

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Факультет транспортных коммуникаций

Кафедра «Мосты и тоннели»

МОСТЫ И ТОННЕЛИ

МАТЕРИАЛЫ

74-й Студенческой научно-технической конференции

Минск
БНТУ
2018

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Г.П. Пастушков;
доктор технических наук, профессор Г.Д. Ляхевич;
кандидат технических наук, доцент В.А. Гречухин;
кандидат технических наук, доцент И.Л. Бойко;
кандидат технических наук, доцент В.В. Нестеренко;
кандидат технических наук, доцент В.Г. Пастушков;
доцент Л.Г. Расинская;
старший преподаватель Л.А. Галковская;
старший преподаватель А.А. Яковлев;
старший преподаватель А.Н. Вайтович;
старший преподаватель М.А. Кисель;
старший преподаватель О.В. Костюкович;
ассистент М.П. Петров;
ассистент В.А. Ходяков;

В сборник включены тезисы докладов, представленных на 74-й студенческой научно-технической конференции БНТУ студентами кафедры «Мосты и тоннели».

© Белорусский национальный
Технический университет, 2018

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Арийчук Денис Владимирович, студент 4-го курса
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Виртуальная реальность наконец-то вышла из игровой индустрии полностью в реальный мир. Дополненная реальность (англ. augmented reality, AR — «расширенная реальность») — технологии, которые дополняют реальный мир, добавляя любые сенсорные данные. Несмотря на название, эти технологии могут как привносить в реальный мир виртуальный данные, так и устранять из него объекты. Возможности AR ограничиваются лишь возможностями устройств и программ.

По сравнению с дополненной реальностью, виртуальная реальность является гораздо более распространенным инструментом в строительстве. Он часто используется в BIM.

При использовании традиционных планов и чертежей вы не всегда сможете увидеть определенные проблемы с дизайном здания, а это означает, что конкретные проблемы могут проявиться только после того, как строительные работы уже начались. Это может означать, что планы необходимо изменить, чертежи должны быть повторно отправлены, и работа может застопориться некоторое время. Тем не менее, виртуальная реальность может помочь строительным компаниям избежать этих проблем, поскольку эта технология позволяет вам воплощать свои планы в жизнь до начала любых реальных строительных работ.



Рисунок 1 – Использование виртуальной реальности

Преимущества технологии не ограничиваются дизайном и архитектурой. В строительстве он может быть эффективно использован

для безопасности. Подготовка работников к работе с необходимым оборудованием посредством моделирования - очень эффективный метод. Еще одно преимущество использования VR при планировании проекта строительства заключается в том, что для людей по всей стране (или даже в мире) намного легче работать над одним и тем же проектом. Виртуальная реальность позволяет легко общаться и сотрудничать на месте.

Основная сущность виртуальной реальности - это то, что мы видим через данные и информацию. Это может обеспечить точные измерения, детали материала и снизить риск ошибок. Конструктивные столкновения, которые в основном отсутствуют в BIM, могут быть идентифицированы и изменены в зависимости от спецификации клиента.

Литература:

1. Виртуальная революция: как виртуальная реальность изменит мир – 2018г. – URL:<https://hi-news.ru/games/vy-gotovy-k-revolyucii-virtualnoj-realnosti.html>
2. Все, что нужно знать про VR/AR-технологии– 2017г. – URL:<https://rb.ru/story/vsyo-o-vr-ar/>
3. Виртуальная реальность– 2018г. – URL:<https://geektimes.ru/company/ua-hosting/blog/275326/>

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РИСК В ТЕНДЕРАХ НА СТРОИТЕЛЬСТВО

Арийчук Денис Владимирович, студент 4-го курса

Татаринovich Анна Васильевна, студентка 4-го

(Научный руководитель – Галковская Л.А., старший преподаватель)

Строительные проекты чаще всего закупаются в Беларуси с использованием модели «проектирование-тендер», в результате завершения проекта подрядчики представляют его в конкурентной среде. В рамках традиционных закупок осуществление проектов является серьезным процессом, в соответствии с которым проектирование в основном завершается до начала строительных работ и подрядчики представляют тендеры в конкурентной среде. Строительные подрядчики должны учитывать риски в своих тендерах. Два общих метода ценообразования риска - это торговля на торговой базе или общий процент или единовременная выплата, дополняющая базовую оценку.

Опыт и интуиция играют значительную роль в ценообразовании на риск в тендерах, а количество и тип вовлеченных людей варьируется в зависимости от размера проекта: по мере увеличения размера проекта увеличивается количество привлеченных к его созданию сотрудников.

Наиболее значимые риски в тендерах на строительство:

- наличие ресурсов;
- ошибки проектирования или документации;
- предоставление неполного проекта;
- вопросы устойчивости;
- и, как бы безумно это не звучало - ненастная погода.

Наиболее значимыми проектными факторами, учитываемыми подрядчиками при ценообразовании на риск в тендерах, являются:

- стоимость ликвидированных убытков;
- тип контракта / закупки;
- полнота документации;
- сложность проекта;
- текущая рабочая нагрузка.

Эти риски и проектные факторы – это, прежде всего, те, над которыми подрядчик имеет ограниченный контроль или не имеет никакого контроля.

Риск – неотъемлемая часть получения контракта на строительство. При подготовке тендеров, строительные организации должны оценивать базовые издержки и принимать управленческие решения для определения суммы, которая должна быть добавлена в тендер на риск. Общая терминология для финансовой суммы, выделенной на риск в тендерах, представляет собой сумму непредвиденных расходов. Таким образом, основная цель суммы непредвиденных расходов - противодействие рискам, которые могут возникнуть в ходе строительного проекта. Традиционно условные риски часто вычисляются

как добавочный процент к базовой оценке, обычно полученный интуитивно, из прошлого опыта и исторических данных. Для каждого основного элемента затрат может быть рассчитан другой процент непредвиденных расходов. Единственным фактором, характеризующим все ценовое прогнозирование, является неопределенность, ведь прогнозирование цен - это искусство, которое требует, как интуиции, так и экспертного суждения.

Участники строительных проектов сталкиваются с множеством взаимодействующих проблем, от технических и организационных до социальных и политических. Все эти проблемы охватывают проблемы окружающей среды, в которой они действуют, рамки общества, роли ключевых игроков и мотивация вовлеченных лиц. Именно в этой среде «инспектор количества», как профессиональный консультант в строительной отрасли, должен выполнять компетентную роль управления затратами для команды разработчиков, а точнее для клиента.

Процесс закупок, связанный со строительными проектами, затруднен с управленческой точки зрения. Разделенный характер подрядной промышленности, особенно традиционное разделение дизайна и строительства, уникальность строительных проектов и временный характер проектных организаций, сильно зависят от проектной группы в создании процесса строительства и успешном завершении проекта.

После того, как цели клиента были установлены, фундаментальным аспектом процесса закупок, который требует пристального внимания, является выбор наиболее подходящей организационной структуры (системы закупок) для проектирования и строительства проекта. Различные системы закупок могут быть сгруппированы в три общие формы, а именно:

- обычные (условные, согласованные, с учетом затрат);
- проектирование и сборка (проектирование и сборка, пакетная сделка, «под ключ», разработка и строительство);
- управление ориентацией (управление контрактами, управление строительством, проектирование и управление).

Изучая процессы брифингов клиентов и выбор метода определено, что клиенты и их профессиональные консультанты в подавляющем большинстве выступают за традиционные формы закупок;

Существуют электронные аукционы, которые позволяют решать задачи на электронной торговой площадке, такие как:

- регистрация;
- прием заявок на проведение открытых торгов;
- раскрытие информации об открытых торгах;
- поддержка внесения задатка;
- прием заявок на участие в открытых торгах;
- проведение открытых торгов;
- проведение итогов торгов;
- документооборот на электронной торговой площадке;
- защита информации;

- ведение справочной информации;
- взаимодействие с внешними системами;
- другие функции электронной торговой площадки.

Одной из важнейших функций проектной группы в контексте ее временной структуры управления является обеспечение эффективного управления затратами. Доказано, что исследования, проведенные в области планирования и контроля затрат, как правило, сосредоточены на технические аспекты процесса планирования затрат и контроля. Кроме того, в опубликованной литературе мало свидетельств беспокойства по организационным, социальным и политическим проблемам, связанным с процессом планирования и контроля затрат, и их влияние на способность «инспектора количества» и проектной группы удовлетворять потребности клиента и цели. В этом контексте команда разработчиков рассматривается как временная структура управления, с точки зрения которой внутренние и внешние заинтересованные стороны взаимодействуют в целях удовлетворения потребностей клиента. Неудача, связанная с документально подтвержденным исследованием, направленным на описание или совершенствование системы управления затратами, - это отказ исследователей признать человеческий аспект в управлении, не говоря уже о применении качественной методологии исследования для процесса планирования затрат и контроля. Человеческий фактор имеет значительное положение в управлении, особенно при решении неожиданных проблем.

Можно сделать вывод, что системный подход, хотя и не панацея от всех проблем отрасли, действительно дает осмысленное понимание социологических сложностей, присущих проектной команде как временной структуры управления.

Литература:

1. Тендер как одна из основных проблем в строительстве. – 2016г. – URL: <http://integross.net/tender-kak-odna-iz-osnovnyx-problem-v-stroitelstve/>
2. Подрядные торги в строительстве – 2015г. – URL: <http://bittu.org.ru/umkd/sites/default/files/>
3. Модели управление тендерного риска проектными организациями. – 2017. – URL: <file:///C:/Users/HP/Downloads/modeli-upravleniya-tendernymi-riskami-proektnoy-organizatsii.pdf>
4. Особенности участия в государственных и коммерческих тендерах на строительство. – 2017. – URL: <http://otendere.com/uchastie/uchastie-v-tenderax/osobennosti-uchastiya-v-tenderax-na-stroitelstvo.html>

УСТРОЙСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В АВТОМОБИЛЬНОМ ТОННЕЛЕ

*Бурак Илья Иванович, студент 2-го курса
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Обеспечение безопасного движения транспорта в автомобильном туннеле является неотъемлемой частью его эксплуатации. Из-за особенностей сооружения организация движения транспорта в туннеле имеет свои особенности. Главными особенностями организации дорожного движения в туннеле - это отсутствие пешеходного и движение транспорта в замкнутом пространстве.

На сегодняшний день операторы систем безопасности движения транспорта в автодорожных туннелях активно используют в своей работе искусственный интеллект. В зависимости от требований и условий эксплуатации компании операторы реализуют полностью автоматизированные системы управления трафиком. Все системы и компоненты подключены к центру управления движением, который обеспечивает передачу информации между динамическими дорожными знаками, светофорами и информационными табло как в туннеле так и на подъезде к нему. (Рис. 1)



Рисунок 1 – информационное табло и динамические дорожные знаки на въезде в туннель

Комплексное управление движения транспорта в тоннеле состоит из:

- Контроль напряжения в сети тоннеля (подстанции, источники бесперебойного питания).
- Управление освещением.
- Контроль вентиляции.
- Управление сигнализацией трафика.
- Управление системой экстренного вызова SOS.
- Контроль системы пожаротушения, включая накопление и распределение воды.
- Управление видеосистемой.
- Контроль за метеорологическими данными и данными о видимости и концентрации угарного газа в туннеле и на въезде/выезде из него.
- Получение данных плотности трафика.

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

Литература:

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

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕПЛАСТИКА В МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Жилинская Анастасия Михайловна, студент 5-го курса

(Научный руководитель – Ходяков В.А., ассистент)

Углепластик – полимерный материал, который представляет собой соединение углеродных волокон и полимеров. Данный материал состоит из тонких нитей диаметром от 3 до 15 микрон, которые переплетены между собой и скрепляются с помощью эпоксидных смол. Нити образованы из атомов углерода. Атомы объединены в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу.

Для придания большей прочности ткани из нитей углерода кладут слоями, каждый раз меняя угол направления плетения. Слои скрепляются с помощью эпоксидных смол. Слои собираются двумя способами:

- «Мокрый» способ. Углеродные волокна укладывают в форму, пропитывают эпоксидной смолой, излишки смолы удаляют в вакууме или под давлением. Далее углепластик формируется под давлением.
- «Сухой» способ. Берут заготовки углепластика и формируют их под давлением.

Достоинства углепластика:

1. Углеродные волокна хороши на растяжение, также за счет их сплетения на сжатие работают хорошо.
2. Легче, чем сталь на 40%, алюминия на 20%, и также легче пластика.
3. Выдерживает температуру 1600°C.
4. Хороший энергопоглотитель.
5. При ударах может потрескаться, но не разбивается на части.

Недостатки углепластика:

1. В случае повреждений его тяжело восстановить или невозможно.
2. Следует покрывать лаком и беречь от солнца, т.к. может стать темно-желтоватого оттенка.
3. Может выдержать мощные ударные нагрузки, однако боится точечных ударов и может расколоться на множество острых кусков.
4. Т.к. материал легкий, требует основательного крепления.
5. В соленой среде, где углепластик контактирует с металлом, металл быстро корродирует, но проблема решается стеклопластиковыми вставками между углепластиком и металлом.

Углепластик используют для усиления конструкций. Усиление конструкций из камня выполняется посредством приклеивания углепластика к поверхности. Это позволяет в несколько раз увеличить несущую способность

конструкции, также не дает бетону разрушиться, а арматуре подвергнуться коррозии.

Технология внешнего армирования позволяет решить ряд задач:

- увеличить несущую способность;
- уменьшить последствия повреждений, которые возникли в процессе эксплуатации;
- наиболее простой и выгодный способ решения ошибок, которые были допущены при проектировании.

В сравнении с традиционными методами укрепления конструкций: бетонирование, усилением дополнительными элементами, армирование углепластиком производится гораздо быстрее. Работая с данным материалом, не требуется применять тяжёлую строительную технику, поскольку его толщина несколько миллиметров. Армировать можно как в процессе строительства, так и после его завершения.

Углепластик часто применяют для восстановления несущих элементов. Внешнее армирование позволяет успешно восстанавливать опоры и балки железобетонных мостов.

Композитный материал применяют для строительства, капитального ремонта и реконструкции мостов при этом сокращается время возведения моста и увеличивается его срок службы.

В Ульяновской области заменили деревянный мост на пятнадцатиметровый арочный мост, который полностью состоит из углепластика (Рис.1). Вес такого моста около 100 кг. Каркас был соткан на специальном оборудовании, а после его собрали силами одной бригады. Такой мост быстрый в сборке, легкий и прочный.



Рисунок 1 – Углепластиковый мост в Ульяновской области

В Башкортостане было усилено 12 мостов с помощью углепластика (Рис.2), с целью повышения возможностей провоза многотонного оборудования. Было необходимо усилить пролетные строения, для этого применили систему

внешнего армирование композитным материалом (Рис.3), т.к. углепластик устойчив к агрессивным проявлениям окружающей среды и при этом обладает высокими прочностными характеристиками. Однако для определения эффективности были проведены испытания на двух мостах с длиной пролета 21,5 м. Замеряли воздействия временной нагрузки до и после усиления. Испытания доказали, что эффект от усиления составил от 12 до 15%, как и по расчетам. Данный материал позволил в кратчайшие сроки увеличить несущую способность мостовых сооружений для пропуска сверхнормативных нагрузок.



Рисунок 2 – Усиление моста углепластиком



Рисунок 3 – Усиление пролетного строения

Мосты из углепластика быстрые в сборке, легкие и прочные. Все оборудование, необходимое для возведения, помещается в легковой автомобиль. Этим мостовым конструкциям не страшны морозы. Т.к. чем ниже температура, тем закалённый углепластик.

