 и «АРМДОР» 50, 70, 100. Результаты сравнения представлены на рисунках 2-5.

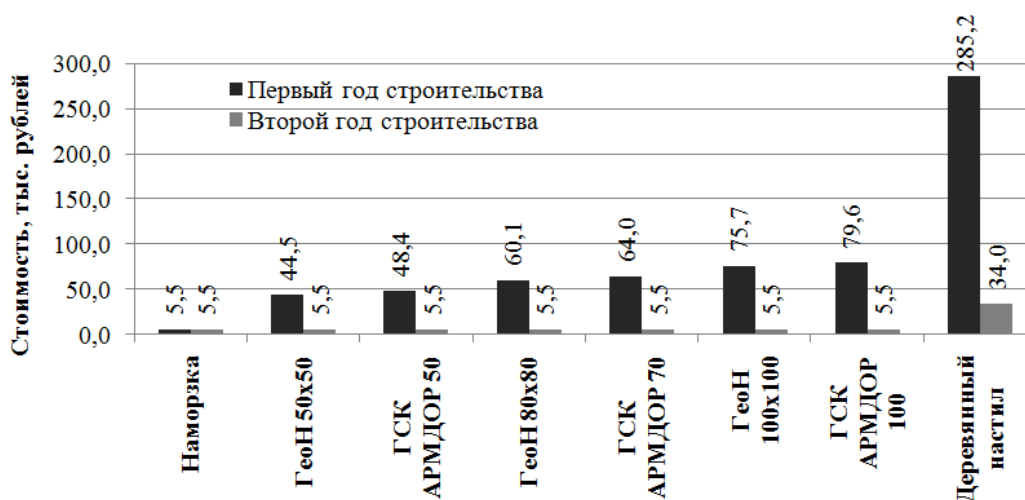


Рисунок 2 – Сметная стоимость затрат на материалы при строительстве ледовой переправы

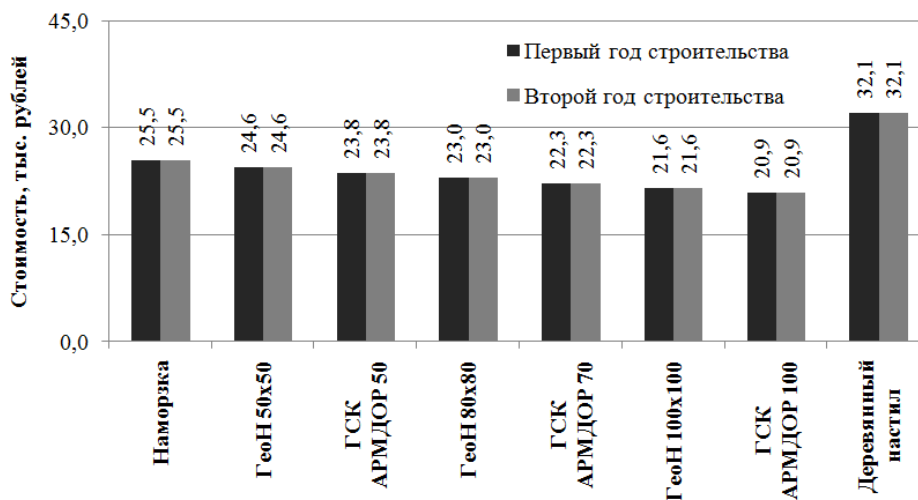


Рисунок 3 – Сметная стоимость затрат на основную заработную плату при строительстве ледовой переправы

Исходя из графика (Рис. 2) можно сказать, что стоимость деревянного настила превышает стоимость геосетки в 2-3 раза. Так же стоимость самой геосетки возрастает с увеличением коэффициента армирования, что связано с повышением ее технических характеристик. Стоимость затрат на оплату заработной платы (Рис. 3) выше при устройстве деревянного настила из за трудоемкости его изготовления. Стоимость затрат на эксплуатацию машин (Рис. 4) выше при намораживании дополнительных слоев льда так как вода разливается при помощи брандспойта. Также можно отметить, что при устройстве геосетки затраты на заработную плату и эксплуатацию машин уменьшаются с увеличением коэффициента армирования в виду уменьшения толщины намораживаемого слоя льда.

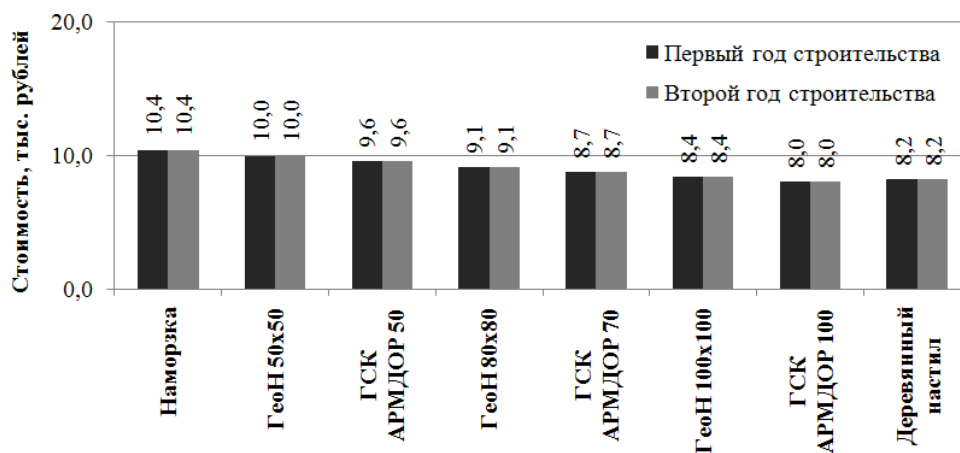


Рисунок 4 – Сметная стоимость затрат на эксплуатацию машин при строительстве ледовой переправы

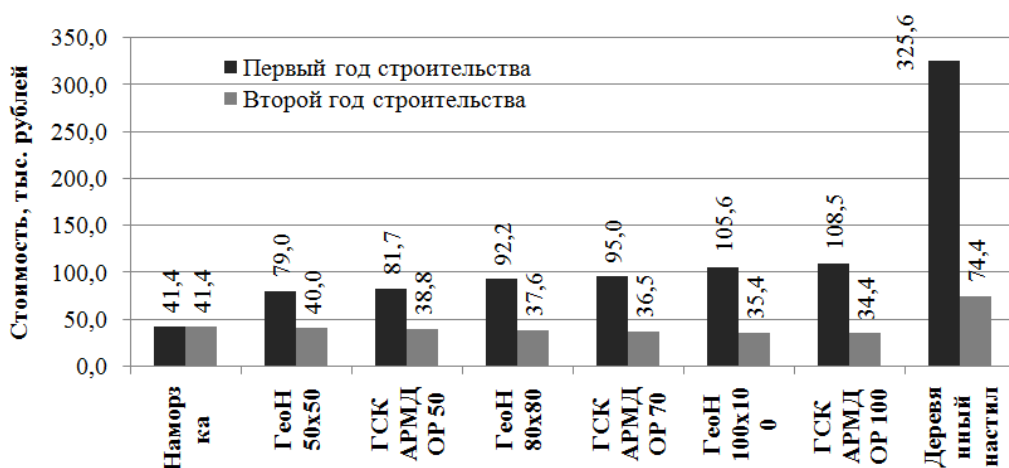


Рисунок 5 – Сметная стоимость затрат на строительство ледовой переправы

На основании сравнения затрат на строительство (Рис. 5) можно сказать, что стоимость устройства деревянного настила превышает стоимость намораживания дополнительных слоев льда в 7,8 раза и в среднем в 3,5 раза стоимость армирования геосеткой. Но следует отметить, что геосетка может быть повторно использована для устройства переправы во второй и последующие года. И затраты на покупку самой геосетки окупаются примерно через 11-17 лет в зависимости от ее стоимости.

В заключении сделать вывод, что применение геосинтетических материалов более предпочтительно в сравнении с другими методами усиления. Наиболее целесообразнее применять геосетку с более высоким коэффициентом армирования. Благодаря ей возможно существенно уменьшить толщину намораживаемого слоя льда, что влечет уменьшение финансовых и временных затрат. При этом стоимость геосетки окупается через 11 лет при должной эксплуатации и аккуратном извлечении ее из льда в весенний период. Но в настоящее время данный метод не получил широкого распространения в Пермском крае. Скорее всего это связано с недостаточной изученностью и дороговизной самого геосинтетического материала, а также малого количества ледовых переправ большой грузоподъемности.

Литература:

1. ОДН218.010-98. «Инструкция по проектированию, строительству и эксплуатации ледовых переправ», Москва 1998 г.
2. Якименко О.В., Сиротюк В.В. Усиление ледовых переправ геосинтетическими материалами. М-во образования и науки РФ, Сиб. гос. автом.-дорож. акад. - Омск :СибАДИ, 2015. - 169 с.

3. Егоров А.Л., Федотов В.В., Федотова Е.А. Методы усиления ледовых переправ // Транспортные и транспортно–технологические системы. – 2013. – С. 39 – 40.
4. Госзакупки и тендеры. – URL: <http://gzkr.ru> (дата обращения: 21.11.2018).
5. Типовая технологическая карта (ТТК) Строительство ледовой переправы // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации "Техэксперт" URL: <http://docs.cntd.ru/document/677031081> (дата обращения: 26.04.2019).

FEATURES DRAINAGE SYSTEM ON CITY ROADS (ON THE EXAMPLE OF THE TASHKENT CITY)

Muhammadjonov M.R. - graduate student (504-18 D and CAR)

Durdiyev Kh.D. - scientific advisor

*Tashkent institute of design, construction and maintenance of automobile roads,
Uzbekistan.*

In accordance with ongoing economic development and urban development programs, transport and engineering infrastructure is linked to increased demand for water disposal systems on city roads and streets.

In last years, traffic movement on city roads and streets has been increasing in the Republic. In recent years, as a result of increased precipitation due to changes in air temperatures, rainfalls on city streets have a negative impact on road drainage systems and on the long-term operation of this system (Figure 1). As the city's water drainage ducts were designed nearly half a century ago, surface water in them increased and even increased to 0.6-0.7m. This will adversely affect the highway and reduce its longevity [1].

One of the main problems is the improvement of the system of water disposal and implementation of advanced international experience in this area, taking into account the reliable and long-term use of water disposal systems in the design and construction of urban roads.



Figure 1. Rainfall on the streets of Tashkent and Samarkand

Depending on the level of development and improvement of the city's engineering networks, the roads can be either closed or closed.

The open water drainage system consists of trays, drainage ditches (tubs, etc.), pipelines and bridges, natural ditches and other structures that cross the road at the

intersection. In most cities, the longest strip of the carriageway adjacent to the roadside is sometimes used for sewage trays with various cross sections and shapes.

An open water disposal system - sources [2,3] do not meet the modern requirements of urban amenities. In order to create a water disposal system at the intersection of roads, it is necessary to place crosswalks (Figure 2).

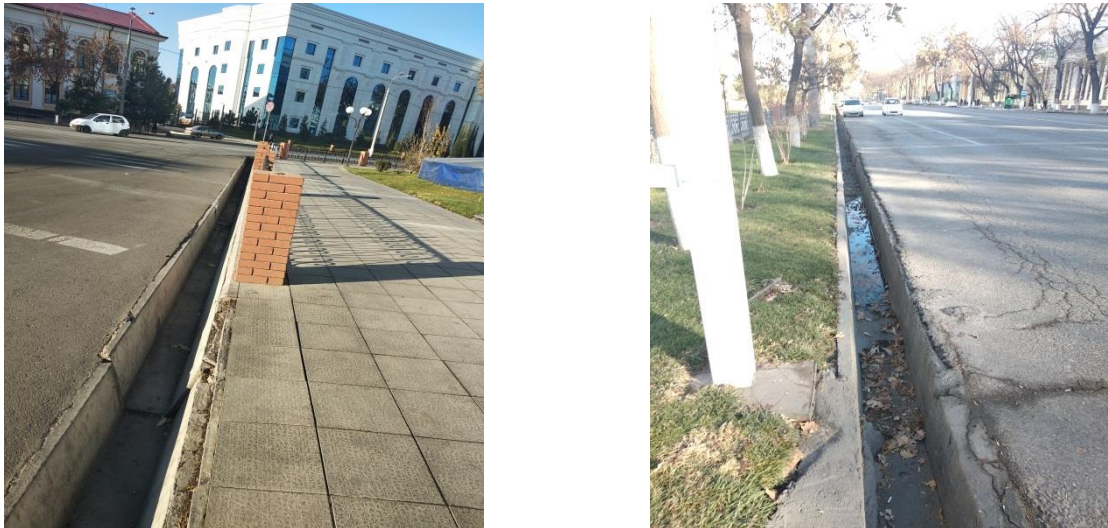


Figure 2. Open water drainage system on city roads

It quickly loses its profile to open ditches in cities. Therefore, they should be cleaned and rebuilt frequently. They occupy a large width of the street (4-5m), making it difficult for pedestrians and vehicles. In urban areas, open water drainage systems are allowed as temporary measures in small towns with a long slope of the street (no less than 5)), where watercourses are drained into natural ravines or pools, with no depth in the area.

A closed sewer system is a network of surface pipelines, rainwater wells, observation wells, and sometimes cameras and water outlets (Figure 3).

When the sewage system is closed and perfectly functioning, the upper part of the river enters the quarters and the surface water is collected into wells that receive rainwater that is in quartiles or microdistricts. As a result, the amount of water flowing into open loops decreases.

Wastewater network running through the upper reaches of the pond improves the sanitary condition of the city and improves its wellbeing. If sewage systems are closed and networked and the climatic conditions are favorable, it is necessary to connect the water from the roofs of the buildings to the open space without collecting them.

The main objective of a closed system drainage system is to reduce groundwater levels in quarters and streets, such as sewage, sewerage, and sewage systems, in addition to the rapid and complete disposal of surface water in urban areas.



Figure 3. Modern water intake (Germany)

The most modern surface water disposal system is a closed sewage disposal system that meets the highest standards of the city. The construction of multistoried buildings in microdistricts, especially in large cities, is unthinkable without the sewage disposal of surface water. In this case, it is unwise to exclude water from an open system as the anchors do not have access to rainwater from a large area. However, it is important to remember that even in a closed drainage system, some of the water is deposited on the surface.

To date, the system of water disposal in the urban areas of Tashkent has used an open system. This has shown its disadvantages in many places. In particular, as precipitation increases year by year, surface water enters the canals, which in turn causes them to rapidly overflow. In addition, in spring and autumn, trees are littered with leaves and light waste, which are not cleaned in a timely manner. This, in turn, prevents the timely discharge of water on rainy days.

In Tashkent, the largest part of annual precipitation (305 mm) falls on the coldest part of the year (October-March) and the smallest (119.4 mm) in the warmest part of the year (April-September). Over 41% of annual precipitation falls in the spring, with the remainder in winter (36%), fall (18%) and summer (5%) [4].

In Tashkent, the majority of atmospheric precipitation (66%) falls on rain, 11% on snow, and 23% on snow. In winter, the average snow cover is 14 cm, but it can sometimes reach 20-50 cm. The maximum snow cover height (54 cm) was observed on January 31, 1969 [4, 5]. As you can see, the open water drainage system on Tashkent's streets and roads creates a disadvantage.

To conclude, today's urban planning requires the creation of a safe movement for vehicles on urban roads and streets, the design of the pavement, taking into account the best methods for removing water from the roads. In addition, the long-term operation of the structure will result in the use of a closed water disposal system.

References

1. A.Kh. Tulyaganov, Kh.D. Durdiev // Calculation of rainfall in Tashkent city and their estimated water consumption. TARI Newsletter No. 1, 2019
2. Merkulov E.A., Slavutsky A.K. Fundamentals of designing urban roads / Textbook - M.: Publishing House. Building Literature, 1971.240 p.
3. Kostsov A.V., Bakhirev I.A., Borovk E.N., Martyakhin D.S. Transport planning of cities / Textbook.- M.: A-project, 2017, 300 p.
4. <http://shosh.uz/> Nature, relief, geological structure, climate, hydrography, soils, plants, wildlife of Tashkent city
5. www.wikipedia.org - International Encyclopedia.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДАРОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Шаповалов Виктор Владимирович, студент

4-го курса кафедры «Автомобильные дороги»

Белорусско-Российский университет, г.Могилёв

(Научные руководители – Шаройкина Е.А., старший преподаватель, Гомелюк И.В., старший преподаватель)

В процессе эксплуатации автомобильной дороги возникает большое количество дефектов. Одни можно увидеть визуально, другие скрыты в толще дорожной одежды или земляного полотна. Для выявления подземных дефектов можно применить метод георадарной съемки поверхности.

При обработке данных мы можем отчётливо видеть отличие графика над различными коммуникациями и дефектными зонами, а также видеть заметные изменения слоев дорожного покрытия.

В основе работы георадара лежит принцип радиолокации: посылаемый электромагнитный сигнал антенной, закреплённой на передвижной установки, отражается от объекта, у которого отличная от окружающей среды электрическая характеристика. На дисплее монитора в режиме реального времени отображаются данные, в виде радиограммы.

Высокая разрешающая способность, экономичность и быстрота проведения экспертизы – основные преимущества георадаров. За считанные минуты с помощью прибора можно получить сведения о грунте, наличие пустот и многое другое. По полученным данным можно быстро принять правильное решение, в результате чего затраты на инженерные изыскания уменьшаются.

На основе полученных данных можно выделить следующую область применения георадара:

- изыскание и проектирование автомобильных дорог и транспортных сооружений;
- поиск и разработка месторождений дорожно-строительных материалов;
- изыскание и проектирование мостовых переходов и путепроводов;
- создание планов рельефа местности;
- проведение диагностики автомобильной дороги с применением передвижной лаборатории.

В ходе научной работы было проведено исследование георадаром состояния дорожного полотна на парковке улицы Пионерской города Могилёва. В результате исследования мы получили радиограмму покрытия из которой

видно, что у слоёв дорожной одежды и земляного полотна отсутствует однородность, так же отчётливо видны коммуникации (канализации, подземные линии электропередач). (Рис. 1).

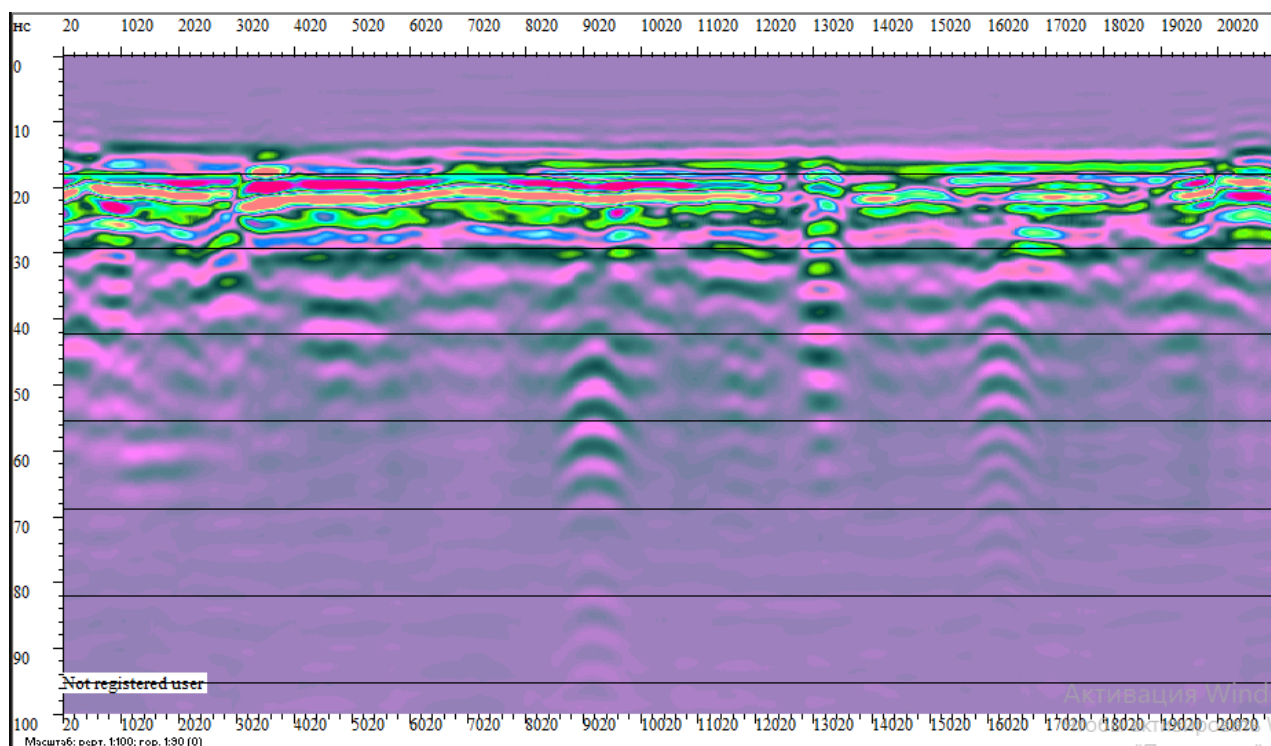


Рисунок 1 – Радиограмма

Из этого следует, что при устройстве дорожной одежды была нарушена технология строительных работ (недостаточное уплотнение слоёв дорожной одежды), в следствии чего можно сделать вывод о том, что покрытие не выдержит заданного срока эксплуатации и межремонтные сроки будут короче.

В общем георадар это – уникальный прибор, позволяющий «заглянуть» под толщу грунта перед строительством автомобильных дорог, или проверить однородность покрытия, наличие деформаций при её эксплуатации.

Литература:

1. files.stroinf.ru – Георадары в дорожном строительстве – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293854/4293854751.pdf> Дата доступа: 19.11.2019.

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С АСФАЛЬТОБЕТОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ, АРМИРОВАННЫМИ ПРОСЛОЙКАМИ ИЗ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Шеймович Анатолий Игоревич, Казимирчик Анастасия Анатольевна
студенты кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)

При укреплении откосов и конусов у мостовых сооружений под монолитными и сборными покрытиями применяется конструкция обратного фильтра из фракционного гранитного щебня. Кроме возникновения трудностей технологического характера при укладке и уплотнении щебня на откосе, в последнее время у строителей наблюдается дефицит данного материала. Проблемы также возникают и при капитальном ремонте автомобильных дорог, когда необходимо производить замену песчаного дренирующего грунта под обочиной, заилившегося в процессе эксплуатации дороги, или устраивать дренажные воронки из щебня или гравия для выпуска воды из дренирующего слоя. Для решения задачи снижения потребности в щебне при выполнении укрепительных работ на откосах и конусах, а также при осушении верхней части земляного полотна разработана технология применения геосинтетических материалов и изделий на их основе (Рис. 1).



Рисунок 1 – Объемная георешетка в основании автомобильной дороги

Технологии применения геосинтетических материалов в дорожном строительстве зарекомендовали себя в качестве надежных и безотказных элементов конструкций. Благодаря геосинтетическим материалам, удалось значительно повысить эксплуатационный потенциал существующих и строящихся дорог в условиях регионов с суровым климатом и не менее проблемной геологией. Кроме того, геосинтетики существенно минимизируют затраты на строительство и последующую эксплуатацию объекта.

Проведенные исследования, свидетельствуют о том, что более интенсивное развитие деформаций и разрушений дорожной одежды на неармированном участке за четыре года эксплуатации приводит к более значительному снижению прочности дорожной одежды. Средняя прочность дорожной одежды на армированном участке (в качестве армирующих прослоек использовались базальтовая сетка дорожная 25x25 (БСД), геосетка стеклянная 25x25 с полимерным покрытием (ГССТ), геосетка полиэфирная 40x40 (ГП)) через четыре года эксплуатации на 15 % превышает среднюю прочность дорожной одежды на неармированном участке (Рис. 2).

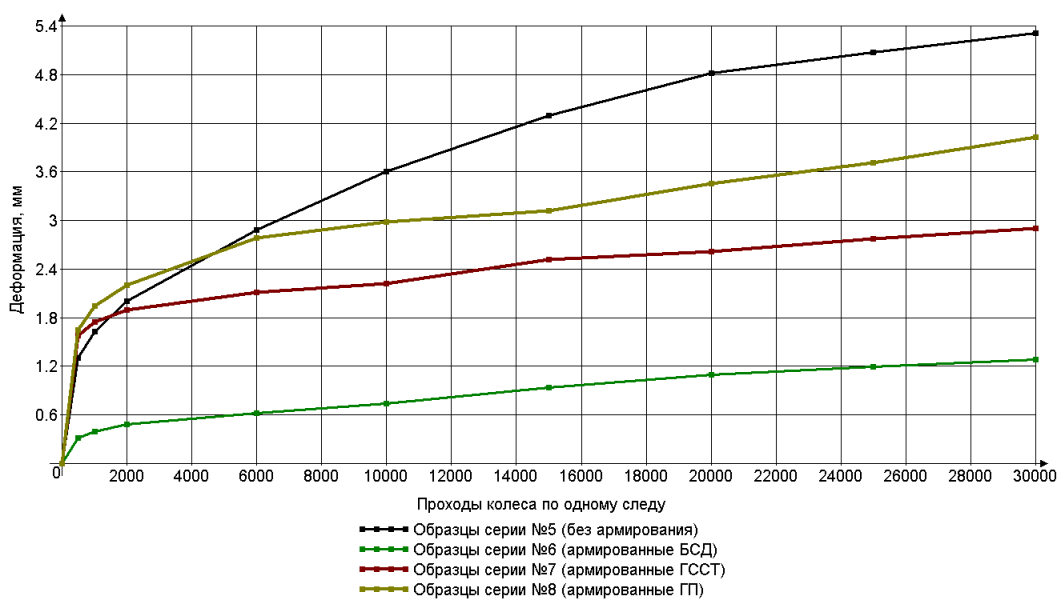


Рисунок 2 – Результаты испытания образцов на устойчивость к появлению пластических деформаций

Анализируя результаты испытаний наглядно видно, что армирование асфальтобетона геосинтетическими материалами повышает колееустойчивость асфальтобетона. Особенно необходимо отметить, что геосетка на базальтовой основе по сравнению с остальными армирующими материалами дает наибольший эффект (Рис. 3).



Рисунок 3 – Образцы после испытания на устойчивость к пластическим деформациям:
а - образец без армирования; б - образец армированный БСД

Анализ результатов лабораторных исследований армированного асфальтобетона по сравнению с традиционными асфальтобетонами показал, что модуль жесткости армированного асфальтобетона как при 20 °С, так и при 50 °С в среднем на 50 – 60 % выше традиционного асфальтобетона; устойчивость к колееобразованию в слоях асфальтобетона, лежащих ниже армированной прослойки, в 2 – 3 раза выше, чем без армированной прослойки при достаточном сцеплении между слоями асфальтобетона; удобоукладываемость асфальтобетона, укладываемого на геосинтетический материал, снижается за счет снижения подвижности смеси, что требует повышения температуры укладки смеси; трещиностойкость армированного асфальтобетона выше трещиностойкости традиционных асфальтобетонов.

При соблюдении технологии устройства прослоек из базальтовых и стеклянных геосеток, пропитанных полимерными составами на основе битума, разрушение геосеток не происходит. Не наблюдается заметных разрушений прослоек в процессе эксплуатации асфальтобетонных покрытий при условии надежной связи слоев над и под прослойкой.

Литература:

1. ТКП 620-2018. Восстановление и усиление нежестких дорожных одежд с применением геосинтетических материалов и повторным использованием материалов конструктивных слоев.

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЦ И ДОРОГ ГОРОДА

*Булах Руслан Валерьевич, магистрант
кафедры «Строительства и городского хозяйства»
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород
(Научный руководитель – Шаранов О.Н., старший преподаватель)*

Актуальность темы обосновывается тем, что одним из наиболее важных и значимых аспектов, обеспечивающих уровень нормальной и безопасной жизни города или же населенного пункта, является наличие качественной системы освещения дорог и улиц. Данное обстоятельство связано с тем, что при неправильном или же недостаточном уровне освещения автомобильных дорог и городских улиц, возникают ситуации, которые, по большей части, являются потенциальной причиной возникновения значительного количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП), а также аварий и иных чрезвычайных ситуаций, в результате которых страдают участники происшествия вплоть до случаев возникновения летального исхода.

Наличие качественной системы освещения дорог и городских улиц способствует, во-первых – снижению риска возникновения дорожно-транспортных происшествий, главным образом за счет того, что оно позволяет участникам движения правильно оценивать ситуацию на дороге и помогает различать разметку на дороге, а также четко видеть других участников движения. Во-вторых – создает безопасные условия движения в темное время суток, а также обеспечивает более приятные и комфортные условия передвижения на автомобильных дорогах [7-9].

Далее рассмотрим более подробно организацию улично-дорожного освещения на различных по назначению улицах и дорогах.

Магистральные дороги и улицы общегородского назначения

В соответствии с государственными стандартами и нормативными документами магистральные дороги и улицы общегородского назначения следует подразделять на несколько категорий и классов с различными требованиями, предъявляемые к каждому из них (Табл. 1) [1-6].

Кроме того, к этому типу дорог и улиц предъявляются повышенные требования нормируемых показателей с целью обеспечения безопасности интенсивного и высокоскоростного движения.

Таблица 1 – Нормативные требования, предъявляемые к освещению дорог и улиц общегородского назначения в зависимости от различных требований государственных стандартов

Категория	Класс	Основное назначение	Транспортная характеристика	Расчетная скорость, км/ч	Число полос движения в обоих направлениях	Пропускная способность, тыс. ед/ч
За пределами центра города	A1	Автомагистрали, федеральные и транзитные трассы, основные магистрали города	Все виды транспорта, движение непрерывное, пересечения в разных уровнях.	100	6-8	Более 10
	A2	Прочие федеральные дороги и основные улицы	Все виды транспорта, движение непрерывное и регулируемое, пересечение с магистралями в одном или разных уровнях.	80-100	6-8	7-9
В центре города	A3	Центральные магистрали, связующие улицы с выходом на магистрали A1	Все виды транспорта, кроме грузового, не связанного с обслуживанием центра. Интенсивное пешеходное движение, движение регулируемое, пересечение с магистралями в одном уровне.	90	6-8	4-7
	A4	Основные исторические проезды центра, внутренние связи центра	Все виды транспорта, кроме грузового, не связанного с обслуживанием центра. Интенсивное пешеходное движение, движение регулируемое, пересечение с магистралями в одном уровне.	80	4-6	3-5

Нормативные требования освещение магистралей и дорог классов А1-А4 самые строгие: высокая скорость движения и интенсивность транспорта, а также многоуровневые сложные развязки требуется максимальной концентрации водителя для обеспечения безопасности движения.

Благодаря современным инновационным решениям и широкому, асимметричному светораспределению светильников можно покрыть большие пространства дороги без ущерба безопасности.

Важно сохранять интенсивность, равномерность и постоянство освещения. Для обеспечения этих условий, световое оборудование должно работать безотказно, так как любой выход из строя требует стороннего вмешательства, что плохо сказывается на условиях дорожного движения, которое влечет за собой нарушение графиков движения грузоперевозок и увеличивает затраты бюджета на обслуживание [10-12].

Магистрали и улицы районного назначения

Главные магистрали города – это жизненно важные артерии, позволяющие разгрузить центр города и районы от интенсивного движения. Главная функция данного типа дорог – быстрое перемещение транспорта из разных частей города (Табл. 2) [1-6].

Таблица 2 – Нормативные требования, предъявляемые к освещению дорог и улиц районного назначения в зависимости от различных требований государственных стандартов

Категория	Класс	Основное назначение	Транспортная характеристика	Расчетная скорость, км/ч	Число полос движения в обоих направлениях	Пропускная способность, тыс. ед/ч
За пределами центра города	Б1	Основные дороги и улицы районного назначения	Все виды транспорта, движение регулируемое, пересечения в одном уровне	60-70	4-6	3-5
В центре города	Б2	То же	Все виды транспорта, кроме грузового, не связанного с обслуживанием центра. Движение регулируемое, пересечения в одном уровне	60	3-6	2-5

Хорошее освещение и безопасность дорожного движения идут вместе рука об руку. На данных типах дорог жизненно важно сохранять нормируемый

уровень освещения и безотказную работу, так как любые сбои сказываются на всем городе, порождая заторы, пробки и увеличение аварийных ситуаций. Эти дороги также используются для пешеходного движения, что требует усиленного внимания водителей.

Пересечения транспорта на одном уровне требуют соблюдение всех норм освещения, так как любые перекрестки, это места повышенной аварийности. Очень важно, чтобы водители имели должный уровень освещения для максимальной концентрации внимания.

Длительный срок службы и сохранение характеристик во времени, оборудования, позволяют избежать лишних затрат, а главное снизить аварийность и улучшить безопасность движения, что благоприятно влияет на дорожное движение во всем городе [7,10-12].

Улицы и дороги местного значения

Городские улицы и дороги внутри города – живой организм, который требует слаженной работы всех обслуживающих систем. Поэтому крайне важно поддерживать все требования и нормативы, предъявляемые к ним (Табл. 3) [1-6].

Таблица 3 – Нормативные требования, предъявляемые к освещению дорог и улиц местного значения в зависимости от различных требований государственных стандартов

Категория	Класс	Основное назначение	Транспортная характеристика	Расчетная скорость, км/ч	Число полос движения в обоих направлениях	Пропускная способность, тыс. ед/ч
1	2	3	4	5	6	7
Жилая застройка за пределами центра города	B1	Транспортные и пешеходные связи в пределах жилых районов и выход на магистрали, кроме улиц с непрерывным движением	Легковой, специальный и обслуживающий грузовой транспорт, иногда общественный пассажирский, движение регулируемое, пересечения в одном уровне	60	2-4	1,5-3
Жилая застройка в центре города	B2	Транспортные и пешеходные связи в жилых микрорайонах, выход на магистрали		60	2-4	1,5-3

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
В городских, промышленных, коммунальных и складских зонах	ВЗ	Транспортные связи в пределах производственных и коммунально-складских зон	Все виды транспорта, движение регулируемое, пересечения в одном уровне	60	2-4	0,5-2

На дорогах этого типа в большом количестве присутствует индивидуальный легковой и общественный транспорт. Это зона повышенного напряжения из-за интенсивности трафика. Любой сбой может привести к лавинообразному возникновению проблем дорожного движения. Для легкового транспорта важно качественное освещение. Водитель должен заблаговременно находить проблемные участки и быстро реагировать на изменение ситуации на дороге. Общественный транспорт должен обеспечивать беспроблемную доставку пассажиров. Водитель такого транспорта несет важнейшую ответственность за жизни множества людей. Проблемы с освещением могут вызвать фатальные последствия [7-10].

Для освещения дорог различных типов недостаточно просто установить освещение. Существуют общемировые и государственные стандарты, которые следует учитывать при проектировании освещения.

В Российской Федерации принят свод правил СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение», который регулирует нормативные условия для различных типов дорог [2,3,6].

Оптическая система светодиодных светильников «LED Energy» представлена разнообразием оптик для различных классов автодорог (Рис. 1).

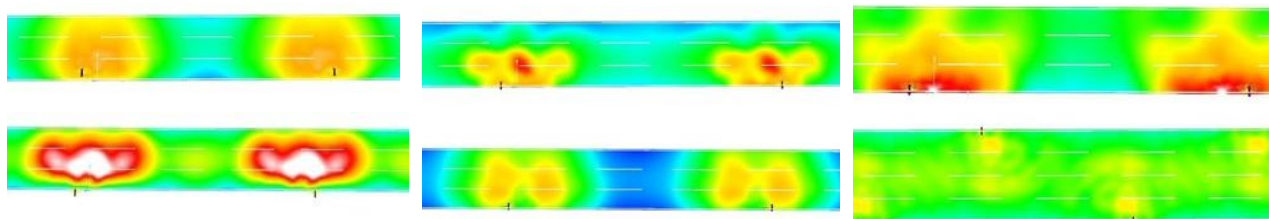


Рисунок 1 – Оптическая система светодиодных светильников «LED Energy»



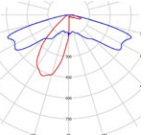
В таблице 4 представлены нормируемые показатели для улиц и дорог городских поселений с регулярным транспортным движением с асфальтобетонным покрытием для категории и класса дорог А1 (максимальные показатели) и расчетные показатели для светодиодного оборудования «LED Energy» [2,7-9].

Таблица 4 – Нормативные требования, предъявляемые к освещению дорог и улиц городского назначения в зависимости от различных требований государственных стандартов

Оптика	Средняя яркость дорожного покрытия $L_{ср}$ кд/ м ² , не менее	Общая равномерность распределения яркости дорожного покрытия $L_{min}/L_{ср}$, не менее	Продольная равномерность распределения яркости дорожного покрытия L_{min}/L_{max} , не менее	Средняя освещенность дорожного покрытия $E_{ср}$, лк не менее	Равномерность распределения освещенности дорожного покрытия $E_{min}/E_{ср}$, не менее
	2,00	0,40	0,70	30	0,35
R1	2,26	0,53	0,85	35	0,64
R2	2,29	0,41	0,77	30	0,61
R3	2,10	0,59	0,82	36	0,70
R4	2,58	0,49	0,77	41	0,36
R5	2,00	0,50	0,78	30	0,65
R6	2,11	0,44	0,83	30	0,89
R7	2,16	0,60	0,63	33	0,70

Использование самых последних разработок позволяет создавать максимально эффективные решения, которые экономят ваши деньги и время (Табл. 5-6) [1-6].

Таблица 5 – Инновационные решения, принимаемые для улучшения освещения улиц и дорог

Эскиз	Наименование/показатели	Характеристики
1	2	3
	Высокотехнологичные светодиоды «OSRAM»	Светодиоды «OSRAM» со светоотдачей с учетом потерь 153 Лм/Вт. Стабильность светового потока по результатам теста «IESNA LM-80». Повышенная стойкость к коррозии и высоким температурам обеспечивают длительный срок службы
	Революционный регулируемый драйвер «PHILIPS Xitanium»	Срок службы составляет 100 000 часов. Множество вариантов управления: 0-10V, DALI. Имеет ≤0.01% выхода из строя каждые 1 000 часов при температуре ≤70°C
	Самая эффективная оптика	Высокая светопропускаемость до 94% и минимальные потери светового потока. Устойчивость к атмосферным воздействиям и ультрафиолетовому излучению. Высокая механическая прочность с сопротивлением к стиранию.

Продолжение табл. 5




	<p>Модульная конструкция</p>	<p>Использование отдельных модулей позволяет с легкостью обслуживать и модернизировать светильник без вскрытия корпуса. Система разнообразных оптик позволяет создавать светильник под требования любого проекта</p>
	<p>Эффективное охлаждение</p>	<p>Качественный теплоотвод обеспечивает корпус с множеством радиаторных пластин из экструдированного алюминия 6063. Анодированный корпус обеспечивает лучшую защиту и долговечность</p>
	<p>Расширенная гарантия до 5-ти лет</p>	<p>В своих светильниках мы используем только передовые технологии и материалы от проверенных поставщиков. Это позволяет нам гарантировать высокое качество и максимальную долговечность</p>

Таблица 6 – Варианты современных решения, принимаемые для освещения улиц и дорог

	Магистральные дороги и улицы общегородского назначения	Магистралы и улицы районного назначения	Улицы и дороги местного значения
Наименование	Эскиз		
METROPOLIS			
REYA	—		

В настоящее время увеличилось количество возможных вариантов систем дорожного освещения. При разработке проекта дорожного освещения необходимо учитывать огромное количество различных факторов: интенсивность движения, категория дороги (улицы), количество полос движения, размер зеленой линии, наличие дорожек, тротуаров, коэффициент строительства, тип покрытие дороги, коэффициент работы, расстояние до лампы от края проезжей части, расстояние между мачтами лампы, мощность бликов, интрузивный свет, яркость поверхности дороги, расчетная точка света, валовой поток и т. д. [10-12].

Таким образом, эффективное проектирование систем освещённости дорог, имеет множество нюансов, которые необходимо соблюдать. Чтобы в итоге получилась работающая система, обеспечивающая безопасность и комфорт

современным автомобилистам.

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. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуал. ред. СНиП 23-05-95*. – М.: Росстандарт, 2011. – 114 с.
7. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СВЕТОДИОДНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЦ И ДОРОГ ГОРОДА

*Булах Руслан Валерьевич, магистрант
кафедры «Строительства и городского хозяйства»
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород
(Научный руководитель – Шаранов О.Н., старший преподаватель)*

Актуальность данной темы обуславливается тем, что одним из главных и наиболее значимых аспектов, обеспечивающих уровень нормальной и безопасной жизни города, а также населенного пункта является наличие качественной системы освещения дорог и улиц. Связанно это, главным образом, с тем, что при неправильном или же недостаточном уровне освещения автомобильных дорог, возникают ситуации, являющиеся по большей части причиной значительного количества возникающих дорожно-транспортных происшествий (ДТП), а также аварий, в результате которых страдают участники происшествия вплоть до случаев возникновения летального исхода.

Решением данной проблемы служит выбор качественной и надежной системы освещения, обеспечивающей необходимый уровень освещенности участков автомобильных дорог. Также немаловажным фактором является обеспечение необходимого длительного гарантируемого срок службы системы освещения, так как отсюда вытекает необходимость проведения ремонтных работ, а также привлечения дополнительных затрат на поддержание исправного функционирования системы освещения дорог [7-9].

Транспортная система является жизненно важной частью инфраструктуры страны и экономики. Энергоэффективность, долговечность и экологичность принимаемых решений в ходе проектирования, монтажа и эксплуатации систем улично-дорожного освещения позволяют снизить давление на бюджет без ущерба для безопасности дорожно-транспортного движения [10-12].

Дорожным освещением принято считать любое искусственное освещение улиц, а также дорог, перекрестков и пешеходных дорожек. В России, а также за рубежом было проведено множество исследований, которые были посвящены именно влиянию освещения на количество дорожно-транспортных происшествий, происходящих на освещенных, а также неосвещенных дорогах. На тех транспортных сооружениях, где предусмотрено качественное освещение

всех необходимых участков дорог количество ДТП с летальным исходом снижается примерно на 65 %, количество ДТП с травматизмом снижается примерно на 30 % и материальный ущерб от ДТП в темноте – на 15 %. Эти результаты были получены в результате обширного количества исследований и могут считаться весьма достоверными, так как такого рода база данных собиралась и анализировалась в течение длительного времени во многих странах мира. Основываясь на результатах, анализа приведенной статистики, можно выявить такую закономерность, что освещение дорог оказывает более сильное влияние на количество дорожно-транспортных происшествий с пешеходами в темное время суток (снижение примерно на 50 %), чем на другие виды ДТП [7-10].

Городское движение подразумевает интенсивный поток автомобильного движения. Сокращение режима освещения дорог в ночное время на основе старых технологий позволяет значительно сэкономить электроэнергию, но порождает ряд проблем: большее количество несчастных случаев и увеличение преступности. Постоянное и эффективное дорожное освещение позволяет не только снизить риск дорожно-транспортных происшествий, но и их серьезность.

Современные инновационные решения для дорожного освещения позволяют снять излишнее давление на муниципальные и государственные бюджеты, а также соответствовать государственным и общемировым директивам по экологичности применяемых решений. Практичные, эффективные и устойчивые решения в комплексе позволяют создавать высококачественные и безопасные проекты дорожного освещения без ущерба окружающей среде и стоимости дорожного освещения [8-12].

Преимущества LED технологий:

1. Экономия энергии – до 85%.
2. Повышенная цветопередача, обеспечивающая безопасность и качество освещения.
3. Длительный срок службы – до 100 000 часов.
4. Интеллектуальные системы управления, позволяющие управлять освещением целого города.
5. Множество решений для освещения дорог различных типов.

Качественное дорожное освещение, создает безопасную и привлекательную ночную среду, которая обеспечивает нужды как транспорта, так и жителей города [9-11].

Желтый свет

В последние десятилетия города были вынуждены использовать натриевые лампы высокого давления, которые излучают характерное оранжево-желтое свечение для достижения нормируемой яркости при экономичной цене.

Данная технология обеспечивает нормируемые показатели в ущерб качеству света: низкий индекс цветопередачи (CRI) и характерное искажение цветов могут быть критичными при плотном движении. Свет данного спектра на биологическом уровне активизирует у людей выработку мелатонина, который плохо сказывается на концентрации внимания – это критично для всех участников дорожного движения, передвигающихся ночью [3, 4-6].

Белый LED прорыв

Научные исследования показали, что белый, естественный свет обеспечивают гораздо лучшее освещение даже в условиях низкой интенсивности при этом потребляют меньше электроэнергии. Улучшенная цветопередача означает, что окружающая среда выглядит ярче для человеческого глаза, что облегчает распознавание мелких деталей и важных элементов дорожного движения. Люди чувствуют себя безопаснее и уверенней.

Естественный белый свет увеличивает концентрацию внимания водителей, снижая аварийность [2,4-6].

Эффективность решений

Современные LED технологии позволяют интегрировать различные системы, улучшающие качество света. Оптические системы позволяют избавиться от бликов и участков повышенной яркости, что благоприятно сказывается на человеческом зрении. Также это позволяет использовать световое оборудование максимально эффективно с низкими потерями светового потока, что в конечном итоге дает значимую экономию электроэнергии [1-3].

Гармония в урбанистическом мире

Грамотное проектирование систем дорожного освещения в городе – залог гармонии и эффективности работы транспортного потока и безопасности жителей. Решая одну проблему решаем ряд негативных факторов, таких как безопасность жителей в ночное время и снижение преступности, улучшение дорожной ситуации, которую в свою очередь влияет на производственные, логистические и экономические проблемы города.

Системы контроля освещения – громоздкие и сложные, требующие большого количества обслуживающего персонала. Новые технологии позволяют автоматизировать систему под конкретные условия, например, смену времен года или суток, что дает дополнительную экономию электроэнергии и затрат на обслуживание [4-6].

Интеллектуальная программа

С программным обеспечением можно с легкостью управлять системой любого размер и программировать её. Смена времен года и суток, включение и отключение по расписанию позволяют значить экономить электроэнергию и снижать эксплуатационные расходы.

Обратная связь

Помимо управления, можно получить и обратную связь. Каждая единица сети отправляет свой статус, и, если возникла неполадка, оператор не будет тратить время на выявление причин или ее местонахождения [4-5].

Опциональность

Опционально системы управления могут быть построены на основе беспроводной системы. Также каждую единицу или группы светильников можно оснастить датчиками освещения, которые будут автоматически регулировать интенсивность освещения в зависимости от погодных условий или времени суток [1,6].

Гибкость и масштабируемость

Инновационные решения для управления уличным освещением на основе современных протоколов позволяют с легкостью развернуть сеть контроля и управления, а также встроить ее в уже существующие системы (Рис.1-2).

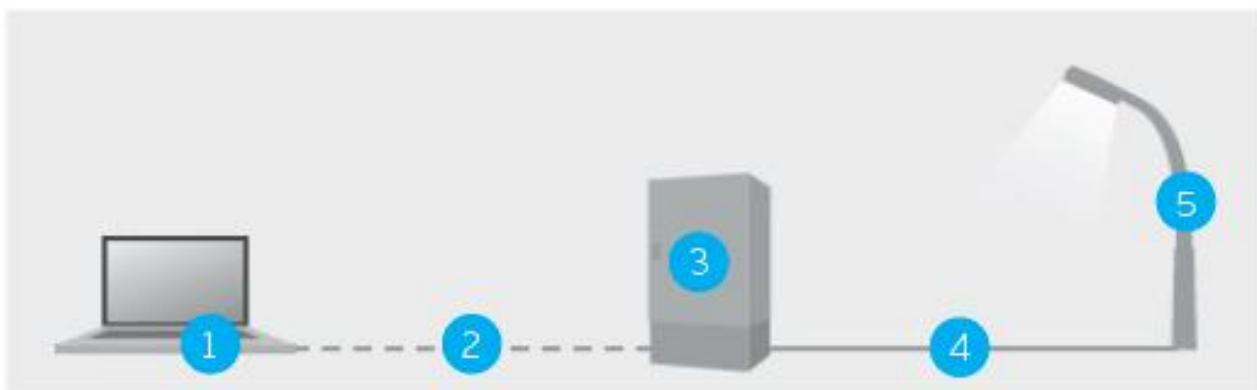


Рисунок 1 – Пример проводной системы управления

- 1 – терминал управления с программным обеспечением;
- 2 – стандартный интернет протокол или сеть;
- 3 – шлюз маршрутизации и передачи информации;
- 4 – линия питания и передачи информации на конечные точки сети;
- 5 – индивидуальный/групповой контроллер управления светильником или встроенная система в электрической составляющей светового оборудования

Сохранение энергии

Уличное освещение является одним из секторов экономики с наибольшим потенциалом энергосбережения.

Использование старых технологий увеличивает затраты на освещение и соответственно выбросы CO₂. Уличное освещение – один из самых эффективных способов сократить расходы. Гибкие системы управления и инновационные решения позволяют экономить до 85% электроэнергии, не ставя под угрозу безопасность дорожного движения [9-12].

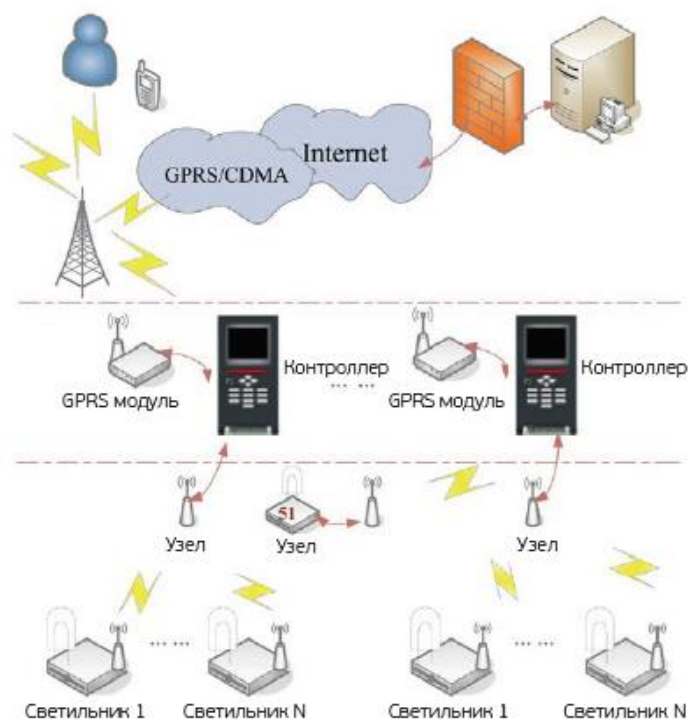


Рисунок 2 – Пример беспроводной системы управления

Значимые решения

Светодиодные технологии обладают огромным потенциалом для сохранения энергии в глобальном масштабе. Данные светодиодные светильники устанавливают новые стандарты энергопотребления, особенно в сочетании с системами управления освещением. Светодиоды также устраняют необходимость в опасных веществах и рассчитаны на срок до трех раз дольше, чем обычные решения. Получение того, что нужно, не означает трату ресурсов. Именно поэтому в настоящее время актуально использование источников энергии, которые не истощают ограниченные запасы нашей планеты [7-10].

Они создают еще большую экономию в плане обслуживания. Эти решения могут быть интегрированы в новую систему или уже существующую. Системы управления, использующие светодиодные источники, также интеллектуальны и в других отношениях: более длительный срок службы, меньшее количество замен и отходов. Простой подход, обеспечивающий отличную экономию средств [1-3,12].

Различные типы дорог и условия дорожного движения рожают множество вариантов дорожного освещения. Для каждого типа требуется особый подход с учетом всех деталей для обеспечения безопасности автотранспорта и пешеходов.

Использование грамотного подхода и универсальных решений, позволяют упростить планирование и модернизацию городских систем освещения.

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. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуал. ред. СНиП 23-05-95*. – М.: Росстандарт, 2011. – 114 с.
7. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАССОПОИСКОВОГО ЛОКАТОРА RD8100

*Зубков Евгений Александрович, студент 5-го курса
кафедры «Автомобильные Дороги»
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев
(Научный руководитель – Шаройкина Е.А., Старший преподаватель)*

Трассопоисковый локатор RD8100 является устройством для поиска и диагностики подземных коммуникаций. Он и использовался при проведении работы. Ниже приложено краткое описание основных режимов работы.

Режим Power это поиск силового кабеля, что является самым популярным режимом его использования, и определения его глубины. В помещении данные работы бесполезны из-за огромного количества помех. На улице точность является высокой, до 2 сантиметров. Нажатие кнопки F переходим в режим радио: это поиск телефонного кабеля связи или оптоволоконного кабеля если он находится в броне или металлической оплетке, то есть это частоты от 15 до 30 кГц которые идут по кабелям связи.

Режим Passive: это соединение двух предыдущих режимов, то есть режим силового кабеля и кабеля связи, в нем идет поиск коммуникаций в общем, для начала работ, когда, не известно какая это коммуникация либо это силовой кабель или труба, либо может быть это кабель связи.

Следующий режим, это режим CPS, то есть сигнал станций катодной защиты, то есть 100 Гц сигнал, кратный проходит на трубах нефтепровода и газа, этот режим уже можно охарактеризовать как режим активный, то есть для использования которого необходимо использовать генератор, 100 Гц сигнал - это сигнал, создаваемый генератором, на который настроен трассоискатель. Кнопка с параболой - для переключения режимов.

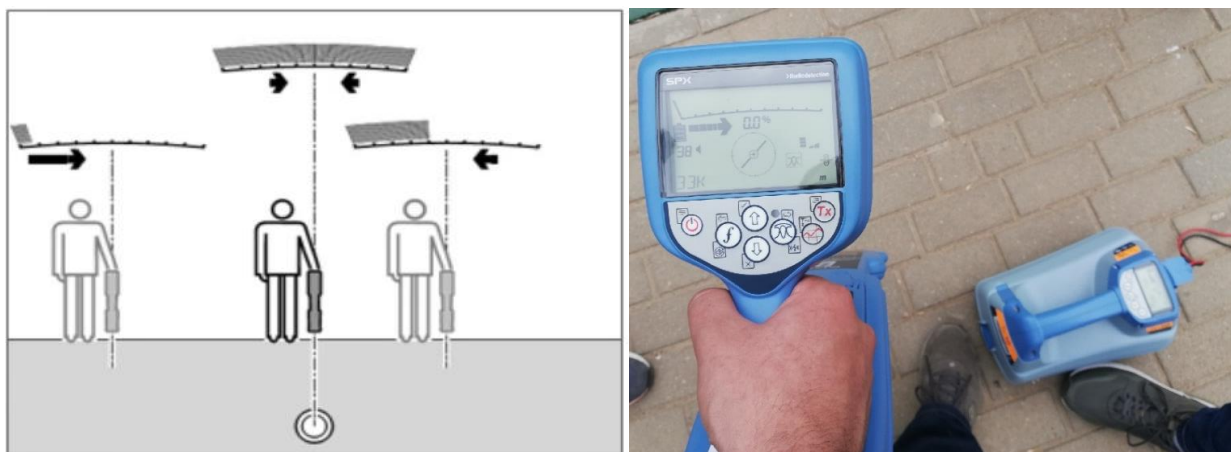


Рисунок 1 – Методика работы с прибором. Двигаясь по направлениям указанными стрелочками и соответственно мощности сигнала прибором может пользоваться любой НОВИЧОК

Про исследования на местности: прибором были проведены исследования внутреннего двора учебного корпуса Белорусско-Российского университета № 6, строительного факультета. В результате исследования были найдены электрические кабеля фонарных столбов и ТВ кабель. Результаты работы будут показаны для первого искомого объекта.



Рисунок 2 – расположение территории исследования с отметками фонарных столбов на ней. X – точка отправления, первый столб. □ – Второй столб на пути, не подключенный к сети. 0 - третий столб. Средняя глубина залегания кабелей является 0.83 метра

При переносе результатов изысканий на компьютер получаем такие результаты. Фотография представлена со спутника сняты под углом, что позволяет лишь приблизительно визуалью представить местность. Координаты

GPS при этом очень точны. Точками показаны отснятые координаты по линии пролегания кабеля.

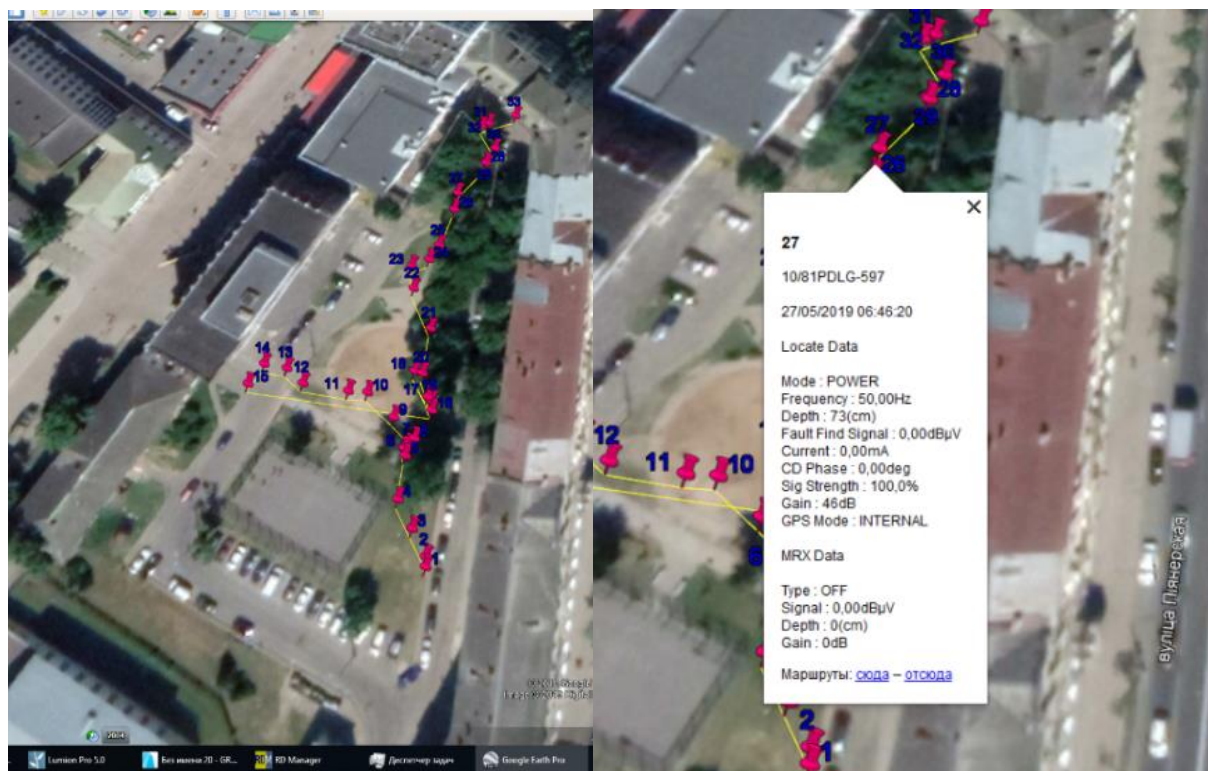


Рисунок 3 – Отображение зафиксированных точек

Продолжительной линией по центру от точки 15 до 16 отмечен переход от места перехода кабеля в здание до ранее зафиксированного места разветвления на улице.

Литература:

1. Инструкция по использованию трассопоискового прибора RD8100 Radiodetection [электронный ресурс]. – 2019. – режим доступа: www.radiodetection.com. – Дата доступа 10.11.2019.
2. Описание прибора на сайте магазина RD8100 Radiodetection [электронный ресурс]. – 2019. – режим доступа: www.pergam.by. – Дата доступа 10.11.2019.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ

*Диндяев Вячеслав Михайлович, студент 3-го курса
кафедры «Транспорт и автомобильные дороги»*

*Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново
(Научный руководитель – Гуряева И.М., канд. техн. наук, доцент)*

В настоящее время на рынке строительных услуг по строительству и эксплуатации транспортных сооружений представлено много возможностей по использованию композиционных материалов. История возникновения таких материалов в строительстве отходит ко второй половине прошлого века. И это только начало истории, так как уже сейчас ясно, что за такими материалами будущее. Основные материалы, традиционно используемые современным человечеством при строительстве транспортных сооружений, это железобетон и металл. У каждого из этих материалов есть свои достоинства и недостатки. У железобетона главным недостатком является сравнительно небольшой срок службы и большой вес. Но железобетонные мосты в большинстве случаев унифицированы, что облегчает работу проектировщикам и строителям. Металлические мосты имеют низкий вес, долго служат, но дороги.

Композиционные материалы имеют малый вес, не подвержены коррозии, долговечны, устойчивы к воздействию агрессивных сред. Есть возможность предварительного напряжения стержней и тканых материалов. Все перечисленное является преимуществами композиционных материалов перед традиционными.

Композиционные материалы имеют и ряд особенностей, которые могут выступать и как их недостатки и как их преимущества в зависимости от поставленной задачи - малая ударная вязкость, хрупкое разрушение, высокая удельная прочность, высокая деформативность, совмещение процесса проектирования материала и конструкции [1].

Композиционные материалы в мостах используют в следующих случаях: в качестве основного материала пролетных строений; в качестве арматуры; как отдельные конструкции водоотвода, ограждений; как ремонтный материал для всех элементов мостов и труб. Строительные фирмы в нашей стране и за рубежом предлагают свои услуги и широкий ассортимент материалов. Соответственно, стоимость таких работ снижается.

Кроме очевидных достоинств композиционных материалов, надо отметить еще несколько факторов. Во-первых, эти материалы, хотя и имеют синтетическую природу, могут быть подвергнуты переработке и в составе новых строительных материалов вернуться в жизнь конструкций. В настоящее время на территории нашей страны имеется крайне мало заводов по переработке полимерных материалов. Но работа в этом направлении ведется. Объем применяемых полимерных материалов для транспортных сооружений с каждым годом возрастает. Срок службы таких материалов велик, поэтому вопрос с их переработкой в настоящее время не стоит остро. Но правильно было бы заранее планировать и устанавливать заводы по переработке изношенных материалов. Для исследователей возникает еще один фронт работы – использование переработанных композитов (например, в виде гранул) в составе других дорожно-строительных материалов. Во-вторых, к сожалению, обстановка в мире не дает нам возможности не рассматривать угрозы для нашей страны извне. В этом случае транспортные сооружения из нейтральных, имеющих хорошие маскировочные свойства, материалов могут сыграть неоценимую службу. Также возможны чрезвычайные ситуации в связи со стихийными бедствиями. На помощь придут табельные мосты, понтонные переправы, наплавные мосты. Конструкции табельных мостов предусматривают применение металла. Замена металлических элементов на композиционные приведет к снижению массы элементов, ускорению их доставки на место монтажа мостов.

Композиционные материалы, как продукты совмещения в себе нескольких материалов, несомненно, несут в себе много неизведанного на данный момент, допускают сочетания в себе нескольких полезных для конструкций мостов качеств и, поэтому, безусловно перспективны.

Литература:

1. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Мандрик-Котов Б.Б., Михалдыкин Е.С. Проблемы применения полимерных композиционных материалов в транспортном строительстве // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6, 2016. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/89TVN616.pdf>

СТРОИТЕЛЬСТВО НАДЗЕМНОГО ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА

*Аношенко Диана Валерьевна, Федоровых Глеб Александрович,
магистранты кафедры «Автомобильные дороги и мосты»
Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, г. Пермь
(Научный руководитель – Дрейд В.Л., старший преподаватель)*

Дорожное хозяйство имеет важное значение в развитии государства. Это единый производственно-хозяйственный комплекс, состоящий из автомобильных дорог и инженерных сооружений. В связи с расширением существующих дорог и строительством новых появляется необходимость в возведении искусственных сооружений.

Важным аспектом является безопасность, удобство и увеличение скоростного режима на дорогах. Помимо обеспечения безопасности на дорогах водителей и пассажиров транспортных средств, также нужно обезопасить движение пешеходов в районе автомобильных дорог.

В связи с возрастающей нагрузкой на улицы городов в 20 веке началось сооружение подземных и надземных пешеходных переходов [3]. На сегодняшний день человек имеет возможность перейти дорогу как над, так и под ней.

Для пересечения пешеходами автомобильных дорог предусмотрены пешеходные переходы, которые классифицируются на: подземные, наземные и надземные. С точки зрения безопасности и удобства, лидирующие позиции занимают подземный и надземный пешеходные переходы, так как они предоставляют возможность пересечения участка пути без временных задержек и разделения транспортных и пешеходных потоков в пространстве.

Сравнивая подземный и надземный пешеходные переходы, можно отметить, что надземный пешеходный переход является более выгодным вариантом. Строительство надземного пешеходного перехода более бюджетный вариант, так как при строительстве требуется меньше разработок с грунтами. Подземный пешеходный переход уступает надземному в простоте и быстровозводимости.

Автомобильная дорога Шоссе Космонавтов – один из важных объектов дорожной инфраструктуры города Перми. Берет начало с Колхозной, Рыночной площади, пересекает две реки Мулянку и Данилиху, железнодорожную магистраль и 24 улицы. Шоссе Космонавтов располагается на территории

четырех районах Перми: Ленинского, Свердловского, Дзержинского и Индустриального.

На автомобильной дороге Шоссе Космонавтов высокая интенсивность движения транспортных средств, поэтому для разделения автомобильных и пешеходных потоков возвели надземные пешеходные переходы. Остались участки, где установили светофоры и наземные переходы, что, в свою очередь, не во всех случаях целесообразно, так как это менее безопасно.

На участке автомобильной дороги Шоссе Космонавтов в районе МАОУ «СОШ №107» в городе Перми целесообразно предусмотреть возведение надземного пешеходного перехода с целью обеспечения безопасности пешеходов и разгрузки потоков движения транспортных средств. В МАОУ «СОШ №107» обучаются примерно 600 учеников, поэтому необходимость возведения надземного пешеходного перехода актуальна. Возведение надземного пешеходного перехода обусловлено непосредственной близостью школы, множеств точек розничной торговли, большим частным жилым сектором и остановками общественного транспорта.

При проектировании и строительстве надземного пешеходного перехода на рассматриваемом участке необходимо учесть следующие критерии в соответствии с ГОСТ 32944-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Пешеходные переходы. Классификация. Общие требования:

1. безопасный вход/выход в пешеходный переход;
2. хорошая видимость для автомобилистов;
3. внешний вид должен вписываться в архитектуру городской застройки или соответствовать уже возведенным надземным пешеходным переходам;
4. верхнюю часть перехода необходимо выполнить из таких строительных материалов, которые обеспечат естественное, дневное освещение, в целях экономии электроэнергии;
5. используемые при строительстве материалы, должны обладать повышенной огнестойкостью и прочностью;
6. доступность для маломобильных групп населения;
7. другие критерии.

Схема, предлагаемого надземного пешеходного перехода, представлена ниже (Рис. 1) и (Рис. 2).

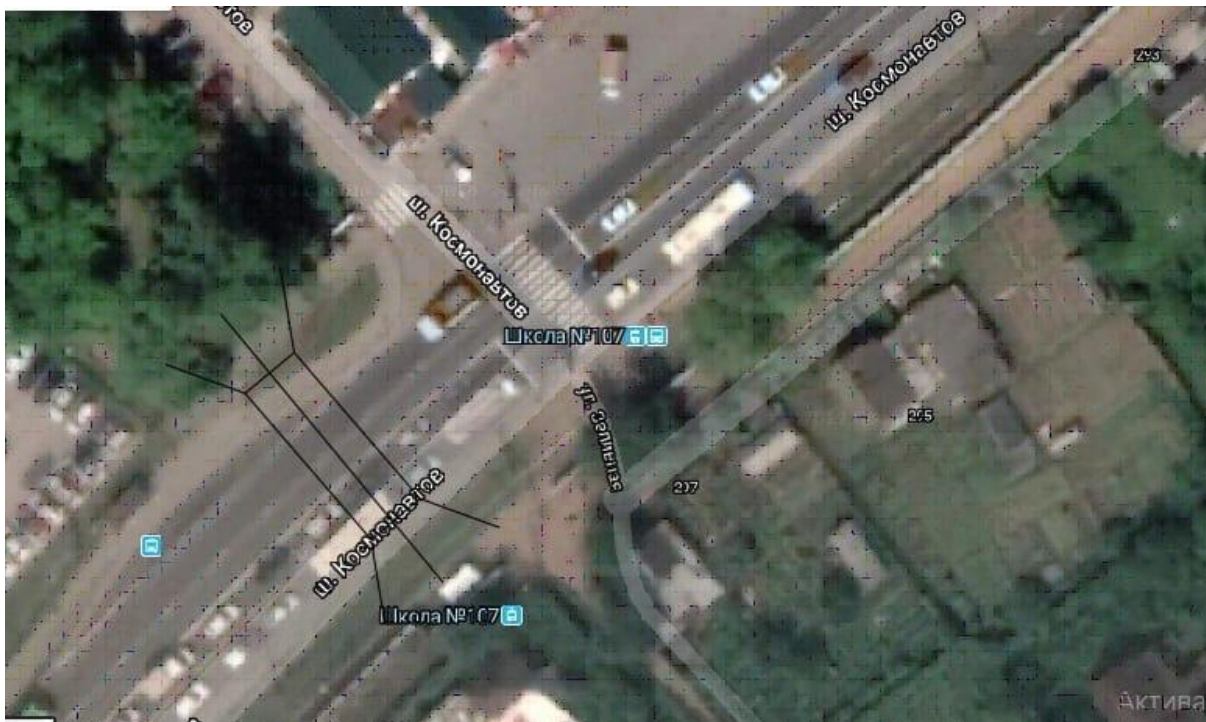


Рисунок 1 – Схема расположения надземного пешеходного перехода (вид сверху)



Рисунок 2 – Схема расположения надземного пешеходного перехода (П – образный)

По итогам выполненного исследования можно сделать вывод о необходимости возведения надземного пешеходного перехода на участке автомобильной дороги Шоссе Космонавтов в районе МАОУ «СОШ №107» в городе Перми. Целесообразность данного решения обуславливается безопасностью всех участников движения, в связи с отсутствием их пересечения.

Литература:

1. ГОСТ 32944-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Пешеходные переходы. Классификация. Общие требования.
2. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы.
3. Подземные и надземные пешеходные переходы в остальном мире/ Городские проекты Ильи Варламова и Максима Каца, 10 марта 2014 г.
URL: https://city4people.ru/post/posts_201.html

ПРУЖИННО-КАТКОВАЯ ОПОРНАЯ ЧАСТЬ

Нечаева Мария Владимировна, Дудик Ольга Романовна,

студенты 4-го курса факультета «Мосты и тоннели»

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

(Научный руководитель – Соловьев Л.Ю., канд. техн. наук, доцент)

Одна из функций опорных частей – передача на опору горизонтальных усилий, возникающих от торможения, ветровой и сейсмической нагрузок, деформаций пролетных строений. Деформации пролетных строений от колебаний температуры и влияния временной нагрузки прямо пропорциональны длине пролета. В связи с этим возникает проблема установки опорных частей, допускающих возможно большие горизонтальные перемещения. Так, для катковых опорных частей с увеличением длины пролета – увеличивается диаметр катка, что нагружает конструкцию.

Используемые ныне опорные части имеют в своей конструкции потайной штырь, соединяющий верхнюю плиту опорной части и нижнюю. При однократном сейсмическом воздействии штырь смещается от своего проектного положения и требует ручной выправки.

Так как данные опорные части являются трудозатратными при содержании и эксплуатации ИССО и требуют особой внимательности при повторных сейсмических воздействиях, в работе предложена новая конструкция опорной части, позволяющая исключить процедуру выправки.

Пружинно-катковая опорная часть представляет собой многокатковую опорную часть, запрещающую вертикальные перемещения, с разрешением перемещения вдоль пролетов. Влияние горизонтальных деформаций уменьшено за счет наличия упругих элементов: в горизонтальной плоскости к опорной части прикреплены пружины, жестко закрепленные с другого конца. Схематичное изображение показано на (Рис.1).

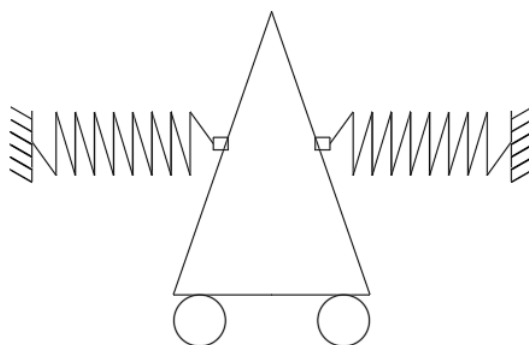


Рисунок 1 – Упрощенная схема опорной части

Т.к. каждая пружина участвует в растяжении и в сжатии подбор размеров пружин производился по методике [2]. Их количество должно удовлетворять условиям сохранения несущей способности, минимизации крутящего действия пружины и равномерного распределения усилия, а также условиям размещения пружин в продольном направлении катковой опорной части.

Для пробного расчета были взяты расчетные нагрузки с железобетонного железнодорожного моста общей длиной пролетного строения 180,10 м, запроектированного под временную нагрузку С14. Суммарная расчетная горизонтальная нагрузка на пролетное строение равна 1511,72 кН. Материал подбираемых пружин ГОСТ 9389-90.

Для восьмикатковой опорной части с длиной катка 2150 мм, диаметром катка 300 мм, из условия размещения и обеспечения прочности подобраны 4 пружины, закрепляемые параллельно вдоль опорной части. Вид опорной части представлен на (Рис. 2).

Размер 2150 мм – в дальнейшем корректируется в зависимости от расстояния между балками, т.к. на опорную часть возможно разместить 2 балки. Пружины закрепляются на упоры, устанавливаемые на ригель опоры.

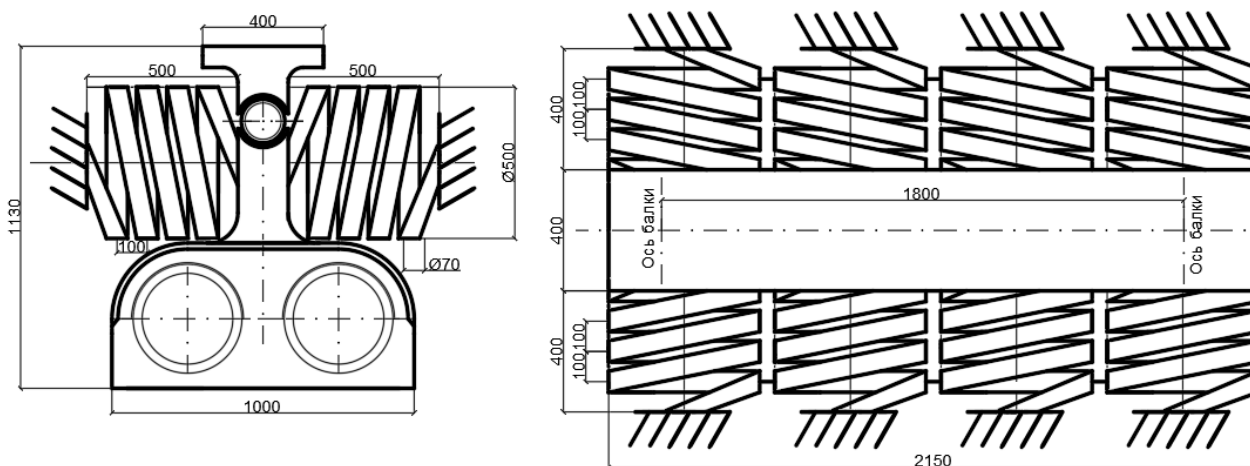


Рисунок 2 – Схема опорной части

Характеристики пружины, следующие:

- диаметр проволоки 70 мм;
- наружный диаметр пружины 500 мм;
- шаг пружины в свободном состоянии 230 мм;
- длина пружины при рабочей деформации 400 мм;
- длина пружины при предварительной деформации 500 мм;
- число рабочих витков пружины 4 шт.

Подобранная пружина имеет массу 227,69 кг.

Литература:

1. ГОСТ Р 53628-2009 Опорные части металлические катковые для мостостроения. Технические условия;
2. ГОСТ 13765-86 Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения. Обозначение параметров, методика определения размеров (с Изменением N 1);
3. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*;
4. ГОСТ Р 53628-2009 Опорные части металлические катковые для мостостроения. Технические условия.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В МОСТОСТРОЕНИИ

*Бураков Роман Александрович, магистрант
кафедры «Искусственные сооружения на транспорте»
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)*

Аннотация: В статье анализируется применение возобновляемых источников энергии в мостостроении. Такие действия позволят гармонично вписывать ВИЭ во многие объекты строительства. Применение нетрадиционных источников энергии, решит проблему потребностей человечества в энергии. В статье исследуются альтернативные источники энергии такие, например, как: энергия ветра и солнца. Доказывается актуальность их применения в строительстве.

Энергетика является той отраслью экономики, которая является опорой прогресса науки и страны в целом. Развитие архитектуры и возобновляемой энергетики идет параллельно. Научно-технический прогресс в энергетике и архитектура формируют единую систему, которая может обеспечить энергией само строение так и близлежащие структуры. В последнее время интерес к этим источникам энергии растет, ввиду того, что прежде всего они неисчерпаемы.

Сейчас перед инженерами и архитекторами стоят задачи непосредственно в объединении архитектуры и экологии, что формирует понятие «архитектурной энергетики» [1]. Таким образом это позволит рационально и эстетично вписать ВИЭ в строения. Ведь применение альтернативных источников энергии в мостостроении влечет за собой новые архитектурные, конструктивные и инженерные решения. «Возобновляемые источники энергии - это источники на основе постоянно существующих или периодически возникающих в окружающей среде потоков энергии. Возобновляемая энергия присутствует в окружающей среде в виде энергии, не является следствием целенаправленной деятельности человека, и это является её отличительным признаком.» [2]

К ВИЭ относятся: 1-Ветроэнергетика; 2-Использование перепадов температур воды и почвы с помощью тепловых насосов; 3-Геотермальная энергия; 4-Солнечная энергетика; 5-Биотопливо; 6-Прочие нововведения. [3]

В данной статье мы рассмотрим подробнее ветроэнергетику и солнечную энергетику.

Одним из нововведений в мостостроение может стать интеграция ветровых турбин в мосты. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Проект моста Solar Highway

Популярное использование ветровых турбин по всему миру на открытой местной местности или вблизи морей не всегда выгодно. Таким образом была выдвинута новая идея по установке турбин под мостами.

Интересным вариантом использования ВИЭ может послужить проект пешеходно-велосипедного моста (путепровода) встречного ветра (Рис. 2,3), который был предложен Тягу Барросом и Хорхе Перейрон. Особенность такого моста заключается в том, что на нём установлено 2188 легких вращающихся ветроэнергетических панелей. Как предполагают проектировщики, движущиеся под мостом автомобили увеличат скорость потока воздуха на 20%. Это позволит мосту освещать себя ночью при помощи накопленной электроэнергии. [4]



Рисунок 2 – Пешеходно-велосипедный мост над кольцевой дорогой

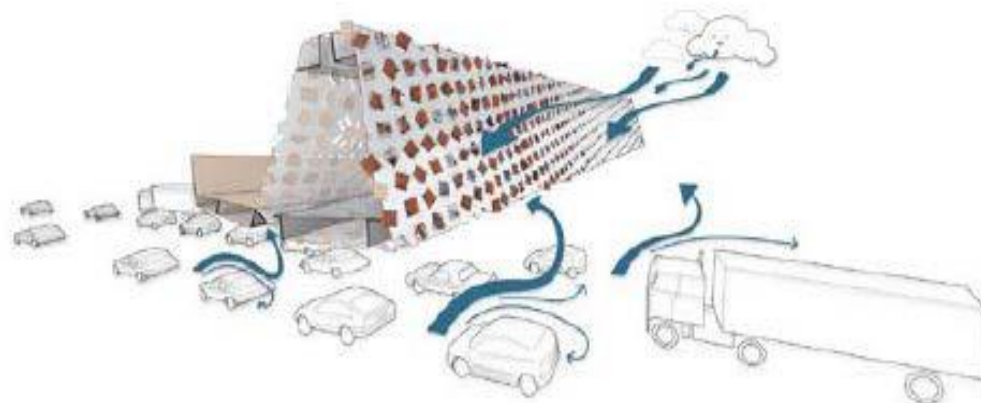


Рисунок 3 – Создание дополнительных ветровых потоков от проезжающих

Применение энергии солнца человечеством играет важную роль в жизни. Энергия солнца является поставщиком тепловой энергии на земле. Возможности использования солнечной энергетики практически безграничны. Годовое количество солнечной энергии, воспринимаемое планетой Земля, в тысячи раз превосходит запасы всех ее ископаемых энергетических ресурсов. К энергетике данный факт пока мало приемлем [3].

Солнечная энергетика задействовала и другие отрасли человеческой деятельности, а в частности архитектуру. Интеграция солнечных панелей не только экономит затраты, но и улучшают эстетическую привлекательность. К этому может послужить Лондонский мост, покрытый солнечными батареями (Рис. 4), голландский проект наклонного шлюза работающий на солнечных батареях (Рис. 5).

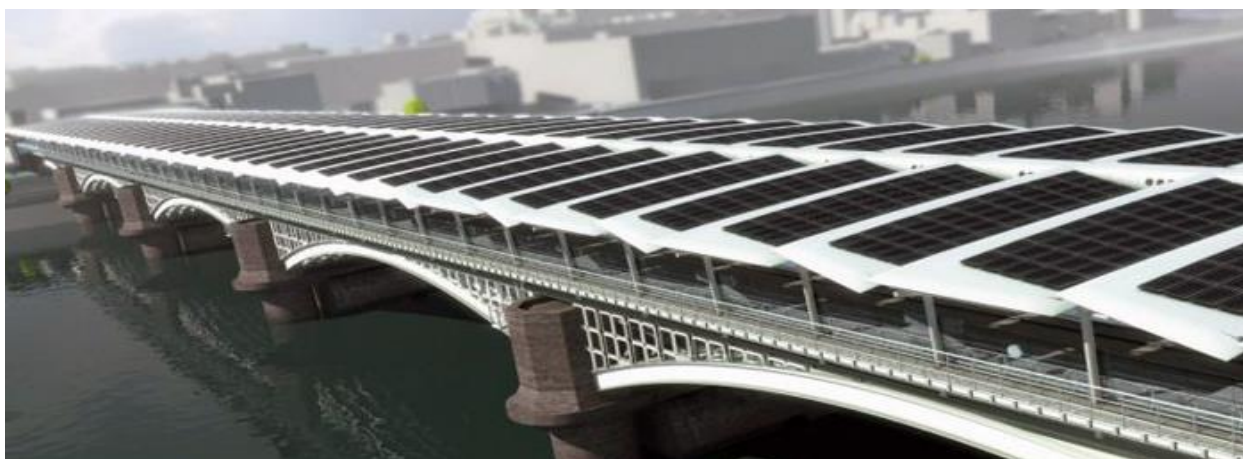


Рисунок 4 – Лондонский мост Блэкфрайарз

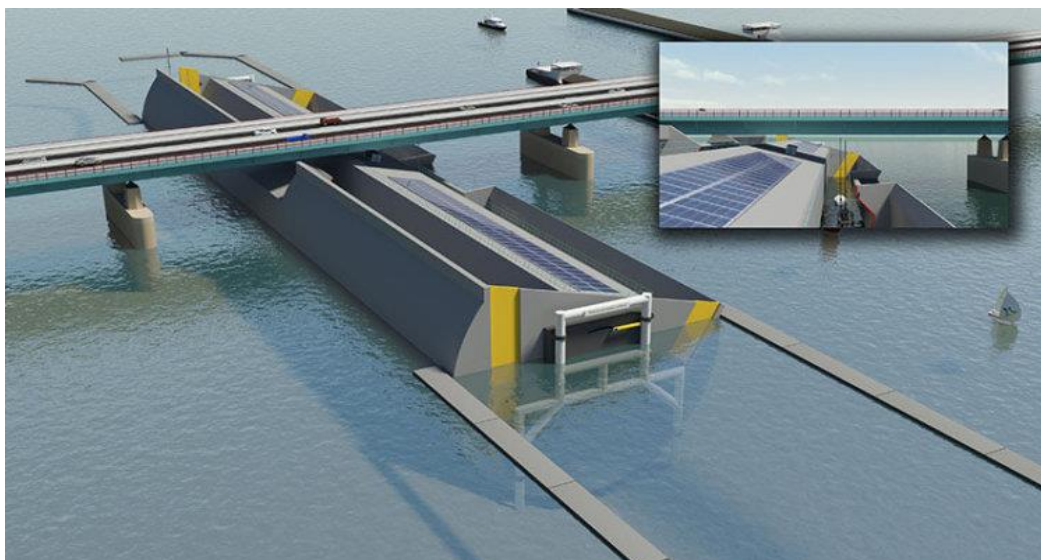


Рисунок 5 – Голландский проект наклонного шлюза, работающий на солнечных батареях

Мир меняется и тем самым меняется архитектура, которая вносит новые технологии. Именно такая архитектура приучает человека к непотребительскому отношению к природе. Внесение мостостроение возобновляемых источников энергии является современным подходом к существующей реальности. Такие объекты, наделенные исключительной уникальностью, которые в силу своего масштаба смогут изменить энергетические возможности нашего мира. Поэтому результатом альянса архитектуры и экологии станет концепция моста «с нулевым энергетическим балансом» [5]. Это означает, что объект может быть полностью энергетически независим и давать излишки энергии в структуру питания других объектов. Достижение этой цели зависит от поддержки государства и общей работы архитектора, инженера и самой природы, основанной на эффективном использовании ветровых турбин, солнечных электростанций, умной плитки и гидроэнергии.

Литература:

1. Беляев В.С., Граник Ю.Г., Матросов Ю.А. Энергоэффективность и теплозащита зданий. Москва: АСВ, 2012.
2. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии/ Твайделл Дж., Уэйр А.Пер. с англ.– М.: Энергоатомиздат. 1990. - 392 с.
3. Л.В. Зысин. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Часть 1. Возобновляемые источники энергии : учеб. пособие/ Л.В. Зысин, В.В. Сергеев.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008.-192, -111 с.

4. Овчинников, И.Г. Пешеходные мосты современности: тенденции проектирования. Часть 3. Интересные решения пешеходных и велосипедных мостов [Электронный ресурс]/И.Г, Овчинников, И.И. Овчинников, А.Б. Караханян//Науковедение.—2015.— № 3, Том 7.— (Дата обращения: 18.10.2016).
5. Семикин П. П. Принципы формирования архитектуры высотных зданий с возобновляемыми источниками энергии : автореферат дис. ... кандидата архитектуры : 05.23.21 – 21с.

КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЕ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Малышкина Александра Викторовна, магистрант

Базовая кафедра АО «Мостострой-11»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

(научный руководитель – Овчинников И.И., канд. тех. наук, доцент)

Большое количество мостовых сооружений, эксплуатирующихся на автомобильных дорогах, имеют железобетонную плиту проезжей части. В процессе эксплуатации она разрушается из-за воздействия различных агрессивных эксплуатационных сред, действия временной нагрузки. Поэтому вопрос сохранения прочностных и эксплуатационных свойств является весьма актуальным. Рассмотрим далее вопрос разрушения плиты проезжей части из-за воздействия агрессивной эксплуатационной среды – в частности, хлоридсодержащей.

Одним из факторов, предотвращающих попадание влаги и солей в плиту проезжей части, является применение высококачественной конструкции дорожной одежды. Для того чтобы правильно запроектировать дорожную одежду на мостовом сооружении необходимо разобраться, что же представляет из себя дорожная одежда, из чего она состоит, какие у нее основные функции, какие к ней предъявляются требования.

Дорожная одежда - это многослойная конструкция, уложенная на плиту проезжей части моста для обеспечения проектного профиля, ровности, а также для защиты пролетного строения от проникновения внешних агрессивных компонентов, растворенных в воде, непосредственно воспринимающая нагрузку от транспортных средств и передающая ее на плиты проезжей части и далее, на пролетное строение.

Традиционная конструкция дорожной одежды, устраиваемая на мостовых сооружениях многослойная, состоящая из следующих слоев: выравнивающий слой, гидроизоляция, защитный слой, асфальтобетонное покрытие. Также может применяться и однослойная конструкция, в которой все функции многослойной конструкции, в том числе и гидроизоляция, возложены на выравнивающий слой.

Конструкция дорожной одежды должна определяться в проекте с учётом типа покрытия на автомобильной дороге на подходных участках, параметров пролетного строения, предполагаемой интенсивности и состава движения

транспортных средств, климатических особенностей региона. На пролётных строениях допускается применять следующие виды материалов (Рис. 1).



Рисунок 1 – Применяемые материалы в конструкциях дорожных одежд

Гидроизоляцию на железобетонной плите проезжей части проектируют исходя из требований их эксплуатационной надежности.

В качестве материалов для гидроизоляции применяют мастичные, рулонные битумно-полимерные и полимерные гидроизолирующие материалы.

К данным материалам применяются следующие требования:

- должны быть водостойкими, водонепроницаемыми;
- должны иметь совместимость с асфальтобетонной смесью;
- обладать устойчивостью к воздействию высоких температур;
- должны оказывать сопротивление действию нагрузок и тепловых расширений;
- должна быть обеспечена хорошая адгезия между гидроизоляцией и поверхностью железобетонной плиты;
- должны обладать устойчивостью к действию агрессивных сред.

Гидроизолирующие материалы для железобетонной плиты проезжей части можно разделить на три основные категории (Рис.2).

В качестве выравнивающего слоя под гидроизоляцию обычно применяют мелкозернистый бетон класса не ниже В25 и морозостойкостью F200-F300 с маркой по водонепроницаемости не ниже W8, толщиной 30 мм. В качестве защитного слоя применяют такой же бетон только класса не ниже В30 с водоцементным отношением не выше 0,42 – толщиной не менее 40 мм [1, 2].

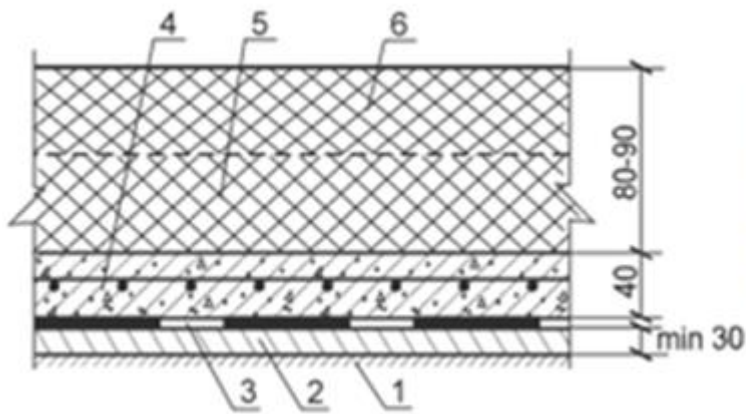


Рисунок 2 – Три основных типа гидроизоляции

Для того, чтобы правильно запроектировать высококачественную и надежную конструкцию дорожной одежды на мостовых сооружениях необходимо учитывать следующие параметры:

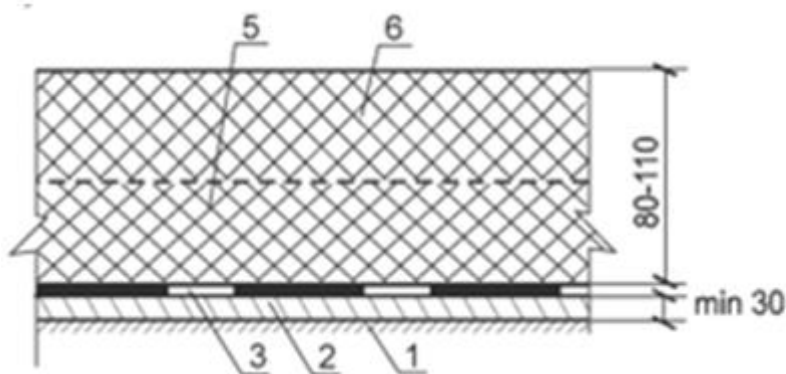
- климатические условия;
- нормативные временные нагрузки;
- тип пролётного строения;
- тип применяемого материала в верхних слоях покрытия;
- наличие деформационных швов;

На сегодняшний день дорожные одежды мостовых сооружений не рассчитываются, а применяются типовые решения (Рис. 3-6), что является серьёзным недостатком.



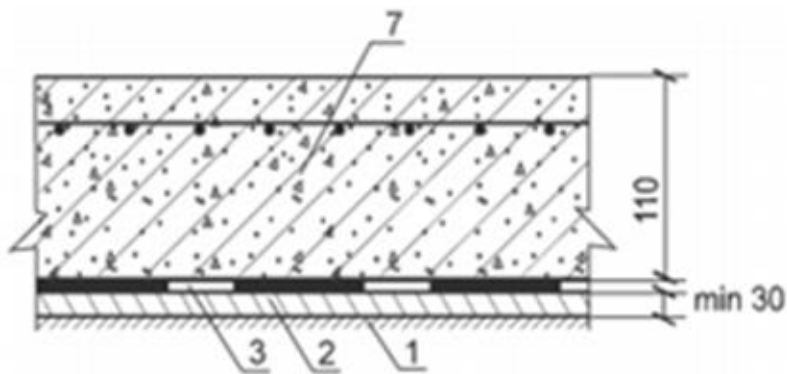
- 1 - плита проезжей части;
- 2 - выравнивающий слой;
- 3 - гидроизоляция;
- 4 - защитный слой;
- 5 - нижний слой покрытия;
- 6 - верхний слой покрытия

Рисунок 3 – Конструкция дорожной одежды на железобетонной плите с асфальтобетонным покрытием, уложенным на бетонный защитный слой



- 1 - плита проезжей части;
- 2 - выравнивающий слой;
- 3 - гидроизоляция;
- 4 - защитный слой;
- 5 - нижний слой покрытия;
- 6 - верхний слой покрытия

Рисунок 4 – Конструкция дорожной одежды на железобетонной плите с укладкой асфальтобетонного покрытия на гидроизоляцию



- 1 - плита проезжей части;
- 2 - выравнивающий слой;
- 3 - гидроизоляция;
- 7 - цементобетонное покрытие

Рисунок 5 – Конструкция дорожной одежды на железобетонной плите с применением цементобетонного покрытия

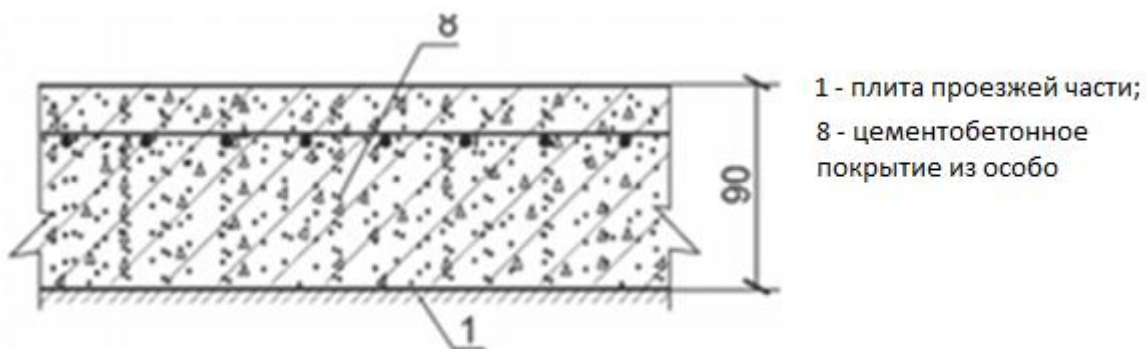


Рисунок 6 – Конструкция дорожной одежды на железобетонной плите с применением цементобетонного покрытия из особо плотного бетона, выполняющего гидроизолирующие функции, или из фиброцементобетона

Основные требования к конструктивным слоям дорожной (Рис. 7).



Рисунок 7 – Требования к конструктивным слоям

На основании выше перечисленных требований к дорожным одеждам мостовых сооружений можно сделать вывод о том, что покрытие моста должно

обеспечивать плавный и безопасный проезд, то есть покрытие должно обладать определенными характеристиками: ровностью, высокой износостойкостью, шероховатостью, прочностью и долговечностью [3].

Для предотвращения воздействия на плиту проезжей части агрессивных сред необходимо правильно подобрать гидроизоляцию, которая будет совместно работать с асфальтобетоном. Так же при правильном подборе материалов в конструктивных слоях и правильного распределения функций данных слоев можно продлить срок службы дорожной одежды мостовых сооружений.

Литература:

1. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*. – Введ. 2019. – М.: Росстандарт, 2019. 105 с.
2. ОДМ 218.3.074-2019 Рекомендации по применению современных конструктивных решений и технологий по устройству дорожных одежд на мостах для повышения срока службы / Гос. служба дор. хоз-ва Минтранса России. - М.: ГП «Информавтодор», 2015. - 103 с.
3. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Телегин М.А., Хохлов С.В., Применение асфальтобетонных покрытий на мостах (иностранный опыт) / интернет журнал «Науковедение» выпуск № 5 – 2014

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Мысовских Даниил Александрович, магистрант

«Базовая кафедра АО «Мостострой-11»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

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

Введение

Технологии во многих отраслях развиваются с каждым днем и такая базовая отрасль для человека, как строительство не является исключением. В проектировании зданий и сооружений уже не встретишь классического метода разработки проектных чертежей на бумаге и никого не удивит использование электронных систем автоматизированного проектирования САД. Переход к применению трехмерного проектирования объектов дал толчок для развития современного метода разработки проектной документации – применение BIM-технологий [1].

Объемы ввода новых объектов в эксплуатацию с каждым годом не замедляются, а лишь продолжают расти. Помимо увеличений объемов строительства, также усложняются требования, предъявляемые заказчиком к объектам строительства (надежность, функциональность, экологичность, экономичность, энергоэффективность, эстетические показатели), а условия строительства в черте городской застройки становятся все более стесненными (плотная застройка зданиями, системы подземных и наземных инженерных сетей и коммуникаций). Все эти факторы ставят сложные задачи перед строительными организациями и проектировщиками.

При строительстве сложных объектов инфраструктуры, таких как дорог, мостов и тоннелей, требуется высокая организация и согласованность проводимых работ как между членами проектных группы, так и с сотрудниками других подразделений компании и с подрядчиками.

Однако, согласно исследованиям Национального исследовательского университета Высшей школы экономики, строительство на данный момент занимает самые низкие позиции по интенсивности внедрения цифровых технологий по отношению к другим отраслям экономики [2].

Определение BIM технологий

BIM технологии (Building Information Modeling) представляют из себя комплексную методику работ по разработке объемных цифровых моделей зданий и сооружений, включающих в себя всю необходимую на всех стадиях жизненного цикла объекта информацию.

В основу технологии закладывается принцип создания единой информационной модели сооружения, с которой могут работать специалисты разных направлений, что позволит оптимизировать и упростить работу, исключить повторение одинаковых операций, снизить финансовые и временные затраты на разработку проектной документации в сравнении с привычными методами CAD проектирования (рисунок 1) [3].

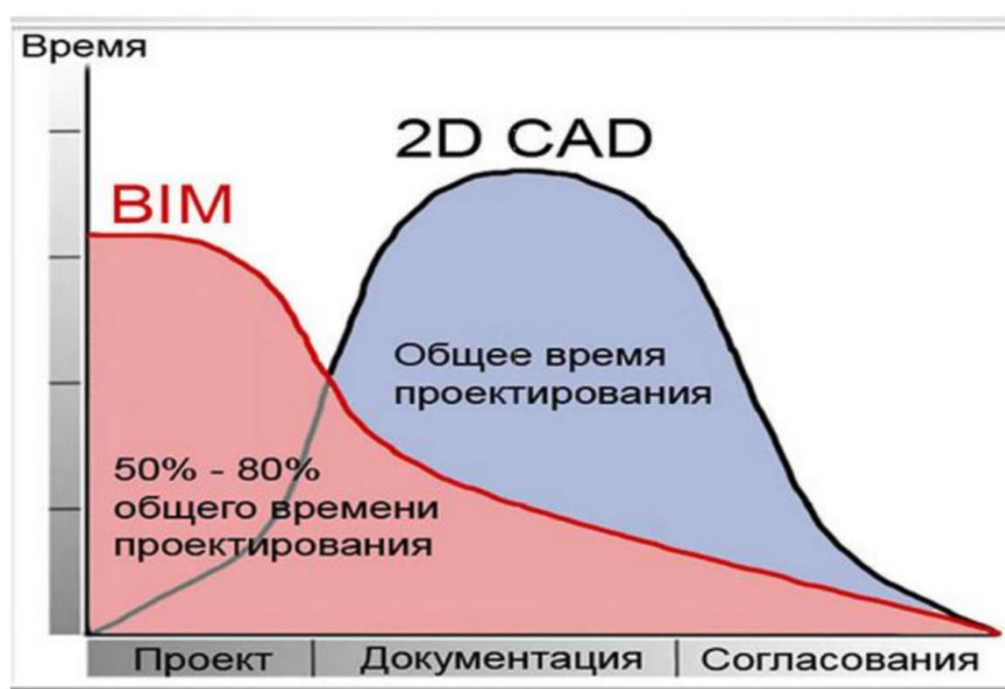


Рисунок 1 – Кривая Маклими (источник: [2])

Преимущества применения BIM технологий

Консалтинговая компания McGraw Hill Construction провела масштабный опрос организаций из строительного сектора, которые внедрили в свою работу BIM технологии. По результатам опроса 41% организаций заявили о снижении количества ошибок допущенных в ходе выполнения работ по разработке проекта объекта, 35% отметили улучшение взаимодействия между руководством организации и группами проектировщиков, 32% зафиксировали уменьшение количества изменений вносимых в проектную документацию, 23% отметили сокращение стоимости всего строительства, 21% опрошенных считают, что увеличился контроль над затратами и возросла точность прогнозирования

затрат; 19% компаний смогли сократить сроки продолжительности разработки и реализации проекта; 19% участников опроса вышли на новый рынок с применением BIM технологий [4].

По обобщенным данным компании 48% организаций в США из строительного сектора экономики уже применяют в своей работе технологии BIM, причем этот же показатель составлял всего 27% в период перед кризисом 2008 года. В то же время, согласно опросам, все организации, которые уже применяют технологию, планируют в ближайшее время увеличивать ее долю использования. Значительная часть организаций, принявших участие в исследовании, считают свои профессиональные успехи заслугой внедрения технологии в рабочие процессы.

В исследовании [3] сообщается, что согласно данным зарубежных специалистов, применение технологии информационного моделирования сокращает затраты на строительство объектов, финансирование которых осуществляется за счет государственных бюджетных средств, на 25%, что является достаточно актуальным для мостостроительных компаний, заказчиком которых выступает государство. В ходе эксплуатации объекта, было обнаружено снижение затрат более чем на 35%. Так же, благодаря разработке информационной модели, обеспечивается более эффективное управление проектом в целом, по отношению к стандартным способам разработки документации.

На основе представленной информации об опыте работ с информационным моделированием в зарубежных странах, можно сделать вывод о том, что вопрос внедрения BIM технологий в строительство является весьма актуальным.

Проблемы внедрения

Однако на этапе внедрения революционной технологии в области проектирования в строительные организации, существует ряд проблем и вопросов требующих комплексного подхода к их решению как со стороны сотрудников строительных и проектных организаций, менеджмента и руководства этих компаний, так и со стороны государства.

Внедрение любой инновации сопровождается дополнительными финансовыми затратами. Так при переходе на цифровое моделирование необходимо приобрести новые программные комплексы, работа с которыми потребует большей вычислительной мощности от компьютеров, что приведет к дополнительным расходам на их модернизацию.

Второй проблемой на пути реализации проекта являются кадровые вопросы. Как показывает практика, внесение каких-либо изменений в работу отрицательно сказывается на производительности персонала. Сотрудники остро реагируют на изменения и возникают внутренние конфликты [5].

Переход на новое программное обеспечение влечет за собой дополнительные затраты, связанные с обучением персонала. Также потребуется выделить в рабочем графике сотрудников дополнительное время на обучение, в течении которого они не смогут осуществлять свою основную рабочую функцию, что может привести к задержкам в работе над текущими проектами.

Руководству строительной организации потребуется разработать внутренние стандарты, так как любой процесс, в котором присутствует многофакторное взаимодействие большого числа сотрудников, требует определенных внутренних правил, которые будут выступать базой для принятия решений в сложных вопросах и проблемах.

Переход от привычных методов работы к BIM технологии повлечет изменения в организационно-структурной системе компании. Проектные группы необходимо будет реформировать в соответствии с функционалом, квалификацией и навыками работы сотрудников в новых программных комплексах. В связи с изменениями в составе работ потребуется вносить корректировки и в систему мотивации сотрудников [6].

Одной из главных проблем на пути повсеместного внедрения технологий информационного проектирования является тот факт, что разработанная информационная модель объекта, содержащая в себе большое количество исчерпывающей информации об объекте строительства не будет являться объектом изучения при прохождении государственной экспертизы.

Однако уже на данный момент правительствами многих стран обсуждается вопрос о применении информационных моделей при прохождении государственной экспертизы объектов строительства и делаются первые шаги в этом направлении.

Заключение

Итогом проведенного анализа можно считать заключение о том, что преимущества применения BIM технологий оправдывают издержки внедрения. Но сам процесс внедрения требует комплексного подхода как со стороны сотрудников компании, руководящего персонала, так и со стороны государства.

Литература:

1. Козлов И.М. Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий // АМІТ: электрон. журн. 2009. № 3(8).
2. Абдрахманова Г.И., Ковалева Г.Г. Цифровизация бизнеса в России и за рубежом // Высшая школа экономики. Электронный ресурс URL: https://issek.hse.ru/data/2019/10/03/1542994758/NTI_N_146_03102019.pdf (дата обращения 18.12.2019).
3. Дронов Д.С., Киметова Н.Р., Ткаченко В.П. Проблемы внедрения BIM-технологий в России // Международный научный журнал «Синергия наук», 2017, № 10 – с. 529-529.
4. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства // Электронный ресурс Autodesk URL: http://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/metro/img/bim_brochure.pdf (дата обращения 18.12.2019).
5. Чегодаева М.А. Трудности внедрения и развития BIM-технологий в России // «Молодой ученый», рубрика «Технические науки», № 29 (163) июль 2017.
6. Талапов В. Что мешает внедрению BIM в России // Электронный ресурс Isicad.ru URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14978 (дата обращения 18.12.2019).

ОБ ОСНОВАХ ЭСТЕТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Неустроева Юлия Дмитриевна, магистрант

«Базовая кафедра АО «Мостострой – 11»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

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

Аннотация. В настоящее время по всему миру возводят тысячи мостовых сооружений самого разного назначения: от автомобильных и железнодорожных до мостов для перехода животных в местах с интенсивным движением. Эти мосты воздействуют на человека и визуально. Но не все проектировщики, а в последующем и строители могут создать эстетично правильную и радующую глаз конструкцию. В статье делается попытка проанализировать, в чем заключается эстетика мостовых сооружений и на чем она основана в строительной сфере.

Ключевые слова: эстетика; мостовые сооружения; мосты; эстетические качества; принципы проектирования; эстетические критерии.

Введение

Проблема низкого эстетического уровня мостовых сооружений актуальна сегодня не только в России, но и за рубежом. В последнее время архитекторы и инженеры со всего мира изучают способы применения этических качеств при строительстве мостов. Анализ состояния проблемы показывает, что в России довольно большое внимание уделяется именно архитектуре транспортных сооружений, в том числе и мостов, однако эстетике мостовых сооружений внимания уделяется явно недостаточно [1].

Эстетика – это философское понятие, основу которого составляет концепция красоты [2]. Красота конструкции мостов непосредственно зависит от его проектных решений: конструктивной системы, материала, согласованности формы, цветовой гаммы и др. Эстетическое впечатление зависит от инженерных и архитектурных особенностей. Сооружение может быть совсем простым и не примечательным, но его эстетические качества зависят от

того, как оно взаимодействует с окружающей средой, насколько его конструкции гармонируют с природой и как это оценивается зрителем.

Эстетические основы проектирования

Развитие проектирования сооружений с эстетическим уклоном должно основываться на общих принципах создания проектных решений. То есть инженеры и архитекторы должны понимать, что именно необходимо мостовым сооружениям, чтобы выглядеть эстетично. Ниже приведены основные направления проектирования, заимствованные из [2].

Пропорции. В процессе создания конструкции необходимо верно подбирать соотношения между пролетом и высотой, а также между размерами опор и пролетных строений.



Рисунок 1 – Мост Пуэнте-Нуэво. Испания
(Источник: <https://www.liveinternet.ru/users/nikalata/post322016683/>)

К примеру, мост будет выглядеть эстетично, когда пролет будет значительно больше высоты. Мост на рис.1 выглядит очень массивно и хорошо характеризует эпоху, когда он был построен. Но в то же время он абсолютно противоречит современным канонам эстетического строительства мостовых сооружений.

Система линий и граней. Эта система должна относиться к направлениям линий и граней конструкции. Количество этих направлений не должно быть более трех, особенно при проектировании ферм. Слишком много направлений создает беспорядочное нагромождение линий и вызывает нежелательные эмоции (рис.2).



Рисунок 2 – Дарницкий мост, Украина.
(Источник: [https://www.wikiyu.com/ru/Дарницкий_мост_\(Киев\)](https://www.wikiyu.com/ru/Дарницкий_мост_(Киев)))

Изысканность формы. Параллельные прямые линии в конструкциях по визуальным соображениям рекомендуется не использовать, например, промежуточные опоры параллельной формы вызывают оптический обман: верх выглядит шире, чем низ опоры. Поэтому следует проектировать опоры, колонны, сужающиеся к верху, что придает конструкции более изящную форму.

Мост в Ярославской области (Рис.3) возведен не так давно, но мы видим, что здесь отсутствует не только вышеописанный принцип применения эстетики, но и чувство вкуса в целом. На это есть несколько причин:

1. Незнание и непонимание эстетических норм;
2. Нежелание применять эстетические основы из-за повышения ресурсов проектирования и строительства мостового сооружения.



Рисунок 3 – Мост в Ярославской области, Россия.
(Источник: <https://www.yarregion.ru/Pages/presscenter/news.aspx?newsID=3616>)

Внедрение в окружающую среду. Местоположение мостов играет важную роль в создании конструктивной системы, поиске цветового решения и, конечно же, оказывает воздействие на эстетический вид сооружения. Мосты, предназначенные не только для выполнения транспортной функции, но и хорошо вписывающиеся в окружающее пространство, будут с одобрением встречены и специалистами, и обществом [1].

Для иллюстрации применения вышеописанных критериев эстетики проанализируем конструкцию моста на рис. 4. Как видно, этот мост хорошо вписывается в окружающую среду. Кроме того, у него хорошее соотношение между длиной и высотой пролетов, высотой опор над водой из-за чего мост смотрится достаточно тонким. Кроме того, и ригели, и стойки опор выглядят тонкими по сравнению с шириной опор, а внутренние стойки визуально образуют стрельчатые арки. С силовой точки зрения очевидно, что широкое пролетное строение опирается на широкие же опоры, состоящие из относительно тонких элементов [3].

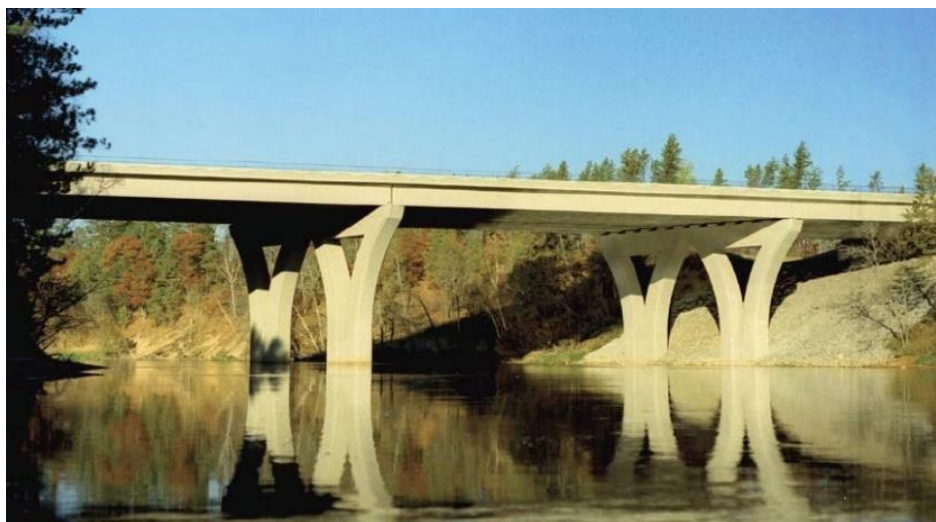


Рисунок 4 – Мост через Миссисипи.
(Источник: [3])

Цвет. Чаще всего именно цвет сооружения помогает нам обратить на него внимание. Использовать цвет можно двумя способами:

- создавая конструкцию, сливающуюся с окружающей средой;
- создавая конструкцию, цвет которой ярко выражен, чем создается контраст между окружающей средой и конструкцией.

Цвет способен придать привлекательный вид даже серой бетонной конструкции. Им можно исправить любые неровности и изъяны даже во время эксплуатации, поэтому именно этот принцип можно считать самым универсальным.

Для того, чтобы показать насколько важно придавать цветовую гамму, рассмотрим мост «Золотые Ворота», построенный в Сан-Франциско еще в 1937 году (Рис.5). Этот мост нередко приводят в пример как образец высочайшей технической эстетики [4].



Рисунок 5 – Мост «Золотые Ворота», Сан-Франциско
(Источник: <https://wikiway.com/usa/san-frantsisko/most-zolotyie-vorota/>)

Заключение

Эстетика сооружений, в том числе и мостов, слабо изучается в нашей стране, но тенденция проектировать и строить не только надежные, но и красивые сооружения с каждым годом растет. Если научиться создавать мостовые сооружения, основываясь на изложенных в статье критериях, то можно улучшить представление будущих поколений о нашей эпохе.

Литература:

1. Овчинников И.И. Влияние инноваций на эстетику мостовых сооружений/ Овчинников И.И., Горбачева И.А., Овчинников И.Г.// Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019, №1
2. Овчинников И.Г., Дядченко Г.С. Пешеходные мосты: конструкция, строительство, архитектура. Учебное пособие. Саратов СГТУ. 2005. 226с.

3. Горбачева И.А. Исследование применимости постулатов мостовой эстетики к задаче проектирования мостов/ Горбачева И.А., Овчинников И.И., Овчинников И.Г.// Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 4, №4(2017)
4. <https://wikiway.com/usa/san-frantsisko/most-zolotyе-vorota/>
(дата обращения: 10.11.2019)

ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

*Петров Алексей Владимирович, магистрант
базовой кафедры АО «Мостострой-11»
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
(Научный руководитель – Валиев Ш.Н., канд. техн. наук, доцент)*

Несмотря на глобальное потепление, проблема бетонирования конструкций в зимний период времени не теряет свою актуальность. При бетонировании в зимних условиях, главной проблемой становятся низкие температуры, которые приводят к замерзанию бетонной массы. Зимними условиями считаются температуры ниже 5°C.

Существуют две основные причины, которые препятствуют укладке бетона зимой:

- при отрицательных температурах значительно замедляется процесс гидратации цемента, что негативно влияет на срок набора прочности.

- при расширении замерзающей воды создаются дополнительные давления в конструкции, которые могут её разрушить. Также, на арматурном каркасе может появиться ледяная корка, которая будет препятствовать сцеплению с бетоном с арматурой.

Для того чтобы производить бетонирование зимой и избежать данные негативные последствия, строители вынуждены применять некоторые меры:

1) Осуществлять входной контроль бетонной смеси перед бетонированием конструкции. Смесь должна быть не менее 5°C.

2) Вводить в бетонную смесь специальные антиморозные добавки и ускорители твердения.

3) Использовать такие способы прогрева, как:

- электрический прогрев бетонной смеси перед укладкой в опалубку;
- электрический прогрев бетонной смеси после укладки в опалубку;
- инфракрасный прогрев, основанный на возникновении в бетонной смеси тепловой энергии в результате воздействия инфракрасными волнами;
- прогрев бетона с помощью тепловых пушек и возведения вокруг конструкций «тепляков»;
- использование специальной греющей-опалубки.

Все эти способы прогрева достаточно дороги в обслуживании, требуют большой занятости рабочего состава и не всегда подходят для мостовых конструкций.

Достаточно новым, недорогим, эффективным, не требующим большой трудоёмкости, подходящий для всех видов конструкций, является метод прогрева термоэлектрическими матами. Термоэлектрические маты обеспечивают равномерный прогрев конструкции, просты в установке, есть возможность придать любую форму, благодаря чему самые труднодоступные и наиболее подверженные замерзанию места будут прогреваться должным образом.

В дальнейшем мне видится повсеместный переход на прогрев термоэлектрическими матами, так как они имеют высокий КПД и самое главное, имеют перспективу развития. В скором будущем появится цифровое управление термоэлектрическими матами, которое позволит в онлайн режиме наблюдать за процессом прогрева бетона, регулировать набор температуры и плавное остужение. Всё это наилучшим образом повлияет на сроках и качестве железобетонной конструкции.

ПРИМЕНЕНИЕ ГОФРИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Тарасова Кристина Игоревна, магистрант

базовой кафедры «Мостострой-11»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

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

В России в 1875 году было положено начало применения металлических гофрированных конструкций (МГК), для замены деревянных труб при строительстве железных дорог [1]. В начале XX века насчитывалось более 5000 построенных объектов из металлических гофрированных труб, что составляет 125 объектов за год. Значительная часть этих объектов эксплуатируется и по настоящее время [2].

Сооружения из МГК (Рис. 1) различных очертаний являются одним из самых востребованных направлений в транспортном строительстве, согласно опыту применения в России.

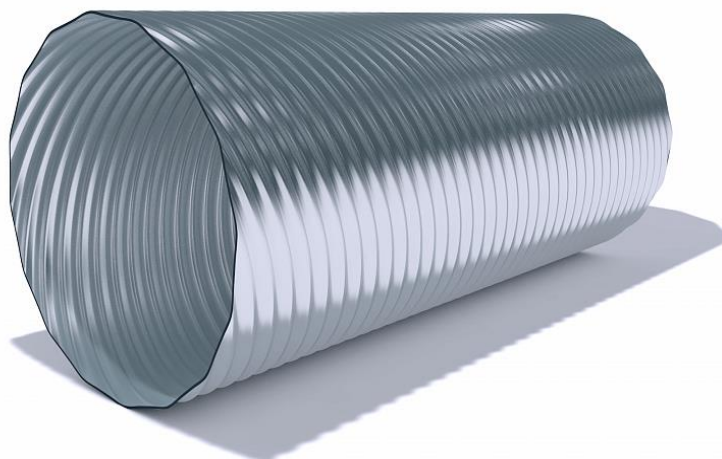


Рисунок 1 – Гофрированная металлическая труба

На сегодняшний день можно выделить четыре основных направления использования в строительстве металлических гофрированных конструкций (Рис 2):

- водопропускные сооружения;
- защитные сооружения;
- инженерные сооружения;
- промышленные и транспортные объекты [2].



Рисунок 2 – Основные направления использования МГК

В России наибольшее распространение МГК получили при строительстве небольших искусственных сооружений (ИССО) в транспортном строительстве. При помощи МГК сооружаются:

- водопропускные трубы в полотне автомобильных и железных дорог как альтернатива трубам из бетонных колец;
- арочные сооружения как альтернатива однопролетным мостам;
- многопролетные мосты с пролетом до 18 метров как альтернатива бетонным и металлическим мостам [2].

В России в настоящее время наблюдается интенсивный рост числа возводимых объектов из МГК [4].

Перед строительными организациями существует задача выбора типа искусственного сооружения малого отверстия, которое обладает достаточной долговечностью, целесообразностью конструкции и экономичным расходом материала [1]. Выбор оптимального сечения позволяет обеспечить наилучшие результаты эксплуатации объекта. Существует несколько видов сечений МГК (Рис. 2).

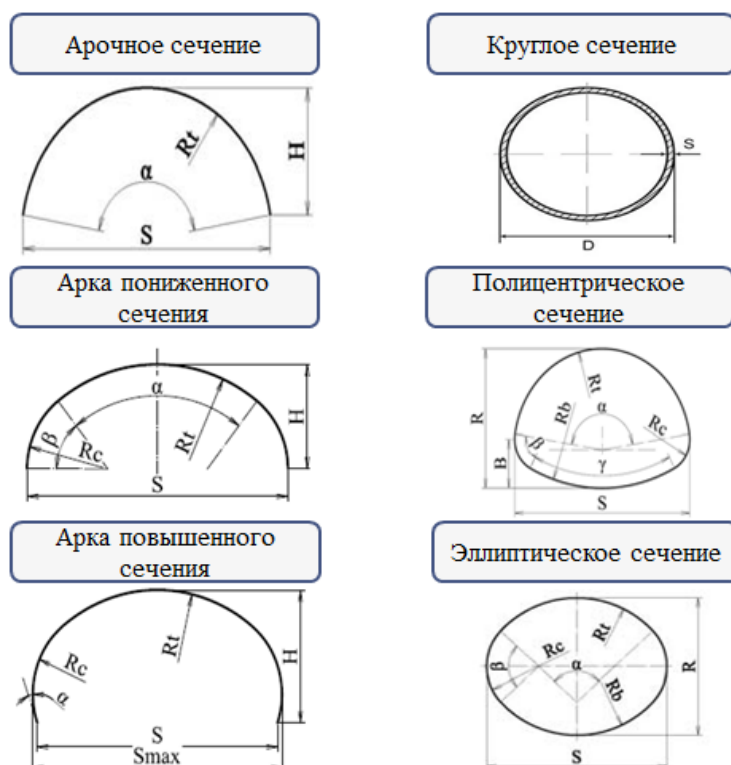


Рисунок 3 – Виды сечений металлических гофрированных конструкций

Выбор варианта очертания отверстия всегда должен начинаться с оценки наиболее простой формы. Другие формы сечений следует принимать после технико-экономического обоснования целесообразности [3].

По сравнению с трубами из других материалов, гофрированные трубы обладают такими важными преимуществами как:

- экономическая эффективность (дешевизна по сравнению с железобетонными и каменными);
- высокая прочность, при сравнительно малой толщине (3-7 мм);
- долговечность;
- процесс сооружения гофрированной трубы занимает мало времени;
- сборка трубы очень проста и не требует наличия квалифицированной рабочей силы и особых приспособлений;
- удобны для транспортировки и складывания в пачки, благодаря своему малому весу [2].

Также гофрированная труба может быть вынута из насыпи и перенесена в другое место или заменена трубой другого диаметра без особого труда и без разрытия насыпи, кроме того, гофрированные трубы требуют меньшей высоты засыпки, нежели трубы из других материалов, и удобны в случае необходимости уширения дороги, так как труба может быть легко удлинена наращиванием потребного количества секций.

Помимо этого, МГК обладают рядом положительных эксплуатационных качеств: малые затраты на ремонт, сопротивляемость разрушению при размывах дороги, сопротивляемость разрушающему действию льда при замерзании воды в трубах, безопасность в пожарном отношении, надежность в условиях повышенной сейсмичности [1].

Можно сделать вывод, что металлические гофрированные конструкции имеют хорошие прочностные характеристики и обладают рядом преимуществ перед конструкциями из других материалов. В наши дни, время – самый ценный ресурс, поэтому одним из главных преимуществ, можно считать – быстроту сборки. Наиболее перспективными направлениями использования МГК являются водопропускные сооружения, транспортные и пешеходные тоннели, пешеходные переходы.

Литература:

1. Гнедовский, В. Н. Трубы под железнодорожными насыпями. / В.Н. Гнедовский. - М.: Трансжелдориздат, 1938, - 267 с.
2. Закрытое акционерное общество «Гофросталь» = Closed joint-stock company «Gofrostal» : кат. продукции. – [Б. м. : б. и., б. г.]. – 34 с.
3. Изделия строительные металлические из гофрированных листов для конструкций инженерных сооружений. Общие технические условия : СТО 33027391 - 2013. – Введ. 01.07.13. – Москва : 2013. – 35 с.
4. Рябов, И. В. Регулирование внутренних напряжений в грунтозасыпных арочных сооружениях из металлических гофрированных конструкций: дис. на соискание уч. ст. канд. техн. наук : 05.23.01 / И. В. Рябов. – Киров, 2016. – 135 л.

HYPERLOOP

*Айрапетян Никита Эдвардович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Данный проект был выполнен с учетом возможности переоборудования под использование системы Hyperloop (Рис.1).

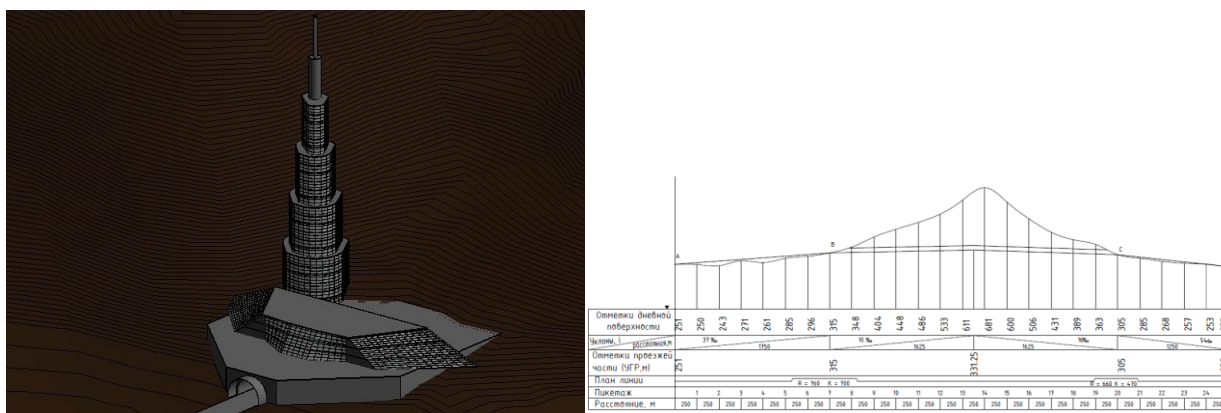


Рисунок 1 – Проект железнодорожного тоннеля в городе Афины

Hyperloop или гиперпетля – очередной амбициозный проект Илона Маска, основой которому послужила идея создания вакуумного поезда из далекого 1909 года. Создания транспорта, на движение которого не будет оказывать воздействие поток воздуха – единственный способ осуществить следующую революцию в этой сфере. Ведь сила трения, создаваемая взаимодействием поверхности транспортного средства с встречным потоком воздуха, очень велика. Как пример, можно рассмотреть космические полеты: для выхода на околоземную орбиту, ракете-носителю требуется затратить огромное количество энергии, чтобы преодолеть силу притяжения земли, а также сопротивление воздуха.

Если на Земле удастся создать среду, в которой будет обеспечен вакуум – это позволит достичь огромных скоростей, в десятки раз больше скорости звука.

Однако идея Маска предполагает достижения лишь форвакуума (давление в 100 Па) внутри специальных трубопроводов внутренним диаметром до 3.3 м. Дальнейшее уменьшение давления ведет за собой слишком большие денежные затраты, тем самым максимальная скорость ограничивается на отметке 1220 км/ч. Капсула приводится в движение магнитным полем, созданным линейным

двигателем, устройством, направляющим магнитный поток (статором), послужит алюминиевый рельс длиной 15 м, устанавливаемый в нижней части трубы через каждые 110 км основана на использовании линейного двигателя. Для питания системы предусмотрена установка системы солнечных батарей, способных вырабатывать 57 МВт, при этом прогнозируемое потребление энергии составляет лишь 21 МВт. От продажи излишков энергии планируется выручать около \$25 млн ежегодно. При стоимости проекта в \$7.5 млрд, планируемый срок окупаемости составляет 20 лет.



Рисунок 2 – Концепция участка системы Hyperloop

Засчет данной системы возможно сокращение времени пребывания в дороге более чем в 3 раза, если сравнивать с воздушным транспортом, при том, что система будет обслуживаться крупными городскими вокзалами, что делает этот вид транспорта очень удобным.

Литература:

1. <https://hyperloop-one.com>. [Электронный ресурс]. -<https://hyperloop-one.com/hyperloop-explained>. Дата доступа 16.12.2019
2. Wikipedia.org [Электронный ресурс]. - https://ru.wikipedia.org/wiki/Hyperloop#Hyperloop_Transportation_Technologies. Дата доступа 16.12.2019

ДОРОЖНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА И МОСТЫ РЕСПУБЛИКИ КАМЕРУН

*Атеба Пол Нкули, студент 3-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

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

Республика Камерун – это государство на побережье Гвинейского залива в Западной Африке. На территории государства по состоянию на 2013 год проживает 20,5 миллионов человек.

Общая протяженность автодорожной сети в стране составляет 34 300 км, из них 4288 км дорог имеют усовершенствованное твёрдое покрытие.

Сегодня сеть железных дорог Республики Камерун имеет протяжённость 1104 км. Основная часть этих дорог построена ещё во время второй мировой войны, в период, когда Камерун являлся немецкой колонией.

Линии железных дорог постоянно поддерживаются в пригодном для эксплуатации состоянии. Тем не некоторые участки железных дорог не используются из-за плохого состояния мостов на этих участках (Рис. 1).



Рисунок 1 – Железнодорожный мост через реку Санага, Камерун

Наиболее важным для инфраструктуры страны участком железной дороги является маршрут Яунде – Н’гаундере. В частности, линия от Дуала до Нгаундере имеет огромное экономическое значение для Республики Камерун. По этой железнодорожной линии перевозятся основные промышленные грузы страны: нефтепродукты, цемент, хлопок-сырец и другие продукты сельского хозяйства.

СУПЕРСЛОЖНЫЕ КИТАЙСКИЕ РАЗВЯЗКИ

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

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

Потрясающий Китайский путепровод состоящий из пяти уровней и 20
рамп.



Рисунок 1 – Многоуровневая развязка в Чуньцине, вид сверху



Рисунок 2 – Многоуровневая развязка в Чуньцине, вид снизу

На рис.1 и рис.2 представлен «умопомрачительная» развязка в Чунцине(Chongqing), Китай, содержащий пять уровней, 20 рамп и 8 направлений.

Новый путепровод привел в замешательство китайских пользователей Интернета , а некоторые обеспокоены тем, что могут потеряться на сложном участке города, сообщает People's Daily Online. Но чиновник, отвечающий за проект, сказал, что для водителей не составит труда определить правильное направление и будет легко развернуться, если они поехали не в ту сторону.

Строительство путепровода началось в сентябре 2009 года, и проект был окончательно завершён 31 мая. В 2017 эстакада до сих пор находилась в стадии строительства, на некоторых участках, ещё проводились работы по озеленению и строительству пешеходных дорожек. Несмотря на то что некоторые участки были уже открыты, развязка была полностью не работоспособна до начала 2018 года.

Литература:

1. Интернет-журнал[Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2097156/chongqings-complex-new-interchange-ramp-too-far-some> .–Дата доступа:05.12.2019.
2. Интернет-журнал[Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.dailymail.co.uk/news/article-4562226/Images-China-s-mind-blowing-overpass.html> .–Дата доступа:05.12.2019.

ОСНОВЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БНТУ

Бабонова Татьяна Андреевна, Пилюга Виктория Викторовна
студентки 5-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ляхевич Г.Д., докт. техн. наук, профессор)

Инновации-внедренное или внедряемое новшество, обеспечивающее повышение эффективности процессов и улучшение качества продукции, востребованное рынком.

Инновационная деятельность- это комплекс научных, технологических, организационных, финансовых и коммерческих видов деятельности, обеспечивающих создание и реализацию нововведений.

Инновационная деятельность в БНТУ

Белорусский национальный технический университет (БНТУ) создал достаточно передовую инновационную инфраструктуру, чтобы отвечать требованиям социально-экономического развития реального сектора экономики. Она включает Филиал БНТУ «Научно-исследовательская часть» (НИЧ), Технопарк БНТУ «Политехник», Филиал БНТУ «Опытный завод «Политехник». Кроме того, в структуре НИЧ и Технопарка БНТУ «Политехник» создано несколько совместных международных лабораторий, центров с целью повышения эффективности международного сотрудничества. Проведенная работа позволила БНТУ играть важную роль, как в подготовке инженерных кадров, так и в развитии инженерной науки. Приведена общая структура организации научной и научно-инновационной работы.

БНТУ является научной организацией и осуществляет деятельность по следующим основным направлениям:

автомобилестроение и тракторостроение; металлообработка; металлургия и литейное производство; порошковая металлургия; строительство; архитектура; материаловедение; наноматериалы и нанотехнологии; транспортные коммуникации и материалы; транспортная логистика; ресурсо и энергосберегающие технологии; разработка месторождений полезных ископаемых; экология; водоподготовка и очистка водных ресурсов; лазерные материалы и технологии; оптика и электроника; энергетика, возобновляемые

источники энергии; приборостроение; информационные технологии и робототехнические системы; автоматизация производственных технологий; испытания, сертификация продукции и систем управления.

Научной, научно-технической и инновационной деятельностью в БНТУ, занимаются следующие структурные подразделения:

филиал БНТУ "Научно-исследовательский политехнический институт";

ГП «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»;

филиал БНТУ "Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики";

Республиканский институт инновационных технологий;

филиал БНТУ "Опытный завод «Политехник».

БНТУ выполняет задания в рамках научно-технических программ (государственных, региональных, союзного государства) и государственных программ научных исследований, проекты БРФФИ, хозяйственные договора и контракты с предприятиями и организациями республики, зарубежными учреждениями и организациями стран Евросоюза, Азии и СНГ.

Также издается 5 научных журналов («Наука и техника», «Энергетика - Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ», «Литье и металлургия», «Приборы и методы измерений», «Системный анализ и прикладная автоматика»), 5 сборников («Машиностроение», «Металлургия», «Архитектура», «Теоретическая и прикладная механика», «Экономическая наука сегодня»).

При БНТУ функционируют 15 советов по защите диссертаций (14 докторских и 1 кандидатский) по 38 специальностям.

Белорусский национальный технический университет (БНТУ) создал достаточно передовую инновационную инфраструктуру, чтобы отвечать требованиям социально-экономического развития реального сектора экономики. Она включает Филиал БНТУ «Научно-исследовательская часть» (НИЧ), Технопарк БНТУ «Политехник», Филиал БНТУ «Опытный завод «Политехник». Кроме того, в структуре НИЧ и Технопарка БНТУ «Политехник» создано несколько совместных международных лабораторий, центров с целью повышения эффективности международного сотрудничества. Проведенная работа позволила БНТУ играть важную роль, как в подготовке инженерных кадров, так и в развитии инженерной науки. Приведена общая структура организации научной и научно-инновационной работы.

Литература:

1. [Информационно-аналитический журнал «Новости науки и технологий» / учредитель ГУ «БелИСА». — Минск: ГУ «БелИСА», 2011, № 2(19)].
2. Электронный источник: <http://www.bntu.by/nichpnai.html>
3. Агарков А.П. Управление инновационной деятельностью [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров/ Агарков А.П., Голов Р.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2015.— 208 с.
4. Грайфер, В. И. Методология и практика управления инновационной деятельностью: моногр. / В.И. Грайфер, В.А. Галустянц, М.М. Виницкий. - М.: Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2012. - 352 с.

МЕМБРАННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ МОСТОВЫХ НАСТИЛОВ ФИРМЫ ELIMINATOR

*Белая Елизавета Викторовна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Гидроизоляционная мембрана для мостовых настилов ELIMINATOR является надежным решением для защиты бетонных и стальных мостов. Система разработана в сотрудничестве с инженерами, способна обеспечивать непревзойдённую долговечность и производительность, одновременно снижая текущие расходы на техническое обслуживание, как для небольших железнодорожных мостов, так и для самых длинных магистральных мостов во всём мире. Также мембранная гидроизоляция очень проста в укладке, что делает её особенно привлекательной для подрядчиков, стремящихся извлечь выгоду из быстрых сроков завершения проекта. Сочетание высокой прочности, сильной адгезии и контроля качества прямо на месте устройства гидроизоляции делает систему ELIMINATOR выгодной для подрядчиков и инженеров (Рис.1).



Рисунок 1 – Производство работ по укладке гидроизоляционной мембраны

Стальные и бетонные мосты на протяжении всего срока строительства и эксплуатации подвержены агрессивному воздействию воды, хлоридов и мороза, что приводит к появлению дефектов и даже к разрушению конструкций.

Поэтому установка высокоэффективной гидроизоляционной мембраны является неотъемлемой частью любой программы строительства или ремонта мостов.

На данный момент одним из приоритетов являются краткие сроки строительства. Благодаря усовершенствованию проведения каждого из этапов строительства инженеры стремятся к тому, чтобы как можно быстрее завершить проект. Основная на уникальной передовой технологии смол, система ELIMINATOR комбинированное действие между настилом, водонепроницаемой мембраной, основанием и асфальтом, обеспечивая полную связь мембраны как вниз с настилом, так и вверх по поверхности. Чрезвычайно высокая степень сцепления позволяет мембране выдерживать суровые климатические условия и большие транспортные нагрузки. В отличие от традиционных способов укладки гидроизоляции, мембрану наносят на мостовое полотно способом высокоскоростного распыления при возможности производить работы практически при любой температуре и влажности, что предотвращает общую задержку строительства всего объекта. Кроме того, мембранная гидроизоляция может быть нанесена на бетонные поверхности уже через 14 дней, а укладка может быть завершена в тот же день, что и нанесение гидроизоляции.

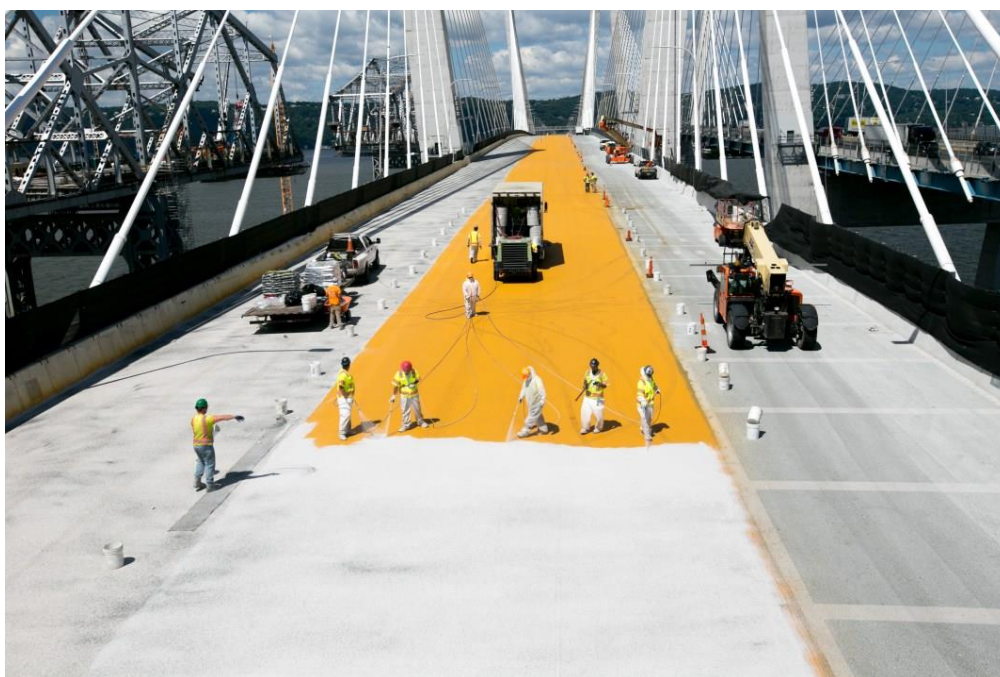


Рисунок 2 – Использование двухцветной системы укладки гидроизоляции

Для многих альтернативных продуктов невозможно проверить правильность выполнения устройства гидроизоляции до тех пор, пока работа не будет завершена, что приводит к задержкам проекта. Система гидроизоляции ELIMINATOR имеет встроенные функции обеспечения качества для проверки целостности покрытия во время устройства. Тестирование проводят во время

выходных дней. С использованием толщиномера можно легко убедиться в равномерности и достаточной толщине нанесения мембраны без необходимости разрушения мембраны. Также благодаря использованию двухцветной системы наложения можно быстро идентифицировать любые области, нуждающиеся в исправлении, и сразу же добавлять дополнительные слои. Всё это позволяет убедиться в том, что работа была выполнена качественно с первого раза.

Литература:

1. Bridge preservation [Электронный ресурс] / Technology ews. - Режим доступа: <https://bridgepreservation.com/category/news/>. Дата доступа: 22.12.2019.
2. Cseengineer mag [Электронный ресурс] / Technology ews. - Режим доступа: <https://cseengineermag.com/tag/bridges/>. Дата доступа: 22.09.2019.
3. GCP Applied Technologies [Электронный ресурс] /ELIMINATOR, GCP Applied Technologies. - Режим доступа: <http://product.gcpat.com/eliminator>. Дата доступа: 23.12.2019.

МОСТ-ПАВИЛЬОН ЗАХИ ХАДИД

*Борель Вадим Николаевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Мост-павильон – это современное уникальное здание, построенное в Сарагосе по проекту британско - иракского архитектора Захи Хадид. Она первой из представительниц прекрасного пола получила Притцкеровскую премию, создала свой собственный стиль и считается одним из самых талантливых и успешных архитекторов современности. Строительство началось в 2005 году и было завершено к июню 2008 года (Рис. 1).



Рисунок 1 – Главный вид моста павильон

Мост-павильон – стальной мост, который состоит из 4 модулей — один из них соединяет правый берег реки Эбро с островом, его вид сверху напоминает цветок гладиолуса. Мост-павильон длиной 270 м и весом более 2 т удерживают всего 3 опоры: две вспомогательные на берегах и основная на острове. Переправу строили на берегу, а потом устанавливали над рекой без промежуточных опор. Покрытие павильонов сделано по принципу рыбьей чешуи: составные элементы свободно закреплены на стержнях и могут двигаться под воздействием ветра, открывая и закрывая световые проемы. Мост является пешеходным мостом, выставочным залом и входным павильоном в комплекс Экспо. Внутри каждого модуля расположен отдельный выставочный зал с разной степенью освещенности (Рис. 2).

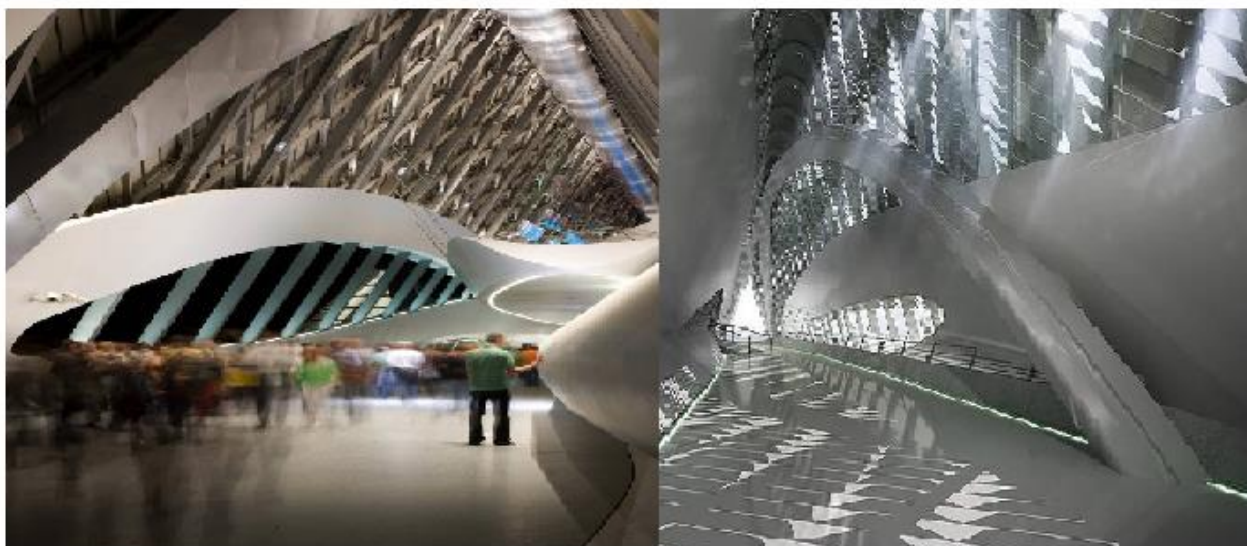


Рисунок 2 – Внутри моста Павильона

Открыли Мост-павильон в Сарагосе к Всемирной выставке «Экспо-2008» в июне 2008 года. Мост является результатом более чем 30-летнего исследования Захи Хадид. Он обеспечил плавный переход между городом и выставочной площадкой. Во время Экспо 2008 в павильоне «Мост» прошла выставка под названием «Вода» - уникальный ресурс. Девиз Экспо 2008 – "Вода для жизни". Экспозиция Павильона-Моста знакомит посетителей с важной жизненной проблемой - рационального использования воды в условиях ее дефицита во многих уголках планеты. Яркий пример такой проблемы – высыхающая река Эбро, через которую переброшен Мост-павильон.

Со второго этажа павильона и особенно с балконов открывается отличный вид на Экспо-центр, город и реку Эбро. Мост впечатляет своей неординарностью, размерами и красотой, сливается с рекой, служит ее дополнением. Поражает талант и изобретательность архитектора, которая смогла реализовать своё видение в реальность. Мост является современным ярким достижением архитектуры.

Литература:

1. Arch 20 | Architecture and design magazine [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.arch2o.com/zaragoza-bridge-pavillon-zaha-hadid-architects/>. – Date of access: 23.12.2019.
2. Тонкости туризма – Энциклопедия курортов, описание отелей, отзывы туристов и экспертов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tonkosti.ru/Мост-павильон_Захи_Хадид. – Дата доступа: 23.12.2019.

3. Architime.ru – Архитектурный инструментарий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.architime.ru/architects/a_zaha_hadid.htm. – Дата доступа: 23.12.2019.
4. Wikipedia, the free encyclopedia [Electronic resource]. – Mode of access: https://en.wikipedia.org/wiki/Bridge_Pavilion#/media/File:Pabellón-Puente_Zaragoza.jpg. – Date of access: 23.12.2019.
5. Design Build Network | Design News & Views Updated Daily [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.designbuild-network.com/projects/zaragoza-leaf/>. – Date of access: 23.12.2019.

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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

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

Гидроизоляция – защита всех видов строительных конструкций или сооружений от проникновения или вредного воздействия жидкости. Существуют различные виды гидроизоляции в зависимости от назначения, места применения, контактирующего материала. Для каждого отдельного случая обычно подбирается определенный тип материалов, используемых для гидроизоляции. С каждым годом рынок материалов расширяется, появляются совершенно инновационные варианты. Для начала рассмотрим наиболее распространенные материалы, которые применяются при гидроизоляции на сегодняшний день.

Рулонные материалы. Обычно они изготавливаются на основе картона, пропитанного специальными водоотталкивающими средствами. Примером может служить рубероид или стеклорубероид, бризол, гидробутил, гидроизол, толь.

Рулонно-битумные материалы. Обладают большими эксплуатационными характеристиками в сравнении с рулонными материалами. Наиболее популярен рубероид с защитным слоем из крупного зерна (К класс), пергамин, который чаще используют в качестве подкладки под изоляцию, изол для пароизоляции, стеклоизол, металлоизол(фольгоизол), гидроизол.

Пленочные материалы. Это чаще всего пленки из полипропилена, полиэтилена, ПВХ мембраны. Для повышения прочности обычно такие пленки укрепляют армированной сеткой. Пленки из полипропилена более устойчивы к УФ излучению. Пленочные материалы очень популярны ввиду своей низкой стоимости и универсальности.

Порошковые материалы. Чаще всего это смеси из цемента, различных добавок и синтетических смол.

Мастики – составы на основе клея и вяжущих веществ с добавлением различных дисперсионных наполнителей. Срок службы гидроизоляции с применением такого вида материала составляет примерно 10 лет. Наиболее популярны битумные и водоземulsionные мастики.

В область разработки гидроизоляционных материалов постоянно развивается. На рынок поступают новейшие материалы, которые характеризуются большим сроком службы и повышенным качеством. Примерами таких материалов могут служить геомембраны, различные виды жидкой резины, гидрофобизаторы, различные новейшие виды мастик.

Геомембраны состоят из полимерного эластичного однородного геотекстиля, отличающегося равномерными свойствами вдоль и поперек всего полотна. Геомембрана относится к классу рулонных материалов. По способу производства разделяют на полиэтилен высокого давления, который характеризуется высокой эластичностью, и на полиэтилен низкого давления, отличительным качеством которого является повышенная жесткость и устойчивость к повреждениям.



Рисунок 1 – Геомембрана

Гидрофобизаторы – смеси силикона, органических растворителей и соединений силикатных кислот. Обычно такой материал применяется для проникающей изоляции. Чаще всего в состав такого вида материала входят кремнийорганические сополимеры, они проникают вглубь материалов примерно от 2 до 15 мм в зависимости от структуры и пористости материала. Затем вода испаряется, а полимеры закупоривают крупные капилляры, образуя полимерную пленку. Срок службы такого материала варьируется от 5 до 15 лет.



Рисунок 2 – Пример гидрофобизатора

Жидкая резина – относится к классу мастик холодного нанесения. Большим плюсом этого вида материала является то, что жидкая резина не имеет в составе растворителей и не выделяет вредных летучих органических соединений. Ее инновационная характеристика – возможность сцепления с любым материалом, не зависимо от стадии затвердевания или возраста предыдущего покрытия. Также отличается высокой устойчивостью к УФ лучам. Срок эксплуатации экологически чистой гидроизоляции на ее основе превышает 20 лет



Рисунок 3 – Жидкая резина

Качественно подобранные материалы для гидроизоляции – основа качества и долговечности конструкций.

Литература:

1. Википедия. Свободная энциклопедия. Статья: Гидроизоляция [Электронный ресурс] – Ссылка для доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидроизоляция>. – Дата доступа: 23.12.2019
2. Интернет-портал Strport. Статья: Гидроизоляционные материалы: виды [Электронный ресурс] – Ссылка для доступа: <http://strport.ru/izolyatsionnye-materialy/germetiki/gidroizolyatsionnye-materialy-vidy>. – Дата доступа: 23.12.2019

ПОРТАЛ «ВЕТЕР В ОГНЕ»

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

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

Для оптимизации движения был разработан тоннель в Греции и создана модель портала данного сооружения (рис.1).

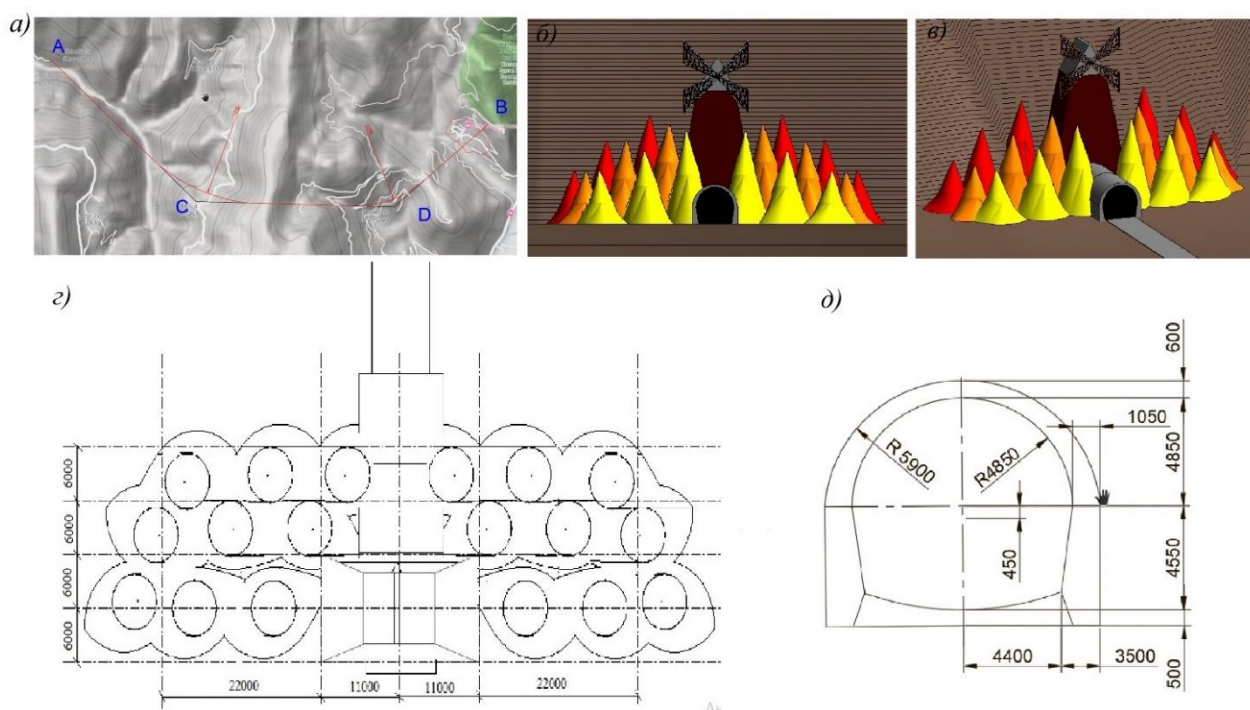


Рисунок 1 – Проект тоннеля в Греции: а) трасса тоннеля; б) главный фасад; в) бщий вид портала; г) план портала; д) разрез тоннеля

Визуально портал представляет собой мельницу, которую охватывает огонь. Поверхность «огня» сделана из декоративных солнечных батарей, которые частично будут обеспечивать портал и сам тоннель электроэнергией.

Недостающую электроэнергию сооружение будет получать за счёт ветряной мельницы. В отличие от ископаемого топлива, энергия ветра и солнца фактически неисчерпаема, общедоступна и более экологична. Она даёт условно бесплатную электроэнергию, которая в наше время стоит не дешево. Одним из недостатков является то, что из-за непостоянства природных условий выдача электроэнергии будет происходить неравномерно, то есть в какой-то день энергии будет вырабатываться больше, в какой-то – меньше. Но не стоит

забывать, что современные ветряные и солнечные станции хорошо совместимы с альтернативными источниками. К примеру, они могут функционировать в комплексе с дизельными генераторами, создавая единый замкнутый цикл.

Одним из плюсов ветряной мельницы является то, что долгое использование комплектующих, не требуется частой замены. Не сегодня завтра сектор ветряной энергетики превратится из альтернативного источника энергии в один из главных. Стоимость ветряков в последнее время снижается настолько быстро, что ее текущий рост дал фору всем прогнозам. В настоящее время самое дешевое электричество вырабатывает ветроэнергетика.

Для накопления электроэнергии существуют разные решения, например гидроаккумулирующие станции, электрохимические аккумуляторы и другие. По прогнозу Bloomberg New Energy Finance, общий объем инвестиций в ближайшие 20 лет на этом рынке превысит триллион долларов. По расчетам, с 2030 года самым дешевым способом хранения энергии будут литийионные аккумуляторы. Компания Tesla не так давно представила новые батареи этого типа — Megapack на 3 МВт•ч. Их можно объединять в целые электростанции мощностью до 1 ГВт•ч, способные на протяжении шести часов питать все дома в Сан-Франциско.

Для внутренней гидроизоляции тоннеля взят в использование продукт Remmers 2K Multi-Baudicht. Это гибридный продукт, отличающийся очень высокой адгезией к основанию и устойчивостью к негативной напорной влаге, имеет высокую прочность на растяжение и сжатие.

Свойства продукта: быстрое отверждение, позволяющее нанести гидроизоляцию за один день; безопасен для окружающей среды; способность к перекрытию трещин; возможность нанесения шпательным, шпатлеванием и распылением; хорошая устойчивость к воздействию осадков, водорослям, гниению и антиобледенительным солям; подходит для нанесения на вертикальные и горизонтальные поверхности и под растяжки.

Продукт применяется на всех минеральных основаниях. Основание должно быть чистым и прочным, свободным от масел, жиров и средств для распалубки. Допускается применение на матово-влажных основаниях; необходимо, чтобы поверхность основания была ровной и все швы были заделаны.



Рисунок 2 – Нанесение 2К Multi-Baudicht

Литература:

1. Ветроэнергетика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ветроэнергетика>. – Дата доступа: 11.10.2019.
2. Технологии для погления Греты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://expert.ru/russian_reporter/2019/19/tehnologii-dlya-pokoleniya-gretyi/. – Дата доступа: 11.10.2019.

СЛЕДУЮЩЕЕ ПОКОЛЕНИЕ ТОННЕЛЕЙ

*Волков Вадим Андреевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Для оптимизации движения был разработан тоннель в Сиднее. Также была создана модель портала данного сооружения (Рис. 1-3). После выхода из эксплуатации этого тоннеля предлагается применить машину компании Bouygues Travaux Publics для демонтажа тоннеля.



Рисунок 1 – Трасса тоннеля

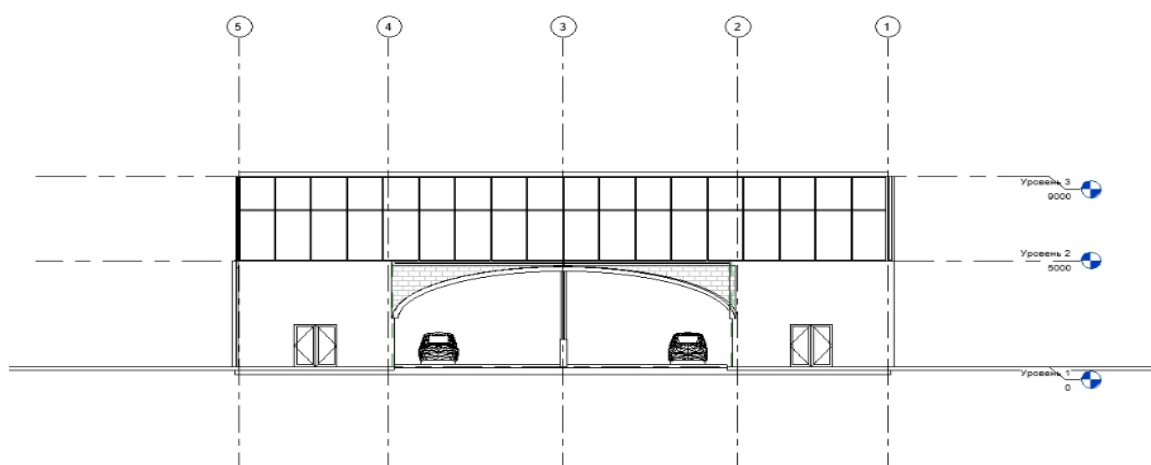


Рисунок 2 – Главный фасад

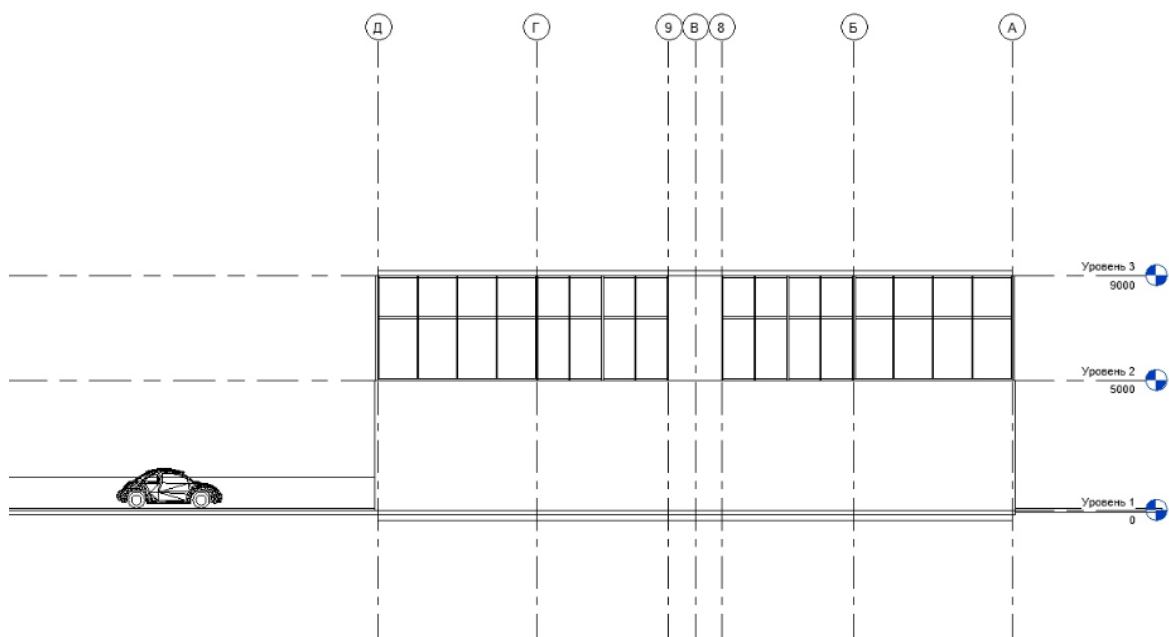


Рисунок 3 – Западный фасад

Столкнувшись с различными проблемами, мы стремимся использовать инновационные решения в строительстве и инфраструктуре. Например, в сотрудничестве с CSM-Bessac компания Bouygues Travaux Publics разработала машину для демонтажа тоннелей.



Рисунок 4 – Тоннель

Во время расширения линии метро Гонконга команда Bouygues Travaux Publics подключила новый тоннель к существующему тоннелю диаметром 150 метров. В сотрудничестве с CSM-Bessac компания Bouygues Travaux Publics специально разработала и создала новую машину для демонтажа тоннелей.

Эта машина бурит грунт в тоннеле и заполняет образованную полость цементом. Эта устройство помогает избежать обвалов и протечки воды, а также ограничивает воздействие гипербарических условий. Машина для демонтажа получила множество наград, в том числе первый приз в категории «Процесс / Оборудование» во французском конкурсе общественных работ 2013 года, организованном Национальной федерацией общественных работ Франции.

Машина для бурения тоннелей также получила приз «Оборудование года», присуждаемый Международной ассоциацией тоннелей в Лондоне.

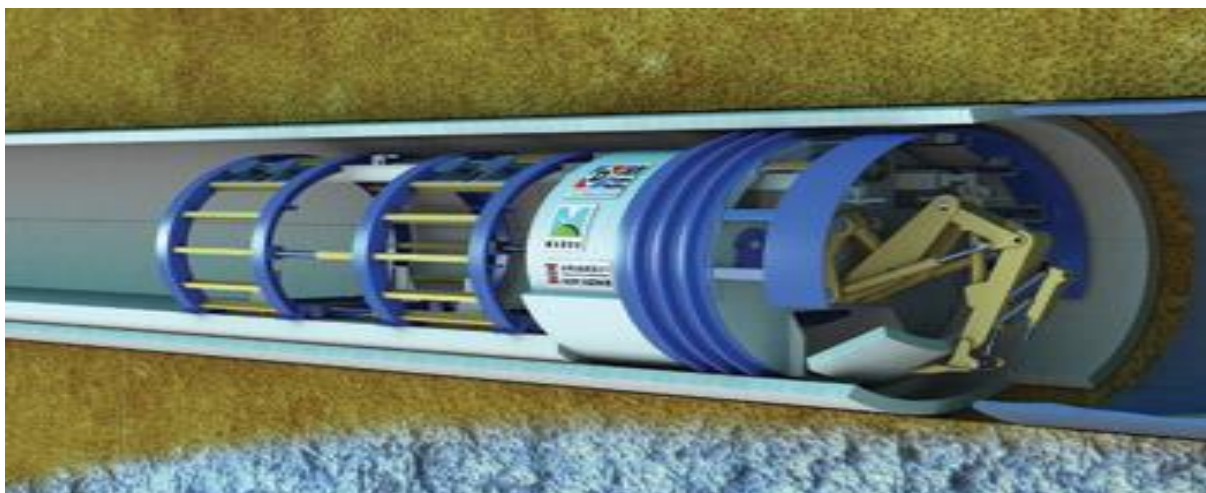


Рисунок 5 – Машина для демонтажа тоннелей

Ежегодно завершается строительство около десяти объектов, благодаря чему Bouygues Travaux Publics известен во всем мире. В 2013 году компания вложила значительные средства в проекты тоннеля и надеется продолжить это развитие в ближайшие месяцы и годы. Они будут использовать прорывные инновации, чтобы сохранить свое преимущество и увеличить вложение в крупные проекты.

Литература:

1. News blog about constructions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bouygues-construction.com/en/innovation/all-innovations/tunnel-dismantling-machine-tdm>. – Дата доступа: 16.12.2019
2. Shared innovations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bouygues-construction.com/>. – Дата доступа: 16.12.2019

ПРОЕКТ ТРАНСПОРТНОГО ТОННЕЛЯ. ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ КАМЕРЫ

*Ворожбицкий Николай Станиславович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках данного проекта возьмем в качестве местности для прокладки тоннеля был выбран ландшафт вблизи п.г.Джубга,Россия. Задачей проектирования плана и продольного профиля (трассирования) является соединение заданных точек пути сообщения А и D, линией наименьшей длины с уклонами не превышающими допустимых и возможно меньшей длине тоннеля. Я сделал трассировку продольного профиля тоннеля(Рис.1). Главной задачей при выполнении данного проекта было создание и расчет обделки железнодорожного тоннеля(Рис.2)

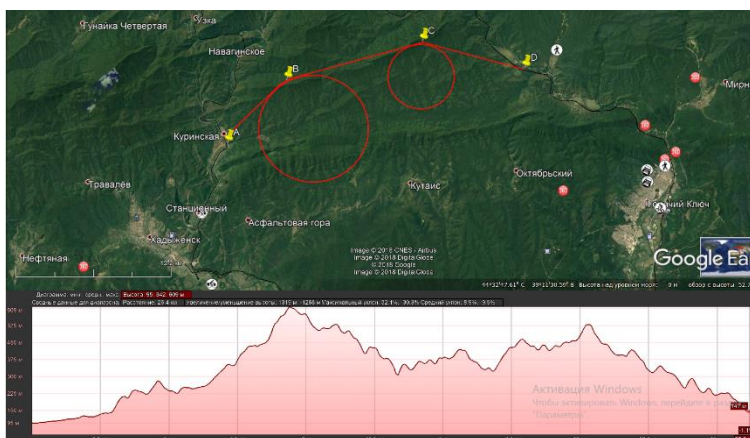


Рисунок 1 – Трассировка и продольный профиль тоннеля

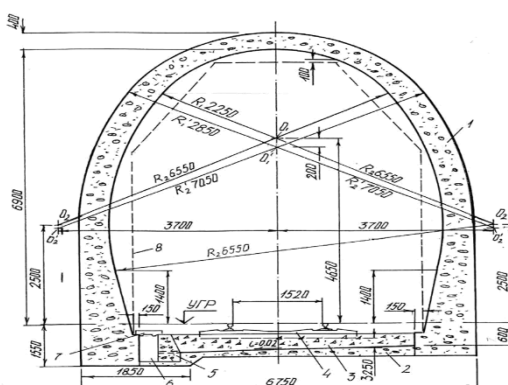


Рисунок 2 – Обделка однопутного железнодорожного тоннеля

Во время проектирования был запроектирован многофункциональный железнодорожный портал с двумя путями движения(Рис.3)

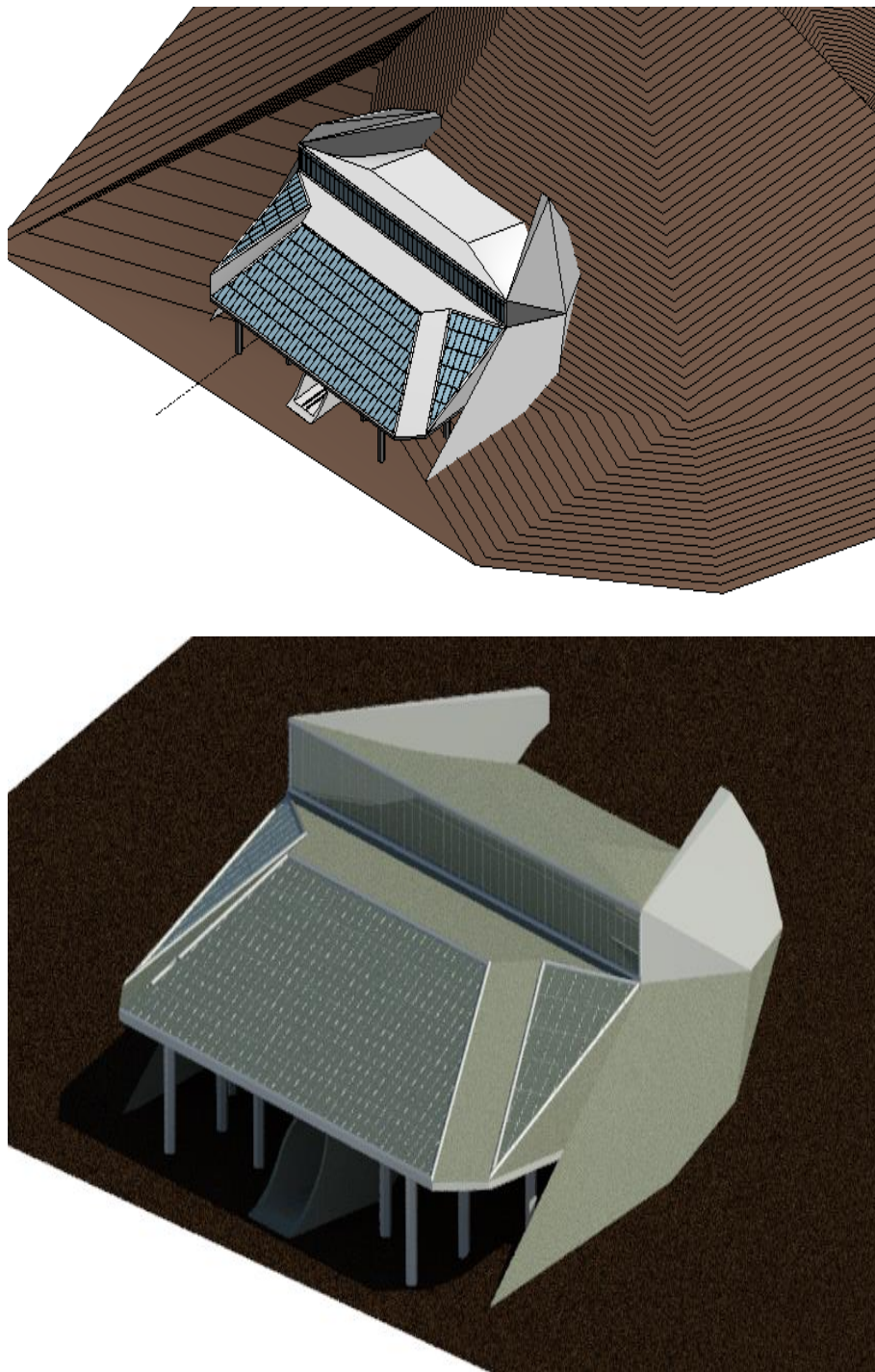


Рисунок 3 – Портал железнодорожного тоннеля

Туннельные пожары могут иметь разрушительные последствия для людей и инфраструктуры. Последствия пожаров в туннелях могут в худшем случае привести к серьезным человеческим жертвам, материальному ущербу и разрушению важных инфраструктурных линий. Таким образом, эффективная

профилактика, обнаружение и контроль пожара могут спасти жизни людей и предотвратить высокие затраты. Операторы туннелей и аварийно-спасательные группы всегда полагались на интеллектуальные технологии для поддержки их в этих задачах. Одним из примеров можно рассмотреть тепловизионные камеры(Рис.4.). Тепловизионное изображение является одной из таких технологий.