Литература:

1. Что такое углепластик (карбон). – февраль 2014г. - <https://engitime.ru/statyi1/raznoe/chto-takoe-ugleplastik-karbon.html>

ПОЛИСТИРОЛБЕТОН

Жилинская Анастасия Михайловна, студент 5-го курса
(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)

Полистиролбетон – композитный материал, который состоит из цементнопесчаного наполнителя внутри которого содержится полистирол в виде гранул.

Обладает высокими показателями несущих характеристик, морозостойкий, гидрофобен, обладает хорошей теплоизоляцией, не горит и не поддерживает горение.

При использовании полистиролбетона возникает ряд проблем:

- При установки крепежных материалов, окон и дверей - со временем они начинают шататься, из-за низкой плотности полистиролбетона
- Свойства полистиролбетона напрямую зависят от его бетонной составляющей
- Конструкции из полистиролбетона имеют низкие показатели сцепления, поэтому перед нанесение штукатурки его необходимо дополнительно обрабатывать
- При воздействии высокой температуры, шарики полистерола, постепенно разруша-ются, из-за чего начинают снижаться прочностные характеристики.



Рисунок 1 – Полистеролбетон

Литература:

1. Недостатки полистиролбетона – стоит ли использовать полистиролбетон? – декабрь 2014г. - <http://domdvordorogi.ru/nedostatki-polistirolbetona-stoit-li-ispolzovat/>
2. Недостатки полистиролбетона и полистиролбетонных блоков – март 2016г. - <http://stroykaa.ru.html>
3. Полистиролбетон. – ноябрь 2017г. - itebeton.ru/polistirolbeton/harakteristiki-polisltirolbeton

ПРОБЛЕМЫ МАССОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Жилинская Анастасия Михайловна, студент 5-го курса
(Научный руководитель – Ходяков В.А., ассистент)

На сегодняшний день, композитные материалы, используемые в строительстве, играют большую роль в инновационном строительстве. Ведь с каждым днем придумываются новые материалы, и сфера строительства не стоит на месте.

В разных сферах промышленности используются композитные материалы. Композитные материалы – это материалы, которые созданы искусственным путем, состоят из нескольких различных элементов. Сочетания различных элементов приводит к созданию новых материалов, которые отличаются между собой своими свойствами.

Ассортимент композитных материалов, представленных на рынке, весьма велик. Все материалы отличаются друг от друга, у всех разные физические, химические, эксплуатационные свойства. Каждый композитный материал имеет свою технологию производства.

Современные композиты обладают высокими показателями эксплуатации. Они могут состоять как из металлической, так из неметаллической основы. Композиты с металлической основой обладают более высокой прочностью, за счет данной основы, которая не растворяется. В композитах с неметаллической основой, для увеличения прочности используют волокна, нити высокой прочности.

Однако помимо положительных качеств, существуют и проблемы использования композитных материалов. В данной работе, раскрыто большинство проблем композитных материалов с неметаллической основой.

Структуры композитных материалов

Композитные материалы разделяются, по своей структуре, на несколько классов:

1) Волокнистые – материалы, в которых, в качестве арматуры, применяют нитевидные волокна (Рис. 1).



Рисунок 1 – Волокнистая структура композитного материала

2) Слоистые – материалы, в которых пластичная основа и армирующее вещество расположены слоями (Рис. 2).

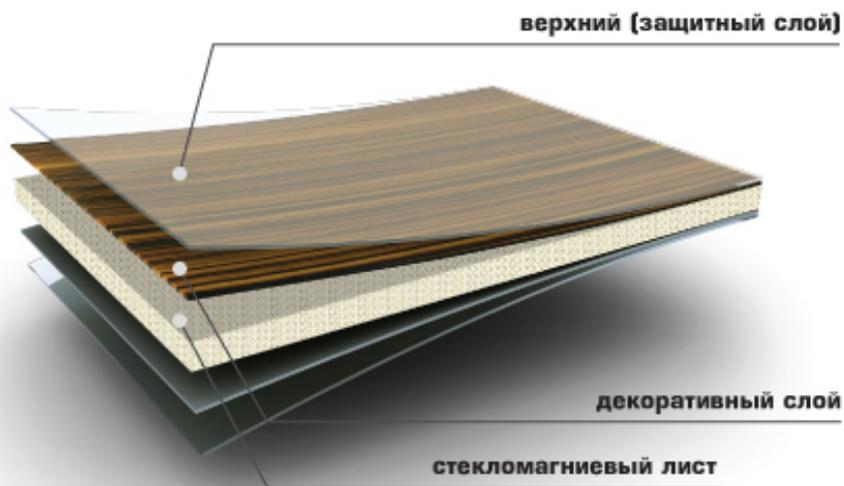


Рисунок 2 – Слоистая структура композитного материала

3) Микрокомпозиты – материалы, в которых армирующее вещество по размерам от 0,01-1 мкм (Рис. 3).

4) Нанокompозиты - материалы, в которых армирующее вещество по размерам от 10-100 нм (Рис. 3).



Рисунок 3 – Микрокомпозит и нанокомпозит

Стеклопластиковая арматура

Стеклопластиковая арматура – полимерный композитный материал, который состоит из стеклянных волокон, пропитанных в синтетических смолах либо полимерах (Рис. 4).



Рисунок 4 – Стеклопластиковая арматура

Стеклопластиковая арматура обладает высокой прочностью и небольшим весом. При сгорании стеклопластик не выделяет вредных химических веществ.

Однако, не смотря на все свои преимущества, стеклопластиковая арматура не имеет массового применения.

На данный момент стеклопластиковая арматура проигрывает в цене стальной арматуре, так как изготовление стеклопластиковой арматуры более трудоемкий и длительный процесс.

Так же, по сравнению со стальной арматурой, стеклопластиковая не выдерживает высоких температур, так при температуре 200°C композит начинает терять свои эксплуатационные характеристики.

Стеклопластик обладает низким модулем упругости, из-за этого может легко изгибаться. Поэтому при устройстве большинства конструкций требуются специальные расчеты.

Еще одной проблемой является, то что со временем прочность стеклопластиковой арматуры снижается, из-за воздействия агрессивной среды.

Углепластик

Углепластик – полимерный материал, который представляет собой соединение углеродных волокон и полимеров (Рис. 5).

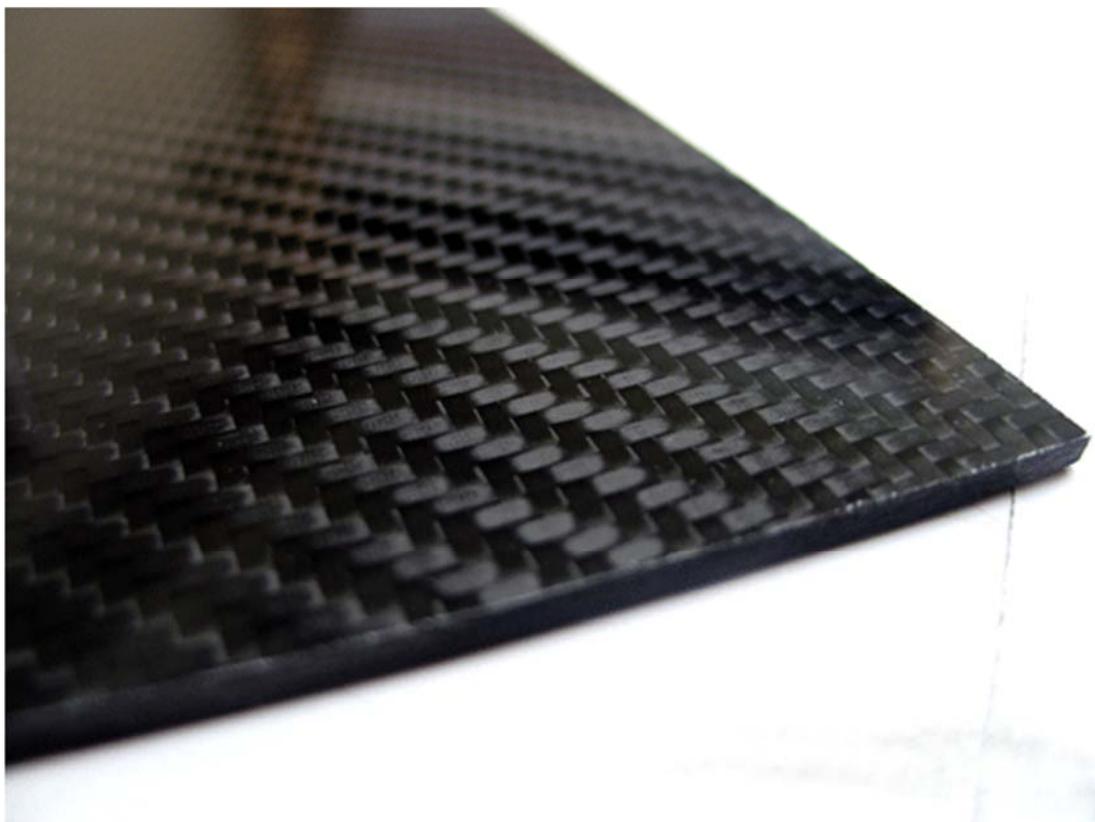


Рисунок 5 – Углепластик

Углепластики обладают низкой плотностью, высоким модулем упругости и небольшим весом. Так же углепластики обладают почти нулевым коэффициентом линейного расширения.

Одной из главных проблем массового использования углепластика является длительный процесс изготовления. При котором необходимо строго придерживаться технологических параметров, так как при малейшем нарушении этих параметров прочность изделия резко снижается.

Немаловажной проблемой, также является, что композит очень чувствителен к точечным и сильным ударам. Например: сильный удар камешка, может насквозь пробить углепластик, это снижает прочностные характеристики. При каких-либо дефектах, данный композит, не поддается реставрации и восстановлению, его необходимо полностью заменять, а это не малые затраты.

Углепластик способен выцветать и выгорать под действием солнечных лучей, во избежание этого его необходимо покрывать специальными средствами.

Проблемой так же является то что углепластик не должен контактировать с металлом, иначе у металла начинается коррозия, поэтому в основном в таких местах делают вставки из стекловолокна.

При склеивании различных слоев в материале применяют качественные и дорогие смолы. Поэтому все это делает данный материал дорогим для массового использования.

Органопластик

Органопластик – полимерный композитный материал, который в основном состоит из синтетических волокон (чаще арамидные волокна), иногда применяется природный материал, и смолы (Рисунок 6).

Органопластики легкие, хорошо сопротивляются динамическим нагрузкам, обладают низкой плотностью.

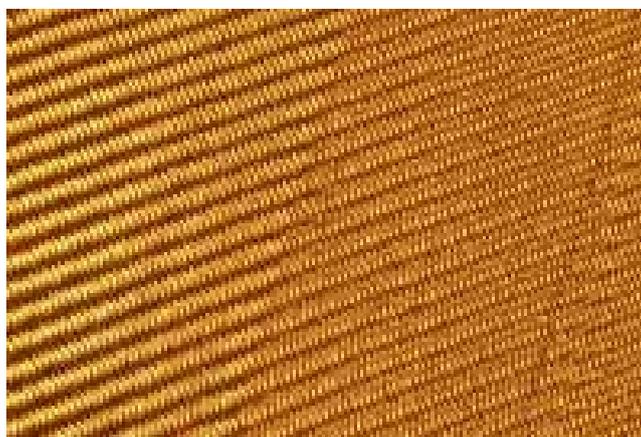


Рисунок 6 – Органопластик

Но, важнейшая проблема, данного композитного материала - низкие сроки эксплуатации, примерно 5 лет. Поскольку прочность на растяжение у органопластиков велика, однако прочность при сжатии ниже в 5-10 раз.

Еще одна проблема массового использования – при повышении влажности, у органопластиков значительно снижаются прочностные характеристики, и они начинают стареть.

Текстолит

Текстолит – слоистый композитный материал, в котором, в качестве арматуры, используется ткань из различных волокон, которая пропитывается смолой, а затем прессуется. Свойства могут быть разными, так как наполнитель может быть разным (Рис. 7).

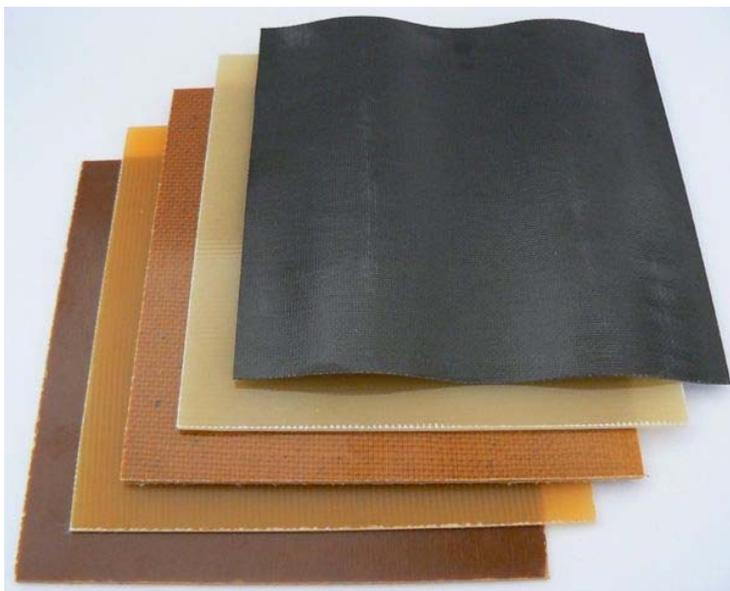


Рисунок 7 – Текстолиты

Проблема текстолита – при нарушении процессов обработки волокон, пропитки, сушки и прессования, прочность и водостойкость значительно снижается.

При механической обработке текстолита, выделяется пыль, в составе которой содержится волокно и смола, из-за этого рабочее помещение должно быть оборудовано системой принудительной вентиляции, поскольку пыль данного композита, является взрывоопасной.

Текстолит – материал, который подвержен химическим воздействиям, в некоторых случаях, его необходимо покрывать специальной защитой.

Полистиролбетон

Полистиролбетон – композитный материал, который состоит из цементнопесчаного наполнителя внутри которого содержится полистирол в виде гранул (Рис. 8).

Обладает высокими показателями несущих характеристик, морозостойкий, гидрофобен, обладает хорошей теплоизоляцией, не горит и не поддерживает горение.



Рисунок 8 – Полистеролбетон

При использовании полистиролбетона возникает ряд проблем:

- При установки крепежных материалов, окон и дверей - со временем они начинают шататься, из-за низкой плотности полистиролбетона
- Свойства полистиролбетона напрямую зависят от его бетонной составляющей
- Конструкции из полистиролбетона имеют низкие показатели сцепления, поэтому перед нанесение штукатурки его необходимо дополнительно обрабатывать
- При воздействии высокой температуры, шарики полистерола, постепенно разрушаются, из-за чего начинают снижаться прочностные характеристики.

Углебетон

Углебетон – строительный композитный материал, который состоит из бетона и углеволокна (Рисунок 9). В углебетоне в качестве арматуры служит текстильный материал. Текстильный материал представляет собой несколько десятков тысяч нитей, из которых, на специальном оборудовании, изготавливают углеволоконный текстиль.



Рисунок 9 – Углебетон

Одной из проблем, является, то что текстильный материал необходимо обрабатывать специальным покрытием, для обеспечения схватки с бетоном.

И самая большая проблема углебетона – огромная стоимость композита. Поэтому этот материал не подходит для массового использования в нашей стране.

В рамках научно исследовательской работы были изучены композитные материалы. Изучены их структуры и достоинства. Также, более подробно, изучены проблемы массового использования композитных материалов.

Использование композитов зависит от конкретных целей, условий и стоимости.

В Республике Беларусь, композитные материалы применяют от 0,5 до 2% от общемирового объема.

Основная проблема использования композитных материалов – высокая стоимость. В большинстве случаев, высокая стоимость из-за трудоемкого и длительного процесса производства.

Так же многие композиты не могут устоять агрессивной окружающей среде, что не маловажно. Многие теряют большинство эксплуатационных

свойств под действием температуры, влаги, ударов. Большинство композитов, не поддается реставрации, их необходимо полностью заменять.

На мой взгляд, самой весомой проблемой массового использования является, то что большинство специалистов не обладают информацией о современных возможностях композитных материалов, их преимуществом, а также правильностью монтирования и эксплуатации данных материалов.

Литература:

1. Виды и область применения композитных материалов – Апрель 2016г. - URL: <https://www.stroi-baza.ru/articles/one.php?id=5755>
2. Композитные материалы в строительстве и их виды – Сентябрь 2013г. - URL: <http://ameranet.com/stroitelstvo/401-kompozitnye-materialy-v-stroitelstve-i-ih-vidy.html>
3. Современные композиционные материалы в строительстве – Октябрь 2010г. – URL: <http://www.slaviza.ru/168-stroitelstvo-energoeffektivnyh-zdaniy-s-ispolzovaniem-noveyshih-dostizheniy-v-teploizolyacii.html>

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА НА ПОНТОННОМ МОСТУ

*Карпович Марина Андреевна, студентка 2-го курса
(Научный руководитель – Ходяков В.А., ассистент)*

Создание маршрута для легкорельсового транспорта через наплавной мост представляет собой множество уникальных задач. Одна из них – проектирование специальных соединений на переходных промежутках между неподвижными и плавающими конструкциями.

В 2017 году компания SoundTransit спроектировала системы, которые позволят поездам проезжать по наплавным мостам.

Проект моста East Link I-90 станет прорывом в строительстве понтонных мостов. Будут устранены недостатки, которые затрудняют эксплуатацию таких сооружений. К ним относятся: малая несущая способность, зависимость от ветра, волн и уровня воды, невозможность эксплуатации в период ледохода и ледостава.

Данный мост соединит Сиэтл и остров Мерсер и будет проходить через озеро Вашингтон. (Рис. 1).

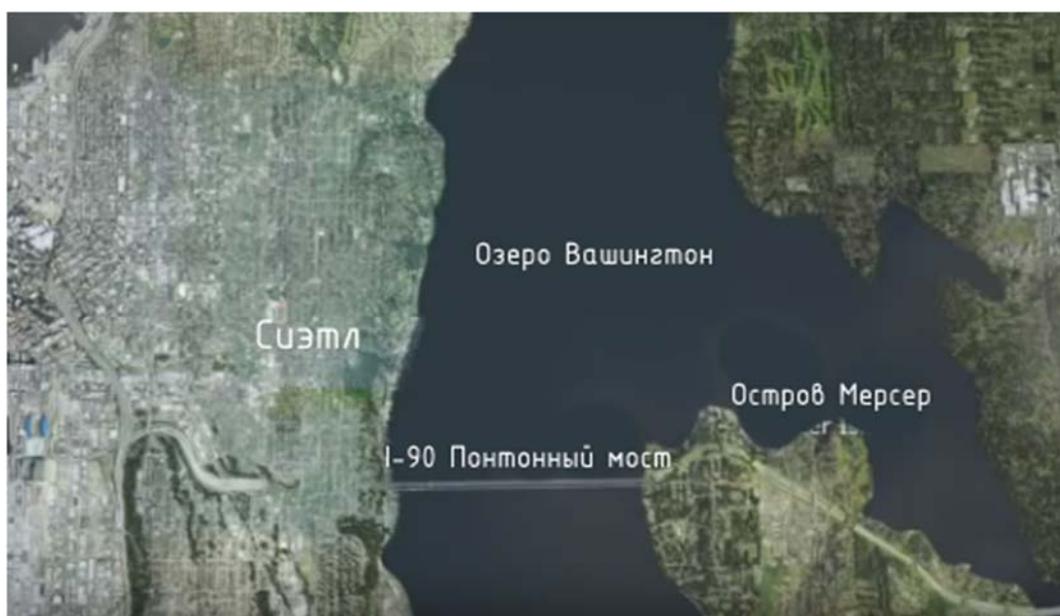


Рисунок 1 – Схема местонахождения моста

Перемещение поездов с фиксированных пролетов на понтонный мост будет осуществляться с помощью разработанных дорожно-мостовых систем. Они состоят из перемещающихся пластин и ряда подшипников, регулируемых в соответствии с уровнем озера Вашингтон, на которые установлены рельсы. Такие системы будут размещены на деформационном шве, соединяющем пролеты и понтоны. Благодаря этим современным системам будут

скомпенсированы шесть диапазонов движения озера: вертикальные (вверх и вниз), горизонтальные (вправо и влево) и продольные (вперед и назад).

Конструкция состоит из: 17 поперечных стержней с переменной длиной, опирающихся на фиксирующие маятниковые подшипники и скрепленных с рельсами; ограждений, с установленными на них направляющими; крыльев, поддерживаемых эластомерными подшипниками.

Эластомерные и фиксирующие подшипники на концах переходного промежутка подвержены вращательному движению в нескольких плоскостях вследствие перемещения моста, а также сжатию под давлением от движения транспорта. Эти подшипники позволяют скользить в продольном направлении, ограничивая нежелательные поперечные смещения.

В экстремальных случаях, когда вращательное движение превышает предел конструкции подшипника, подшипники и крепления действуют как "предохранители" путем разрыва, чем защищают мост от повреждений. (Рис. 2).

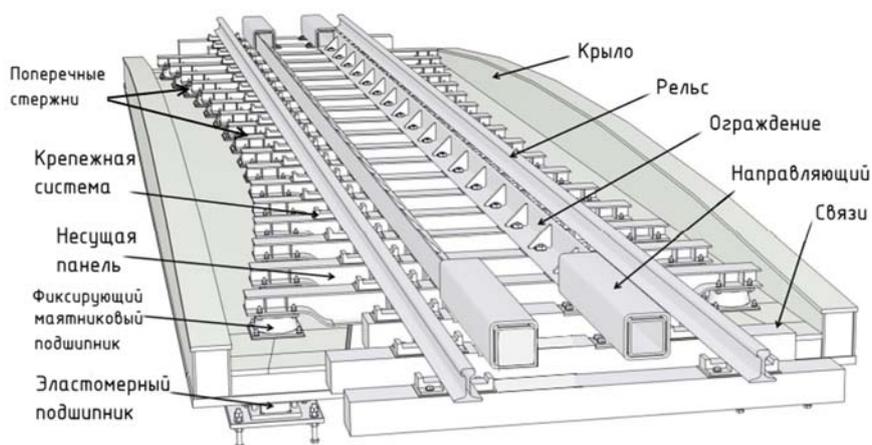


Рисунок 2 – Схема направляющих систем

Понтонный метромост East Link I-90 позволит пассажирам добраться из центра города Сиэтл до центра города Бельвью за 15 минут, независимо от времени суток или условий движения. Возможность заготовить составляющие сегменты наплавного моста, а затем перевезти их на место установки облегчит и ускорит строительство. Открытие East Link I-90 запланировано на 2023 год.

Литература:

1. Transit's East Link I-90 bridge project. – 2017 – URL: <https://www.soundtransit.org/>
2. Crossing Lake Washington. – 2017 – URL: <https://www.soundtransit.org/blog/platform/crossing-lake-washington>
3. East Link I-90 Track Technology for Floating Bridge. – 2017 – URL: <http://www.metro-magazine.com/>

ОСВЕЩЕНИЕ ТОННЕЛЕЙ

*Киргизова Мария Владимировна, студентка 3-го курса
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Освещение в тоннелях очень важно, но одновременно и сложно, потому что речь идет не только чтобы дать свет в тоннель, но и необходимо обеспечить безопасность и видимость в транзитную зону. Кроме того, необходимо принять во внимание влажность, как правило, сосредоточенной на окружающей обстановке, виде транспортных средств, который будет двигаться через тоннель, а также длины тоннеля. Поэтому, не любой светильник подходит для этих задач. Тип освещения отличается также в зависимости от длины тоннеля. Для этого различают короткие тоннели и длинные тоннели. Тоннели длиной менее 25 м не требуется какого-либо типа освещения, для тоннелей длиной более 200 м необходимо освещение.

Освещение днем:

В течение дня, яркости естественного света не хватает, чтобы обеспечить должную наглядность для пользователя, даже если для этого включить собственное освещение автомобиля. Таким образом, необходимо поддерживать освещение внутри тоннеля в гармонии с естественным светом за пределами тоннеля, чтобы избежать дестабилизации водителей, которые въезжают в тоннель.

При входе в тоннель, в зависимости от скорости автомобиля, человеческий глаз не может сразу адаптироваться к другой освещенности, поэтому необходимо, чтобы при входе в тоннель уровень освещенности был как можно больше приближен к уровню освещенности за пределами тоннеля и постепенно уменьшался.

Освещение ночью:

Освещение может быть меньше, но должно осветить и выделить зоны входной, промежуточной и выходной тоннель.

В случае, когда речь идет о длинном тоннеле, необходимо разделить пространство на четыре зоны. Зона до въезда в тоннель. Пороговая зона - это первый отрезок внутри тоннеля, и он должен быть самым освещенным, недостаточное освещение внезапно может привести к кратковременной слепоте, что очень опасно, когда вы находитесь за рулем. Промежуточная зона не требует очень сильного освещения, потому что глаза уже привыкли к количеству люменов от окружающей среды и не требуется высокий уровень люмен. И, наконец, зона выхода, в этой зоне меньше всего проблем, потому что глаза имеют больше возможности перестроится.

В виде источника света используются люминесцентные лампы, газоразрядные лампы, металлогалогенные лампы и светильники с технологией LED. Применение светильников с использованием светодиодной технологии для освещения тоннелей является одним из наиболее эффективных решений,

которые существуют в настоящее время. Преимущества этой технологии: высокая производительность, хороший светового потока, большой срок службы, не требует технического обслуживания.

На протяжении многих лет, Airfal специализируется на освещение для зон с особыми характеристиками. Например:

«Tunnel»

Светильник «Tunnel» модель «Airfal» построенный из самозатухающих материалов. Предназначен для поглощения вибрации от транспортных средств, проходящих через тоннель, и предотвращения нарушения их функционирования. Для минимизации и упрощения технического обслуживания, компоненты. Может работать в зонах с диапазоном температур от -20° до 55°C в зависимости от мощности выбранного, что делает возможным их установку практически на любой поверхности. Диапазон мощности от 14 до 80 Вт. (Рис.1)



Рисунок 1 – светильник «Tunnel»

«Пегас»

Модель «Пегаса» построена с самозатухающего материала. Имеет защиту IP68 и IK10, максимальную защиту от проникновения воды, пыли и ударов. Этот светильник изготовлен для светодиодных модулей с постоянным током. Рабочая температура от -25° до 40°C . (Рис. 2)



Рисунок 2 – светильник «Пегас»

Компания Philips занимается разработкой осветительных приборов долгое время, и глубоко изучила тонкости освещения в тоннелях. Достижения в этой сфере помогли добиться идеальных показателей, открылись новые горизонты применения освещения в тоннелях. Высококачественные панели, с технологией LED, способствуют качественному разделению на зоны, человеческому глазу

легко перестроится, за счет тончайшей настройки освещения. Также данная технология применяется для освещения полос движения в автодорожных тоннелях, а также средств организации дорожного движения.

В 21 веке существует множество способов получения электроэнергии от возобновляемых источников энергии, таких как ветра и солнца. Поэтому я считаю необходимым, при данных технологиях и разработках, совместно с архитектурными решениями оформления порталов, использовать солнечные панели и ветроустановки. Технология освещения LED является эффективной и малозатратной, поэтому можно исключить затраты на внешнюю электроэнергию, а полностью перевести освещение на солнечную энергию.

Главная цель освещения тоннелей - это обеспечить безопасность для пользователей дороги, особенно днем, когда контраст между уровнем внутреннего и внешнего освещения тоннеля больше.

Литература:

1. Справочник строителя транспортных тоннелей. Часовитин П.А. (ред.). 1965
2. Рохлин Г.Н. Справочная книга по светотехнике — М.: Знак, 2006.
3. А. С. Бакулин «Сооружения, устройства и подвижной состав метрополитена», 1979

ВЕНТИЛЯЦИЯ ТОННЕЛЕЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Ложников Дмитрий Евгеньевич, студент 3-го курса
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Сегодня активно осваивается подземное пространство. Плотность застройки современных городов не позволяет размещать автомобильные парковки и стоянки на поверхности земли, также современные технологии строительства позволяют сократить дорогу за счет тоннелей. Соответственно такие меры требуют необходимой вентиляции.

Контроль СО (оксид углерода) является основным и необходимым требованием к проектированию тоннелей и подземных сооружений. Любая неправильная конструкция системы вентиляции может привести к увеличению вредных веществ. Воздействие СО вызывает множество проблем со здоровьем, даже может привести к летальному исходу. Следовательно, этот вопрос должен быть тщательно изучен и тщательно проанализирован для должной работы вентиляционных систем.

Количество и состав газа значительно варьируются в зависимости от различных параметров, которые необходимо учитывать при проектировании тоннеля: высота или уровень над морем, состав движения, трафик, однопутный или двухпутный тоннель и многое другое.

Условия тоннеля, трафик и его длина будут определять наиболее подходящую систему искусственной вентиляции для каждого случая. Другими критериями выбора системы являются окружающая среда или привязанность к окружающей среде, а также затраты на установку и эксплуатацию системы.

Максимальная длина тоннеля без искусственной вентиляции зависит от интенсивности движения, а также от климатических причин, места и даже географического положения. Анализ последних довольно сложный, так что сегодня существуют правила относительно объема естественной вентиляции в дорожных тоннелях с длиной больше или равной 400 м.

Различают следующие виды вентиляционных систем: Естественная вентиляция, продольная, полупоперечная, поперечная и комбинированная вентиляция.

Естественная вентиляция состоит в том, что воздух циркулирует естественным образом из-за разницы в давлении между двумя порталами. Эта разница давления может быть вызвана разностью температур между обоими концами тоннеля, разницей в высоте или направлением ветра. Естественная вентиляция работает в соответствии с погодой, и обычно этого достаточно, чтобы обновить воздух в тоннеле, когда он очень короткий или когда интенсивность движения, проходящая через него, очень мала. (Рис. 1)

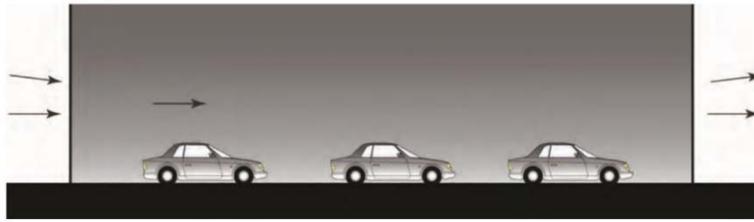


Рисунок 1 – Естественная вентиляция

В туннелях с продольной вентиляцией циркуляция воздуха происходит по всему тоннелю. Свежий воздух поступает через один из порталов, а загрязненный воздух выходит через противоположный портал. Направление циркуляции воздуха было бы удобно совместить с направлением циркуляции транспортных средств, когда тоннель является однонаправленным, чтобы использовать эффект поршня, создаваемый ими. (Рис.2)

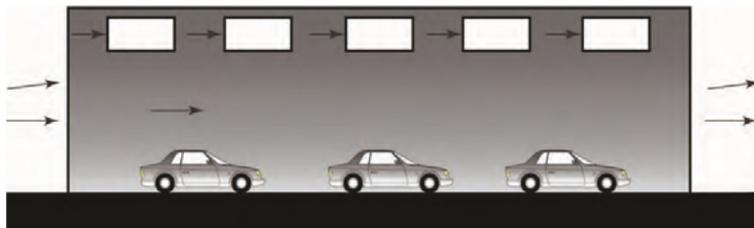


Рисунок 2 – Продольная вентиляция

Воздушная циркуляция достигается реактивными вентиляторами. Как правило, вентиляторы помещаются внутрь тоннеля через определенный интервал, хотя есть другие системы, в которых вентиляторы размещаются только на входном портале тоннеля или в промежуточных вентиляционных шахтах.