Рисунок 4 – Тепловизионные камеры

Хотя традиционные камеры видеонаблюдения по-прежнему являются опцией для мониторинга туннелей, тепловизионные камеры имеют ряд преимуществ. В туннелях тепловизионные камеры используются для мониторинга транспортных потоков или обнаружения инцидентов на ранней стадии. В других приложениях, таких как пожаротушение, тепловизионные камеры являются надежным дополнением к человеческому зрению, потому что они могут помочь пожарным видеть сквозь дым или обнаруживать горячие точки. Тепловизионная технология использует информацию о температуре, поступающую из окружающей среды. Ему не нужен никакой свет для того чтобы работать и поэтому, он имеет некоторые определенные преимущества над визуальными камерами и даже человеческим зрением.

Видеть сквозь дым: одно из самых больших преимуществ тепловизионных камер в области безопасности туннелей заключается в том, что они могут эффективно видеть сквозь многие типы дыма. Это делает его идеальной технологией для аварийных групп реагирования, чтобы найти свой путь через заполненный дымом туннель или для систем обнаружения инцидентов, чтобы вовремя обнаружить инциденты.

Не подвержен воздействию солнечных бликов: блики от солнца ослепляют обычные видеокамеры, эффективно скрывая транспортные средства, людей и

животных. Тепловизионные камеры игнорируют этот блик и реагируют только на тепловые сигнатуры, которые они обнаруживают.

Не влияет на фары: фары сбивают с толку камеры видеонаблюдения. Это приводит к ложным и пропущенным звонкам и делает невозможным точное наблюдение за дорожным движением в ночное время. Тепловизионные камеры невосприимчивы к бликам фар, поэтому они хорошо видят.

Смотрите сквозь тени: видеокамеры могут пропустить пешеходов, велосипедистов, животных и даже автомобили, если они находятся в тени. Это особенно касается входа или выхода из туннеля, где внутри может быть очень темно из-за теней и очень ярко снаружи из-за солнечного света. Но поскольку тепловизоры видят тепло, а не свет, в тепловом мире нет теней, поэтому это не повлияет на визуализацию

Дальний ночной просмотр: ночью шоссе выглядит как нечеткий ряд огней для видеокамеры, что делает невозможным значимый сбор данных и оценку инцидента. Но тепловизионные камеры ясно видят тепловые сигнатуры транспортных средств на расстоянии многих миль. Они также обеспечивают четкое видео обочин для информирования о припаркованных транспортных средствах или других опасностях.

Литература:

1. Тепловизионные камеры помогают гарантировать пожарную безопасность в туннелях <https://www.flir.com/discover/traffic/roads-tunnels/thermal-imaging-cameras-help-guarantee-fire-safety-in-tunnels/>.
2. Оптимизация решений для ТПМК проходки произвела революцию в современном тоннелестроении – 2016г. – URL: <https://www.maccafferri.com/ru/оптимизация-решений-для-тпмк-проходк/>
3. Научные статьи профессора Альберт де ла Фуэнте Антекера – 2017- URL: <https://scholar.google.ru/citations?user=a2sVRRIAAAAJ&hl=ru>

АРМИРУЮЩАЯ СИСТЕМА GEOWEB – ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

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

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

Армирующую инновационную систему использовал в проектировании дорожного покрытия собственного проекта. (Рис.1).

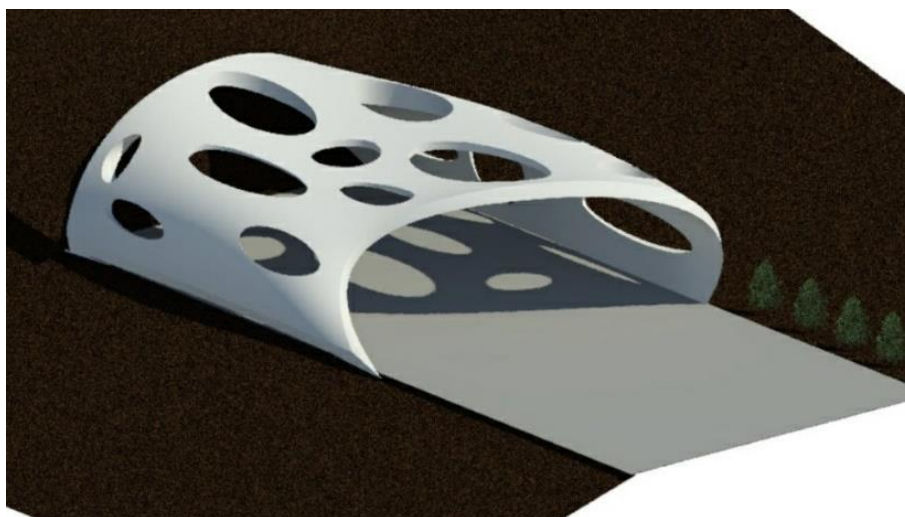


Рисунок 1 – Строение в котором использовалась технология GeoWeb

Система GeoWeb (GW) используется при создании защитных сооружений, укрепления и армирования строительных конструкций. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Конструкция системы GW

Некоторые технологии позволяют значительно упростить строительство дорог, а также продлить срок их службы. Одна из них называется ГеоВэб. Представляет собой двухмерную или трехмерную решетку которая изготавливается из полиэфирного полотна или полиэтиленовых лент. Когда эту решетку растягивают на земле перед асфальтированием она образует устойчивый каркас. Ячейки заполняются грунтом, щебнем или песком после чего сверху укладывают асфальт. Такая технология широко используется в автодорожном строительстве.

Благодаря тому, что весовая нагрузка распределяется более равномерно, трещины в полотне появляются гораздо реже. Это существенно увеличивает сроки между ремонтами. ГеоВэб усиливает основание дороги, стабилизирует грунт. Использование георешетки в местах со слабыми основаниями позволяет обустраивать дороги в таких местах где на первый взгляд построить их невозможно. (Рис. 3).

Наименование материала	Размер ячеек, мм	Высота ячейки, мм
Георешетка Geoweb (ГЕОВЕБ)		
GW 2008 A D P	244x203	203
GW 2006 A D P	244x203	152
GW 2004 A D P	244x203	102
GW 4006 A D P	488x406	152
GW 4004 A D P	488x406	102
GW 4003 A D P	488x406	76
Пример обозначения секции ГЕОВЕБ GW 2008 1030P		
20 -	Типоразмер ячейки 244x203	
8 -	Высота ячейки в дюймах 203 мм	
10 (A) -	Количество ячеек по ширине секции	
30 (D) -	Количество ячеек по длине секции	
P -	Перфорированная	

Рисунок 3 – Характеристики решетки

Решетки GeoWeb используются в строительстве не только автомагистралей, но и железных дорог: с их помощью производят усиление балластной призмы. Применение решетки Геовеб позволяет значительно повысить устойчивость откосов и добиться укрепления их склонов. Георешетки могут быть применены в строительстве рулежных дорожек, мест для стоянок самолетов и взлетно-посадочных полос.

Литература:

1. Geomaterialy [Электронный ресурс] /Георешетка Геовеб.- 2017.- Режим доступа: http://www.geotekstil.ru/production/georeshetka/marki_georeshetki/geoweb. – Дата доступа: 09.12.2019
2. Nравstvennost [Электронный ресурс]/ Георешетка Геовеб.- 2018.- Режим доступа: <http://nравstvennost.info/что-такое-armiruyushhaya-sistema-geoweb/> - Дата доступа:09.12.2019

ТОННЕЛЬ В МЕКСИКЕ

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

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

Для оптимизации движения был разработан тоннель в Мексике (Рис.1).
Также была создана модель портала данного сооружения (Рис. 2-5).

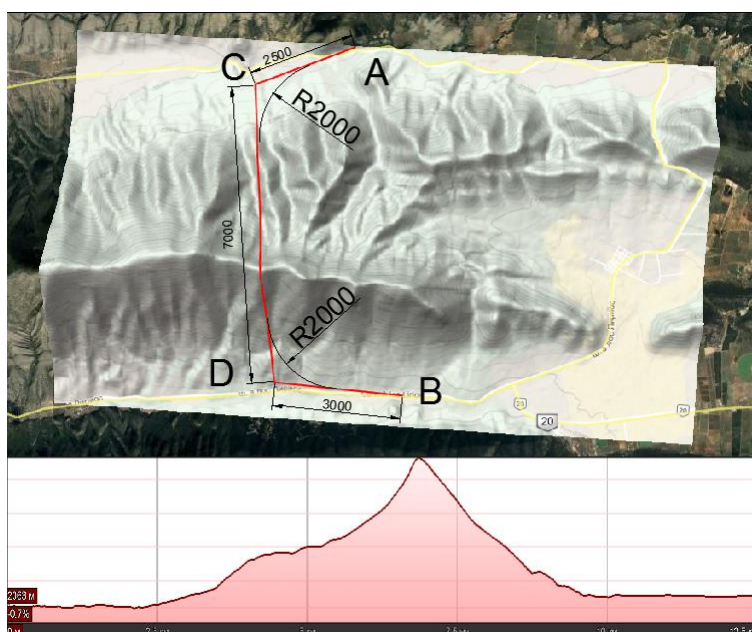


Рисунок 1 – Трасса тоннеля



Рисунок 2 – Фасад в осях 15-1



Рисунок 3 – План портала

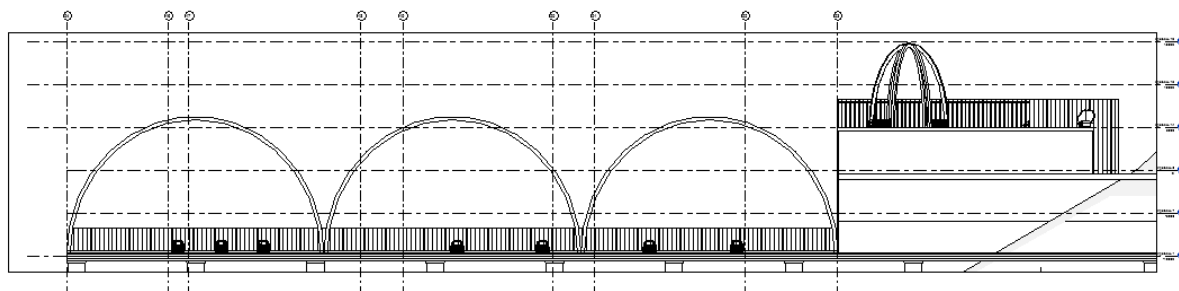


Рисунок 4 – Разрез вдоль оси трассы

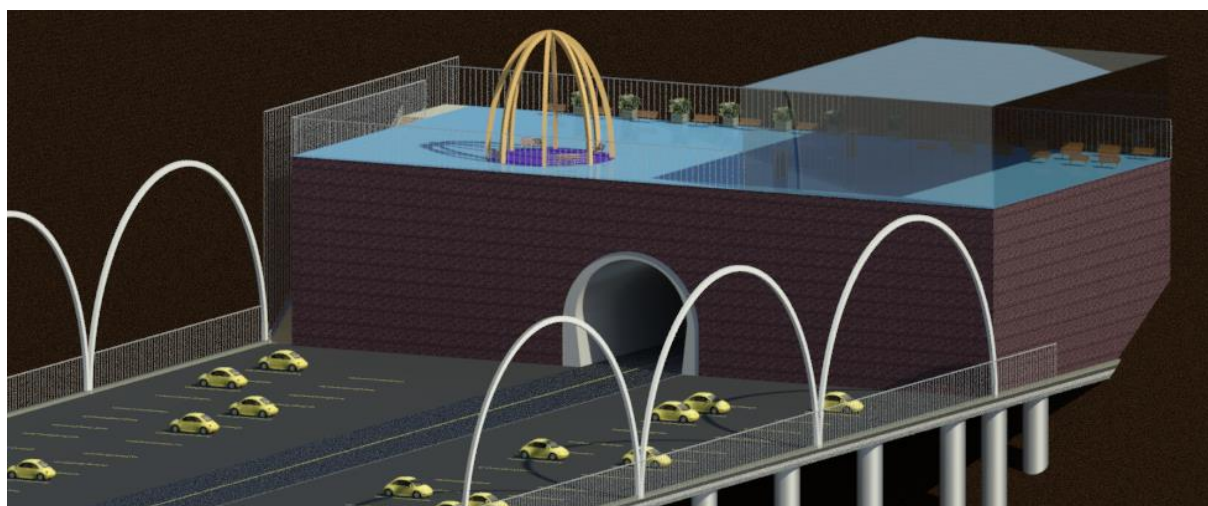


Рисунок 5 – Главный вид портала в осях 15-1 и 24-23

Портал представляет собой сооружение с развлекательной площадкой для отдыха на крыше. 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. Декоративные участки порталной зоны – арки, сопровождающие направление движения, поверхность фасадной стены, купол на территории отдыхающей зоны – также оснащены солнечными батареями.

Для гидроизоляции внутри тоннеля используется продукт Remmers – гидроизоляционная шовная лента FUGENBAND VF120/VF500 (Рис. 6). Это специальная шовная лента с поперечным растяжением из полипропилена длительной эластичности, покрытого термопластичным полиуретаном.



Рисунок 6 – Использование шовной ленты FUGENBAND VF120/VF500

Свойства продукта: высокая эластичность; компенсация дополнительных подвижек зоной растяжения; хорошие характеристики по растяжению и сокращению; специальное сплошное покрытие для оптимальной адгезии гидроизоляции.

Литература:

1. Прозрачные солнечные панели — новая попытка от китайских ученых - декабрь 2018 г. – URL: <https://habr.com/ru/company/madrobots/blog/433262/>

ТЮБИНГИ

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

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

Сейчас сборные обделки становятся всё популярнее. Монтаж тоннелей проходит очень быстро и всё благодаря тому, что все процессы по сборке обделки механизированы. При сборной обделки используют тубинги и блоки (Рис. 1). У них есть ребра жесткости и бока круглой и радиальной формы. Начинают работы с того, что берут два тубинга и соединяют борт к борту при помощи болтов. Расположенные рядом тубинги соединяют радиальными болтами.



Рисунок 1 – Тубинг

Блоки делают из железобетона. Их сечения обычно прямоугольной либо радиальной формы. Блоки соединяют в кольцо, не соединяя болтами и не соединяя швы в соседних кольцах. Преимущество блочной обделки в отличие от тубинговой в отсутствии болтов при соединении, что помогает сэкономить уйму времени и снижает трудоёмкость работ.

Сборка обделки тубингами выполняется специальным рычажным укладчиком в вертикальном направлении: снизу-вверх (Рис. 2). Начало сборки обделки начинают на поверхности щита, сразу после того, как уберут весь ненужный грунт, шлак и мусор, затем ставят лотковый тубинг. Внимательно следуют его плановому расположению, следя, чтобы небыли отклонения. Затем вбивают стержни-оправки в болтовые отверстия собранного ранее кольца и

соседнего тубинга, тем самым соединяя их. После установки болтов, их затягивают специальным механизмом.



Рисунок 2 – Установка тубинга

В конце оправки достают, а в получившиеся после них отверстия вставляют болты и затягивают их до упора. Перемещать укладчик и начинать устанавливать следующий тубинг можно только после того, как убедишься в том, что надежно закреплено уже установленное. Соединять тубинги выше горизонтального диаметра в туннеле можно только при использовании выдвигной площадки на укладчике. При сборке кольца всё время нужно следить за тем, насколько качественно затянуты болты и контролировать плотность примыкания тубингов.

Литература:

1. Инфопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infopedia.su/8x727d.html> – Дата доступа: 15.07.2015
2. Файловый архив для студентов. StudFiles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/4176112/page:2/> – Дата доступа: 27.05.2015
3. Исследования и технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://undergroundexpert.info/issledovaniya-i-tehnologii/tehnologii/obdelka-tonnelya/> – Дата доступа: 13.06.2018

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ТОННЕЛЕЙ КОМПАНИЕЙ CORMIX

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

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

Грунтовые воды создают большую опасность в подземном строительстве. Попадание воды несет угрозу строительству тоннеля. Компания Cormix разработала свою технологию (Рис. 1). С помощью её она добилась устойчивой гидроизоляции в туннелях. Технологии компании Cormix дали возможность остановки воды во время строительства и долгосрочной гидроизоляции.



Рисунок 1 – гидроизоляция Cormix

Cormix включает в себя:

1. Герметичные мембраны – предназначенные для распыления бетона без трещин и фиксации твердых пород.
2. Полиуретановые смолы.
3. Пены и силикаты – используются для уплотнения грунтов, горных пород и остановки воды ниже уровня грунта.
4. Гидрогели – для прекращения утечки воды.
5. Гидрофильные полоски – для герметизации сборного железобетона.

6. Нанесение набухающих водостоков, используемых для строительных швов.

Продукты Cormix помогают обеспечить полный контроль над водой в подземном строительстве на долгосрочный период (Рис. 2).



Рисунок 2 – распыление гидроизоляции Cormix

Гидроизоляция в туннелях бывает:

1. Однокомпонентная – очень эластичная гидроизоляционная мембрана, предназначенная для прокладки в туннелях и других конструкциях. Она заменяет обычные листовые мембраны.

2. Двухкомпонентная – гидроизоляционная мембрана с большой степенью сухого распыления и полиуретановым жидким покрытием. Она обладает лучшими свойствами по сравнению с обычным полиуретаном.

Литература:

1. Инфопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eit.or.th/training/innovations-for-sustainable-waterproofing-in-tunnels-and-underground-construction/> – Дата доступа: 15.08.2018
2. Исследования и технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cormixhydro.ru/primenenie/8-6-materialy> – Дата доступа: 23.03.2017

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ТОННЕЛЕЙ

*Гордеенко Александр Сергеевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Гидроизоляция тоннелей является очень важным моментом при строительстве подобных сооружений, так как от ее правильного выполнения зависит успешность работы тоннеля. Гидроизоляция тоннелей должна быть частью проекта при проектировании тоннеля. Большое внимание, уделяемое гидроизоляции тоннелей, обусловлено высокой важностью ее качественного выполнения.

Гидроизоляция тоннелей преследует две взаимосвязанные цели – обеспечение долговечности и сохранение от разрушения конструкции тоннеля и недопущение проникновения подземных вод в его внутреннее пространство.

Одной из разновидностей гидроизоляции является отсечная. Основная цель отсечной изоляции – обеспечивать изоляцию стен сооружения от влаги, которая, обычно проникает из плиты фундамента. Отсечная гидроизоляция это влагонепроницаемые слои, которые устанавливаются горизонтально в швы стен.

Kiesol C - горизонтальная отсечная гидроизоляция против поднимающейся влаги в кладке. Продукт Kiesol C применяется как средство для инъекций для устранения поднимающейся влаги кладки зданий. Введение крема в кладку и швы производится методом безнапорного инъецирования через просверленные отверстия. Продукт может применяться даже при высокой степени промокания строительного материала.

Специальный крем на силановой основе не содержит растворителей, оптимален для безнапорного нанесения и может применяться при высокой степени промокания строительного материала (Рис. 1). Белый кремообразный материал плотностью $0,89 \text{ г/см}^3$ с содержанием активных веществ более 80%. Расход состава очень экономичен (Табл. 1).

Таблица 1 – Расход Kiesol C

Диаметр отверстий:	12 мм
Толщина стены:	10 см
Глубина сверления:	8 см
Расход.* на м: 8,3 отверстия:	Около 80 мл
Толщина стены:	11,5 см
Глубина сверления:	9,5 см
Расход.* на м: 8,3 отверстия:	Около 100 мл
Толщина стены:	24 см
Глубина сверления:	22 см
Расход.* на м: 8,3 отверстия:	Около 230 мл
Толщина стены:	36 см
Глубина сверления:	34 см
Расход.* на м: 8,3 отверстия:	Около 350 мл
Толщина стены:	42 см
Глубина сверления:	40 см
Расход.* на м: 8,3 отверстия:	Около 415 мл



Рисунок 1 – Kiesol C

Для устройства изоляции необходимо подготовить основание: удалить старую штукатурку минимум на 80 см над видимым краем области намокания (Рис. 2). Поврежденные швы выскоблить на глубину 2 см. Вычищенные швы заделать ремонтным составом. Поверхность стены до высоты 30 см над уровнем отверстий обработать обмазочной изоляцией.

Продукт Kiesol C инъецировать в просверленные отверстия в кладке. Инъекционная трубка соответствующего диаметра вставляется в отверстие как можно глубже. Полное заполнение отверстия достигается медленным выдавливанием продукта при одновременном медленном извлечении трубки. Рекомендуется сверлить отверстия диаметром 12 мм и с интервалом 12 см. Глубина сверления должна составлять толщину кладки минус 2 см. Перед инъецированием тщательно продуть отверстия сжатым воздухом от пыли.

Применение продукта допускается на кладках со степенью промокания до 95 % (Рис. 3).



Рисунок 2 – Подготовка основания



Рисунок 3 – Инъектирование состава

Необходимый для работы инструмент: дрель (Рис. 4), инъекционная насадка и ручной пистолет для герметиков (Рис. 5).



Рисунок 4 – Дрель



Рисунок 5 – Пистолет для герметиков

Литература:

1. Ремерс Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://remmers.by>. – Дата доступа: 09.12.2019.
2. Стевин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stevin.su>. – Дата доступа: 09.12.2019

ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ В ЗАПАЛЛАРЕ / ЭНРИКЕ БРАУН

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

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

Через Чилийский город Запаллар проходит оживлённая трасса F 30 – E, которая соединяет различные деревни вблизи Тихого океана. Данная дорога разделила Запаллар на две части. Многие люди, живя в одной части города, должны были перебегать дорогу вне положенного места, чтобы добраться на работу, в школу, детский сад и т.д. После многочисленных дорожных аварий и жертв, власти города решили построить пешеходный мост, чтобы соединить две части города и предоставить людям безопасный переход.

Правительство обратилось в местную фирму, для того, чтобы та запроектировала и построила данное сооружение. В связи с тем, что город находится на берегу Тихого океана и имеет собственную пристань с кораблями, конструкторами было предложено построить мост в виде гребной лодки (Рис.1).



Рисунок 1 – вид моста сбоку

Данная форма уменьшает деформации и благоприятствует конструкции. Конструкция моста представляет несущую балку и две параллельные ей

вспомогательные балки, которые вынесены выше основной, для закрепления сетки и провода коммуникаций.

По внешним мотивам архитектора, мост был смещен примерно на 50 метров от своего первоначального местоположения и расположился в зените высоты дороги. Также пандусы и пешеходные подъездные пути не были выполнены в соответствии с планами архитектуры.

Однако, без сомнений, данный мост можно назвать “ Аркой прохода в город”, и увидеть как перевернутую лодку, что без сомнения является интересной авторской идеей.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.archdaily.com/10709/pedestrian-bridge-in-zapallar-enrique-browne>. – Дата доступа: 08.12.2019.

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ

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

Мосты одни из наиболее сложных и красивых инженерных сооружений всех времен. Если нам показывают красивые страны и города, то мы обязательно увидим мосты. За 3 тыс. лет с момента создания первого моста неоднократно менялись подходы к строительству транспортных сооружений. Менялись материалы – от дерева до бетона и далее к стеклопластику, совершенствовались возможности строительства мостов.



Рисунок 1 – Деревянный мост

Долгое время для строительства мостов использовали дерево. Но его возможности ограничены и в 1779 году через реку Северн (Великобритания) был построен первый металлический мост.



Рисунок 2 – Мост через реку Северн (Великобритания)

Дальнейшее развитие мостостроения получило при появлении железных дорог. Основными строительными материалами становятся сталь и железо, а в XX веке основным строительным материалом стал железобетон.



Рисунок 3 – Железобетонный мост

Однако, при своих достоинствах он имеет ряд существенных недостатков, одним из которых является тяжеловесность, что накладывает ограничения в ситуациях, когда требуется увеличить пролеты между опорами.

Современные конструкции сегодня создают путем внедрения новой технологии в строительстве мостов на основе легкого высококачественного бетона с использованием пористых заполнителей, что позволяет снизить вес покрытия на 30% без снижения прочности конструкции.

Востребован сегодня и наноструктурированный бетон. Наличие в цементном камне этих структур создает микродисперсное самоармирование, тем самым повышая прочностные характеристики бетона.



Рисунок 4 – Мост из наноструктурированного бетона

Следует отдельно выделить создание конструкций из нанокompозитов, имеющих высокие эксплуатационные параметры. На их основе сегодня изготавливается арматура, применяемая в виде усиливающих лент и бандажей, стальные элементы и сварные конструкции.

Особый интерес вызывают сегодня мосты из стеклопластика и стекла. Применение этих материалов также не обошлось нанотехнологий.



Рисунок 5 – Мост из стекла

Мы видим, что мосты являются самыми передовыми строительными конструкциями. Однако все, применяемые при их строительстве материалы, обязательно проходят длительный цикл проверок на их пригодность в мостостроении. И, так как мосты являются объектами повышенной ответственности, ни один, пусть даже самый разрекламированный материал не будет использован в мостах без предварительных испытаний.

За новыми материалами будущее в мостостроении!

ТЕХНОЛОГИЯ LVT. ПУТЬ ПОНИЖЕННОЙ ВИБРАЦИИ

Евдокимова Дарья Дмитриевна, студентка 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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

Технология пути пониженной вибрации LVT (Low Vibration Track), одна из первых в мире безбалластных конструкций верхнего строения пути, успела зарекомендовать себя при реализации многих известных и престижных железнодорожных проектов. (Рис.1) К ним относятся крупнейшие проекты «Gotthard Tunnel», «Lötschberg Base Tunnels» и «Channel Tunnel», которые, в свою очередь, входят в ТОП-5 самых длинных железнодорожных тоннелей мира. Путь пониженной вибрации – позволяет снизить уровень шума примерно на 10%, в среднем по станциям он снижается с 80 до 72 децибелов. Срок службы LVT-путей до капитального ремонта составляет 40 лет, а содержание обходится на 20% дешевле по сравнению с обслуживанием старых конструкций, чего удается достичь благодаря высокой износостойкости всех элементов такого пути. Система зарекомендовала себя как идеальное решение понижения вибрации, не только на высокоскоростных линиях, где LVT является обязательным, но и городских районах, где защита от вибрации имеет первостепенное значение.



Рисунок 1 – путь пониженной вибрации LVT

LVT система состоит из (Рис.2) :

1. Бетонного блока;
2. Эластичной деревянной прокладки;
3. Резинового чехла ;



Рисунок 2 – LVT система

Основными преимуществами такой системы являются:

1. Защита от вибрации;
2. Низкая стоимость монтажа системы;
3. Мобильность производства бетонных блоков;
4. Точность укладки;
5. Возможность использования системы с любым типом крепления (АРС, ЖБРШ, ЖБР, VOSSLOH);
6. Возможность отслеживания технического состояния в течении всей эксплуатации с помощью оснащения LVT системы RFID-меткой.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал [Электронный ресурс]:-Режим доступа: <https://www.railwaypro.com/>
2. Национальный правовой Интернет-портал [Электронный ресурс]:-Режим доступа: <https://www.sonneville.com/>

ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС И ДРУГАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ

*Ераховец Егор Алексеевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководители – Гречухин В. А., канд. тех. наук, доцент;
Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Строительство туннелей - одна из древнейших строительных технологий, уходящая корнями в предысторию. Старейшим из обнаруженных туннелей ученым трудно выбрать. В настоящее время туннелирование широко используется в различных областях человеческой жизни: метро, железные дороги, автомагистрали, энергетические системы, трубопроводы, гидроэлектростанции, добыча полезных ископаемых и недропользование. Для строительства современных туннелей используются передовые технологии и инновационное оборудование.

Английский термин «туннель» происходит от старого французского слова «бочка». Это название подземных сооружений, длина которых превышает их ширину и высоту. Самые старые из туннелей находятся в Египте (где они были заложены при строительстве гробниц и храмов и при добыче строительных материалов) и Междуречье (первый подводный туннель под Евфратом был построен здесь в 2160 году до нашей эры). В средние века строительство туннелей все чаще использовалось во время войн и реже для добычи ископаемого сырья.

Настоящий туннельный бум начался в 19 веке и был связан с появлением пироксилина и динамита: взрывные работы открыли беспрецедентные возможности для строителей туннелей и по теперешний день; Появление буровых машин в горнодобывающем бизнесе также сыграло свою роль. Все больше в Европе, России и Америке стали появляться тоннели для поездов, трамваев, метро, водного транспорта и других городских коммуникаций.

Трудно перечислить все сферы жизни, в которых сегодня ведется строительство туннелей. Вполне вероятно, что будет проще назвать основные технологии усовершенствованного тоннелирования и ряд примеров оборудования, используемого для тоннелирования. Итак, мы сделаем это.

Комбайн, получивший свое название от специальных машин, оснащенных различными рабочими органами, уничтожающими породу. Существует ряд

других методов проникновения - нов австрийских (с введением мягкой арки), использующих сжатый воздух, замораживание, опускание и укрепление грунтов специальными растворами.

Но более продуктивным поселением, используемым для строительства крупномасштабных объектов, является щитовая комната - с использованием туннельного комплекса, который позволяет выполнять разработку грунта в полном разрезе.

В течение одной смены щит такого комплекса имеет возможность проехать туннель на расстояние от 0,5 до 40 метров, в зависимости от условий работы. Сразу же после завершения строительства туннель облицован - в одном из наиболее часто используемых вариантов камень крепится с помощью дюбелей, стальных решеток и креплений сводов путем распыления бетона.

Туннельный комплекс часто называют кротом из-за его способности проходить не только через землю, но и через твердые породы. Диаметр выходной мощности, получаемой в результате работы усовершенствованного ТПК, составляет от 1 до 20 метров.

Сегодня основным известным производителем туннельных комплексов считается немецкая группа компаний Herrenknecht AG.

В целом, компания сама позиционирует себя как поставщик комплексных технических решений в области механизированных туннелей, придерживаясь представления «все предложения под одной крышей» в своей собственной работе. Комплекс с одним или двумя щитами, смешанные щиты для работы на неоднородных почвах, опускающиеся щиты с донной нагрузкой, способные измельчать породу в однородную массу, что позволяет избежать неконтролируемого притока грунта в машину, комплексы с движущимся органом избирательного действия, которые просто приспособливаются к изменяющимся геологическим условиям как в некогерентных почвах, так и в породах, установки по разведке горных пород для отвода горных пород представляют собой неполный список типов тоннельного оборудования, производимого Herrenknecht.

Конечно, в современном мире Herrenknecht - не единственная компания, которая производит туннельные комплексы. Компания Robbins произвела ТПК диаметром 14,4 метра для твердых пород, который был использован для строительства гидроэлектрического туннеля под Ниагарским водопадом и получил название Big Becky.

Еще одна разработка компании SST - это смесительные станции Whirlwind, предназначенные для производства цемента или цементобетонных смесей, содержащих до шести компонентов с заданным весовым соответствием в автоматическом режиме.

Для последующего использования в спецоперациях. Эти смеси в больших размерах используются в туннельных ансамблях, используются для струйной цементации почв, устройства анкеров и других вещей, которые делаются при прокладке тоннелей.

Принцип воздействия на смесительную станцию не за горами. Миксер готовит рабочий раствор и закачивает его в привод. Смешивание происходит в турбулентном потоке, создаваемом центробежным насосом. Чтобы предотвратить осаждение частиц цемента, раствор остается подвижным. Лопасты для смешивания раствора приводятся во вращение электродвигателем через редуктор, установленный на баке. Каждая станция оснащена внутренним фильтром, который позволяет готовить цементные растворы с добавками сухого цемента до 1%.

Модель этого типа - «Вихрь 30» производит до 30 кубических метров раствора производится в час. Станция работает полностью в автоматическом режиме и не требует постоянного присутствия оператора. Ему нужно только установить программу работы станции на всю смену. Центробежный насос, установленный на смесительной станции, обеспечивает качественное перемешивание раствора. В накопительном баке емкостью 2000 литров установлены лопасти, которые непрерывно перемешивают раствор, тем самым предотвращая отделение и осаждение частиц. Минимальное водоцементное отношение раствора, производимого «вихрем», составляет $W / C = 0,4$.

Технический прогресс в современном мире позволят предположить, что в будущем процесс строительства тоннелей станет еще более совершенным, качественным и менее затратным.

ОСВЕЩЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ТОННЕЛЕЙ. СВЕТОДИОДЫ

*Еремейчик Дмитрий Сергеевич, 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 была запроектирована станция метрополитена в г. Каир.



Рисунок 1 – Генеральный план

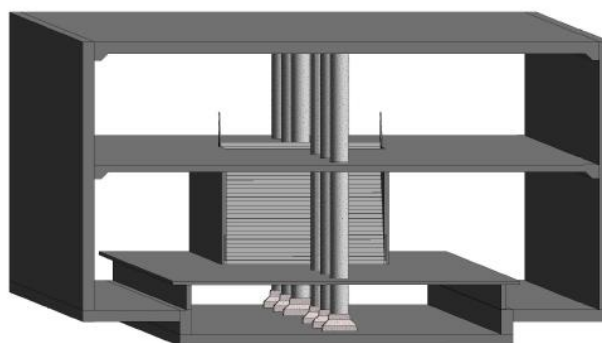


Рисунок 2 – Общий вид конструкции станционного комплекса

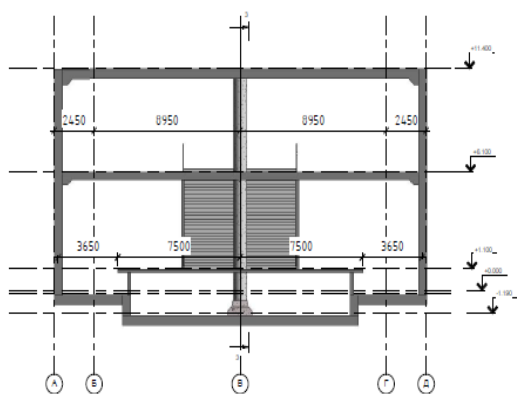


Рисунок 3 – Поперечный разрез станционного комплекса

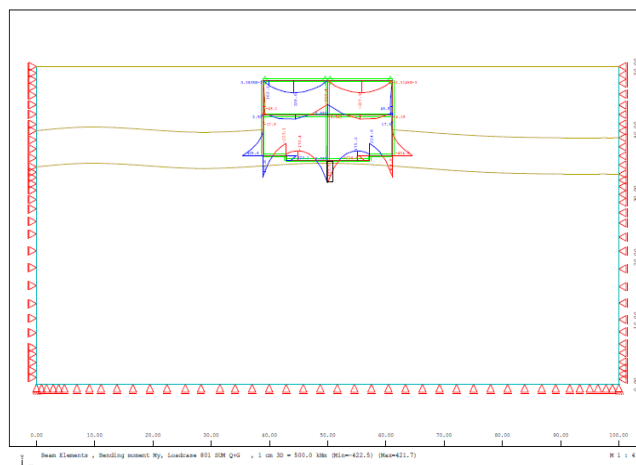


Рисунок 4 – Моменты возникающие в станционном комплексе

Одной из самых серьезных проблем систем освещения туннелей и подземных переходов является их способность поддерживать визуальное восприятие водителей - как днем, так и ночью - от точки въезда до точки выезда. Следовательно, для эффективного освещения туннелей и подземных переходов требуются постоянные уровни освещения по всей конструкции.

Это также очень агрессивные среды, требующие герметичных и долговечных светильников. Из-за интенсивного движения и колебаний погоды и климата, туннельные устройства постоянно подвергаются воздействию воды, грязи, дорожной соли, выхлопных газов, тормозной пыли и других агрессивных веществ.

Главная опасность в туннельном освещении это въезд в портал и выезд из него. Из-за того что в тоннели уровень дневного света приближен к нулю. Въезжая в тоннель водителю приходится пройти этап адаптации от яркого дневного света до туннельного. Эти доли секунды могут сыграть важнейшую роль при ДТП. Поэтому все виды освещения создаются таким образом чтобы дать водителю время на адаптацию при въезде и выезде из тоннелей. Отсюда и исходит главный вывод, точки въезда и выезда должны быть освещены максимально, свет по всему тоннелю подбирается мощнее чем даже свет на магистрали в ночное время.

Наиболее распространенным видом освещения являются светодиодные лампы, из-за своего преимущества в мощности и интенсивности светового потока.

Основные плюсы светодиодных ламп :

- Экономия потребления электроэнергии.
- Безопасность. В данном методе освещения отсутствуют приемники или передатчики электропотока.
- Устойчивость к перепаду температур и влажности.
- Продолжительность работы. Туннельное освещение работает постоянно, поэтому ему очень важно минимальное вмешательство при «перегорании ламп» . Т.к. любое перекрытие дорожного движения в тоннеле влечет за собой дорожный затор и риск ДТП.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТОННЕЛЬ В ИТАЛИИ

*Жинь Владимир Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В рамках научной работы, было выбрано два города в Италии – Treglia и Pietramelara, проанализировав их месторасположение, геологический характер местности, потребности населения в транспортной сети между городами, а также перспективы расширения численности населения в дальнейшем - было принято решение разработать одноярусный автодорожный тоннель, спроектировать портал с прилегающим к нему развлекательным комплексом.

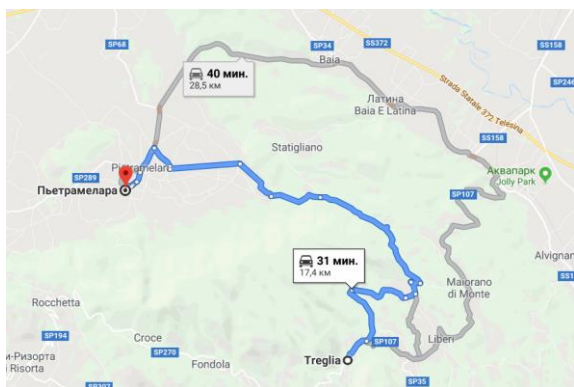


Рисунок 1 – Карта существующих дорог



Рисунок 2 – Запроектированный тоннель

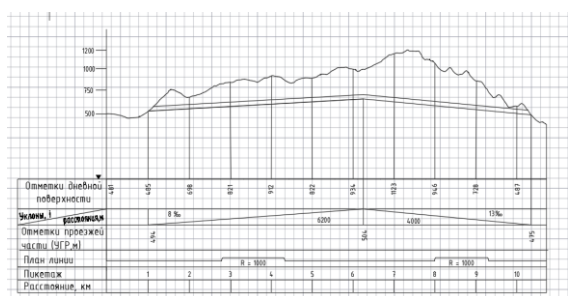


Рисунок 3 – Продольный профиль

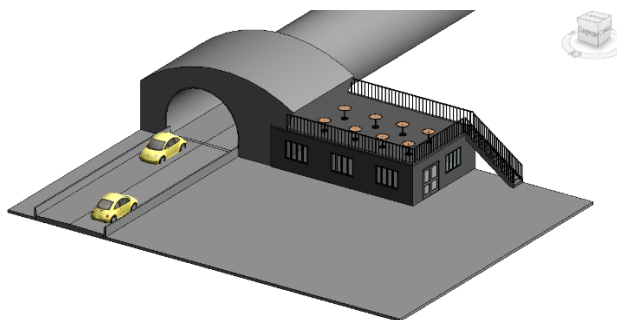


Рисунок 4 – Концептуальная модель портала

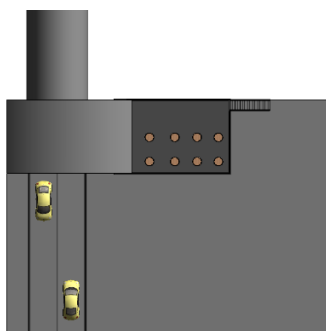


Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (вид сверху)

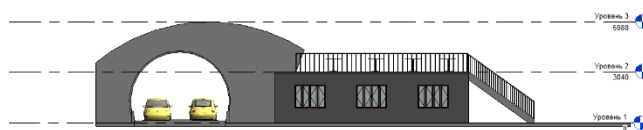


Рис Рисунок 6 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - южный)

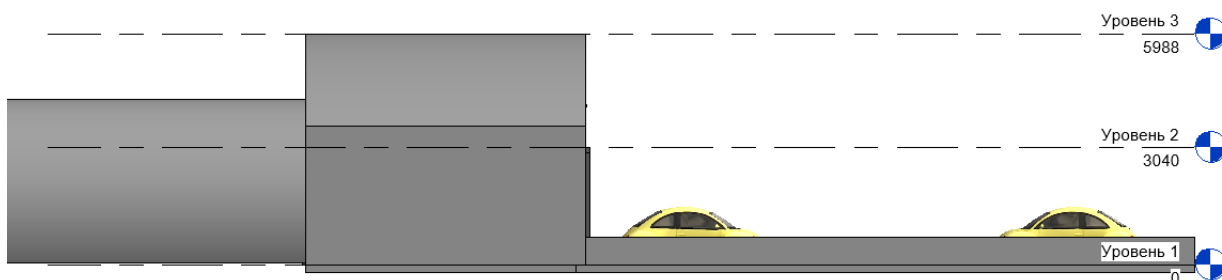


Рисунок 7 – Архитектурно-планировочное решение (фасад - западный)



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

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

- оборудование в прилегающем здании центра управления и наблюдения за системами безопасного движения;

- устройства в верхней части здания, прилегающего к порталу смотровых площадок;

- устройство ресторана и столиков для приема пищи.

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

Тоннель спроектирован в один ярус, для возможности движения автомобилей. Это решение позволит сократить время переезда из Treglia до

Pietramelara, что в свою очередь разгрузит объездные дороги и привлечет поток жителей других городов и туристов.

При строительстве данного тоннеля планируется использование грипперного тоннелепроходческого механизированного комплекса. У использования данного ТПК есть ряд преимуществ по сравнению со стандартными решениями. Грипперный ТПК является оптимальным для прокладки тоннелей в скальных породах, что является важным аспектом, так как описанный выше тоннель пролегает через горный массив. Также данный комплекс обеспечивает крайне высокую скорость прокладки тоннеля, что позволит гораздо быстрее ввести тоннель в эксплуатацию.

Литература:

1. Колокова Н.М., Копац Л.М., Файнштейн И.С. «Искусственные сооружения». М., Транспорт, 1988 г.
2. Маковский Л.В. «Проектирование автодорожных и городских тоннелей». М., Транспорт, 1993 г.

ГРИНВИЧСКИЙ ПЕШЕХОДНЫЙ ТОННЕЛЬ

*Журавлёв Даниил Дмитриевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский Национальный Технический Университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. тех. наук, доцент)*

Аннотация:

В данной статье рассматривается Гринвичский пешеходный тоннель или, как его ещё называют, тоннель под Темзой. А также рассказывается о его происхождении и интересных фактах.

Строительство:

В 1825 году Марк Брунель и его сын Изанбар начали строительство тоннеля под Темзой. Это был первый тоннель, который был построен в таких условиях: мягкий грунт(пльвун) мешал стройке. Его поперечное сечение составляло 6 на 11 метров, и его длина была более 350 метров. Находится он на глубине около 15 метров от поверхности воды во время отлива и во время прилива глубина составляет около 20 метров. Для строительства Брунель изобрёл первый проходческий щит, который был прямоугольной формы. Отделка тоннеля была кирпичная, двухсводчатая. Работы проводились с большим трудом. Происходили частые затопления и из-за этого гибли люди, что приводило к замедлению постройки. Так как были финансовые трудности, строительство приходилось несколько раз останавливать. Бюджет на строительство в несколько раз превысил запланированные суммы, а потому сделать тоннель пригодным для проезда конных экипажей, как намеревались изначально, не смогли.

Интересные факты:

Гринвичский тоннель, соединивший левый и правый берег Темзы, в XIX веке именовали восьмым чудом света. А современные инженеры называют его просто чудом техники, так как первый в мире тоннель под рекой, да еще проложенный в мягком грунте, был построен настолько качественно, что крупные ремонтные работы не требовались и первые работы были проведены здесь только после полтора столетия эксплуатации.

С самого начала Марк Брунель создавал проект вовсе не для Темзы, а для Невы. Он получил заказ в 1814 году от императора Александра I. Но, к сожалению, согласовать предложение Брунеля царь не успел. Такая возможность выпала его преемнику Николаю I, но он поручил дело помощникам,

и они решили, что мост через Неву будет надёжнее и экономически выгодней чем тоннель. Брюнель ожидал этого и поэтому еще в 1819 году подготовил другой проект вместе с британскими монархами. И в результате в 1825 году, когда в России вспыхнуло восстание на Сенатской площади, в Англии начались проходческие работы.



Рисунок 1 – Строительство тоннеля

Было несколько этапов в эксплуатации тоннеля. С самого начала он являлся пешеходным и по нему проходили люди. Даже располагался торговый пассаж. После, в 1869 году, в тоннеле проложили рельсы железной дороги и пустили поезда на паровой тяге. А в 1948 году его включили в состав лондонского метрополитена (London Underground). На данный момент тоннель соединяет две станции Wapping и Rotherhithe.

Накануне Лондонской Олимпиады 2012 года тоннель изрядно отреставрировали, и прежде чем вновь открыть для движения, городские власти преподнесли лондонцам сюрприз. На протяжении двух дней им было позволено гулять по тоннелю так, как это когда-то делали современники Диккенса и Дарвина.

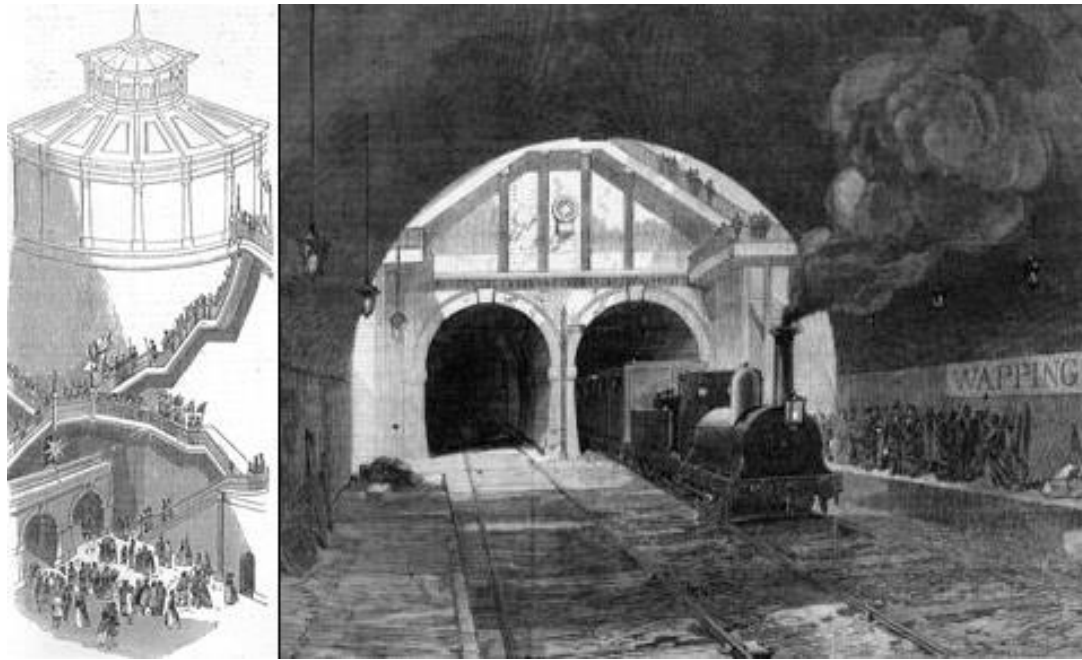


Рисунок 2 – Слева: спуск в тоннель. Справа: поезд прибывает на станцию

Заключение:

В заключении можно сделать вывод: Гринвичский тоннель является самым старым подводным тоннелем. В проекте он планировался для конных экипажей, но использовался как пешеходный. Вскоре по нему пустили поезда, а сейчас он является путём Лондонского метрополитена.

Литература:

1. Новостной портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russos.livejournal.com/673675.html>. – Дата доступа: 25.12.19
2. Новостной портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lenta.ru/news/2010/03/12/opening/>. – Дата доступа: 25.12.19
3. Новостной портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://interfax.by/news/obshchestvo/kultura/100196/>. – Дата доступа: 25.12.19

ШЕДЕВРЫ МОСТОСТРОЕНИЯ

Зинович Анастасия Александровна, студент 1-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

*Белорусский Национальный Технический Университет, г. Минск
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. тех. наук, доцент)*

Аннотация:

Соединять пространства над землёй и водой каменными и деревянными материалами, балочными, наплавными, подвесными и арочными конструкциями люди умели с древнейших времён. История мостостроения исчисляется тысячелетиями. С каждым годом она продолжает развиваться и удивлять сложностью конструкций, используемыми материалами, новыми рекордами высоты и длины. Мост должен решать как стандартную задачу – помочь человеку переправляться с одного берега на другой, так и эстетическую - быть культурным памятником города. Предлагаю вашему вниманию обзор уникальных и необычных мостов, который позволит приоткрыть богатую историю мостостроения.

И так, представляю вашему вниманию, десятку самых удивительных и необычных, по моему мнению, мостов.

1. Мост “Циндао”, Китай - самый длинный мост в мире.

Этот мост соединяет город Циньдао в провинции Шаньдун с городом Хуандао через который проходит огромный залив Цзяочжоу. Построен Циндао совсем недавно, силами 10 тысячами рабочих за 4 года, бюджет составил 5,5 млрд фунтов стерлингов. При строительстве этого моста было использовано 450 тыс.т стали и 2,3 млн кубометров бетона. Всего у моста 6 полос и 5200 опор.

2. Мост “Кхаджу”, Ирак – самый старый мост Востока.

Это каменный арочный мост, который выполняет сразу несколько функций: переправа через реку, место для отдыха в жаркие летние дни и дамба со шлюзами. К тому же этот мост является двухуровневым: верхний уровень предназначен для лошадей и телег, а нижний уровень – для пешеходов. Его ширина 11,7 м, высота от дна реки 21 м.

3. Мост “Волны Херденс”, Сингапур.

Уникальное архитектурное сооружение, которое было построено в 2008 году лондонской фирмой JJP совместно с сингапурским архитектурным бюро RSP. Этот пешеходный мост является не только самым высоким в городе, но и самым стильным, благодаря своему совершенно необычному дизайну . Мост

имеет необычную форму – его сравнивают со змеей. Он имеет семь плавных изгибов, в нишах которых расположены смотровые площадки.

4. Мост Тысячелетия, Гейсхед, Англия - первый в мире поворотный мост.

Это один из самых уникальных мостов в мире. Конструкция этого моста напоминает веко огромного глаза, которое при движении опускается и поднимается. Это единственный в мире “поворотный” мост. На строительство этого необычайного творения было потрачено 44 млн долларов. Его уникальность заключается в том, что при прохождении судов он разворачивается на 40 градусов и со стороны напоминает глазное веко. В 2002 году этот мост был награжден премией Стерлинга (самая престижная архитектурная награда).

5. Мост “Хуассаини”, Пакистан – самый опасный мост в мире.

Это определение и олицетворение шаткости. Из-за оборванных и обвисших тросов этот мост выглядит так, будто его строительство еще не завершено. Мост соединяет две соседние деревушки. Для местных жителей – это единственный путь попасть в крупный город. Этот мост привлекает туристов не как переправа через озеро, а как опасный аттракцион. Не смотря на опасность и многочисленные жертвы, мост удивительно живуч. Его постоянно раскачивает от ветра и при этом многие доски отсутствуют. Тем, кто любит экстрим - этот мост понравится.

6. Мост Понте Веккьо - жилой мост.

Самый древний мост города Флоренции и единственный, сохранивший свой первоначальный облик. Этот мост был построен в 1345 году. Его отличительной чертой являются жилые дома, расположенные прямо на нем.

7. Виадук Мийо, Франция - одна из его опор имеет длины 341 метр.

Этот удивительный мост немного выше, чем Эйфелева башня и немного ниже, чем Эмпайр-стейт-Билдинг в Нью-Йорке. Длина Мийо составляет 2460 м. Проезжая по этому архитектурному строению, кажется, будто взлетаешь.

8. Мост Леонардо да Винчи, Норвегия – творение знаменитого архитектора.

Леонардо да Винчи в 1502 году спроектировал этот мост для правителя. Но так как султан посчитал этот мост нереальным и фантастическим для строительства, его построили только в 1996 году. Этот пешеходный мост является арочным по нем можно гулять и кататься на велосипеде.

9. Магдебургский водный мост, Германия – имеет судоходный желоб.

Уникальность этого моста заключается в том, что он имеет судоходный желоб, выложенный железобетоном. А также у этого моста помимо судоходного желоба есть пешеходные дорожки, которые позволяют туристам наслаждаться

прогулками по чудо-сооружению. Еще одна особенность моста—его высота над водой. Она составляет около 90 метров.

10. Мост Шинючжай, Китай – подвесной стеклянный мост.

Длина этого впечатляющего пешеходного моста составляет 265 м, а ширина 198 см. Он расположен над пропастью между двумя отвесными скалами, с него открывается шикарный вид на Национальный парк Шинючжай. Уникальность этого моста в его спецэффектах: в определенных местах этот мост может начать трескаться под ногами туристов. Это уникальное сооружение может напугать любого туриста.

Заключение.

Я представила вам десятку самых необычных и удивительных мостов мира.

Мостов, как известно, очень много на планете, но все они выполняют одну и ту же функцию : переправа через какую-либо преграду. Как известно, мосты начали строить с давних времен. Первый мост был построен из дерева, только представьте : насколько мы, люди, развили мостостроение. Время идет, а у человечества появляются новые идеи, необычные мысли для того, чтобы как можно больше улучшить нашу жизнь. Мостостроение развивалось веками и до чего оно дошло сейчас. Какие необычные, красивые, интересные мосты мы имеем.

ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ

*Кулаго Юлия Владимировна, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Аннотация

В данной статье будут рассмотрены инновации в строительстве мостов: появлению одному из самых длинных стеклянных мостов, который расположен в Китае, первому в Европе мосту из пластмассы и мост-дамба, расположенный в США

Китай продолжает строить самые длинные в мире стеклянные мосты через горные ущелья. Вот и стеклянный мост, выдерживающий до 800 человек. Осенью 15-го года в Национальном парке Shiniuzhau открылся подвесной стеклянный мост длиной в 274 метра (Рис. 1). Прозрачный мост в парке Shiniuzhau расположен на высоте 182 м. В данный момент он остается одним из самых больших в мире действующих сооружений данного типа.



Рисунок 1 – Строительство стеклянного моста в Китае

Все эти строительства очень смелых и даже немного пугающих проектов мостов с прозрачным полом, на которых располагаются видовые площадки, уже много лет достаточно популярны в провинциях Китая, этим ежегодно они «завлекают» огромное количество туристов со всего мира. Но, как и в любом инновационном строительстве, не может обойтись без происшествий. В октябре 15-го года это через месяц после начала его работы, под ногами туристов образовалась трещина в стеклянной обзорной площадке, расположенной в

Нацпарке Юньтай, всего через месяц после открытия-в том же месяце был открыт мост в геологическом парке Юньтай, который уже в октябре треснул, очень перепугав туристов.

Мост нового поколения, его основная часть состоит из искусственного волокна, немецкие строители возвели всего за один день.

Первый в Европе мост из пластмассы построили в Германии

В 2011 году в Гессене был смонтирован первый в Европе мост из пластмассы. Конструкции из искусственного волокна-это основная его часть. Одно из важнейших преимуществ мостов-отсутствие пробок.

В Германии над автобанами и улицами проходит огромное количество мостов, которые построены с целью рассредоточить потоки движения. В итоге получим то, что мосты будут предотвращать появление огромного количества дорожных пробок. Однако для того чтобы построить мост, необходимо сузить проезжую часть. Ведь строительство каркаса моста осуществляется на проезжей части. Но к большому числу пробок приводит то, что во время возведения несущих конструкций дорога значительно сужается.

Главные особенности и преимущества мостов нового поколения

Самая тяжелая часть моста - это проезжая, в данном виде моста она поляя. Полюе треугольные балки из пластмассы, они сцепленные друг с другом определенным образом-это та функция, которую в деревянном мосте исполняют балки. Благодаря всему этому конструкция моста имеет ряд преимуществ.

Таким мостам не нужна покраска, они не портятся от воздействия воды и соли. Их не нужно ремонтировать каждые 20 лет, в отличии от бетонных. Ремонт такого моста обходится в разы дешевле, чем его строительство. Если к этому прибавить стоимость преодоленных пробок, то мост из пластмассового волокна окупается еще раньше. Важно и то, пластмассовые конструкции можно сделать любой длины и формы, что открывает новые горизонты в строительстве мостов.

Мост-дамба через озера Пончартрейн

Данный мост находится в США в штате Луизиана, он является одним из самых длинных мостов в мире. Его длина достигает 38 километров. Он построен над озером Пончартрейн. Конструкция данного моста состоит из двух различных автомобильных мостов, этим он обеспечивает свободное движение транспорта в обоих направлениях.

Мост стал достойной альтернативой неэффективному паромному сообщению, теперь путешествие между северным и южным берегами озера Пончартрейн занимает всего около часа. Единственный минус данного моста состоит в том, что проезд по мосту платный, но все полученные денежные средства используются для поддержания технической надежности конструкции. Кроме своих огромных масштабов мост имеет еще одну интересную

особенность. Штат Луизиана известен своим суровым климатом и регулярными стихийными бедствиями, которые в буквальном смысле обходят мост стороной. За время его эксплуатации не раз случались серьезные ураганы, однако сильных повреждений конструкция не получала.

Заключение

Основываясь на данные полученной информации, сделаем вывод, что строительство мостов в мире не стоит на месте, появляются все новые и новые и инновации, что позволяет нам внедрять новые техники и технологии. Все подрядчики отлично относятся к внедрению инноваций и оказывают материальное и техническое содействие разработкам.

Литература:

1. BRIDGEART.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bridgeart.ru/article/innovation/1502-skoro-poyavitsya-vozmozhnost-projtis-po-eshchjo-odnomu-samomu-dlinnomu-steklyannomu-mostu-v-kitae.html>. – Дата доступа: 25.11.19
2. BRIDGEART.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bridgeart.ru/article/innovation/1328-pervyj-v-evrope-most-iz-plastmassy-postroili-v-germanii.html>. – Дата доступа: 25.11.19
3. ORANGESMILE.COM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.orangesmile.com/extreme/ru/lengthiest-bridges/lake-pontchartrain-causeway.htm>. – Дата доступа: 25.11.19

ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ

*Киргизова Мария Владимировна, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Ингибиторы коррозии - это химические вещества, которые при их наличии в подходящих количествах способны способствовать снижению скорости коррозии без существенного изменения концентрации любого коррозионного агента. Таким образом, эта концепция исключает другие методы защиты от коррозии, которые изменяют концентрацию агрессивных агентов, таких как некоторые минеральные добавки и другие механизмы защиты поверхности, такие как покрытия и блокировщики пор.

Ингибиторы коррозии могут действовать в коррозионном процессе двумя способами: задерживая депассивацию арматуры, усиливая пассивирующую пленку или снижая скорость коррозии после депассивации. Таким образом, применение ингибиторов коррозии, когда они находятся в достаточных концентрациях, замедляет коррозионный процесс и, следовательно, продлевает срок службы железобетонных конструкций. В настоящее время с ростом вопроса по поводу долговечности железобетонных конструкций постепенно увеличивается применение добавок ингибиторов коррозии с целью продления срока службы конструкций.

В железобетонных конструкциях для защиты новых и ранее существовавших конструкций используются различные изделия. Для новых конструкций ингибиторы можно добавлять в свежую бетонную смесь превентивным способом, чтобы избежать или отсрочить начало коррозионного процесса. В ранее существовавших конструкциях ингибиторы могут быть добавлены в ремонтные растворы или ремонтный бетон, нанесены на бетонную поверхность или введены через отверстия или пазы на поверхности для ускорения диффузии через покрытие.

К числу ингибиторов, применяемых в существующих бетонных конструкциях, относятся жидкие продукты, как правило, фосфатные вещества, такие как монофторфосфат. Для этой категории ингибиторов крайне важно, чтобы эти вещества обладали абсорбционной способностью, с тем чтобы они могли проникать в бетонную конструкцию через интерстициальные поры и достигать арматуры.

Ингибиторы, особенно смешанные с бетоном, могут изменять свойства бетона как в свежем, так и в затвердевшем состоянии и могут влиять на время схватывания, коэффициент усиления прочности и другие свойства. Таким образом, чтобы избежать непредвиденных повреждений, необходимо понимать механизм его действия и возможные побочные эффекты.

Ингибиторы коррозии, используемые в железобетонных конструкциях, могут быть классифицированы по их химическому составу (органическому и неорганическому), механизму их защиты (анодному, катодному и тому и другому) или способу их применения (смешанные в бетоне и нанесенные на поверхность), а также могут быть сгруппированы в другой класс, известный как ингибиторы зеленого цвета.

Механизмы действия и применение ингибиторов получены на их основе (химический состав). Используются различные типы ингибиторов, традиционно разделяемые на неорганические химические соединения (в основном нитриты) и органические (алканоламин и карбоксилаты).

Что касается неорганических ингибиторов, то нитриты выделяются как наиболее используемые. Эти ингибиторы, главным образом добавляемые в смесь свежего бетона в качестве профилактического действия, начали испытываться еще в 1950-х гг. Первоначально изучался нитрит натрия. Однако из-за побочных эффектов, таких как снижение прочности бетона и повышенная вероятность возникновения щелочно-кремнеземной реакции (ЩС), которые оказывают негативное влияние на бетон, его заменили нитритом кальция.

Как и неорганические, органические ингибиторы были широко использованы в последние годы, с несколькими исследованиями на их механизмах действия и эффективности. Органические соединения могут отдавать электроны или получать электроны с поверхности металла, образуя ковалентные связи, и поэтому являются превосходными ингибиторами коррозии. Органические ингибиторы, нанесенные на бетонную поверхность, считаются одним из самых простых и эффективных методов борьбы с коррозией в существующих железобетонных конструкциях. Органические ингибиторы являются популярными и часто используются для борьбы с коррозией в арматурном бетоне, в том числе в присутствии хлорид-ионов.

Литература:

1. Акбаров Х.И., Холиков А.Ж., Дюсебеков Б.Д., Тиллаев Р.С. Защитные свойства ингибиторов на основе водорастворимых полимеров, фосфорной кислоты и неорганических солей //Б.74-75.

2. Холиков А.Ж., Акбаров Х.И., Тиллаев Р.С. Защитные свойства ингибиторов на основе фосфорной кислоты в различных средах // "Новые технологии получения композиционных материалов на основе местного сырья и их применение в производстве". Республиканская научно-техническая конференция. Тез. докл. -Тошкент, 2005. -С.39
3. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии 2010: Учебное пособие / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов. - М.: Физматлит, 2010. - 416 с.

ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ САНТЯГО КАЛАТРАВА

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

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

Сантьяго Калатрава спроектировал политехнический университет Флориды, он стал воплощением фирменного футуристического стиля архитектора. (Рис. 1). Любой проект Сантьяго Калатрава – это всегда очень интересный проект, который имеет характерные черты: воздушность, присутствует достаточно элементов из стекла, бетона и конечно же традиционно белый цвет строений. Такими являются такие строения как Город искусств и наук в Валенсии, аэропорты Денвера и Бильба. Калатрава является лучшим Испанским архитектором который всегда удивлял и брался за самые сумасшедшие проекты. Он является гением своего дела.



Рисунок 1 – Политехнический университет

Отличительной чертой дизайна здания стала белая оболочка из легкого алюминия, которая не только добавляет характер зданию, но и не дает фасаду здания сильно нагреваться. Приблизительная площадь здания составляет около 160 тысяч кв. м. В основе применяются конструкции из прочной стали, стекла и бетона. Фасад снабжен обходной галереей. На крыше находится 46 управляемых лопастей составляют гребень на фасаде, они позволяют изменять поток света. Это выглядит очень эстетично.

Здание оборудовано раздвижной крышей в виде жалюзи, которые при желании могут быть оснащены солнечными батареями. Инновационная крыша помогает защитить помещения от прямых солнечных лучей, максимизируя мягкий дневной свет в пространстве.

В процессе проектировании генерального плана кампуса Сантьяго Калатрава использовал преимущества центральной части Флориды. Например, озеро имеет незабываемый вид и еще служит в качестве элемента для удержания ливневой воды, которая в дальнейшем используется для полива сада. На первый взгляд это все кажется невозможным, а если взглянуть и вспомнить кто такой Калатрава, какими проектами он занимался, сразу все невозможное становится возможным. (Рис. 2)



Рисунок 2 – Генеральный план

Территория студенческого двора оборудована пешеходными мостиками и дорожками, окруженными зеленью. Свою историю политехнический университет ведёт с 2012 года и своего здания не имел, поэтому процесс обучения организовывался на площадях других учебных заведений. В 2014 году состоялось открытие нового университета, построенного по проекту Калатравы.

Литература:

1. Проект Сантьяго Калатравы во Флориде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.admagazine.ru/architecture/politehnicheskij-universitet-santiago-kalatravy-vo-floride> - Дата доступа: 07.12.2019
2. Современная архитектура и фасад, политехнический университет во Флориде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.archfacade.ru/2015/05/politex-vo-floride-novoe-arxitekturnoe-tvorenje-santiago-kalatravy.html> - Дата доступа: 07.12.2019

ЛЕГКИЙ И СВЕРХЛЕГКИЙ БЕТОН

*Коваленя Никита Владимирович студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Аннотация

В данной статье мы подробнее изучим строение, виды, сферу применения, а также проанализируем преимущества и недостатки легкого бетона.

Легкий бетон имеет широкое распространение в строительной сфере, всё благодаря его весу. Данный материал отличается от своих тяжеловесных братьев более пористой текстурой. Вес куба тяжеловесного бетона составляет 500-1900 кг. Использование таких компонентов как: вермикулит, перлит, позволяют значительно снизить массу. Поэтому сверхлегкий бетон имеет вес до 500 кг.

К особо легким видам бетона можно отнести пенобетон и газобетон. Эти виды могут составлять серьезную конкуренцию своим тяжелым аналогам и всё благодаря объемной, ячеистой структуре. В последнее время такие составы очень популярны при промышленном строительстве.

Сфера применения

На основе легкого высококачественного бетона можно создать прочные мостовые конструкции с широкими пролетами. И главный плюс этого бетона в том, что несмотря на свой вес он не теряет в прочности и это положительно сказывается на всей конструкции. Такой эффект достигается за счет пористых заполнителей.

Современные материалы позволяют значительно ускорить процесс мостостроения. Части элементов конструкции создаются заранее на заводах. А непосредственно на строительных участках осуществляется сборка элементов конструкции и последующей отделкой бетонными массами. В процессе застывания бетона они превращаются в различные опоры, устои, пролеты, имеющие различные геометрические формы.

Преимущества и недостатки легкого бетона

К *преимуществам* относятся:

Низкая теплопроводность. Конструкция сверхлегкого бетона отличается значительной пористостью, которая обычно равна сорока процентам от всего объема. Легкость данного строительного материала имеет сразу несколько преимуществ. Которые позволяют сэкономить на его использовании. Простота

транспортировки. Наполнители отлично не дают продвигаться каким-либо звукам по конструкции. Данный вид бетона очень универсален. Его можно использовать в качестве утеплителя или несущей стены. Такая стена легко эксплуатируема, ведь готовые блоки имеют крупные размеры, также допускается использование специального клея для фиксации цементного раствора, что позволяет скрыть швы. К преимуществам также стоит отнести высокую морозостойкость, в зависимости от заполнителя температура может колебаться от 25 до 300F. Для увеличения морозостойкости можно использовать специальные добавки, что благоприятно скажется на переносимости температуры и на долговечности.

А теперь к *недостаткам* - повышенная пористость, которая несмотря столь внушительный список преимуществ и достоинств, обратным образом влияет на другие параметры, такие как: снижение прочности всей конструкции. Связано это с применением наполнителей, которые легко подвергаются механическому воздействию.

Поры – это прямой путь поглощения жидкости и чем их больше, тем выше впитывание влаги.

Технология не останавливаются на достигнутом, уже на данном этапе имеются новейшие легкие бетоны, достаточно устойчивые к влажным условиям, которые имеют достаточно высокую прочность, что позволяет использовать материал при строительстве многоуровневых каркасных сооружений.

Виды легкого бетона.

Ячеистый бетон получают путем смешивания воды, песчаных, пенистых, газообразующих – если использовать пенистые получается пенобетон, при использовании газообразующих — газобетон. При смешивании газообразующего с пеной и известью получают газосиликатные. Отличаются ячеистые материалы отсутствием заполнителя.



Рисунок 1 – Общий вид ячеистого бетона

Обыкновенный легкий бетон получается путем смешивания вяжущего, водного, заполнителей. Главное отличие легкого от обыкновенного бетона - отсутствие щебня в используемых материалах и применение заполнителя пористого. Все пустоты в таком типе бетона оказываются заполнены в отличие от ячеистого материала, воздушных отверстий в обыкновенном легком бетоне совсем немного – не более 6 процентов от всего блока материала.



Рисунок 2 – Общий вид обыкновенного легкого бетона

В крупнопористом легком бетоне используют большой пористый заполнитель. В данном виде отсутствует песок, поэтому также этот вид называют беспесчаным бетоном. Заполнитель клеится между собой только там, где соприкасается. Не заполненная площадь при этом 25 процентов.



Рисунок 3 – Общий вид обыкновенного легкого бетона

Легкий бетон подходит для производства таких изделий как: строй-блоков, монолитных плит, перетяжек, панелей, монолита. С помощью легких бетонных смесей удобно заполнять грунтовые провалы конструкций и провалы. Используется так и в частном секторе, для теплоизоляции, огнезащиты, несущих стен, перемычек, перегородок. В промышленности – колонн, балок, мостов и мостовых конструкций, опять же благодаря соотношению высокой прочности и низкому весу. Отдельного упоминания заслуживает применение специализированных марок: высокопрочные актуальны при ведении строительных работ в сейсмически опасных зонах, легкие жаростойкие — при кладке и футеровке печей. В целом, легкий бетон является полноценной заменой кирпича и обычных цементных растворов при возведении стен, бонусом служит снижение веса и толщины конструкций.

ПУБЛИКАЦИИ ASA О ПОДЗЕМНОМ ТОРКРЕТИРОВАНИИ

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

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

Данная инновация будет применяться в подземном комплексе, рядом с городом Спилиа, Греция.

Американская ассоциация торкретирования (ASA - American Shotcrete Association) опубликовал два новых положения, охватывающих две критические темы применения торкретирования в подземных условиях - применение торкретирования в верхней части тоннеля и торкретирование на синтетических листовых гидроизоляционных мембранах.

ASA - это некоммерческая организация подрядчиков, поставщиков, производителей, дизайнеров, инженеров и владельцев, которые заинтересованы в продвижении использования торкретирования. Цель ASA это то, что бы «конструкции, построенные или отремонтированные с использованием торкретирования, принимались как равные или превосходящие бетон».

Два новых документа под названием «Распыление торкретбетона в потолочной части подземных сооружений» и «Распыление торкретбетона на синтетических листовых гидроизоляционных мембранах» были разработаны под председательством ASA.

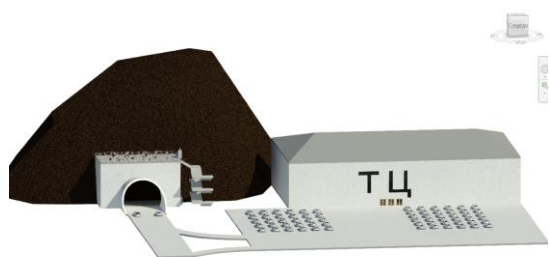


Рисунок 1 – Архитектурное решение портала

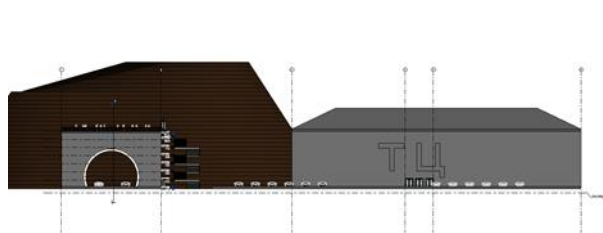


Рисунок 2 – Южный фасад

Распыление торкретбетона в подземных условиях

В подземных условиях распыление торкретбетона является обычной и частой, ежедневной операцией, но успешное применение является сложной

задачей. Распыление торкретбетона происходит с высокой скоростью на верхнюю часть тоннеля, и динамическая энергия уплотняет бетон на месте. Однако пластичный торкрет-бетон не имеет свойств мгновенного застывания. В зависимости от применяемой толщины вес торкрет-слоя может быть значительным. Масса одного или нескольких слоев торкретбетона может быть достаточным, чтобы стянуть торкретбетон вниз и вызвать локальные или крупные выпадения, которые могут представлять значительную угрозу безопасности и потерю производительности. Кроме того, неправильное применение верхнего торкретирования и другие обстоятельства могут привести к расслаиванию и пустотам в установленном торкретировании.

Распыление торкретбетона на синтетические листовые гидроизоляционные мембраны

Применение торкретбетона для окончательной облицовки мембран из синтетических листов стало более распространенным явлением в подземных проектах. Торкрет-бетона наносится с высокой скоростью на мембрану, и динамическая энергия закрепляет пластичный торкрет-бетон на месте. Тем не менее, гладкая поверхность, вздутие или вибрация гидроизоляционной мембраны создают проблемы, по сравнению с применением торкретирования на жесткой и шероховатой поверхности.

Использование торкретированных облицовок в подземных условиях является стандартной техникой. Однако неправильное нанесение торкрет-бетона на гидроизоляционную мембрану в системе с двойной оболочкой, с отдельной временной облицовкой на внешней поверхностях и финальной облицовки на внутренней стенке мембраны, может привести к некачественному торкрет-бетону из-за расслоения и пустот, а также к локальному образованию или крупномасштабных осадков, и могут стать предметом технических споров о причинах и следствиях.

Заключение

В недавно опубликованных документах ASA, посвященных нанесению торкретбетона на верхнюю часть тоннеля и на синтетические листовые гидроизоляционные мембраны, рассматриваются два технических применения торкретирования, которые часто являются предметом обсуждения подземных проектов. Документы дают рекомендации в тех областях, которые в настоящее время недостаточно охвачены другими руководящими принципами или общепринятой литературой. Цель ASA - поддержать отрасль, восполнив эти пробелы. Оба документа с изложением позиции доступны для бесплатного

скачивания на веб-сайте ASA www.shortcrete.org на вкладке «Продукты / Услуги и информация».

Литература:

1. TBM staff. ASA Publishes Position Statements for Underground Shotcrete [Electronic resource] / TBM staff // Tunnel Business Magazine – Mode of access: <https://tunnelingonline.com/asa-publishes-position-statements-for-underground-shotcrete/#prettyPhoto>. – Date of access: 03.11.2019.

БРЮНЕЛЬ ИЗАМБАРД КИНГДОМ КАК ОДИН ИЗ ВЫДАЮЩИХСЯ ИНЖЕНЕРОВ 19 ВЕКА

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

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

Фамилию “Брюнель” слышал каждый уважающий себя инженер-строитель, так как с ней связано много невероятных сооружений, грандиозных проектов и очень сложных с точки зрения механики конструкций. Под руководством своего отца (Марка Брюнеля) занимался строительством тоннеля под Темзой (Рис.1), в ходе которого был сконструирован первый проходческий щит прямоугольной формы. Работы велись очень долго из-за особенности грунтов (мягкий грунт), недостаточного финансирования, аварий и гибели людей. Так 25 марта 1843 года для публики был представлен тоннель длиной 396 метров, поперечным сечением 6 на 11 метров и находящийся на глубине 23 метра от поверхности воды. Это был невероятно сложный проект и на сегодняшний день создать такое сооружение это трудоёмкое и финансово дорогое мероприятие.



Рисунок 1 – Строительство тоннеля под р. Темза

Так же Брюнель участвовал в строительстве мостов Conway и “Британия”, помогал с планом предпринимателю Пакстону при постройке Хрустального дворца, во времена Крымской войны занимался строительством военных объектов. В общем был предан своему делу, в результате чего и погиб.

Чего же в итоге Изамбард Брюнель достиг: построил 25 железных дорог, 5 висячих мостов, 8 пирсов и сухих доков, 3 крупных порохода, так же был признан членом Лондонского королевского общества и сегодня является одним из величайших инженеров своего времени.

Литература:

1. Брюнель, Изамбар-Кингдом // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
2. Журнал LiveJornal [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://livejournal.com>. — Дата доступа: 04.12.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЫЛИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ

*Курило Антон Сергеевич, студент 4-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., старший преподаватель)*

Строительство туннелей, особенно тех, которые выкапываются проходным щитом, приведет к значительному загрязнению пылью, что всегда приводит к серьезным рискам для здоровья работников.

В целях выявления характеристик риска для здоровья, связанных с пылью, образующейся при строительстве туннелей, и повышения уровня иммунитета у работников, была создана система оценки пылезагрязнения.

Система оценки состояла из оценки воздействия и количественной оценки риска воздействия пыли на организм. С учетом статистики получения у рабочих заболеваний, связанных с работой в пыли.

Было решено использовать респираторы при строительстве туннелей, а концентрация воздействия пыли на рабочих была скорректирована по уникальной формуле в зависимости от внутренней утечки и эффективности фильтрации.



Рисунок 1 – Респиратор на рабочем стройки метро

Результаты показали, что изоляция масок, очевидно, снижает риск для здоровья, в котором риск для здоровья был резко снижен на 82% при идеальном эффекте изоляции и на 26% при фактическом эффекте изоляции. В каждой процедуре риск для здоровья при проходке туннелей был наибольшим, за которым следовал вывоз шлака, а наименьшим - футеровка. Кроме того, хотя пылевое загрязнение футеровки было легким, из-за длительного рабочего времени (9,0 ч) и высокой скорости всасывания, также приводящей к серьезному риску для здоровья без эффекта изоляции.



Рисунок 2 – Пыль в тоннеле

Устройство для сухой уборки пыли в тоннелях содержит связанную с транспортным средством платформу, которая несет узел нагнетания воздуха на обрабатываемую поверхность. Узел состоит из нагнетательного вентилятора, связанного посредством трубопроводов с соплами, расположенными по периметру обрабатываемой поверхности. Пылезаборный узел, который отличается тем, что, с целью снижения энергоемкости, состоит из электрофильтра, снабженного конфузуром. При этом плоскость расположения выходной части сопел узла нагнетания воздуха на обрабатываемую поверхность и плоскость заборной части конфузора разнесены по длине платформы и направлены навстречу одна другой, а плоскость заборной части конфузора расположена по направлению движения устройства.

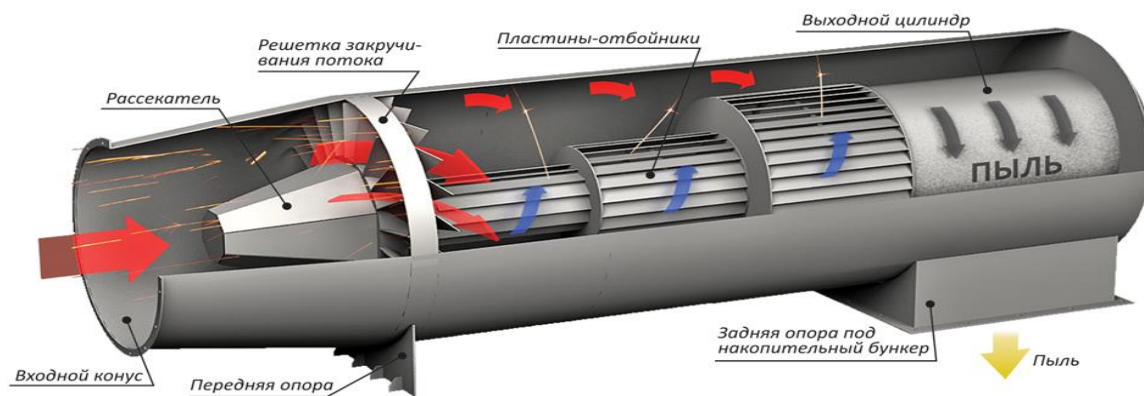


Рисунок 3 – Устройство пылеотвода

Литература:

1. Информация по загрязнению- <https://news.rambler.ru/other/43157165-kak-podderzhivayut-chistotu-v-tonnelyah-metro/>
2. Биргер - Справочник по пыле- и золоулавливанию (1983)- <http://www.zodchii.ws/books/info-226.html>

ВИДЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

*Ложников Дмитрий Евгеньевич, 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 требуется решить проблему больших пробок в городе Париж, Франция. Соответственно предложить пути решения проблемы. Мной было предложено концептуальное решение строительства сети из тоннелей под существующей застройкой. Мое решение представлено на фото с учетом действия нагрузок на тоннели.