В полупоперечной вентиляции свежий воздух подается извне через канал, расположенный внутри секции тоннеля, обычно внутри и отделенный от зоны движения транспортных средств подвесным потолком. Примерно каждые 6 метров этот канал сообщается с внутренней частью тоннеля через диффузоры, через которые поступает свежий воздух. Загрязненный воздух циркулирует вдоль самого тоннеля и выходит через порталы. (Рис.3)

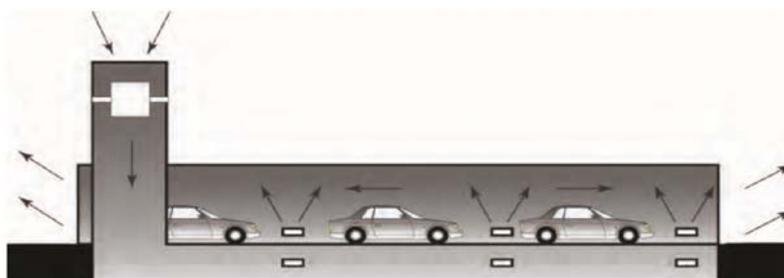


Рисунок 3 – Полупоперечная вентиляция

Эта система является более дорогостоящей для установки и эксплуатации, чем продольная, так как в дополнение к вентиляторам требуется подвесной потолок и трубопровод для свежего воздуха. Напротив, он позволяет увеличить

длину тоннеля и интенсивности трафика. Вентиляторы обычно обратимы, чтобы извлечь дым из тоннеля в случае пожара.

Поперечная вентиляция является самой сложной, но безопасной, позволяет увеличить длину тоннеля и повысить интенсивность трафика, но она также дороже при установке и обслуживании. Как свежий, так и загрязненный воздух циркулируют вдоль тоннеля через каналы, обычно расположенные внутри тоннеля, отделенные от площади, занимаемой транспортными средствами, подвесным потолком и разделительной стеной между ними. Равномерно, по длине тоннеля, свежий воздух вдавливается внутрь и загрязненный воздух высасывается. (Рис.4)

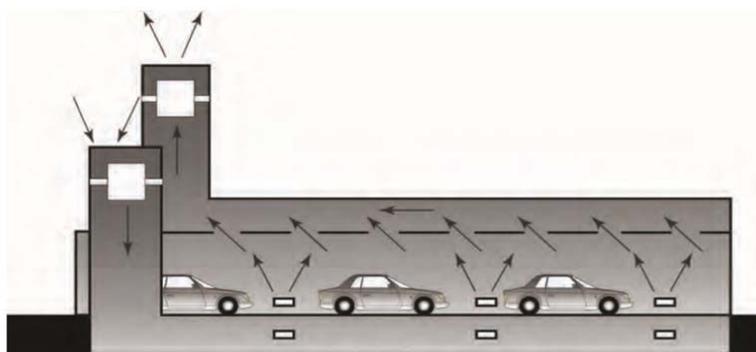


Рисунок 4 – Поперечная вентиляция

Перекрестная вентиляция используется в тех тоннелях, для которых требуется система механической вентиляции (более 1000 м), и эти системы должны иметь возможность удалять дым в случае пожара. В системе поперечной вентиляции обычно используются вентиляторы осевого типа, в которых поток, поступающий из вентиляционных каналов, проходит через вентилятор, который ускоряет его. Точка работы вентилятора будет зависеть от установки, к которой она подключена.

На подземных сооружениях и крытых паркингах применена подобная система вентиляции, с аналогичным действием, как правило оснащена несколькими вентиляторными установками, работающими на закачивание свежего и выдув загрязненного воздуха. Множество компаний работают над улучшением систем вентиляции и отчистки воздуха от вредных веществ. Компани Panasonic давно занимается отчисткой воздуха в тоннелях и сооружениях, а также отчисткой воды от различных загрязнений, чтобы обеспечить циркуляцию воздуха и воды в данных сооружениях. Отчистка воздуха помогает осуществлять промежуточную связь между отдельными помещениями, или по всей длине тоннеля. Что позволяет создавать дополнительные коридоры и экономичней использовать ресурсы.

Литература:

1. Каледина Н.О. и др. Проектирование вентиляции при строительстве подземных сооружений.
2. Маковский Л.В., Трофименко Ю.В., Евстигнеева Н.А. Вентиляция автодорожных тоннелей.
3. Фомичев В.И. Вентиляция тоннелей и подземных сооружений.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА ПОРТАЛА ТОННЕЛЯ

*Мерзляков Святослав Алексеевич, студент 3-го курса
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Местом проектирования объекта был выбран город, в середине которого располагается озеро, что негативно отражается на транспортной системе. Строительство тоннеля в данном месте разгрузит наиболее загруженные участки дороги и облегчит транспортную ситуацию. (Рис. 1).

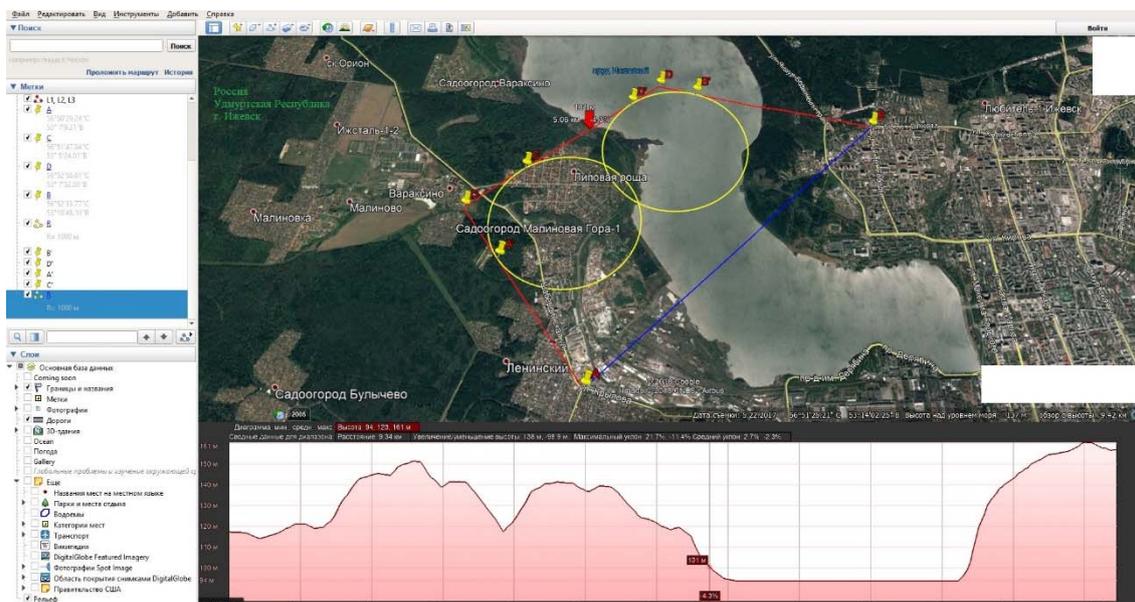


Рисунок 1 – План местности

Сам тоннель был выполнен по типовому варианту. Индивидуальная модель была разработана для портала (Рис. 2) и развязки.

Портал был выполнен с минимальным использованием нестандартных и сложных в производстве элементов. Так же, они были скомбинированы таким способом, чтобы придавать сооружению эстетически приятный вид.

Практически весь портал состоит из арок и балок, при этом арки с тыльной части сооружения имеют стандартный контур и сечение, что облегчает их производство и уменьшает стоимость. Фасадные арки (Рис. 3) выполнены из стекла, в сердцевине которых располагается, стержни нержавеющей стали. Колонны были выполнены подобными, что благоприятно скажется на их производстве.

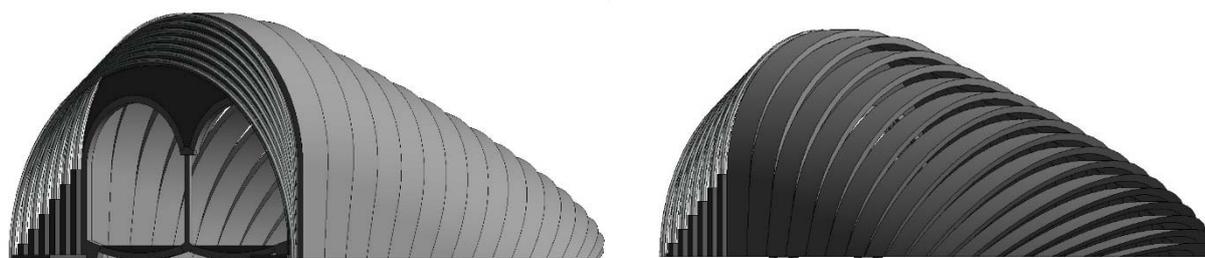


Рисунок 2 – Объемная модель портала

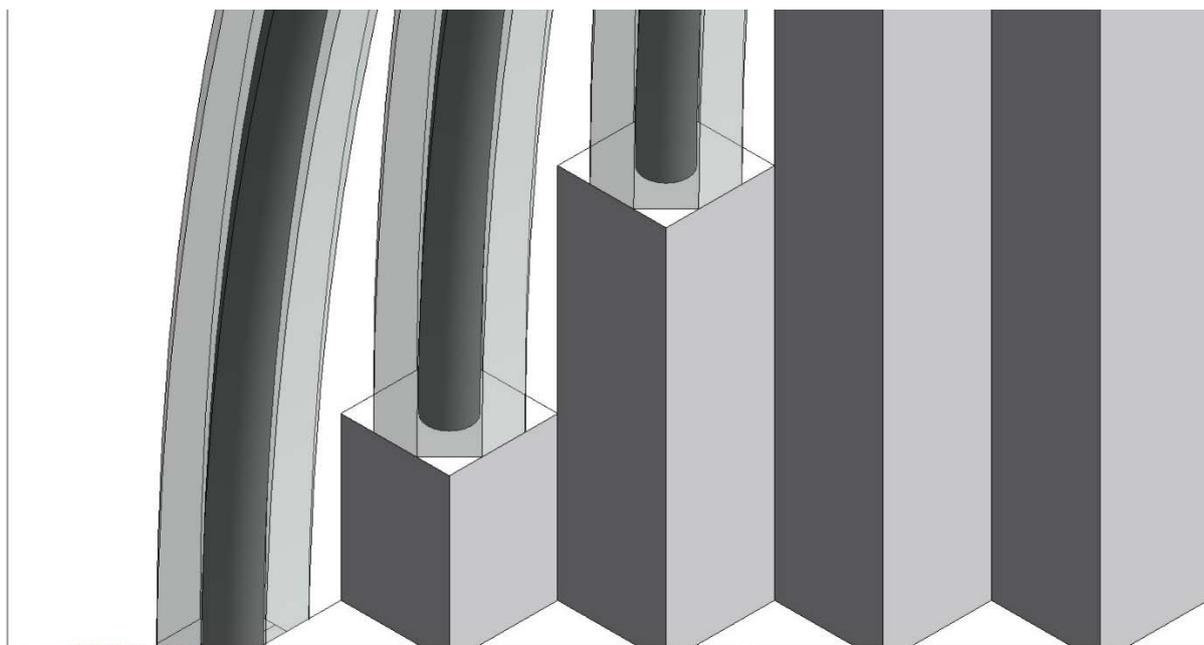


Рисунок 3 – Элементы арок

Концепция была выполнена таким образом, чтобы с инженерной точки зрения портал мог выполнять свои функции, без изменения в архитектуре. В дальнейшем будет произведен расчет всех элементов сооружения и определены их параметры. Будет выполнено экономическое обоснование применения данной концепции. Планируется использование современных материалов и вспомогательных систем.

В настоящее время использование BIM технологий позволяет реализовывать данный архитектурный подход в строительстве не только порталов, тоннелей, но и любых других инженерных сооружениях.

Литература:

1. Пастушков Г.П., Кузьмицкий В.А., Пастушков В.Г., Оляк В.Ю., Кузьмицкий Д.В. Проектирование тоннелей, сооружаемых горным способом //– 2005 С.96.
2. Лебедева Н.В. Фермы, арки, тонкостенные пространственные конструкции. – 2006г.
3. Михаловский И.Б. Теория классических архитектурных форм. -2014, С.288

УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ТОННЕЛЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

*Мороз Иван Александрович, студент 4-го курса
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В современных туннелях должна быть предусмотрена регулировка системы вентиляции в случае возгорания или задымления внутри сооружения.

Использование механической вентиляции во время пожаров – это очень важный режим работы системы вентиляции во время пожаров в туннелях. Это позволяет обезопасить людей, находящихся в туннеле на начальном этапе происшествия.

На международном уровне уже установлены различные руководящие принципы для обеспечения соблюдения стандартов безопасности. Основное внимание сосредоточено на скорости движения дыма в прилегающей к пожару территории (Рис. 1). В большинстве случаев теория «низкой скорости» является наиболее подходящей для обеспечения самоспасения даже в задымленной зоне. Для достижения этой цели требуются надежные измерения скорости дыма и автоматическая система управления вентиляторами.

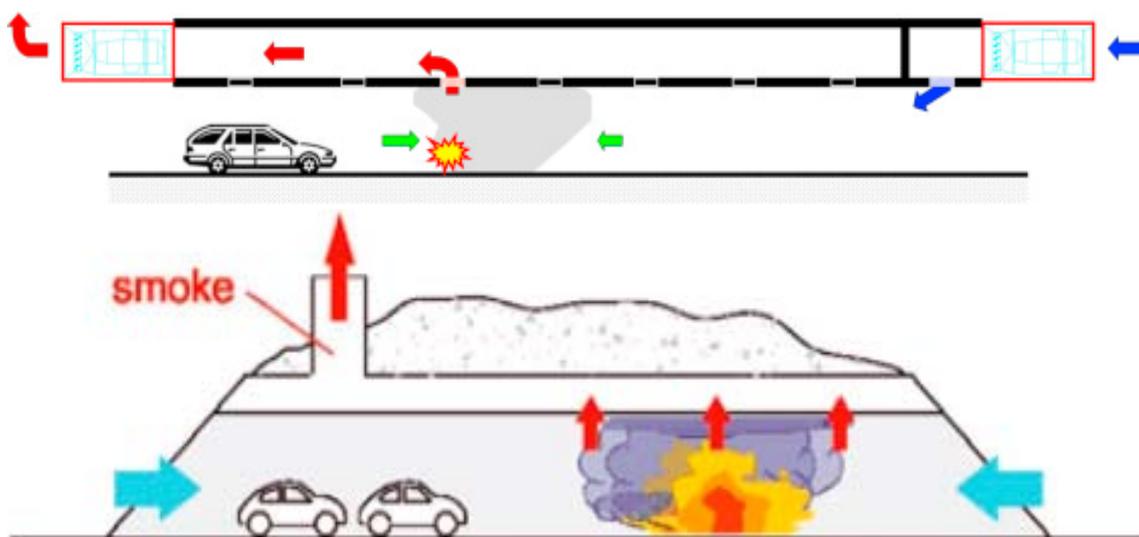


Рисунок 1 – Схема работы вентиляции во время пожара

В свою очередь, автоматическая система управления будет требовать периодической проверки датчиков (функциональность и правильность измерения показаний), а также регулярных испытаний систем вытяжной противопожарной вентиляции, включая обнаружение задымления, включение и

управление вентилятором. Однако временные рамки, доступные для обслуживания и испытания систем вентиляции, все чаще сокращаются из-за повышенных требований к инфраструктуре дорожного движения, хотя техническая инфраструктура значительно сложнее по сравнению с той, что использовалась в предыдущие годы. Таким образом, существует опасность, что в один момент, когда система необходима, отказ одного из компонентов цепи безопасности может привести к тому, что система не выполнит требуемые задачи. Следовательно, либо системы должны быть упрощены, либо больше усилий необходимо инвестировать в поддержание и тестирование оборудования для обеспечения безопасности.

Литература:

1. Автодорожные и городские тоннели России: учебное пособие / Л.В. Маковский, В.В. Кравченко, Н.А. Сула. – М.: МАДИ, 2016 – 136 с.
2. RVS 09.02.31, Tunnel, tunnel equipment, ventilation, basic principles, Forschungsgemeinschaft Straße, Schiene, Verkehr, Wien, 2014
3. Храпов В.Г., Демешко Е.А., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н. Тоннели и метрополитены - М.: Транспорт, 1989. - 383 с.

ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА В СОЧЕТАНИИ С АРМИРОВАНИЕМ ГРУНТА

*Мороз Иван Александрович, студент 4-го курса
(Научный руководитель – Пастушков В.Г., канд. техн. наук, доцент)*

В последнее время в Республике Беларусь проведено много работы по внедрению европейских стандартов в строительстве транспортных сооружений с применением конструкций из сборного железобетона.

Подпорные стенки из сборного железобетона в сочетании с армированием грунта (Рис. 1) часто признаются единственным подходящим решением при строительстве сооружения. Они применяются при строительстве мостов и путепроводов в стесненных городских условиях и в горной местности, а также используются для порталов транспортных тоннелей.



Рисунок 1 – Общий вид подпорной стенки

Создателями технологии армирования грунта является французская компания «TERRE ARMEE». Эта компания впервые реализовала свою идею в 1970-х годах. В настоящее время этот тип подпорных стенок широко применяется при строительстве транспортных сооружений в Европе, США, Австралии и других странах.

Идея данной конструкции (Рис. 2) заключается в следующем: на небольшой ленточный фундамент монтируются фасадные железобетонные панели, к которым закрепляются арматурные выпуски. Далее выполняют засыпку и уплотнение грунта. Работы по монтажу данного типа подпорных стенок выполняются за короткий срок.

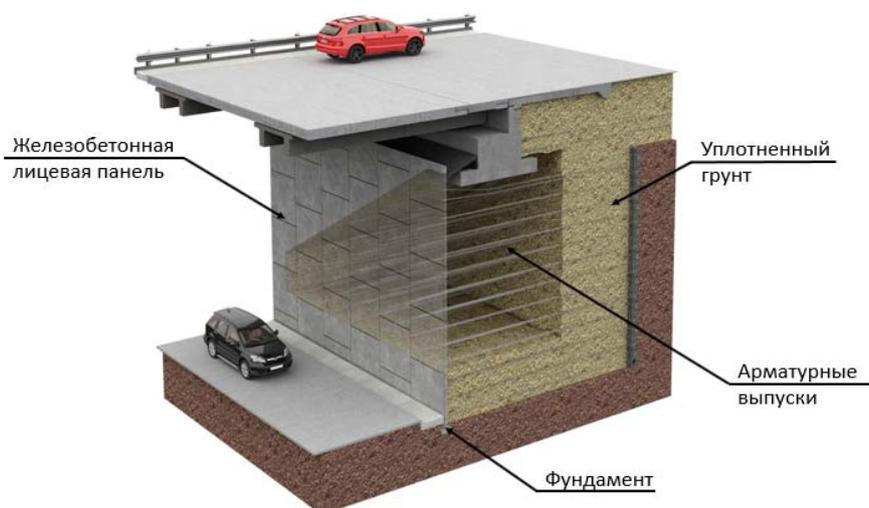


Рисунок 2 – Конструкция подпорных стенок

В качестве арматурных выпусков используются стальные либо геосинтетические ленты и сетки. Модульная система облицовки состоит из готовых железобетонных панелей, которые могут иметь различные формы, цвет, текстуру. Эти факторы улучшают эстетический вид сооружения.

Для многих автодорожных и железнодорожных мостов ригель можно укладывать непосредственно на армированный грунт, без строительства массивных опор. Такое решение идеально подходит для прочных грунтов. Однако, если в основании залегают слабые грунты, то арматурные элементы можно укладывать между ними, так как их легко отвести в сторону.

В заключении хотелось бы отметить, что небольшая глубина фундамента, типичная для конструкций подпорных стенок в сочетании с армированием грунта, а также ограниченный объем бетонных работ на строительной площадке значительно сокращают сроки и стоимость строительства.

Литература:

1. Дубровин Е.Н. Пересечения в разных уровнях на городских магистралях: учеб. пособие для вузов / Е.Н. Дубровин, Ю.С. Ланцберг, И.М. Лялин. – М.: Высш. школа, 1977. – 429 с.
2. Справочник геотехника: основания, фундаменты и подземные сооружения / Российская академия архитектуры и строительных наук, Российское общество по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению; под общ. ред. В. А. Ильичева, Р. А. Мангушева. – Москва: Издательство АСВ, 2014. – 727 с.
3. Будин А.Я. Тонкие подпорные стенки. – Л.: Стройиздат, 1974. – 191 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ: ВИРТУАЛЬНАЯ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

*Мостыка Екатерина Сергеевна, студентка 4 курса
(Научный руководитель – Петров М.П., ассистент)*

2017 год стал большим годом для технологических инноваций в строительной отрасли, и этот темп вряд ли замедлится в 2018 году. Это хорошая новость для компаний, которые используют технологии для повышения безопасности, эффективности и качества строительства.

Виртуальная реальность наконец-то вышла из игровой индустрии полностью в реальный мир. Одна из американских компаний использовала модели виртуальной реальности 4D, чтобы полностью погружать владельцев и других заинтересованных лиц в условия планируемого строительства на этапах планирования и проектирования для крупных проектов, включая гостиницу в аэропорту, и парковку, и развлекательный комплекс для зоопарков.

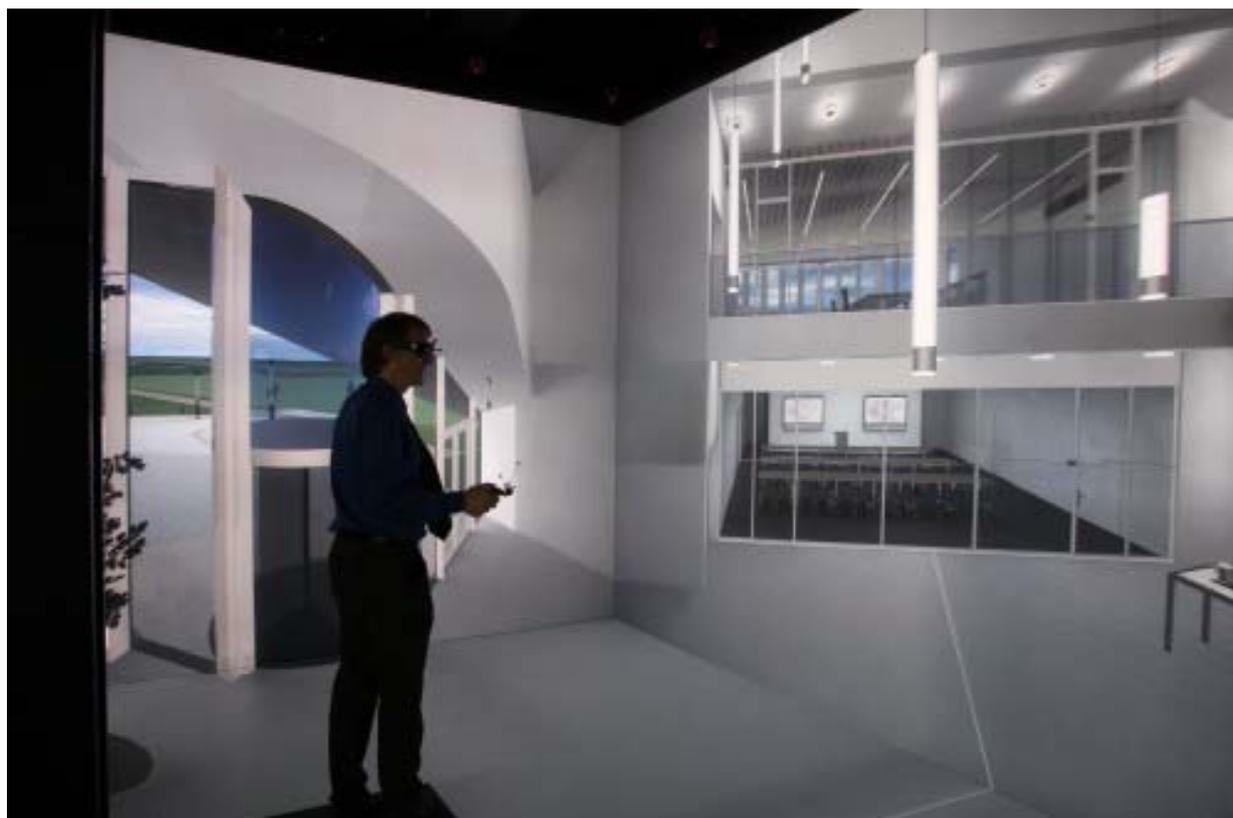


Рисунок 1 – Виртуальная реальность в строительстве.

Во всех случаях участники через полностью интерактивный погруженный опыт до завершения планов позволили компании выиграть бай-ин и разработать планы, которые полностью соответствовали ожиданиям. Это также позволило им преодолевать уникальные условия, в том числе потребности животных зоопарков и взгляды на взлеты и посадки самолетов.

Хотя виртуальная реальность ранее была доменом только самых передовых организаций, она становится все более популярной и все более востребованной у владельцев. 4D позволяют строительным компаниям планировать каждый аспект строительного проекта, улучшая все от безопасности до эффективности и обеспечивая более последовательный и качественный конечный продукт.

В то время как виртуальная реальность позволяет пользователям «ходить» через трехмерные и четырехмерные модели без фактического перемещения ногами, дополненная реальность позволяет пользователям проходить через настоящие 3D-среды своими ногами при сборе и / или просмотре дополнительной информации в реальном времени об этой среде.

Например, новое приложение iOS под названием MeasureKit позволяет пользователям направлять свой телефон или iPad на объект или компонент здания и взаимодействовать с этим компонентом через экран тремя полезными способами: измерять, выравнивать и размещать объекты.



Рисунок 2 – работа дополненной реальности в приложении.



Рисунок 3 – работа дополненной реальности на объекте.

Прогнозируют, что в 2018 году поступит много новых приложений с дополненной реальностью и что некоторые из существующих приложений станут основными, например, способность BIM 360 Glue предоставить субподрядчикам возможность направлять устройство на компонент и получать информацию из 3D-моделей, положенных на изображение, которое создано в устройстве.

Литература:

1. Виртуальная реальность в реальном строительстве. – 2017г. – URL: <https://ardexpert.ru/article/7963>
2. "VR в строительстве". – 2017г. – URL: <http://ve-group.ru/tag/vr-v-stroitelstve/>
3. AR в строительстве. – 2017г. – URL: <http://tofar.ru/ar-v-stroitelstve.php>

РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ТОННЕЛЯ В REVIT НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Новик Сергей Викторович, студент 4 курса кафедры
Гракович Анатолий Дмитриевич, студент 4 курса кафедры
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

1. 5D Building Information Modeling. Расчет стоимости, времени строительства или любой другой исчисляемой характеристики сооружения на этапе проектирования возможно осуществить, используя платформу BIM. 5D базируется на трехмерной модели, но включает в себя больше аспектов. Используя Revit, к элементам уже готовой 3D модели в спецификациях можно задавать параметры стоимости, времени строительства и т.д.

2. Пример проекта, выполненного по технологии 5D. Одним из ярких примеров применения такой технологии стал проект линии метро в Турции «Кабатас-Месидиека-Махмутби». Расположен тоннель метро на европейской стороне Стамбула, будет иметь общую длину 22,5 км и включать в себя 19 станций (Рис. 1), а также подземный склад депо и различные мастерские, что делает его одним из самых амбициозных проектов в области гражданского строительства в Турции. Все проектные работы выполнялись экспертами BIM с использованием программного обеспечения Autodesk Revit и Navisworks. 3D-изображения ниже – это скриншоты станций метро, разработанных инженерами Prota на 3D-платформе. (Рис. 2,3,4).

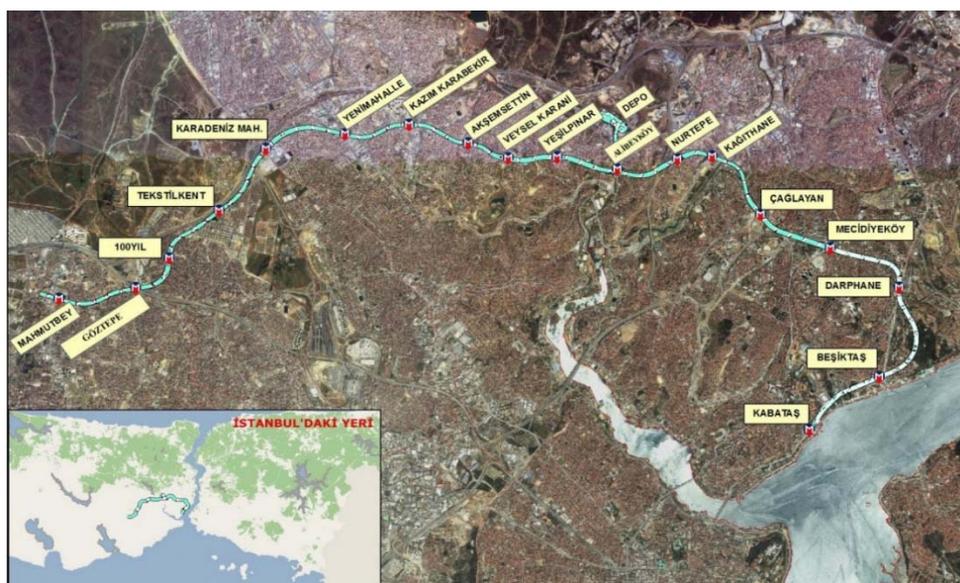


Рисунок 1 – Карта линии метро Кабатас-Месидиека-Махмутби

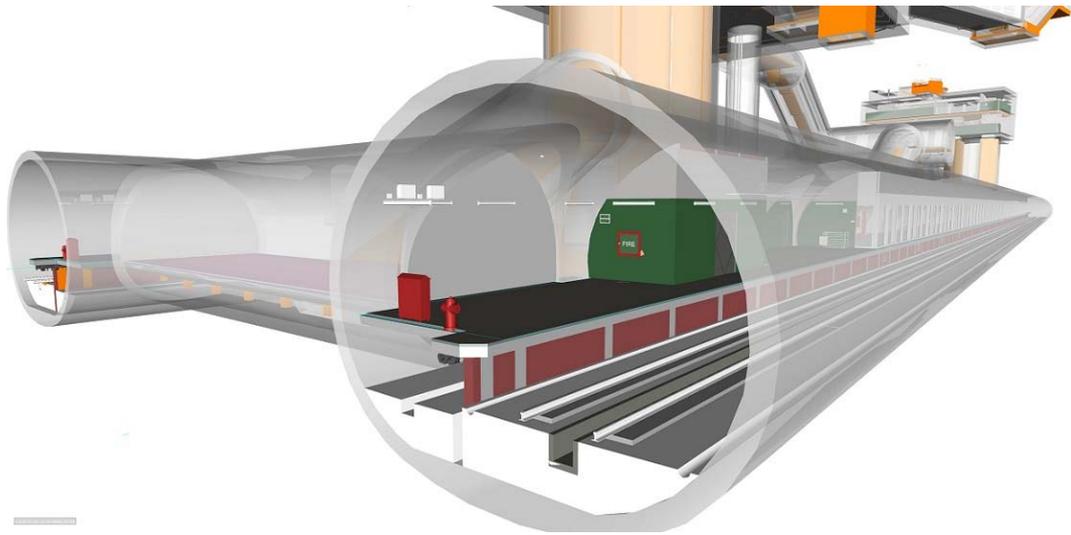


Рисунок 2 – Поперечный разрез тоннеля в 3D



Рисунок 3 – Визуализация станций метро



Рисунок 4 – Визуализация одного из акведуков на линии ж/д

3. Проектирование тоннелей в Беларуси

На данный момент проектировщики «Минскметропроекта» решают плоскую задачу, рассчитывая все в Plaxis и Excel. В России ушли ненамного дальше работая в связке Midos – Plaxis.