Зачастую строительство различных объектов требуется выполнять в сложных геологических условиях. Обычные способы строительства не подходят соответственно требуется использовать различные способы закрепления грунта.

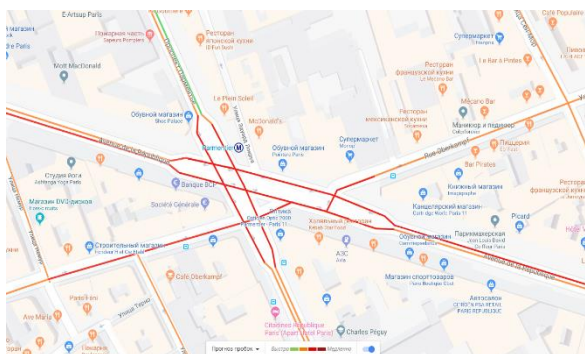


Рисунок 1 – Карта с пробками

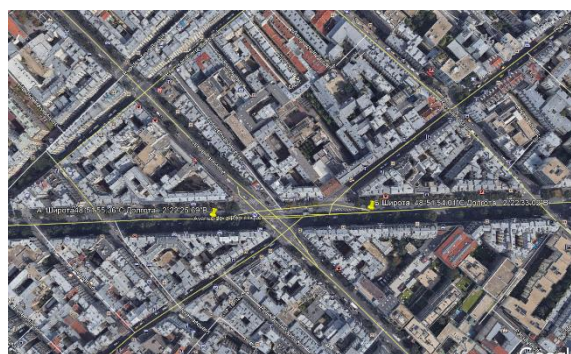


Рисунок 2 – Генеральный план



Рисунок 3 – Концептуальная модель тоннелей



Рисунок 4 – Архитектурно-планировочное решение



Рисунок 5 – Архитектурно-планировочное решение (вид сверху)



Рисунок 6 – Инфраструктура

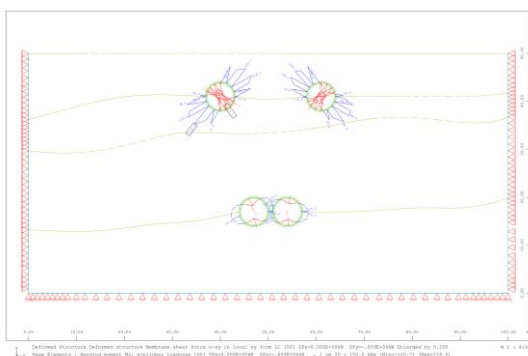


Рисунок 7 – Моменты возникающие в конструкциях тоннелей

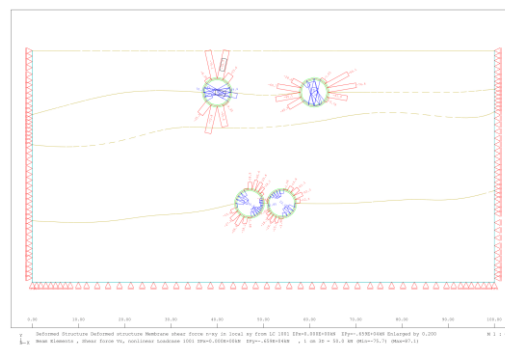


Рисунок 8 – Внутренние усилия в конструкциях

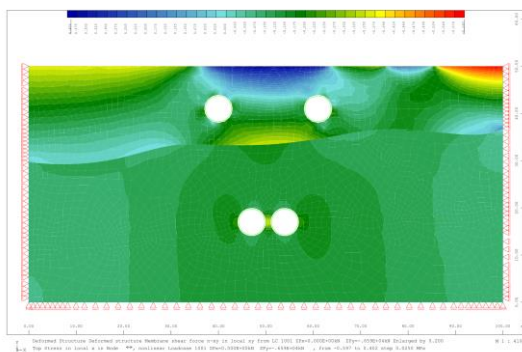


Рисунок 9 – Изо-поля напряжений по оси X (по горизонтали)

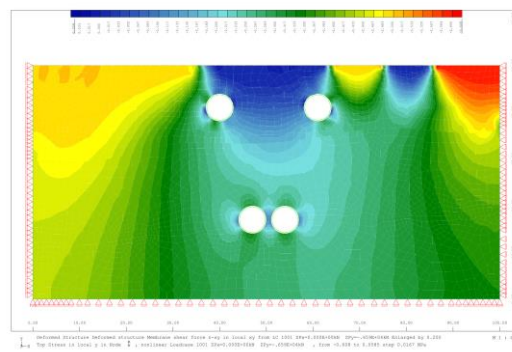


Рисунок 10 – Изо-поля напряжений по оси y (по вертикали)

Закрепление грунта цементом:

Цементирующее возникает в результате химических реакций цемента с кремнистым грунтом при реакции гидратации. Важными факторами, влияющими на стабилизацию грунта, являются: состав грунта, условия перемешивания, уплотнения, отверждения и используемые примеси.

Соответствующее количество цемента, необходимые для различных типов почв:

- Гравий - от 5 до 10%
- Пески - от 7 до 12%
- Ил - от 12 до 15%, и
- Глины - 12 - 20%

Известь, хлорид кальция, карбонат натрия, сульфат натрия и зола являются одними из добавок, обычно используемых с цементом для цементной стабилизации грунта.

Гашеная известь очень эффективна при обработке тяжелых пластичных глинистых грунтов. Известь может использоваться отдельно или в сочетании с цементом, битумом или золой. Песчаные грунты также можно закрепить с помощью этих веществ. Известь в основном используется для закрепления дорожных оснований и фундаментов.

Индекс пластичности высокопластичных грунтов снижается при добавлении извести в грунт. Наблюдается увеличение оптимального влагосодержания и уменьшение максимальной плотности, а также увеличивается прочность и долговечности грунта.

Хлорид кальция, будучи гигроскопичным и растекающимся, используется в качестве удерживающей воду добавки в механически стабилизированных грунтовых основаниях. Давление пара снижается, поверхностное натяжение увеличивается, а скорость испарения уменьшается. Температура замерзания чистой воды снижается, что приводит к предотвращению или уменьшению морозного пучения.

Силикат натрия является еще одним химическим веществом, используемым для этой цели в сочетании с другими химическими веществами, такими как хлорид кальция, полимеры, хром-лигнин, алкилхлорсиланы, силикониты, амины и соли четвертичного аммония, гексаметафосфат натрия, фосфорная кислота в сочетании с увлажняющим агентом.

Существует метод закрепления грунта путем инъекции растворов в грунт. Этот метод бесполезен для глинистых грунтов из-за их низкой проницаемости, также это дорогостоящий метод закрепления грунта. Этот метод подходит для стабилизации грунта в стесненных условиях.

Асфальт и гудрон - это битумные материалы, которые используются для закрепления грунта в дорожном строительстве. Битумные материалы при добавлении в почву придают когезию и снижают водопоглощение.

Литература:

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

ТОРКРЕТИРОВАНИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ

*Ложников Дмитрий Евгеньевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В рамках научной работы мной была запроектирована станция метрополитена в г. Минске на пр. Победителей.

Торкрет играет важную роль в современной технологии бетона. Широко используется в инженерных и строительных работах в целом, его самой большой областью применения является строительство тоннелей, где он является жизненно важной частью системы поддержки и облицовки.

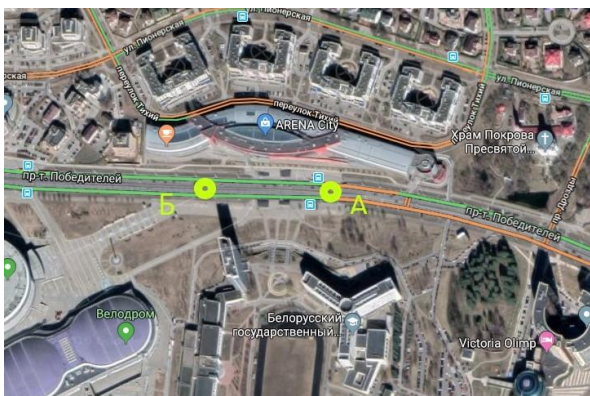


Рисунок 1 – Генеральный план

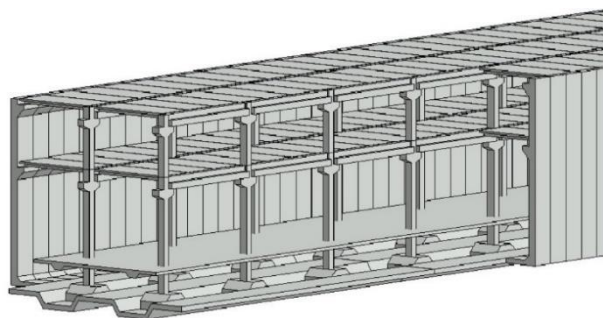


Рисунок 2 – Общий вид конструкций
станционного комплекса



Рисунок 3 – Архитектурно-планировочное
решение станционного комплекса



Рисунок 4 – Архитектурно-планировочное
решение станционного комплекса

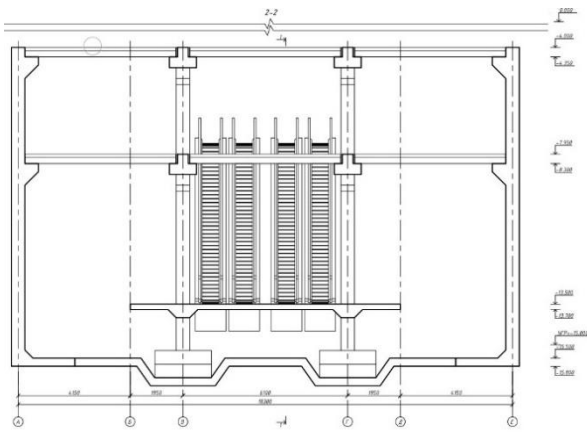


Рисунок 5 – Поперечный разрез станционного комплекса

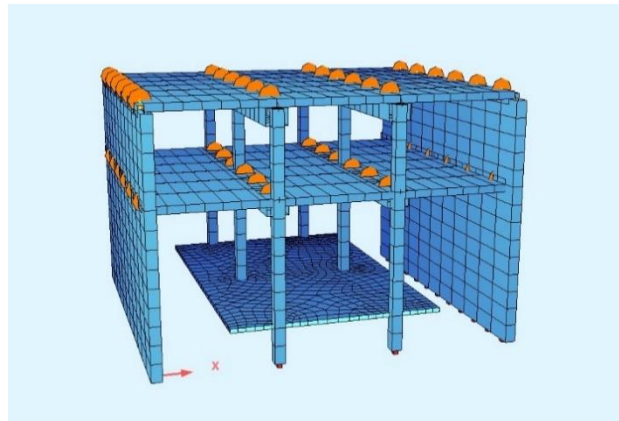


Рисунок 6 – Расчетная 3D модель станционного комплекса

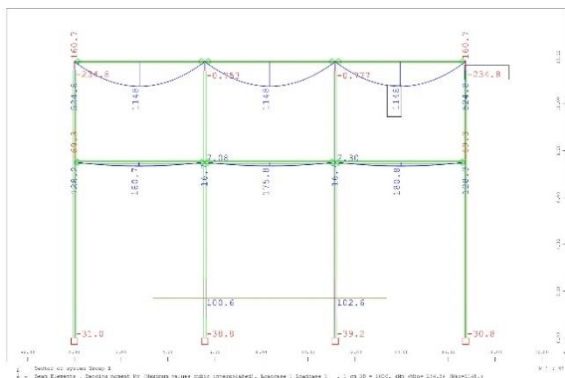


Рисунок 7 – Изгибающие моменты в плитах перекрытия, кН·м

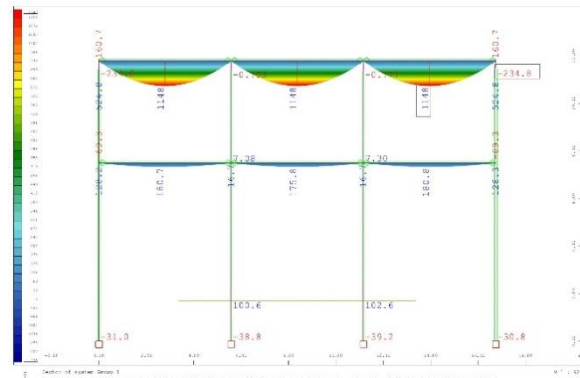


Рисунок 8 – Изополя изгибающих моментов в плитах перекрытия, кН·м

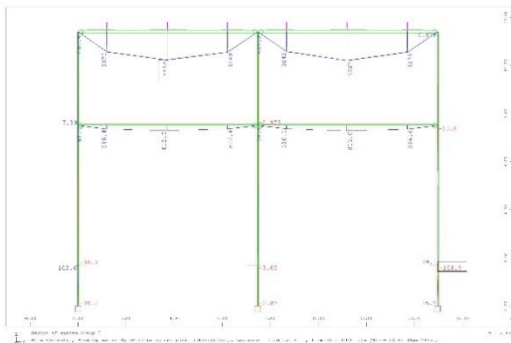


Рисунок 9 – Изгибающие моменты в ригелях, кН·м

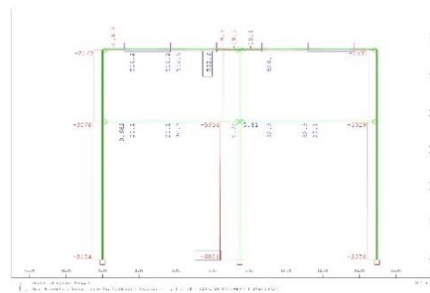


Рисунок 10 – Усилия в колоннах, кН

В строительстве тоннелей спрос на высокое качество и экономику в торкрете резко возрос в последние годы во всем мире. Качество используемых материалов, их гранулометрический состав, их дозировки, места и условий труда и, наконец, используемого оборудования влияют на качество торкрета. Для определения наилучшего состава и качества используемого оборудования необходимо провести предварительные испытания как оборудования, так и материалов. Благодаря своим техническим и экономическим преимуществам добавки стали незаменимыми для работ, где используется торкрет.

Проектирование бетонной смеси с различными волокнами – это метод, который приобрел большую значимость в последние годы. Процесс торкретирования – это процесс нанесения раствора с большой скоростью на поверхности под сжатым воздухом. Эта смесь специально разработана для того, чтобы выдерживать и не отрываться от конструкции.

Преимущества, торкретбетона с волокнами:

Улучшает пластичность бетона, которое предотвращает деформации и появление трещин.

Они обеспечивают повышенную ударопрочность и долговечность бетона

Усиливает фактор безопасности в тоннелях. Применение полипропиленовых волокон не позволяет высоким температурам приводить к взрывам цемента в результате достижения высоких температур.

Существует четыре последовательных этапа от подготовки до контроля проекции материала:

Смешивание компонентов.

Смешивание бетона и полипропиленовых волокон может быть хорошо сделано на тестомесильной установке или в баке грузовика. Предпочтительнее выбрать тестомесильную машину, потому, что этот тестомес является более энергичным, равномерным, таким образом, снижается загрязняющий фактор и дозирование волокна более эффективно. Во время этого процесса необходимо избегать образования "ежей", то есть волокна должны равномерно распределяться по всей поверхности цемента.

Транспортировка смеси

Для транспортировки смеси могут использоваться грузовики-цистерны или бетононасосы. Эта смесь будет защищена от ненастной погоды во время процесса перевозки. Для тех маршрутов, которые считаются длинными, следует обратить особое внимание на те факторы, которые участвуют в предварительной гидратации, дозируя при необходимости с стабилизирующими добавками. Ни при каких обстоятельствах вода не будет использоваться в смеси. При транспортировке грузов необходимо постоянно замешивать бетон.

Торкретирование с полипропиленовыми волокнами

В этом процессе для начала необходимо подготовить поверхности. Цель подготовки поверхности состоит в том, чтобы быть уверенным, что перед началом проецирования любой вид грязи или остатков, которые могут удалить адгезию бетонной смеси. Поэтому поверхность облицовки тоннеля должна быть влажной, но не мокрой. Для этого рекомендуется использовать воздух и воду и не более чем за два часа до начала проецирования смеси.

Для проецирования смеси, которая осуществляется через поршневой насос в сопло. В насадку добавляется давление около 5-7 бар. Это позволяет увеличить

уплотнение и адгезию к поверхности, на которой она проецируется. Проекция цемента с полипропиленовыми волокнами начинается снизу.

Твердение

Твердение бетона относится к ряду действий, направленных на поддержание влажности бетонной смеси, тем самым предотвращая испарение воды и поддерживая надлежащую пропорцию между водой и цементом, чтобы смесь правильно выцветала и, следовательно, химическая реакция была завершена правильно. Во многих случаях неправильное отверждение может привести к трещинам, они могут быть как внешними, так и внутренними, для внешнего отверждения существует множество методов, таких как освежение смеси, нанесенной водой, или покрытие влажными тканями и пластиком, но для внутреннего отверждения смеси необходимо добавить компоненты в тесто в прохладном состоянии. Эта процедура обеспечивает лучшую гидратацию цемента путем уменьшения эффекта отвода при сушке и усиления эффекта адгезии.

Литература:

1. А.С. Стаценко «Технология бетонных работ», Минск, 2005 г
2. Терентьев О.М. «Технология строительных процессов: Учебник для строительных техникумов.», Москва, 2002 г.
3. Баженов Ю.М. «Технология бетонных и железобетонных изделий», Москва, 1984.

ЭЛАСТИЧНЫЙ САМОЗАЛЕЧИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН

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

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

Для оптимизации движения был разработан тоннель в Швейцарии (Рис.1), который соединяет города Беллинцона и Менагия. Также была создана модель портала данного сооружения (Рис. 1-2).

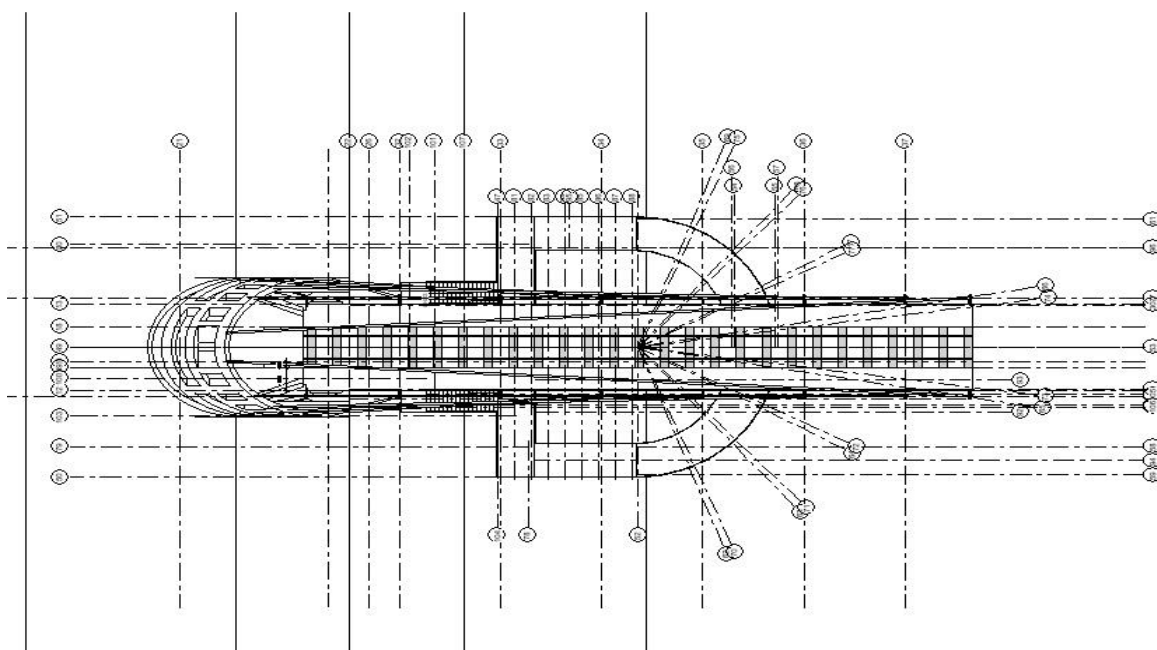


Рисунок 1 – План портала

Данный портал предлагается построить из новейшего самозалечивающегося эластичного бетона

Голландский учёный Хенк Джонкерс нашёл решение данной проблемы и подарил бетону «вечную жизнь», благодаря функции самовосстановления. Он взял за основу чудесное свойство регенерации костей человека, в котором большую роль играет кальций, также помимо перечисленного свойства, придающий прочность и пластичность скелету человека. В состав самовосстанавливающегося бетона, как раз и входят бактерии *Bacillus pseudofirmus* и *Sporosarcina pasteurii*, которые способны выжить в щелочной среде, такой как бетон, без дополнительных питательных веществ, а при взаимодействии с водой вступают в реакцию, тем самым способствуя

образованию карбоната кальция, содержащего 40 % кальция. При действии влаги на данные бактерии, они выделяют известковое вещество, играющее роль некоторого «пластыря» для бетона (Рис. 3).

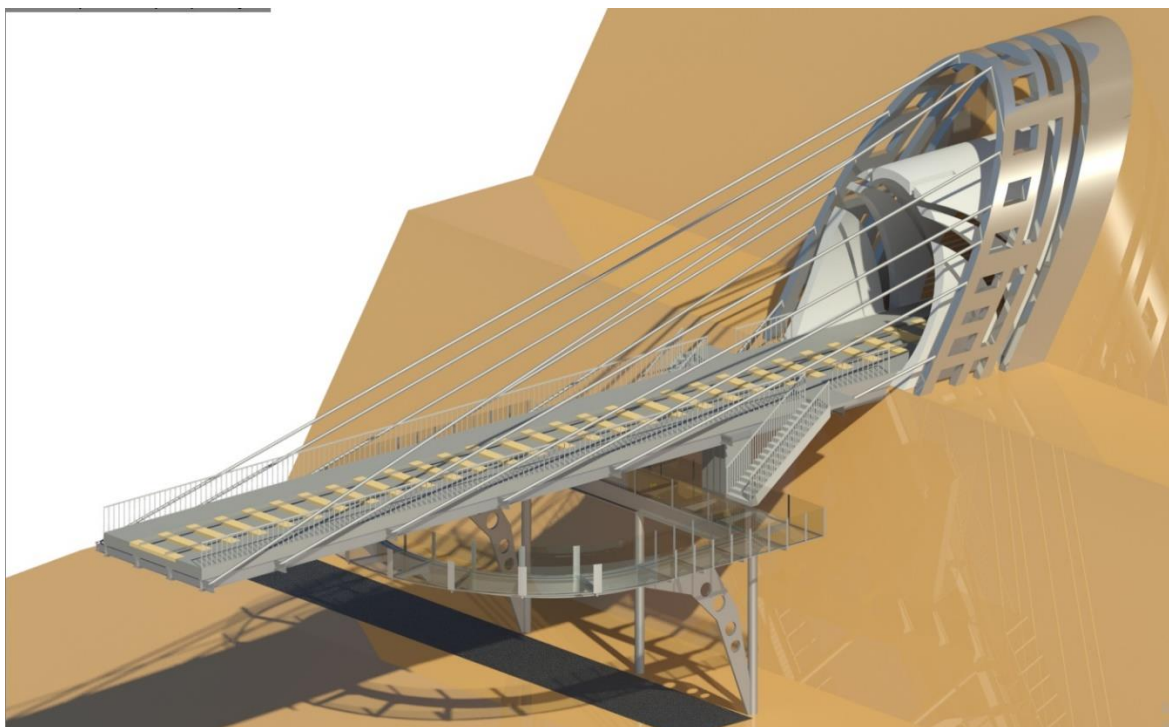


Рисунок 2 – Общий вид портала

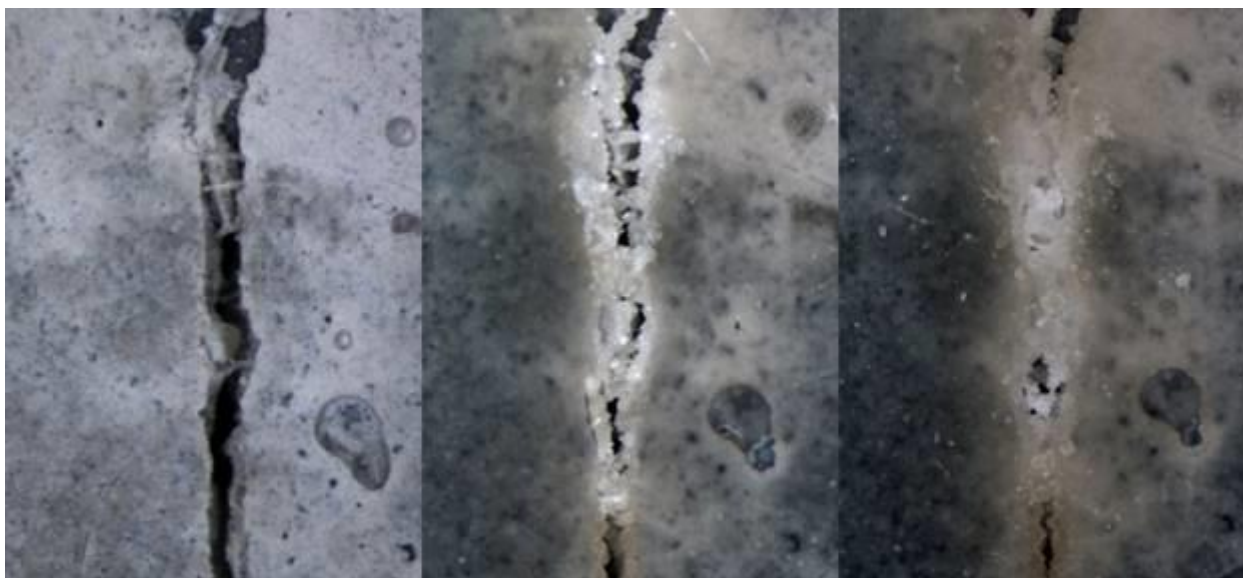


Рисунок 3 – Эластичный бетон

Появилась замечательная идея, но был ряд вопросов, таких как: питание микроорганизмов и контроль их численности, которые и пришлось решить учёным. Сначала первую проблему хотели решить при помощи ввода в состав бетона сахарного раствора, но это только ухудшило параметры бетона. В итоге была найдена альтернатива, и в качестве источника питания выступил лактат

кальция, который на свойства бетона не влиял, либо это влияние было минимально.

Вторую проблему решили при помощи ввода бактерий в спящее состояние, в котором они могут пребывать до 200 лет при соответствующих условиях.

В итоге в общем виде идея приобрела реальные очертания: лактат кальция помещают в капсулы из биоразлагаемого пластика, размером от 2 до 4 мм, капсулы помещают в бетонный раствор с добавлением любых химически активных веществ, и при образовании трещин и соответствующем проникновении воды, они активизируются и потребляя пищевой ресурс выделяют известняк, тем самым залечивая «рану» в теле бетона.

Данная технология самовосстанавливающегося бетона находится в тестовом режиме. Учёные пытаются довести разработку до совершенства и снизить цену на материал будущего, так как сейчас 1 м³ обычного бетона стоит в 3 раза дешевле инкапсулированного бактериями бетона. И это пока что единственный минус данного бетона, который Хенк Джонкерс и его команда пытается свести к минимуму и сделать свою разработку в два раза дешевле. Естественно цена самозалечивающегося бетона будет выше цены обычного, но эта разница окупится за долговечный эксплуатационный период бетонных сооружений без дополнительного вмешательства человека.

Литература:

1. Электронный портал правила строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.psdom.ru/catalog/top-20-innovacionnyh-stroitelnyh-tehnologii>. – Дата доступа: 16.12.2019
2. Строительный портал о материалах, ремонте и дизайне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nastroike.com/stroitelnye-materialy/elasticnyj-beton-harakteristiki-i-vidy>. – Дата доступа: 16.12.2019
3. Портал Яндекс Дзен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.by/media/hardcore152/samozalechivaiusciisia-elasticnyi-beton-chto-eto-za-chudo-takoe-5cc805523e66cc00af04a19f>. – Дата доступа: 16.12.2019
4. Портал научного издательства «СибАК» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sibac.info/>. – Дата доступа: 16.12.2019

СТРОИТЕЛЬСТВО ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Лучковский Олег Александрович, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Аннотация. В работе представлены особенности строительства объектов социального назначения.

Ключевые слова: объекты социального назначения, строительство, фундамент, мосты.

Строительство моста будет произведено максимально качественно, так как имеется современное оборудование, присутствуют знания и большой опыт. В качестве основы для строительства используются только натуральные материалы. Строительство выполняется на высшем уровне благодаря сотрудничеству с квалифицированными сотрудниками строительной сферы. Работа будет гарантией полной безопасности конструкции, которая будет использоваться в развитии города и его инфраструктуры. Строения, возведенные квалифицированными профессионалами, отличаются такими преимуществами, как [1-3]:

- повышенная звуко- и теплоизоляция;
- экологическая чистота;
- сейсмоустойчивость.

Для осуществления такого процесса, как строительство моста или иных объектов категории социального назначения, в распоряжении должны иметься разрешения и все основные сертификаты качества. Перед тем как начать строительство, сотрудниками компании должны быть произведены все требуемые инженерные рабочие процессы, проведены тестовые работы и составлены необходимые чертежи. При осуществлении такого процесса, как строительство моста, тоннеля, метрополитена или иного строительного объекта, проводятся работы, направленные на соответствие строения общему архитектурному стилю города, учитываются особенности градостроения и необходимость конструкции. Если нужно, вносятся некоторые поправки относительно используемого материала. Это позволяет понять, как будет смотреться сооружение на улице города, на сколько эффективным будет его эксплуатация.

Опыт работы позволяет учесть большое количество разных деталей, которые очень важны в процессе осуществления такого процесса, как строительство социально важной для города конструкции, а также избежать возможных ошибок при проведении работ. Все это способствует тому, что строение в результате приобретает привлекательные внешние качества и характеристики.

Особое внимание уделяется качеству фундаментных работ. Закладка данной части любого моста – это первоначальный шаг в строительном качественном процессе. Оттого насколько качественно и профессионально построена данная часть прямо зависят такие важные факторы, как надежность той или иной конструкции. Перед тем, как начать строительство моста или иного объекта, в обязательном порядке проводится геологическое исследование территории, чтобы определить уровень устойчивости грунта, предотвратить все возможные проблемы с источниками подземных вод и определить иные проблемы [4].

Вне зависимости от типа строения, перед началом работ составляется смета, после согласования которой начинаются все рабочие процессы. Для расчетов требуется наличие определенных параметров, которые могут быть взяты двумя основными методами:

- выезд мастера на объект для осуществления замеров, для обозрения конструкции и составления технического плана;
- на основании чертежей с линейными размерами это могут быть фото объекта или проекта.

После расчета сметы озвучивается объем средств всех основных составляющих планируемого заказа, к которым можно отнести стоимость осуществляемых видов деятельности, цену доставки, количество материалов и накладные расходы. Сотрудничество со строительной компанией гарантирует высокое качество строения, доступную стоимость, полное соответствие требованиям заказчика. Преимуществом сотрудничества же является оперативность и качество работ.

Литература:

1. Чичерин И.И. Общестроительные работы; Академия. М., 2014. 416 стр.
2. Павлинова И.И., Алексеев Л.С., Неверова М.А. Совершенствование методов биотехнологии в строительстве и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения; МГСУ. М., 2014. 152 стр.
3. Техническая эксплуатация жилых зданий. Высшая школа. Москва, 2008. 640 стр.

4. Сидоров В.Н., Ахметов В.К. Математическое моделирование в строительстве. Издательство Ассоциации строительных вузов. М., 2013. 336 стр.

ИННОВАЦИОННАЯ ВОДОПОГЛАЩАЮЩАЯ ШТУКАТУРКА

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

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

Для улучшения инфраструктуры транспорта и придорожного строительства, был разработан проект портала и придорожного кафе в Швейцарии.

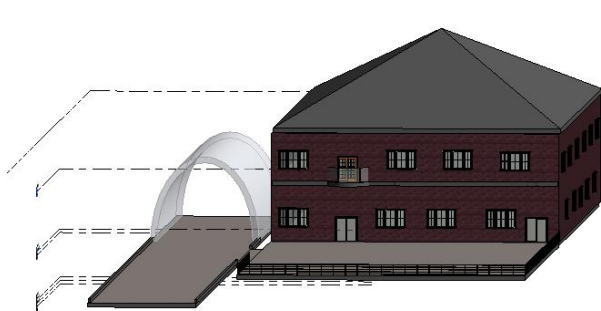


Рисунок 1 – Общий вид проекта

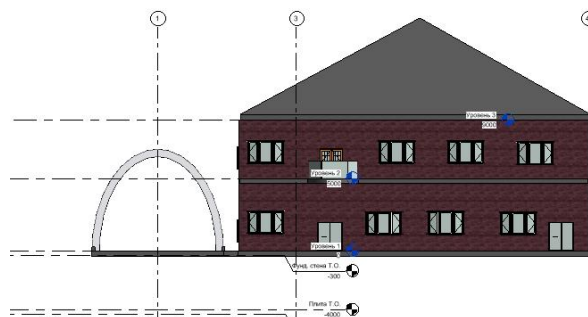


Рисунок 2 – Западный фасад

При разработке данного проекта было принято внедрить в него инновацию.

Инновационная водопоглощающая штукатурка – это штукатурка, которая поглощает влагу прямо из воздуха. Основным принципом действия данного материала заключается в том, что кроме поглощения влаги при ее избытке в воздухе, он сохраняет ее в себе, а при недостатке – возвращает обратно. Это позволяет поддерживать микроклимат как в помещениях, так и снаружи.



Рисунок 1 – Водопоглощающая штукатурка

Выделим следующие достоинства материала:

Низкая себестоимость

Хорошее качество

Оптимальный уровень конденсата в помещении

Нанесение тонким слоем (2см)

Снижение появления грибков и плесени и др.

Можно сделать заключение, что применение данной инновации в нашем проекте будет способствовать лучшей работе сооружения.

Литература:

1. HouseChief.ru — информационный проект NETBRO.MEDIA Российская Федерация [Электронный ресурс]. - <https://housechief.ru/shtukaturka-kotoraya-pogloshchaet-vlagu.html>. – Дата доступа 10.12.2019
2. Строительная Россия - строительный проект Российская Федерация [Электронный ресурс]. - <https://строй-россия.рф/статьи/5183/>. – Дата доступа 10.12.2019
3. Гуру красок: Инновационная штукатурка, регулирующая влажность воздуха в помещении Российская Федерация [Электронный ресурс]. - <https://kraska.guru/shpaklevka/shtukaturka/reguliruyushhaya-vlazhnost-vozduxa.html>. – Дата доступа 10.12.2019

ГИДРОИЗОЛЯЦИОННАЯ ДОБАВКА В БЕТОН «ПЕНЕТРОН АДМИКС»

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

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

Водоизоляционные добавки – это прогрессирующий класс добавок в цементный раствор, которые существенно повышают плотность бетона, что, соответственно, приводит к повышению водонепроницаемости, морозостойкости и химической стойкости в агрессивных средах.



Рисунок 1 – Применение добавки «Пенетрон Адмикс»

«Пенетрон Адмикс» впервые появился более 25 лет назад и является одной из ведущих водоизоляционных добавок.

Принцип действия заключается в активных химических веществах, которые входят в состав добавки «Пенетрон Адмикс», взаимодействуя с ионными комплексами кальция и алюминия (выделяются при гидратации цемента) образуют новые сложные соединения – нерастворимые кристаллогидраты.

Образование новых соединений происходит в капиллярах цементного массива, тем самым увеличивая плотную структуру бетона и новообразования становятся частью цементного массива, т.к. они имеют химическую схожесть с

бетоном. Поэтому бетон с добавкой «Пенетрон Адмикс» получает высокую марку по водонепроницаемости, сохраняя паропроницаемость.

Из-за повышения плотности бетона повышаются эксплуатационные параметры:

- 1) Морозоустойчивость от 100 циклов;
- 2) Прочность на 10%

Уникальное свойство «самозалечивания» трещин является одной из отличительных черт добавки «Пенетрон Адмикс». Объясняется это тем, что химические вещества, входящие в состав, являются катализаторами реакции образования кристаллогидратов. Процесс кристаллообразования происходит каждый раз, когда в цементную конструкцию поступает вода. Данное свойство позволяет приравнять срок работы гидроизоляции к сроку работы самой цементной конструкции.

Сейчас добавка «Пенетрон Адмикс» обширно применяется при постройке разных объектов, начиная от частного строительства до объектов гидротехнического назначения, например: резервуары, плотины, бассейны.

Для придания водоизоляционных особенностей достаточно добавить 1% смеси «Пенетрона Адмикс» от массы цемента в бетоне, это 4 кг на м³. Использование добавки не требует устройства дополнительных видов вторичной гидроизоляции.

Литература:

1. expo-lesstroy [Electronic resource] – Mode of access: <http://expo-lesstroy.ru/innovacija-v-gidroizoljacii-gidroizoljacionnaja/>. – Date of access: 09.12.2019.

БЫСТРО ОКУПАЮЩИЙСЯ ТОННЕЛЬ «PINARELLO»

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

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

Концепция моего портала (Рис. 1) заключается в рекламной интеграции с популярным итальянским производителем спортивных велосипедов Pinarello, которая предлагает велосипеды руной сборки для велокросса, трека и шоссе совместно с профессиональной британской шоссейной велокомандой Team Ineos (SKY), имеющая обширную базу фанатов и победы в самых престижных гонках мира.



Рисунок 1 – Портал тоннеля «Pinarello»

Помимо того, что в портал интегрирован самый красивый шоссейный велосипед Pinarello в расцветке SKY и название самого тоннеля в честь спонсора «Pinarello», между тоннелями поездов построен профессиональный трек для тренировок команды SKY, с возможностью получения прибыли с привлечения к тренировкам на треке других команд.



Рисунок 2 – Спортсмен команды SKY с велосипедом

В последнее время в мире получил развитие новый вид рекламы. Когда пассажиры, находящиеся в движущемся транспорте, видят в окне красочный на экранах.

Инновация заключается в разработке нового вида рекламных роликов, которые воспроизводятся на экранах для просмотра в движении транспорта.

Принцип получения изображения заключается в разделении исходного изображения на кадры и воспроизведение их во времени. В каждый момент времени виден только один кадр. Таким образом мы получим слитное, непрерывное изображение.

В данной инновации применяется пространственно-временное разложения, заключающийся в том, что зритель видит в каждый момент времени только один кадр из рекламного ролика. При движении на поезде со скоростью больше 35-40 км/час результирующее изображение будет восприниматься как плавная анимация.

Разработка нового вида рекламы для тоннелей обусловлена высокой эффективностью рекламы в тоннелях в целом, так как ежедневный поток людей весьма внушительный и размещение рекламы в темном тоннеле во время движения поезда производит на пассажира, томящегося в душном вагоне, сильное впечатление. По утверждению психологов, наибольший эффект на человека, находящегося в ожидании, достигает визуальное сообщение. В таких условиях пассажир невольно обращает внимание на каждое печатное слово, он способен от нечего делать изучать даже самую детализированную информацию.



Рисунок 3 – Динамическая реклама в тоннеле

Литература:

1. Wikipedia [Electronic resource] – Mode of access: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Pinarelli/>. – Date of access: 01.12.2019.
2. Wikipedia [Electronic resource] – Mode of access: https://ru.wikipedia.org/wiki/Team_Ineos/. – Date of access:01.12.2019.

ПРОДУКТЫ BASF – ИННОВАЦИОННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

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

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

BASF предоставляет передовые химические решения под общим брендом Master Builders Solutions для строительства, обслуживания, ремонта и реконструкции конструкций. Бренд основан на 100-летнем опыте в строительной отрасли. Обширный ассортимент включает в себя добавки к цементу и бетону, химические растворы для подземного строительства, системы гидроизоляции, герметики, системы ремонта и защиты бетона, рабочие растворы, системы напольных покрытий, системы крепления плитки, компенсаторы и системы управления, а также решения для защиты древесины.

Данный проект был выполнен с помощью внедрения инноваций BASF (Рис.1).

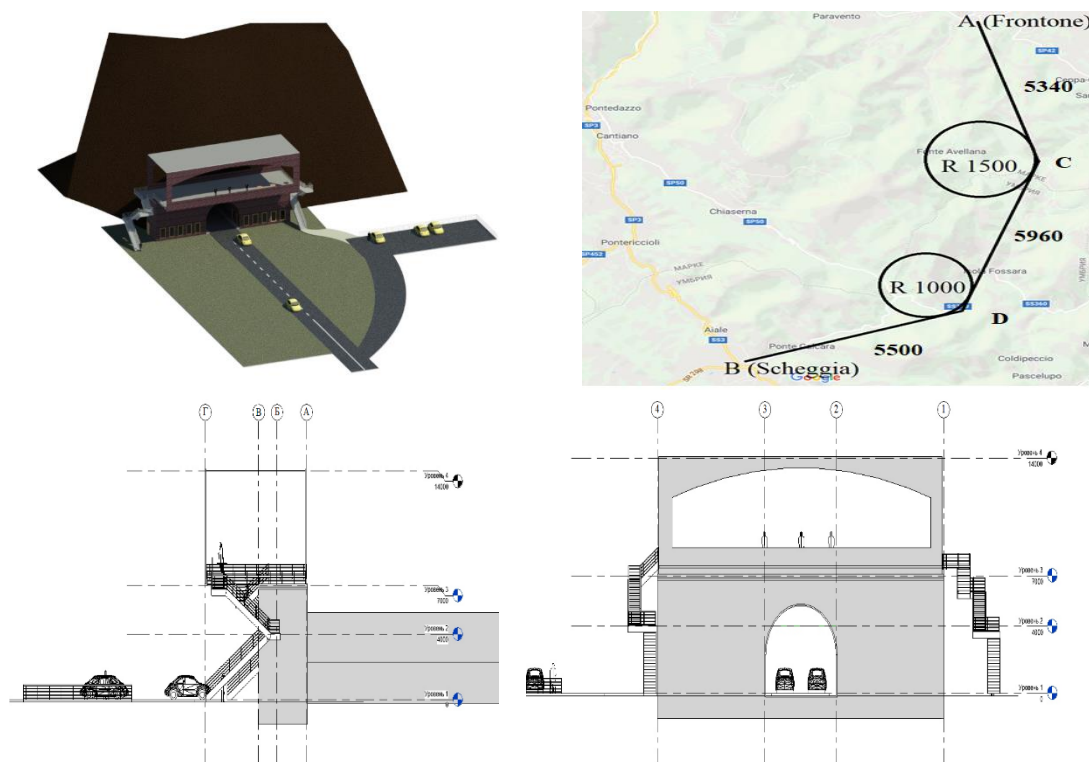


Рисунок 1 – Строение в котором использовалась технология BASF

- MasterRoc TSG 800 для безопасного туннелирования с меньшим расходом
- Новый почвенный кондиционер MasterRoc SLF 50 для эффективной выемки грунта

Огнестойкая смазка MasterRoc TSG 800 - это инновация в линейке продуктов Master Builders Solutions от BASF для туннельных буровых машин. Смазка отличается сниженной плотностью, что позволяет уменьшить расход материалов при работе на объектах. Кроме того, улучшенная упаковка облегчает переработку грунта. Специалисты BASF Master Builders Solutions представили эту и другую инновационную химию на Всемирном туннельном конгрессе в Дубае 21 апреля 2018 года.

Основным направлением деятельности является предоставление химии и услуг для эффективных подземных работ. Используя MasterRoc TSG 800, клиенты могут одновременно повысить безопасность и экономическую эффективность работы.

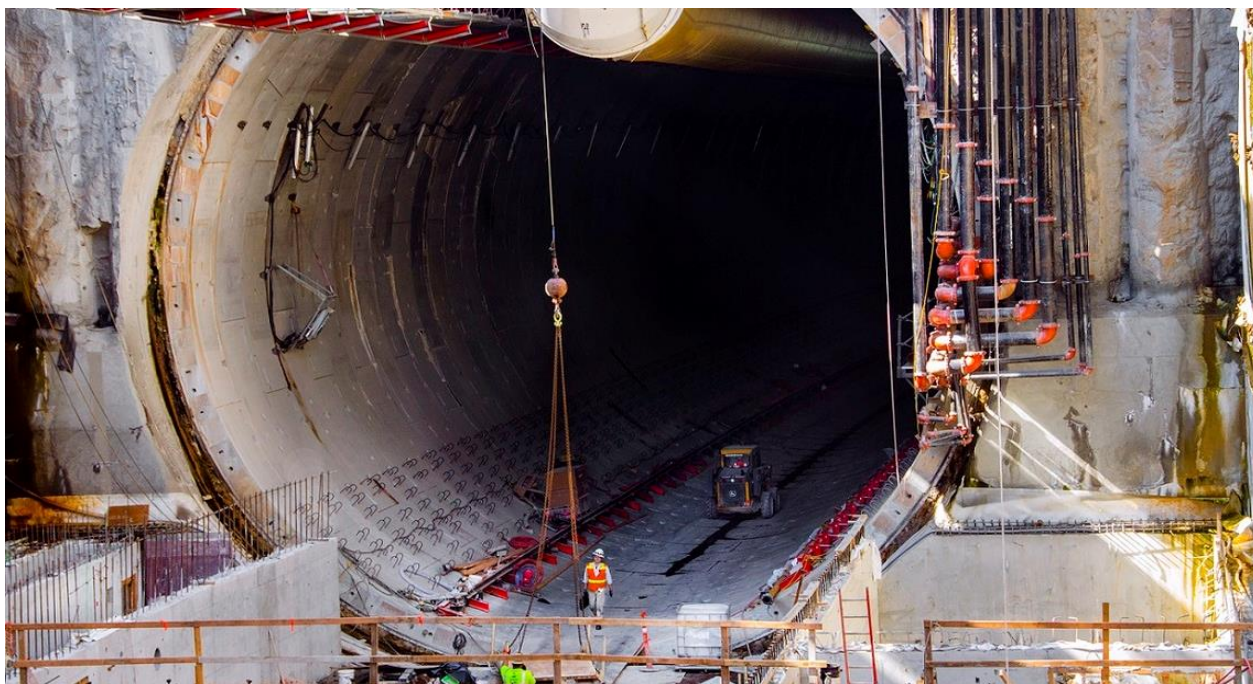


Рисунок 2 – тоннель в Сиэтле с применением продукции BASF

Новый кондиционер почвы MasterRoc SLF 50, средство для кондиционирования почвы, был специально создан для повышения производительности работ во время туннельных операций в сложных грунтовых условиях. Этот почвенный кондиционер создает высокостабильную пену с превосходным периодом полураспада для поддержания давления в процессе работы при запланированных и незапланированных остановках. Использование данного кондиционера позволяет экономить энергоресурсы, благодаря снижению крутящего момента на роторе, а также позволяет оптимизировать

добычу грунта и уменьшению износа режущей головки. MasterRoc SLF 50 успешно использовался при проходке туннеля с самым большим диаметром в мире, построенном в Сиэтле(рис. 2).

Литература:

1. Wikipedia [Electronic resource] –<https://ru.wikipedia.org/wiki/BASF>
2. Basf [Electronic resource] – <https://www.basf.com/ru/ru.html>

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Матвеевко Александра Сергеевна, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минска
(Научный преподаватель- Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

При гидроизоляции массивных конструкций необходимо учитывать характер изолируемой поверхности и условия ее работы. Поверхность бетона не обладает высокой водопроницаемостью, однако адсорбция (конденсация влаги на холодные поверхности) является причиной его разрушения. Замерзание и оттаивание воды, проникающей в бетон, разрушает связь между его частицами. Меры по предотвращению насыщения материалов влагой не являются эффективными, если не обеспечен водоотвод. (Рис. 1).

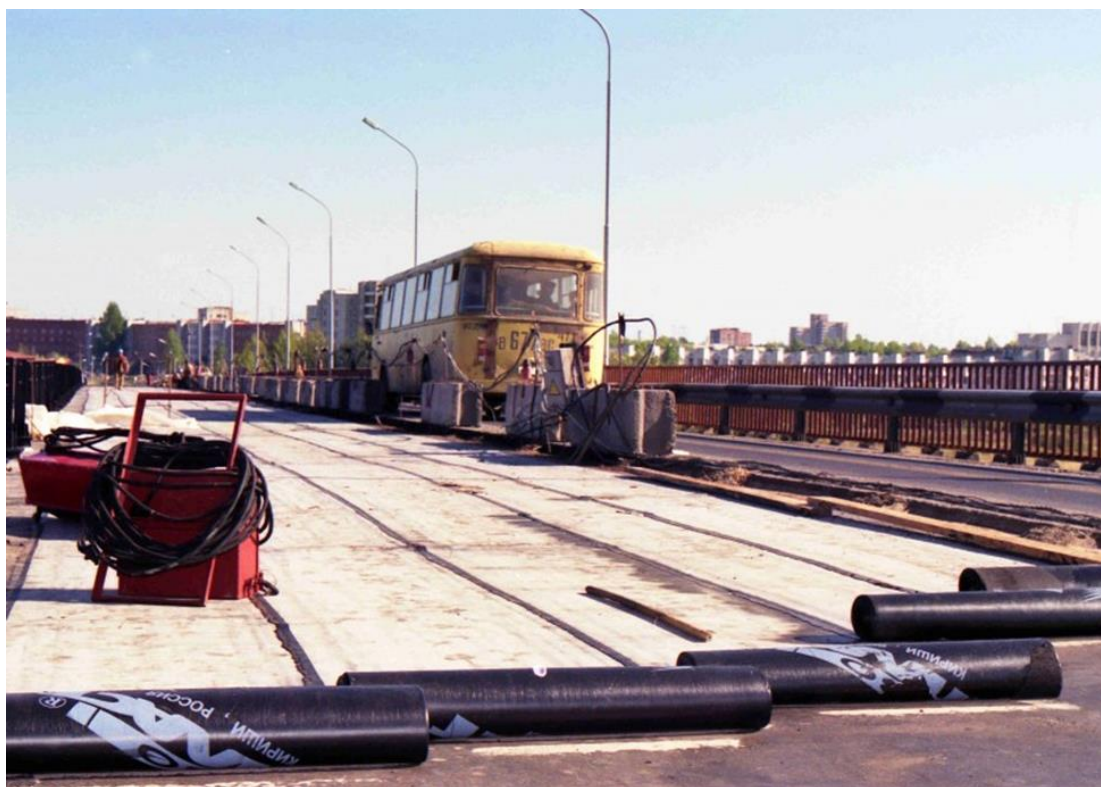


Рисунок 1 – Гидроизоляция бетона

Выделяют 3 типа гидроизоляции:

- 1) **Интегральная.** Этот тип основан на методе добавления различных смесей в состав бетона. Существует множество таких добавок. Некоторые добавки заполняют пустоты, другие в ходе химических реакций образуют

водоупорные соединения омыливающего или маслянистого характера. Необходимо учитывать, что добавляемые смеси могут отрицательно повлиять на другие качества материала, поэтому перед их применением следует проводить тестирование. Однако даже если данный способ дал хорошие результаты, он эффективен лишь пока бетон не поврежден. Исходя из этого метод интегральной гидроизоляции не следует применять для конструкций, которые подвергаются таким атмосферным воздействиям, как землетрясения, большие изменения температур и т.д.

- 2) **Поверхностная(обмазочная).** Этот метод заключается в том, что наружная поверхность бетона покрывается мастикой, обладающей водоотталкивающими свойствами. На данный момент существует множество составов этого покрытия. Обмазочная изоляция применяется для защиты от действия грунтовых вод. Однако необходимо осторожно подходить к выбору состава. При применении масел с красителями может омыливаться от соприкосновения с водой, содержащей щелочи. Перед применением этого способа необходимо очистить и осушить поверхность бетона. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Нанесение мастики

- 3) **Оклеечная (мембранная).** Принцип основан на покрытии поверхности мембраной, составленной из ряда слоев войлока или ткани с прослойками из мастики или клеящего материала. Эластичный водонепроницаемый слой не подвергается влиянию деформации нижней части бетона. Данный метод применяют для защиты железобетонных плит, арок, железнодорожных мостов и других конструкций. Мастика не должна сильно подвергаться воздействию температур. Перед укладкой гидроизоляции бетон подвергается тщательной обработке. Работы начинают с нижней части поверхности и идут вверх, укладывая так, чтобы во швы не попадала вода.

Литература:

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lokomotiv.ru/zheleznodorozhnyy-put/gidroizolyatsiya-mostov-i-podpornyh-sten.html>. – Дата доступа: 26.12.2019
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bemat.ru/nanesenie-polimocheviny/gidroizolyatsiya-mostov-mostovyh-sooruzhenij-i-konstruktsij/>. – Дата доступа: 26.12.2019

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

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

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

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

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

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



Рисунок 1 – Экранное перекрытие свода туннеля

Представленная технология применяется в следующих случаях:

- В горах (если существует риск обрушения породы, для надежности перекрытия используют анкерные болты).
- Для лучевого крепления тубингов.
- Для забивки свай в основании тоннельной арки.

- Для анкерного и нагельного крепления тоннельных порталов. (Рис.2)

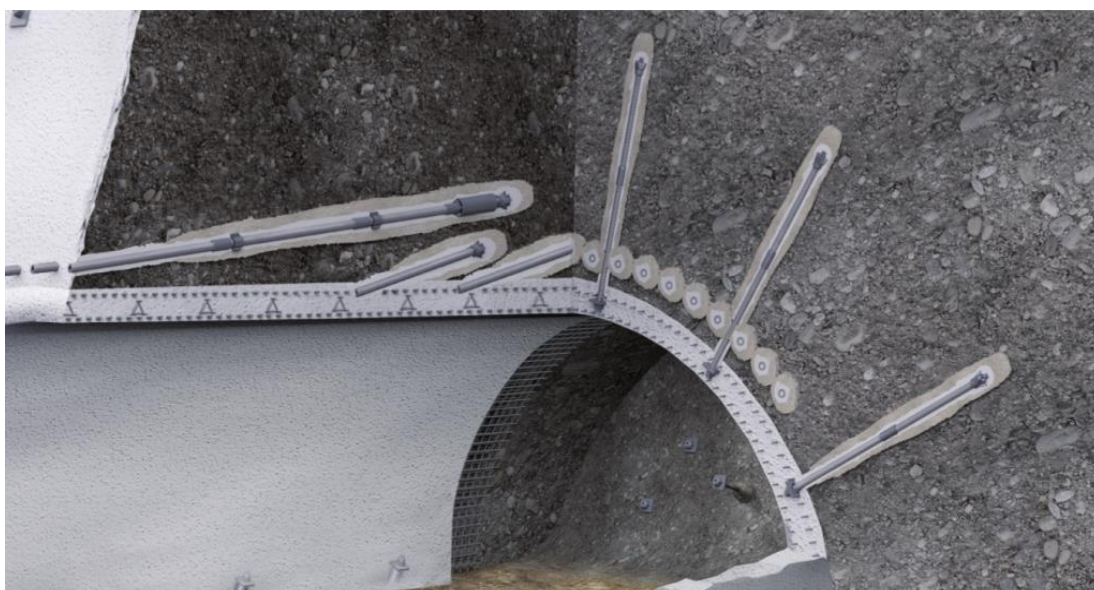


Рисунок 2 – крепление анкерными болтами свода тоннеля

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



Рисунок 3 – Общий вид тоннеля с использованием данной методики

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

На практике часто можно наблюдать изменения габаритов, что в свою очередь приводит к изменению таких важных характеристик, как пропускная

способность туннеля или воздействие нагрузок от транспорта. Учитывая это необходимо произвести восстановление туннеля. При проведении реконструкционных работ возможно проведение таких операций, как укрепление стен, сводов или оснований туннеля, усиление стенок портала. В реконструкции важную роль играет такая деталь, как условия строительства, а так же короткие сроки для выполнения работы такого характера.

Методика под названием «ТИТАН» позволяет отлично решать большинство проблем, возникающих при восстановлении туннелей.

Литература:

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

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ГОРОДОВ

*Монид Анатолий Владимирович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Город – это населенный пункт, где большая часть жителей занята в промышленном производстве, на транспорте, предприятиях связи, в торговле и социальной сфере. Численность его населения должна составлять не менее 10 тыс. человек. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Ночной город

В первую очередь современный город является сложным механизмом, в котором пересекаются социальные, архитектурно-планировочные, инженерно-технические и инвестиционно-экономические проблемы. На данный момент существует ряд проблем с формированием городов. В определенный период времени наблюдался резкий «скачок» населения, в связи с чем необходимо было увеличивать число жилых помещений зачастую не обращая внимания на основную стилистику города. Поэтому мы наблюдаем массивные многоэтажки среди домов совершенно в другом стиле, они в буквальном смысле строились друг на друге. Основой формирования города с древних времен была территория. В зависимости от расположения он получал свои плюсы и минусы, определял основной род деятельности и ремесло. На сегодняшний день территориально-

климатические условия могут влиять на типы сооружений, технологию их строительства.

Технический прогресс не стоит на месте, с каждым днем человек открывает новые материалы, технологии, способы строительства. Однако формирование и становление города происходит не так быстро по физическим причинам. И если 10 лет назад был востребован один тип зданий в определенном стиле, то сегодня человек смотрит совершенно по-другому и хочет соответственно другого. И у нас получается смешанная стилистика, грубо говоря каша.

Для успешного формирования города необходимо соблюдать городскую агломерацию. В свою очередь городская агломерация – это компактная пространственная группировка поселений, объединенная интенсивными производственными и культурными связями в сложную многокомпонентную динамическую систему. В основу агломерации положена транспортная доступность. Граница определяется по 2-х часовому времени на общественном транспорте с учетом остановочных пунктов. Для этого необходимо строить многополосные дороги, соединять их между собой в максимально выгодном положении.

Главным элементом планировочной структуры является планировочный каркас. В свою очередь в него входят улицы и магистрали, жилая застройка, промышленные территории, большие по площади природно-планировочные элементы.

Любое строительство и его масштаб в конце сводится к деньгам. Поэтому экономическое положение государства сильно влияет на возможности в плане формирования дальнейшей структуры города, его архитектурной составляющей и мгновенной доступности к желаемым пунктам.

Литература:

1. Планировочные решения структуры населенных мест и транспорта. Колесникер И.М. 2011.

ПРОДУКТЫ FOAMROX – ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТОННЕЛЯХ

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

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

Данный проект был выполнен с помощью внедрения инновации Foamrox. Продукция Foamrox - запатентованная комбинация материалов, где основная часть продукта состоит из переработанного стекла, которая может заменить некоторые из современных бетонных конструкций в тоннелях (Рис.1).

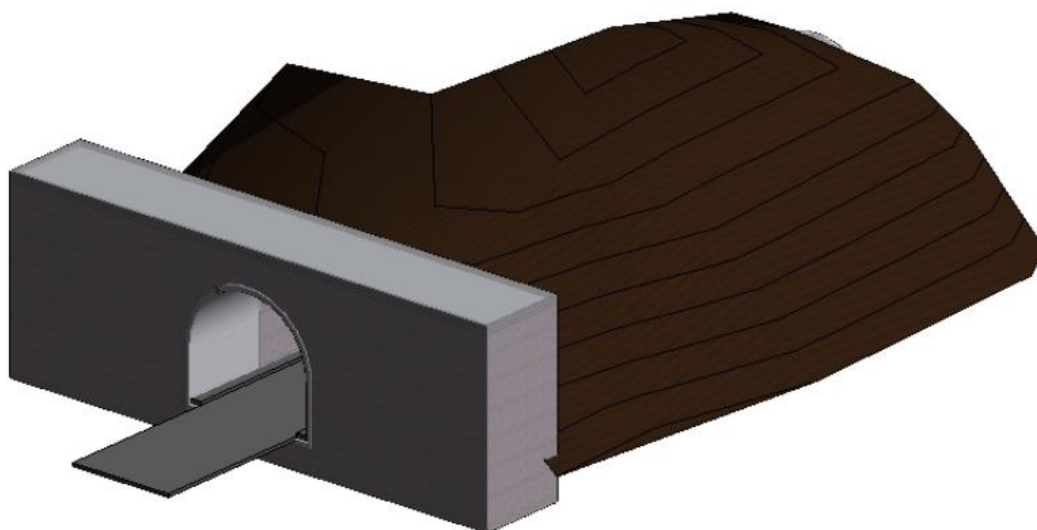


Рисунок 1 — Строение в котором использовалась технология Foamrox

Материал Foamrox сегодня используется в нескольких конструкциях, включая противопожарные, технические помещения и аварийные станции – все это уже имеется на рынке и используются в нескольких тоннелях.

Материал обладает прочностными и огнестойкими свойствами бетона, но значительно легче (всего 5-10% от массы бетона). Он обеспечивает значительные преимущества по продвижению в сфере охраны труда, безопасности и окружающей среды. Продукт также легко чистится, поддерживается и меняется, имеет более длительный срок службы чем другие материалы.

В целом, это приводит к значительной экономии затрат как на инвестиции, так и на эксплуатацию и техническое обслуживание тоннелей. (Рис. 2).



Рисунок 2 — Подготовка к перевозке конструкции из материала Foamrox

Тоннельные конструкции и установки часто имеют серьезные недостатки, которые влияют на надежность, доступность, ремонтпригодность и безопасность тоннелей. Частично проблема заключается в недостаточном внимании к инновациям и упущении возможности для дальнейшего развития.

Литература:

1. Facebook [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.facebook.com/foamrox/>.
2. Sovikconsulting [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sovikconsulting.no/index.php/en/casestudy/case-study-newmaterials/>

СОВРЕМЕННЫЕ НАПЛАВЛЯЕМЫЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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

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

При проектировании и строительстве инженерных сооружений гидроизоляция имеет важнейшее значение, она защищает элементы сооружения от коррозии, которая уменьшает несущую способность сооружения.

Основные требования для гидроизоляции:

- Не пропускать и не впитывать воду
- Быть прочной и эластичной
- Иметь устойчивость к высоким и низким температурам
- Не образовывать конденсата



Рисунок 1 – Рулонная наплавляемая гидроизоляция

Наплавляемая гидроизоляция многослойный материал, в основном состоящий из:

1. Стеклоткань
2. Стеклохолст
3. Полиэстер

По типу вяжущего наплавляемая гидроизоляция бывает битумная и битумно-полимерная.

Перед нанесением поверхность очищается, высушивается, выравнивается и грунтуется праймерами.



Рисунок 2 – Наплавление гидроизоляции

Нанесение наплавляемой гидроизоляции происходит путем нагрева материала газовой горелкой приблизительно до 150°C . Происходит оплавление гидроизоляции и нагрев поверхности сооружения, одновременно с этим рулон раскатывается и прижимается.

Литература:

1. Технология производства гидроизоляционных работ Ляхевич, Г. Д. (БНТУ, 2013)
2. Двухкомпонентная напыляемая гидроизоляция «жидкая резина» для мостовых сооружений Артеменко, Д. Н. (БНТУ, 2016)
3. «Строительство и реконструкция» № 10_2008

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ТОННЕЛЕЙ

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

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

При проектировании и строительстве тоннелей предполагается, что срок эксплуатации будет более 100 лет, поэтому гидроизоляция имеет одно из важнейших значений. Гидроизоляция должна защищать тоннель не только от влаги или непреднамеренного проникновения воды, но и от химических веществ, находящихся в воде или почве.

Обычно гидроизоляционные системы, при строительстве тоннелей, делят на два вида:

- Система давления
- Дренажная система

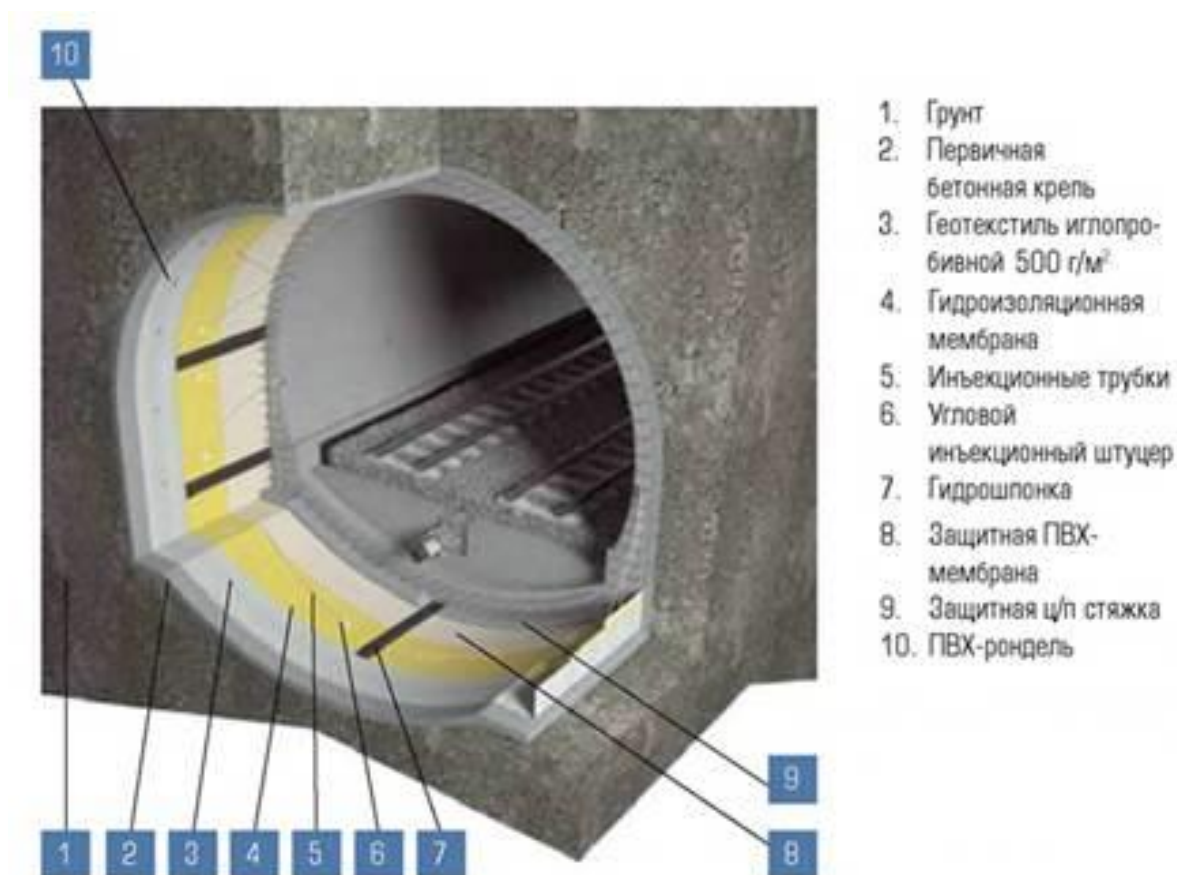
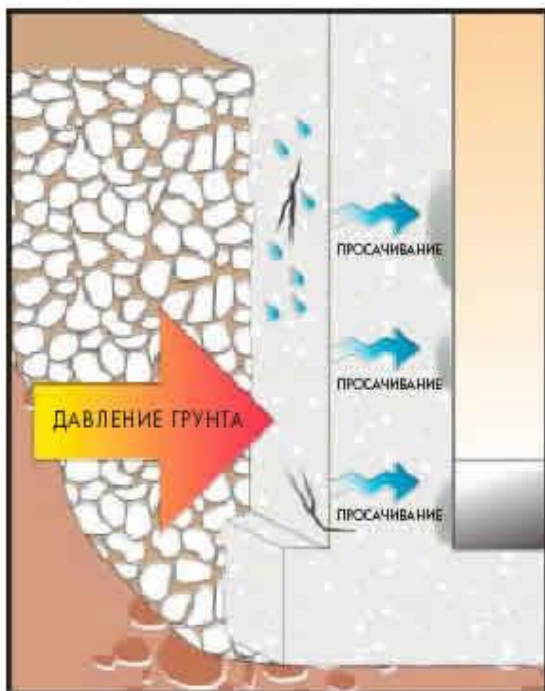


Рисунок 1 – Система давления

Без дренажа



С дренажом

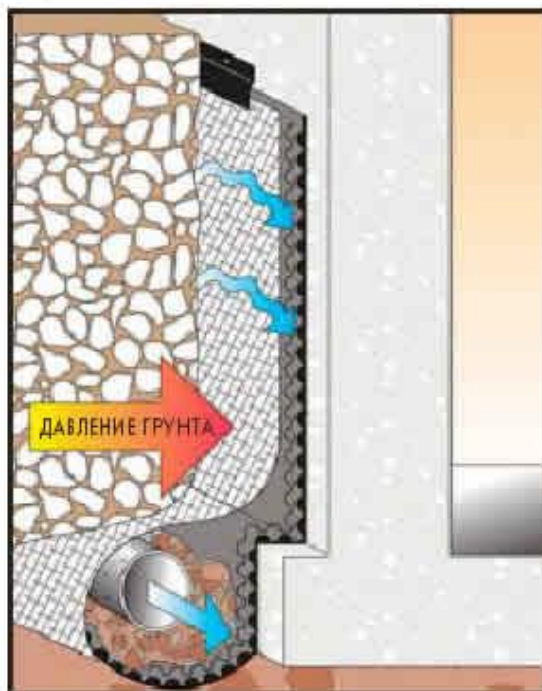


Рисунок 2 – Дренажная система

Обычно нетканый геотекстильный слой располагается перед водонепроницаемой мембраной, затем вода попадает в дренажный слой из щебня и в продольный желоб. Проблема такой системы в том, что геотекстиль и перфорированная труба забиваются частицами в подземных водах.

Пропускная способность геотекстиля достаточно небольшая, что вызывает проблемы. Дренажный слой из щебня обычно имеет толщину 300 мм и требует большего поперечного сечения туннеля. Строительство траншеи для труб также требует большого объема работ.

Инновации привели к нескольким альтернативным методам туннельного дренажа с использованием геосинтетики. Cavidrain® Invert обеспечивает предварительно сформированный дренажный слой, в который можно заливать бетон, и заменяет как обратный желоб, так и трубу для сбора воды. Cavidrain® Invert обладает пропускной способностью воды, намного превышающей щебень. Установка быстра и экономична, поскольку земляные работы и перемещение материала значительно уменьшены. Cavidrain® Invert был разработан, чтобы выдерживать нагрузки, возникающие при омоноличивании бетоном. Как только бетон затвердеет, максимальная нагрузочная способность Cavidrain® Invert будет такой же, как у бетонного заполнителя.

Литература:

1. Технология производства гидроизоляционных работ Ляхевич, Г. Д. (БНТУ, 2013)
2. abg-geosynthetics.com [Электронный ресурс]. -<https://abg-geosynthetics.com/products/cavidrain-invert>. Дата доступа 23.12.2019
3. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений (2011) Л.П. Зарубина

ПОДВОДНЫЙ ТОННЕЛЬ В НОРВЕГИИ

*Новик Иван Сергеевич, 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 мной была запроектирована станция метрополитена в г. Лондон.



Рисунок 1 – Генеральный план

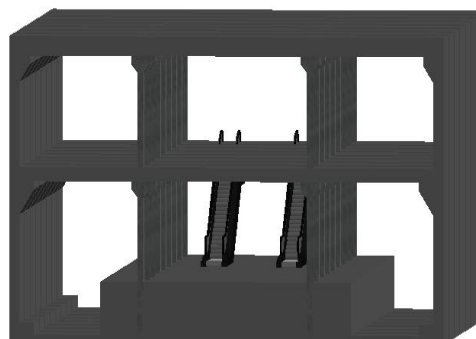


Рисунок 2 – Общий вид конструкции станционного комплекса

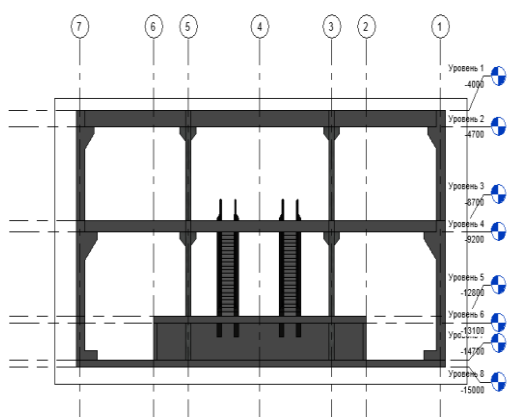


Рисунок 3 – Поперечный разрез

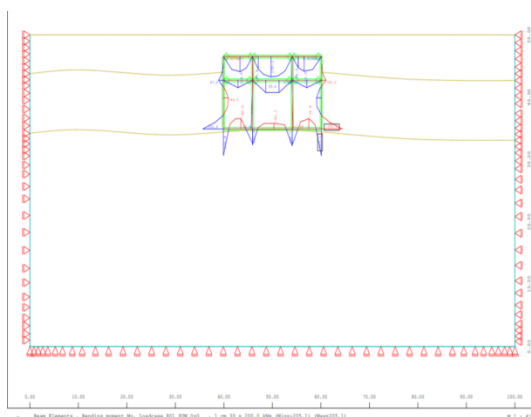


Рисунок 4 – Моменты возникающие в станционном комплексе

Проект основывается на технологии “плавающий тоннель”. Эта технология предусматривает создание двух параллельных тоннелей по одному в каждом направлении. Каждый тоннель имеет две полосы движения. На глубине примерно 30м. тоннели фиксируются к морскому дну с помощью специальных тросов и стоек, а кроме того тоннель поддерживается плавающими на

поверхности мощными понтонами, расположенными с интервалом около 320м. друг от друга. Считается, что это единственная возможность проложить дорогу по фьордам не прибегая к бурению скал. При этом глубина погружения плавучих труб не будет мешать судоходству.



Рисунок 5 – Общий вид тоннелей

Через каждые 250м. тоннели сообщаются аварийными проходами, а телефоны и камеры расставлены через 500м. друг от друга. Во время испытания инженеры таранили трубы подводной лодкой, проводили серию крупных взрывов внутри трубы. Тоннель выдержал все испытания и получил ряд необходимых доработок. Проект будет сдан в эксплуатацию к 2035г.

Литература:

1. Самый длинный подводный тоннель. Да еще и плавающий! [электронный ресурс]. – режим доступа: <https://popmech.ru/thechnologies/477432-samyu-dlinnyu-tonnel-da-eshche-i-plavayushchiy/>. – дата доступа: 16.12.2019
2. Первый в мире плавучий погружной туннель проектируют в Норвегии[электронный ресурс]. – режим доступа: <https://territoryengineering.ru/proekty/pervyj-v-mire-plavuchij-pogruzhnoj-tunnel-proektiruyut-v-norvegii/>. – дата доступа: 16.12.2019

ПОВЫШЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ ОБДЕЛКИ. ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ЭКРАНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНЪЕЦИРОВАНИЯ ТАМПОНИРУЮЩИХ СОСТАВОВ ИЗНУТРИ ТОННЕЛЯ

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

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

Увеличения водонепроницаемости обделки тоннеля добиваются применением гидроизоляции. В зависимости от условий залегания конструкции используются и различные варианты гидроизоляции.

Нагнетание растворов (рис. 1) в тоннелестроении применяют только за сборные обделки и оно способствует заполнению пустот между обделкой и грунтом.

Нагнетание производят в два этапа:

- этап первичного нагнетания;
- этап контрольного нагнетания.

Зачеканка швов и заполнение гидроизоляционными материалами отверстий в сборных конструкциях производится по следующей технологии:

1. Изготовление и процеживание цементно-песчаной смеси.
2. Расчистка швов.
3. Зачеканка швов смесью.
4. Заделка отдельных выбоин на кромках панелей и блоков.
5. Расшивка швов.

Швы зачеканивают замазкой из водонепроницаемого расширяющегося цемента, гипсоглиноземистого расширяющегося цемента либо быстросхватывающейся уплотняющейся смесью.



Рисунок 1 – нагнетание растворов за стену

Оклеечной гидроизоляцией является некая оболочка отделки, состоящая из нескольких слоев гидроизоляционных материалов. Ими являются гидроизоляционные ковры, проклеенные битумной мастикой. Она может клеиться как внутри (рис. 2а), так и снаружи (рис. 2б).

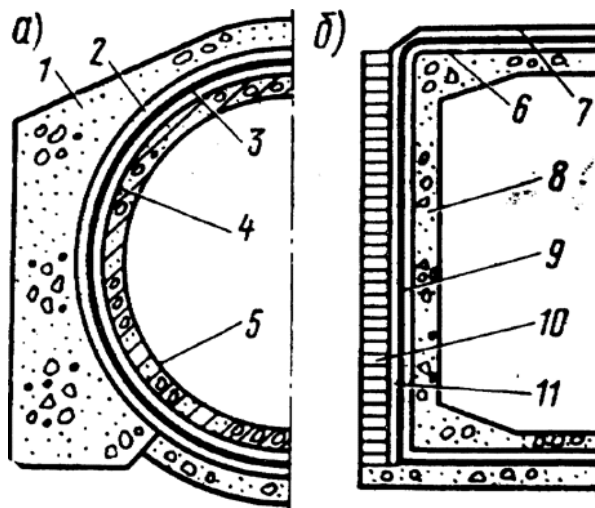


Рисунок 2 – схема устройства оклеечной гидроизоляции;
а – внутренней; б – наружной

Торкретирование поверхностей

Торкретирование – это процесс, заключающийся в нанесении раствора или бетонной смеси на предварительно обработанную изолируемую поверхность. Нанесение происходит путем подачи раствора через сопло, к которому подводят отдельно сухую смесь цемента с заполнителем и воду. Чем выше скорость подачи раствора из сопла, тем крепче его укладка. Еще, для крепкой укладки делают засечки на бетоне и чистят поверхность пескоструйным аппаратом и промывают водой.



Рисунок 3 – торкретирование поверхности

Литература:

1. Власов С. Н., Торгалов В. В., Виноградов Б. Н. Строительство метрополитенов [Электронный ресурс] – 1987г. – Режим доступа: http://www.metro.ru/library/stroitelstvo_metroplitenov/
2. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения/Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1987 г.
3. Изотов В.С. технология строительных процессов // Курс лекций по дисциплине «Технология строительных процессов». Часть 1. – Казань, 2007.
4. Thomas Beck, Synnøve A. Myren, Siri Engen. Восьмой международный симпозиум по распылению бетона. Современное использование распыляемой смеси бетона [Электронный ресурс] - TRONDHEIM, NORWAY 11. – 14. June 2018г. – Режим доступа: https://betong.net/wp-content/uploads/8th-Sprayed-Concrete_Web-Proceedings.pdf

ТОРКРЕТИРОВАНИЕ БЕТОНА

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

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

Для торкретирования бетона применяется два способа: «сухой» и «мокрый».

При сухом способе первоначальные сухие материалы дозируются и смешиваются. Затем смесь засыпается в бункер торкрет установки, после чего под высоким давлением воздуха подается в сопло (разрыхлитель). В сопле она смешивается с водой и под давлением воздуха выбрасывается на поверхность строящегося элемента (Рис. 1).

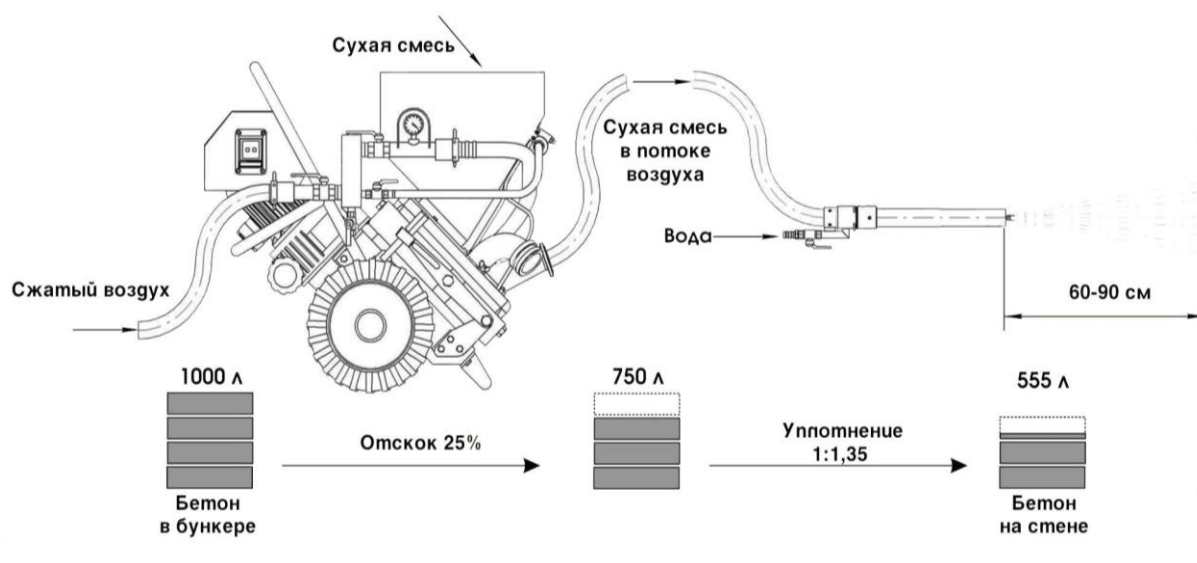


Рисунок 1 – Сухое торкретирование бетона

При мокром способе сухая смесь смешивается с водой на стадии приготовления. Смесь поступает в шнековое отделение торкрет установки. Откуда поступает к соплу и под давление воздуха выбрасывается на подготовленную поверхность.

Торкретирование мокрым методом позволяет получить бетонные слои толщиной до 150 миллиметров. Для того что бы получить более толстый слой, следует проводить работы с промежутками, в несколько этапов. Благодаря этому, бетон приобретает необходимую твёрдость. При помощи торкретирования мокрым методом могут быть произведены несущие

конструкции. Также, благодаря применению данного метода, можно декорировать или укреплять уже существующие поверхности. При добавлении в смесь определённых пигментов можно будет претворить в жизнь самые необыкновенные дизайнерские и архитектурные задумки (Рис. 2).

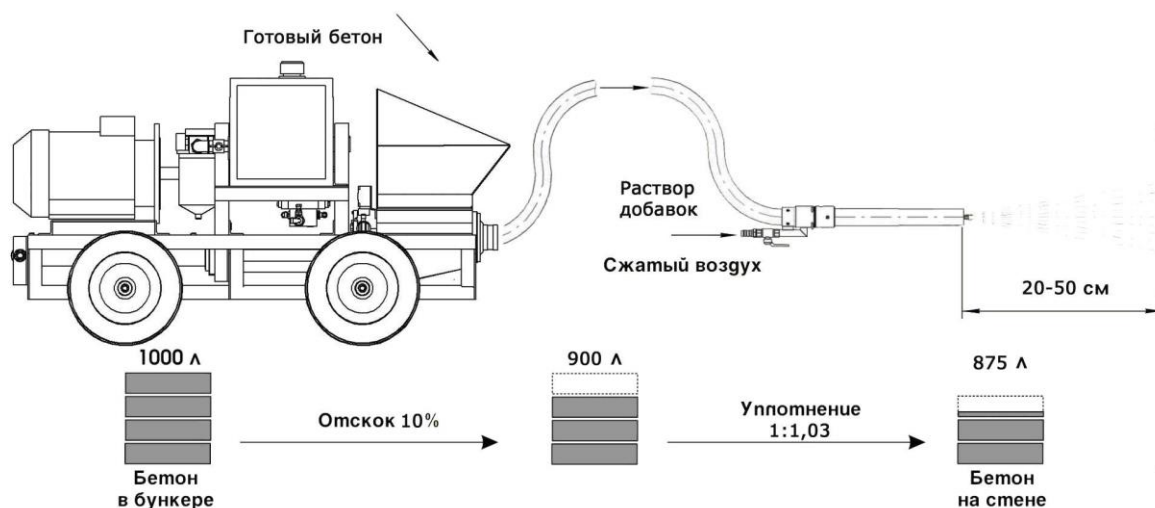


Рисунок 2 – «Мокрый» способ торкретирования бетона

Состав бетонных смесей, теоретически, следует выбирать в соответствии с проектной документацией, но на практике это происходит индивидуально — в зависимости от условий эксплуатации и технического состояния конструкций (Табл. 1).