4. Проект тоннеля с расчетом стоимости. Разработанный нами участок тоннеля, включающий в себя, помимо визуальной составляющей, стоимость проекта (Рис. 5) является безусловно упрощенной версией и далек от ведущих мировых рендеров, но наша цель донести саму технологию выполнения и показать её пользу.

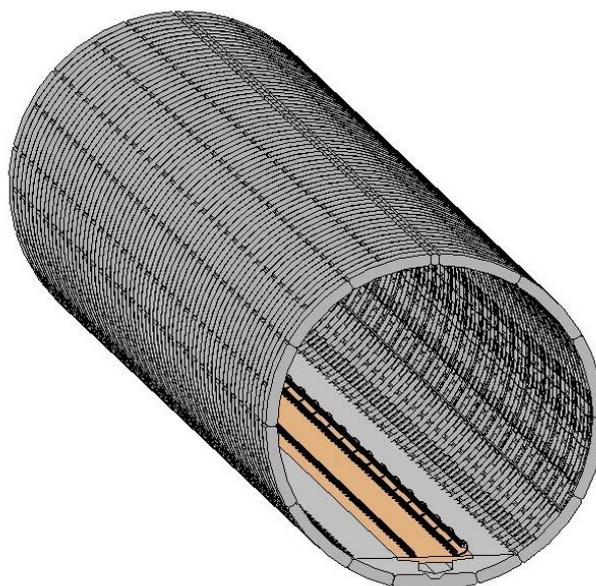


Рисунок 5 – Участок тоннеля, выполненный в Revit

Существуют различные типы программного обеспечения BIM, доступные на рынке. Одно из самых доступных для рядового студента это конечно же Autodesk Revit. Одно из его преимуществ – автоматизация, что позволяет сэкономить время и улучшить взаимопонимание заинтересованных сторон.

Revit дает нам возможность задать стоимость элементов тоннеля через внутрпрограммные спецификации и подсчитать их в последующем выводе в Excel. Также, помимо стоимости, в спецификациях (Табл. 1) можно задавать такие параметры как время, стоимость труда и прочие параметры.

Таблица 1 – Спецификации

<Спецификация>			№п/п	Объем	Ед. изм	Количество	Цена	Примечание
А	В	С						
Изготовитель	Объем	Стоимость						
			1	0,720306	м³	1	300	
			2	0,077311	м³	1	10	
Минск	0.7203058 м³	300.00	3	0,720307	м³	1	300	
Минск	0.0773114 м³	10.00	4	0,720306	м³	1	300	
Минск	0.7203074 м³	300.00	5	0,720307	м³	1	300	
Минск	0.7203058 м³	300.00	6	0,720306	м³	1	300	
Минск	0.9810713 м³	400.00	7	0,981071	м³	1	400	
Минск	0.4173619 м³	150.00	8	0,417362	м³	1	150	
Минск	0.0773114 м³	10.00	9	0,077311	м³	1	10	
Минск	0.9810713 м³	400.00	10	0,981071	м³	1	400	
Минск	0.7308926 м³	300.00	11	0,730893	м³	1	300	
Минск	0.7308956 м³	300.00	12	0,730896	м³	1	300	
Минск	0.7308926 м³	300.00	13	0,730893	м³	1	300	
Минск	0.3951145 м³	150.00	14	0,730896	м³	1	300	
Минск	0.7203074 м³	300.00	15	0,730893	м³	1	300	
Минск	0.7203058 м³	300.00	16	0,730893	м³	1	300	
Минск	0.7203074 м³	300.00	17	0,730892	м³	1	300	
Минск	0.7203058 м³	300.00	18	0,730891	м³	1	300	
Минск	0.4173620 м³	150.00	19	0,730891	м³	1	300	
Минск	0.7308956 м³	300.00	20	0,417362	м³	1	150	
Минск	0.7308926 м³	300.00	21	0,417362	м³	1	150	
Минск	0.7308956 м³	300.00	22	0,417362	м³	1	150	
Минск	0.7308926 м³	300.00	23	0,00111	м³	1	20	
Минск	0.7308956 м³	300.00	24	1,9E-06	м³	1	2	
Минск	0.7308926 м³	300.00	25	1,9E-06	м³	1	2	
Минск	0.3951160 м³	150.00	26	1,9E-06	м³	1	2	
Минск	0.7203058 м³	300.00	27	1,9E-06	м³	1	2	
Минск	0.0773114 м³	10.00	28	0,00111	м³	1	20	
Минск	0.7203074 м³	300.00						
Минск	0.7203058 м³	300.00						
Минск	0.7203074 м³	300.00						
Минск	0.7203058 м³	300.00						
Минск	0.9810713 м³	400.00						
Минск	0.4173619 м³	150.00						
Минск	0.0773114 м³	10.00						
Минск	0.9810713 м³	400.00						
Минск	0.7308926 м³	300.00						
Минск	0.7308956 м³	300.00						
Минск	0.7308926 м³	300.00						

5. Интеграция с другими сервисами. Также, одним из основных факторов для выбора Autodesk Revit в качестве инструмента моделирования в проекте, является то, что этот программный комплекс обеспечивает многодисциплинарную интеграцию, что важно для 5D BIM-процесса. Помимо визуальной и временно-стоимостной составляющей мы имеем возможность рассчитать наш тоннель с заданными нагрузками в Sofistik (Рис. 6).

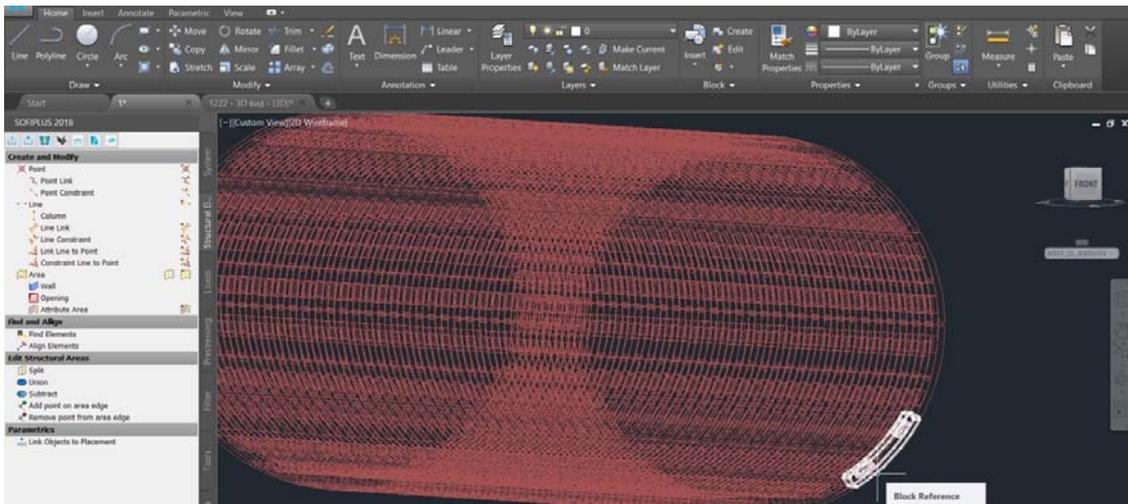


Рисунок 6 – Расчет тоннеля в Sofistik

Интеграция информации не только повысит эффективность и точность процесса на всех этапах, но и позволит лицам, принимающим решения, владеть более сложной интерпретацией информации, что практически невозможно при использовании обычного 2D CAD-процесса. Виртуализация снизит технические барьеры для клиентов для участия в проекте. Это повысит удовлетворенность клиентов путем преодоления разрыва ожиданий и фактических результатов проекта.

6. **Применение технологии BIM 5D в Беларуси.** BIM 5D - это новый подход, который в настоящее время трансформирует строительную отрасль. В Беларуси создание подобных проектов так же может найти свое применение. В настоящее время ведется строительство третьей линии Минского метрополитена, далее планируется четвертая линия, а в будущем, возможно, и «кольцевая» для разгрузки пассажирских потоков на центральных станциях (Рис. 7).

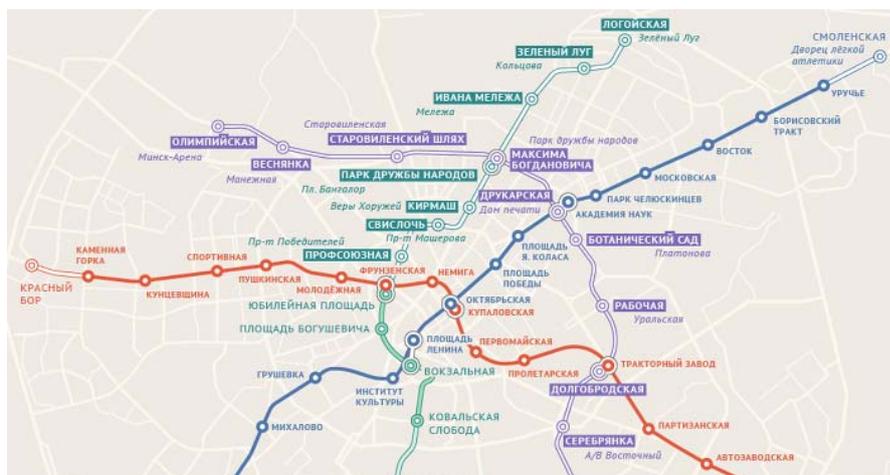


Рисунок 7 - Возможная схема Минского метрополитена в будущем

7. **Вывод.** Автоматизация проектирования поможет существенно сократить расходы, связанные с удорожанием объекта в процессе строительства.

В СНГ нормальным считается показатель в 20% от его предварительной стоимости, однако часто может доходить до погрешности в 50%. Грамотная работа проектировщиков может сократить расходы до 5-7%, а это экономия огромных денег из гос. бюджета страны.

Литература:

1. S. Mihindu, Y. Arayici. Digital Construction through BIM System will Drive the Reengineering of Construction Business Practices. Int. Conf. Visualisation, 29 (2008).
2. MATEC Web of Conferences 66, 00026 (2016), IBCC 2016 URL:https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2016/29/mateconf_ibcc2016_00026.pdf
3. D. Forgues, I. Iordanova, F. Valdivesio, S. Staub-French. Rethinking the cost estimating process through 5D BIM: a case study. In Constr. Res. Congress, 778 (2012)

СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ЦЕМЕНТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Судас Михаил Игоревич, студент 4-го курса кафедры
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Светоизлучающий цемент является инновацией в строительной отрасли. Его применение расширит границы возможностей в строительном секторе. Использование данного изделия позволит значительно снизить затраты на электроэнергию, а также повысить долговечность здания или сооружения. Этот уникальный материал может использоваться совместно с другими строительными смесями, что способствует увеличению его спроса на строительство.

Велосипедная дорожка построена с использованием фосфоресцирующих плиток, поэтому в ночное время прохожие видят, куда они идут без необходимости потребляющего электричество освещения. Но, несмотря на красоту сцены, только несколько конструкций во всем мире имеют такое освещение, потому что микроскопическая структура обычных строительных материалов, таких как цемент, бетон или кирпич, запрещает добавлять это свойство.

Но это может скоро измениться. Хосе Карлос Рубио Авалос, исследователь с Мексики, и его команда разработали новый тип фосфоресцирующего цемента, который может освещать автомагистрали, велосипедные дорожки или здания без использования электричества (Рис. 1).



Рисунок 1 — Светоизлучающий цемент в строительстве

Используя то же сырье, с которым производится цемент, и добавляя определенные добавки, ученые модифицировали оптические свойства материала, и он стал фосфоресцирующим. “Цемент-это непрозрачное тело, оно не позволяет прохождению света к интерьеру, поэтому мы должны внести изменения в микроструктуру, чтобы позволить частичное поступление света в материал для того, чтобы иметь такое поведение,” используя добавки, ученые не смогли предотвратить образование кристаллов, которые возникают обычно при производстве цемента, создавая материал с некристаллической структурой —

похож на стекло, что позволяет прохождение света внутри. Изменение доли добавок, добавляемых при производстве цемента, регулирует как его интенсивность, так и цвет, чтобы не ослеплять водителей, если они используются, например, на дорогах.

Из-за неорганической природы компонентов цемента, материал может иметь очень длинный срок годности при хранении сравнимый с другими фосфоресцирующими материалами как пластмассы или краски но это всегда будет зависеть от того, как будет использоваться.

Фосфоресцирующие материалы поглощают энергию от излучения, например, ультрафиолетового света, излучаемого солнцем—или лампами, которую они позже излучают как свет, который можно увидеть после наступления темноты. По мере того как он нагружает вверх энергетически с ультрафиолетовыми лучами, даже на пасмурные дни цемент будет поглощать достаточную энергию для того чтобы накаливать во время темных периодов до 12 часов.

В настоящее время цемент продается в двух цветах: синий, зеленый.

Ученый не прекращает свою работу над этим проектом, надеясь расширить палитру цветов и отрегулировать интенсивность свечения. После этого доктор Рубио планирует приступить к созданию светоизлучающего гипса.

Литература:

1. Мировые инновации: светоизлучающий цемент для строения дорог. – 2018г. – URL: <http://oddvspb.ru/news/47-mirovie-innovacii>
2. Ученый из Испании разработал светоизлучающий цемент для строительства дорог и зданий – 2017г. – URL: <http://www.vzavtra.net/materialy/uchenyj-iz-ispanii-razrabotal-svetoizluchayushhij-cement-dlya-stroitelstva-dorog-i-zdanij.html>
3. Разработан светоизлучающий цемент для строительства дорог и зданий – 2017г. – URL: <http://profidom.com.ua/novosti/stroitelnyje-materialy/19333-razrabotan-svetoizluchayushchij-tsement-dlya-stroitelstva-dorog-i-zdanij>

ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ

*Татаринovich Анна Васильевна, студентка 4-го курса
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Ультра-высокопроизводительный бетон является относительно новым направлением в индустрии бетона. На сегодняшний день стандарты для этого типа бетона не были приняты, хотя его характерная прочность превышает те, которые указаны в нормативных документах.