Таблица 1 – Примерный состав торкрет бетона

Марка бетона (требуемый предел прочности на сжатие), МПа	Расход цемента на 1 м ³ сухой смеси, кг	Относительное содержание крупного заполнителя в сухой смеси	Отскок материала от вертикальной поверхности, %	Содержание цемента в 1 м ³ набрызг-бетона, кг
М300 (30)	250	0,2-0,3	10-12	300-500
М400 (40)	300	0,3-0,4	12-14	350-400
М500 (50)	350	0,4-0,5	16-20	450-520

Набрызг-бетон наносится при помощи специального оборудования. Ведущая часть подобного оборудования – насос. Он может быть шнековым или поршневым. Именно насос подаёт смесь к форсунке, откуда она, под давлением сжатого воздуха движется со скоростью до 170 метров секунду, разбрызгиваясь в нужном месте. Оборудование, оснащённое шнековыми насосами, не обладает большой производительностью, а также имеет ограничение на диаметр частиц наполнителя. Поэтому машины данного типа применяются только для выполнения мелких или декоративных работ.

Машины с двухпоршневыми насосами гидравлического типа гарантируют высокую производительность, а также легко воспринимают большие частицы наполнителя (до 20 мм в диаметре). Такие агрегаты лучше всего подходят для масштабного строительства. Но их управление можно доверить только опытным операторам.

Также существуют роторные агрегаты. Они предназначены для «сухого» торкретирования, но могут быть использованы также для «мокрого».

Любые установки «мокрого» торкретирования для качественной и бесперебойной работы должны регулярно чиститься и промываться.

Каждый из способов имеет свои плюсы и минусы, поэтому при выборе между одним из них, следует исходить из условий эксплуатации, а также, разного рода индивидуальных особенностей конкретной конструкции.

Литература:

1. Всё о «сухом» торкретирование [Электронный ресурс].—Режим доступа: <https://mpkm.org/clauses/vsyo-o-sukhom-torkretirovanie/>. —Дата доступа: 11.12.2019.
2. Торкрет бетон: свойства, приготовление и способы применения [Электронный ресурс].—Режим доступа: <https://beton-house.com/vidy/torkret/torkret-beton-1124>. —Дата доступа: 11.12.2019.
3. Методы торкретирования [Электронный ресурс].—Режим доступа: <http://www.rinstroy.com/stati/metody-torkretirovaniya.html>.—Дата доступа: 15.12.2019.

ИННОВАЦИОННЫЙ ГИДРОФОБНЫЙ МЕТАЛЛ

*Романов Фёдор Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Учёные Американского университета Рочестер смогли создать металл, который настолько гидрофобен, что вода, падающая с высоты на его поверхность- отскакивает. (Рис. 1).



Рисунок 1 – отскок воды от материала

Чтобы достигнуть такого эффекта, учёные использовали лазеры для гравировки наноструктуры на самом материале вместо, обычно применяемых, химических покрытий. Такая наноструктура становится частью материала, следовательно, она не исчезнет со временем как искусственные покрытия.

Данный материал может произвести революцию во многих сферах: от конструирования фюзеляжа самолёта, на котором не будет замерзать вода в полёте, до машин, телевизоров, телефонов и других изделий, которые возможно сделать из металла. Также учёные планируют создать технологию, по которой максимальное количество воды будет использоваться эффективно (без потерь), что особенно актуально для тех стран, в которых есть дефицит водных ресурсов.

Многие люди сталкивались с таким химическим соединением, как политетрафторэтилен - он применяется в химической промышленности, в строительстве и многих других сферах, большинство знает его под другим названием- тефлон. Он обладает хорошими гидрофобными свойствами, но для того, чтобы с покрытия тефлона убрать воду, поверхность необходимо повернуть на 70, тогда как для нового гидрофобного металла необходим лишь небольшой градус. (Рис. 2).

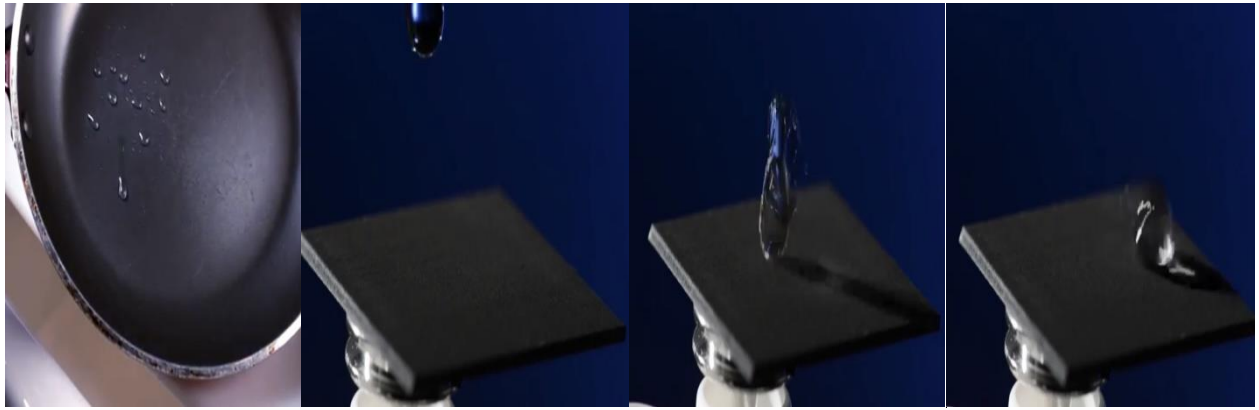


Рисунок 2 – сравнение тефлона и металла

Инновационный гидрофобный металл- материал будущего, который сможет улучшить жизнь человека от стран Африки, где вода- это ценнейший ресурс, до развитых стран Европы, где он будет служить материалом в авиапромышленности.

Литература:

1. Rochester university [Электронный ресурс] /News. - Режим доступа <https://rochesteru.edu/>. Дата доступа: 30.11.2019.
2. You tube [Электронный ресурс] / Using Lasers to Create Super-hydrophobic Materials. - Режим доступа: <https://www.youtube.com/>. Дата доступа: 29.11.2019.
3. Репозиторий Белорусского национального технического университета [Электронный ресурс] / Технология производства гидроизоляционных работ. - Режим доступа: <https://rep.bntu.by/>. Дата доступа: 27.11.2019.

ИННОВАЦИОННЫЙ ЛЕГКИЙ, ОГНЕСТОЙКИЙ БЕТОН, ПРИМЕНЯЕМЫЙ В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

*Романов Фёдор Сергеевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

При проектировании данного автодорожного тоннеля был применен инновационный огнестойкий материал, который был нанесён на стены строения с помощью набрызга. (Рис. 1).

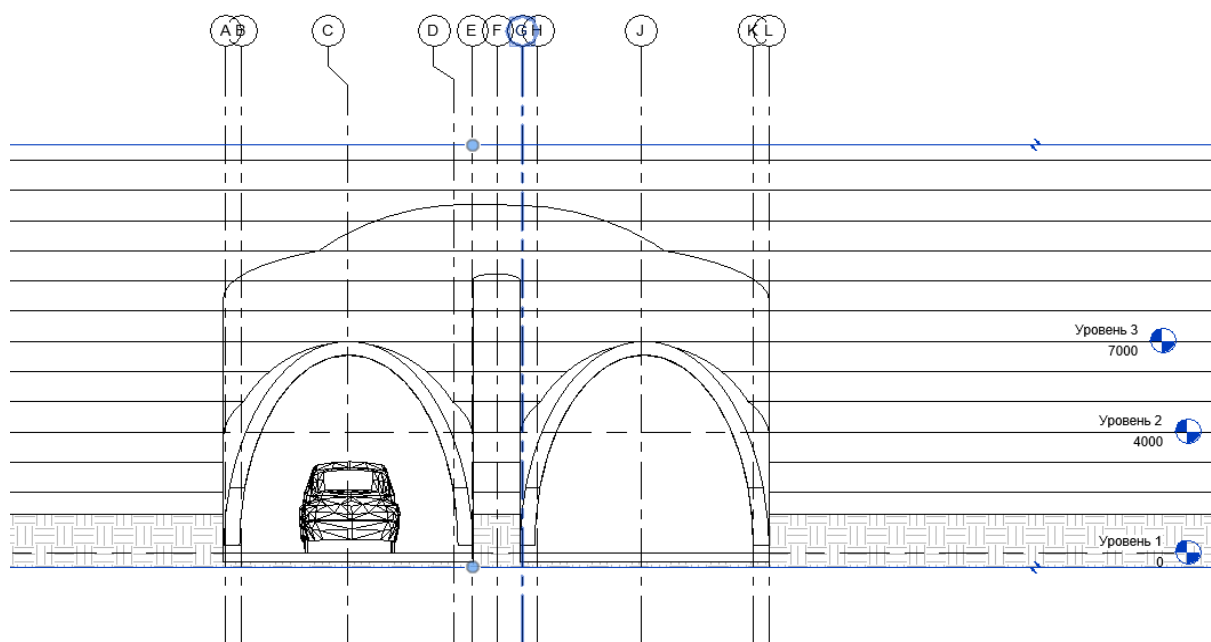


Рисунок 1 – тоннель

При проектировании тоннеля возникло несколько проблем, решить которые помог инновационный материал. Дело в том, что внутренняя конструкция данного тоннеля не может выдержать большой вес, также он является довольно узким, но необходимо было достичь огнестойкости покрытия для безопасности людей. Эта проблема была решена с помощью огнеупорного бетона, который будет лёгким, не будет занимать много места и сможет противостоять высоким температурам. Отличные результаты были получены с использованием четырех сантиметрового покрытия CemPro Firewall 1350 в противостоянии огню.

CemPro Firewall 1350- это огнестойкий, легковесный бетон, который противостоит температурам до 1350 °С, и имеет плотность 0.7 кг/дм³. Его можно применять для защиты стали и других покрытий. Этот продукт был протестирован и подтверждён согласно углеродной кривой. (Рис. 2).

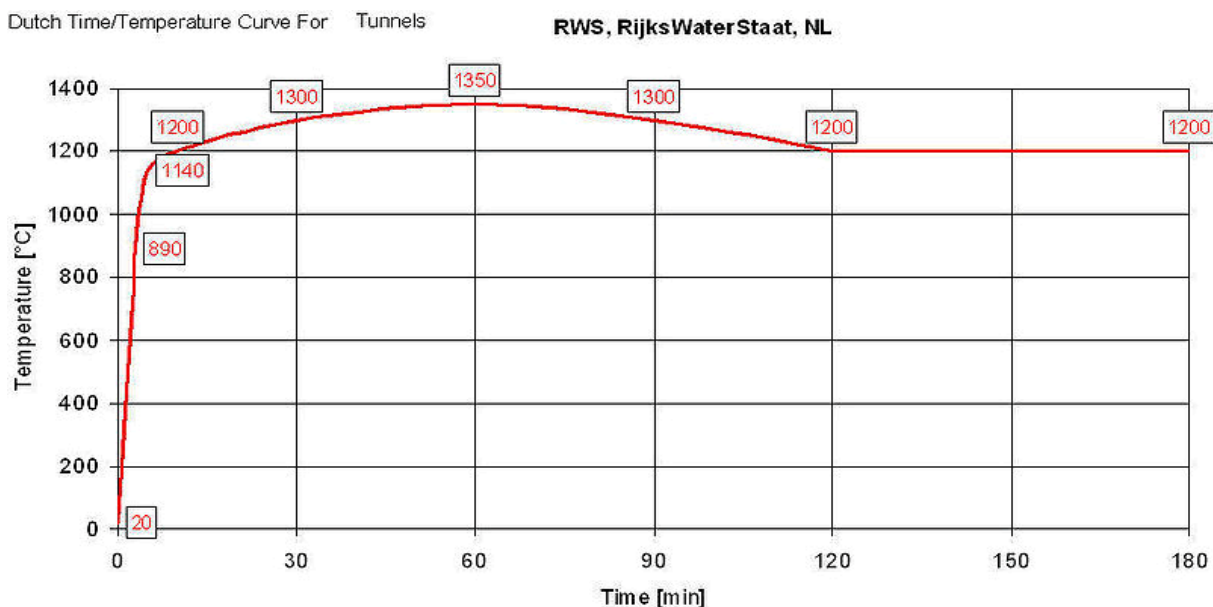


Рисунок 2 – Углеродная кривая CemPro Firewall 1350

Раствор поставляется в виде распыляемого бетона или легковесных плит. Материал доступен в различной толщине, чтобы удовлетворить любые потребности заказчика. (Рис. 3).



Рисунок 3 – распыление раствора

Данный материал значительно повысит безопасность тоннелей, а также облегчит их строительство.

Литература:

1. Tunntech [Электронный ресурс] /Technology news. - Режим доступа: <https://www.tunntech.com/>. Дата доступа: 09.12.2019.
2. You tube [Электронный ресурс] / Using Lasers to Create Super-hydrophobic Materials. - Режим доступа: <https://www.youtube.com/>. Дата доступа: 10.12.2019.
3. Cempro [Электронный ресурс] / Products/CemPro Firewall 1350. - Режим доступа: <https://www.cempro.no/>. Дата доступа: 08.12.2019.

ПРОЕКТ МОСТА ХАРБОР-БРИДЖ

*Ртищев Виталий Александрович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Аннотация

В данной статье рассказывается об одном из самых красивых мостов мира – стальном арочном клепанном мосте Харбор-Бридж, успешно выполняющем уже столетие функции железнодорожного, автомобильного и пешеходного.



Рисунок 1 – Общий вид моста «Харбор-Бридж»

Харбор-Бридж – безусловно, один из самых красивых из знаменитых мостов мира, одна из визитных карточек Сиднея и южного континента, инженерная гордость австралийцев. Ведь он был построен не англичанами и не немцами, а соотечественниками.

Рассуждения по поводу строительства моста начались в 1888 году с создания Королевской комиссии, задача которой заключалась в оценке различных предложений. Условия для планирования были разнообразны: требовался основной пролёт около 500 метров и надлежащая высота, дабы не мешать судоходству в порту. В 1922 году правительство штата Новый Южный Уэльс (New South Wales, NSW) объявили всемирный конкурс, чтобы продвинуть строительство моста вперед. Было представлено в общей сложности 20 предложений, в том числе и предложение Джона Брэдфилда, который работал в качестве главного инженера Харбор-Бридж.

В 1926 году начались фундаментные работы. В конструкции арочных мостов, как правило, должна присутствовать опалубка, которая статично её держит до тех пор, пока арка не будет закрыта, и которая сможет её поднять. Однако сиднейский Харбор-Бридж пересекает залив в самом глубоком его месте и естественно здесь очень плотное корабельное движение. Поэтому вопрос с опалубкой был снят и нужно было рассматривать другой вариант. Было принято решение построить на каждой стороне половину арки, потом их постепенно протянуть над заливом и соединить. Для этого использовались специальные краны, и уже 20 августа 1930 года арки, наконец, соединили.

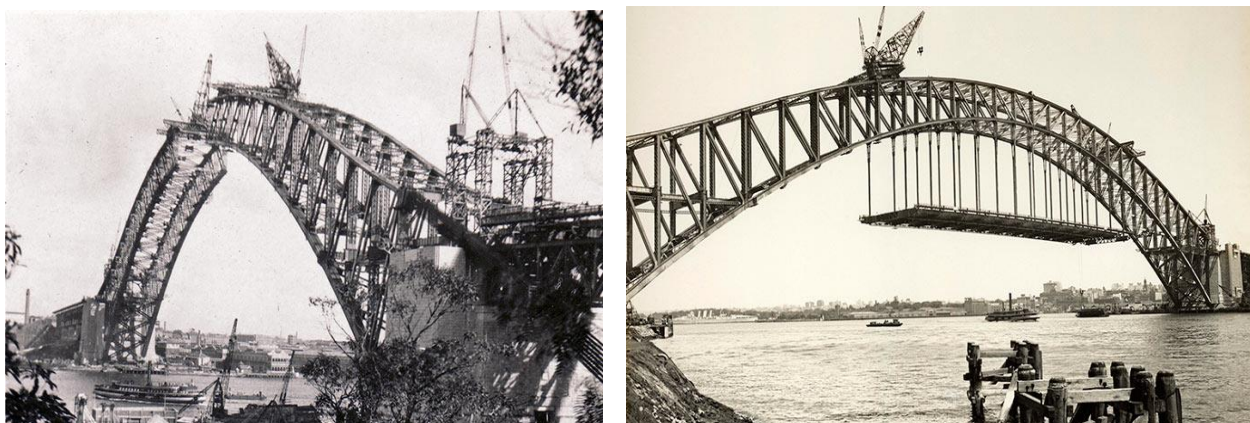


Рисунок 2 – Строительство моста Харбор-Бридж

С точки зрения технической и организационной, сооружение моста оказалось трудной задачей. Было принято решение применить консольную методику, перемещаясь от опор по направлению к центру, чтобы не нарушить функционирование порта. При этом появилась потребность в применении технологических опор на некоторое время. Испытание моста на прочность осуществлялось в феврале 1932 года при помощи 96 паровозов. Немного времени спустя, после завершения строения, из-за внешнего вида моста жители Сиднея дали ему прозвище «Old Coat Hanger» (старая вешалка).



Рисунок 3 – мост Харбор-Бридж ночью

По окончанию работ мост Харбор-Бридж должен был быть самым длинным стальным мостом в мире. Однако строитель Отмар Герман Амман, который всего несколько недель назад соорудил мост Байонн Бридж (Bayonne Bridge), сделал это заявление спорным. Мост Байонн, пересекающий пролив Килл Ван Кулл в Нью-Йорке, оказался длиннее от моста Харбор-Бридж.

Заключение

В жаркую летнюю погоду из-за способности металла к расширению при действии высоких температур, высота конструкции может увеличиться до 18 см. Вместе с сиднейским оперным театром мост Харбор-Бридж является одним из самых узнаваемых австралийских достопримечательностей. Если на него взобраться, откроется панорамный вид на весь город, а это, согласитесь, прекрасная цель для проведения экскурсии.

Литература:

1. Величайшие мосты [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://planetofhotels.com> Дата доступа 17.12.19
2. Подъемные сооружения [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://proptm.blogspot.com> Дата доступа 17.12.19

ТОННЕЛЬ В АНДОРРЕ

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

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

Для оптимизации движения был разработан тоннель в Андорре (Рис.1), который соединяет города Андорра-ла-Велла и Martinet. Также была создана модель портала данного сооружения (Рис. 2-б).

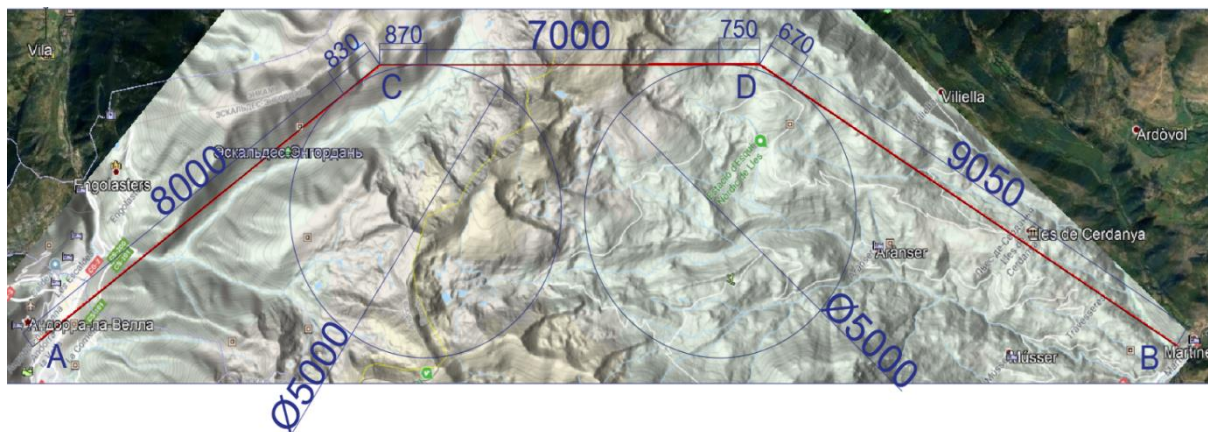


Рисунок 1 – Трасса тоннеля

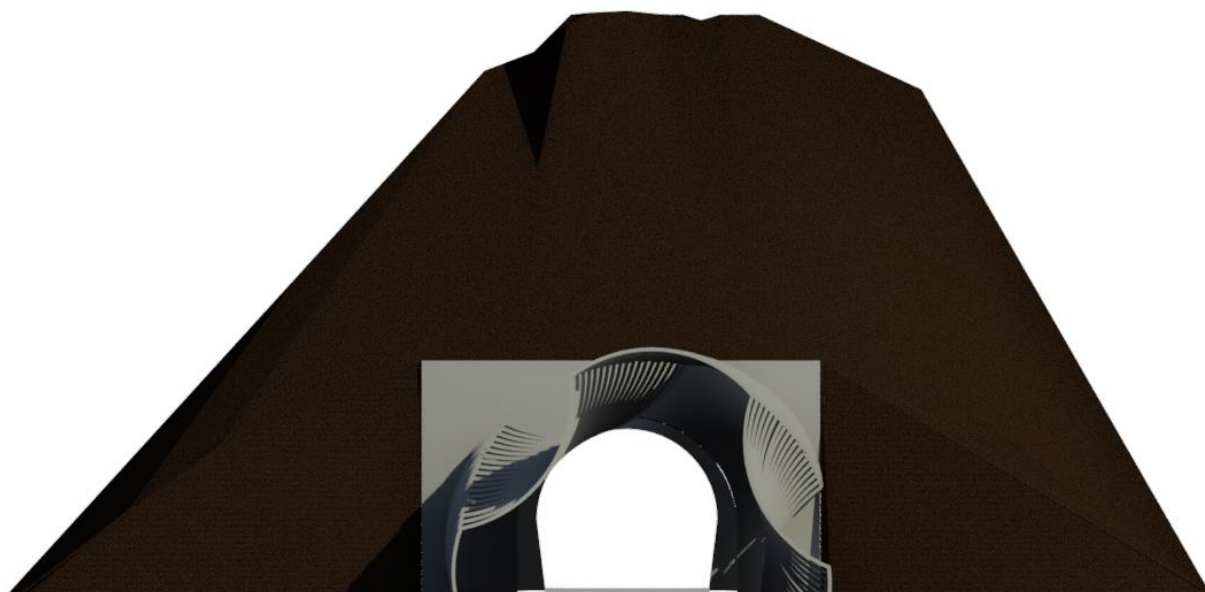


Рисунок 2 – Главный фасад

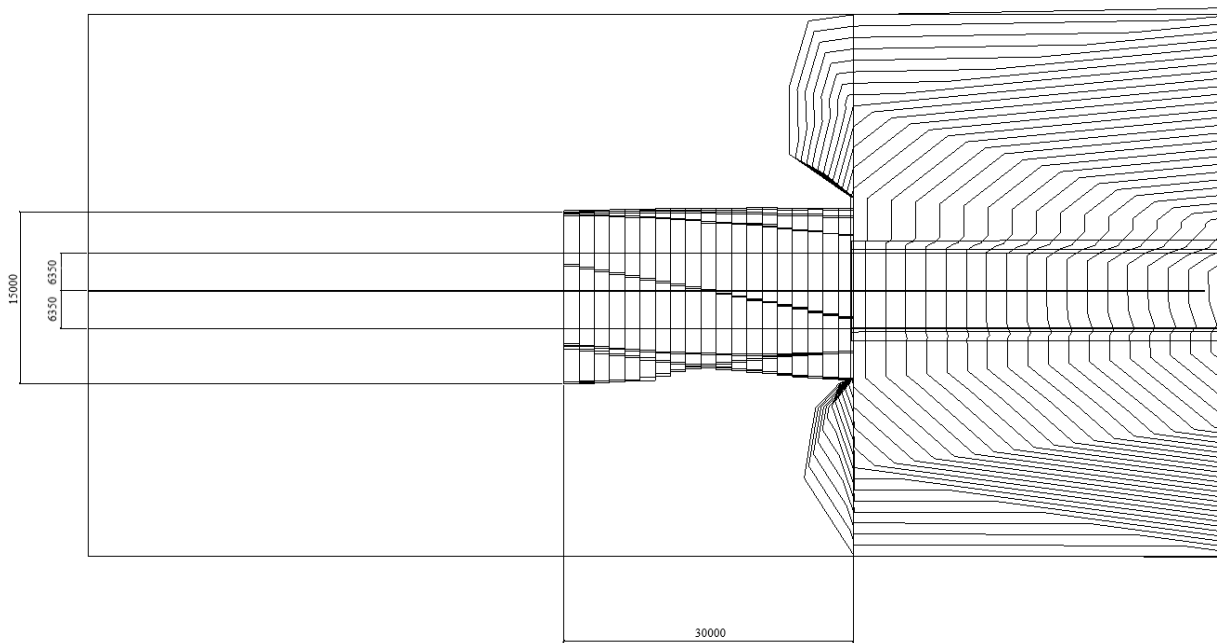


Рисунок 3 – План портала

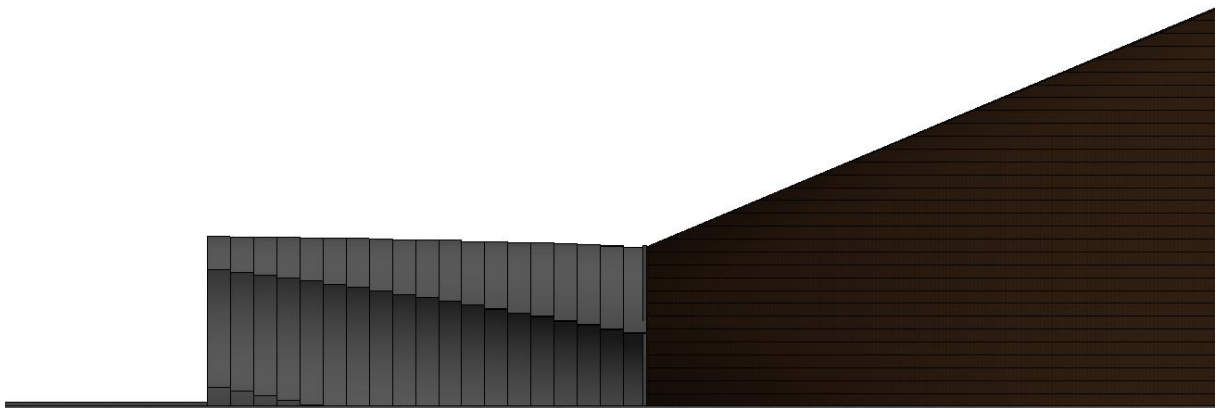


Рисунок 4 – Северный фасад

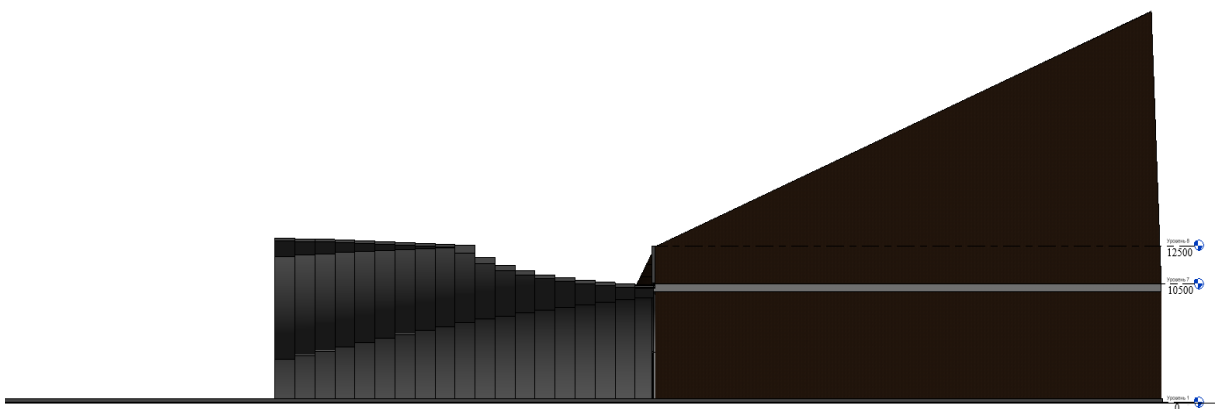


Рисунок 5 – продольный разрез

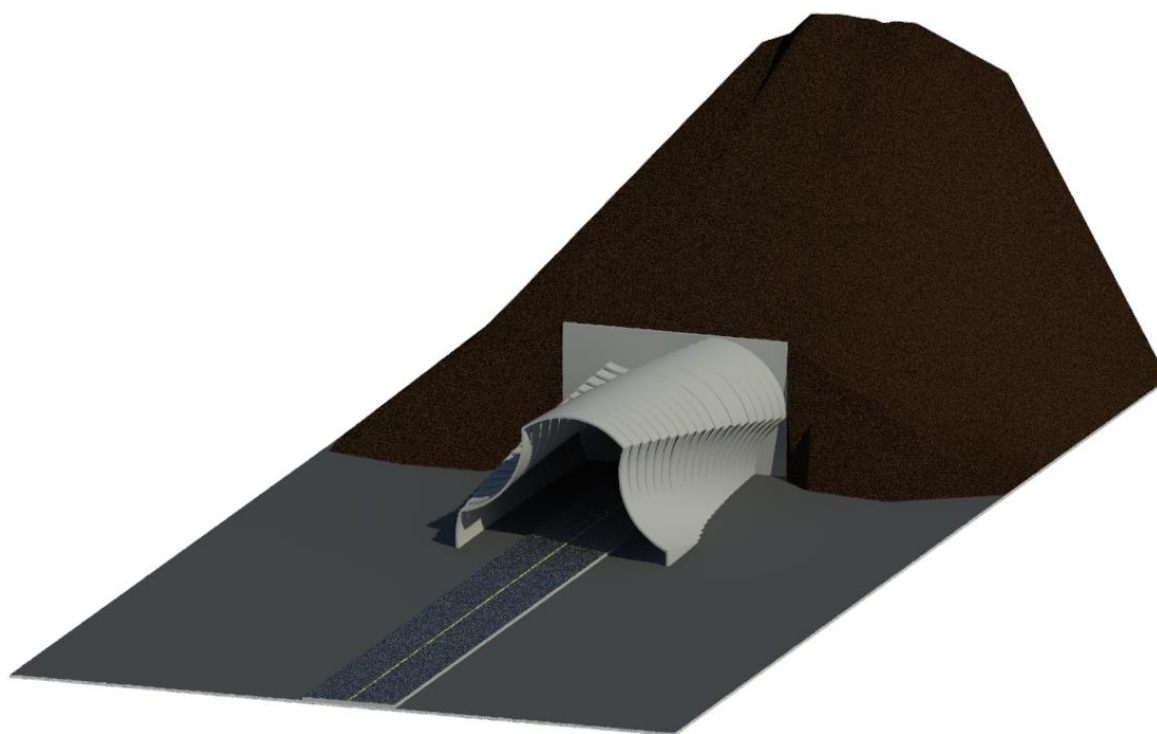


Рисунок 6 – Общий вид портала

Данный портал предлагается покрасить новейшим соединением, называемым “солнечная краска” (Solarpaint) для оснащения данного тоннеля солнечной электроэнергией.

Данная технология была разработана американскими учеными из университета Нотр-Дам, которые утверждают, что уже через несколько лет их изобретение будет использоваться повсеместно. “Solarpaint”- это материал, в котором содержатся полупроводниковые наночастицы. В процессе создания материала использовались наночастицы диоксида титана покрытые сульфидом и селенидом кадмия. Они погружались в специальную смесь из воды и спирта для получения пасты, которая генерировала электроэнергию при попадании на нее света.

Преимуществами данного материала над солнечными батареями является меньшая стоимость и простота в производстве. Также солнечную краску можно производить в большем объеме. На данный момент КПД такого материала составляет всего лишь 1 %, в то время как КПД солнечных батарей составляет 10-15 %, но ученые утверждают, что в будущем планируют увеличить этот показатель.



Рисунок 7 – Образец “Solatpaint”

Литература:

1. Solar-Estimate [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.solar-estimate.org/news/solar-paint-hydrogen-quantum-dot-perovskite-solar-cells>
2. Солнечная краска [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://kraska.guru/kraski/vidy/eta-kraska-mozhet-vyrabatyvat-elektrichestvo-kak-solnechnaya-batareya.html#razrabotki>

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВАНТОВЫХ МОСТАХ

*Семерня Павел Анатольевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Первое упоминание о вантовых мостах, датируются 1595 годом в книге, *Machinae Novae* – книга Хорватско-Венецианского изобретателя Фаусто Веранцио. В книге описывается идея о конструкции вантового моста. Прародителем современных мостов вантового типа считается висячий железнодорожный мост через водопад Ниагара, сконструированный Джоном А. Реблингом и открытый в 1848 году. Чтобы перенести железнодорожную нагрузку инженер-строитель соединил при помощи тросов ездовое полотно и берега.

Вантовый мост – тип моста, при котором ездовое полотно поддерживается при помощи вант, прикреплённых к пилонам. Самым близким типом по строению к вантовому мосту – висячий мост. Главным отличием является то, что в висячем типе моста тросы крепятся к несущему кабелю, протягивающийся между двух соседних пилонов. Когда как в вантовом непосредственно к пилонам.

По типу расположения вант разделяют различные системы вантовых мостов (Рис. 1).



Рисунок 1 – Системы вантовых мостов

Также мосты вантового типа подразделяют по материалу, который использовался для изготовления вант: с гибкими вантами (изготовленных из канатов) и с жёсткими вантами (выполняются из проката или из канатов с оболочкой из предварительно напряжённого железобетона). Так же вантовые мосты имеют четыре разных расположения опорных колонн: одинарная, двойная, порталная и А-образная.

В вантовых мостах нагрузку центрального пролета переносят через прямые диагональные канаты, которые находятся в растяжении, к пилонам. Пилоны переносят нагрузку в основание через вертикальное сжатие, а после нагрузка передается в грунт. Нагрузка бокового пролета моста передается непосредственно в основание, а затем в грунт. Растяжение в вантах также помещают ездовое полотно в горизонтальное положение.

Мостам висячего и вантового типа присущи *анкеры*. Анкер – вертикальный элемент моста, имеющие массивную конструкцию и хорошо закрепленные под землей. Они располагаются на берегах и натягивают тросы, для того чтоб увеличить сопротивляемость моста различным нагрузкам. На рисунке (Рис. 2) можно увидеть строение анкеров разрезе.



Рисунок 2 – Строение анкера

Из самых известных и впечатляющих вантовых мостов, которые используются на данный момент можно отличить:

Русский мост – на данный момент мост с наибольшим пролётом в мире. Он имеет 11 пролетов, длина которых в сумме даёт 3100 м. Основной пролет равен 1104 метрам. Также мост на остров Русский носит титул второго по высоте в мире. Высота этого моста – 324 м (Рис. 3).

Виадук Мийо (англ. Millau Viaduct) – на данный момент самый высокий мост в мире. Этот виадук имеет высоту 336 метров. Длина настила – 2460 м. Ширину – 32 м. Виадук Мийо имеет ещё один рекорд, бык Р2 виадука является самым высоким сооружением во Франции, на 23 м выше Эйфелевой башни (Рис. 3).



Русский мост



Виадук Мийо

Рисунок 3 – Фотоснимки Русского моста и Виадука Мийо

Вантовые мосты – одни из самых тяжело проектирующихся мостовых конструкций. Для их возведения потребуются множество материалов и инженерных расчетов. В большинстве своем их строят для преодоления больших расстояний. Однако это еще и один из самых гениальных, в архитектурном плане, сооружений. Так как благодаря строению из тросов он не закрывает вид на город.

МЕТОДЫ СООРУЖЕНИЯ И ПРОКЛАДКИ ТОННЕЛЕЙ

*Сурма Михаил Владимирович студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Аннотация

В данной статье речь пойдет о тоннелях. Что они из себя представляют, методы их сооружения и прокладки.

Тоннель - горизонтальное или наклонное подземное сооружение, длина которого значительно превышает его ширину и длину.

Существует множество методов сооружения тоннелей и его выбор зависит от:

- 1) инженерных и геологических условий;
- 2) места проходки тоннеля (мыс - мысовой, перевал - перевальный, под водой - подводный);
- 3) размеров длины и сечения тоннеля;
- 4) наличия нужной техники, машин;
- 5) сложности проведения работ и т.д.

Все способы сооружения тоннелей делят на три группы: открытые, закрытые и специальные.

Открытые способы применяется при малой глубине заложения тоннелей – до 20 - 25 метров. При этом конструкции тоннеля целиком или по частям возводят в котлованах или траншеях с последующей засыпкой всего сооружения. В зависимости от вида тоннеля и места его расположения, характера планировки и городской застройки, а также инженерно-геологических условий устраивают различные котлованы, отличающиеся формой и размерами в плане и поперечном сечении, а также способом крепления стен.

Закрытые способы применяют при большей глубине заложения тоннелей - от 25 метров. Здесь строительство тоннеля осуществляется, соответственно, без вскрытия поверхности земли.

Специальные способы являются своего рода исключениями, которые нельзя однозначно отнести ни к открытым, ни к закрытым способам сооружения тоннелей. Он применяется, например, когда грунт в месте сооружения тоннеля слишком обводнённый. Тогда применяется способ искусственного замораживания грунтов.

Проходка тоннеля осуществляется горными или щитовым способами.

Горный способ строительства тоннелей заключается в закрытой проходке, при которой все работы ведут без нарушения поверхностных условий. При этом осуществляется последовательная разработка породы в тоннеле, с установкой временной крепи, под защитой которой возводят тоннельную обделку.

Щитовой способ работ основан на применении подвижной крепи — проходческого щита, под прикрытием которого разрабатывают грунт и возводят обделку тоннеля. Такие комплексы обеспечивают скоростную (до 1 км в месяц и более) и безопасную проходку тоннелей в разнообразных инженерно-геологических условиях.

Все вышеперечисленные способы принято считать классическими (кроме щитового). Они сформировались ещё в IX веке, и поэтому отличаются от остальных своими характерными чертами и параметрами.

Резкое развитие тоннелестроения во второй половине девятнадцатого и в двадцатом веке внесло существенные усовершенствования в классические способы строительства тоннелей, которое позволило разработать новые методы проходческих работ, отвечающие современному уровню развития горной техники и технологии. К таким методам относятся:

- 1) метод проходки с устройством податливого свода (Австрийския);
- 2) метод проходки с устройством арочно-бетонной крепи (СССР);
- 3) новый вариант метода опорного ядра.

При постройке тоннелей под дорогами, а также в городских условиях, используют метод продавливания отдельных элементов тоннеля. Этим методом обычно сооружают тоннели малой длины – до 200 метров. За счет высокой степени индустриализации при использовании готовых элементов тоннеля происходит сокращение сроков строительства примерно в 2 - 3 раза, а также достигается уменьшение трудоемкости и стоимости на приблизительно 20 %.

Любой способ сооружения тоннеля должен обеспечивать:

- 1) полную безопасность проведения работ;
- 2) высокие темпы и качество выполняемых работ;
- 3) максимальную продуктивность и минимум затрат средств.

Перед началом всех работ по строительству тоннеля инвестор, осуществляющий финансирование, проводит подготовку, в ходе которой обосновывается целесообразность вложения денег в строительство, а также подготавливаются разрешительные документы. Результатом предпроектной подготовки является система правовых актов, определяющих заказчика строительства и условия проведения инвестиционно-строительной деятельности. Заказчиком выступает юридическое лицо, уполномоченное инвестором осуществлять реализацию инвестиционно-строительных объектов.

Процесс строительства тоннеля включает в себя 4 основных этапа:

- 1) предварительный – изыскание, проектирование, трассировка тоннеля на местности;
- 2) подготовительный – разворот строительной площадки, сооружение подходов;
- 3) основной – выполнение работ по сооружению тоннеля;
- 4) завершающий – отделочные работы, монтажные, путевые работы, оформление документации, сдача сооружения в эксплуатацию.

Заключение.

Основываясь на данной информации можно смело утверждать, что тоннелестроение развиваются с каждым днём. При таких темпах роста качества сооружений и уменьшении времени и средств на их возведение, в ближайшем будущем прокладка подобных транспортных коммуникаций станет более доступной, что намного облегчит транспортировку людей.

Литература:

1. Studopedia.su [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.su/14_155451_sposobi-sooruzheniya-tonneley.html – Дата доступа: 25.12.19

ШУМОИЗОЛЯЦИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА.

*Тарлецкий Иван Владимирович, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мытько Л.Р, канд. техн. наук, профессор)*

Главный шумовой фактор в городской среде – транспорт. Для комфортного прибывания и снижения уровня шума, были придуманы следующие инновации:

1. Бесшумный асфальт
2. Звуковой рассеиватель

Инновационный подход бесшумного асфальта заключается в его микроармировании стальной фиброй. Добавление в состав асфальтобетона стальной фибры, улучшает технические и эксплуатационные показатели покрытий дороги, а также повышает прочность и долговечность. Дороги такой технологии строительства были успешно протестированы, и показатель уровня шума был снижен на треть.

За счет термической обработки дорожного полотна, затягиваются микротрещины и поры, тем самым можно увеличить срок службы дороги в два раза.



Рисунок 1 – Укладка бесшумного асфальта

Еще одной простой технологией для снижения шума является система «Свистящий камень». Свистящий камень- конструкция, состоящая из пустот

сотового типа, которые несут функцию рассеивателя, который устанавливается вдоль дорожного покрытия.

Рассеиватель направляет шум от колес вверх, и шум от автотранспорта остается в пределах дороги, а не распространяться за его территорию, что позволяет снизить шум на 3–4 дБ.



Рисунок 2 – Укладка бесшумного асфальта

Литература:

1. Бесшумный асфальт [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clck.ru/LAGnw> Дата доступа 07.12.19
1. Автомобильная дорога [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://goo.su/0ANt> Дата доступа 07.12.19

СХ LANDSCAPE СОЗДАЕТ БИОРАЗНООБРАЗНЫЙ «RIBBON BRIDGE» В КАНБЕРРЕ

*Федянин Георгий Дмитриевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

СХ Landscape опубликовал подробности своего предложения о «Лентах жизни», живом мосту для Канберры, Австралия (рис. 1). Представленная в рамках конкурса проектов Remaking Lost Connections, организованного Австралийским институтом ландшафтных архитекторов, эта схема направлена на создание «лесного панциря» поверх существующего автомобильного моста над озером Гриффин в центре города Канберра. Конкурс был организован с целью изучения новых идей о будущих направлениях для устойчивого развития города, решения текущих природных, культурных и экологических проблем с акцентом на изменение климата, утрату среды обитания, устойчивый образ жизни и потенциал для поиска инновационных решений для обновления городов.



Рисунок 1 – «Ribbon Bridge» в Канберре

Схема СХ была сосредоточена на создании лесной оболочки над существующим автомобильным мостом между зданием парламента и КБР.

Лесная лента служит коридором дикой природы, соединяющим парки на севере и юге озера, ширина которых варьируется от 30 до 100 метров. Западная часть сооружения опускается в воду, превращаясь в водно-болотное угодье, обеспечивая пассажирам доступ к воде, а водные растения способствуют улучшению качества воды.

Другая лента – это парк, независимая структура для прохода людей. В мощение интегрированы солнечные панели, чтобы генерировать чистую энергию для использования электроэнергии для освещения. Ключевые компоненты парка включают башню для наблюдения за птицами, площадь с видом на воду, лазерную проекцию и канал наблюдения за водной жизнью. Ландшафтный дизайн включает в себя нектарный луг, лесистую местность, каменистый кустарник и водно-болотное угодье. Скалы и бревна также расположены в естественном порядке, чтобы обеспечить убежище вдоль миграционного прохода.

Литература:

1. Новый ленточный мост в Австралии, имитирующий безопасное пересечение с дикой природой, удивляет своей красотой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/213168852>. – Режим доступа: 09.07.2019.
2. CX Landscape Creates a Biodiverse "Ribbon Bridge" in Canberra [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.archdaily.com/920023/cx-landscape-create-a-biodiverse-ribbon-bridge-in-canberra>. – Date of access: 28.06.2019.

ПЛАНЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЕРВОГО В МИРЕ МУЗЕЯ-МОСТА THE TWIST («ИЗГИБ») В НОРВЕГИИ

*Хмельницкий Богдан Николаевич, студент 3-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Первый в мире изгибающийся мост-музей (рис. 1) был построен в 2019 году через реку Рандсельва в городе Йевнакер (Jevnaker), Норвегия, по проекту BIG. Данное сооружение имеет площадь 10.700 кв. Мост построен в парке скульптур Кистефоса и соединяет 2 лесных берега завершает культурный маршрут(рис.2).



Рисунок 1 – музей-мост The Twist



Рисунок 2 – мост-музей с высоты птичьего полета

Мост был построен по типу изгибающей балки. Причины, по которой мост имеют такую столь необычную форму много. Но назовем две основные. Первая причина (которая будет является ключевой) – Один берег реки выше, чем другой. Это довольно интересное и в то же время правильное решение, ведь благодаря столь необычной форме моста не пришлось менять природный ландшафт. Вторая причина – река Рандсельва имеет извилистую форму, вот инженеры и проектировщики подумали, почему бы и не сделать мост похожей формы.

По словам руководителя BIG, мост имеет по середине изгиб 90 градусов, что и разделяет мост на две части(рис 3). А эти же части имеют и разные размеры. Двухуровневую южную часть, которая не имеет окон, называю «интровертной», а стеклянную северную часть, заканчивающаяся террасой, – «экстравертной». Ну и поэтому разделяются и выставочные комнаты: южная предназначена для картин, а северная – для скульптур и инсталляций.



Рисунок 3 – разделение моста на две части: северная и южная

Литература:

1. Строительный портал новых технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.archdaily.com/925106/the-twist-museum-big?ad_source=search&ad_medium=search_result_all
2. Удивительные строительные сооружения мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bugaga.ru/interesting/1146772826-v-norvegi-i-otkrylsja-neobychnyj-izgibajuschij-sja-most-muzej.html>

ВАНТОВЫЕ МОСТЫ

*Шарко Евгений Андреевич, студент 1-го курса
кафедры “Мосты и тоннели”*

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

Аннотация

Эта статья посвящена вантовым мостам: истории их создания, классификации, конструкции, а также будут приведены примеры самых красивых мостов из этого типа, и узнаете о самых необычных вантовых мостах.

Вантовый мост – тип висячего моста. Обычно мосты такого типа имеют минимум один пилон, а конечное их число может быть очень велико. Пилоны соединяются с проезжей частью с помощью вант (стальных тросов). Главное отличие вантовых мостов от висячих – это то, что в первых ванты (тросы) в свою очередь соединяются непосредственно с пилонами, в то время, как висячие мосты поддерживают проезжую часть вертикальными тросами, прикрепленными к протянутым по всей длине моста основными (несущими) тросами. Плюс вантовых мостов по сравнению с висячими в том, что его проезжая часть менее подвижна.

В 1784 году был опубликован и иллюстрирован немцем Лошерем (Loscher) первый вантовый мост. Он был построен целиком и полностью из дерева, включая даже ванты. Французский инженер Пойе (Poyet) предложил конструкцию моста, в котором балка жесткости опирается на наклонные подвески-ванты, которые в свою очередь были закреплены на пилонах. После, в 1823 году, так же французский инженер Клод Навье (Claude Navier) опубликовал теоретические схемы вантовых мостов. Затем, уже британские инженеры Редпат (Redpath) и Браун (Brown) построили вантовый мост, в котором ферма крепилась к чугунным пилонам.

В основном вантовые мосты подразделяются по тому как они будут использоваться. Существуют четыре основные типа: автодорожный (Рис. 1), железнодорожный (Рис. 2), пешеходный (Рис. 3), смешанный (Рис. 4).:



Рисунок 1 – Большой Обуховский мост (или как говорят в народе Вантовый мост в СП)

Мост расположен таким образом, что смотрит на восток и на запад одновременно. Так же его отличительной чертой являются пилоны, которые имеют самую высокую точку в культурной столице.



Рисунок 2 – мост в Белграде

Мост пересекает реку Сава и располагается между двумя железнодорожными станциями. Мосты с ферменными конструкциями менее популярны т.к. имеют большую подвижность проезжей части.



Рисунок 3 – Павшинский мост в Московской области.

Считается самым длинным мостом в том регионе. Примечательной чертой таких мостов является то, что движение транспорта на таких мостах запрещено.



Рисунок 4 – мост Миллениум располагается в городе Казань

Его особенность в том, что пилон изображен в виде буквы М, под которой располагается дорожное полотно и пешеходная зона, специально огороженная от случайных происшествий.

- Существует несколько типов балок в таких мостах:
- Неразрезные
- Двух пролётные
- Трёх пролетные

Последний вид имеет коробчатый несущий элемент и стальную ортотропную проезжую часть, которая является так же одновременно верхней частью коробчатых главных балок. Пилоны так же делятся на несколько типов:

- Симметричные
- Асимметричные
- Расположение и количество вант может различаться:
- Радиальное (ванты сходятся на вершине пилона)
- Параллельное (крепление к пилону в несколько ярусов)
- Многоярусное (частое расположение вант)
- Основные примеры того как могут крепиться ванты:
- Все ванты крепятся вверху (Рис. 5)
- Ванты не имеют общих точек на пилоне и расположены не параллельно (Рис. 6)
- Ванты не имеют общих точек на пилоне и расположены параллельно (Рис. 7)



Рисунок 5 – Небесный мост в Ланкави



Рисунок 6 – Русский мост во Владивостоке через пролив Босфор Восточный



Рисунок 7 – Везельский мост

А теперь настало время самых необычных вантовых мостов и открывает эту тройку мост-небоскреб (Рис. 8):



Рисунок 8 – мост-небоскреб

Мост-небоскреб достигает в высоты 343 метра и имеет длину 2460 метров, располагается на юге Франции. Это самое высокое здание Европы, например, он выше статуи Свободы почти в 3,7 раза.

Продолжает список мост длиною в вечность (Рис. 9):



Рисунок 9 – Мост длиною в вечность

Длинна этого моста составляет более 35 километров. Для того, чтобы путь по этому мосту не казался вечностью, его специально оснастили разными кафешками и заправками, а также построили гостиницу.

Завершает список самый необычный вантовый мост (Рис. 10):



Рисунок 10 – это Живописный мост в Москве.

Заключение

Основываясь на полученной информации можно сделать вывод, что развитие в строительстве мостов постоянно развивается. Постоянно создаются все более новые виды мостов. Так же очень большой вклад в их строительство вносит технологический процесс, который выполняет существенную часть работы вместо человека.

СТРОИТЕЛЬНЫЙ БИОПЛАСТИК

*Шибалко Владислав Николаевич, студент 1-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В течение последнего десятилетия особенно активно развивается новая научно-техническая дисциплина «Строительная биотехнология». Основными направлениями этой дисциплины являются отбор микроорганизмов и разработка микробиологических процессов строительства и биотехнологий для производства строительных биоматериалов. Продукты строительных биотехнологий представляют собой недорогие, устойчивые и экологически чистые микробные биологические цементы и грунты, а также биологический пластик, для улучшения качества строительства новых сооружений. В данной работе мы узнаем подробнее о биологическом пластике. (Табл. 1).

Таблица 1 – Строительные биотехнологии

Строительные биотехнологии	
Биотехнология строительных материалов	Биотехнология строительных процессов
Строительство биопластика	Biocrusting
Строительство наноматериалов	Biocoating
Биологические цементы	Bioaggregation
Биологические грунты	Bioclogging

В строительной отрасли прослеживается четкая тенденция использования биологически разлагаемых материалов. Использование биологически разлагаемого пластика в строительстве уменьшает площадь для утилизации строительных отходов после сноса и снижает стоимость строительных работ, поскольку биологически разлагаемые пластичные пены, листы, прокладки и заборы можно оставлять в почве без их выкапывания и утилизации.

Биопластик производится из возобновляемых источников, поэтому их использование повышает экологическую и экономическую устойчивость строительной промышленности. Композиты и сополимеры с полигидроксиалканоатами накапливаются до содержания 80% сухой биомассы в виде гранул внутри клеток многих видов бактерий, например, представителей

бактериальных родов: *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Alcanivorax*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, Накопленные ФНА могут быть извлечены из бактериальной биомассы и использованы в качестве биопластика с температурой плавления 160–180 ° С, пределом прочности на разрыв 24–40 МПа и пределом удлинения 3–142%. Эти свойства сопоставимы со свойствами термопластов на нефтяной основе.

Сырой биопластик, полученный без дорогостоящей экстракции РНА, может быть использован для строительных применений. Основным преимуществом РНА для строительных работ является биоразлагаемость биопластика до двуокиси углерода и воды в течение 1,5 лет в почве и 6,5 лет в морской воде. Скорость биологического разложения сырого биопластика должна быть еще выше, потому что 20-50% его содержания представляют собой быстро разлагающиеся белки, РНК и ДНК.

Применение РНА-биопластика из бактериальной биомассы может заключаться в производстве и использовании биологически разлагаемых строительных материалов, которые могут уменьшить площадь земли требуется для их заполнения земли, потому что они очень быстро разлагаются в почве или в заполнении земли. Биологические пластики могут использоваться также в качестве герметиков и изоляторов, заменяя нефтехимические пластики в строительной промышленности. Крупное применение приходится при строительстве мостов, тоннелей, жилых домов. Другими примерами потенциального применения неочищенного нанокompозита из бактериальной биомассы, содержащей ПГА, являются заборы из ила и пыли, которые могут быть засыпаны для быстрого биологического разложения или даже оставлены на строительной площадке для разложения. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Биологический пластик

Чтобы снизить стоимость этого биопластика, его необходимо производить из дешевого сырья с использованием периодического или непрерывного

неасептического культивирования смешанной бактериальной культуры даже без выделения биопластика из бактериальной биомассы. Сырьем могут быть органическая фракция твердых бытовых отходов, жидкие отходы муниципальных очистных сооружений, пищевые отходы, сельскохозяйственные отходы. Таким образом, отходы, содержащие биомассу, имеют привлекательный потенциал для крупномасштабного производства биопластика для строительной промышленности.

Исходя из выше сказанного хочу сказать, что биопластик становится неотъемлемой частью строительства в целом. Строительство наносит большой вред экологии, возведение сооружений вредит нашей Земле. Биологический пластик уменьшает уровень загрязнения и в дополнение к этому облегчает жизнь с его утилизацией в дальнейшем, а также снижает стоимость строительных работ. Данный материал позволяет нам использовать экологически чистые материалы. Биологический пластик становится нововведением, которое люди начинают повсеместно использовать.

Литература:

1. Reforming the United Nations for peace and security [Electronic resource]: - Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/312001486_Construction_Biotechnology. – Date of access: 25.12.2019.
2. Репозиторий Белорусского национального технического университета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/27729>. – Дата доступа: 25.12.2019.
3. Интернет-портал «BuildingTECH» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://building-tech.org/bioplastik-iz-rastenij-spaset-okruzhajushhuju-sredu/>. – Дата доступа: 25.12.2019.
4. Интернет-портал «Мой бизнес» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moybiznes.org/>. – Дата доступа: 25.12.2019.

ДРЕНАЖНАЯ СИСТЕМА CAVIDRAIN

*Шильченок Владислав Викторович, студент 4-го курса
кафедры “Мосты и тоннели”*

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

Для улучшения гидроизоляции в данном тоннели (Рис.1) была применена дренажная система Cavidrian. Также была создана модель портала этого тоннеля (Рис. 2-4)

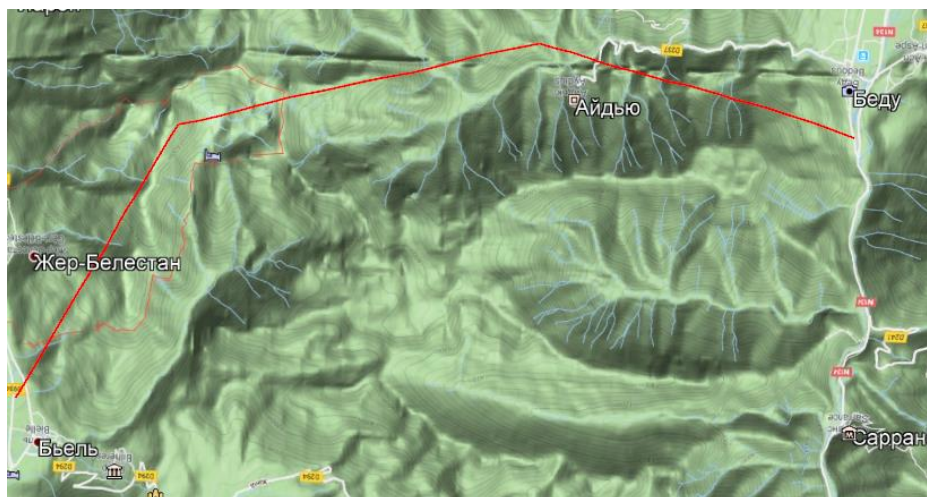


Рисунок 1 – Трасса тоннеля

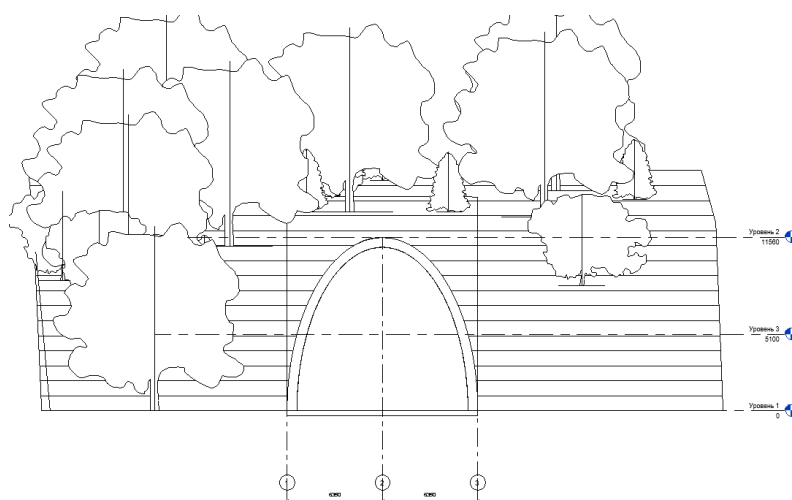


Рисунок 2 – Фасад портала

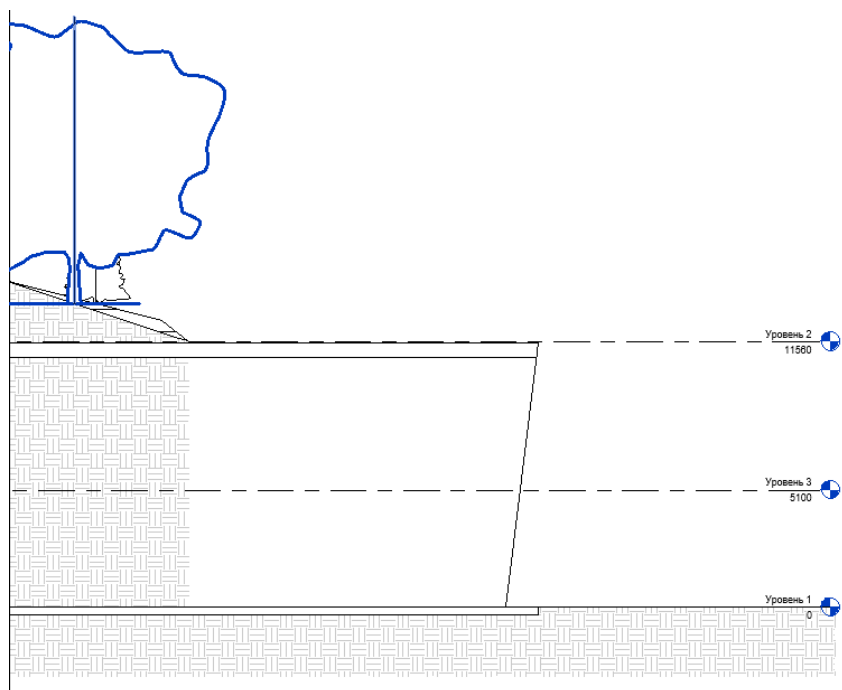


Рисунок 3 – Разрез портала

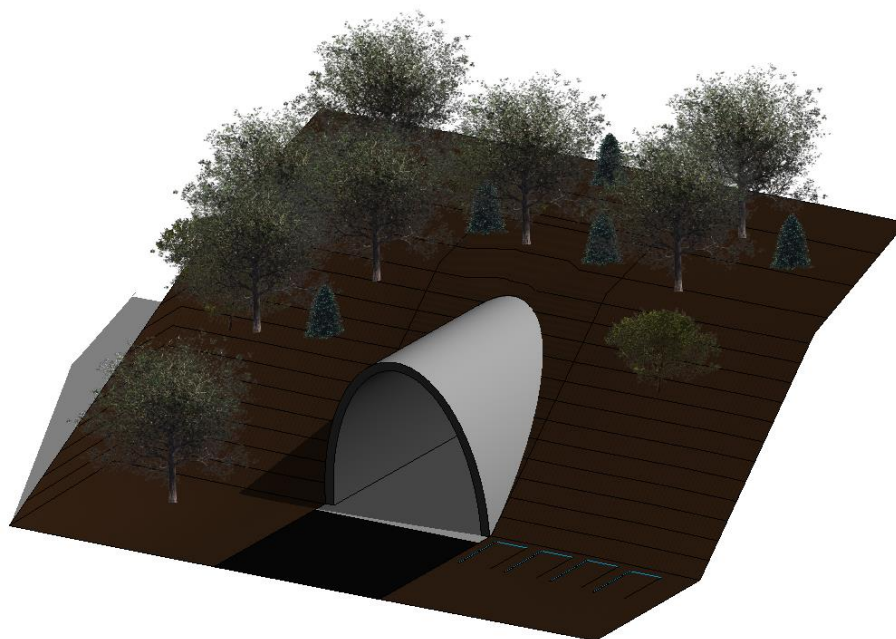


Рисунок 4 – Общий вид портала

Cavidrain - это предварительно сформированная геокомпозитная дренажная система (Рис 5), предназначенная для облегчения проникновения воды и снижения гидростатического давления в тоннельных конструкциях.

Правильная конструкция тоннеля предусматривает дренаж, при нарастании гидростатического давления на гидроизоляцию и контролируется путём транспортировки воды в обратном направлении тоннеля.

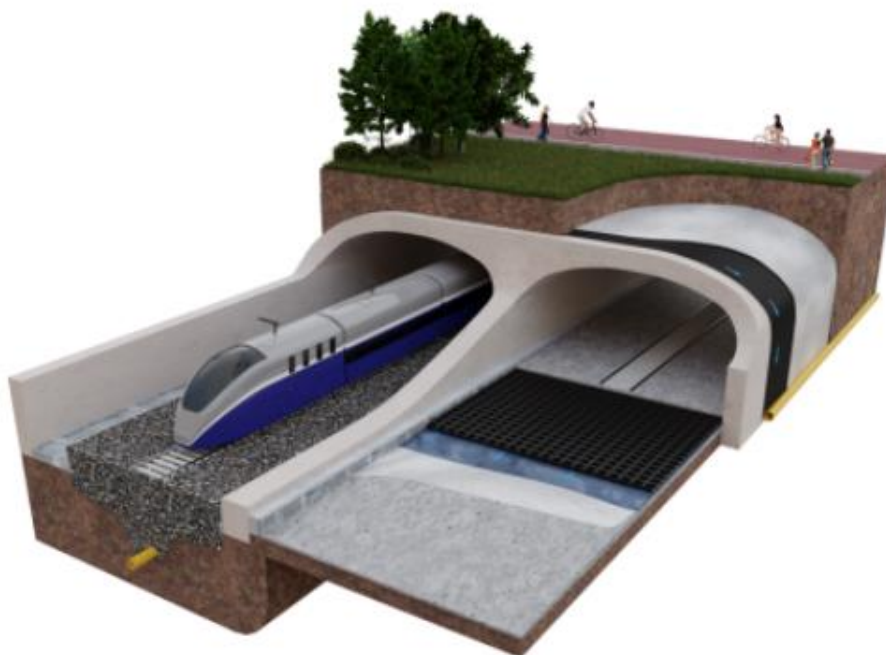


Рисунок 5 – туннельный обратный дренаж

ABG Geosynthetics разработала ряд геокомпозитных материалов специально для туннельной дренажной системы. Серия Cavidrain - это предварительно сформированная дренажная система, специально разработанная для уменьшения воздействия проникновения воды из туннелей и подходящая как для ремонта, так и для нового строительства. Эта дренажная система может использоваться как в стенах туннеля, так и в обратном дренаже туннеля, и была специально разработана для обеспечения высокоэффективной дренажной системы и смягчения неблагоприятного воздействия воды на конструкции туннеля.

Благодаря защитной системе Cavidrain® обеспечивается свободный дренажный слой для сбора лишней воды из-за прокладок туннеля, а также обеспечивается защита от физического повреждения. Cavidrain® Protector действует для того, чтобы минимизировать повышение гидростатического давления, тем самым защищая и повышая эффективность гидроизоляционного слоя и обеспечивая значительно большую пропускную способность, чем традиционные геотекстильные флисовые растворы.

Cavidrain Liner - это комбинированный водоотталкивающий вкладыш, который объединяется в единую водонепроницаемую систему (Рис 6). Листы вкладыша легко прикрепляются к бетонированным стенкам, после этого система обделывается торкрет-бетоном.

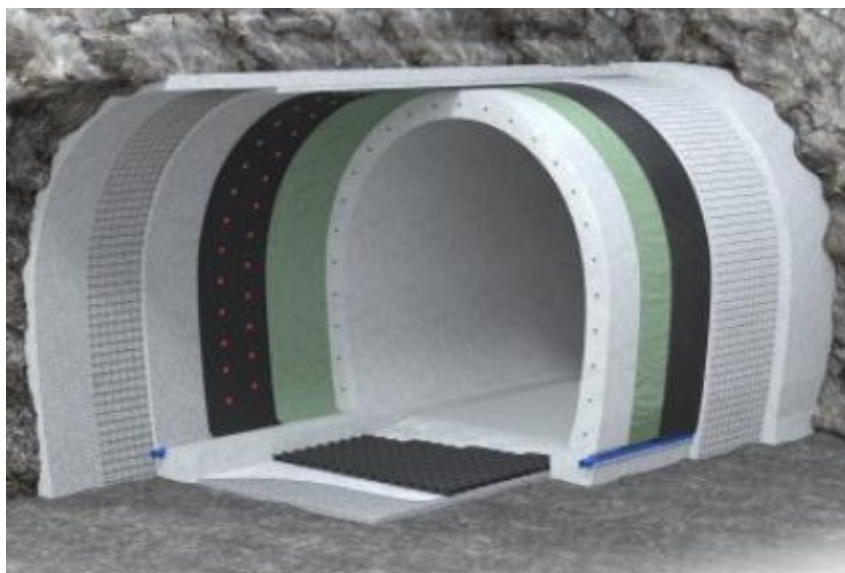


Рисунок 6 – туннельная защита стен и дренаж

Литература:

1. Tunnech Global News [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tunntech.com/> Дата доступа 13.12.2019
2. Strport [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://strport.ru/> Дата доступа 13.12.2019
3. Wikipedia [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> Дата доступа 13.12.2019

АФГАНО-ТАДЖИКСКИЙ МОСТ В НИЖНЕМ ПЯНДЖЕ

*Шокиров Имомали Валиджонович, студент 3-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

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

Граница двух Республик Таджикистан и Афганистан проходит по горам с востока и по водной системе реки Пяндж с Запада. Основным способом пересечения западной части границы этих государств в период половодья реки являются паромные переправы. Однако в 2007 году был построен и сдан в эксплуатацию автодорожный мост через реку Пяндж в районе города Нижний Пяндж (Рис. 1).



Рисунок 1 – Общий вид моста через реку Пяндж.
Граница Республик Таджикистан и Афганистан

Сталежелезобетонное пролётное строение смонтировано на массивных одностолбчатых опорах с консолями. Мостовое полотно сооружения разделено на две части пешеходную и проезжую. Проезжая часть имеет бетонное покрытие, две полосы движения и массивные бетонные ограждения. Длина моста 672 метра, Ширина 11,6 метра (Рис. 2).



Рисунок 2 – Завершение строительства моста, 26 августа 2007 года

Финансирование строительства осуществлялось инженерными войсками США. Проектированием и строительством моста занималась итальянская компания Rizzani de Escher. Общая стоимость работ оценивается приблизительно в 40 миллионов долларов США.

УНИКАЛЬНЫЕ МНОГОУРОВНЕВЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ РАЗВЯЗКИ

*Шукелойть Владислав Геннадьевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Автомобильная развязка Грейвли-Хилл , находящаяся в Бирмингеме и соединяющая автомагистрали А38 и М6 , так же известна под названием “Перекресток Спагетти “ .(Рис. 1).



Рисунок 1 – Автомобильная развязка Грейверли-Хилл

В Японии, в городе Осака , находится необычное строение , которое называется Гейт Тауэр . Через его 5-7 этажи проходит автомобильная дорога ,которая ограждена от здания с помощью специальной конструкции, с целью защиты офисных помещений от шума и вибраций. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Гейт-Тауэр

“Миксерная чаша” или спагетти , так называют накопительную транспортную развязку Спрингфилдского шоссе , которая является одновременно самой оживленной дорогой в США , а так же самой дорогой трассой в Америке , стоившей ей 676 миллионов долларов США. (Рис.3)



Рисунок 3 – Спрингфилдское шоссе

Литература:

1. Интернет-журнал[Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://novate.ru/blogs/280918/47921/> .–Дата доступа:05.12.2019.
2. American video-sharing platform[Electronical resource]. -New Heaven: https://en.wikipedia.org/wiki/Gate_Tower_Building/. –Date of access:05.12.2019.
3. Туристический журнал[Электронный ресурс].–Режим доступа: <https://rutraveller.ru/place/81182>.–Дата доступа:05.12.2019.

Секция 2

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РЕМОНТЕ, РЕКОНСТРУКЦИИ, СОДЕРЖАНИИ И МОНИТОРИНГЕ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

РАЗВИТИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В УЗБЕКИСТАНЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ

*Мухидов Азамат Аброрович, магистрант
кафедра «Изыскания и проектирование автомобильных дорог»
Ташкентский институт по проектированию, строительству и
эксплуатации автомобильных дорог, г. Ташкент
(Научный руководитель – Салимова Б.Д., канд. техн. наук, доцент)*

Аннотация: В статье рассматриваются влияние транспортной инфраструктуры на развития и повышение конкурентоспособности экономики Узбекистана. Проводится анализ текущего состояния транспортной инфраструктуры в стране. Выявляются возможности улучшения и усовершенствования показателей эффективности функционирования данной сферы.

Ключевые слова: дорожно-транспортная инфраструктура, объект инфраструктуры, экономическое развитие, придорожный сервис, туризм, конкурентоспособность, Узбекистан.

Учитывая тот факт, что Республика Узбекистан не имеет выхода к морю, чтобы реализовать свой экспортный и торговый потенциал который растет, очень важно развивать сухопутную и воздушную транспортную инфраструктуру и усовершенствовать техническое обеспечение данной сферы. В Узбекистане автомобильный транспорт является самой большой составляющей всей транспортной инфраструктуры. Общая длина сухопутных дорог составляет 184 000 километров. Из них 42 695 — дороги общего пользования. По сравнению с январем-декабрем 2017 года за 2018 год транспортные услуги выросли на 7,3 трлн и составили 39,4 трлн сум.[3].

Принятая в Республике Узбекистан модель экономического развития способствует повышению значимости сферы сервиса как сектора экономики, призванного повысить уровень трудовой занятости и комфортности жизни населения. Создание дорожно-транспортной инфраструктуры, отвечающей современным требованиям – важнейшее условие развития экономики. Как показало исследование по заказу Организации Экономического Сотрудничества, развитие этой инфраструктуры дает мультипликационный эффект на макро-, мезо- и микроуровне [1].

Данное обстоятельство диктует необходимость модернизации законодательной базы, регулирующей деятельность в сфере дорожно-транспортной инфраструктуры с учетом современных инструментов и подходов. На сегодняшний день недостаточно эффективная нормативно-правовая база – не единственная проблема придорожного сервиса в Узбекистане. Анализ сложившегося положения позволяет выделить ряд актуальных проблем в создании и функционировании системы придорожного сервиса, которые не позволяют обеспечить его эффективность на высоком уровне.

1. Недооценка значимости удовлетворения всех потребностей потенциальных клиентов – автомобилистов и путешественников, а также отсутствие механизмов для мониторинга качества обслуживания.
2. Низкая эффективность процесса таможенного оформления. По состоянию декабря 2018 года она составила 2.42 из 5 по LPI (logistics performance index).
3. Несвоевременность или частота, с которой отгрузки достигают грузополучателя в запланированные или ожидаемые сроки, составляет 3.09 по данным декабря 2018 года. В среднем она достигает 2,960 с декабря 2007 по 2016 год, с 5 наблюдениями по LPI (logistics performance index).

Из вышеперечисленного следует вывод, что развитие придорожного сервиса в Узбекистане сегодня отстает от темпов автомобилизации общества и недостаточно для полноценного развития туристической отрасли [2].

По Постановлению Президента [4], «О мерах по совершенствованию транспортной инфраструктуры и диверсификации внешнеторговых маршрутов перевозки грузов на 2018–2022 годы» приоритетными задачами определены строительства новых железнодорожных магистралей, повышения уровня электрификации железнодорожных путей, расширение географии полетов, продвижение имеющейся инфраструктуры и комплекса оказываемых услуг на международные авиатранспортные рынки услуг. В Постановлении отмечено, что в настоящее время имеющийся транзитный потенциал республики задействован не в полной мере. Сложившаяся негибкая транзитная и тарифная политика сдерживает привлечение дополнительного транзитного грузопотока. В связи с этим, рекомендуется коммерческим банкам Республики Узбекистан выделение кредитов на приобретение транспортных средств, спецтехники для перевозки и складирования грузов, с даты выпуска которых прошло не более 3 лет, а также других товаров, предназначенных для оказания транспортно-логистических услуг, с процентной ставкой не выше ставки рефинансирования Центрального банка Республики Узбекистан, с льготным периодом до 1 года [5].

Так в целях создания эффективной, отвечающей современным требованиям, системы придорожного сервиса следует определить его сущности и задачи. Необходимо знать какие объекты должны быть включены в систему придорожного сервиса. Под дорожно-транспортной инфраструктурой понимается как транспортная магистраль, так и располагаемые в непосредственной близости от нее стандартизированные объекты придорожного сервиса: мотели, кафе, медицинские и санитарно-гигиенические пункты, автосервисы и топливозаправочные станции, магазины, автостоянки и иные объекты придорожной инфраструктуры. Все это позволяет рассматривать придорожный сервис как комплексную систему, которой можно дать широкое и узкое определение:

- придорожный сервис – это специально организованная сфера деятельности, направленная на удовлетворение потребностей длительное время находящегося в пути (дороге) человека и его транспортного средства.
- придорожный сервис – это сложная система, которая включает в себя совокупность взаимосвязанных элементов, позволяющих максимально эффективно удовлетворять появляющиеся в пути (дороге) потребности человека его автотранспортного средства.

Следовательно, целью придорожного сервиса является поддержание эффективности автотранспортного средства и удовлетворение потребностей передвигающихся на нем людей. Если первая часть цели подразумевает экономический эффект, то вторая часть затрагивает также социальную составляющую, в том числе создание определенной репутации, как системы придорожного сервиса, так и страны.

Как уже отмечалось, в дорожно-транспортную инфраструктуру включаются и автотрассы. Во многих развитых странах строится по несколько дорог хорошего качества между крупнейшими транспортными развязками и создающими большой трафик населенными пунктами: бесплатные, имеющие ограничения по скорости транспортного потока и платные скоростные автомагистрали. В Германии со временем платные дороги окупаются концессионерами и передаются в пользование государству, становясь бесплатными без ограничения скорости. Одновременно со строительством автотрассы вводятся объекты оперативного предоставления дорожной помощи транспортным средствам (эвакуация, ремонт, топливная заправка), информационного обслуживания автотуристов; комплекса бытовых и сопроводительных услуг, которые соответствуют европейским стандартам качества. Согласно различным экспертным мнениям, развитие дорожно-транспортной инфраструктуры позволяет создать не только дополнительные

рабочие места в сфере сервиса и туризма, но и повысить востребованность туристических услуг на 30–40%. В Узбекистане развитие туризма и, соответственно дорожно-транспортной инфраструктуры имеет важное значение для развития экономики в горных регионах.

Для привлечения туристов, прежде всего, необходимо создать соответствующий требованиям западных стран уровень обслуживания, строить придорожные объекты, обеспечивающие жилье, питание, связь, медицинскую помощь, спасательные работы, обеспечить путешественников доступным комфортабельным автотранспортом. Указанное будет способствовать продвижению туристического бренда Узбекистана за рубежом. Таким образом, модернизация дорожно-транспортной инфраструктуры в Узбекистане является одним из важнейших факторов развития региональной экономики.

Литература:

1. The wider economic benefits of transport: macro-, meso- and microeconomic transport planning and investment tools. — Paris, OECD, 2008. — 204 p.
2. Таирова Маъсума Мухаммедризаевна Оптимизация инфраструктуры туризма в Бухаре // Вопросы науки и образования. 2018. №15 (27).
3. Статистический комитет РУз/ открытые данные// развитие транспортных услуг в республике Узбекистан за 2017 год. — URL: https://stat.uz/uploads/docs/uslugi_dekabr_2018_ru.pdf/.
4. Постановление Президента (№ ПП-3422 02.12.2017 числа), «О мерах по совершенствованию транспортной инфраструктуры и диверсификации внешнеторговых маршрутов перевозки грузов на 2018–2022 годы».
5. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП 3422 02.12.2017.- «О мерах по совершенствованию транспортной инфраструктуры и диверсификации внешнеторговых маршрутов перевозки грузов на 2018–2022 годы».

ВНЕДРЕНИЕ ГЕОРАДАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Баранчик Дмитрий Васильевич, Семец Ольга Владимировна
студенты 4-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)

Проблема поиска оптимального способа ремонта, содержания транспортного сооружения или назначения комплекса эксплуатационных мероприятий часто упирается в отсутствие информации о процессах происходящих в его конструктивных элементах.

Известно, что в разные периоды года (весна, лето, осень, зима) и на разных участках дороги (в выемке, высоких и низких насыпях, при различной ориентации по отношению к частям света и так далее) изменяется не только воздействие автомобильных нагрузок, но и влияние природно-климатических факторов на дорожную конструкцию. При этом имеют место так называемые расчетные периоды года (весна, осень) и ослабленные участки автомобильных дорог (например, участки дорог, находящиеся в пониженных местах местности и имеющие малую высоту насыпи или проходящие в выемке). Именно в это время и здесь наблюдается высокая влажность грунтов земляного полотна. В этом случае прочность и плотность грунтов снижается, тем самым уменьшается сопротивляемость дорожных конструкций автомобильным нагрузкам.

В связи с изложенным выше необходимы мониторинговые наблюдения за внутренним состоянием дорожных конструкций. Например, за изменением влажности и плотности грунтов, за ходом инфильтрации подземных вод, глубиной промерзания и оттаивания грунтов, наличием и поведением локальных ослаблений в теле земляного полотна и подстилающих грунтах. Эти данные будут востребованы, например, при проектировании ремонтных работ, а также при назначении ограничений пропуска тяжелых автомобильных нагрузок в период распутицы.

Многие из перечисленных мониторинговых работ могут быть выполнены с применением георадарных технологий. Описание технологии: принцип работы георадара основан на передаче передающей антенной в исследуемую среду электромагнитного импульса, который отражается от находящихся в ней предметов или от границы раздела сред. Полный цикл георадиолокационного обследования включает следующие этапы: полевые измерения, описание

условий съемки и привязка профилей наблюдения; обработка полевых радарограмм, выделение георадарных комплексов и особенностей волновых картин; учет априорной информации, переход от временных разрезов к глубинным; построение геолого-геофизических разрезов.

Комплект георадарного оборудования позволяет:

- проверять толщины конструктивных слоев дорожной одежды и толщины слоев грунта земляного полотна;
- оценивать однородность дорожно-строительных материалов;
- оценивать качество уплотнения и влажность грунтов земляного полотна;
- определять однородность используемого грунта как при приемке выполненных работ, так и при эксплуатации дорог для оценки состояния дорожной конструкции и назначения ремонтных мероприятий;
- определять глубины залегания уровня грунтовых вод и размеры переувлажненных зон грунта земляного полотна для оценки эффективности работы дренирующих устройств;
- определять мощность слабых грунтов, подстилающих земляное полотно, и выявлять дефекты в дорожной одежде и грунтах земляного полотна (пустоты, зоны разуплотненных грунтов и инфильтрации воды, зоны переувлажненных грунтов и так далее) в процессе эксплуатации автомобильной дороги и искусственных сооружений;
- определять сроки введения ограничения нагрузки на автомобильных дорогах на основании выявления зон промерзания или оттаивания грунтов и их глубины;
- оценивать несущую способность дорожных конструкций на основе косвенных признаков: толщины слоев дорожной одежды и влажности грунтов земляного полотна и другое.

При мониторинге автомобильных дорог георадарные технологии являются высокопроизводительными, экономически эффективными, выявляют истинные причины разрушений дорог и ни в коей мере не оказывают неблагоприятного влияния на окружающую среду. По результатам мониторинговых работ назначаются эффективные виды ремонтных работ, которые повышают эксплуатационную надежность автомобильных дорог. Кроме того, выявив участки с повышенной влажностью грунтов земляного полотна, можно дать адресные рекомендации по обеспечению водоотвода и осушению грунтов земляного полотна. Георадарные технологии также могут быть использованы при приемочной диагностике, на стадии авторского и технического надзора, например при оценке толщины вновь устроенных слоев дорожной одежды, проверке их однородности, контроле скрытых объемов работ, а также при оценке качества уплотнения. Мониторинговые работы позволяют уже сейчас

оперативно управлять сроками закрытия и открытия дорог, а также ограничений нагрузки.

Литература:

1. Георадарные технологии для мониторинговых наблюдений за участками автомобильных дорог [Электронный ресурс].-Геотех 2003-2015.- Режим доступа : <http://www.geotech.ru>:19.11.2019.
2. Обзорная информация [Электронный ресурс].-COMPLEXDOC нормативный документ.- Режим доступа : <http://www.complexdoc.ru>: 19.11.2019.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ НАРАСТАЮЩЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Бородин Матвей Ильич, студент кафедры «Автомобильные дороги и геодезическое сопровождение строительства»

*Самарский государственный технический университет, г. Самара
(научный руководитель - Павлова Л.Н., канд. техн. наук, доцент)*

Уровень развития и состояния дорожно-транспортного комплекса оказывает многостороннее не маловажное влияние на социально-экономическое развитие Российской Федерации и каждого субъекта в отдельности. Особое внимание необходимо уделить показателям работы автомобильного транспорта.

Длительный период времени объемы роста автомобильных перевозок, выпуска грузовых и легковых автомобилей опережали темпы развития протяженности дорог с твердым покрытием. Такие показатели привели к нарастанию интенсивности движения на дорогах и их ускоренному износу. Развитие дорожной сети Российской Федерации с перспективой развития интенсивности учитывалось, но без должного внимания.

По такому показателю Россия превосходит все развитые страны мира и на каждый километр дорог с твердым покрытием приходится в среднем 50-60 автомобилей, а на каждую полосу движения около 25 автомобилей, поскольку доля многополосных дорог ничтожно мала.

Во всех отраслях экономики заметно сдерживается социально-экономическое развитие в связи с отставанием развития дорожной сети в рамках сложившихся высоких темпов автомобилизации.

Мировой опыт показывает, что уровень аварийности тесно связан с плотностью дорожной сети: с увеличением плотности дорожной сети до 0,2-0,3 км/км² число погибших в ДТП на каждые 10 тыс. транспортных средств снижается в десятки раз, а затем стабилизируется (рис. 1).

Рост интенсивности движения и особенно доли в ней большегрузных автомобилей, автопоездов и автобусов привел к существенному возрастанию изнашивающего и разрушающего воздействия автомобилей на дорогу.

Возникает рост потребности проведения ремонтно-восстановительных дорожных работ существующих автомобильных дорог, требуется увеличение их объемов. В ближайшем будущем объем работ будет неизбежно накапливаться, для обеспечения работоспособности существующих автомобильных дорог.

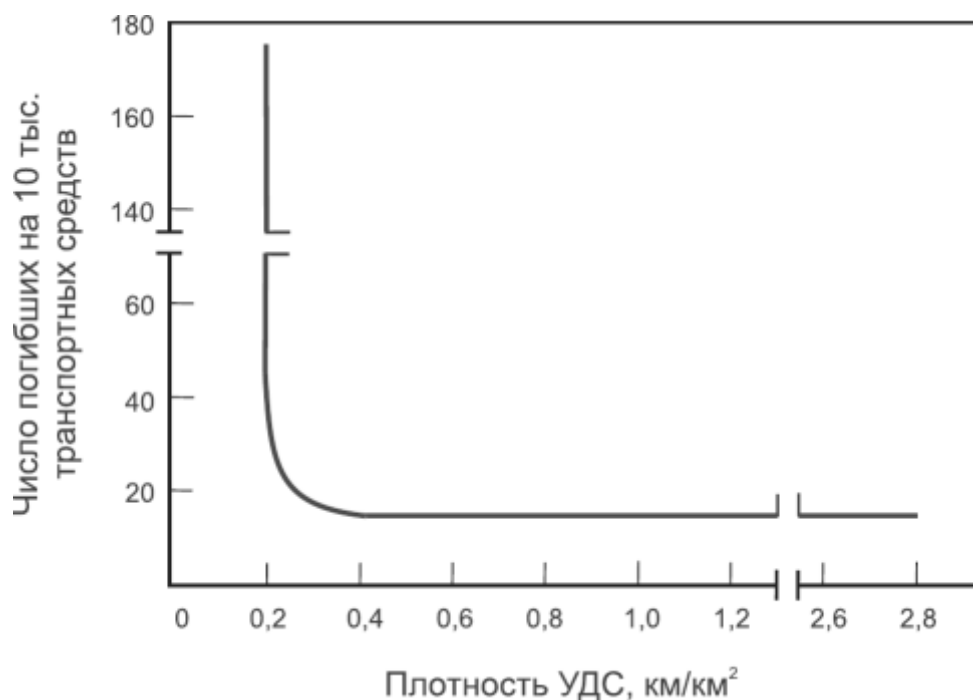


Рисунок 1

Принципиальные решения по выбору основных мероприятий по содержанию и ремонту принимают на основе результатов диагностики и оценки состояния дорог. Процесс планирования не заканчивается на стадии выбора принципиальных решений. Он продолжается практически непрерывно, как непрерывен процесс эксплуатации дорог.

Большие объемы работ по ремонтам и содержанию дорог, выполняемые дорожно-эксплуатационными организациями, позволяют поддерживать существующую сеть дорог от разрушения, но абсолютно недостаточны для приведения транспортно-эксплуатационного состояния дорог в соответствие с требуемыми характеристиками. Решить задачу поможет, ежегодное увеличение объемов работ в 1,5-2 раза и более, по ремонту и содержанию существующих дорог.

Работы по ремонту автомобильных дорог в рамках содержания, чтобы достичь результатов, правильно было бы направить в первую очередь на повышение прочности дорожных одежд и работоспособности земляного полотна, повышение грузоподъемности мостов и других искусственных сооружений; повышение ровности и сцепных качеств покрытий и т.д.

Работы по ремонту (в рамках содержания) существующих дорог оказывают существенное влияние не только на обеспечение скорости движения и допустимую осевую нагрузку автомобилей, но и на их безопасность движения. Необходимо также повысить качество содержания дорог и организации дорожного движения, создать полный комплекс дорожного сервиса.

На это потребуется в 3-4 раза затрат меньше, чем новое строительство дорог. Поэтому целесообразно на первом этапе там, где нет возможности выполнить новое строительство дороги, выполнить комплекс мероприятий и работ по повышению средней скорости движения автомобилей. Одновременно необходимо ускорить темпы перевода дорожной сети под осевую нагрузку 10 т.с., а дорог I — II категорий под нагрузку 11,5 т.с. Это может быть основным направлением стратегической линии технического прогресса в эксплуатации автомобильных дорог.

При решении этих и других задач развития дорожной сети необходимо четко понимать теорию эксплуатации автомобильных дорог. Автомобильные дороги эксплуатируются многие десятилетия, за которые парк движущихся по ним автомобилей существенно изменяется и количественно, и качественно.

Вывод. Под целесообразным, в данном случае подразумевается самый высокий показатель в абсолютном смысле, которого можно добиться при изменении ограничительных условий и оптимальном использовании ресурсов. Появилась необходимость создания теории эксплуатации существующих дорог как основы для дальнейшего ее совершенствования путем реконструкции, модернизации реализации ремонтно-восстановительных работ. Главная цель планирования работ по содержанию и ремонту состоит в том, чтобы обеспечить оптимальные потребительские свойства и сроки службы дороги в процессе эксплуатации.

Литература:

1. Федеральный закон от 01.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Васильев А. П. и др. Ремонт и содержание автомобильных дорог: справочная энциклопедия дорожника (СЭД) / под ред. А. П. Васильева. М.: Информавтодор. 2004.

РАСЧЕТ РАЗМЕРА ТАРИФА НА ПРОЕЗД ПО ПЛАТНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ И КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

*Брызгалов Владислав Игоревич, магистрант
кафедры «Автомобильные дороги и мосты»
Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь*

(Научный руководитель – Карпушко М.О., канд. техн. наук, доцент)

Согласно данным Государственной компании «Автодор» интенсивность движения по платным автомобильным дорогам возрастает. Сравнение данных по интенсивности движения за первый квартал 2017 года и первого квартала 2018 года, показало увеличение на 35,7%. При этом количество проездов по всем платным дорогам составляет более 18 млн. Из них более 9 млн проездов были совершены легковыми автомобилями. Следует обратить внимание на увеличение количества проездов грузовых транспортных средств, прирост которых составил около 26%.

Наибольшее количество проездов было совершено по автомобильной дороге М-11 «Москва – Санкт-Петербург» на участке 258 км – 334 км. Прирост интенсивности движения составил около 71%.

Платные автомобильные дороги выбирают из-за безопасности дорожного движения, высокого уровня качества дорог, возможности передвижения с более высокой скоростью, нежели на бесплатных альтернативных участках.

Организация проезда транспортных средств по платным автомобильным дорогам общего пользования федерального значения, регулируется постановлением Правительства РФ N 18 от 19 января 2010 г. Чтобы оплатить проезд по платной автомобильной дороге, необходимо обратиться в пункты взимания платы (ПВП), которые располагают несколькими видами оплаты - открытая, закрытая, смешанная.

При использовании открытой системы, оплатить проезд можно только в ПВП, которые располагаются на въездах, выездах, а также на протяжении платных участков автомобильной дороги. При этом платный участок имеет свободные въезды и выезды на примыкающие дороги, не оборудованные ПВП. Данную систему можно встретить на платных автомобильных дорогах М-3 «Украина» и М-4 «Дон» (за исключением участка 414 км – 464 км).

При использовании закрытой системы, оплата проезда по платной автомобильной дороге осуществляется на въездах и выездах дороги в ПВП. Отличие этой системы от открытой в том, что все въезды и выезды платной автомобильной дороги оборудованы ПВП. На ПВП установлены системы контроля, которые осуществляют регистрацию полного маршрута передвижения транспортного средства, а при выезде с платного участка, оператор уже будет располагать всей информацией о данном автомобиле и на основе этого будет сформирована стоимость проезда. Данную систему можно встретить на платных автомобильных дорогах М-11 «Москва – Санкт-Петербург» и на участке 414 км – 464 км М-4 «Дон».

При использовании смешанной системы, оплата проезда осуществляется при въезде на платную автомобильную дорогу в ПВП. При выезде с платного участка оплата может не взиматься, если автомобиль будет там находиться менее 12 часов. При превышении данного времени, необходимо оплатить проезд согласно установленному тарифу. При этом въезды и выезды внутри платного участка остаются свободными. Данную систему можно встретить на платной автомобильной дороге М-4 «Дон» на участке 414 км – 464 км

Чтобы не прерывать движение транспортного средства, на ПВП выделены полосы для безостановочного следования, которые располагаются в левой части. Для использования выделенных полос необходимо приобрести транспондер, который представляет собой небольшое приемопередающее устройство, принимающее сигнал от ПВП и отправляющее его в ответ, что позволяет проехать транспортному средству без остановки.

Транспондер следует устанавливать на лобовое стекло автомобиля. Для грузовых транспортных средств, его целесообразно устанавливать в нижней части ветрового стекла, над стеклоочистителями (дворниками) (Рис. 1).

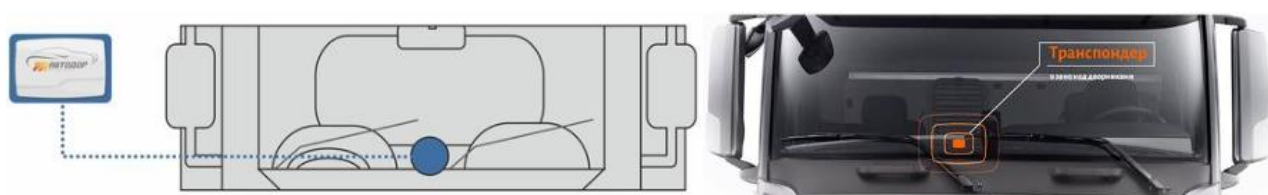


Рисунок 1 – Схема крепления транспондера на грузовой автомобиль

Преимуществом оплаты проезда по платной автомобильной дороге с помощью транспондера является экономия денежных средств, которая может составить от 20 до 50%. Так за 2018 года было зафиксировано около 46% водителей, которые предпочли воспользоваться транспондером, что превышает количество пользователей по сравнению с 2017 годом на 10,7%.

Для определения размера платы за проезд необходима классификация транспортных средств. Классификация основывается на количестве осей и высоте транспортного средства пользователя. Без оплаты по платным дорогам могут передвигаться экстренные службы, а также маршрутный транспорт (кроме такси и междугородних автобусов). На платных участках применяется классификация категорий транспортных средств, приведенная в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация категорий транспортных средств на участках платных автомобильных дорог

Пример транспортного средства	Критерий классификации	
	Общая высота	Оси
<p>Категория транспортного средства: №1 Легковые транспортные средства и мотоциклы</p>  <p>Легковые автомобили, многофункциональные транспортные средства, мотоциклы, автомобили с прицепами высотой менее 2 м</p>	Высота ≤ 2 м	2 и более
<p>Категория транспортного средства: №2 Средние транспортные средства</p>  <p>Автомобили с прицепами высотой от 2 м до 2,6 м</p>	2 м < Высота < 2,60 м	2 и более
<p>Категория транспортного средства: №3 Грузовые транспортные средства, автобусы с 2 осями</p>  <p>Транспортные средства с 2 осями и высотой более 2,6 м</p>	Высота ≥ 2,60 м	2 оси
<p>Категория транспортного средства: №4 Грузовые транспортные средства, автобусы с 3 и более осями</p>  <p>Транспортные средства с 3 и более осями и высотой более 2,6 м, включая транспортные средства 2-ой категории с прицепами, высота которых превышает 2,6 м</p>	Высота ≥ 2,60 м	3 оси и более

При приближении к ПВП, устанавливаются информационные дорожные знаки (Табл. 2), которые информируют о способе оплаты и по какой полосе следует продолжить движение (Рис. 2).



Рисунок 2 – Пункт взимания платы

Таблица 2 – Классификация информационных знаков

	<p>По данной полосе возможно движение только при наличии транспондера. Как правило, располагаются в левой части ПВП.</p>
	<p>По данной полосе оплата производится наличными денежными средствами с участием кассира-оператора. Как правило, располагается в центральной части ПВП.</p>
	<p>По данной полосе оплата производится безналичным расчетом при помощи банковских карт, кассир-оператор участие не принимает. Как правило, располагается в центральной части ПВП.</p>
	<p>По данной полосе необходимо двигаться негабаритному транспорту. Оплата происходит с участием кассира-оператора. Как правило, располагается в правой части ПВП. Под знаком указана ширина полосы.</p>
	<p>На данной полосе производится выдача талонов для въезда на платную автомобильную дорогу.</p>

Определение класса и тарификация транспортного средства происходят непосредственно на Пункте взимания платы. Изменение классификации транспортного средства по категории происходит в зависимости от габаритной высоты с учетом перевозимого груза и количества осей.

Произведем расчет тарифа на проезд по проектируемому участку платной автомобильной дороги, входящему в проект «Северный обход», на территории Пермского края для тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств.

Проект Северный обход (Рис. 3) предусматривает соединение автомобильных дорог «Пермь - Березники» и «Подъезд к Перми от М-7 Волга». Строительство данного участка позволит сократить на 30 км расстояние между

несколькими районами Перми и Краснокамска с Добрянским и Ильинским районами, а также более чем в два раза путь транзитного транспорта через Пермь, который проходит через Восточный, Южный и Западный обходы Перми.



Рисунок 3 – Автомобильная дорога «Северный обход Перми»

Размеры тарифов на проезд по платной автомобильной дороге (Табл. 3), были сформированы на основании стоимости проезда, размещенной ООО «Автодор-Платные Дороги» [4, 5, 7]. Установка специальных пунктов взимания платы предусматривается в трех местах: в начале, в конце трассы и на пересечении с автодорогой Пермь-Ильинский.

Таблица 3 – Тарифы на проезд по автомобильной дороге «Северный обход»

Отрезок дороги	Время проезда	Классификация транспортных средств:							
		I категория т/с		II категория т/с		III категория т/с		IV категория т/с	
Способ оплаты:									
НТ-перекресток		10	7,5	15	11	20	15	30	22,5
		7,5	5	11	7,5	15	10	22,5	15
Перекресток-КТ		30	22,5	45	34	60	45	90	67,5
		22,5	15	34	22,5	45	30	67,5	45
Вся дорога		40	30	60	45	80	60	120	90
		30	20	45	30	60	40	90	60

Оплата за единовременный проезд тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств, с грузом или без груза зависит от его полной массы, нагрузки на оси, габаритов и размеров, определяется по формуле:

$$P_p = (T_{om} + \sum T_{ho} + L \times T_l + T_b + T_h) \times D,$$

где P_p – оплата за проезд тяжеловесного и крупногабаритного транспортного средства с грузом или без груза;

T_{om} – тариф за проезд тяжеловесного транспортного средства при наличие груза или без груза. Значение тарифа зависит от превышения допустимой массы (Табл. 4). Допустимую массу транспортного средства можно найти с помощью «Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации», которая зависит от расстояния между крайними осями транспортного средства [8];

$\sum T_{ho}$ – сумма тарифов за проезд по платной автомобильной дороге, которая включает в себя каждую перегруженную ось тяжеловесного транспортного средства (Табл. 4). Допустимую осевую нагрузку транспортного средства можно найти с помощью «Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации»;

T_l – тариф за проезд по платному участку крупногабаритного транспортного средства, которые включают превышение его длины (Табл. 4). Допустимые габариты транспортного средства можно найти с помощью «Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации»;

T_b – тариф за проезд по платному участку крупногабаритного транспортного средства, которые включают превышение его ширины (Табл. 4). Допустимые габариты транспортного средства можно найти с помощью «Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации»;

T_h – тариф за проезд по платному участку крупногабаритного транспортного средства, которые включают превышение его высоты (Табл. 4). Допустимые габариты транспортного средства можно найти с помощью «Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации»;

L – превышение допустимой длины транспортного средства, м;

D – расстояние пройденное транспортным средством, км.

Оплата за многократный проезд по платной автомобильной дороге одного и того же тяжеловесного и крупногабаритного транспортного средства, с наличием груза или без него определяется по формуле:

$$P_m = (T_{om} + \sum T_{ho} + L \times T_l + T_b + T_h) \times 300 \times n,$$

где P_m – оплата за многократный проезд тяжеловесного и крупногабаритного транспортного средства с грузом или без груза;

300 – среднее расстояние проезжаемое транспортным средством за сутки, км;

n – количество дней, в течении которых тяжеловесное и крупногабаритное транспортное средство может проезжать по платному участку ($n=18$ дней).

Для того, чтобы определить размер оплаты тяжеловесного и крупногабаритного транспортного средства как за единовременный проезд по платной автомобильной дороге, так и за многократный, произведем расчет перевозки груза автомобилем Volvo FH (Рис. 4) на всем протяжении трассы платной дороги, расстояние которой составляет 40 км, допустимую осевую нагрузку на данном платном участке примем 10 т/ось.

Анализ основных характеристик транспортного средства Volvo FH позволил установить, что:

1. Полная масса (51,794 т) превышает допустимую (38 т) на 14 т.

$T_{om} = 109,0$ руб./км.

2. Длина 24,9 м превышает допустимую длину одиночного автомобиля, равную 12 м, следовательно $T_d = 117,0$ руб./км.

3. Ширина 2,94 м превышает допустимую, равную 2,50 м:

$T_b = 13,0$ руб./км.

4. Высота (с грузом) 3,83 м, что не превышает допустимую 4,0 м.

$T_h = 0$.

5. Нагрузка на переднюю ось составляет 7,794 т, нагрузка на среднюю и заднюю ось 8,5 т, нагрузка на каждую ось трехосной тележки 9,0 т, что не превышает допустимую 10 т. Таким образом, $\sum T_{ho} = 0$.

Оплата за единовременный проезд автомобиля Volvo FH, перевозящего груз на всем протяжении трассы платной дороги, составит:

$$P_p = (109,0 + 0 + 0 + 13,0 + 0) \times 40 = 4\,880 \text{ руб.},$$

а оплата за многократный проезд составит:

$$P_m = (109,0 + 0 + 0 + 13,0 + 0 + 0) \times 300 \times 18 = 70\,309 \text{ руб.}$$

Таблица 4 – Тарифы за проезд по платным дорогам тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств

Характеристики т/с, превышающие допустимые	Тарифы (руб.) за км расстояния
1	2
Превышение общей массы:	
до 5 тонн	22,0
свыше 5 до 10 тонн	43,0
свыше 10 до 20 тонн	109,0
свыше 20 до 30 тонн	163,0
свыше 30 до 40 тонн	272,0
свыше 40 до 50 тонн	408,0
Превышение нагрузки на ось:	
до 20 %	99,0/46,0
свыше 20 % до 50 %	207,0/123,0
свыше 50 %	330,0/166,0
Превышение длины:	
за каждый (включая неполный) метр	9,0
Фактическая ширина:	
свыше 2,5 м до 3-х м включительно	13,0
свыше 3-х до 3,75 м включительно	18,0
свыше 3,75 м	52,0
Фактическая высота:	
свыше 4-х до 4,5 м включительно	11,0
свыше 4,5 до 5 м включительно	16,0
свыше 5 м	34,0

Примечание: в числителе - для дорог, рассчитанных на пропуск т/с с нагрузкой на ось 10 т, в знаменателе - с нагрузкой на ось 6 т.

Из расчета можно сделать вывод, что автомобиль Volvo FH, перевозящий груз на всем протяжении трассы платной дороги, заплатит за единовременный проезд 4 880 руб., а за многократный проезд в течение 18 дней 70 309 руб.

Расчет стоимости проезда по платной автомобильной дороге тяжеловесных транспортных средств осуществляется на основе запаса прочности, который учитывался при проектировании и строительстве дорожной одежды. Увеличение расчетной нагрузки за счет проезда тяжеловесных транспортных средств приводит к накоплению повреждений и преждевременному разрушению дорожных одежд. Из этого следует, что размер платы по платной автомобильной дороге должен зависеть от полной массы транспортного средства и его осевых нагрузок. Поэтому, увеличение платы для крупногабаритных и тяжеловесных транспортных средств позволит возместить ущерб, полученный автомобильными дорогами после провоза тяжеловесных грузов, компенсировать затраты, направленные на организацию пропуска транспортных средств, а также возместить затраты, направленные на

осуществление контроля за состоянием автомобильных дорог и сооружений, которые находятся на дорогах.

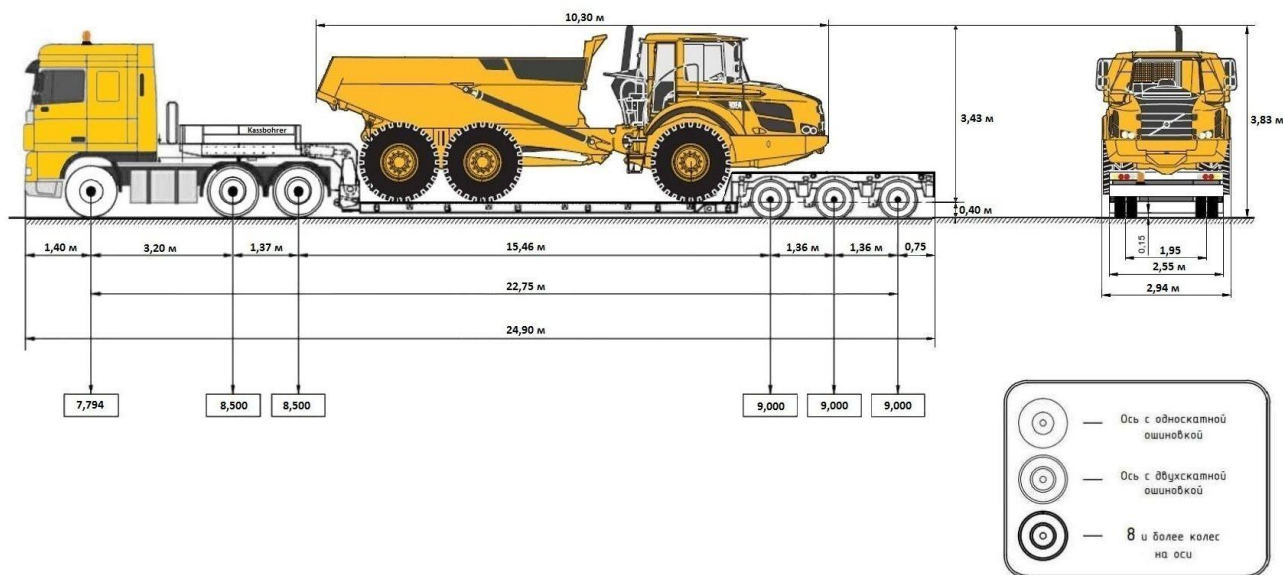


Рисунок 4 – Автомобиль Volvo FH перевозящий груз

Литература:

1. Компания "Автодор-Платные Дороги" URL: <https://avtodor-tr.ru/ru/> (дата обращения: 23.09.2019).
2. Пользователям дорог: Платные участки // Государственная компания «Российские автомобильные дороги» URL: https://russianhighways.ru/for_drivers/pay-sites.php (дата обращения: 23.09.2019).
3. Постановление "Об утверждении перечня объектов автодорожного строительства Пермского края" // Министерство транспорта Пермского края URL: <https://mintrans.permkrai.ru/about/news/5184/> (дата обращения: 23.09.2019).
4. Тарифы на проезд // ООО «Автодор-Платные Дороги» URL: <https://avtodor-tr.ru/ru/platnye-uchastki/tarify-na-proezd/> (дата обращения: 23.09.2019).
5. Распоряжение Минтранса РФ от 19.05.2003 N ОС-435-р "О введении в действие "ОДМ. Методика расчета размера платы за проезд по платным автомобильным дорогам и дорожным объектам. Порядок ее взимания и пересмотра. Определение потребительского спроса".
6. Бушанский Сергей Петрович Платные дороги и управление функционированием дорожной сети // ЭНСР. 2010. №1 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/platnye-dorogi-i-upravlenie-funktsionirovaniem-dorozhnoy-seti> (дата обращения: 24.09.2019).

7. Программа совершенствования и развития автомобильных дорог РФ «Дороги России» 1995-2000 гг./Федеральный дорожный департамент Минтранса РФ. – М.,1994. – 78с.: ил. «Платные дороги. Тематическая подборка» – Москва 1997 г.
8. «Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации»/Министерство транспорта Российской Федерации – 1996 г.

К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА К ПОВЕРХНОСТНОЙ ДЕСТРУКЦИИ

*Гайдук Дмитрий Михайлович, студент 5-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)*

Актуальность темы заключается в том, что в связи с непрерывным ростом интенсивности движения на автомобильных дорогах, повышением грузоподъемности транспортных средств и осевых нагрузок требуются новые подходы к увеличению долговечности дорожных покрытий.

Цель работы – разработка методики прогнозирования износа асфальтобетонных покрытий, позволяющая оценивать устойчивость асфальтобетона к поверхностной его деструкции с учетом истирающего воздействия колес автомобилей, температуры покрытия и его влажности.

Исследование заключалось в определении влияния максимальной крупности, марки по дробимости, марки по износостойкости крупного заполнителя на износостойкость асфальтобетона, а также в разработке достоверного метода определения износостойкости асфальтобетона.

Для проведения испытания истираемости асфальтобетона с различным видом и крупностью крупного заполнителя были изготовлены 6 асфальтобетонных образцов следующего состава: крупный заполнитель – 60%; отсев дробления – 40%; битум БНД 70/100 – 5,8%. Испытание образцов проводили на воздушно-сухих образцах, предварительно выдержанных двое суток при $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(50 \pm 20)\%$, а также на образцах, предварительно насыщенных водой. Перед испытанием образцы взвешивались, далее производилось истирание на приборе ЛКИ-3 (Рис. 1) в соответствии с СТБ 1115 при температурах 0°C и $+20^\circ\text{C}$, после чего определялась истираемость каждого образца, характеризуемая потерей массы образца с погрешностью до 0,1 г по формуле:

$$G_1 = m_1 - m_2, \quad (1)$$

где m_1 – масса образца до испытания, г;

m_2 – масса образца после циклов испытания, г.

Результаты испытаний позволили установить следующее (Табл. 1): крупность заполнителя не оказывает существенного влияния на износ асфальтобетона из гранитного щебня, и существенно влияет на износ асфальтобетона из гравия и щебня из гравия; длительное воздействие влаги отрицательно влияет на износ асфальтобетона независимо от вида заполнителя; наибольшему износу подвержены образцы из щебня из гравия.

Таблица 1 – Результаты испытания истираемости асфальтобетона с различным видом и крупностью крупного заполнителя

№ п/п	Вид заполнителя	Фракция заполнителя, мм	Износ сухого образца, г	Износ после длительного водонасыщения, г
1	Щебень гранитный	5-10	0,83	1,6
2	Щебень гранитный	5-20	0,85	1,7
3	Гравий	5-10	2,1	5,5
4	Гравий	5-20	1,8	4,5
5	Щебень из гравия	5-10	4,5	9,8
6	Щебень из гравия	5-20	3,8	8,4

При разработке метода определения износостойкости асфальтобетонных покрытий в соответствии с СТБ 1033 были приготовлены 4 серии асфальтобетонных образцов различных типов: С, А, Б, Д (Табл. 2). Подготовка образцов асфальтобетона и методика испытаний аналогичны изложенным выше. Истирание образцов определялось по формуле 1.

По результатам испытаний и обработке результатов (Табл. 3) установлено следующее: износ асфальтобетона с повышением содержания крупного заполнителя уменьшается; длительное водонасыщение отрицательно влияет на износостойкость всех типов асфальтобетона.

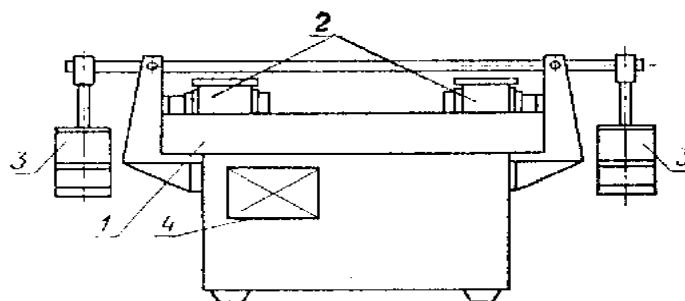


Рисунок 1 – Лабораторный круг истирания ЛКИ-3

1 – истирающий диск; 2 – испытуемые образцы; 3 – нагружающее устройство;
4 – счетчик оборотов

Таблица 2 – Составы испытываемых асфальтобетонных образцов

Тип и вид смесей (асфальтобетонов)	Вид и количество крупного заполнителя, % по массе	Вид и количество мелкого заполнителя	Количество минерального порошка
Плотные			
С	Щебень 5-10 мм: 70 %	Песок только из отсевов дробления плотных горных пород: 20 %	10 %
А	Щебень 5-10 мм: 60 %	Песок только из отсевов дробления плотных горных пород: 35 %	5 %
Б	Щебень 5-10 мм: 45 %	Песок только из отсевов дробления плотных горных пород: 47 %	8 %
Д	-	Песок только из отсевов дробления плотных горных пород: 88 %	12 %

Таблица 3 – Результаты испытания асфальтобетонных образцов на истираемость

Тип асфальтобетона	Состояние влажности асфальтобетонных образцов					
	Воздушно-сухие		После увлажнения		После длительного увлажнения	
	Износ, г	Влажность, %	Износ, г	Влажность, %	Износ, г	Влажность, %
С	0,61	0	0,78	0,7	0,94	1,1
А	0,82	0	0,99	1,6	1,15	1,8
Б	1,10	0	1,35	1,3	1,50	1,9
Д	1,65	0	1,92	0,56	2,3	0,83

Предложенная нами методика прогнозирования износа асфальтобетонных покрытий позволит оценивать износ конструкции дорожных покрытий и может быть использована на стадиях инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации дорог.

Литература:

1. Дугельный В.Н., Логунов А.Ю., Воловненко Е.Г. К вопросу анализа основных факторов, влияющих на износостойкость асфальтобетона и объемы продуктов его износа / Дугельный В.Н., Логунов А.Ю., Воловненко Е.Г. – Донецк: Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2018.
2. Леднев А.В. Анализ факторов, влияющих на износостойкость асфальтобетона / Леднев А.В. – Донецк: Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2018.

РЕКОНСТРУКЦИЯ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, СОЕДИНЯЮЩИХ РЕСПУБЛИКУ ТАДЖИКИСТАН И ИСЛАМСКОЙ РЕСПУБЛИКОЙ ПАКИСТАН ЧЕРЕЗ ИСЛАМСКУЮ РЕСПУБЛИКУ АФГАНИСТАН

*Исмоилов Зеваршо Муродович, Шокиров Имомали Валиджонович,
студенты 3-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Козловская Л.В., старший преподаватель)*

Республика Таджикистан является членом таких организаций, как ЭСКАТО ООН, ЦАРЭС, ШОС, ЕЭК ООН, ЕврАзЭС, ЭКО.

В соответствии с присоединением и членством Республики Таджикистан в указанных соглашениях и организациях, Правительством Республики Таджикистан транспортный комплекс объявлен одним из приоритетных секторов экономики.

По территории Республики Таджикистан проходят 8 международных коридоров, и в настоящий момент маршруты, соединяющие Таджикистан с Афганистаном имеют преимущественное значение, исходя из того, что потенциально привлекательный доступ к портам Ирана и Пакистана зависит от Афганистана. Республика Таджикистан является коридором, соединяющим Китайскую Народную Республику, Российскую Федерацию, Казахстан и Кыргызстан с южными морскими портами, доступ к которым осуществляется через Исламскую Республику Афганистан.(Рис.1).

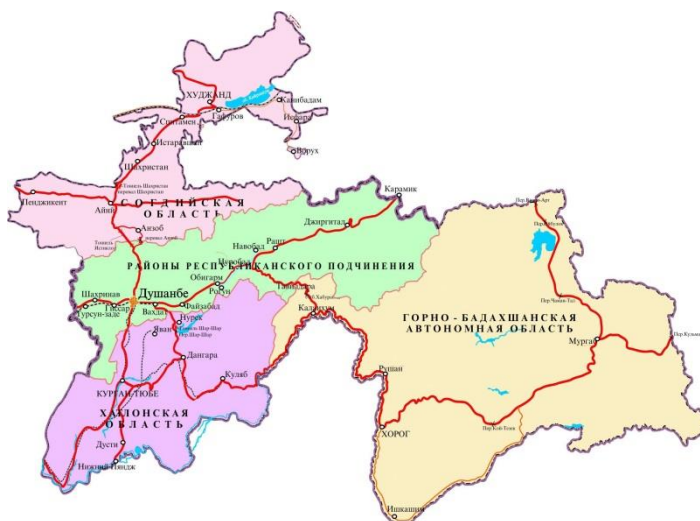


Рисунок 1 – Соединяющих Республику Таджикистан с Исламской Республикой Таджикистан с Исламской Республикой Пакистан через Исламской Республикой Афганистан

Транспортное сообщение между Таджикистаном и Пакистаном через территорию Афганистана можно осуществить по следующим направлениям.

Душанбе – Дангара – Куляб – Калаихумб – Хорог - Ишкашим (гр.Афганистана) – перевал Дора (гр.Афганистана и Пакистана) – Читрал, далее через Пешавар в Карачи.

Ориентировочная стоимость строительства мостового перехода составит 4 млн долларов США.

Реконструкция участка автомобильной дороги от Ишкашима по направлению в Мургаб через Лангар и перевал Харгуш с выходом на автодорогу Хорог – Мургаб – перевал Кульма, позволит осуществлять автоперевозки из Афганистана в Киргизию, Китай и обратно по территории Республики Таджикистан.

Для приведения этого участка в соответствие с требованиями международных стандартов, необходима его реконструкция со строительством новых искусственных сооружений, против лавинных галерей.

Душанбе - Лаби Джар – Тавильдара – Калаихумб – Хорог – Ишкашим (гр.Афганистана) – перевал Дора (гр.Афганистана и Пакистана) – Читрал, далее через Пешавар в Карачи.

Данный маршрут является альтернативным маршруту 1-а и короче на 86 км. При этом, для надежного функционирования транспортного коридора Юг-Север в направлении из Пакистана в Таджикистан через Афганистан дополнительно к реконструкции существующего участка автодороги Хорог - Ишкашим необходима реконструкция автодороги Лаби Джар – Тавильдара – Калаихумб, протяженностью 135 км со строительством против лавинных галерей.

Общая ориентировочная стоимость реконструкции автодороги Лаби Джар – Тавильдара – Калаихумб и Хорог – Ишкашим составляет 364 млн долларов США. Душанбе – Курган-Тюбе – Дусти - Нижний Пяндж (гр. Афганистана) – Кундуз – Кабул – Джалалабад – гр. Пакистана – Пешавар, далее в Карачи. Ориентировочная стоимость реконструкции составляет 215,9 млн. долларов США.

Автомобильная дорога Душанбе – Курган-Тюбе является частью Евро–Азиатской сети автомобильных дорог, соединяющих страны Центральной Азии с Китаем и имеет важное значение для экономики Республики Таджикистан и Исламской Республики Афганистан.(рис.2) С возрастающей интенсивностью движения и увеличения количества транзитного грузового транспорта с осевой нагрузкой превышающей 10 т, возникает острая необходимость:

От конца проспекта Негмата Карабаева (10,5 км) до 24,0 км автодороги Душанбе – Курган-Тюбе – Дангара – Куляб (пересечение с дорогой АЗС-Ляур-

Исанбай) расширение его до 8-ми полос движения с двух сторон, ширина полосы движения 3,5 м с разделительной полосой - 5,0 м и устройством открытых железобетонных лотков с двух сторон.

С 24 км автодороги до г. Курган-Тюбе общей протяженностью 69,8 км довести параметры автодороги до 4-х полос движения.

Кроме того, на протяжении всей дороги от г. Душанбе до г. Курган-Тюбе расположено 15 малых и средних мостов и 3 путепровода.

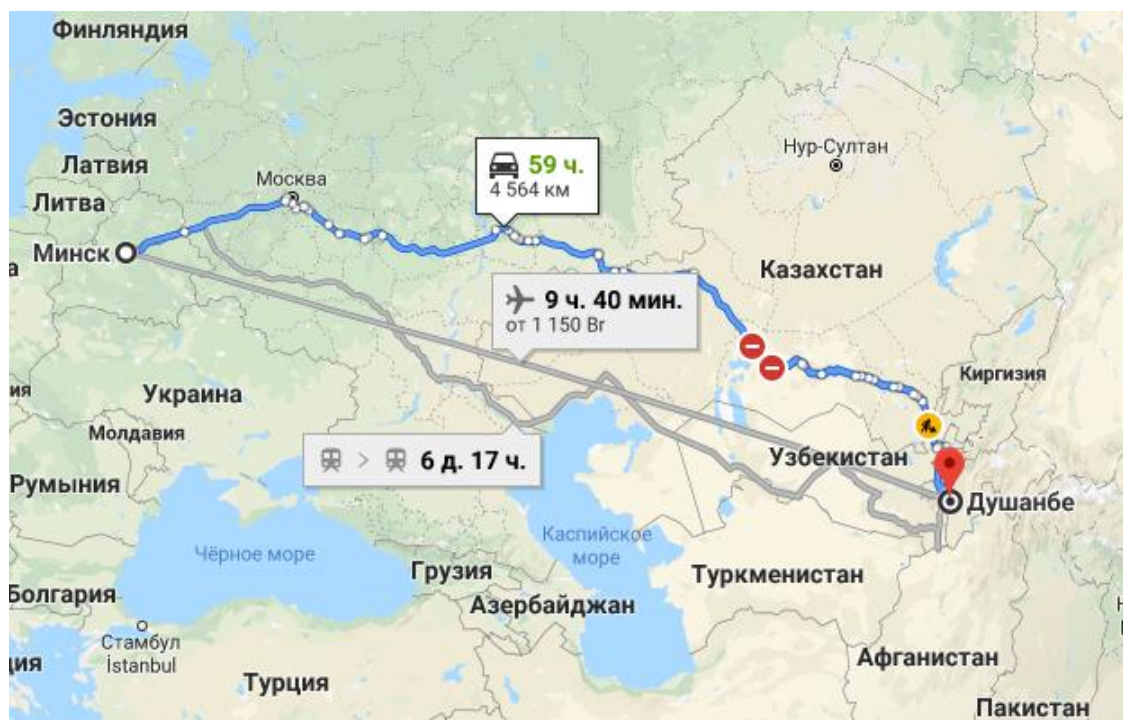


Рисунок 2 – Карта соединяющих дорог Таджикистан-Душанбе с Беларусь-Минск

Литература:

1. «Реконструкция участков автомобильных дорог, соединяющих Республику Таджикистан» Я.О Мирзошарифович Душанбе 2014 г
2. Автомобильные дороги Беларуси (Энциклопедия), под редакцией А.В Минина Минск 2002г

РАЗВИТИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ. ПУТЕПРОВОДЫ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ МАГИСТРАЛИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Казакова Дарья Александровна, студентка 5-го курса
кафедры «Автомобильные дороги и геодезическое сопровождение
строительства»*

*Архитектурно-строительная академия Самарского Государственного
Технического университета, г. Самара
(Научный руководитель – Говердовская Л.Г., доцент)*

Ввиду территориальной удалённости регионов России от административного центра и неравномерного распределения населения по территории страны часть автомобильных дорог находится в ненадлежащем состоянии, а ряд населённых пунктов не обеспечены связью с дорогами общего пользования. Рассмотрим специфику развития дорожной отрасли в стране на примере Самарской области.

Протяженность дорог области – 19,5 тыс. км. В настоящее время 22 % дорог работает в режиме перегрузки, 30 населённых пунктов не обеспечены круглогодичной связью с транспортной сетью общего пользования.

По Государственной программе Самарской области по развитию транспортной системы (2014-2025 г.г.) планируется увеличение протяженности построенных дорог на 153,778 км; отремонтированных – 1669,03 км, разработка и утверждение проектной документации по 418 объектам.

На территории Самары 4 действующие путепровода: над улицами Демократической, Земеца, Венцека, рядом с мостом через реку Самара. До 25 ноября ведётся сбор заявок для участия в аукционе на реализацию двух проектов, общей стоимостью 22,3 млн. руб - ремонт путепровода на Ракитовском шоссе и 139 км Куйбышевской железной дороги, где необходимо восстановить дорожное полотно, водоотвод и бетонные поверхности строений.

На данный момент ведётся ремонт путепровода трассы М-5 «Урал» на 958-961 км федеральной автодороги Москва-Челябинск в г. Жигулёвск. Введённый в эксплуатацию в 2021 году путепровод должен решить транспортные заторы во время дачного сезона. Планируется установка шумозащитных экранов, барьерных ограждений, строительство подземного пешеходного перехода (71 пог. м). Путепровод включает 2 отдельных пролётных строений: температурно-неразрезное и неразрезное сталежелезобетонное. На 974 км М-5 «Урал»

подорваны сроки сдачи путепровода из-за изменения технических условий установки опор ЛЭП МРСК «Волга» во время 5-летнего строительства подрядчиком «Поволжуправдор».

В 2020 году ООО «МАКСАТ» планирует ремонт береговых опор, пролётных строений и мостового полотна путепровода на 25-м км дороги в обход Сызрани с выходом на трассу М-5 «Урал» (цена – 31,888 млн. руб).

В 1965 году магистраль «Центральная» появилась в генеральном плане Куйбышева, но I этап строительства запланирован только в 2020 году. За 3 года будет построен четырнадцатикилометровый участок, освоено 7 млрд. руб.

С 2017 года по 2025 год реализуется федеральный проект приведения в нормативное транспортно-эксплуатационное состояния дорожной сети крупных городских агломераций «Безопасные и качественные дороги». В Самарско-Тольяттинской агломерации необходимо увеличить долю дорог, соответствующих нормативным требованиям, с 44 % до 85 % и сократить места концентрации ДТП с 27 % до 85 %. Для этих целей выделено 3,5 млрд. рублей. Сайт проекта позволяет ознакомиться с картой завершённых, ведущихся или планирующихся работ в ежегодной статистике.

«Убитые дороги» - это созданное в 2008 году общественное движение автомобилистов, выступающих за качественные дороги и дорожную безопасность. Приложение включает 40235 км дорог, добавленных на карту, из них 35317 км относятся к категории «убитых». Ресурс освещает замечания по качеству дорожного покрытия, укладки дорог, наличию провалившихся люков, стершейся разметки, а Минтрансу отследить проблемные очаги. Замечания подтверждаются фото- и видеофиксацией (Рис. 1).

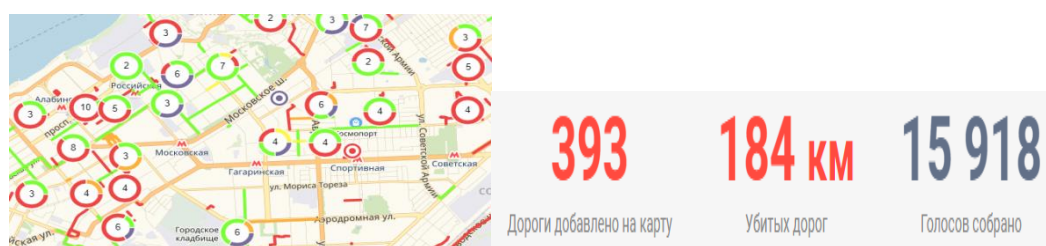







Рисунок 1 – Картографические данные проекта «Убитые дороги» в Самарской области

-  - убитая дорога;
-  - в планах ремонта;
-  - ямочный ремонт;
-  - отремонтировано;
-  - локальный дефект.

В Самарской области нашли применение ультрасовременные гидроизолянты геомембраны «Геофлоркс» ПНД (HDPE) и геомембраны «Геофлоркс» ПВД (LDPE), в состав которых входят поли- и эластомеры. Применение геомембраны экономит на традиционных гидроизоляционных материалах до 30 %, а на оплате труда работников – до 25 %. Плюсами является

каталитическая обработка, благодаря которой появляются уникальные свойства плотности и сопротивляемости проколу, улучшается эластичность, прочность и устойчивость к химическому воздействию.

Инновация для дорожного строительства следующего года – фосфогипс дорожный полугидрат. Фосфогипс – побочный продукт, отходы, которые образуются при производстве минеральных удобрений. Используется при мелиорации солонцеватых почв, в производстве цемента, строительных материалов. Содержит не менее 80 % гипса в виде мелких кристаллов. Основание дороги из фосфогипса переносит резкие перепады температур, промерзание на большие глубины земли, исключает образование колеи, обладает высокой прочностью, соизмеримой с бетоном марки 300, уменьшает толщину основания, позволяет укладывать основания дороги на любую почву. Срок службы покрытия составляет не менее 50 лет. Стоимость материала - 1 рубль за тонну, что позволяет на 30 % удешевить строительство дороги.

Литература:

1. Безопасные и качественные автомобильные дороги [<https://bkdrf.ru/>] / Минтранс России / Информавтодор / Росдорнии – Дата доступа: 30 сентября 2019 г.
2. Градостроительный кодекс РФ : № 190-ФЗ (ред. 02.08.2019) / Гос. Дума РФ – М., с изм. и доп., вступ. в силу с 01.11.2019 г.
3. Дорожная инспекция ОНФ / Карта убитых дорог [<https://onf.ru/dorozhnaya-inspekciya-onfkarta-ubityh-dorog/>] / Роскомнадзор // Сетевое издание «Информационный ресурс Общероссийского народного фронта» - Дата доступа: 30 сентября 2019 г.
4. Об утверждении государственной программы Самарской области «Развитие транспортной системы Самарской области (2014 – 2025 годы)»: Постановление Правительства Самарской области № 677 – Самара, с изм. на 26 сентября 2019 г.
5. Фосфогипс дорожный для строительства дорожной одежды : ТУ (Изм. № 1) : СТО 24406528-01-2018 / Балаковский филиал АО «Апатит». – Балаково, 2018 г.
6. Федеральное дорожное агентство «РОСАВТОДОР» [<http://rosavtodor.ru/press-center/news/278761>] / Мин. транспорта РФ – Дата доступа: 30 сентября 2019 г.
7. Global Rus Trade [<https://globalrustrade.com/ru/catalog/geomembrane-geophlasic-pc-hdpe/>] – Дата доступа: 30 сентября 2019 г.

СИСТЕМА ФИНАНСИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Коблева Алена Вадимовна, студент 4-го курса
кафедры “Транспорт и автомобильные дороги”
ФГБОУ ВО «Ивановский Государственный
Политехнический университет», г. Иваново
(Научный руководитель - Гриценко Е.А., канд. техн. наук, доцент)*

Главной проблемой дорожного хозяйства России является отставание темпов финансирования дорожных работ от темпов прироста нагрузок на дорожную сеть. Строительство на территории РФ новых автомобильных заводов всеми ведущими автопроизводителями мира, реконструкция и повышение мощности существующих отечественных автозаводов приводит к беспрецедентному увеличению численности автопарка. Но этот процесс не сопровождается адекватным наращиванием объемов дорожных работ, поэтому протяженность и потребительские качества автомобильных дорог отстают от потребностей пользователей.

Основными параметрами, которые должны определять объемы финансирования дорожных работ в субъекте РФ являются:

- общая протяженность дорожной сети;
- структура дорожной сети по типам покрытия;
- численность автомобильного парка;
- структура автомобильного парка по типам транспортных средств;
- экономико-географические особенности региона;
- климатические характеристики региона.

Действующая в России система финансирования автомобильных дорог является не гибкой и сводится только к расходованию бюджетных средств без стимулирования через эту систему государственной политики по сравнению с системой используемых в развитых странах, а именно:

объемы финансирования не взаимосвязаны с реальными потребностями в ремонте, содержании и развитию дорожной сети;

отсутствуют взаимосвязи системы финансирования автомобильных дорог с налогами и сборами взимаемых с пользователей дорог;

отсутствуют возможности и механизмы привлечения дополнительных ресурсов и пополнения дорожных бюджетов в форме кредитов и доходов от эксплуатации платных дорог;

нет механизмов и финансовых стимулов для реализации государственной политики направленной на улучшения безопасности дорожного движения, обеспечения сохранности дорог;

ставки дорожных налогов не связаны с размером ущерба наносимыми транспортными средствами автомобильным дорогам.

Вместе с тем финансирование автомобильных дорог во всех странах неразрывно связано с системой налогообложения пользователей дорог, где существует так называемая ценовая дорожная политика (road pricing), которая определяет основные принципы формирования дорожных налогов и сборов.

Закрепленная законодательством Европейского Союза ценовая дорожная политика (road pricing) определила следующие пути ее развития:

1. Для каждого вида транспорта, транспортные налоги и сборы должны быть взаимосвязаны и соответствовать уровню загрязнения и отрицательного воздействия на окружающую среду, длину пробега и воздействию на износ дороги.

2. Принцип платы за загрязнение окружающей среды должен применяться как явное финансовое преимущество, предоставляемое для пользователей автодорог.

3. На законодательном уровне должно быть закреплено, чтобы налоги и сборы, уплачиваемые пользователями, направлялись для улучшения используемой транспортной инфраструктуры в данной местности.

4. Сборы с пользователей автомобильных дорог не должны носить дискриминационный характер.

Дальнейшее развитие системы финансирования автомобильных дорог должно базироваться в реализации дорожных проектов по платным дорогам и совершенствования системы налогов и сборов с пользователей автомобильных дорог. Однако, без существенного увеличения бюджетного финансирования, развитие автомобильных дорог страны невозможно. Обеспечить дополнительные бюджетные доходы можно за счет гармонизации основных принципов ценовой дорожной политики и дорожных налогов и сборов с ЕС, пересмотра ставок акцизов на ГСМ, а также внедрение других налоговых новаций не оказывающих существенное влияние на увеличение стоимости автомобильных перевозок.

Литература:

1. Р.Г. Кудряшов Дорожный тупик. Российский дорожник №13(792) 2016.
2. А.В. Майский О формах финансирования автомобильных дорог. Российский дорожник № 32 2016.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСОКИХ СКЛОНОВ ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЕЙ

*Кубахова Анжелика Сабировна, Соложенко Татьяна Васильевна, Азроян Саак Альбертович, Буглаев Ростислав Николаевич магистранты 2-го курса кафедры «Строительства и эксплуатации транспортных сооружений» Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства, г. Волгоград
(Научный руководитель – д-р. техн. наук, проф. Алексиков С.В.)*

Склон возле стадиона Волгоград Арена был обустроен в 2018 году перед чемпионатом мира по футболу. В июле этого же года ливнем смыло часть земляного склона и тротуар, в непосредственной близости от стадиона. На рокадную дорогу сползло значительное количество грунта. В течение августа 2018 года были проведены работы по засыпке склона и восстановлению тротуара. Однако после этого склон несколько раз сползал в сторону Волги. (Рис. 1-3).



Рисунок 1 – Размытый участок возле рокадной магистрали

Предварительное обследование показало, что укрепление склона было сделано некачественно. Ошибочно запроектированная система водоотвода стала причиной размыва грунта. На рисунке 2 видно, что большую часть склона составляет песок и супесь, которые легко размываются.



Рисунок 2 – Размытый склон возле стадиона Волгоград Арена

Во время ливня грунт был вынесен на Нулевую рокадную магистраль, чем затруднил движение транспортных средств по ней. Образовавшиеся промоины в грунте возле магистрали чуть не стали причиной дорожно-транспортного происшествия.



Рисунок 3 – Обрушения тротуарной зоны после ливневых дождей



Рисунок 4 – Размытый участок возле рокадной магистрали

На тот момент была создана экспертная комиссия, которая сделала заключения о ЧП и было назначено проведение ремонтных работ. К сожалению ситуация повторилась.



Рисунок 5 – Размытый склон возле стадиона Волгоград Арена

Летом 2019 года на участке велись работы по восстановлению склона.



Рисунок 6 – Восстановленный участок склона

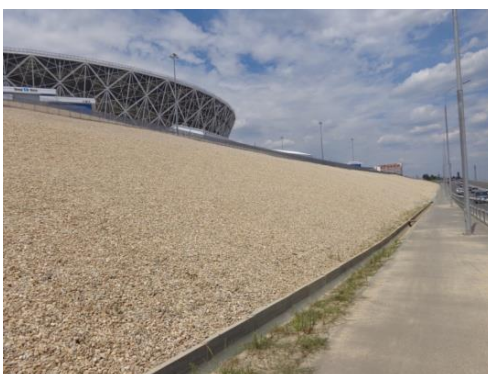


Рисунок 7 – Восстановленный склон



Рисунок 8 – Щебёночный слой

Как и в прошлый раз, склон укрепляли песком, георешётчатой сеткой и щебнем.



Рисунок 9 – Слой щебня и георешётка



Рисунок 10 – Георешётка заполненная щебнем

На данных рисунках представлены ливневые стоки.



Рисунок 11 – Ливневые стоки возле Нулевой рокадной



Рисунок 12 – Обновленная ливнёвка



Рисунок 13 – Ливневый сток



Рисунок 14 – Ливневый сток

На данный момент склон восстановлен, но уже сейчас на склоне видны сползающие слои.

Решить проблему устойчивости склонов можно путём обеспечения его устойчивости на сдвиг и укрепление синтетическими материалами.

Расчеты устойчивости земляного полотна проводятся применительно к периодам неблагоприятного состояния грунтов. Расчеты основываются на закономерностях механики грунтов, изучающей деформации и сопротивления грунтов внешним нагрузкам.

Устойчивость откосов земляного полотна оценивается величиной коэффициента устойчивости $K_{уст}$ (η), определяемого из основного уравнения статики

$$K_{уст} \geq \frac{M_{уд}}{M_{опр}}$$

где $M_{уд}$ — момент удерживающих сил;

$M_{опр}$ — момент опрокидывающих сил.

Согласно действующим нормативным документам, устойчивость земляного полотна считается обеспеченной, если требуемый коэффициент устойчивости $K_{уст}$ больше 1.

Существуют разные методы расчета устойчивости:

- Метод Н.Н. Маслова
- Метод Феллениуса
- Метод Бишопа
- Метод Моргенштерна-Прайса
- Метод Шахуянца
- Метод Н.Н. Маслова оценки устойчивости склонов и откосов.

Это один из широко известных приближенных методов, названный автором методом равнопрочного откоса или методом F_p . Равнопрочным принято называть такой откос, у которого в любом горизонтальном сечении обеспечена устойчивость слагающих его горных пород, т.е.

$$\eta = \frac{tg \psi_{\delta}}{tg \alpha} = 1$$

где α - угол наклона склона или откоса в пределах рассматриваемого горизонта горных пород;

ψ_{δ} - угол сопротивления сдвигу того же горизонта пород при нормальном напряжении.

Угол сопротивления горных пород сдвигу определяют из уравнения:

$$F_{\delta} = tg \psi_{\delta} = \frac{\tau}{\sigma} = tg \varphi + \frac{C}{\sigma}$$

где $F = tg \psi$ - коэффициент сдвига горных пород при нормальном напряжении. Н.Н. Маслов коэффициент сдвига обозначает через F_p ;

- τ - сдвигающее усилие;
- δ - нормальное уплотняющее напряжение;
- C - общее сцепление.

В склоне или откосе, где действуют напряжения от собственного веса горных пород, коэффициент сдвига на любой глубине Z равен:

$$F_{\delta} = \operatorname{tg} \varphi + \frac{C}{\gamma_{\text{ср}} Z}$$

где $\gamma_{\text{ср}}$ - средний объёмный вес горных пород от поверхности земли до глубины Z .

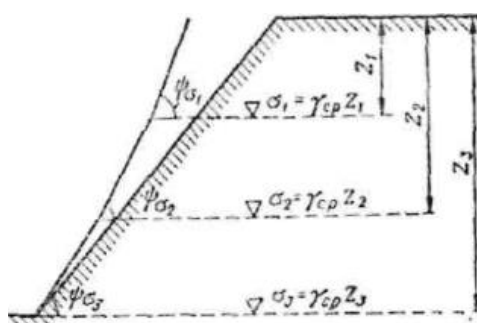


Рисунок 15 – Геологический разрез склона

Для равнопрочного откоса при предельном равновесии на каждом горизонте Z_i угол наклона откоса в пределах этого горизонта $\alpha_{\text{ср}}$ численно должен быть равен углу сопротивления сдвигу пород рассматриваемого горизонта.

Таким образом, зная угол сопротивления сдвигу горных пород каждого горизонта, слагающих склон или откос, и учитывая распределение напряжений от собственного веса пород, можно наметить очертание устойчивого склона или откоса.

На рисунке 15 видно, что в геологическом разрезе склона выделены 3 слоя с соответствующими характеристиками γ , φ и C . учетом нормального уплотняющего давления от собственного веса пород δ_1 , δ_2 и δ_3 определены значения коэффициентов сдвига F_1 , F_2 и F_3 и углы сдвига для каждого слоя. По значениям углов сдвига пород намечено очертание устойчивого откоса. Так как реальный склон положе предельно устойчивого (расположен правее), то он устойчив.

Метод Феллениуса. Метод круглоцилиндрических поверхностей

Разработан графоаналитический метод: задаются очертанием откоса и проверяют устойчивость откоса путем вычисления коэффициента устойчивости.

Наблюдения показали, что обрушение откосов происходит по вогнутым поверхностям, называемым кривыми скольжения, близким к поверхности кругового цилиндра. Отсюда название метода — метод круглоцилиндрических поверхностей.

Для насыпных откосов и откосов выемок из однородных грунтов кривую скольжения можно принимать по дуге окружности радиуса R .

Кривые скольжения проходят через любую точку на поверхности насыпи и через подошву откоса, если насыпь возведена на прочном основании. Если основание под насыпью слабое, то кривые скольжения захватывают и грунт основания.

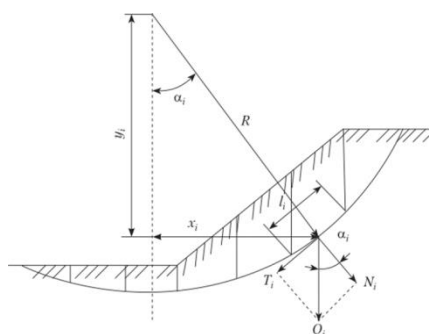


Рисунок 16 – Схема к определению коэффициента устойчивости сползающего откоса

Расчет устойчивости откосов графоаналитическим методом производят на обосновании определенного положения центра кривой скольжения и на построении из этого центра кривых скольжения, проходящих через разные точки земляного полотна.

Для каждого положения кривой скольжения определяют коэффициент устойчивости.

Положение центра кривой скольжения зависит от свойств грунтов, слагающих откосы земляного полотна.

Для грунтов, обладающих только сцеплением и малым углом внутреннего трения, положения центра кривой скольжения находят на пересечении двух прямых, проведенных под углом α_j и ρ к бровке.

Величины ρ_1 и ρ_2 зависят от крутизны откоса. Из опыта принимают $\rho_1 = 25—29^\circ$, $\rho_2 = 37—40^\circ$.

Для общего случая, когда грунт обладает и сцеплением, и внутренним трением, центры кривых скольжения будут находиться на продолжении прямой АВ. Точку А получаем, откладывая углы ρ_1 и ρ_2 , точку В — откладывая вниз от подошвы насыпи высоту H и в сторону $4,5 H$. Этот метод построения центров кривых скольжения получил имя шведского ученого Феллениуса.

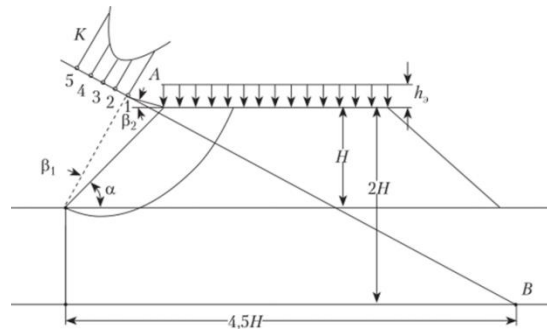


Рисунок 17 – Расчетная схема для нахождения центров кривой скольжения: 1, 2, 3, 4, 5 — центры кривых скольжения; К — коэффициент устойчивости

Продолжение линии ЛВ является геометрическим местом центров кривых скольжения. Определенному положению центра кривой скольжения соответствует минимальное значение коэффициента устойчивости $K_{уст}$.

Для того чтобы найти наиболее опасное положение кривых скольжения, намечают несколько возможных положений кривых скольжения. Например, может быть намечено семейство кривых, проходящих через подошву откоса и выходящих на поверхность в $1/4$, $1/2$ и $3/4$ ее ширины.

Положение центра каждой кривой скольжения находят на пересечении перпендикуляра, восстановленного из середины хорды, стягивающей концы кривой скольжения, с продолжением прямой ЛВ.

Для каждой кривой определяют коэффициент устойчивости. Для этого массив грунта разбивается вертикальными плоскостями на ряд призм шириной 3—5 м и толщиной 1 м (перпендикулярно чертежу). Вычисляется вес каждой призмы. Вес подвижной нагрузки от автомобилей учитывается введением эквивалентной нагрузки, добавляемой к весу грунтового массива.

В соответствии с п. 5.2.2 ГОСТ при расчете устойчивости подпорных стенок и откосов насыпи нормативная нагрузка (далее — ПК) от транспортных средств приводится к эквивалентному слою грунта земляного полотна по формуле где $K = 8,3$ — нормативная нагрузка НК, кН; $d = 3,6$ — база нормативной нагрузки ПК, м; $c = 2,7$ — колея нормативной нагрузки НК, м; $\gamma_{гр}$ — плотность влажного грунта, кН/м³.

$$h_3 = \frac{4 \cdot 18 \cdot 8,3}{(3,6 + 0,2)(2,7 + 0,8) \cdot 20} = 2,25 \text{ м.}$$

$$h_3 = \frac{4 \cdot 18K}{(d + 0,2)(c + 0,8)\gamma_{гр}},$$

Соответственно удельное давление на поверхности насыпи

$$p = h_{\text{э}} \gamma_{\text{гр}} = 2,25 \cdot 20 = 44,93 \text{ кН/м}^2.$$

Полученная распределенная нагрузка p , во-первых, неизменна для дорог всех категорий, во-вторых, завышена по сравнению с европейскими нормами.

Силу тяжести каждой призмы переносят из центра тяжести на линию скольжения. Определяют моменты сдвигающих и удерживающих сил относительно центра кривой скольжения

$$K_{\text{уст}} = \frac{M_{\text{уд}}}{M_{\text{опр}}} = \frac{R \sum_1^n (Q_i \cos \alpha_i \cdot \text{tg } \varphi + Cl_i)}{R \sum_1^n Q_i \sin \alpha_i} = \frac{\text{tg } \varphi \sum_1^n Q_i \cos \alpha_i + CL}{\sum_1^n Q_i \sin \alpha_i},$$

где L — длина кривой скольжения.

Силы $Q \sin \alpha$, призм, расположенные слева от вертикальной оси, проходящей через центр O , войдут в знаменатель со знаком «-», так как будут действовать против направления скольжения массива. На этом основан эффект повышения устойчивости откосов пригрузкой подошв насыпей.

Метод круглоцилиндрических поверхностей не дает возможности сразу запроектировать откос с данным заранее коэффициентом устойчивости. Задача решается методом последовательных приближений. Если для какого-нибудь положения кривой скольжения получится $K_{\text{уст}} < K_{\text{ур}}$, то откос следует перепроектировать.

Литература:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Склон>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Волгоград_Арена
3. <https://yug.svpressa.ru/sport/article/152493/>
4. <https://novikovski.livejournal.com/638831.html>
5. Руководство по проектированию береговых укреплений на внутренних водоемах
6. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293801/4293801295.pdf>
7. Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) и определению оползневых давлений на инженерные сооружения автомобильных дорог
8. <http://www.vniig.rushydro.ru/upload/iblock/4cc/Dissertatsiya--1-17.10.pdf>
9. https://studme.org/271736/stroitelstvo/raschet_ustoychivosti_otkosov_zemlyanogo_polotna
10. <https://www.geoset.pro/download/guides/GeoStab%20%20UserGuide.pdf>

О ПРОБЛЕМАХ ГОРОДСКИХ УЛИЦ МОГИЛЕВА

*Моргунов Александр Анатольевич, Ткачев Денис Николаевич,
студенты 4-го курса кафедры «Автомобильные дороги»
Белорусско-Российский университет, г.Могилёв
(Научные руководители – Полякова Т.А., старший преподаватель,
Сергеева А.М., старший преподаватель)*

Городские улицы и дороги берут на себя роль транспортных каналов, обеспечивая передвижение автомобилей и пешеходов. Хорошее состояние улиц позволяет быстро добраться с одного района в другой и обеспечить безопасность движения. Для этого в каждом городе имеются специализированные предприятия, отвечающие за их ремонт и содержание. Таким предприятием в г. Могилеве является Могилевское городское коммунальное унитарное дорожно-мостовое предприятие (МГКУ ДМП). Оно обслуживает 486,2 км улично-дорожной сети, в т. ч. с асфальтобетонным покрытием - 214,2 км (44%), с покрытием из асфальтогранулята - 181 км (37%), с грунтовым покрытием - 91 км (19%).

С учетом большой доли грунтовых дорог в общей улично-дорожной сети, их содержание требует значительных финансовых и материально-технических затрат, а устройство на их основании полноценного асфальтобетонного покрытия экономически невыгодно из-за малой интенсивности движения. Зачастую ремонт грунтовых дорог сводится к восстановлению поперечного профиля проходом грейдера или засыпкой асфальтогранулятом. Однако грунтовые покрытия имеют такой существенный недостаток как быстрое снижение эксплуатационных качеств. В осенне-весенний период после сильных ливней эти улицы превращаются в болота, по которым сложно проехать, особенно легковому автомобилю. А для жителей такого района поход в магазин, аптеку становится испытанием. Затруднен проезд спецтехники для вывоза мусора, машин МЧС и медицинской помощи. В летний период одной из проблем таких покрытий является сильная пылимость.

Для решения указанных проблем с минимальными затратами, можно рекомендовать МГКУ ДМП шире использовать способы стабилизации грунтов с применением современных жидких концентратов, выпускаемых отечественными и зарубежными предприятиями.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ТАДЖИКИСТАНА

*Муминов Мухаммадрасул, студент 4-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)*

Республика Таджикистан – горная страна. 94,1 процента ее территории занимают горы. Общая протяженность автомобильных дорог Таджикистана составляет 30563 км, а их плотность на 1000 км² – 194 км. Невысокий показатель плотности дорог объясняется сложным гористым ландшафтом местности и недостаточно развитой инфраструктурой автомобильного транспорта. Сеть автомобильных дорог общего пользования — почти 14000 километров. В основном, транспортное сообщение осуществляется автомобильными перевозками. На автомобильные перевозки в Таджикистане приходится более 85 % перевозок грузов (в свою очередь, на железнодорожный транспорт – 12,6 %, на воздушный – 2,1 %). Доступность и рациональность использования автомобильного транспорта придает ему основную роль и во все возрастающих интеграционных евроазиатских процессах. Этому также способствует ведущееся в настоящее время строительство сети автомобильных дорог.

Особое значение для формирования стабильно прогрессирующей системы транспорта имеет Национальный генеральный план развития транспорта в стране на период до 2025 года, который был принят Правительством Республики Таджикистан 1 апреля 2011 года. Стратегия, разработанная на основе Национального генерального плана развития транспортного сектора, предусматривает приоритетные мероприятия в сфере автомобильного транспорта. Характер местности в Таджикистане закрепляет за автомобильным транспортом ключевую роль в развитии страны путем обеспечения связи между всеми ее регионами. Именно поэтому основные объемы инвестиций выделены на автомобильный транспорт. Речь идет об инвестициях в приобретение нового подвижного состава автомобильного транспорта; в строительство и реконструкцию дорог; в строительство и реконструкцию мостов и туннелей; в строительство международных логистических центров. [1].

В ближайшие 10-20 лет Китай планирует крупные инвестиции в Центральную Азию для развития экономического пояса нового Шелкового пути (проект «Пояс и путь»), включая дороги, газопроводы и промышленность.

Однако строящиеся транспортные объекты не только создают новые экономические возможности, увеличивают доступность горных экосистем, но и отражается на состоянии живой природы.

В целом, строительное производство оказывает негативное воздействие на природные комплексы. В районах строительства автомобильных дорог (при проведении проектно-изыскательских работ, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог) наблюдается высокий уровень загрязнения воздуха, воды, почвы. Проведение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) осуществляется на проектном уровне, до начала строительства объекта, на основе экологических принципов и практических методов. [2].

Экологическая безопасность автомобильных дорог достигается путем разработки и применения в проектной документации на строительство, реконструкцию, ремонт и содержание технических решений, ограничивающих негативные воздействия на окружающую среду допустимыми уровнями, при которых не возникает вредных последствий для здоровья населения, не происходит необратимых изменений природной среды, ухудшения социально-экономических условий обитания людей.

Документация по ОВОС должна содержать материалы, в которых оцениваются и описываются ожидаемые прямые или косвенные воздействия на природные (физические и биологические) и социально-экономические объекты; оценку предлагаемых альтернативных решений; предлагаемые мероприятия по минимизации последствий от воздействия на окружающую среду намеченного объекта деятельности; оценку последствий, если намеченные объекты деятельности не будут реализованы. При этом оценивается воздействие на окружающую среду не только автомобильной дороги как физического объекта, но и всего дорожно-транспортного комплекса на всех этапах жизненного цикла автомобильной дороги, включая иные объекты инфраструктуры, имеющие отношение к данному объекту (карьеры, мосты, путепроводы и т.п.). [3].

Литература:

1. http://www.traceca-org.org/fileadmin/fm-dam/TAREP/65ta/Master_Plan/MPA9.1TJRU.pdf
2. Проект восстановления транспортных коридоров 2, 3 и 5 Центральноазиатского регионального экономического сотрудничества (ЦАРЭС) (Обигарм – Нуробод) : оценка воздействия на окружающую и социальную среду. Душанбе, июль 2019. – 397с.
3. ТКП 480-2013. Оценка воздействия на окружающую среду при проектировании возведения и реконструкции автомобильных дорог.

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ

*Федорцов Дмитрий Сергеевич, Носарев Денис Юрьевич, студенты
5-го курса, строительный факультет.*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель.
(Научный руководитель – Бандюк Н.В., старший преподаватель)*

Существующий подход в организации дорожного движения в аварийности учитывает только аварии с пострадавшими, которые сегодня составляют чуть более 5% всех происшествий по количеству, и менее половины по расчетной стоимости. Поэтому половина (а в городах – до 75%) потерь в дорожном движении страны происходит из-за недостатков организации дорожного движения.

Нерегулируемые пешеходные переходы являются наиболее опасными участками на автомобильных дорогах и улицах населённых пунктов, для пешеходов, на них совершается большинство наездов. Следовательно необходимо повышать безопасность дорожного движения на данных участках автомобильных дорог, а это приводит к необходимости разработки методов повышения безопасности движения. Дабы не нагружать бюджет страны необходимо разработать такие мероприятия, которые будут наиболее дешёвыми, но вместе с тем обеспечивать наилучшие условия для участников дорожного движения. С ростом численности автомобилей эта проблема становится все более актуальной (Рис. 1).

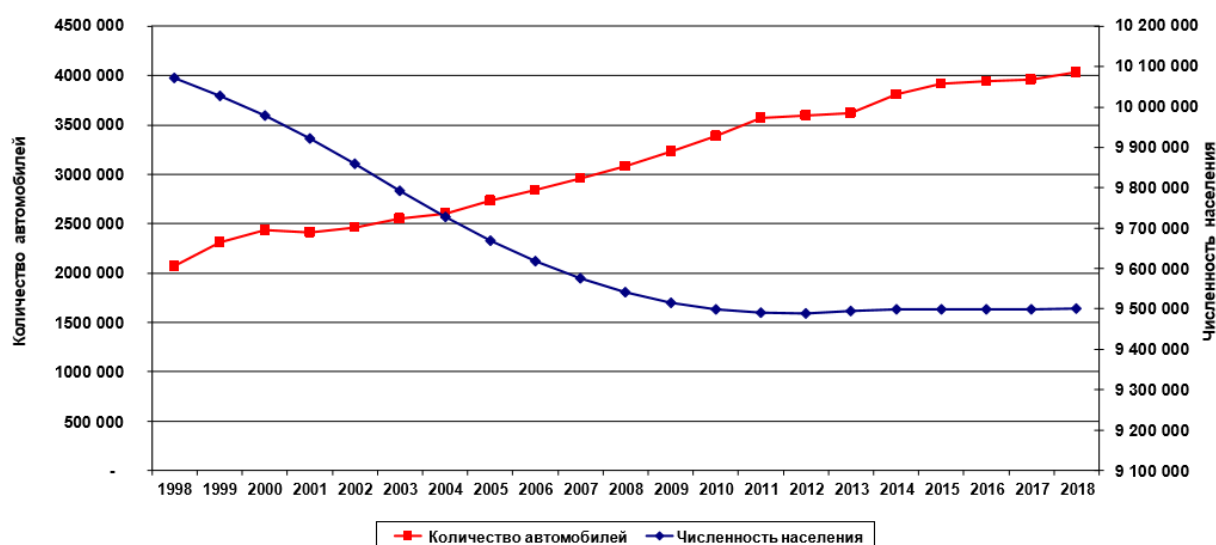


Рисунок 1 – Изменение количества автомобилей и численности населения в Беларуси

В странах Европы предусматривают строительство поющих дорог, что не даёт водителю, из-за неприятных звуков, ехать на большей скорости, устраивают островки безопасности для пешеходов. Помимо данных мероприятий также устраивают различные подсветки на пешеходных переходах, подогрев дорог, что позволяет избавиться от обледенения в зимний период эксплуатации и прочее. Все эти методы являются экспериментальными и широкого распространения не получили. Самым эффективным методом в текущий момент является замена пешеходных переходов с большой интенсивностью пешего движения на надземные либо подземные переходы. Это полностью аннулирует возможность выхода пешехода на проезжую часть, на данном участке, однако для данного мероприятия необходимы большие экономические инвестиции.

Наиболее экономически целесообразным в наших условиях является установка умного, а вместе с тем автономного освещения на проблемных нерегулируемых пешеходных переходах, что позволит снизить число дорожно-транспортных происшествий на них. Согласно предварительным расчетам в зоне нерегулируемого пешеходного перехода необходимо монтировать опоры освещения высотой не менее 5 метров с обеих сторон проезжей части, на которые устанавливаются светодиодное освещение. Для энергообеспечения создаваемого освещения желательно использовать альтернативные источники энергии, например солнечные панели, либо иные источники возобновляемой энергии. Аналогично осветительные приборы монтируются по каждой стороне проезжей части. Ко всему этому осветительные приборы оборудуются датчиками движения, которые должны обеспечивать заблаговременное включение освещения при подходе автомобиля, либо подходе пешехода к переходу. Для автомобиля на проезжей части используется лазерный, а для пешеходов объёмный датчик движения (Рис. 2).

В конце хочется сказать, что ни одно мероприятие повышающее безопасность дорожного движения на нерегулируемых пешеходных переходах не может обеспечить абсолютную безопасность для участников дорожного движения. Помимо данных мероприятий необходимо своевременно проводить информирование населения о изменении ситуации на дороге, а также жестко контролировать всех участников дорожного движения и соблюдение ими правил дорожного движения.

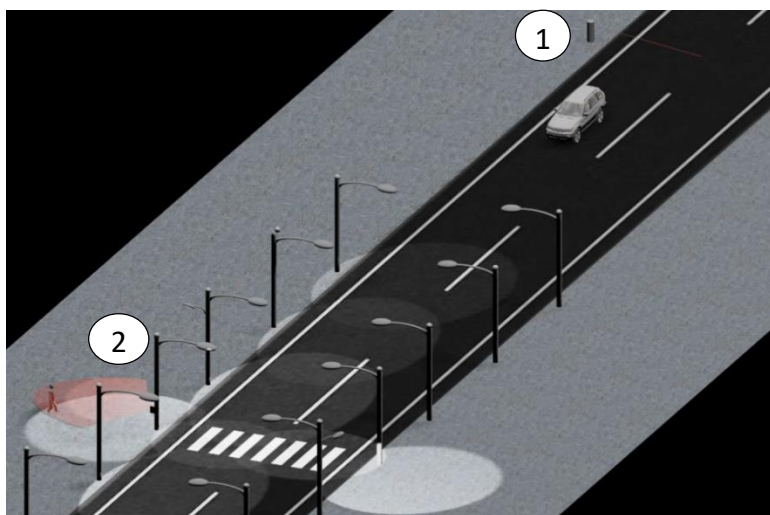


Рисунок 2 – Пример работы «умного освещения»

1 – стойка с лазерным датчиком для автомобилей; 2 – объемный датчик для пешеходов.

Литература:

1. Аудит безопасности дорожного движения: [монография] /Д.В. Капский [и др.]; науч. Ред Д.В. Капский; М-во трансп. И коммуникации Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2015. – 428 с. – ISBN 978-985-554-393-1.
2. Богданович С.В.// Перспективы повышения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь в соответствии с подходами развитых стран. Материалы презентации. Белорусская транспортная неделя – 2019: Минск, – 2019.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ Г. ВОЛОГДЫ

*Рогозина Юлия Леонидовна, студент 5-го курса
кафедры «Автомобильные дороги»*

Вологодский государственный университет, г. Вологда

(Научный руководитель – С.А. Мясникова, канд. техн. наук, доцент)

Статья посвящена анализу условий и организации движения на перекрёстке улиц Герцена – съезд на улицу Козлёнская в городе Вологде. Данный перекрёсток является не безопасным для пешеходов, а также ограничивает транспортную доступность некоторых микрорайонов города.

На данный момент существующее пересечение имеет четырёхполосную дорогу по ул. Герцена, идущую от ул. Конева с разделительной полосой (Рис. 1. а). При подходе к перекрёстку разделительная полоса заканчивается и начинается двойная сплошная осевая разметка. Поворот налево с ул. Герцена на съезд ул. Козлёнская запрещён, как и поворот налево со съезда на ул. Герцена. За пересечением при движении от ул. Конева имеется автобусная остановка без остановочного кармана. Пешеходные переходы на съезде нерегулируемые.

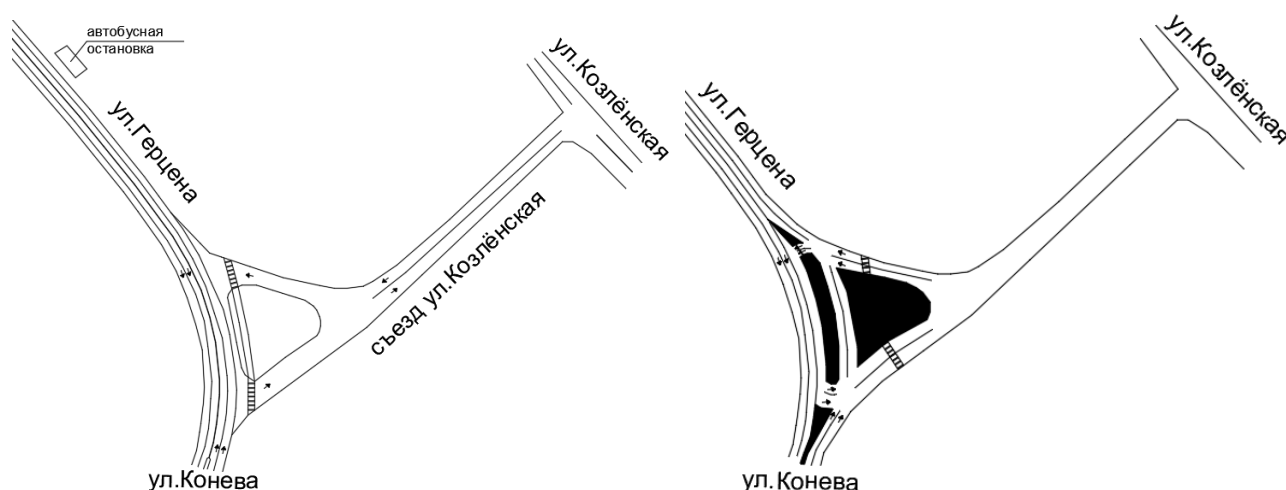


Рисунок 1 – Схема пересечения
а – существующая; б - предлагаемая

Для определения роли перекрёстка в уличной дорожной сети и проведения реконструкции необходимо произвести анализ и оценку транспортных потоков, использующих перекрёсток.

Первым этапом исследования было определение фактической интенсивности движения на перекрёстках улиц: Герцена – съезд на ул. Козлёнская, съезд на ул. Козлёнская – Козлёнская, Козлёнская – Левичева, Герцена – Левичева, Герцена – Рабочая (Рис. 2). Затем результаты измерений были приведены к легковому автомобилю.

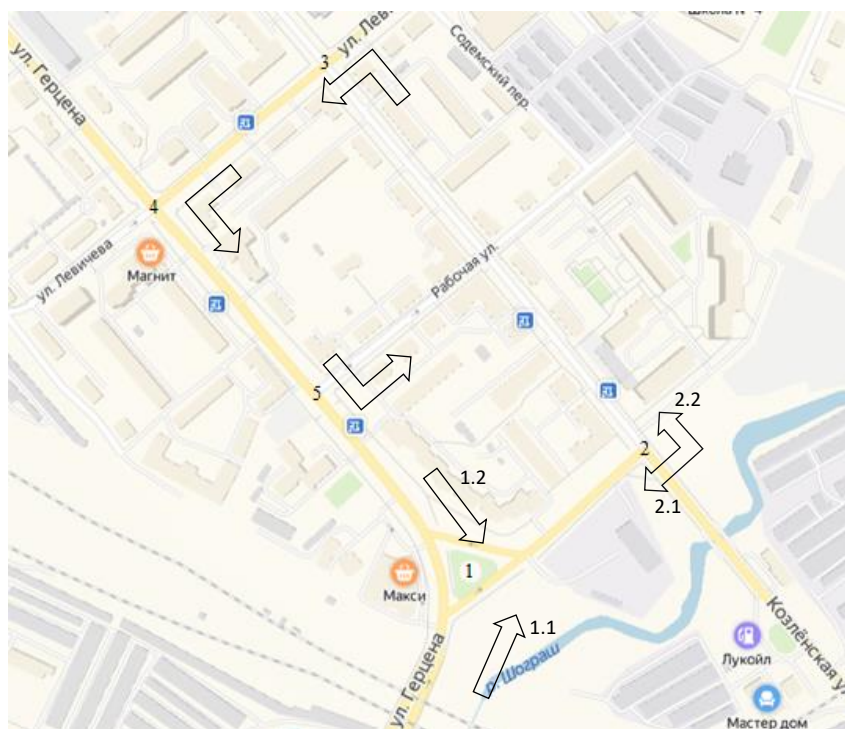


Рисунок 2 – Схема уличной дорожной сети г. Вологда

На основе проведённых измерений получены следующие результаты:

1. В составе потока 1.1 движутся 863 ед/час. Из них 46% сворачивают на съезд ул. Козлёнская, где находится не безопасный пешеходный переход.
2. Поток по ул. Герцена в сторону ул. Конева при подъезде к рассматриваемому перекрёсту составляет 1938 ед/час. В составе этого потока находятся 615 ед/час, которые повернули на ул. Герцена с ул. Левичева. Из данных 615 автомобилей 13% – движущиеся с улицы Козлёнской от перекрёстка №2 (Рис.2). Это означает что 250 автомобилей в час проезжают дополнительно 1100 метров для выезда на ул. Конева.
3. Поток 5 составляет 205 ед/час и занимает одну из двух полос и создаёт помехи для основного прямого направления.
4. Поток 4 составляет 104 ед/час и не создаёт помех для движения.