Ультра-высокопрочный бетон превышает все характерные значения класса бетона С110/115 и представляет собой материал со следующими характеристиками: прочность на сжатие не менее 150 МПа и прочность на растяжение более 5 МПа. Это обеспечивает возможность уменьшения сечения элементов (балок, колонн или конструкций тоннеля), выполненных из этого типа бетона, в то время как грузоподъемность остается высокой.

Главная задача при получении такого материала состоит в необходимости сочетания ультра-высокопрочного бетона с использованием местных материалов (песков) и уменьшения количества цемента (который является самым дорогим материалом). Это эффективный подход для уменьшения расхода природных ресурсов и экологического воздействия индустрии бетона. При этом основное условие - получение более высокой прочности на сжатие, без необходимости в термообработке.

Выбор лучших материалов, используемых для производства высокопроизводительных бетонов, является лишь одним шагом в эффективном и экономичном производстве бетона (График 1). Стоит признать, что выбор цементных материалов (связующего) и оптимизация состава высокопроизводительных или ультра-высокопрочных бетонов требует внимания и опыта (Табл.1).

Цемент

Цемент является ключевым компонентом для всех типов бетона, поэтому его стоит выбирать с высокой начальной прочностью.

Водоцементное отношение

В ультра-высокопрочных бетонах для получения более прочной, более плотной структуры материала используется очень низкое водоцементное отношение от около 0,15 до 0,30. При этом количество капиллярных пор уменьшается из-за небольшого количества воды в смеси.

Побочным эффектом низкого водоцементного отношения является то, что обрабатываемость бетонной смеси уменьшается. Это можно компенсировать с помощью примесей, которые улучшают обрабатываемость бетонной смеси. Наилучшим решением является использование новейшего типа суперпластификатора примеси, а именно поликарбоксилата. Плотность суперпластификатора составляет около 1,07 кг/дм³. Добавка добавляется во

время перемешивания. Предлагается использовать от 1 до 50 г на кг цемента для бетона с нормальной прочностью. Возможность использования добавок для конкретных целей, вероятно, будет одним из важнейших источников инноваций в будущем.

Микрокремнезем

Микрокремнезем - это бетонное добавление типа II, которое включает пуццолановые или латентные гидравлические материалы, такие как природный пуццолан и летучая зола. Микрокремнезем является побочным продуктом промышленного производства кремния или ферро-кремниевого сплава, имеющего в составе круглые частицы диоксида кремния. Оптимальная доза микрокремнезема в бетоне, согласно исследованиям, составляет 25%. Благодаря его присутствию можно получить высокую прочность и низкую проницаемость как в раннем, так и в более позднем возрасте. Диоксид кремния вводится для заполнения межзеренного пространства и для получения более плотной консистенции.

Стальные волокна

Основной целью добавления стальных волокон является улучшение его поведения при растяжении. Стальные волокна повышают пластичность хрупких материалов, но добавление волокон к бетону увеличивает также его вязкость и деформацию при пиковом напряжении. Смесь волокон увеличивает прочность на растяжение и деформационную способность в процентах от армирующего волокна более чем на 1%. Чаще всего используют волокна двух типов: короткие прямые волокна и длинные волокна с волнистыми концами.

Основные преимущества: они увеличивают прочность на сжатие, растяжение и изгиб, уменьшают требования к независимым арматурным стержням, уменьшают ширину трещины, улучшают пластичность, извлекают усилия сокращений и улучшают устойчивость к замораживанию. Среди недостатков: его иногда можно увидеть на поверхности бетона, и они ржавеют в агрессивных средах.

Таблица 1 – Смешивание пропорций по весу цемента

Составляющие	Смеси			
	Без волокон		С волокнами	
	R 10	R 11	R 13	R 14
Цемент	1	1	1	1
Вода	0,27	0,25	0,27	0,25
Суперпластификаторы	0,04	0,04	0,05	0,05
Микрокремнезем	0,27	0,25	0,27	0,25
Кварцевый порошок	0,70	0,65	0,70	0,65
Волокна	0,0	0,0	0,13	0,22
Песок	0,54	0,50	0,54	0,50

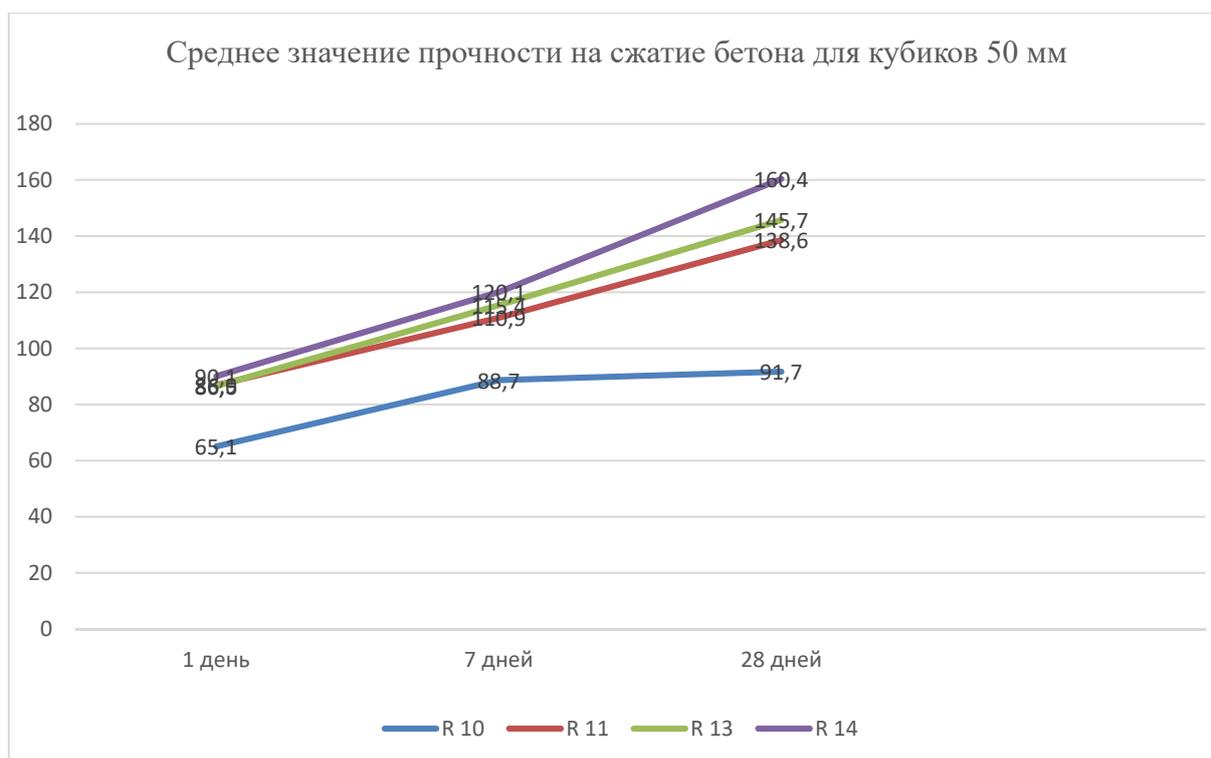


График 1 – Среднее значение прочности на сжатие бетона для кубиков 50 мм

Прочность на сжатие 160 МПа достигается за счет введения стальных волокон в бетонную смесь. Специальные свойства смеси R14 получают с умеренной дозой портландцемента и чрезмерно малым отношением водоцементного отношения. Это возможно благодаря использованию суперпластификаторов нового поколения в максимальной дозировке, рекомендованной производителем, с использованием реагентов с высокой реакционной способностью пуццолана и включающих стальные волокна.

Обеспечивая армирование стальными волокнами, снижается риск растрескивания при усадке пластмассы и при сушке. Стальные волокна улучшают долговечность за счет ограничения трещин.

Разработка смеси имеет решающее значение, поскольку она определяет ее структурный уровень производительности. Стандартизированной смеси нет, потому что для каждого случая требуется характерная смесь.

Результатом предложенного подхода является достоверно оптимальная плотность бетонной смеси при рассмотрении влияния характеристик материалов и совместимости материалов на улучшение эксплуатационных характеристик бетона.

Литература:

1. Соболев К., Амирянов Р. Применение генетического алгоритма для моделирования плотных бетонных заполнителей: Строительство и строительные материалы, 2017, 24. – С. 1449-1454.

2. Айткин П.С., Мехта П.К., Сиан А., Ирассар Э.Ф. Влияние крупного агрегата на свойства высокопрочного бетона, 1990, № 87. – С. 103-107.
3. Бук Дж.Дж., Жоу М. Влияние микроструктуры на несущие и энергетические мощности ультра-высокопроизводительных бетонов// Исследования цемента и бетона, 2017, № 43. – С. 34-50.
4. Гайзенкайслук М. Вывод трехмерной модели распределения частиц для разработки улучшенных смесей ультра-высокопроизводительного бетона, 2002. – 128 с.

ОЦЕНКА УСИЛЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ГЕОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ АРМИРОВАННОЙ СТАЛЬЮ

*Татаринovich Анна Васильевна, студентка 4-го курса
(Научный руководитель – Ходяков В.А., ассистент)*

Производство обычно портландцемента сопровождается высокими выбросами углерода и расходами энергии. В целях уменьшения отрицательного воздействия на окружающую среду в последние годы широко изучалось использование щелочно-активных материалов в качестве заполнителя. Этот тип материала обычно демонстрирует превосходные характеристики, такие как механические свойства, долговечность, термические свойства вместе с низким воздействием на окружающую среду по сравнению с портландцементом. На основе механизмов реакции исходных материалов можно классифицировать два типа связующих систем. Одна из них - система (Si+Ca), имеющая гель типа C-A-S-H с низким отношением Ca/Si и высоким включением Al в качестве основного продукта реакции. Другая - система (Si+Al), основным продуктом реакции является гель типа N-A-S-H в трехмерных сетях. Обе системы демонстрируют отличное поведение из-за различий в механизме реакции и характеристиках геля.

Недавние исследования, в которых основное внимание уделяется смешанным щелочным системам, дают многообещающее будущее для применения щелочно-активированных материалов из-за лучшего баланса между механическими свойствами и долговечностью при смешивании обогащенных кальцием прекурсоров с алюмосиликатами. Основными продуктами реакции в смешанной системе являются стабильно сосуществующие гели C-A-S-H и N-A-S-H. Кроме того, интенсивно исследовались влияния ключевых синтезирующих факторов на кинетику реакции, характеристики геля, механические свойства и долговечность. Недавнее понимание смешанных щелочных систем обеспечивает твердую теоретическую поддержку для дальнейших исследований. На практике уже реализовано несколько приложений, таких как высокие жилые здания, готовые конструкционные элементы, напольные плиты, стеновые панели и железнодорожные шпалы.

Однако, несмотря на то, что превосходные характеристики могут быть достигнуты с помощью смешанных щелочных систем, относительно высокая сушка усадки из-за природы как сырья, так и активаторов по-прежнему остается проблемой, которая ограничивает их применение в больших масштабах, поскольку она хорошо связана с тенденцией растрескивания, следовательно, свойств, связанных с долговечностью. С другой стороны, применение стального волокна в портландцементных системах доказало свои преимущества в улучшении прочности на изгиб, вязкости разрушения, ударе и устойчивости к усталости, а также эффективность уменьшения усадочной характеристики хрупкой матрицы. Случайно диспергированные волокна внутри матрицы уменьшают удлинение и рост микротрещин, обеспечивая пропускную

способность напряжения, благодаря которой генерируемое внутреннее напряжение может быть перенесено в другие устойчивые области матрицы. Кроме того, следует отметить, что стальные волокна различной длины играют определенную роль в ингибировании трещин, а именно коротких волокон в основном для перекрытия микротрещин, в то время как длинные волокна более эффективны в уменьшении макротрещин. Эти улучшенные свойства также могут указывать на потенциал использования стального волокна в щелочных активированных системах. Проводились исследования, в которых применяли стальное волокно с дозировками 40 и 120 кг/м³ в активированном шлаке из стекловолокна, результаты показали, что прочность на изгиб была в значительной степени улучшена, и при увеличении содержания волокон было снижено сопротивление сжатию; также уменьшались водопоглощение и проницаемость пористости. В другом исследовании использовали длинные и короткие стальные волокна с объемной долей до 2% в активированных стекловолокном шлако-кремнеземных смесях, и результаты показали, что по мере увеличения содержания волокон происходит снижение работоспособности и сушки; в то время как смеси с более высоким содержанием волокна и большей длиной демонстрируют более высокую прочность на сжатие и изгиб. Тем не менее, существует ограниченное изучение механизма и оценка эффективности воздействия гибридного стального волокна на смешанную щелочную систему.

Результаты показывают, что, применяя гибридное волокно вместе с подходом к конструкции упаковки частиц, прочность на сжатие около 100 МПа может быть достигнута при коэффициенте $w/p=0,4$. Добавление стального волокна немного уменьшает усадку и увеличивает пористость, но эффективно блокирует сушку при усадке и улучшает поведение при растяжении. Гибридное использование длинного и короткого волокна демонстрирует синергетический эффект и приводит к оптимальной прочности. Арматура из стального волокна выгодна для применения щелочно-активных материалов.

Литература:

1. Гао Х., Броуверс Х. Свойства щелочных активированных шлаковых смесей с добавлением известняка, 2015. – с. 119-128.
2. Гао Х., Броуверс Х. Характеристика щелочных активированных шлаковых смесей, содержащих нано-кремнезем, 2015. – с. 397-406.
3. Ши Си, Кривенко П.В., Рой Д.М. Щелочно-активированные цементы и бетоны, 2006.
4. Малолепжи Дж. Гидратация и свойства щелочно-активных шлаковых цементных материалов, 1989. – с. 7-125.
5. Гао Х., Броуверс Х. Оценка пористости и усадки щелочных активированных шлако-летучих зольных композитов, разработанных с использованием модели упаковки, 2016. – с. 175-184.

ВЛИЯНИЕ САХАРИДОВ НА ГИДРАТАЦИЮ ОБЫЧНОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

*Татаринович Анна Васильевна, студентка 4-го курса
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

В течение многих лет древесные волокна в различных формах смешивались с цементом для изготовления композитных материалов, таких как древесно-волоконистые цементные доски и древесно-волоконистые цементные плиты, которые в совокупности называются цементными древесными композитами. Древесно-волоконистые цементные доски изготавливаются с использованием древесных волокон, связующего и добавок: древесина хранится в течение 6-12 месяцев, чтобы свести к минимуму влияние сахаров до того, как она нарезается на древесные волокна.

После этого древесину смачивают, смешивают с цементом, помещают в форму, прессуют и сушат. Наиболее распространены два типа лесов для производства древесно-волоконистых цементных досок: ель и тополя. В качестве связующего обычно используют обычный портландцемент, но в качестве связующего также можно использовать магнезиальный цемент. Древесно-волоконистые цементные доски демонстрирует хорошую устойчивость к разложению и насекомым, низкую плотность, а также хорошие акустические и теплоизоляционные свойства. Такой материал, в основном, используются на парковочных площадках, подвальных потолках, напольных устройствах, черновой обработке или конструкции деревянных каркасов в качестве звуковых барьеров для акустической абсорбции.

Использование целлюлозного материала в качестве наполнителя или арматуры в этих композиционных материалах значительно увеличилось за последнее десятилетие благодаря важным улучшениям в технологиях процесса, улучшении экономических стимулов и повышенным проблемам устойчивости, таким как возобновляемость и утилизация древесных материалов, В настоящее время большое количество неорганических и органических отходов образуется с огромным воздействием на окружающую среду (свалки отходов, загрязнение и т. Д.). Эти ресурсы отходов могут быть использованы для разработки устойчивых строительных материалов, например, композитов из цементного волокна, где древесину можно заменить органическими волокнами отходов, такими как волокна кокосового, пенькового или масляного материала.