Для решения выявленных проблем, обеспечения безопасности и увеличения пропускной способности необходимо сделать новую схему движения на исследуемом перекрёстке. Схема будет представлять собой

проезжую часть с разделительной полосой по ул. Герцена (Рис.1.б).
Преимущества выбранной схемы пересечения:

1. При устройстве разделительной полосы по ул. Герцена можно будет устроить левый поворот с ул. Герцена на съезд ул. Козлёнская и со съезда ул. Козлёнская на ул. Герцена. При такой схеме организации движения увеличится поток автомобилей 2.1 поворачивающих налево на перекрёстке ул. Козлёнская – съезд на ул. Козлёнская и составит 50% от потока 2.2 едущего прямо. Эти изменения будут затруднять движение на последнем перекрёстке. Для решения этой проблемы необходима установка светофора.
2. Геометрия перекрёстка позволяет устроить переходно-скоростную полосу по ул. Герцена в сторону ул. Конева, что позволит сместиться поворачивающим автомобилям и не затруднять движение основного потока;
3. Для обеспечения безопасности пешеходов необходимо перенести пешеходные переходы от начала пересечения минимум на 20 метров. Такое расположение позволит автомобилям съехать с главной дороги на второстепенную и не затруднять движение в основном направлении, при этом безопасно пропуская пешеходов;
4. При движении с ул. Конева требуется уширение на подходе к перекрёстку для правоповоротного потока автомобилей для удобства съезда с основного направления;
5. Необходимо сделать карман для остановки автобусов на подходе к перекрёстку ул. Герцена – Рабочая для исключения заторов на исследуемом перекрёстке.

Таким образом проведенные исследования показали, что реконструкция перекрёстка ул. Герцена – съезд на ул. Козлёнская позволит: сделать движение более удобным и безопасным; уменьшит время движения автомобилей от перекрёстка №2 (Рис.2) в сторону ул. Конева путём сокращения пути на 1,1 км и при этом разгрузит перекрёстки ул. Козлёнская – Левичева и Левичева – Герцена.

Литература:

1. СП 396.1325800.2018 «Улицы и дороги населённых пунктов. Правила градостроительного проектирования» – Москва, «Стандартинформ», 2019 – 64 с.
2. ГОСТ 33475-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования» – Москва, «Стандартинформ», 2016 – 14 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ НА ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

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)

К экологически значимому параметру на селитебной территории относят, такой параметр как шумовое загрязнение (ШЗ); проектирование новых объектов не обходится без учета этого параметра. ШЗ контролируется в течение всего срока службы и эксплуатации объекта.

К одному из самых распространенных и интенсивных источников шума на сегодняшний день, многие эксперты относят шум создаваемый проезжающими автомобилями по дорогам общего пользования. Вклад потоков легковых и грузовых автомобилей в акустическое загрязнение составляет от 55 до 75%. Этот показатель напрямую зависит от скорости движения, интенсивности и состава потоков. Территория, на которой уровни шума автотранспорта многократно превышают допустимые значения, может простирается вглубь застройки на расстояние более чем на 300м от внутриквартальных улиц и до 1км от автомагистралей.

Негативное действие шума обусловлено его физическими свойствами: уровнем и спектральным составом, длительностью и интенсивностью, частотой повторяемости, превышением привычного шумового фона.

Шум вызывает отрицательные явления, например такие как:

- **нарушения сна;**
- **создает неудобство при разговоре;**
- **мешает при решении сложных задач, требующих внимания и концентрации, и так далее.**

На основе изученных шумовых характеристик разработаны мероприятия, которые позволяют, если не полностью снизить шумовое и вибрационное воздействие на организм человека, но уменьшить его до нормативных значений, установленных санитарными нормами.

К таким мероприятиям относятся: установка транспортных шумозащитных экранов (ТШЭ) вдоль участка дороги, проходящего вблизи селитебных территорий, высадка кустарника, земляной вал и др.

Поскольку звук (шум) представляет собой колебания, то есть упругую волну, то можно говорить о такой характеристике звука как дифракция. Дифракция является уникальным явлением, так как звуковая волна, встречая на своем пути препятствие, не только отражается и поглощается, но также и огибает само препятствие.

В основу теоретического описания явления дифракции положен принцип Гюйгенса-Френеля, который гласит: « Каждая точка фронта бегущей волны является точечным источником новой элементарной волны; огибающая этих элементарных волн образует следующий фронт волны». В результате, в расчетных моделях, рассматриваемые края акустического экрана (АЭ) моделируются совокупностью точечных источников, звуковая мощность которых определяется полем падающих на экран звуковых волн, а поле за экраном представляется полем элементарных волн, излучаемых этими точечными источниками звука. На рис. 1 показана форма фронта звуковой волны за полубесконечным плоским АЭ.

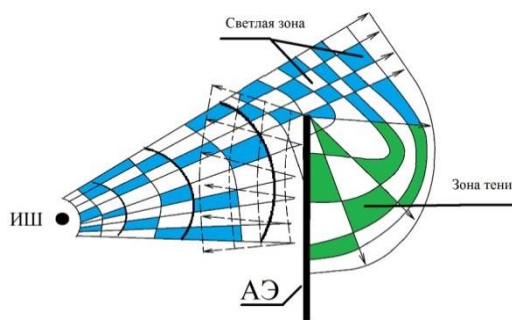


Рисунок 1 – Фронты звуковых волн в окрестности полубесконечного АЭ

При прохождении волны, через верхнюю точку экрана, возникает цилиндрическая волна в зоне тени за экраном, несмотря на то, что падающая от источника волна перекрывается самим сооружением. При интегрировании энергии, излучаемой каждым элементарным объемом в точках фронта волны, действующим в свободном пространстве над экраном, получаем звуковое давление в зоне тени за экраном.

Говоря о звуковом давлении в зоне тени за экраном, стоит учитывать также и то, что дифрагирующая волна распространяется дальше и встречает следующее препятствие в виде жилой (нежилой) застройки. Созданию сложного звукового поля, за экраном, способствует достаточно близкое расположение зданий и АЭ, что ведет к переотражению звука и усилению его. В общем случае следует учитывать, что АЭ обладает конечной звукопроводностью, имеет определенную длину, звук дифрагирует через три свободных ребра (верхнее и боковое) и за АЭ

образуется звуковое поле, схема которого показана на рис. 2. В нем присутствуют также отражения от здания, земной поверхности и АЭ.

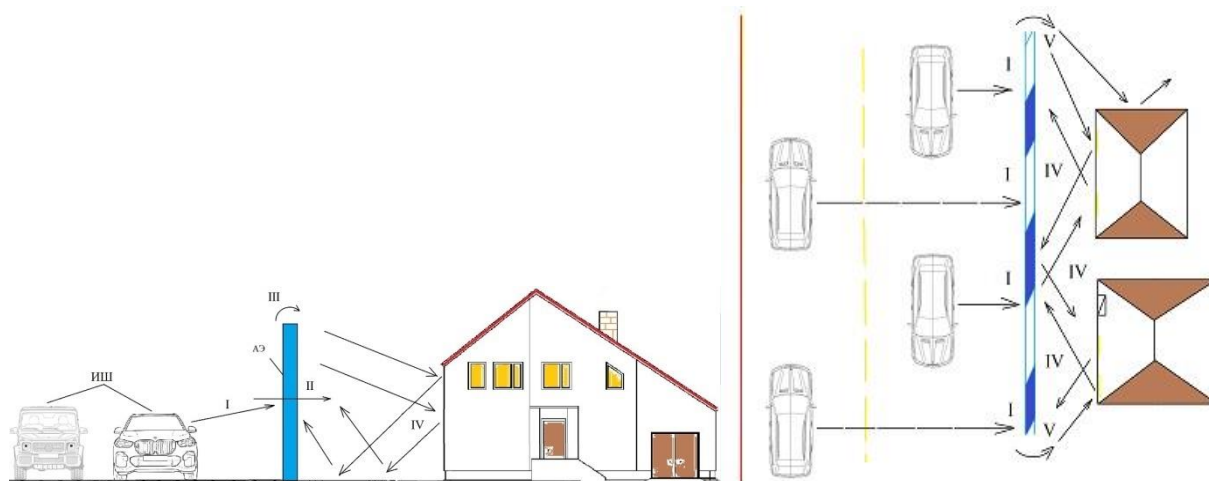


Рисунок 2 – Проникновение звука за АЭ и образование сложных звуковых полей:

I – падающий на АЭ звук со стороны ИШ; II – прямое прохождение звука через экран; III – звук, дифрагирующий через верхнее свободное ребро АЭ; IV – переотражение звука между зданиями и АЭ; V – звук, дифрагирующий через боковые свободные ребра АЭ

Существенное влияние на эффективность ТШЭ оказывает отраженное звуковое поле, которое образуется между ТШЭ и зданием. Это происходит за счет увеличения уровней шума за АЭ. Такой эффект наблюдается в результате многократного отражения от поверхностей АЭ, фасадов зданий и земли.

В практике используются следующие методы для повышения акустической эффективности экрана:

1. изменение поперечного профиля акустического экрана;
2. расположения самого экрана;
3. применяемого материала в конструкции экрана.

Применяемые типы профилей конструкций транспортных шумозащитных экранов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные типы профилей конструкций ТШЭ

№ п/п	Вид профиля ТШЭ
1	Классический вертикальный экран-стенка без звукопоглощения
2	Вертикальный экран-стенка со звукопоглощением
3	Наклонный экран
4	Экран с дифракционным элементом
5	Экран с Г-образной консолью
6	Экран с дифракционным элементом в виде кругового (эллипсоидального) цилиндра
7	Экран с дугообразной консолью
8	Дугообразный экран

Схемы зон звуковой тени разных типов экранов представлены на рисунках 3-6.

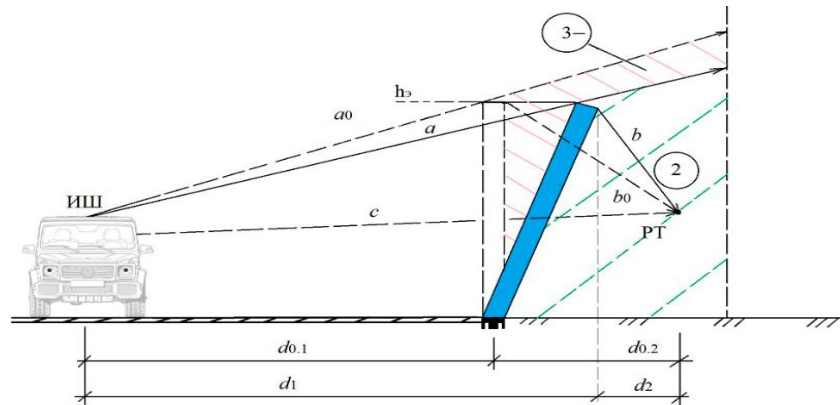


Рисунок 3 – Зоны звуковой тени наклонного экрана: a_0, b_0 – расстояние от ИШ до ребра эталонного экрана и от этого же ребра до РГ; a, b – измененные расстояния от ИШ до ребра рассматриваемого типа экрана и от этого же ребра до РГ; c – расстояние от ИШ до точки расчета; $d_{0.1}, d_{0.2}$ – горизонтальные расстояния от ИШ до оси эталонного экрана и от нее до РГ; d_1 и d_2 – измененные горизонтальные расстояния от ИШ до оси рассматриваемого типа экрана и от нее до РГ; ② – зона звуковой тени при единичной дифракции; ③ – зона уменьшения (-), области звуковой тени относительно эталонного экрана

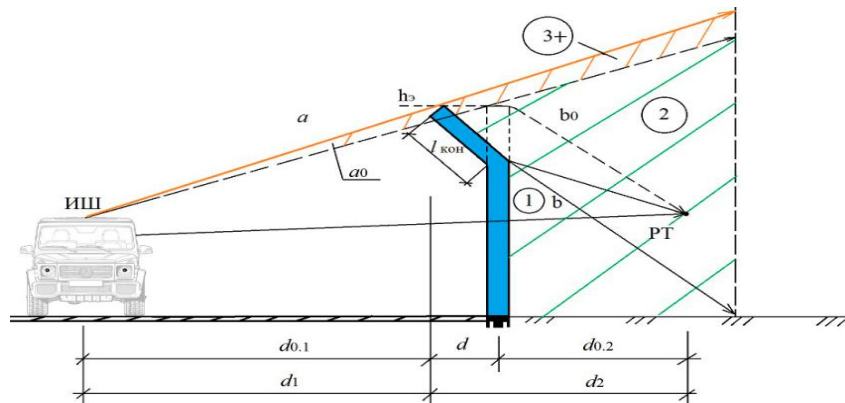


Рисунок 4 – Зоны звуковой тени экрана с консолью: ① – зона звуковой тени при наличии двойной дифракции. Остальные обозначения см. рис.4.

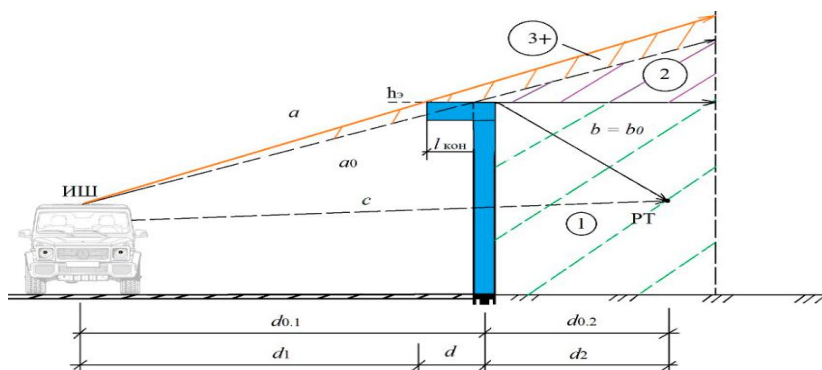


Рисунок 5 – Зоны звуковой тени экрана с Г-образной консолью

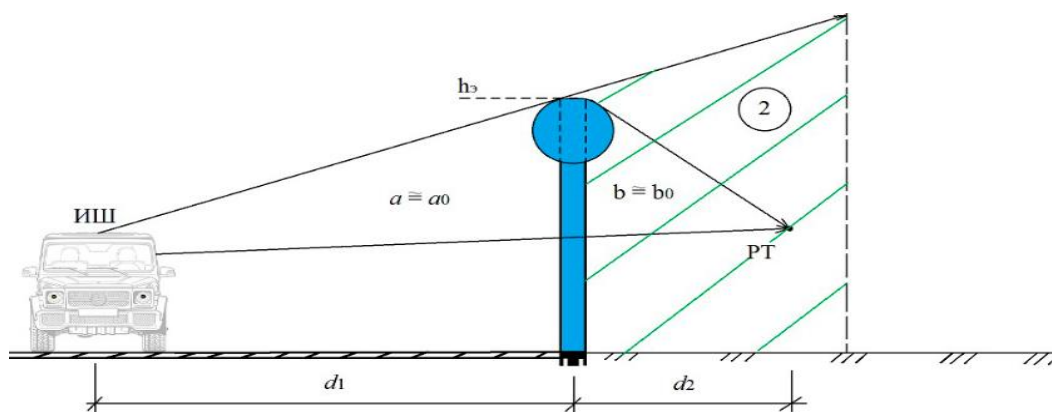


Рисунок 6 – Зоны звуковой тени с резонансными дифракционными элементами

Эффективность экрана определяется исходя из конструкции, наличия дифракционных элементов, а также наличие звукопоглощающих материалов применяемых в самой конструкции. Выбор материала для ТШЭ влияет на его экономическую и эксплуатационную составляющие. Все ТШЭ, в зависимости от используемого материала и его отражающих или поглощающих свойств, делятся на три группы:

1. однослойные (отражающие). Как правило в практике применяют материалы: дерево, керамика, спец.стекло, полимер, бетон с добавками, фибробетон;
2. многослойные (двух- или трехслойные, как правило, отражающе-поглощающие). На практике к ним относят: металл, звукопоглощающий материал, перфорированный лист;
3. комбинированные (сочетание многослойных с однослойными). Чаще всего используются в настоящее время: металлические многослойные с прозрачным материалом.

Отмечу, что в проектировании и строительстве ТШЭ, многие сразу предпочитают закладывать в проект комбинацию из трехслойной звукопоглощающей панели со вставками прозрачного материала. Такое конструктивное решение позволяет увеличить видимость и улучшить эстетический облик АЭ. Эффективность конструкции, цена, внешний вид и традиции, являются базисом при выборе материала для ТШЭ.

Были проведены испытания не только применяемых материалов в шумозащитных экранах, а так же и тех (перспективных), которые только начинают появляться на рынке в 2019 году. В практике акустических измерений различают: измерение коэффициентов звукопоглощения материала и определение коэффициента звукопоглощения в помещении.

Измерение коэффициента звукопоглощения материала ($\alpha_{\text{мат}}$) проводится путем нахождения максимальных и минимальных значений амплитуд стоячих волн (Рис.7). Испытания проводятся в акустической передаточной линии,

называемой **трубой Кундта**, когда в ее конце помещен небольшой образец испытываемого материала. Схема измерительного тракта включает в себя ряд приборов со шкалами, позволяющими без труда определить измеряемую величину.

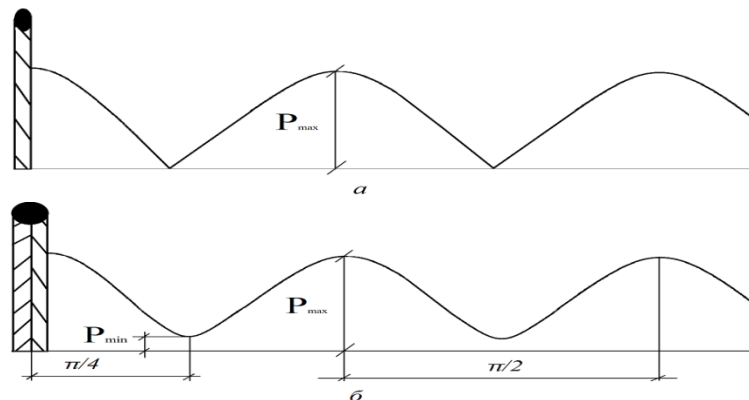


Рисунок – 7 Характер образующихся в измерительном тракте стоячих волн: в конце трубы помещается идеальная звукоотражающая преграда (а) или звукопоглощающий материал (б)

Примеры значений $\alpha_{\text{мат}}$, полученных в трубе Кундта, приведены в таблице 2. Отмечу, что эти значения определены на малых образцах и имеют приближенный характер; более точно $\alpha_{\text{мат}}$ можно определить при испытаниях в реверберационных камерах на больших образцах.

Таблица 2 – Значения коэффициента звукопоглощения материалов $\alpha_{\text{мат}}$, полученных в трубе Кундта

Испытываемый материал	Значения $\alpha_{\text{мат}}$ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Дерево	-	0,30	0,32	0,19	0,13	0,11	0,11	0,11
Стальной лист	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Стеклопластик	0,01	0,01	0,12	0,014	0,015	0,016	0,017	0,016
Поролон (пенополиуретан)	0,08	0,20	0,41	0,95	1,0	1,0	1,0	1,0
Супертонкое стекловолокно	0,06	0,11	0,34	0,83	0,91	0,98	0,98	0,99
Пенобетон	0,30	0,21	0,15	0,11	0,11	0,22	0,26	0,40
Супертонкое базальтовое волокно	0,1	0,25	0,7	0,98	1,0	1,0	1,0	0,95
Отходы капронового волокна	0,02	0,15	0,46	0,82	0,92	0,93	0,93	0,93
Войлок строительный	0,05	0,15	0,22	0,54	0,63	0,57	0,52	0,45

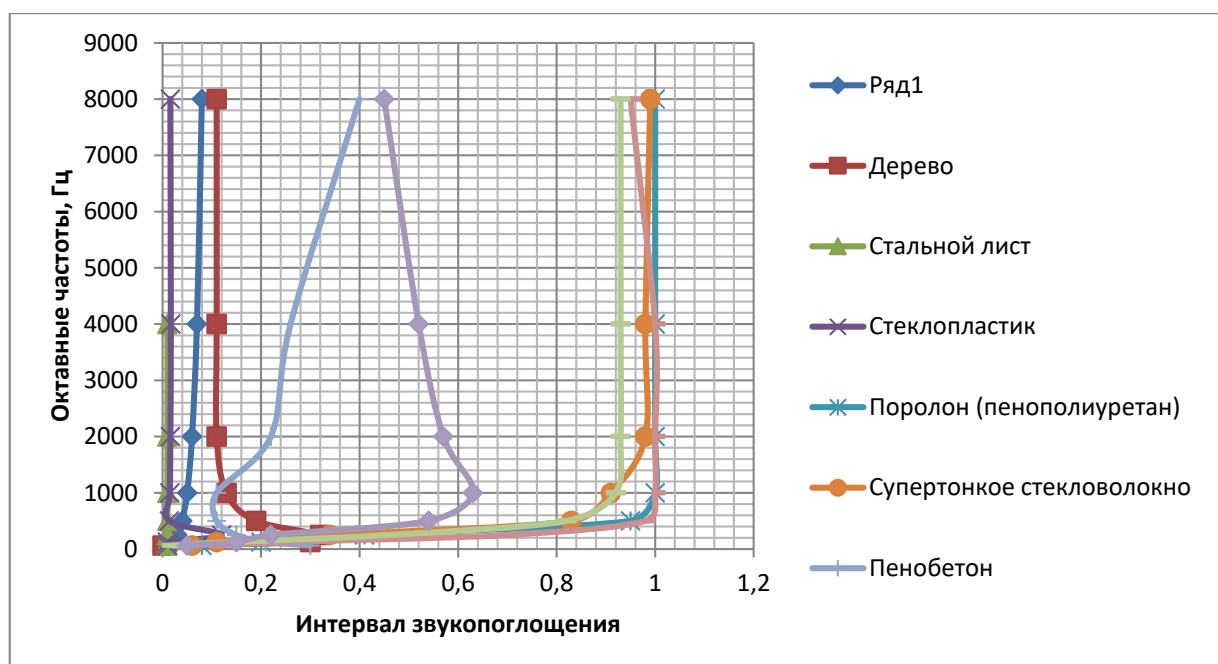


Рисунок – 8 График эффективности звукопоглощающих свойств испытанных материалов

Выводы: После проведения испытаний в трубе Кундта, из рисунка 8 наглядно видно как изменяются значения в различных октавных полосах. Для применения того или иного материала в качестве звукопоглощающего, следует рассчитать экономическую составляющую, учесть нормативные требования предъявляемые к акустическим экранам, а так же не забыть про архитектурно-эстетические особенности, расположение и местонахождение участка дороги.

Архитектурно-эстетические особенности в первую очередь направлены на учет особенностей зрительного восприятия.

Учет особенностей зрительного восприятия играет не последнюю роль в достижении гармоничного решения ШЭ и его архитектурно-эстетической интеграции в окружающую среду. Большое значение предается протяженности инженерного сооружения, возможности его визуального обхвата. Восприятие экрана в среде условно разделяют:

1. на восприятие целиком с близкого расстояния;
2. ограничено с одной стороны;
3. “бескрайнее”, с концами, расположенными вне обхвата видимости.

Последний вариант характеризуется наиболее явным присутствием сооружения в среде.

Первостепенная задача архитектурно-эстетической интеграции – это смягчение эффекта непрерывной и жесткой “визуальной преграды”. Такой результат достигается подходящим расположением экрана в среде. Одним из возможных решений – предвидеть участки в ШЭ, через которые может проникать взгляд: участки с использованием светопроницаемых ограждающих материалов. При проектировании экрана расположенного в красивом

природном ландшафте, стоит максимально не перекрывать этот ландшафт: используя в конструкции сооружения вставки из прозрачного материала. Восприятие сквозь прозрачные участки элементов или объектов окружающей среды позволяет сохранить чувство ориентации и связи со средой. АЭ должен сохранять специфичный характер окрестностей, а иногда и привносить в них новый элемент (Рис.9).



Рисунок – 9 ШЭ с использованием в конструкции прозрачных ограждающих материалов

Форма начала и окончания ШЭ имеет важное значение для интеграции его в среду. В композиционном отношении, это переход от окружающей среды к сооружению и обратно к окружающей среде. Максимальной интеграции экрана в среду добиваются, если начало и окончание экрана проектируют не сплошной конструкцией с одной высотой, а используют конструкции с постепенно уменьшающейся или возрастающей высотой.

Восприятие со стороны источника шума. Со стороны ИШ окружение воспринимается в движении, что сильно влияет на зрительное восприятие, так как оно имеет динамичный характер. Исходя из этого факта, решающую роль в восприятии играют такие характеристики ШЭ как: форма и силуэт, метрический ряд, общий цветовой характер. При принятии формы и силуэта экрана самым логичным является подход подчеркивания динамики горизонтального развития форм. Этот подход соответствует как характеру восприятия, так и сущности сооружения. Такого эффекта можно добиться, используя продольное членения элементов конструкции: разный угол ориентации структурных элементов, комбинацию цветов. Все это дополнительно подчеркивает динамику линейного развития формы, а также повышает эффективность снижения шума (Рис.10).



Рисунок – 10 ШЭ с разным углом ориентации структурных элементов

Восприятие со стороны прилегающей территории. Зрительное восприятие АЭ со стороны прилегающей территории, носит статичный характер. В большинстве своем конструкция экрана воспринимается с близкого расстояния. Таким образом, наблюдатель воспринимает только отдельные части конструкции. Поэтому, кроме общего пластичного решения, существенное значение для восприятия имеют и другие характеристики ШЭ, например: интересные цветовые решения, фактура, текстура материала (Рис.11).



Рисунок – 11 Текстурированный АЭ

При их выборе стоит учитывать атмосферу среды для достижения гармоничной интеграции сооружения в нее.

Также, при проектировании АЭ не стоит забывать про меры по сохранению и поддержанию нормального функционирования конструкции в период эксплуатации. Для сохранения эстетического и функционального облика сооружения следует применять следующие меры:

1. уход прилегающей к сооружению территории, особенно при активном использовании зеленых насаждений как средств, для улучшения связи с окружающей средой;
2. ремонт и замена поврежденных элементов. Так как нарушенная целостность конструкции не только портит внешний вид, но и в значительной степени снижает шумозащитную характеристику;
3. восстановление антикоррозийного покрытия панелей;
4. перекрашивание отдельных элементов для придания новизны конструкции;
5. замена отдельных элементов АЭ по истечении срока годности.

Выводы: При проектировании защиты от транспортного шума следует учитывать множество факторов, которые помогут максимально правильно выполнить поставленную задачу и добиться максимального результата. Применение новейших материалов вместе с конструктивными решениями, анализом полученных данных в ходе эксплуатации такого рода сооружений, помогут в будущем более эффективно бороться с шумовым загрязнением на селитебных территориях.

Литература:

1. Звукоизоляция и звукопоглощение: Учеб. пособие для студентов вузов / Г.Л. Осипова, В.Н. Бобылева, Л.А. Борисов и др.; Под ред. Г.Л. Осипова, В.Н. Бобылева. – М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2004. – 450 с.
2. Иванов Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики: учебник для вузов. СПб.: Политехника, 2000. – 482 с.
3. Санитарная акустика. Сборник нормативно-правовых документов. М.: ООО «Экопроект»; СПб.: ООО Фирма «Интеграл», 2002. – 127 с.
4. Щевьев Ю.П., Белоус А.А. Аналитические методы расчета шумозащитных конструкций. СПб.: Политехника, 2002. – 385 с.
5. Снижение шума в зданиях и жилых районах / Под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина. М.: Стройиздат, 1987. – 416 с.
6. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: Учебник. – М.: Университетская книга, Логос, 2008. – 424 с.
7. Тупов В.Б. Снижение шума от энергетического оборудования: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 232 с.
8. Handbook of noise and vibration control / edited by Malcolm J. Crocker. – Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2007. – 1569 p.
9. Николов Н. Градоустройствена акустика. – София: Университетское издательство «Св. Климент Охридски», 2006. – 236 с.
10. ГОСТ 12.1.003–83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
11. ГОСТ 20444–85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерений шумовой характеристики.
12. ГОСТ 31296.2–2006 (ИСО 1996-2:2007). Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 2. Определение уровней звукового давления.
13. СНиП 23–03–03. Строительные нормы и правила. Защита от шума.
14. МУК 4.3.2194–07. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях. Методические указания.
15. Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума.
16. Шелковников Д.Ю., Антонов А.И., Шубин И.Л. Оценка факторов, снижающих эффективность экранирования транспортного шума // Жилищное строительство. 2004. №9. С. 15-17.
17. Handbook of acoustical measurements and noise control/ edited Cyril M. Harris. – NY.: ASA, 1998.

ГИБКОЕ ТРОСОВОЕ ОГРАЖДЕНИЕ КАК НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

*Скобликов Максимилиан Борисович, 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. тех. наук., доцент)*

Проблема предотвращения несчастных случаев в ДТП имеет особую актуальность. В статье большое внимание уделяется барьерным дорожным ограждениям, которые предназначены для размещения на автомобильных дорогах общего пользования. Особенно отмечаются металлические полужесткие и упругие тросовые барьеры, подробно описываются их преимущества и недостатки по сравнению с другими видами ограждений. Формулируется вывод о необходимости использования тросовых барьерных ограждений, которые, основываясь на многочисленных исследованиях и приведенных в тексте статьи данных, наиболее эффективны для снижения риска летальных исходов и получения серьезных травм.

Ключевые слова: *барьерное ограждение, энергия удара, гибкие барьерные ограждения, безопасность дорожного движения, полужесткие металлические дорожные конструкции*

The problem of preventing accidents in accidents is of particular relevance. As the title implies the article describes much attention is given to barrier fences that are designed to be placed on public roads. It is specially noted are metal semi-rigid and flexible cable barriers, it is spoken in detail their advantages and disadvantages in comparison with other types of fencing. It is formulated about the need to use cable barrier fencing which based on numerous research and information provided in the text, are most effective in reducing the danger of death and serious injury.

Keywords: *barrier fencing, impact energy, flexible cable barriers, safety, semi-rigid metal road construction.*

Согласно статистическим данным 7% от общего количества ДТП приходится на съезд автомобилей за пределы проезжей части, после чего следует

наезд на препятствие или опрокидывание. Так, одним из элементов автомобильной дороги, служащим препятствием для осуществления указанных выше явлений, является ограждение барьерного типа. Этот объект – один из наиболее эффективных инструментов для предотвращения съездов с дороги.

Согласно определению [1] барьерное ограждение – это ограждение, состоящее из стоек, консолей и балки. Барьеры включают в себя секции, выполняемые из балок прямой и радиусной длины. Сюда же входят стойки, изготовленные из высокопрочной стали, консоль, усиливающие и световозвращающие элементы. Используемые элементы скрепляют с помощью электрической сварки или болтовых соединений.

Они предназначены для использования на автомобильных дорогах общего пользования в населенных пунктах, на сложных участках дорог. Кроме того, они могут применяться при строительстве подъездных дорог к промышленным предприятиям и на внутрихозяйственных дорогах.

Для того, чтобы убедиться в том, что установленные барьерные дорожные ограждения безопасны и эффективны, их подвергают обширным симуляционным полномасштабным испытаниям на столкновение. Краш-тестирование (испытание автомобилей на крушение) дополняется программным тестированием, что позволяет предусмотреть многочисленные варианты исходов, воспроизвести каждый потенциальный способ воздействия и обеспечить адекватный уровень защиты для участников дорожного движения.

Защитные барьеры, как уже отмечалось выше, могут быть разных форм, материалов и конструкций. В этой статье рассматриваются две основные группы: односторонние металлические по [1] и гибкие барьеры безопасности.

Металлические барьеры – это одна из наиболее эффективных систем безопасности дорожного движения, служащая для защиты транспортных средств и пассажиров в случае столкновения, а также служащая хорошим ориентиром для водителей, особенно ночью, из-за световозвращающих элементов.

Являясь наиболее широко используемым, барьерное металлическое ограждение имеет ряд преимуществ:

1. безопасность, практичность и универсальность;
2. незначительный вес, что позволяет осуществлять монтаж конструкции без дополнительной техники и трудозатрат;
3. долгий срок эксплуатации, вследствие оцинковывания, антикоррозионной обработки;
4. хорошее сочетание качества ограждения и цены, из-за того, что большую часть стоимости конструкции занимает именно цена материала, а не монтажа, так как последнее отличается простотой;

5. для современных барьерных ограждений используется новейшая технология, а металл, применяющийся при изготовлении, отличается наивысшим уровнем прочности.

В последнее время в западных странах, в противовес металлическим ограждениям, получили широкое распространение гибкие барьеры. Наиболее распространенными гибкими ограждениями барьерного типа являются тросовые разделительные. Они состоят из стальных стоек с тремя-четырьмя натянутыми канатами. Тросы при ударе растягиваются, поглощая силу удара и распространяя волновой импульс вдоль всей системы.

Гибкий барьер безопасности наиболее эффективен в центре дороги для предотвращения лобовых столкновений. Так же он применяется на обочине проезжей части, препятствуя съезду с дороги и столкновению с прочими возможными опасностями на дорогах такими, как столбы, деревья.

Основываясь на данных опытов использования гибких барьеров в таких странах, как Нидерланды, Швеция, являющихся ведущими в области обеспечения безопасности дорожного движения, эти ограждения уменьшают вероятность опрокидывания транспортного средства, поскольку воздействие удара автомобиля поглощается, а не происходит отскок, как от более жесткого металлического ограждения.



Рисунок 1 – Гибкое тросовое ограждение на дороге в Швеции



Рисунок 2 – Защитная барьерная тросовая система TL-3 и TL-4

Во время столкновения с гибкими барьерными ограждениями происходит следующее: опоры пригибаются к земле, а канаты натягиваются. В зависимости от того, насколько значительное воздействие на барьер, это может длиться 10-15 секунд. После удара автомобиль перенаправляется в сторону от опасности, которая может привести к серьезным травмам или к летальному исходу.

Гибкие тросовые барьеры безопасности разрабатываются таким образом, чтобы они не проникали в салон автомобиля (не пробивают капот), а транспортное средство оставалось в вертикальном положении во время

столкновения и после него. При их проектировании так же учитывается снижение вероятности отклонения транспортного средства на соседнюю полосу движения.

Еще одним преимуществом этих барьеров является то, что их можно располагать даже на узких автомобильных дорогах без расширения проезжей части дороги.

Гибкие тросовые барьеры способны выдержать удар от столкновения не только с пассажирским автомобилем, но и с автобусом и движущимся фургоном с максимальной массой, не превышающей 8 т.

Для мотоциклистов, не обладающих такой защитой, как пассажиры автомобилей, гибкие тросовые барьерные ограждения не более опасны, чем все остальные виды барьеров. Гибкие барьеры представляют опасность для мотоциклистов из-за стальных столбов, а не троса, как принято считать. Опоры предназначены для сгибания от транспортных средств, а не людей, и, как правило, мотоциклисты, теряя контроль, попадают под опоры.

Для уменьшения летальных исходов при столкновении мотоциклиста с ограждением разработали рельсовую рейку – дополнительную деталь, которая проходит по низу опор и препятствует потере контроля над управлением при ударе.

Согласно многочисленным исследованиям использования тросовых барьеров, проведенных австралийским Исследовательским центром по несчастным случаям Университета Монаша, они могут значительно снизить риск летального исхода и получения серьезных травм при авариях. Это показывает, что гибкие барьеры получают преимущество в использовании по сравнению со стальными барьерными ограждениями, поскольку:

1. они равномерно рассеивают энергию при столкновении;
2. отличаются высокой степенью безопасности и быстрым монтажом;
3. обладают небольшой металлоемкостью;
4. в случае повреждения сломанные звенья легко и быстро заменяются без использования дополнительной техники;
5. при таком ограждении легче производить уборку проезжей части, оно, в отличие от других конструкций, не способствует образованию снежных заносов;
6. материал обладает эффектом «памяти», после столкновения, как правило возвращается в своё нормальное положение;
7. уменьшает ущерб автомобиля при ударе.

Являясь не только ограждением на дорогах для разделения потока транспорта и пешеходов, барьерные ограждения обоих типов являются конструкцией обеспечивающей безопасность движения на дорогах. В

зависимости от конкретных дорожных условий применяются ограждения из различных материалов. Все они имеют одну цель, которая их объединяет, несмотря на различия: эти барьерные ограждающие конструкции снижают аварийность на автомобильной дороге. Кроме привычных металлических барьеров могут быть использованы гибкие тросовые ограждения, которые отличаются рассмотренным большим рядом преимуществ.

Литература:

1. ГОСТ 26804-2012. Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия, 2013. 29 с.
2. Flexible road safety barriers. URL: <https://www.nzta.govt.nz/roads-and-rail/road-engineering/road-safety-hardware/flexible-road-safety-barriers/> (дата обращения: 17.10.2018).
3. Flexible Safety Barriers. URL: https://www.transport.tas.gov.au/roadsafety/roads/flexible_safety_barriers (дата обращения: 18.10.2018).
4. A cable barrier separating lanes on a 2+1 road in Sweden. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/94/E20_2plus1_west_of_Skara.jpg/350px-E20_2plus1_west_of_Skara.jpg (дата обращения: 19.10.2018).
5. Sentryline II TL-3 and TL-4 Wire Rope Safety Barrier System. URL: <http://www.acprod.com.au/products/sentryline-ii-tl-3-and-tl-4-wire-rope-safety-barrier-system> (дата обращения: 19.10.2108).

БЕЗОПАСНОСТЬ РАСПОЛОЖЕНИЯ ФОНАРЕЙ, А ТАКЖЕ ДОРОЖНЫХ РАЗМЕТОК И ЗНАКОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ.

*Тарасова Юлия Игоревна, магистрант
кафедры “Теория и проектирование автомобильных дорог”
Архитектурно-строительный институт
Самарского государственного технического университета
(Научный руководитель-Павлова Л.Д., канд.техн.наук,доцент)*

Ключевые слова: автомобильные дороги, безопасность автомобильных дорог, дорожная разметка и знаки, освещение автомобильных дорог.

Безопасность на автомобильных дорогах является важнейшим фактором благополучного движения, как автомобилистов, так и пешеходов. Правильное расположение фонарей на дороге позволит не только хорошо ориентироваться водителям транспортных средств на дорогах, но и снизит риск транспортных происшествий в темное время суток. (Рис.1).

При увеличении средней яркости автомобильной дороги в темное время суток в два раза, количество дорожных происшествий уменьшается на 30%. (Рис.1).



Рисунок 1 – Освещение автомобильных дорог в темное время суток

Зрение человека в ночное время суток способно различать объекты при уровне света в 0,1 люкс. Для того чтобы водитель мог спокойно перемещаться по дороге необходимый уровень освещенности должен составлять не менее 2 люкс. Поэтому организация по освещению автомобильных дорог в населенных пунктах необходима. (Рис.2).



Рисунок 2 – Равномерное размещение столбов подсветки вдоль дороги

Свет на дороге должен отвечать следующим условиям:

- равномерно распределяться по дорожному покрытию. Для этого осветительные приборы необходимо располагать на равных промежутках друг от друга. Если светильники располагаются высоко, следовательно и расстояния между ними будет уменьшаться. Разрешенные параметры расстояний прописаны в СНиП;
- в местах опасных зон количество света необходимо увеличить за счет увеличения числа фонарей;
- световые лучи от ламп непосредственно должны направляться на дорогу;
- освещение от приборов должно охватывать полностью пространство вокруг транспорта, а также соседнюю полосу и обочину;
- освещение не должно ослеплять водителей.

В СНиП приведен необходимый уровень освещенности, при котором водитель сможет свободно передвигаться на автомобильном транспорте. Необходимо рассчитать средний уровень освещенности для магистральных дорог и улиц и для дорог и улиц местного назначения. Приведены следующие параметры средних значений:

- для улиц и дорог магистральных - блм/кв.м;
- для дорог и улиц местного назначения (с переходным покрытием) – 4лм/кв.м;
- для дорог и улиц с другими покрытиями – 2лм/кв.м.

Одним из важных условий хорошей освещенности на дорогах является сами светильники, их мощность, форма, долговечность. Светильники должны быть закрыты от влаги и иметь стойкость к сильным порывам ветра при неблагоприятных условиях погоды. Фонари на различных дорогах будут различаться мощностью освещения:

- для широких дорог мощность освещения должна быть в пределах от 250 до 400 Ватт;
- для дорог второстепенного назначения мощность освещения должна быть от 70 до 250 Ватт. (Рис.3).



Рисунок 3 – Правильное освещение широких дорог

Освещение в населенных пунктах станет в разы лучше, если площадь дорог будет больше.

Для безопасности движения большую роль имеет **дорожная разметка**.

Разметка дорог – это средство для визуального ориентирования водителей и пешеходов. Она необходима для информирования участников дорожного движения.

Технические требования, а также форма, цвет и размеры дорожной разметки устанавливается ГОСТом при ее нанесении на дорожное покрытие.

Существуют две группы дорожных разметок: горизонтальная (Табл.1) и вертикальная.(Табл.2).

Горизонтальная разметка подразделяется на постоянную или временную. Постоянная разметка имеет белый или желтый цвет, временная – оранжевый.

Таблица 1 – Горизонтальная разметка










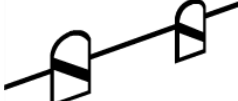

 <p style="text-align: center;">1.1</p>	<p>Разметка 1.1</p> <p>Горизонтальная разметка 1.1 разделяет дорогу на две стороны и обозначает границы проезжей части. Линию 1.1 пересекать запрещается.</p>
 <p style="text-align: center;">1.2</p>	<p>Разметка 1.2</p> <p>Горизонтальная разметка 1.2 линия желтого цвета информирует о запрете остановок транспортных средств.</p>
 <p style="text-align: center;">1.3</p>	<p>Разметка 1.3</p> <p>Горизонтальная разметка 1.3 обозначена прерывистыми линиями рядом с перекрестками. Линию 1.3 разрешается пересекать.</p>
 <p style="text-align: center;">1.4</p>	<p>Разметка 1.4</p> <p>Горизонтальная разметка 1.4 разделяет дорогу на две стороны и обозначает границы движений, где разрешено пересечение прерывистой линии, а также сплошной при совершении обгона.</p>
 <p style="text-align: center;">1.5</p>	<p>Разметка 1.5</p> <p>Горизонтальная разметка 1.5 обозначает островки, которые разделяют дорогу на две самостоятельные части в местах для стоянки транспортных средств.</p>
 <p style="text-align: center;">1.6</p>	<p>Горизонтальная разметка 1.6 обозначает островки, которые разделяют дорогу с одним направлением.</p>
 <p style="text-align: center;">1.7</p>	<p>Горизонтальная разметка 1.7 обозначает островки, которые располагаются в местах слияния транспортных потоков.</p>

Таблица 2 – Вертикальная разметка

 <p style="text-align: right;">2.1</p>	<p>Разметка 2.1</p> <p>Вертикальная разметка 2.1 обозначает край низа пролетного строения тоннелей и мостов, а также путепроводов.</p>
 <p style="text-align: right;">2.2</p>	<p>Разметка 2.2</p> <p>Вертикальная разметка 2.2 обозначает тумбы, которые устанавливают на разделительных полосах</p>
 <p style="text-align: right;">2.3</p>	<p>Разметка 2.3</p> <p>Вертикальная разметка 2.3 обозначает столбики, надолбы, опоры, которые направляют .</p>
 <p style="text-align: right;">2.4</p>	<p>Разметка 2.4</p> <p>Вертикальная разметка 2.4 обозначает бордюры, находящиеся на опасных участках.</p>

Значимую роль имеет применение дорожных знаков. Дорожные знаки – это технические средства безопасности дорожного движения, которые позволяют установить порядок движения на дороге и предупредить водителей, а также пешеходов об опасных участках.(Рис.4).

Дорожные знаки делятся на восемь категорий.

- Предупреждающие знаки
- Знаки приоритета
- Запрещающие знаки
- Предписывающие знаки
- Знаки особых предписаний
- Информационные знаки
- Знаки сервиса
- Знаки дополнительной информации.

Дорожный знак является важным техническим средством для безопасной организации дорожного движения. Все знаки должны быть освещены или покрыты светоотражающими материалами, которые обеспечивают их распознавание в тёмное время суток на расстоянии не менее 100 м. Знаки устанавливаются изображением только навстречу движению. Установка и уход за знаками, производится организациями в соответствии требованиям стандарта. Необходимо, чтобы каждый указатель располагался в строго определенном месте в соответствии с правилами ГОСТа государственного образца.

Литература:

1. Павлова Л.В. Пути совершенствования качества дорожных покрытий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 70-й научно- технической конференции /СГАСУ. Самара, 2013 г.
2. Сардаров А.С. Архитектура автомобильных дорог. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Транспорт, 1993. 272 с.
3. Павлова Л.В. Пути повышения эксплуатационных качеств автомобильных дорог. //Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: Материалы 69-й научно- технической конференции /СГАСУ. Самара, 2012 г. С. 337-338.
4. Павлова Л. В. Общий курс путей сообщения: Курс лекций /СГАСУ.Самара, 2006. 232 с.
5. Павлова Л.В. Реконструкция автомобильных дорог: курс лекций/ Самара: СГАСУ, 2013. -208 с.
6. ГОСТ Р 51256-99 «Разметка дорожная. Типы основные параметры. Общие технические требования».

ВЛИЯНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ С ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТЬЮ НА ЕГО РЕЖИМ И ХАРАКТЕР ДВИЖЕНИЯ

Толярёнок Валерий Сергеевич, студент

5-го курса кафедры «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Ходан Е.П., старший преподаватель)

Актуальность темы заключается в том, что со временем возникает вопрос об удобстве и комфорте езды. Это непосредственно требует изучения характера движения автомобиля и параметров, которые влияют на это, в частности сцепления.

В работающем двигателе автомобиля происходит термохимический процесс, в результате которого химическая энергия сгорающего топлива превращается в механическую энергию вращающего вала двигателя, что вызывает вращение колёс автомобиля и его движение.

В точке соприкосновения колеса с дорогой возникает реакция опоры. Сила реакции равна вызвавшей её силе и направлена в противоположную сторону.

Реакция опоры – это лишь одна из действующих на автомобиль внешних сил. Все силы можно подразделить на способствующие движению и препятствующие движению. К сопротивлениям относятся: сопротивлению качению колеса по дороге, сопротивление воздушной среды, сопротивление от подъёмов, инерционное сопротивление и др.

Касательные силы приложенные к плоскости дорожных покрытий, выделяются кратковременностью приложения на предоставляемом участке покрытия и вызывают вспомогательные напряжения в дорожной одежде, тем более в её самых верхних слоях. Устройство прочного и ровного слоя износа, обеспечение равномерного устойчивого режима движения по дороге способствует уменьшению касательных сил.

Вертикальные силы имеют переменный характер. Вертикальные силы создают более напряжённое состояние в глубоких слоях дорожной одежды, чем касательные силы. Поэтому в основу расчёта положен учет воздействия только вертикальных сил, действующих достаточное длительное время статически или кратковременно, но многократно.

Цель исследования являлось построение пространственной модели контакта неподвижного колеса с дорогой и определение с её помощью продольного и поперечного коэффициента сцепления.

На рисунке 1 и рисунке 2 приведены схемы нагружения неподвижного колеса с проезжей частью в продольной и поперечных плоскостях. В итоге заключения установленной задачи отнесены контактные давления P_z , P_y , P_x .

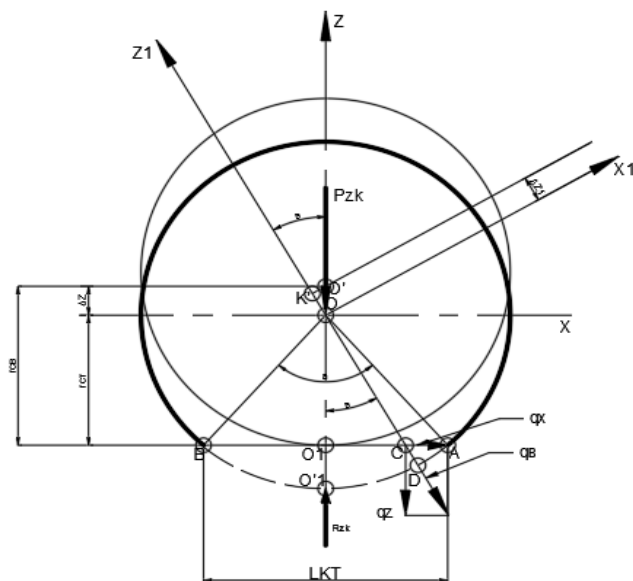


Рисунок 1 – Схема статического нагружения неподвижного колеса в продольной плоскости $r_{св}$ – свободный радиус колеса; $r_{ст}$ – статический радиус колеса; ΔZ – нормальная деформация шины при статическом нагружении; P_{zk} , R_{zk} – нормальная нагрузка и реакция дороги на колесо; $L_{КТ}$ – теоретическая длина пятна контакта шины с дорогой; q_y , q_z , q_x – погонные силы упругости шины и её нормальной и продольной составляющих; α – центральный угол окружности радиусов $r_{св}$, соответствующий $L_{км}$; β – угловая (текущая) координата точки контакта С

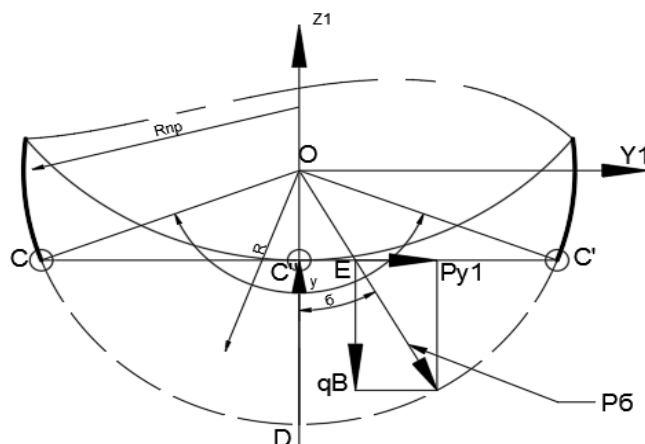


Рисунок 2 – Схема статического нагружения шины в поперечной плоскости OCC' расположенной наклонённо к плоскости ZOY под углом β

R_{np} – радиус кривизны профиля шины в поперечной плоскости; P_δ – суммарное контактное давление и его составляющие P_z и P_y

С использованием предложенной пространственной модели получены аналитические выражения для определения продольного и бокового коэффициентов сцепления.

Максимальное значение бокового коэффициента сцепления:

$$\varphi_{y \max} = \frac{r_{CB}}{R_{np}} \frac{\cos^2 \frac{\alpha}{2}}{\alpha - \cos \frac{\alpha}{2} \ln \left| \frac{l + \sin \frac{\alpha}{2}}{l - \sin \frac{\alpha}{2}} \right|} \int_{-\frac{\alpha}{2}}^{+\frac{\alpha}{2}} \frac{\frac{\cos \beta}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1}{\cos^3 \beta (\gamma - \cos \frac{\gamma}{2} \ln \left| \frac{l + \sin \frac{\gamma}{2}}{l - \sin \frac{\gamma}{2}} \right|)} * \frac{d\beta}{\cos^2 \beta} * \left(\frac{2 \tan \frac{\gamma}{2}}{\cos \beta} + \frac{\sqrt{\mu^2 - \tan^2 \beta}}{\cos \frac{\gamma}{2}} \ln \left| \frac{l + \sin \frac{\gamma}{2}}{l - \sin \frac{\gamma}{2}} \right| - 2 \sqrt{\mu^2 - \tan^2 \beta} * \tan \frac{\gamma}{2} \right) \frac{d\delta}{\cos^2 \delta} \quad (1)$$

где μ – коэффициент трения резины о дорожное полотно.

Максимальное значение продольного коэффициента сцепления.

$$\varphi_{x \max} = \frac{r_{CB}}{R_{np}} \frac{\cos^2 \frac{\alpha}{2}}{\alpha - \cos \frac{\alpha}{2} \ln \left| \frac{l + \sin \frac{\alpha}{2}}{l - \sin \frac{\alpha}{2}} \right|} \int_{-\frac{\alpha}{2}}^{+\frac{\alpha}{2}} \frac{\frac{\cos \beta}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1}{(\gamma - \cos \frac{\gamma}{2} \ln \left| \frac{l + \sin \frac{\gamma}{2}}{l - \sin \frac{\gamma}{2}} \right|)} * \int_{-\frac{\gamma}{2}}^{+\frac{\gamma}{2}} \left(\frac{\cos \delta}{\cos \frac{\gamma}{2}} - 1 \right) \left(\sqrt{\mu^2 - \frac{\tan^2 \beta}{\cos^2 \delta}} - \tan \beta \right) \frac{d\delta}{\cos^2 \delta} \quad (2)$$

Приобретённые аналитические выражения дают возможность предопределять контактные давления, образующиеся меж шиной недвижимого колеса, выполненной в облике тора и дорожной поверхностью.

С помощью предложенной пространственной модели контакта пневматической шины с дорогой определены максимальные значения продольного и бокового коэффициентов сцепления.

Литература:

1. Абдулгасис А.У. Абдулгасис У.А. Теоретическое исследование контакта с дорогой неподвижного колеса автомобиля [https://rep.bntu.by/handle/data/32133];
2. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учебное пособие для вузов/И.И. Леонович, Н.П. Вырко, К.Ф. Шумчик, А.П. Лащенко; Под общ. ред. И.И. Леоновича.- Мн.: Выш. шк., 1988.- 348 с.: ил.
3. Дегтяренко В.Н. Автомобильные дороги и автомобильный транспорт промышленных предприятий: Учебник для вузов.- М.: Выш. школа, 1981.- 261 с., ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ШИН С ПОКРЫТИЕМ

Шаповалов Виктор Владимирович, Ужанов Александр Викторович

студенты 4-го курса строительного факультета

Белорусско-Российский университет, г. Могилёв

(Научный руководитель – Полякова Т.А., ст. преподаватель)

В современном мире существует огромное разнообразие автомобильных шин. Они бывают различных диаметров и ширины профиля, изобилуют рисунком протектора, его формой и размером. Одной из самых острых проблем для автомобилистов является межсезонный переход и выбор соответствующих шин. Основной вопрос при этом стоит в выборе между летней, зимней и всесезонной резиной, но никто практически не задумывается о процессе взаимодействия с покрытием автомобильной дороги и безопасности движения.

В начале работы мы провели сравнительный анализ цен самых продаваемых шин в Республике Беларусь и их производителей [1, 2]. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа цен (в рублях)

	Летняя резина	Зимняя резина	Всесезонная резина	
	77	136	69	 Беларусь
	117	123	67	
	125	102	92	 Сербия
	109	87	97	 Польша
	119	172	84	
	123	113	86	
	124	138	83	 КНР
	82	88	115	
	100	96	121	 Россия
	88	117	82	
Среднее	106,4	117,2	89,6	 Румыния

Анализируя полученную информацию, можно сделать вывод, что более дешевой является всесезонная резина, что, несомненно, оказывает влияние на выбор водителей.

Одним из главных параметров характеризующий качество сцепления шин с покрытием и безопасность движения, является коэффициент сцепления. Он не является постоянным и напрямую зависит от ряда других параметров: скорости

движения автомобиля, типа и качества дорожного покрытия, состава резины протектора, температуры шины и др.

Мы исследовали зависимость сцепления автомобильных шин с асфальтобетонным покрытием при разных типах протектора и резины. Оказывается, что важен не рисунок протектора сам по себе (в ёлочку, в полоску, в клеточку), а его тип. Разница зимней и летней резины в том, что летняя резина является жесткой при контакте с асфальтобетоном, а зимняя – мягкой для снега. Из этого следует, что мягкий состав обеспечивает хорошее сцепление на морозе и плохое в жару, жесткий состав – хорошее сцепление с теплым асфальтом и плохое на морозе.

Коэффициент сцепления напрямую зависит от температуры шин, и его максимальному значению соответствует оптимальная температура. Таким образом, при холодной температуре шины коэффициент сцепления имеет определенное значение, при повышении температуры он увеличивается, а при перегреве снова уменьшается. Оптимальная температура шин для наибольшего коэффициента сцепления от 60 до 90⁰С.

Так же на стабильность температуры влияет ширина профиля шины. Чем шире профиль шины, тем меньше она перегревается и соответственно уменьшается износ, увеличивается срок эксплуатации, а коэффициент сцепления сохраняется на более длительный срок.

Еще одним фактором, влияющим на повышение температуры и коэффициент сцепления, является давление в шине. Из-за резкой смены сезонов и большого перепада температур, приходится изменять давление в шинах. Для зимнего сезона давление в шинах должно быть чуть меньше нормы, т. к. большая поверхность соприкосновения шины с дорожным покрытием увеличивает его нагрев, а соответственно и повышает его сцепные качества с дорогой. Летом же нужно поддерживать давление в шинах, предусмотренное заводом изготовителем.

В результате проведенной работы можно сделать вывод, что при выборе между летними, зимними и всесезонными шинами, водителям следует уделять внимание не только стоимости шин. При интенсивной круглогодичной езде лучше использовать два комплекта шин.

Литература:

1. Avtokolesa.by – Магазин по продаже шин и дисков – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://avtokolesa.by/shiny/> Дата доступа: 22.11.2019.
2. www.21vek.by – Онлайн-гипермаркет – [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.21vek.by/tires/97495/?utm_source=google&utm_medium=src&utm_campaign=1424398305&utm_content=60370494630|343660836391&utm_term=&gclid=Cj0KCQiAiNnuBRD3ARIsAM8Kmlt01vMbfy2C47IQfnyi2z0ZBqCXvBjUIFRNu8ov2G_3ARWMhunbcogaAvt2EALw_wcB Дата доступа: 22.11.2019.

ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ И РАЗРУШЕНИЙ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Хураськина Елена Юрьевна, магистрант

2-го курса кафедры «Автомобильные дороги и геодезическое сопровождение строительства»

*Самарский государственный технический университет, г. Самара
(Научный руководитель – Павлов А. А. канд. техн. наук, доцент)*

Дорожные условия оказывают значительное влияние на режим и безопасность движения, как отдельных автомобилей, так и всего потока транспортных средств. Большая роль в обеспечении безопасности движения принадлежит основным технико-эксплуатационным показателям автомобильных дорог. К числу таких показателей относятся ровность и шероховатость дорожного покрытия.

Под воздействием транспортных нагрузок и агрессивных природных факторов на асфальтобетонном покрытии возникают различные виды деформаций и разрушений (рис.1), которые снижают сроки службы покрытий и приводят к дорожно-транспортным происшествиям [1-3]. Движение по деформированным покрытиям сопровождается ударами и вертикальными колебаниями колес, кузова и других частей автомобиля. Механизмы автомобиля изнашиваются, водители и пассажиры испытывают неудобства. Средняя скорость движения автомобилей нередко уменьшается до 50%, что снижает производительность и повышает себестоимость перевозок. Работы по содержанию дорог, в частности по очистке дорожных одежд от пыли, грязи, снега и льда, усложняются.



Рисунок 1 – Деформация автомобильной дороги

Под влиянием давления колеса автомобиля дорожная одежда прогибается. Наибольший прогиб - в центре следа колеса с уменьшением по мере удаления. Прогиб распространяется от колеса тяжелого грузового автомобиля во все стороны на расстояние 3 - 4 м, образуя упругую чашу. Чаши прогиба от всех колес автомобиля, частично перекрывая одна другую, могут полностью охватывать проезжую часть дороги.

Кроме того, деформируются все слои дорожной одежды. Зерна минеральных материалов (особенно не обработанных вяжущими) истираются, раскалываются и таким образом измельчаются. Между частицами мельче 3 мм вода поднимается по капиллярам и длительно в них удерживается. Зерна с водой образуют пластичную массу, которая действует как смазка и увеличивает размеры прогиба одежды под колесами автомобилей.

В асфальтобетонных покрытиях под влиянием прогибов материалы также измельчаются, хотя и с меньшей интенсивностью. При этом увеличивается суммарная поверхность зерен и вяжущего становится недостаточно. Так как вяжущее стареет, то покрытие делается более жестким. В нем образуются сначала волосные, затем более широкие трещины, в которые проникает вода, замерзающая зимой и постепенно разрушающая покрытие.

В зависимости от погодных условий, скорости движения транспорта и других причин изменяется удельное давление на покрытие от колес автомобилей. В жаркую погоду темное асфальтобетонное покрытие нагревается до температуры выше 60°С при температуре воздуха около 30°С.

Наиболее распространенным дефектом покрытий, вызываемым увеличением удельного давления сверх нормативного, является образование колеи. В городах такие деформации можно наблюдать у остановок общественного транспорта даже в слоях, уложенных на жестком основании.

На дорогах с интенсивным движением автомобилей не только образуются колеи, но и покрытие шлифуется и даже истирается, т.е. изнашивается. В этом случае снижается прочность дорожной одежды, уменьшается шероховатость и покрытие (особенно влажное) становится скользким, что вызывает дорожно-транспортные происшествия. Износ покрытий увеличивается при его обработке в зимнее время растворами противогололедных реагентов.

Из природных факторов на работоспособность асфальтобетонных покрытий наибольшее влияние оказывают осадки и изменения температуры.

Асфальтобетонные покрытия чаще всего разрушаются при оттаивании грунта земляного полотна и потере им несущей способности и механической прочности. Дорожная одежда на таком полотне при проходе автомобилей легко деформируется, появляются бугры, проломы, трещины и колеи. В образовавшиеся проломы и трещины проникает разжиженный грунт земляного

полотна. Если движение автомобиля продолжается, то такая дорожная одежда полностью разрушается и материал ее перемешивается с грунтом земляного полотна. Таким же образом действует на покрытие вода, проникающая в поры асфальтобетона. При ее замерзании давление льда может достигать 200 МПа. Прочность водонасыщенного асфальтобетона при продолжительной температуре может понизиться на 40%.

При резком снижении температуры воздуха осенью и больших перепадах температур зимой на покрытиях образуются поперечные температурные трещины из-за недостаточного сопротивления асфальтобетона температурным напряжениям. Они распределяются на расстоянии 6 - 10 м одна от другой.

Из-за плохого сопряжения горячей смеси одной полосы с ранее уложенной холодной полосой на покрытиях появляются продольные трещины. Косые трещины продолжают поперечные и продольные трещины при недостаточно прочном покрытии. Сетка трещин возникает на дорожном покрытии, как правило, при недостаточно прочном основании. Трещины могут образоваться над швами основания, если они заделаны недостаточно хорошо.

В местах сопряжения с обочинами можно наблюдать облом кромки. Чаще всего это происходит в случае переезда через кромки тяжелых грузовых автомобилей. При строительстве дорог кромки покрытия предохраняют укрепительными полосами. Если таких полос нет, то их строят во время ремонтных работ.

В жаркую погоду повышается пластичность асфальтобетона и его верхний слой под действием касательных сил, особенно при торможении, сдвигается на уклонах и в местах остановок общественного транспорта. Происходит волнообразование на покрытии. Разновидностью волн являются наплывы, при которых материал сдвигается в поперечном направлении. Чтобы дорожное покрытие сохраняло работоспособность в течение запланированного срока службы, его систематически, в определенные сроки необходимо ремонтировать.

Рекомендацией по устранению дефектов предлагается устройство боковых канав, которые бы отводили воду с поверхности дороги и прерывали сток воды с окружающей местности к дороге для предупреждения переувлажнения нижележащих слоев дорожной конструкции (рис.2).

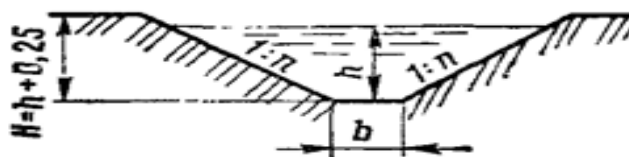


Рисунок 2 – Устройство боковых канав

Второй рекомендацией является регулярный контроль функциональности обочин, откосов и канав по отводу воды для минимизации затрат на дорожный ремонт.

При капитальном ремонте на внутриквартальных дорогах с разрушениями на покрытии, свидетельствующими о значительном трещинообразовании на жестком основании (трещины на покрытии в поперечном направлении к оси дороги или образование сетки трещин), следует применять геосетки из стекловолокна или базальтового волокна, укладываемые на основание под нижний слой покрытия.

Литература:

1. Павлова Л.В. Пути совершенствования качества дорожных покрытий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 70-й научно-технической конференции /СГАСУ. Самара, 2013 г.
2. Павлова Л.В. Пути повышения эксплуатационных качеств автомобильных дорог. //Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: Материалы 69-й научно-технической конференции /СГАСУ. Самара, 2012 г. С. 337-338.
3. Павлова Л.В., Керимов Р.Н. Исследование показателей качества автомобильных дорог. //Пути совершенствования качества автомобильных дорог. Материалы научно-практической международной конференции (16 декабря 2014 г.). СГАСУ. Самара, 2015 г., С.177-183.

ЛЕСНАЯ ЗАЩИТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Чеботарев Сергей Владимирович, студент

кафедры «Транспорт и автомобильные дороги»

Ивановский Государственный Политехнический университет, г. Иваново

(Научный руководитель – Емельянов Е.Г., доцент)

Автомобильные дороги в зимний период всегда подвержены влиянию неблагоприятных явлений природы. Снегопады, метели, бураны, гололед и другие факторы приводят к серьезным последствиям и к затрудненным условиям движения – «пробкам» на дорогах, а при высоте снега на проезжей части дорог более 25 см движение автотранспортных средств прекращается полностью. Это создает трудные условия участникам движения: водителям и пассажирам.

Практикой доказано, что занос автомобильных дорог снегом происходит на открытых пространствах (площадях), где создаются благоприятные условия к образованию метелевого потока (снегопад при скорости ветра более 2 м/с).

Основной задачей дорожно-эксплуатационных служб в этот период времени является обеспечение бесперебойного и безопасного движения автотранспортных средств по автомобильным дорогам [1]. Выполнение этих требований путем только снегоочистки (активная снегозащита) не всегда удается и приводит к довольно сильным снегозаносам автомобильных дорог. Поэтому открытые пространства дорог должны быть защищены снегозащитными устройствами (пассивная снегозащита). Наиболее долговечными, надежными и вместе с тем самыми экономичными являются снегозадерживающие лесные полосы, способные задержать более 50% объема приносимого к дороге снега.

Проектирование снегозадерживающих лесных полос на автомобильных дорогах федерального, регионального, межмуниципального и местного значения осуществляют в соответствии с ОДМ 218.2.045-2014 «Рекомендации по проектированию лесных снегозадерживающих насаждений вдоль автомобильных дорог» [2], содержащие основные требования к земельным участкам и посадочному материалу для создания снегозадерживающих лесных полос, методики оценки работоспособности существующих лесных полос и определения расчетного объема снегоприноса, а также требования к конструкции лесных полос и к агромероприятиям по подготовке и обработке почв и посадки растений.

Создание снегозадерживающих лесных полос при строительстве (реконструкции) дорог осуществляют на специально выделенных земельных

участках, отведение которых производят одновременно с оформлением и выкупом земель для размещения строящихся автомобильных дорог по постановлению Правительства Российской Федерации от 2 сентября 2009 г. «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса».

Подготовка документации по землеотведению полосы отвода (земельного участка) для размещения автомобильной дороги и ее конструктивных элементов осуществляется в соответствии с Градостроительным кодексом.

Конструкции снегозадерживающих полос принимаются в зависимости от расчетного снегоприноса (для Ивановской области от 25 м³ /м до 100 м³ /м) по ОДМ 218.2-045-2014 [2]. Расчетный объем снегоприноса к дороге рассчитывают по данным наблюдений ближайшей метеостанции за срок не менее 20 лет.

Подбор древесных и кустарниковых пород осуществляют с учетом их снегозащитных свойств, биологических особенностей, а также лесорастительных условий местности. Из этих свойств наиболее важным является густое ветвление и плотность крон в зимнее время, не подверженность снеголому, интенсивное возобновление побегов после рубки и обрезки, хорошее порослевое возобновление, быстрый рост в первые годы после посадки. Вместе с этим следует учитывать солевыносливость и газоустойчивость подбираемых пород.

Потенциальная возможность создания лесозащитных полос вдоль автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения имеется и в Ивановской области, так как 49,7% их общего протяжения проходит по незащищенным от снежных заносов территориям, где могли бы находиться надежные, экологически, эстетически, экономически оправданные виды защиты дорог от снега – снегозадерживающие лесные полосы, позволяющие экономить выделяемые ресурсы при зимнем содержании автомобильных дорог.

Снижение снега на дороге уменьшает затраты на снегоочистку и борьбу с зимней скользкостью, повышает транспортно-эксплуатационные характеристики и безопасность дорожного движения зимой.

Литература:

1. ГОСТ 33181-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания».
2. ОДМ 218.2.045-2014 «Рекомендации по проектированию лесных снегозадерживающих насаждений вдоль автомобильных дорог».

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕМОНТАХ И СОДЕРЖАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Турченко Денис Викторович, Качан Виктор Федорович,
студенты 5-го курса кафедры «Проектирование, строительство и
эксплуатация транспортных объектов»
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
(Научный руководитель – Романенко В.В., старший преподаватель)*

Для решения проблемы продления ресурса эксплуатации железнодорожного пути и сооружений необходимо разрабатывать и внедрять новые, более надежные и долговечные конструкции верхнего строения пути, конструкции сооружений новые технологии ремонта и технического обслуживания на основе новых высокопроизводительных машин. Кроме того, для совершенствования системы планирования ремонтов и содержания транспортных сооружений в современных условиях необходимо в первую очередь рассматривать возможность своевременного принятия правильных решений по управлению содержанием объектов и сооружений для снижения эксплуатационных расходов, то есть решений, не допускающих непроизводительных и нерациональных затрат и потерь.

Для создания более совершенной системы управления инфраструктурой, внедрение информационных технологий и инноваций, для оптимизации управления ее содержанием является создание комплексного автоматизированного производства на основе информационно-управляющей системы, интегрированной с производственной базой по диагностике, мониторингу, эксплуатации и ремонту.

В настоящее время на Белорусской железной дороге для оценки состояния пути и сооружений, выявления отступлений в их содержании, анализа степени опасности выявленных неисправностей и дефектов, определения степени надежности сооружений железнодорожного пути имеются компьютеризованные вагоны-путеизмерители, которые выполняют все перечисленные операции в автоматизированном режиме.

Во исполнение Приказа от 11.07.2017 №21Н с 01.10.2017 сформирован Центр диагностики объектов инфраструктуры государственного объединения «Белорусская железная дорога», в составе которого имеются следующие структурные подразделения: отдел путевых измерений; Дорожная лаборатория

дефектоскопии (в том числе вагон-лаборатория дефектоскопии); Дорожная мостоиспытательная станция (в том числе вагон мостообследовательский); Дорожная габаритообследовательская; группа по обследованию и диагностике земляного полотна; вагоны-путеизмерители и вагоны-дефектоскопы.

Имеющиеся в эксплуатации в Центре диагностики объектов инфраструктуры средства диагностики реализуют какую-либо одну функцию (обследование мостов, габаритов и так далее), что ограничивает их возможности и создает сложности для проведения мониторинга, поскольку программно-математическое обеспечение эксплуатируемых сегодня средств диагностики имеет различных разработчиков и не всегда позволяет конвертировать результаты контроля и диагностики в форматы, удобные для передачи в экспертную операционную систему (например, АСКД-И «Эксперт» [1]).

В 2017 году на Белорусской железной дороге была проведена тестовая эксплуатация системы АСКД-И «ЭКСПЕРТ», результаты которой доказали эффективность ее работы. По аналитическим данным системы руководители дистанций пути смогут в автоматизированном режиме регулярно наблюдать за сезонными изменениями состояния железнодорожного пути, мостов и других сооружений, контролировать качество выполнения работ по их текущему содержанию и при необходимости перераспределять трудовые ресурсы в границах дистанции и в перспективе – оценивать эффективность использования денежных средств, вложенных в ремонты и содержание объектов.

АСКД-И «ЭКСПЕРТ» обеспечивает максимальную автоматизацию процессов сбора, контроля, синхронизации, оценки и анализа данных, получаемых с автоматизированных средств диагностики. АСКД-И «ЭКСПЕРТ» позволяет осуществлять хранение, мониторинг и анализ более 120 параметров состояния транспортных объектов железнодорожной инфраструктуры, поступающих от автоматизированных диагностических средств.

В целом, в АСКД-И «ЭКСПЕРТ» используется комплексный подход, обеспечивающий возможность своевременно и достаточно точно контролировать, определять состояние технических объектов в любой момент времени, а в случае необходимости назначать и заблаговременно планировать требуемые ремонты. Таким образом, обеспечивается возможность перехода к адресному планированию и проведению ремонтных работ различного уровня на основе фактического состояния инфраструктуры и прогноза его изменений с высокой степенью достоверности.

Литература:

1. Приказ об утверждении регламента проведения промышленной эксплуатации на Белорусской железной дороге программного обеспечения «Автоматизированная информационная система комплексной диагностики технических объектов железнодорожной инфраструктуры «ЭКСПЕРТ»: утв. Приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 28.05.2019 №475 НЗ. – Мн., 2019. – 11 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ДЕФЕКТОВ ПО ИЗМЕНЕНИЯМ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ

*Васильчук Любовь Александровна, студентка 5-го курса кафедры «Мосты»
Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск
(Научный руководитель – Яинов А.Н., канд. техн. наук, доцент)*

Динамические параметры конструкции должны изменяться при отклонениях от исправного состояния или изменении внешних условий [1]. Поэтому всё большую актуальность приобретает развитие методов оценки технического состояния сооружения по его динамическим параметрам, а именно по их изменениям на протяжении всего периода эксплуатации.

Цель данной работы - определение динамических параметров конструкции и их изменений при развитии дефектов. Рассмотрены частоты и формы свободных колебаний, определены логарифмический декремент колебаний [1] и относительный коэффициент демпфирования [2] для разрезных шарнирно-опертых балок из предварительно-напряженного железобетона.

В процессе работы решены следующие задачи:

- выбор конструкций для проведения исследований;
- моделирование рассматриваемых конструкций с помощью конечно-элементных программных комплексов;
- экспериментальное определение динамических характеристик в опытных конструкциях;
- верификация числовой модели через натурные измерения;
- выявление изменений динамических параметров для дефектных конструкций.

Исследования проведены на опытных образцах преднапряженных железобетонных балок со следующими геометрическими параметрами: поперечное сечение 0,25 x 0,25 м, расчетная длина 3,9 м. Работы выполнены в помещении исследовательского цеха СибНИИ мостов СГУПС. Влияние внешних факторов минимально, поэтому можно считать, что конструкции находятся в условиях, приближенных к идеальным. Для эксперимента были отобраны четыре балки: две – серии В0 (В01 с трещиной в четверти пролета и В02 без дефектов) и две – серии В1 (В11 с трещиной, расположенной на расстоянии 40 см от середины пролета, и В12 без дефектов).

Экспериментальные исследования выполнялись с помощью японской измерительной системы «*Smart dynamic strain recorder*». Датчики

устанавливались в четвертях пролета, в середине и в опорном сечении. Конструкции выводились из равновесия малыми импульсными воздействиями.

По результатам измерений были зафиксированы две ярко выраженные формы вертикальных колебаний (первая и вторая) с соответствующими частотами. По результатам совместного анализа расчетной модели и спектральных кривых были зафиксированы еще несколько форм колебаний, которые при анализе только лишь виброграмм обнаружить было затруднительно (Табл. 1, 2).

Таблица 1 – Частоты и формы колебаний образцов балок серии В0

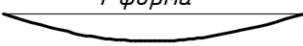

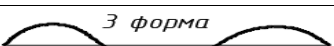
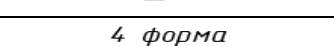
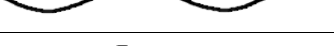
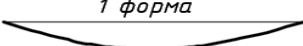
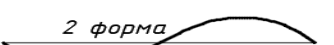
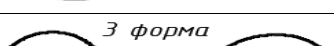
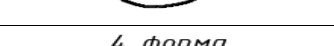
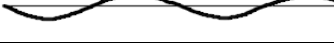
Форма колебаний	Балки серии В0			
	В02 (без дефекта)		В01 (с трещиной)	
	Частота опытная, Гц	Частота расчетная, Гц	Частота опытная, Гц	Частота расчетная, Гц
<i>1 форма</i> 	28,32	27,14	24,41	24,17
<i>2 форма</i> 	98,38	101,66	82,68	86,46
<i>3 форма</i> 	184,58	185,24	186,51	173,68
<i>4 форма</i> 	398,00	394,21	379,88	379,06
<i>5 форма</i> 	-	546,87	485,46	485,70

Таблица 2 – Частоты и формы колебаний образцов балок серии В1

Форма колебаний	Балки серии В1			
	В12 (без дефекта)		В11 (с трещиной)	
	Частота опытная, Гц	Частота расчетная, Гц	Частота опытная, Гц	Частота расчетная, Гц
<i>1 форма</i> 	28,32	27,14	23,76	22,45
<i>2 форма</i> 	98,38	101,66	94,24	95,11
<i>3 форма</i> 	184,58	185,24	169,00	178,21
<i>4 форма</i> 	398,00	394,21	349,21	351,60
<i>5 форма</i> 	-	546,87	493,52	494,03

Также были вычисленные параметры затухания колебаний для первой частоты по приведенным ранее формулам (Табл. 3, 4).

Таблица 3 – Значения логарифмического декремента колебаний

Балки серии В0		Балки серии В1	
В02 (без дефекта)	В01 (с трещиной в четверти пролета)	В12 (без дефекта)	В11 (с трещиной на расстоянии 40 см от середины пролета)
0,0673	0,0866	0,0667	0,1012

Таблица 4 – Значения относительного коэффициента демпфирования

Балки серии В0		Балки серии В1	
В02 (без дефекта)	В01 (с трещиной в четверти пролета)	В12 (без дефекта)	В11 (с трещиной на расстоянии 40 см от середины пролета)
0,0287	0,0410	0,0267	0,0448

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы:

- фиксируемые частоты и формы колебаний не зависят от расположения датчика;
- при совместном анализе опытных и расчетных данных можно зафиксировать до 5 форм вертикальных колебаний;
- наличие трещины существенно сказывается на частотах колебаний по всем формам (наблюдается снижение частоты до 20 %);
- параметры затухания возрастают до 40 % при наличии трещин.

Таким образом, появление повреждений в преднапряженных железобетонных балочных конструкциях может быть продиагностировано по изменениям динамических параметров.

Литература:

1. Бондарь Н.Г. Динамика железнодорожных мостов. М.: Транспорт, 1965.
2. Бондарь И.С. Вибродиагностика балочных пролетных строения железнодорожных мостов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2019.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА И ВЕСОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

*Иванов Евгений Олегович, аспирант кафедры «Мосты»
Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск
(Научный руководитель – Яинов А.Н., канд. техн. наук, доцент)*

В рамках реализации систем мониторинга на железнодорожных мостах проблемой является технология определение типа и весовых характеристик подвижного состава. По полученным данным о подвижном составе можно оценивать значения напряжений, возникающих в контрольных элементах системы мониторинга, по которым определяется изменение технического состояния пролетного строения [1].

Для определения характеристик подвижного состава необходимо установить датчики измерения напряжений (тензодатчики) на элемент, работающий на местную нагрузку (подвеска или поперечная балка).

Нами были проведены исследования для решетчатого пролетного строения длиной 126 м. На подвеске 1'-1 данного пролетного строения на оси элемента был установлен тензодатчик. По его показаниям построены графики изменений напряжений в элементе по времени от проходящих составов с помощью специализированного программного обеспечения Тензор МС (Рис. 1). «Всплески» напряжений на нём указывают на прохождения составов в пределах панелей пролетного строения, граничащих с данной подвеской.

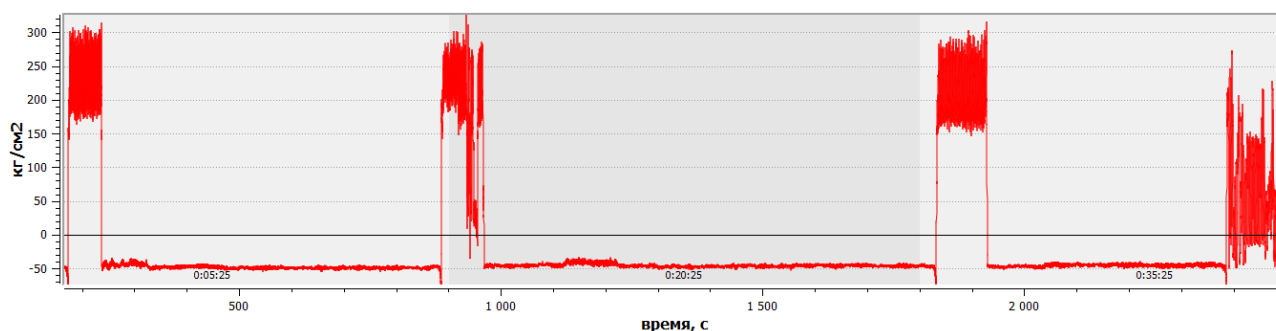


Рисунок 1 – Часть полученного графика напряжений в подвеске 1-1'

Рассматривая каждый отдельный подвижной состав можно определить напряжения, возникающие от локомотива и вагонов, а также время прохождения состава (Табл. 1).

Таблица 1 – Анализ результатов мониторинга напряжений в подвеске

Состав	σ_0 , кгс/см ²	σ_1 , кгс/см ²	σ , кгс/см ²	N, кгс	t ₀ , с	t ₁ , с	t, с	Примечания
1	-48	200	248	35186	174	238	64	Груженные
		300	348	49374				
2	-48	194	242	34335	886	967	81	Груженные + порожние
		300	348	49374				
3	-46	207	253	35896	1835	1927	92	Груженные
		299	345	48949				
4	-46	211	257	36463	2387	2489	102	Груженные + порожние
		282	328	46537				
5	-45	223	268	38024	2866	2869	3	Одиночный локомотив
		-	-	-				
6	-25	226	251	35612	6668	6747	79	Груженные
		308	333	47246				

где σ_0 – начальное показание датчика напряжений,

σ_1 – максимальное показание датчика напряжений (в числителе – от локомотива, в знаменателе – от вагонов),

$\sigma = \sigma_1 - \sigma_0$ – напряжения, возникающие в подвеске (в числителе – от локомотива, в знаменателе – от вагонов),

$N = \sigma \cdot A$ – усилие, возникающее в подвеске (в числителе – от локомотива, в знаменателе – от вагонов),

t₀ – время получения напряжений от первой тележки состава,

t₁ – время получения напряжений от последней тележки состава,

t = t₁ – t₀ – время прохода состава.