Однако, развитие цементных древесных композитов замедлилось из-за недостаточного понимания механизма взаимодействия между цементом и органическими волокнами. Предыдущие исследования показали, что не все типы древесины совместимы с цементом, поскольку, как правило, происходит замедление гидратации цемента, снижающее прочность композитного материала ниже требований или даже вызывающее распад панелей после

сжатия. Причиной являются сахараиды, содержащиеся в древесине и альтернативных волокнах.

Натуральные волокна содержат различные сахараиды с индивидуальным значением растворимости в воде из-за различных структур сахаридов и самих волокон. Те, которые могут быть растворены, создают фильтраты, которые можно проанализировать, объясняя, сколько и какие сахараиды, особенно мономерные сахара, выщелачиваются из волокон и как они могут влиять на композит из цементно-волоконного материала. Количество и тип выщелоченных сахаридов зависят от типа волокон и условий их выращивания. Однако не все типы сахара имеют тот же тормозной эффект.

В 2014 г. Было определено, что глюкоза и сахароза обладают более сильным замедляющим действием, чем другие сахара. Влияние сахаридов на гидратацию цемента можно объяснить различными явлениями. Во-первых, важно учитывать способность связывания кальция, потому что общие исследования органических замедлителей показали, что они имеют сильные группы хелатирования Ca, которые могут препятствовать образованию геля C-S-H. Другой особенностью является то, что сахара действуют через поверхностную адсорбцию, образуя полупроницаемые слои на цементных зернах. Они могут также взаимодействовать с различными минералами клинкера по-разному, например, сахароза реагирует с C3S, но не реагирует непосредственно с C3A, а также ускоряет образование этtringита, что показано на ранних стадиях. Другим аспектом, который следует учитывать, является нестабильность некоторых сахаридов в сильнощелочной среде, такой как цементная паста ($pH \approx 13$). Продукты разложения были более эффективными, чем исходные древесные экстракты при ингибировании гидратации цемента. Побочные продукты, такие как анионы сахарной кислоты или катионы кальция, по-видимому, являются более эффективными замедлителями, чем сами сахара.

В ходе нескольких исследований изучено влияние сахарозы и глюкозы на гидратацию цемента с использованием калориметрии, что свидетельствует о сильном замедляющем воздействии сахарозы на гидратацию цемента в течение нескольких месяцев. Эти исследования показывают, что гидратация цемента в присутствии волокон намного сложнее, чем сумма реакций гидратации отдельных минералов с сахараидами. Использование фильтратов - новый способ исследования этого взаимодействия. Влияние сахаридов на гидратацию исследуют путем добавления в цементные пасты чистой фруктозы, глюкозы, сахарозы, лигнина или целлюлозы. Наиболее проблематичными выщелоченными органическими веществами являются мономерные сахара (арабиноза, галактоза, глюкоза, манноза, ксилоза) и галактуроновая и глюкуроновая кислоты).

Подводя итог, можно сделать вывод, что использование изотермической калориметрии для изучения волокнистых выщелачивателей, смешанных с цементом, является простым и экономичным способом исследования совместимости различных волокон для композита из цементного волокна. В свою очередь использование фильтрата, позволяет выполнить прямое сравнение без необходимости учитывать другие факторы, такие как размер волокна или

адсорбция воды. Это может быть полезно, поскольку оба свойства влияют на поведение гидратации цемента и могут широко варьироваться между различными волокнами.

Литература:

1. Брауэрс Х.Дж., Амирянов Р. Цементная доска из древесных волокон: потенциал и проблемы: Материалы с органическим связующим, 2014. – с. 154-164.
2. Вольф Р.В., Гьянолли А. Цементно-древесные композиты в качестве инженерного материала, 1997. – с. 84-91.
3. Хьюгинс Г.Дж., Ванг С. Оценка воздействия внедрения стандартов энергоэффективности гражданского строительства на экономическую систему Китая и окружающую среду, 2009. – с. 1084-1090.
4. Биничи Х., Экен М., Долаз М., Кара М. Экологически чистый теплоизоляционный материал из стебля подсолнечника, текстильных отходов и ствольных волокон, 2014. – с. 24-33.
5. Белхади Б., Бедерина М., Монтрелей Н. Влияние замещения древесной стружки ячменными соломками на физико-механические свойства легкого песчаного бетона, 2014. – с. 247-258.

ФОТОГРАММЕТРИЯ В ОБСЛЕДОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Тихон Кирилл Николаевич, студент 4-го курса
(Научный руководитель – Пастушков В.Г., канд. техн. наук, доцент)*

Традиционные методы обследования сооружений: 1) фотосъемка объекта, 2) обмерные работы, 3) геодезические измерения.

Обмерные работы: Измерение основных размеров сооружения и его конструктивных элементов, в том числе определение длины мостового сооружения, а так же основных геометрических параметров пролётных строений (длина, строительная высота, шаг балок и др.), мостового полотна (габарит проезда, высота ограждений, ширина тротуаров) и всех элементов опор (в том числе опорных частей).

Геодезические измерения: Геодезических измерения является определением планово-высотного расположения элементов моста, построение продольных и поперечных профилей проезжей части на мосту и подходах, определение продольных и поперечных уклонов покрытия и толщины дорожной одежды проезжей части, прогибов несущих конструкций пролетных строений.

Фотосъемка объекта: Фотографирование общего плана, фасадов, различных дефектов и тд.

Фотограмметрия как альтернативный способ обследования: 1) безопасный воспроизводимый сбор данных; 2) без вмешательства оператора; 3) Совместно используемые, анализируемые данные в облаке.

Безопасный воспроизводимый сбор данных: полностью автономное решение, от планирования полета и захвата изображения до обработки на облаке определенных программ. Этот процесс может быть повторен несколько раз, обеспечивая сбор более точных данных, необходимые для наиболее точного выявления дефектов и тд. (Рис. 1).

Без вмешательства оператора: данные собираются без непосредственного присутствия человека на месте расположения объекта. Это позволяет продолжать спокойно работать на объекте, так как устраняет потенциальные риски безопасности сотрудника на месте. (Рис. 2).



Рисунок 1 – Безопасный сбор данных



Рисунок 2 – Без вмешательства оператора

Совместно используемые, анализируемые данные в облаке: данные автоматически загружаются в облачное хранилище, где результаты отображаются на интуитивно понятной шкале. Выполняйте измерения, делитесь примечаниями и сравнивайте встроенные карты с чертежами проектирования и графиками планирования. (Рис. 3).

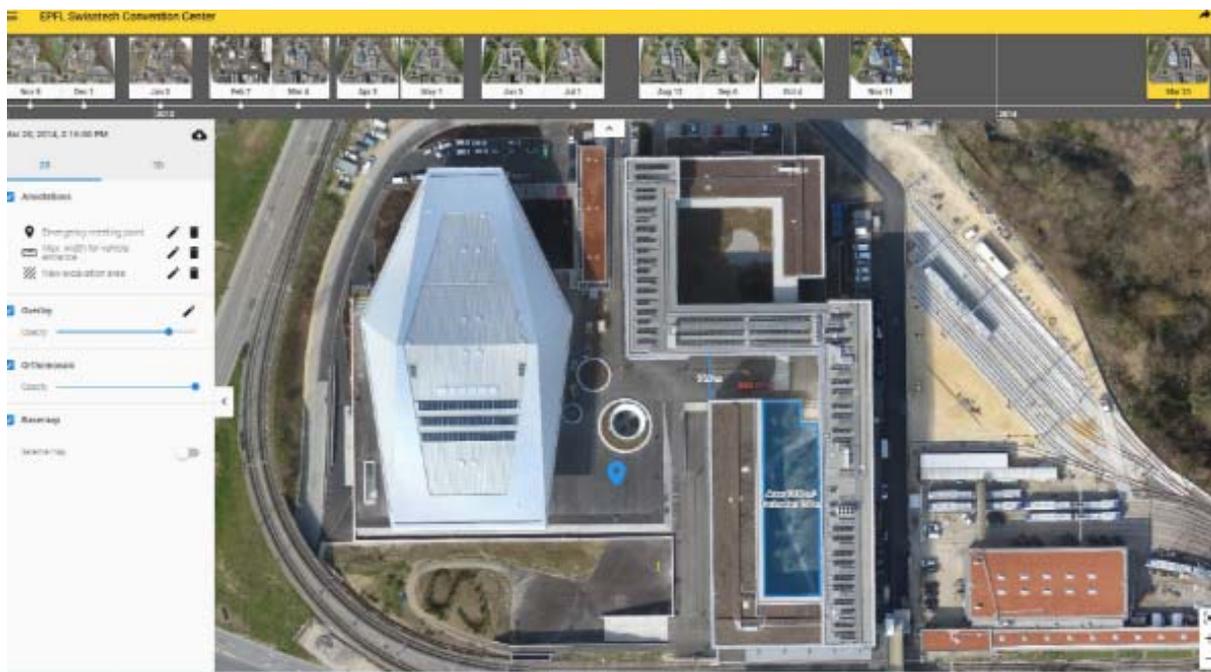


Рисунок 3 – Совместно используемые, анализируемые данные в облаке

Беспилотный летательный аппарат с камерой – единственная возможность получить детальные фотографии недоступных участков общим планом.

Проблемы применения:

1. Погодные условия – осадки
2. Препятствия – провода, деревья

Точность и детализация моделей и ортофотопланов, получаемых после обработки, зависит от следующих факторов:

1. Количество и качество фотографий:

- Разрешение, детализация и четкость снимков
- Точность определения GPS привязки
- Наличие необходимых ракурсов со всех сторон объекта

2. Привязка с помощью геодезических средств:

- Количество точек с заданными координатами и их точность
- Расстановка точек и работа программы с учетом их координат

3. Факторы программной обработки:

- Степень качества выравнивания фотографий и построения модели
- Разрешение ортофотопланов в пикселях на единицу длины объекта
- Опыт и навыки оператора при работе с программой

Плюсы применения:

1. Совмещение снимков с БПЛА и программы Pix4D дает возможность в короткие сроки обработать большие объемы информации

2. Фотограмметрическая обработка позволяет решать важнейшие задачи обследования фасадов:

- Обмеры недоступных конструкций
- Визуализация фасада в масштабе и без искажений
- Отображение комплексной картины фасада здания

3. Полученные результаты служат основой для ключевых работ:

- Карты дефектов и повреждений
- Проекты усиления и ремонта сооружения с привязкой к фактическим конструкциям, а не к схемам и чертежам
- Фотофиксация целого сооружения для мониторинга его состояния

Литература:

1. Everything you need to know about photogrammetry... - 2017г.—URL : <https://habr.com/post/319464/>
2. Decamegas. AGISOFT PHOTOSCAN/ACUTE3D SMART3DCAPTURE. [Электронный ресурс] // Acute3DCommunity, 2017 (23.09.2017). — URL: <https://community.acute3d.com/forum/agisoftphotoscanacute3dsmart3dcapture> (дата обращения: 01.02.2016).
3. Randall Newton. Bentley acquires Acute3D to extend Reality Modeling portfolio. [Электронный ресурс] // GraphicSpeak, 2015 (10.02.2015) — URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17546 (дата обращения: 28.01.2016).

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СОВРЕМЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СФЕРЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

*Тихон Кирилл Николаевич, студент 4-го курса
(Научный руководитель – Костюкович О.В., старший преподаватель)*

Методы и средства современного проектирования в сфере реконструкции применяют компьютерный анализ, решают таким образом реконструировать то или иное сооружение. С помощью автоматизированных графических и расчетно-графических программ можно разработать мероприятия по реконструкции мостовых сооружений с учетом требований его дальнейшей эксплуатации. Это всё можно сделать с помощью BIM технологий, которая обрабатывается не отдельными элементами сооружения, а в целом всё сооружение.

С помощью BIM технологий в реконструкции, позволяют по обследуемым данным создавать модель с помощью которой можно выявить различные дефекты, в каком состоянии находится сооружение, его физические параметры и тд.

С помощью программ определив физические параметры, можно рассчитать конструкцию, что даёт возможность оптимизировать объекты с точки зрения обрушения или деформации отдельных частей.

В ряду последних тенденций я решил выполнить усиления сваи в программе Revit.

Усиление сваи производится следующим образом:

1. Обжатие осуществляется стальными уголками с приваренными на них трубками для закрепления между собой болтовыми соединениями, трубки привариваются с определенным шагом по всем граням. Уголки и болты заранее изготовлены на заводе.
2. Производится монтаж арматурной сетки.
3. Устанавливается опалубка с выдержкой защитного слоя.
4. Заливка бетонной смеси.



Рисунок 1 – Усиление сваи

За счет такого укрепления сваи, возрастает несущая способность и тем самым предотвращается разрушение сваи.

Литература:

1. BIM-технология в проектировании: описание, внедрение и применение – 2017г. –URL: <https://www.syl.ru/article/356693/bim-tehnologiya-v-proektirovanii-opisanie-vnedrenie-i-primenenie>
2. Особенности проектирования в условиях реконструкции зданий и сооружений – 2017 г. – URL: https://studopedia.ru/8_56855_osobennosti-proektirovaniya-v-usloviyah-rekonstruktsii-zdaniy-i-sooruzheniy.html
3. Методы проектирования – 2016г. – URL: <https://studopedia.org/3-100699.html>

СОДЕРЖАНИЕ

Арийчук Денис Владимирович ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	3
Арийчук Денис Владимирович Татаринович Анна Васильевна ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РИСК В ТЕНДЕРАХ НА СТРОИТЕЛЬСТВО.....	5
Бурак Илья Иванович УСТРОЙСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В АВТОМОБИЛЬНОМ ТОННЕЛЕ.....	8
Жилинская Анастасия Михайловна ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕПЛАСТИКА В МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ.....	10
Жилинская Анастасия Михайловна ПОЛИСТИРОЛБЕТОН.....	14
Жилинская Анастасия Михайловна ПРОБЛЕМЫ МАССОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	16
Карпович Марина Андреевна ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА НА ПОНТОННОМ МОСТУ.....	25
Киргизова Мария Владимировна ОСВЕЩЕНИЕ ТОННЕЛЕЙ.....	27
Ложников Дмитрий Евгеньевич ВЕНТИЛЯЦИЯ ТОННЕЛЕЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	30
Мерзляков Святослав Алексеевич ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА ПОРТАЛА ТОННЕЛЯ.....	34
Мороз Иван Александрович УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ТОННЕЛЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ.....	36
Мороз Иван Александрович ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА В СОЧЕТАНИИ С АРМИРОВАНИЕМ ГРУНТА.....	38
Мостыка Екатерина Сергеевна ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ: ВИРТУАЛЬНАЯ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ.....	40

Новик Сергей Викторович Гракович Анатолий Дмитриевич РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ТОННЕЛЯ В REVIT НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	43
Судас Михаил Игоревич СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ЦЕМЕНТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	48
Татаринович Анна Васильевна ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОННЕЛЕЙ.....	52
Татаринович Анна Васильевна ОЦЕНКА УСИЛЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ГЕОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ АРМИРОВАННОЙ СТАЛЬЮ.....	55
Татаринович Анна Васильевна ВЛИЯНИЕ САХАРИДОВ НА ГИДРАТАЦИЮ ОБЫЧНОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА.....	57
Тихон Кирилл Николаевич ФОТОГРАММЕТРИЯ В ОБСЛЕДОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	60
Тихон Кирилл Николаевич МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СОВРЕМЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СФЕРЕ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	64

Научное издание

МОСТЫ И ТОННЕЛИ

МАТЕРИАЛЫ

74-й студенческой научно-технической конференции