Анализируя полученные результаты, можно выделить несколько типов составов:

1. гружёные – напряжения от вагонов превышают напряжения от локомотива (Рис. 2);

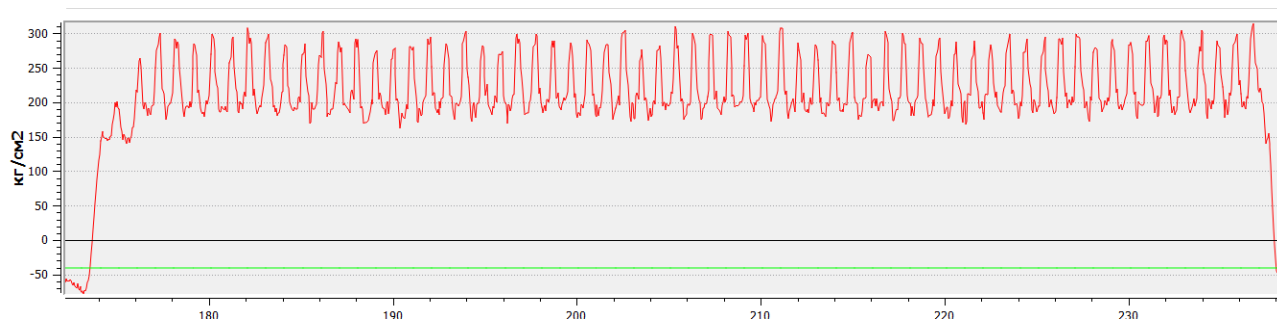


Рисунок 2 – Груженный состав

2. разногружённые – напряжения от вагонов разнятся по длине состава (Рис. 3);

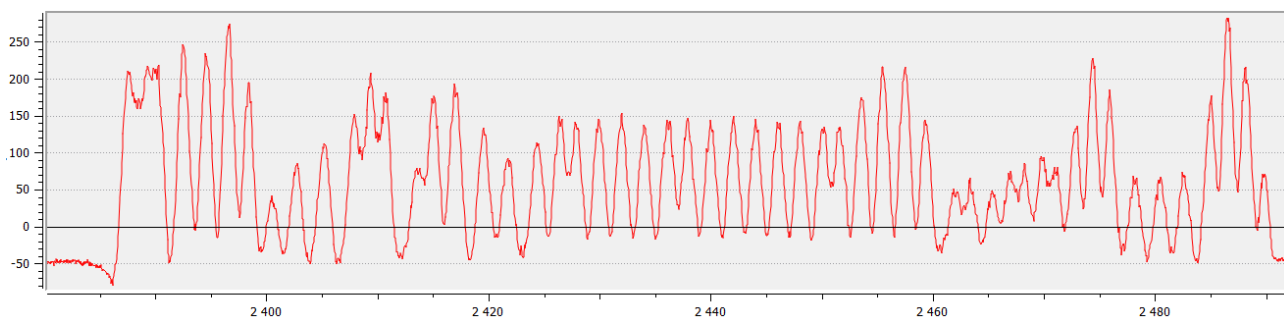


Рисунок 3 – Разногруженный состав

3. порожние – напряжения от вагонов меньше напряжений от локомотива (Рис. 4);

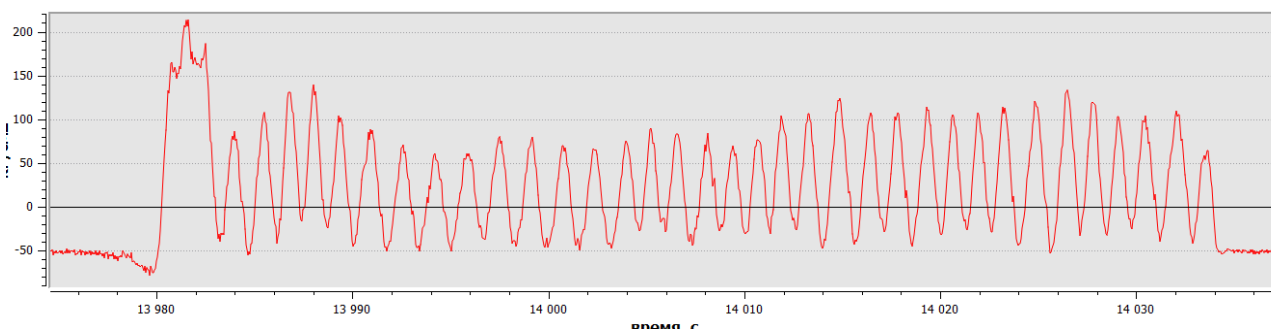


Рисунок 4 – Порожний состав

4. одиночный локомотив (Рис. 5);

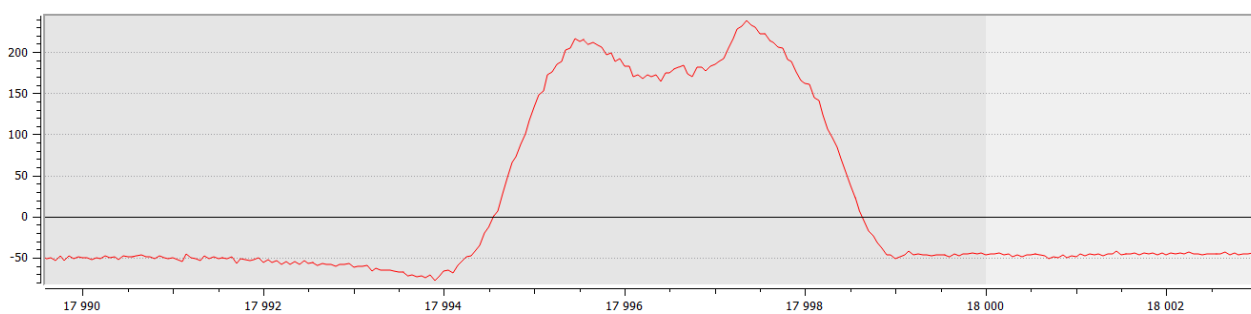


Рисунок 5 – Одиночный локомотив

5. равнонагруженный состав (моторвагонный подвижной состав, не тяжёлый груз и т.п.) – напряжения не меняются по длине состава (Рис. 6).

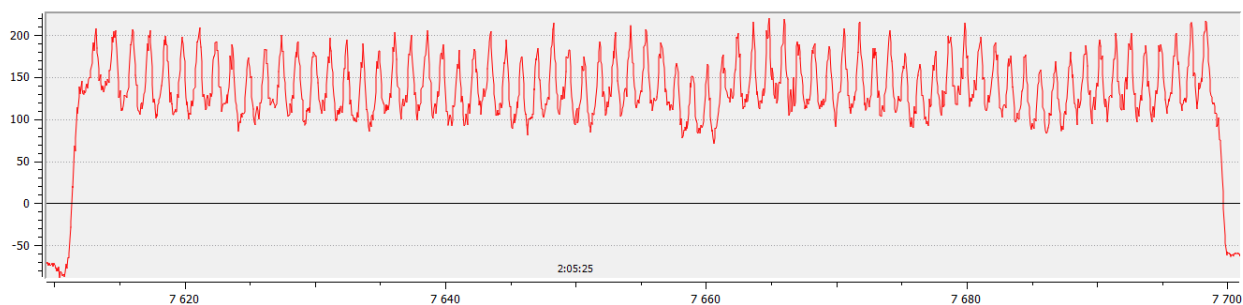


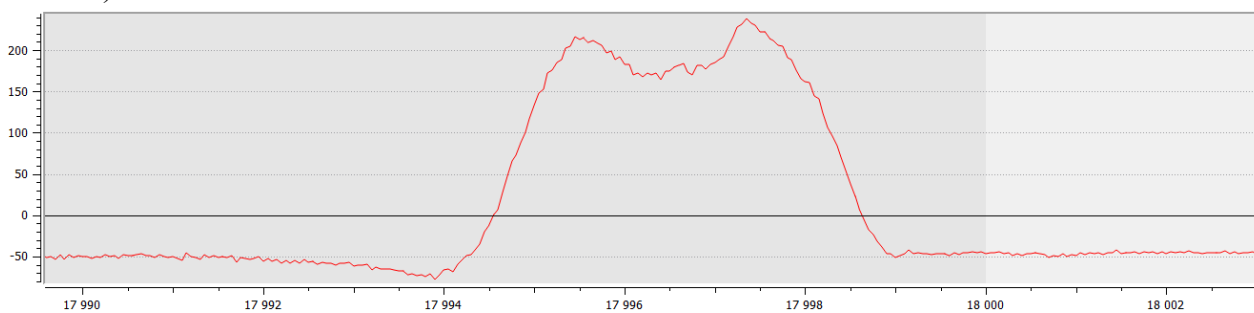
Рисунок 6 – Равнонагруженный состав

Для каждого из проходящих составов можно отдельно выделить напряжения от локомотивов (первые 2-3 скачка напряжений) и от вагонов.

Наиболее часто встречаются два вида локомотивов:

1. с двумя пиками напряжений (Рис. 7);

а) одиночный локомотив



б) подвижной состав

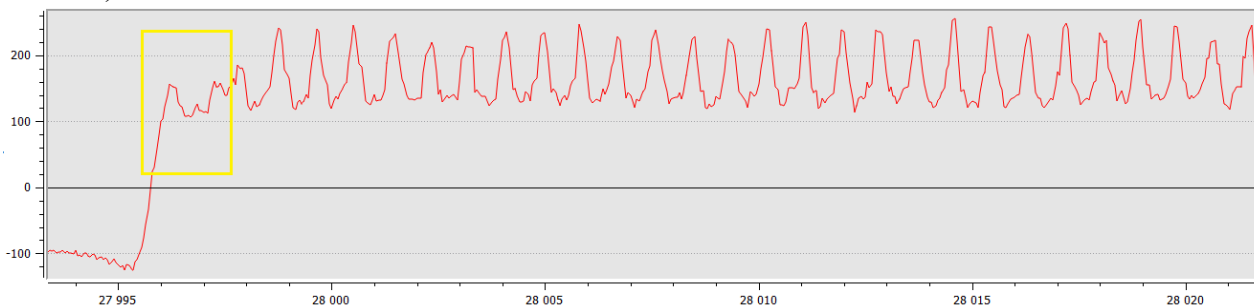
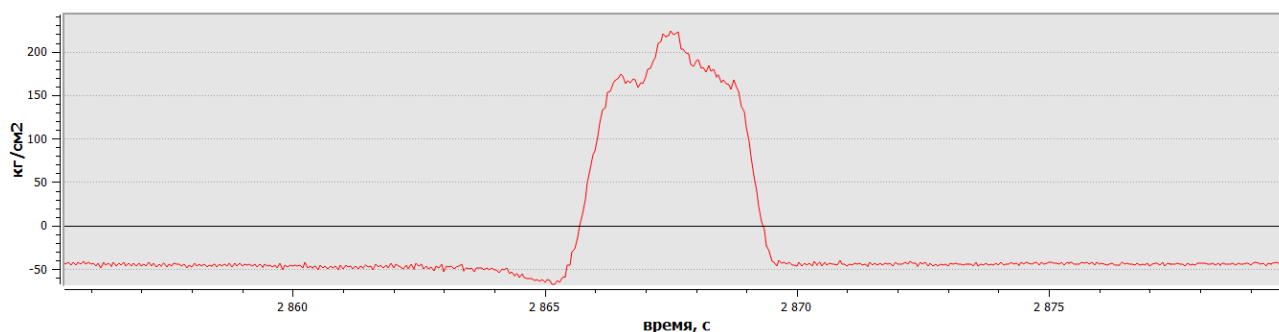


Рисунок 7 – Локомотив с двумя пиками напряжений

2. с тремя пиками напряжений (Рис. 8).

а) одиночный локомотив



б) подвижной состав

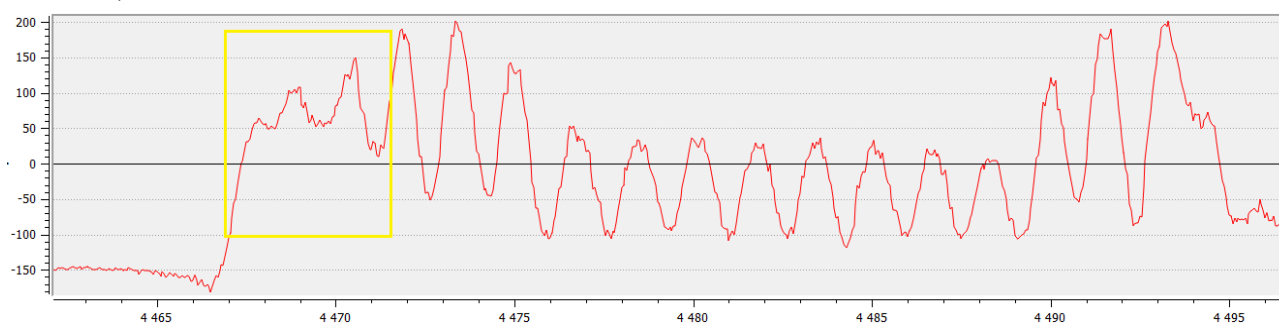


Рисунок 8 – Локомотив с тремя пиками напряжений

Для локомотивов с различными осевыми схемами, обращающихся на участке расположения моста, (ВЛ10 и 2ЭС6 «Синара») были построены расчётные графики усилий в исследуемой подвеске (Рис. 9, 10).

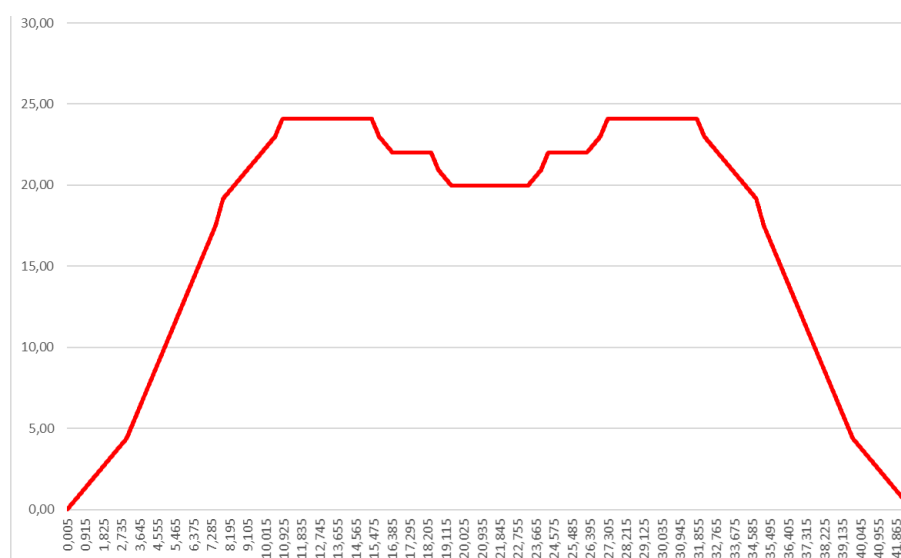


Рисунок 9 – График усилий в подвеске от ВЛ10

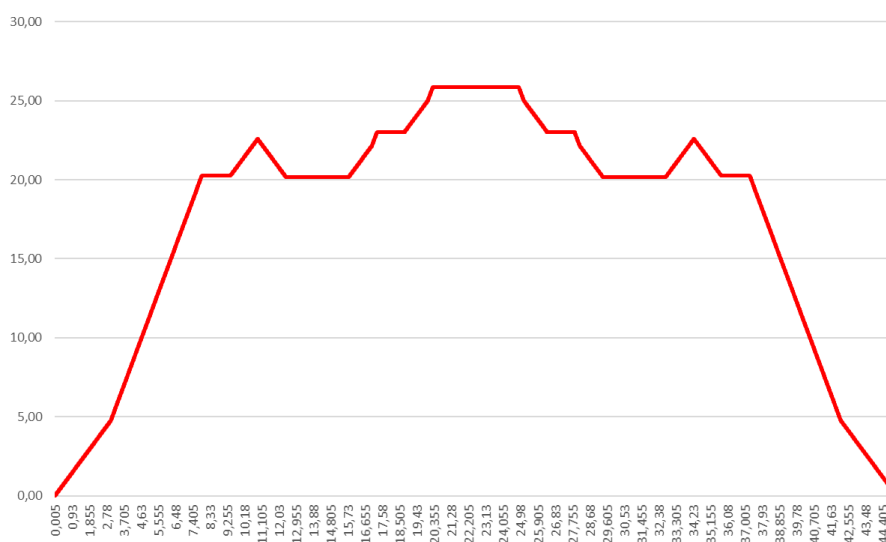


Рисунок 10 – График усилий в подвеске от 2ЭС6

Как видно из рисунков 8-10, характерный вид графиков изменения напряженного состояния, полученных по показаниям датчика, аналогичен расчетным графикам. Таким образом можно получать информацию не только о напряжениях, возникающих от проезжающего локомотива, но и об его осевой формуле или даже серии.

Литература:

1. Иванов Е.О., Оптимизация систем мониторинга железнодорожных мостов; Молодежь. Инновации. Технологии: сборник научных трудов международной научно-технической конференции. - 2019. – с. 14-17.

ОБНАРУЖЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВЕРШИН УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЯХ МОСТОВ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ

*Федоренко Владислав Анатольевич, студент 5-го курса кафедры «Мосты»
Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск
(Научный руководитель – Соловьёв Л.Ю., канд. техн. наук, доцент)*

В настоящее время на сети железных дорог Российской Федерации эксплуатируется большое количество сварных сплошностенчатых и решётчатых пролётных строений со сварной проезжей частью. Во многих эксплуатируемых пролётных строениях имеются различные усталостные повреждения. Большая часть усталостных трещин непрерывно растёт, что в дальнейшем может привести к значительному снижению эксплуатационных характеристик конструкции. При этом, как правило в сварных пролётных разрушение металла происходит из-за превышения предельных значений напряжений то есть предела выносливости; предел выносливости определяется при лабораторных испытаниях образцов плоской конфигурации, которые испытывают одноосное напряжённое состояние. При этом, для учёта реального характера поведения несущей конструкции при выполнении проверочных расчётов, к полученному вышеприведённым способом, пределу выносливости вводится набор дополнительных коэффициентов – таким образом, предполагается отсутствие повреждений при наработке базового числа циклов нагружения 2×10^6 . Однако, как показывает опыт эксплуатации мостов, трещины зарождаются гораздо раньше, чем сооружение успевает наработать базовое число циклов, при этом, трещины появляются в тех местах, в которых, согласно расчёту, их быть не должно – всё это говорит о несовершенстве методики перехода от одноосного напряжённого состояния к реальной работе конструкции, а также о невозможности расчётного прогнозирования появления случайных напряжений (из-за наличия поверхностных дефектов в материале, или от сварки в период монтажа и т.д.). Таким образом, для определения возможных областей усталостных повреждений необходимо выполнять натурные измерения.

На сегодняшний день одним из современных способов диагностики усталостных повреждений является инфракрасная термография, которая позволяет определять наличие и конфигурацию дефекта, по количеству выделяемого тепла в месте концентрации напряжений.

В данной статье рассматривается возможный подход к определению местоположения концентратора напряжения – вершины трещины. Подход основан на изучении процесса диссипации энергии в области усталостных повреждений при воздействии на конструкцию динамической нагрузки. При диссипации энергии большая её часть расходуется на разогрев металла вблизи усталостного разрушения – трещины, при этом максимальное выделение наблюдается в вершине трещины. Регистрация температуры позволит определить положение вершины трещины – в том месте будет наблюдаться пиковое значение изменения температуры.

Используя данный подход были определены местоположения вершин усталостных трещин в пролётных строениях железнодорожных мостов. Для регистрации температуры применялся тепловизор Fluke Ti400 с тепловой чувствительностью до 0,05 °С, имеющий частоту 9 Гц. Съёмка усталостных трещин проводилась в период прохождения подвижного состава. По результатам съёмки были получены термограммы области усталостного повреждения.

Для поиска вершины трещины выполняется обработка термограммы – определяется изменение температуры за полный цикл нагружения. Значения изменений температуры в каждой точке оцениваются по интенсивности цветов пикселей термограммы. По результатам осмотра в болто–сварных пролётных строениях также присутствует большое количество технологических трещин типа «в» и типа «а». Трещина типа «в» и термограмма полученная при съёмки приведены на (Рис. 1).

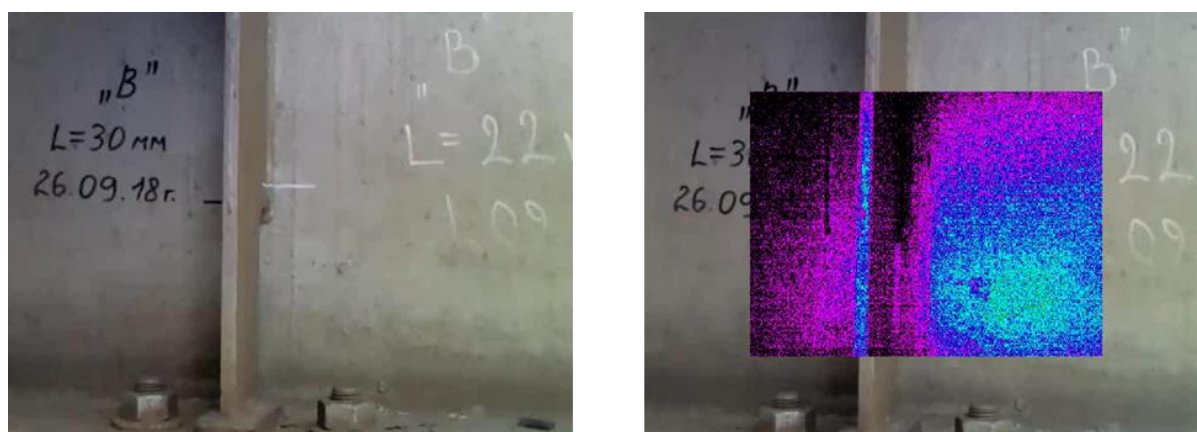


Рисунок 1 – Трещина в шве прикрепления вертикального ребра жёсткости к стенке балки и термограмма области трещины

Съёмка проводилась с расстояния 66 см в момент прохождения подвижного состава по мосту. Результат обработки термограммы на (Рис. 2).



Рисунок 2 – Результат обработки термограммы – вершина технологической трещины

Аналогичным способом были получены вершины усталостных трещин (Рис. 3).



Рисунок 3 – Трещина типа Т-13 и положение её вершины, полученное при обработке термограмм

Таким образом, возможно установить местоположение вершины трещины с дальнейшей целью по наблюдению за её развитием или устранению. Данный метод диагностики усталостных повреждений является перспективным и нуждается в дальнейших исследованиях. Внедрение данного способа в перечень необходимых операций при осмотре пролётных строений на железной дороге позволит выявить трещину до её выхода на поверхность.

ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ОПОР ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Балдин Данил Юсупович, магистрант

*базовой кафедры АО «Мостострой-11» «Искусственные сооружения на транспорте способы их возведения и эксплуатации»
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
(Научный руководитель – Краев Ан. Н., канд. техн. наук, доцент)*

Транспортные сооружения играют важную роль в жизни населения, так как по ним происходит движение транспортных средств, использующихся во всех сферах общества. Особая важность сооружений влечет за собой необходимость тщательного контроля их состояния.

Условия эксплуатации, своевременность ремонта и усиления – это необходимые условия, по которым оценивается надежность и долговечность транспортного сооружения.

По мере эксплуатации транспортного сооружения на первом этапе выполняется уход за сооружением. В процессе эксплуатации материалы, из которых изготовлено сооружение, подвергаются физическому и моральному износу. Моральный износ, связан с грузоподъемностью транспортного сооружения, допустимым скоростным режимом, интенсивностью потока и безопасностью движения. На последнем этапе эксплуатации сооружению требуются его ремонт или усиление.

В процессе функционирования сооружение должно проходить профилактику, должны осуществляться плано-предупредительные ремонты, данные мероприятия существенно увеличат срок службы сооружения.

Одной из самых ответственных составляющих транспортного сооружения являются его опоры, которые воспринимают нагрузки от пролетного строения и передают их на грунтовое основание, поэтому своевременное повышение срока службы опор является важнейшим мероприятием.

На большинстве транспортных сооружений, возведенных до второй половины XX века опоры представляют из себя монолитные конструкции из бутовой кладки, бетона и бутобетона, которые при эксплуатации в агрессивной среде быстро теряют эксплуатационные качества.

Опоры подразделяются на крайние и промежуточные. Промежуточная опора преимущественно состоит из фундамента, тела и оголовка, в ней выделяются следующие зоны:

- надводная – незатопляемая, на 1 метр выше поверхности грунта при отсутствии ледохода и выше ледохода при его наличии;
- подводная – на пол метра ниже уровня промерзания грунта или наинизшего уровня поверхности льда;
- переменного уровня воды – между надводной и подводной.

Зона переменного уровня воды является самой неблагоприятной. Повреждения образуются чаще всего в этой зоне.

Температурное, силовое и влажностное влияния на сооружение приводят к нарушению формы и целостности его элементов, называемым повреждением.

Несмотря на то, что опоры нуждаются в усилении реже, чем пролетные строения, долговечность мостового сооружения определяется в первую очередь по состоянию опор.

Основными причинами снижения эксплуатационных характеристик опор транспортного сооружения являются:

- технологические решения низкого качества при возведении опор;
- низкий уровень работы служб при эксплуатации;
- эксплуатация опор в неблагоприятных природно-климатических условиях.

Ремонт необходим при появлении хотя бы одной из причин.

Повреждения опор подразделяются на следующие разновидности:

- частичное или полное разрушение подферменных труб и сливных площадок на оголовке опоры;
- разрушение раствора в швах между облицовочными камнями тела опоры;
- разрушение поверхностных слоев кладки опоры;
- глубинное расстройство кладки опоры;
- трещины в опоре;
- разрушение подводной части русловой опоры;
- общие деформации опор.

Неудовлетворительные условия опирания пролетных строений вызывают дефекты **подферменных плит**. Вертикальные трещины, прорезающие на большую глубину, могут появляться вследствие большого трения в подвижных опорных частях и их заклинке. (Рис. 1, а).

Сливные площадки подферменных плит разрушаются по причине устройства без необходимых уклонов для отвода воды с оголовков опоры из раствора низкой плотности с тонким слоем нанесения.

Выветривание кладки приводит к недостаточной прочности наружных слоев, неровности поверхностей, сетке мелких трещин, кавернам.

Интенсивными для выветривания являются зоны истирающего действия ледохода и переменного уровня воды.

Вывал облицовочных камней приводит к разрушению кладки опоры, а потеря связи между облицовкой и ядром опоры происходит из-за разрушения раствора в швах кладки.

Прочность кладки бетонных опор снижается из-за недостаточного уплотнения бетонной смеси, замораживания бетона кладки в процессе твердения, выщелачивания бетона при несоответствующем водоотводе.

Глубинное расстройство кладки опоры происходит по причине того, что в опорах из бутовой кладки со слабым раствором, который со временем выщелачивается, кладка опор становится рыхлой, появляются каверны.

Одним из серьезных повреждений опор являются **трещины**. С течением времени от массивных, каменных опор стали переходить к опорам из бетона, что механизировало строительство и ускорило ввод объектов, но в бетонных опорах стали обнаруживаться трещины. Были попытки увеличить расход цемента, что привело к образованию еще больших трещин. Также не помогло использование поверхностных арматурных сеток.

Вертикальные трещины по оси моста наиболее характерны для бетонной опоры. (Рис.1,б). Они возникают при бетонировании в холодное время года. Температурно-инертное массивное ядро охлаждается медленнее, чем наружный слой бетона, из-за этого возникают растягивающие температурные напряжения. Трещины возникают из-за того, что внешний слой как бы натягивается на внутренний слой опоры, который препятствует изменению контура.

В зоне контакта фундамента и надфундаментной части также появляются вертикальные трещины. Трещины возникают из-за бетонирования в холодное время года, когда бетонная смесь укладывается на замороженный фундамент. Холодный фундамент препятствует процессу увеличения опоры в размерах по периметру из-за экзотермического выделения тепла. Часто по причине этого возникает трещина, общая для фундамента и нижней части тела опоры. (Рис.1, б)

В опорах в виде замкнутых контуров, заполненных бетонной смесью, также возникают вертикальные трещины. (Рис. 1, г). Трещины образуются также в холодный период, их появлению способствует влага, находящаяся в бетоне заполнения. Дополнительные усилия в контуре возникают по причине того, что при замерзании происходит увеличение объема льда. Также трещины образуются по причине отличия бетона оболочки и бетона заполнения по характеристикам.

Уменьшению трещинообразования может способствовать понижение массивности конструкции, когда происходит отказ от массивной опоры, при

этом перепад температур наружных слоев и ядра поперечного сечения опоры будет меньше.

В зоне контакта фундамента с облегченной частью опоры появляются температурные трещины (Рис.1, д) в пустотелых опорах. Стенка рвется из-за того, что массив препятствует ее уменьшению, когда резко понижается температура воздуха, при этом тонкая стенка охлаждается быстрее. Переход от массивной части опоры к пустотелой сопровождается появлением вертикальных трещин, потому что в полости оболочки накапливается вода конденсата.

Нитеобразные разрушения кладки обнаруживаются, когда обследуется подводная часть промежуточной опоры. Из-за недостаточной прочности материала кладки разрушение по глубине может достигать одного метра. Происходят также вывалы облицовочных камней, когда разрушения начинаются со швов камней облицовки и переходят на тело опоры.

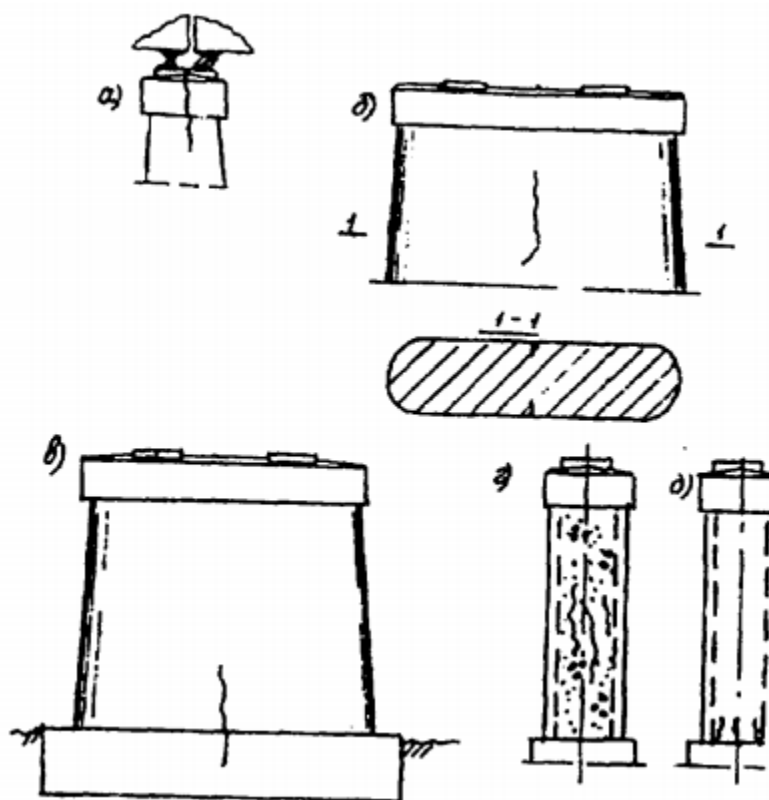


Рисунок 1 – Трещины в опорах:

а – при заклинке подвижных опорных частей; б, в – температурные в массивных опорах; г – в железобетонной оболочке, заполненной бетонной смесью; д – в пустотелой опоре

В зависимости от грунтовых условий и подмыва опор **возникают общие деформации опор**. Они возникают из-за разрушения бетона мощения конусов, нарушений целостности и формы конуса насыпи подхода, смещений опорных частей, заклинки пролетных строений.

Неисправности, возникающие в опорах, подразделяются на следующие категории:

- категория 0 – полностью исправные с незначительными повреждениями;
- категория I – неисправности, влияющие на долговечность, но не отражающиеся на прочности;
- категория II – неисправности, снижающие прочность и долговечность, препятствующие нормальной эксплуатации;
- категория III – неисправности, значительно снижающие прочность.

Для того чтобы приступить к ремонту, прежде всего сначала выявляется причина повреждения, принимаются меры для ее устранения.

При ремонте **подферменников** при появлении трещин выполняется армированная бетонная оболочка, также специальными хомутами выполняется их обжатие. Бетонирование нового подферменника устраивается только в случае сильного разрушения.

В зоне переменного уровня воды **раствор швов** камней облицовки разрушается больше всего. Шов расчищается и восстанавливается цементно-песчаным раствором.

Посредством оштукатуривания в несколько слоев цементно-песчаным раствором устраняются **местные наружные неисправности**.

Облицовочные камни заменяются при **местных повреждениях облицовки**.

Местные наружные неисправности устраняются нанесением на ремонтируемую поверхность нескольких слоев цементно-песчаного раствора с помощью сжатого воздуха - **торкретированием**. Схема установки для торкретирования показана на Рис.2.

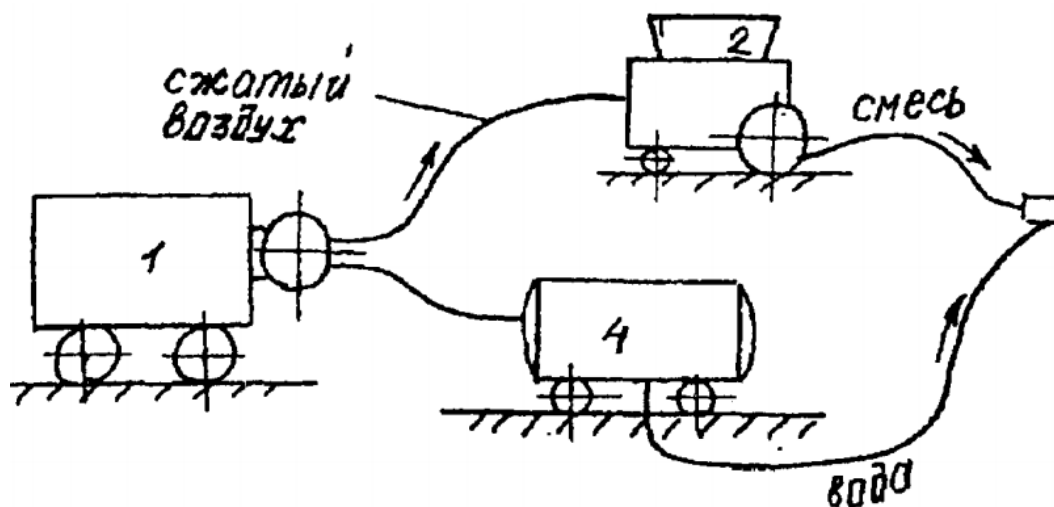


Рисунок 2 – Схема торкретной установки:

1 – компрессор; 2 – цемент-пушка; 3 – сопло-распылитель; 4 – бак с водой

При ремонтных работах широкое использование имеет **инъектирование кладки**. Разрушенные части массива связываются в одно целое при нагнетании в кладку цементного раствора, этот процесс называется цементация, необходимый при наличии в кладке глубоких трещин, пустот (Рис.3).

Железобетонные пояса устраиваются в тех случаях, когда трещины в кладке настолько большие, что разделяют кладку на блоки, когда имеется большое количество дефектов (Рис.4).

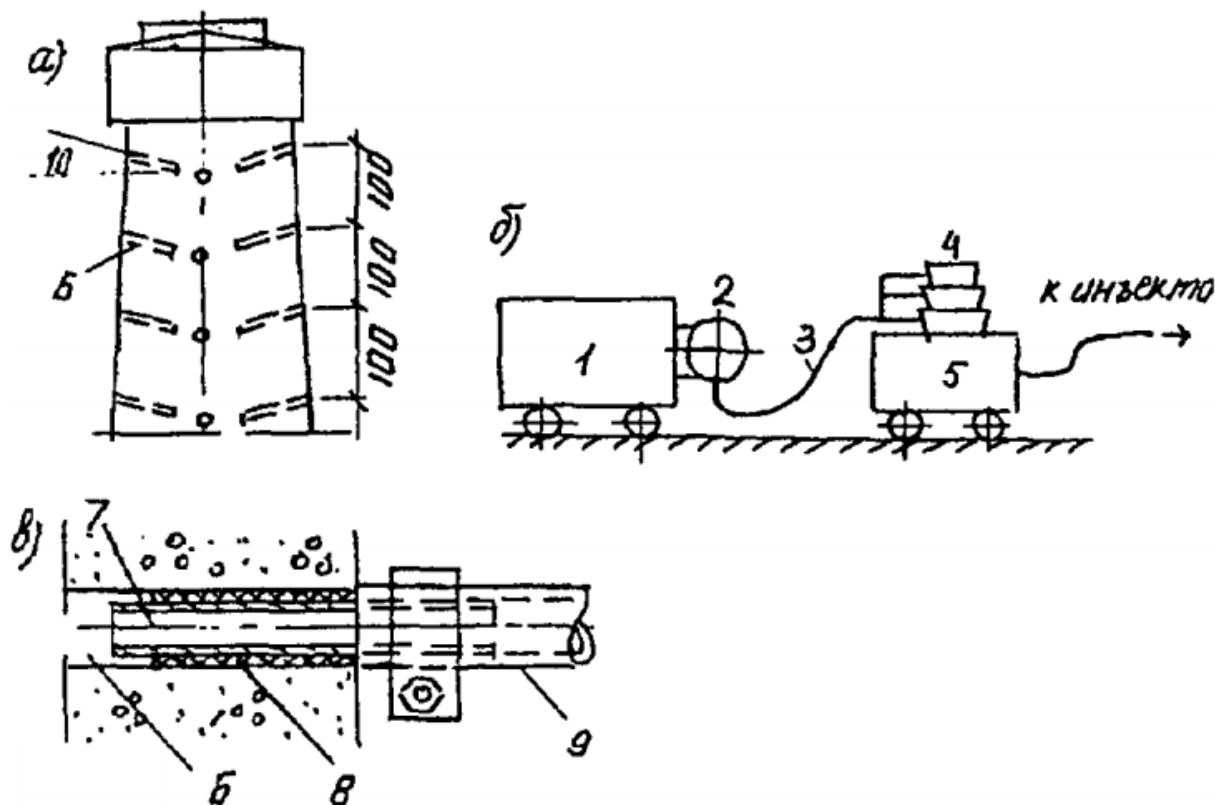


Рисунок 3 – Инъектирование кладки опоры.

- а – положение скважин; б – схема насосной установки; в – инъектор
 1 – компрессор; 2 – воздухосборник; 3 – шланг; 4 – загруженный барабан; 5 – смеситель; 6 – скважина; 7 – инъектор; 8 – пакля; 9 – резиновый шланг

Железобетонная рубашка (Рис. 5) устраивается в случае существенных дефектов наружных слоев кладки.

Вышеописанные методы используются в сочетании – цементация кладки с устройством защитной железобетонной рубашки или с торкретированием. Сборные бездонные ящики или шпунтовые ограждения используются в качестве водонепроницаемых перемычек, которые необходимы, если дефекты обнаружены в подводной части сооружения. Тампонажный слой бетона укладывается методом вертикально перемещаемой трубы между стенкой

ограждения и опорой. Когда вода из ограждения откачивается, ремонт происходит аналогично ремонту надводной части.

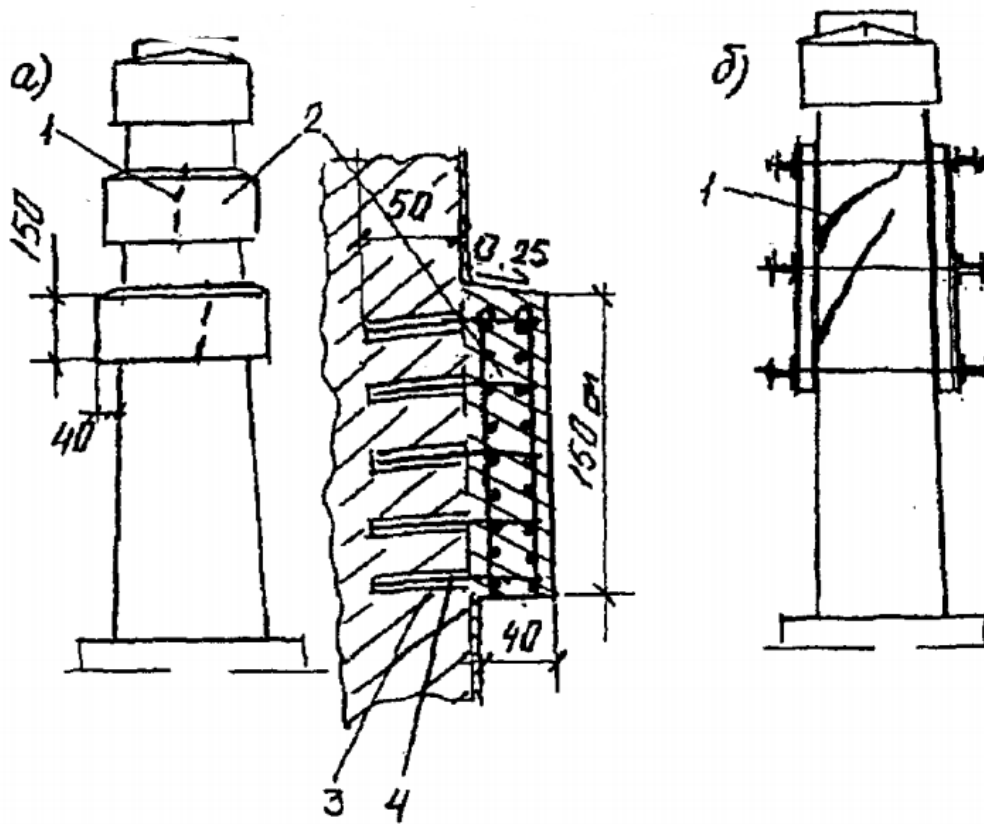


Рисунок 4 – Железобетонные пояса и стальные бандажи опоры:

а – пояса; б – бандажи;

1 – трещина; 2 – конструкция пояса; 3 – скважина; 4 – анкер

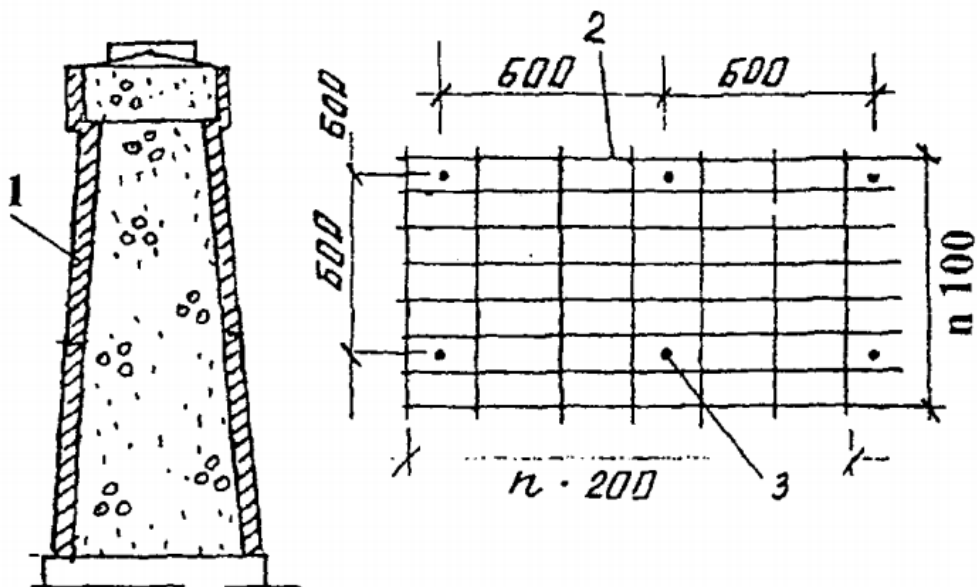


Рисунок 5 – Железобетонная рубашка опоры:

1 – рубашка; 2 – арматурная сетка; 3 – анкер, заделываемый в скважину

При выполнении ремонта **подводных частей** опор важно подобрать приемлемый состав бетонной смеси. Обязательной характеристикой бетона, используемого под водой, является его низкая проницаемость.

Анализ состояния существующего фонда транспортных сооружений показывает необходимость в дальнейшем изучении способов усиления несущих конструкций, особенности применимости способов усиления к различным видам конструктивных решений, выявление резервов несущей способности усиленных конструкций, а также оценки их долговечности после восстановительных работ.

Литература:

1. Саламахин П.М. Инженерные сооружения в транспортном строительстве. Книга 2. Москва : Издательский центр «Академия», 2007. 135 с.
2. Пример разработки проекта ремонта железобетонного моста: учеб. пособие / И.Г. Козлов, С.В. Ситников, А.Н. Пестряков, А.Н. Маринин Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2005. 194 с.
3. Бокарев С.А., Засухин И.В. К вопросу о долговечности массивных опор мостов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 5. С. 185-197.
4. Кокодеев А.В., Овчинников И.Г. Обследование, мониторинг, выполнение ремонтных и восстановительных работ на подводных частях транспортных сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2014. Саратов. №5(24).
5. Алферов В.И., Скворцов В.О. Механизмы классификации работ при ремонте мостовых сооружений // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. №6.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Кугаевский Никита Максимович, магистрант

базовой кафедры «АО Мостострой-11»

Тюменский индустриальный университет. г. Тюмень.

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

Аннотация. В данной работе рассмотрен вопрос актуальности применения полимерных композиционных материалов в качестве элементов для усиления мостовых сооружений из железобетона. Отражены данные взятые из научных статей опытных российских учёных интересующихся данной областью.

О применении полимерных композиционных материалов стало известно из зарубежного опыта с начала 70-х годов двадцатого века, в России же данный вид строительного материала появился лишь спустя 20 лет.

Композиционный материал, используемый при усилении железобетонных конструкций, являет собой волокна (стеклянные, арамидные, углеродные и др) объединенные полимерной матрицей в ламинанты (пластины), либо полотна различного плетения [1] (Табл. 1)[2].

Таблица 2 – Волокна полимерных композитных материалов [2]

		
Ткань из стекловолокон	Ткань из углеродных волокон	Ткань из арамидных волокон

Краткое содержание производства работ можно изложить в следующей последовательности: первый этап – очистка поверхности бетона и при необходимости восстановление до проектного значения размеров усиливаемой

конструкции, второй этап – нанесение клеящих составов (адгезивов), третий этап – оклейка поверхности полотнами из указанного типа волокон. (Рис. 1).



Рисунок 2 – Схематичное изображение пролета моста, усиленного полимерными композиционными материалами [3]

В научной статье [4] авторы указывают на то, что в транспортном строительстве, осуществляемом на территории Российской Федерации, доля применения композиционных материалов значительно ниже традиционных (метал и бетон), но все же имеет положительную динамику.

С целью формирования чёткого представления, об актуальности применения данного типа материалов, для усиления пролетных строений мостов, проведем анализ наиболее актуальных научных работ по данной тематике.

Для начала рассмотрим положительные стороны применения композиционных материалов. Исходя из данных статьи [4] основным рядом преимуществ полимерных композитов являются такие как высокая удельная прочность, повышенная стойкость к действию агрессивных сред, так же стоит принять во внимания показания такой характеристики как «коэффициент конструктивного качества» представляющий собой отношение предела прочности при сжатии на относительную плотность материала (Табл. 2):

Таблица 2 – Коэффициенты конструктивного качества строительных материалов (составлена по данным научной статьи [4])

Материал	Значение коэффициента конструктивного качества
Бетон класса В 10	0,06
Сталь марки Ст3	0,5
Дюралюминий	1,6
Композиционный материал	2,2

Опыт усиления пролётного строения моста через реку Карпысак изложенный в научном труде [5] автор дает понимание о возможности выполнения работ данного типа, с повышением несущей способности железобетонных пролётных строений до требуемого уровня, без перекрытия движения по мостам.

С экономической точки зрения, производство работ по такому техническому решению, позволило окупить все издержки связанные с относительно высокой стоимостью материалов. Достигнуть этого удалось за счёт сокращения сроков сооружения, в сравнении с другими способами, а так же исключения необходимости в дорогостоящем монтажном оборудовании.

Немаловажным положительным моментом является снижение трудоемкости, за счёт легкости ламинантов по сравнению с традиционными материалами (сталь, бетон) и относительно простой технологии производства работ. Эти же преимущества способствуют улучшению условий труда и снижению травматизма при выполнении работ, что должно особенно привлечь внимание Российских компаний, являющихся приверженцами, популярной в зарубежной практике, концепции нулевого травматизма Vision Zero, базовые ценности которой основываются на создании безопасных и по возможности максимально комфортных условий труда для сотрудников.

Так же применение полимерных композитов позволяет сохранять эстетичный вид мостов, тем самым сохраняя их культурную значимость.

Как известно любая технология производства работ имеет как свои преимущества, так и свои недостатки. Применение композиционных материалов для усиления пролетов мостов не исключение. Одним из них можно считать тот факт, что работоспособность большинства клеящих составов, которые обеспечивают восприятие ламинантами нагрузок с пролета моста, достигается при температуре от минус 50°C до плюс 100 °C [1]. А, как известно в некоторых регионах нашей страны например в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах, нижнее значение данного температурного показателя вполне достижимо.

Основываясь на данных и выводах указанных в научной статье [6] перечислим некоторые выводы, которые тоже стоит отнести к недостаткам:

- результаты экспериментальных исследований железобетонных конструкций, усиленных композитными материалами нередко не только не совпадают, но даже и противоречат друг другу.
- значения, полученные при сравнении результатов теоретического расчёта и экспериментальных данных, не совпадают в разы.
- опыт расчета указанный в статье [6] показал, что при применении композиционных материалов, усилить конструкции возможно на

величину от 1 до 8-10%, в зависимости от предела прочности и модуля упругости холста.

К недостаткам применения данного способа усиления мостовых сооружений так же стоит отнести то, что все типы волокон имеют не поддерживают горение и имеют относительно низкую точку плавления, при которой теряют свои прочностные свойства (Табл 3).

Таблица – 3 Сравнение температур точки плавления материалов [1]

Материал	Температура точки плавления °С
Арамидные волокна	200
Углеродные волокна	350
Стекловолокно	1000
Сталь	1300-1500

21 век – век инноваций, именно поэтому, необходимо развивать, применять и более детально изучать все новые и новые возможности получения результатов с большим коэффициентом полезного действия, при меньших ресурсных затратах. Одной из таких возможностей, за счёт своих преимуществ, является метод усиления пролетных строений мостовых сооружений при помощи полимерных композиционных материалов. При более детальном исследовании и решении ряда недостатков, данный способ может оказаться весьма актуальным, особенно в городах, где необходимо сохранять эстетичный вид мостов.

Литература:

1. Неволин Д.Г. Усиление железобетонных конструкций зданий и сооружений различного назначения полимерными композиционными материалами : монография / Д. Г. Неволин, Д. Н. Смердов, М. Н. Смердов. – Екатеринбург : УрГУПС, 2017. – 151 с.
2. Сайт «РТТ онлайн» [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://ppt-online.org/250715>. – Дата доступа: 28.11.2019 г.
3. Сайт ООО «КМПОЗИТ» «Усиление железобетонных мостов и путепроводов» [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.compozit.pro/work/usilenie_konstruktsij_uglevoloknom/usilenie_mostov/. – Дата доступа: 28.11.2019 г.
4. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Мандрик-Котов Б.Б., Михалдыкин Е.С. Проблемы применения полимерных композиционных материалов в транспортном строительстве // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/89TVN616.pdf>. с. 1-19.

5. Боккарев С.А., Кобелев К.В., Слепец В.А. Усиление железобетонных элементов мостов полимерными композиционными материалами без остановки движения // Интернет-журнал «Науковедение» 2014, №5, <http://naukovedenie.ru/PDF/c.1-17>.
6. Овчинников И.Г., Валиев Ш.Н., Овчинников И.И., Зиновьев В.С., Умиров А.Д. Вопросы усиления железобетонных конструкций композитами: 2. Натурные исследования усиления железобетонных конструкций композитами, возникающие проблемы и пути их решения // Интернет-журнал «Науковедение» 2012, №4, <http://naukovedenie.ru/PDF/14tvn412.pdf>. - М. с. 1- 37.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ПУТЕМ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Типтев Данила Николаевич, магистрант

«Базовая кафедра АО «Мостострой – 11»

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

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

Аннотация. Железобетон является одним из основных материалов для возведения мостовых сооружений. И если необходимость защиты стали от коррозии очевидна, то проблема коррозии железобетонных сооружений не всегда привлекает к себе должного внимания. В данной статье рассматривается значимость этой проблемы, оценивается влияние коррозии на долговечность конструкций и сооружений и необходимость их защиты.

Ключевые слова: коррозия, железобетон, мостовое сооружение, разрушение, аварии, долговечность, надежность, защита от коррозии, окраска

Введение

С появлением железобетонных конструкций долгое время считалось, что железобетон крайне долговечный материал, который имеет высокую коррозионную стойкость и не нуждается в дополнительной защите или специальном уходе. Это утверждение достоверно, если конструкции эксплуатируются в нормальном влажностно-климатическом режиме и без воздействия агрессивных сред. Но абсолютное большинство мостовых сооружений эксплуатируется в условиях значительного влияния на них факторов окружающей среды, таких как температурные условия, погодные воздействия, агрессивные газы в атмосфере и агрессивные воды, минеральные и химические вещества в составе противогололедных реагентов. Вследствие чего при необеспечении защиты долговечность элементов конструкций и самих сооружений в целом значительно падает, появляется необходимость досрочных ремонтных работ. А при отсутствии должного внимания во время эксплуатации такие конструкции становятся аварийными и, следовательно, потенциально опасными.

Основная часть

Одним из важнейших принципов при проектировании мостовых сооружений является обеспечение безопасности во времени их планируемого срока службы, сохранение эксплуатационных качеств, то есть заданной долговечности.

Долговечность – это свойство конструкции или отдельного элемента в течение длительного времени сохранять свою работоспособность до наступления предельного состояния при заданных условиях эксплуатации. Выделяют физическую и технологическую долговечность и обратные им понятия: физический и моральный износ. Но говоря о долговечности в общем, обычно подразумевают первое. Физическая долговечность определяется физико-техническими характеристиками конструкции, а физический износ их изменениями (потерей первоначальных параметров).

Для обеспечения работоспособности сооружения во времени необходимо уделять должное внимание его обслуживанию при эксплуатации.

Опыт эксплуатации мостовых сооружений с предварительно-напряженными железобетонными пролетными строениями и (или) железобетонными опорами, которые были построены во второй половине прошлого столетия, показал, что из-за трещинообразования, приводящего к последующей коррозии арматуры в теле бетона (Рис.1) и самого цементного камня бетона, уже через 30-50 лет они потребовали высокочатратного и трудоемкого капитального ремонта, реконструкции, а иногда и случаев полной замены [1].



Рисунок 1 – Коррозия арматуры балки пролетного строения и опоры

Ориентировочный срок службы мостов и путепроводов, вернее их основных элементов (опоры, ригели пролетные строения) составляет 70-100 лет. Незащищенный железобетон разрушается, значительно раньше этого срока. Уже

через треть или вторую часть от планируемого срока службы такое сооружение становится аварийным и несет в себе опасность при дальнейшей эксплуатации.

Однако, в наше время по-прежнему не всегда защищают бетон от коррозии. Такая тенденция наблюдается не только в России, но и за рубежом. Зачастую, при строительстве небольших мостовых сооружения местного назначения, реже более крупных объектов, отказываются от использования вторичной защиты поверхности бетона, полностью полагаясь на конструктивные меры.

Посредством строительства новых путей сообщения мостов, путепроводов, переходов становится все больше, а также становится больше случаев аварий этих сооружений причиной, которой послужила коррозия.

В статье [2], по мнению авторов, приведены основные возможные причины разрушения мостовых сооружений, анализ случаев разрушения и их классификация.

Причиной аварий и разрушения могут служить:

- Ошибки на стадии проектирования (6%)
- Ошибки на стадии строительства (15%)
- Ошибки на стадии эксплуатации (40%)
- Непредвиденные обстоятельства (39%)

Разрушение конструкций коррозией относится к третьему пункту, который по числу случаев занимает 40% от общего количества, что больше всех остальных.

Примеры разрушений

Мост через реку Чалвенка (Рис.2) в микрорайоне Венюково (Московская область) разрушился из-за коррозии несущей арматуры главных балок [3].



Рисунок 2 – Обрушение моста через реку Чалвенка

Аварийное разрушение моста на автомобильной дороге Р-225 «Самара – Бугуруслан» (Рис.3). Сооружение долгое время находилось в неудовлетворительном техническом состоянии. 19 апреля 2012 года после проезда самосвала (точная масса неизвестна) обрушилось пролетное строение. По характеру обрушения было определено, что причиной аварии стала коррозия несущей арматуры, что привело к недостаточной несущей способности ригеля промежуточной опоры [2].



Рисунок 3 – Обрушение моста на дороге Р-225 «Самара – Бугуруслан»

Меры защиты

Методы вторичной защиты подразумевают нанесение на поверхность бетона различных материалов:

- применение лакокрасочных покрытий;
- применение оклеечной изоляции;
- использование обмазочных и штукатурных покрытий;
- облицовка бетонных поверхностей штучными или блочными изделиями;
- пропитка поверхностного слоя конструкций химически стойкими материалами;
- обработка бетонной поверхности составами проникающего действия, уплотняющих пористую структуру бетона кристаллизующимися новообразованиями;
- гидрофобизация поверхности или флюотирование;
- обработка специальными препаратами (биоцидами, антисептиками и т.п.)

Одни из популярных способов защиты – это нанесение на поверхность лакокрасочных акриловых составов [5]. Образовавшаяся защитная пленка надежно защищает поверхность конструкций не только от воздуха и влаги, но

также и от воздействия различных микроорганизмов. Лакокрасочные покрытия получили широкое применение благодаря их низкой стоимости и простоты технологии устройства.

Заключение

Проблеме коррозии железобетонных сооружений должно уделяться должное внимание. Помимо первичных методов защиты бетонных и железобетонных мостовых конструкций следует также применять и вторичные. Также необходимо проводить периодические проверки и обследования мостов и путепроводов на наличие признаков коррозии и состоянии защитных покрытий и необходимости их возобновления.

Сведение к минимуму коррозионных процессов можно обосновать также экономическими соображениями. Необеспечение должной антикоррозионной защиты может привести к значительно большим тратам при восстановлении и ремонте аварийных сооружений.

Литература:

1. Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания / И.Г. Овчинников, А.И. Ликверман, О.Н. Распоров и др. – Саратов: Изд-во «Кубик», 2014. – 504 с.: ил. 155., табл. 23., библиограф. 175 наименований.
2. <https://rosdornii.ru/files/dorogi-i-mosti/39/16.pdf> (Дата обращения: 25.11.2019)
3. <http://eadnurt.diit.edu.ua/jspui/retrieve/20960/10mirosh.unlocked.pdf> (Дата обращения: 25.11.2019)
4. <https://docplayer.ru/72819738-Vtorichnaya-zashchita-betona-ot-korrozii-secondary-protection-of-concrete-from-corrosion.html> (Дата обращения: 26.11.2019)

ИНЪЕКЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

*Айрапетян Никита Эдвардович, студент 4 курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

В ходе проведения обследований зданий и сооружений очень часто выявляются проблемы с гидроизоляцией фундаментов. Решение этой проблемы в процессе эксплуатации имеет первоочередное значение.



Рисунок 1 – инъектирование состава в стену фундамента

Для решения данной проблемы применяется инъекционная гидроизоляция. Суть метода состоит в высверливании в конструкции сквозных отверстий и последующая инъекция изолирующего состава. Метод может быть применен для ремонта фундаментов зданий, опор мостов, тоннелей метрополитена и др. Выполнение инъектирования возможно двумя вариантами:

1. Подача смеси самотеком, без давления. Для этого необходимо просверливать отверстия в конструкции под углом 40° к поверхности.
2. Подача смеси под давлением.



Рисунок 2 – подача смеси под давлением

Очень важным преимуществом применения инъекционной гидроизоляции является возможность проведения ремонтных работ в любых климатических условиях, для производства работ не требуется отрывать котлован и вскрывать существующий фундамент, а также возможность усиления фундамента здания без прекращения его эксплуатации в период проведения работ.

Литература:

1. ТехноНОВО – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.texnonovo.ru/rabota/inektsionnaya-gidroizolyatsiya> – Дата доступа: 24.12.2019.
2. Пенетрон Бел [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.penetron.by/инъекционная-гидроизоляция/> – Дата доступа: 24.12.2019.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНОМ

*Бурак Илья Иванович, студент 5-го курса кафедры «Мосты и тоннели»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Термин «автоматический» часто ассоциируется со значением «без машиниста». Однако это не совсем правильно, поскольку можно идентифицировать различные уровни автоматизации системы метро, начиная от систем автоматического регулирования скорости, функции помощи машинисту для управления тормозами, систем дистанционного управления для автоматического регулирования остановок на станциях метро и открывания/закрывания двери метрополитена, заканчивая полной автоматизацией всего спектра работы без машиниста состава метрополитена.

Есть разные преимущества эксплуатации поездов без машинистов, в частности:

- Поезда могут ходить чаще и поэтому, метро может перевезти такое же количество людей в более короткий промежуток времени;
- Частота обслуживания может быть легко отрегулирована для решения внезапных неожиданных обстоятельств, потому что отсутствие машинистов позволяет в короткие сроки ввести в эксплуатацию или вывести из эксплуатации поезда;
- Сокращение времени оборота поезда в тупиках;
- Поезда могут ходить ближе к друг другу, что позволяет минимизировать задержки в графике движения;
- Финансовая экономия как на энергии, так и на износе, потому что поезда двигаются к оптимальной спецификацией;
- Сокращение расходов на персонал (или оптимизированное использование персонала).

Для того, чтобы иметь полностью автоматическое управление, соответствуя всем мерам безопасности, необходим следующий набор функций, взаимодействующих друг с другом:

- Движущийся поезд
- Обработка пассажиров
- Централизованное управление

Производительность системы во многом зависит от производительности используемой системы автоматического управления поездом. С ростом

автоматизации ответственность за управление операциями постепенно переходит от машинистов и операторов к системе управления. Система обычно включает в себя различные функции, в частности, для мониторинга, выполнения и контроля всего операционного процесса. Он может иметь различные уровни автоматизации, а именно: управление поездом, управляемым машинистом, полуавтоматическое управление поездом, управление поездом без машиниста и без присмотра. Система постоянно отображает текущее разрешение на движение на дисплее кабины и контролирует допустимую скорость движения поезда. Поэтому цветные световые сигналы больше не нужны. Система также может использоваться с автоматической операцией поезда и обычно считается критически важной частью системы. Со временем появились различные системы безопасности, помеченные как «автоматическое управление поездом». Обычно система автоматического управления составом делится на три категории:

- 1) Автоматическая защита поезда. Использует индикацию целевой скорости и звуковые предупреждения, чтобы предупредить машиниста поезда, если он присутствует, о превышении скорости движения, проезд на запрещающий сигнал. В этом случае система применяет экстренное торможение, если машинист не реагирует на эти предупреждения. Система учитывает соответственно скорость и положение поезда. Система получает информацию о разрешенной скорости и местоположении от рельса через закодированные данные или, в последнее время, через радиосигналы.
- 2) Автоматическая работа поезда. Это устройство для повышения безопасности эксплуатации, которое используется для автоматизации работы поездов. Как правило, на данный момент система используется на малых участках движения (шатлы между терминалами в аэропорту). Однако при использовании данной системы на более длинных участках, компании эксплуатирующие метрополитен оставляют машиниста в кабине.
- 3) Автоматические системы наблюдения за поездами. Система управления предоставляет различную информацию, в частности, широкий спектр проверенных функций отслеживания поездов, настройки маршрутов и диспетчерских данных от станционных пультов управления до высокоавтоматизированных централизованных центров контроля и управления. АСН также регулирует поведение поездов, чтобы управлять задержками и расписанием.

Преимущества систем метро без машинистов кажутся очевидными, поезда могут ходить чаще, и это означает, что можно достичь той же транспортной способности за меньший промежуток времени. Кроме того, система метро без машинистов имеет более предсказуемое время работы, чем традиционные,

система автоматического управления может управлять поездами с оптимизацией энергопотребления, автоматическим и компьютеризированным обнаружением неисправностей и автоматическим аварийным управлением, повышающим безопасность пассажиров. Для конкурентоспособной отрасли, стремящейся добиться улучшения обслуживания и безопасности клиентов, необходимо решить, имеет ли смысл удаление сотрудников из поездов и может ли это быть оправдано.

Литература:

1. L.I. Silva, A. Bouscayrol, C.H. De Angelo, P. Delarue, J.N. Verhille, “A Novel Approach for Simulating the Control of the Traction System of an Automatic Subway”, 2014 IEEE Conference on Vehicle Power and Propulsion (VPPC), 2014, pp. 1-6.
2. “Comparison of Different Models and Simulation Approaches for the Energetic Study of a Subway”, IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 63(2), 2014, pp. 556 – 565.
3. C. Mayet, L. Horrein, A. Bouscayrol, P. Delarue, J.N. Verhille, E. Chattot, “Dynamical and static models of the traction system of an automatic subway”, 2013 15th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE), 2013, pp. 1–10

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ БЕТОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ К ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

*Волчек Алексей Геннадьевич, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

У бетона пористая структура, обеспечивающая ряд преимуществ в сфере строительства. Однако этот материал обладает характерной особенностью: через 8-10 часов бетонная смесь схватывается и на поверхности образуется так называемая цементная пленка или второе ее название – цементное молочко. Пленка – смесь, состоящая из растворимых и не растворимых солей, а именно нитраты, сульфаты и другие. Вариантов появления цементной пленки множество, но главной проблемой являются закрытые поры, не позволяющие получить впоследствии качественную гидроизоляцию. Наносимый материал не проникнет на требуемую глубину бетонной толщи, а результатом будет, являться несоответствие выполнения возлагаемых на него функций.

Поэтому обработка и подготовка поверхности к гидроизоляции является сложным, дорогим и трудоемким процессом.

Механическая обработка. При очистке бетонной поверхности, механическая обработка – один из универсальных методов, применяемых повсеместно. Используются фрезы (Рис.1), игольчатые и отбойные молотки (Рис.2), жесткие щетки, строительные пылесосы и другая аппаратура.



Рисунок 1 – Фреза по бетону



Рисунок 2 – Отбойный молоток

Требование к бетонной поверхности: должна быть шероховатой и ровной. Поэтому обработка бетона, ведущая к полировке ее поверхности, исключена.

Поверхностная обработка позволяет снимать слой до 1 мм, а глубокая – выше 1 мм. Поверхностные слои на глубину 2-3 см удаляют фрезой за один подход.

Тепловлажностная обработка. Позволяет ускорить процесс твердения бетона и набора им требуемой прочности, при этом повышая ее до 50-100 МПа. Для этого применяются специальные камеры с атмосферным давлением, либо автоклавы с термоформами или кассетами. Теплоносителями являются горячая вода или пар с повышенной влажностью.

Обработка включает в себя четыре этапа:

- выдерживание;
- повышение температуры (до предельного уровня);
- изотермическое прогревание;
- процесс остывания.

Пескоструйная обработка. Метод с точки зрения экономичности показал себя весьма неплохо. Широко применяется для простой и сложной по конфигурации поверхности. Но обладает низкой производительностью при высоком загрязнении поверхности.

Пескоструйная сухая обработка (Рис.3) не применяется без использования надежных средств защиты. Во время работы, строительная площадка сильно загрязняется, что требует обязательного обеспыливания – промывки водой. Рациональнее использовать мокрую обработку (Рис.4), при которой песок и вода подаются одновременно.



Рисунок 3 – Пескоструйная сухая обработка



Рисунок 4 – Пескоструйная мокрая обработка

Применяются аппараты емкостью 50-200 л. Если в бетоне количество сульфатов и нитратов превышает норму, то метод не применяется, тогда на помощь приходит рассмотренная ранее – сухая обработка с применением строительных пылесосов. Производительность такой обработки лежит в пределах от 100 до 600 м²/час.

Дробеструйная обработка. Преимущественно используется для горизонтальных плоскостей. Глубина обработки зависит от мощности

установок, которая может достигать до 2 мм и крупности применяемой дроби. Из-за высокой стоимости работ, дробеструйная обработка применяется реже, чем пескоструйная.

Аппараты высокого давления. Метод заключается в подаче воды под давлением, позволяющей проводить очистку от поверхностных слоев, на глубину нескольких сантиметров. Еще одним достоинством является возможность применения аппаратов высокого давления, как для очистки арматуры, так и резки бетона. Недостаток – в высоком расходе воды.

Химическая обработка. Сложность этого метода заключается в трудном обеспечении равномерного воздействия и удалении кислоты. Растворы наносят на бетонную поверхность щетками, через 5 минут промывают горячей водой. Если требуется, процесс повторяется и в конце основание проверяется на кислотно-щелочной баланс.

Обработка от биологически активных веществ. Используется горячая вода под давлением (до 25 МПа), либо пескоструйные установки. Бетонную поверхность покрывают препаратами с биологической активностью. При высоком заражении основания, обработку проводят в два этапа с выдержкой паузы в 14 суток. Обработка проводится обязательно в подвалах и других помещениях с повышенной влажностью.

Жидкое стекло. Помимо различных пропиток и материалов, для подготовки бетонной поверхности можно применять жидкое стекло (Рис.5).



Рисунок 5 – покрытие жидким стеклом

Жидкое стекло наносят в 1-2 этапа с перерывом 2-3 часа, достигая толщины слоя в 2-3 мм. Силикатный клей широко применяется в строительстве, наносится валиком или краскопультом. Мусор и пыль сметают жесткими щетками, для лучшей уборки используют строительные пылесосы.

Лакокрасочные материалы и пропитки. Для обработки бетонной поверхности применяют следующие группы материалов:

- Полисилоксановые;
- Огнезащитные;
- Полиуретановые и эпоксидные;

- Органосиликатные
- Кремнийорганические;
- Поливинилхлоридные, перхлорвиниловые;
- Сополимер-винилхлоридные.

Термическая обработка. Используются специальные горелки, температура пламени которых достигает 3200°С. Глубина обработки от 3 до 6мм, зависит от производительности горелок.

Я привел наиболее значимые достоинства и недостатки современных видов обработки бетонной поверхности, руководствуясь которыми можно выбрать наиболее рациональный метод. Для исключения ошибки в выборе способа, обязательным является тщательное изучение поверхности, ее особенностей, окружающей обстановки и возможности применения выбранного метода.

Литература:

1. Обработка поверхности бетона. – 2015г. – URL: <https://obetone.com/obshhie-svedeniya/obrabotka-poverkhnosti-betona.html>
2. «Пенетрон» надежно защищает бетон // Строительство. Новые технологии. Новое оборудование, № 3, 2009, с. 39–42.
3. Современные гидроизоляционные материалы // Строительное обозрение, № 3 (30) 1999, с. 23–32.
4. Гидрозащита по науке // Промышленно-строительное обозрение, № 4 (94) 2006, с. 92–93.

ИНЪЕКЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

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

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

Инъекционная гидроизоляция – это технология предназначена для защиты от воды, фундаментов находящихся ниже уровня земной поверхности (Рис. 1).

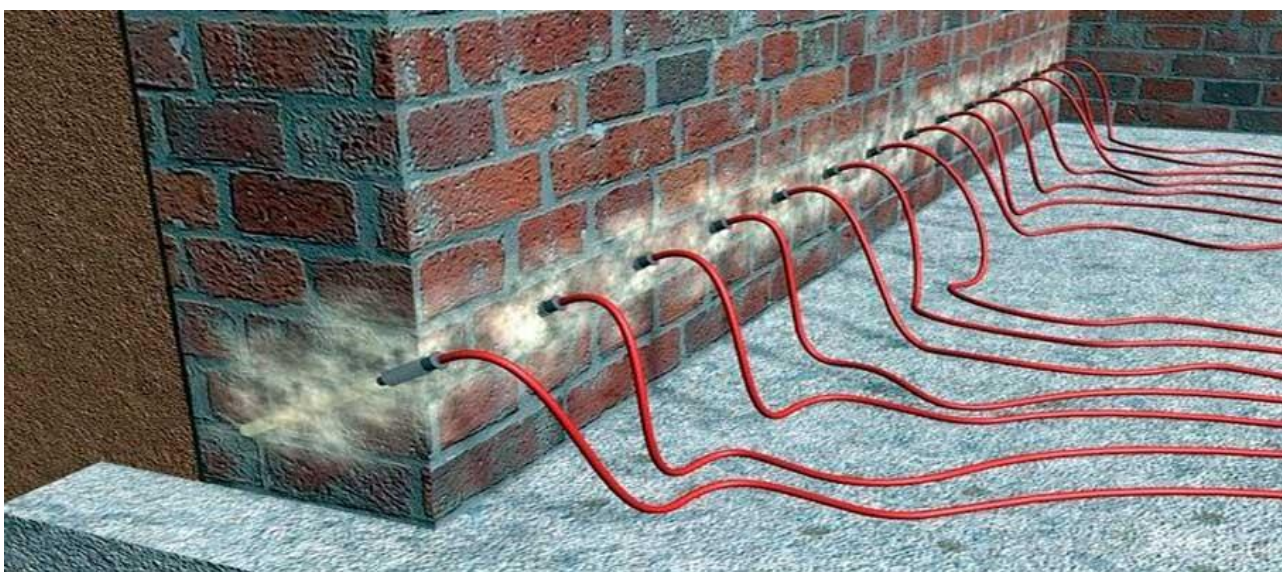


Рисунок 1 – Инъекционная гидроизоляция

Влага, попавшая внутрь конструкции, приводит к коррозии арматуры и в будущем к разрушению данного сооружения.

Есть два способа заложения инъекционной гидроизоляции:

- 1) Создают гидроизоляционную прослойку внутри плиты. В таком случае необходимо иметь при себе перфоратор, пакеры(Рис.2) и насос. Для начала нужно высверлить отверстия толщиной в $2/3$ стены, затем начинается установка пакеров и подключение насоса, в итоге изолирующий состав по капиллярам начинает поступать внутрь и заполнять большую область.



Рисунок 2 – Установка тьюбинга

- 2) Создание прослойки между фундаментом и грунтом. При этом способе нужно сделать сквозные отверстия, т.к. заливаемый состав должен создать связывающий слой между верхней частью грунта и поверхностью стен и фундаментов.

Литература:

1. МПКМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mpkm.org/clauses/vsyo-ob-inektsionnoy-gidroizolyatsii/> – Дата доступа: 05.04.2016
2. Строй подсказка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stroy-podskazka.ru/gidroizolyaciya/inekcionnaya/> – Дата доступа: 17.09.2017

ТОННЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

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

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

За последнее десятилетие более четырехсот человек во всем мире погибли в результате пожаров в автодорожных, железнодорожных тоннелях и метрополитенах. Пожары в тоннелях уничтожили более ста транспортных средств, остановили жизненно важные части европейской дорожной сети - в некоторых случаях на несколько лет - и обошлись европейской экономике в миллиарды евро. Тоннели модернизируются, проводятся исследования и разрабатываются новые технологии, но становятся ли наши туннели безопаснее?

Спринклерный ороситель – составляющая системы пожаротушения, оросительная головка, вмонтированная в спринклерную установку (сеть водопроводных труб, в которых постоянно находится вода) (Рис.1)



Рисунок 1 – Спринклерная система пожаротушения

Давно известно, что, по крайней мере, в зданиях спринклеры спасают жизни. Но можно ли применить эти рассуждения к тоннелям? Конечно, в тоннеле Бернли может показаться, что жизни были спасены в результате системы потопа, но была ли это уникальная ситуация, или спринклеры - это решение проблем тоннельного пожара?

Чтобы достичь полной безопасности, системы безопасности должны быть спроектированы так, чтобы на всех путях эвакуации не было дыма, тепла, водяных брызг или чего-либо еще, что могло бы препятствовать выходу, где это

возможно. Таким образом, исторически основной системой обеспечения безопасности в туннелях обычно была система вентиляции; предназначенная для контроля дыма и сохранения путей эвакуации без дыма. (Рис.2)



Рисунок 2 – Вытяжная противодымная система

Разработка новой системы вентиляции в отремонтированном туннеле Монблан была проведена с четким знанием исследований влияния вентиляции на развитие пожара. Исследования показали, что тяжесть пожара HGV может быть значительно усугублена небрежным использованием продольной вентиляции.

Это исследование, похоже, было учтено при проектировании новой системы вентиляции в отремонтированном туннеле Монблан. Новая система включает в себя полностью поперечную систему вентиляции с заслонками на отверстиях вытяжных каналов и интеллектуальную продольную систему вентиляции. В туннеле Монблана струйные вентиляторы используются главным образом для уменьшения продольного потока воздуха в стратегически важных местах. Таким образом, при нормальной работе струйные вентиляторы могут использоваться для противодействия влиянию местной погоды. В условиях пожара струйные вентиляторы сконфигурированы так, чтобы управлять вентиляцией таким образом, чтобы поток воздуха проходил незначительно мимо места пожара, поэтому степень пожара не повышалась. В случае пожара транспортного средства эта уникальная комбинация систем должна обеспечивать защиту туннеля от дыма по обе стороны от инцидента и, как мы надеемся, также минимизирует размер пожара.

Существуют степени пожара которые не способны потушить большинство типов систем подаления. Поэтому туннельные системы пожарной безопасности должны стремиться не пытаться подавлять такие пожары, но предотвращать рост любых пожаров до этой величины. Это возможно только при раннем обнаружении и раннем вмешательстве. Если система обнаружения не способна

идентифицировать пожар в тоннеле и точно определить его местоположение, она не может использоваться для активации системы фиксированного подавления.

Тоннели - сложная среда, и поведение огня в такой среде особенно сложно. Несмотря на то, что за эти годы был проведен ряд крупномасштабных испытаний (и будущий анализ существующих данных может еще расширить наши знания о пожарах в туннелях), этих данных недостаточно для устранения всех неизвестных в поведении пожаров в туннелях. Современные компьютерные пожарные модели являются универсальными инструментами, которые включают в себя некоторые современные знания и понимание динамики потока и горения, но они не могут дать ответы на многие нерешенные вопросы.

Основная цель исследований в области пожарной безопасности в туннелях состоит в том, чтобы определить инструменты и механизмы, с помощью которых можно надежно проводить оценку эффективности туннелей и систем пожарной безопасности в туннелях. Только хорошо финансируемые всеобъемлющие исследовательские программы, объединяющие усилия всех членов этого научного сообщества, смогут предоставить такие инструменты и помочь разработчикам решить такую сложную проблему, как пожарная безопасность туннеля.

Литература:

1. Системы и оборудование для контроля огня и дыма в автодорожных туннелях Отчет PIARC.
2. Обеспечение пожарной безопасности в туннелях https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3998

КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Ложников Дмитрий Евгеньевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

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

Коррозия арматурной стали и других закладных деталей является основной причиной износа бетона. При коррозии стали образующаяся ржавчина занимает больший объем, чем сталь. Это расширение создает растягивающие напряжения в бетоне, которые могут в конечном итоге привести к растрескиванию, расслоению и отслаиванию.

Сталь ржавеет, потому что это не естественный материал. Скорее железная руда выплавляется и рафинируется для производства стали.

Сталь, как и большинство металлов, за исключением золота и платины, является термодинамически нестабильной в нормальных атмосферных условиях и будет выделять энергию и возвращаться к своему естественному состоянию - оксида железа или ржавчины. Этот процесс называется коррозией.

Для возникновения коррозии должны присутствовать следующие элементы:

как минимум два металла (или два местоположения на одном металле) на разных уровнях энергии

электролит

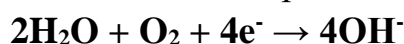
металлическое соединение

В железобетоне арматура может иметь много отдельных областей на разных уровнях энергии. Бетон действует как электролит, а металлическое соединение обеспечивается проволочными стяжками или самой арматурой.

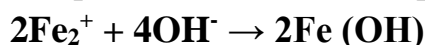
Эта реакция представлена в виде:



Электроны остаются в стержне и попадают в места, называемые катодами, где они соединяются с водой и кислородом в бетоне. Реакция на катоде называется реакцией восстановления. Обычная реакция восстановления:



В процессе электрической нейтральности ионы двухвалентного железа мигрируют через воду в порах бетона в эти катодные участки, где они объединяются с образованием гидроксидов железа или ржавчины:

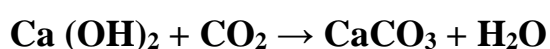


Этот исходный осажденный гидроксид имеет тенденцию к дальнейшему взаимодействию с кислородом с образованием высших оксидов. Увеличение объема при дальнейшем взаимодействии продуктов реакции с растворенным кислородом приводит к внутреннему напряжению в бетоне, которое может быть достаточным, чтобы вызвать растрескивание и отслоение бетонного покрытия. Коррозия металлов в бетоне может быть значительно снижена за счет использования бетона с низкой трещиностойкостью, низкой проницаемостью и достаточным защитным слоем. Бетон с низкой проницаемостью можно получить путем уменьшения соотношения воды к цементу в бетоне и использования пуццоланов и шлака. Пуццоланы и шлак также увеличивают удельное сопротивление бетона, тем самым снижая скорость коррозии даже после его инициирования. Требования к строительным нормам для строительного бетона, обеспечивает минимальные требования к бетонному покрытию, которые помогут защитить металлы от коррозионных процессов. Дополнительные меры по снижению коррозии стальной арматуры в бетоне включают использование добавок, ингибирующих коррозию, покрытие арматуры (например, эпоксидной смолой) и использование герметиков и мембран на поверхности бетона. Уплотнители и мембраны, если они используются, необходимо периодически повторно наносить.

Воздействие хлорид-ионов на железобетон является основной причиной преждевременной коррозии стальной арматуры. Внедрение хлорид-ионов, присутствующих в противобледенительных солях и морской воде, в железобетон может вызвать коррозию стали. Растворенные в воде хлориды могут проникать в бетон через трещины. Хлоридсодержащие добавки также могут вызывать коррозию.

При высоких значениях pH на стали образуется тонкий оксидный слой, предотвращающий растворение атомов металла. Эта пассивная пленка фактически не останавливает коррозию; снижает скорость коррозии до незначительного уровня. Для стали в бетоне скорость пассивной коррозии обычно составляет 0,1 мкм в год. Без пассивной пленки сталь будет корродировать со скоростью, по крайней мере, в 1000 раз выше.

Карбонизация происходит, когда углекислый газ из воздуха проникает в бетон и реагирует с гидроксидами, такими как гидроксид кальция, с образованием карбонатов. В реакции с гидроксидом кальция образуется карбонат кальция:



Эта реакция снижает pH раствора пор до уровня 8,5; при котором пассивная пленка на стали становится нестабильной.

Карбонизация, как правило, медленный процесс. По оценкам, в высококачественном бетоне карбонизация будет происходить со скоростью до 0,04 дюйма в год. Количество карбонизации значительно увеличивается в бетоне с высоким водоцементным отношением, низким содержанием цемента, коротким периодом отверждения, низкой прочностью и высокой проницаемостью или пористой структурой.

Карбонизация сильно зависит от относительной влажности бетона. Самые высокие показатели карбонизации происходят, когда относительная влажность поддерживается между 50 и 75 процентами. При относительной влажности ниже 25 процентов степень карбонизации считается незначительной. Относительная влажность выше 75 процентов, влага в порах ограничивает проникновение CO₂. Коррозия, вызванная карбонизацией, часто возникает на участках фасадов зданий, которые подвержены воздействию осадков, затенены солнечным светом и имеют малое бетонное покрытие над арматурной сталью.

Карбонизация бетона также снижает количество хлорид-ионов, необходимых для ускорения коррозии. В современном бетоне с pH от 12 до 13 требуется около 7000–8000 ч / млн хлоридов, чтобы начать коррозию встраиваемой стали.

Литература:

1. Зарубина, Л.П. Защита зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Биологическая защита. Материалы, технологии, инструменты и оборудование. / Л.П. Зарубина. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. - 224 с.
2. Шевченко, А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии / А.А. Шевченко. - М.: КолосС, 2006. - 248 с.
3. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии 2010: Учебное пособие / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов. - М.: Физматлит, 2010. - 416 с.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДОЛГОСРОЧНЫХ СЛУЖБ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Синьковец Владислав Дмитриевич, студент 4-го курса

кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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

Обсуждаются вопросы оценки длительности эксплуатации железнодорожных тоннелей. Такие тоннели были построены в России в первой половине XIX века и в начале XX века. Требуется оценить техническое состояние таких объектов, чтобы понять фактическое состояние сооружения, окружающего горного массива и поверхности земли. Статическая конструкция туннельной подкладки использует метод конечных элементов. В статье приведен пример статического оформления. Туннель имеет многослойную облицовку, состоящую из слоя каменной кладки на выезде и поверхностного торкрет-слоя, нанесенного во время реконструкции тоннеля.

Исследования выявили существенное отклонение прочности бетонного покрытия от расчетных значений и точки деформации поверхности земли. Установлено, что неравномерность прочности футеровки приводит к снижению несущей способности футеровки в среднем на 17,3%. Моделирование фактического состояния массива горных пород с зонами погружения в некогерентном грунте дает снижение несущей способности на 14,8%.

В то же время описанная оценка может не выявить и своевременно предотвратить опасные процессы в указанной структуре. В этом случае целесообразно использовать информационное моделирование на основе технологий BIM, которые нуждаются в улучшении для применения в железнодорожных туннелях. Информационное моделирование состояния туннеля предлагается проводить поэтапно: геолого-геофизические исследования вдоль туннеля; разработка и внедрение системы структурного мониторинга в тоннеле, приобретение

Литература:

1. Оценка технического состояния долгосрочных служб железнодорожных тоннелей <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tehnicheskogo-sostoyaniya-zheleznodorozhnyh-tonneley-s-bolshim-srokom-ekspluatatsii> –Дата доступа: 19.12.2019.
2. Оценка технического состояния железнодорожных тоннелей с большим сроком эксплуатации [Электронный ресурс].—Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32625200>. –Дата доступа: 18.12.2019.