

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет
Факультет транспортных коммуникаций

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

МАТЕРИАЛЫ

73-й Студенческой научно-технической конференции

Том 2

Минск
БНТУ
2017

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Г.П. Пастушков;
доктор технических наук, профессор Г.Д. Ляхевич;
кандидат технических наук, доцент И.Л. Бойко;
кандидат технических наук, доцент А.С. Мацкевич;
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;
ассистент А.Н. Вайтович;
ассистент М.А. Кисель;
ассистент О.В. Костюкович;
ассистент М.П. Петров;

В сборник включены тезисы докладов, представленных на 73-й студенческой научно-технической конференции БНТУ студентами кафедры «Мосты и тоннели».

©Белорусский национальный
Технический университет, 2017

МОСТ ЧЕРЕЗ РЕКУ ДНЕПР
Франкевич Д.И.
(Научный руководитель - Костюкович О.В.)

Мост через реку Днепр – большой автодорожный городской железобетонный мост с рамно-подвесными и балочными разрезными предварительно-напряженными пролетными строениями на массивных опорах, построен в 1968 году.



Рисунок 1

Капитальный ремонт моста по проспекту Шмидта начался с июля 2013 года. В первые два месяца велись работы по выносу коммуникаций. В октябре движение транспорта по мосту закрыли, что привело к пробкам на дорогах города. Рабочие трудились в несколько смен 24 часа в сутки, чтобы как можно быстрее открыть реверсивное движение на этом участке дороги. Однако конструкции не выдержали и мост снова закрыли.



Рисунок 2

История

В 1850 г появилось первое основательное строение, правда на деревянных опорах . Проект моста сделал сам начальник путей сообщения моголевского округа Николай Ястребский. Он же и руководил его строительством. Длина моста на то время составляла 192 метра, высота полотна над водой составляла 12м, ширина 16м.

В 1941г мост был взорван при отступлении частями красной армии, после четырех дней сдерживания атак фашистов. Днепровский мост нужен был немцам в стратегических целях, и к зиме 1941г они его восстановили. Но летом 1944г при взятии Могилева мост опять был взорван и уже основательно. Восстановили его после войны в кратчайшие сроки с изменением конструкции. Так выглядел мост в 1952 году:



Рисунок 3

В 1968 году был сдан в эксплуатацию новый железобетонный мост которым сейчас пользуются жители Могилева.

Сведения о капитальных ремонтах и реконструкции сооружения – с момента сдачи моста в эксплуатацию в 1969 году капитальные ремонты несущих конструкций пролетных строений и опор не производились.



Рисунок 4

Описание дефектов конструктивных элементов моста

Опоры моста:

- Смещение опоры №8 в сторону пролета №7 и наклон опоры №8 в сторону правобережного подхода;

- Отсутствие объединения шкафной стенки опоры № 8 с телом насадки;
- Вертикальные сквозные силовые трещины в промежуточных опорах.

Опорные части:

Смещение и значительный наклон валков в сторону шкафной стенки

Пролетные строения:

- Коррозия и обрывы пучков преднапряженной арматуры консолей опор №5 и №6, на которые опираются 33-метровые балки подвесок в пролетах 4.5, и 6.
- Трещины в корнях консолей №№1,2,3 опоры №6, и замачивание корней этих консолей;
- Разлом бетона по верху корня консоли №1 пролета 6, приведший к смещению верха консоли в верховую сторону на 5 см.
- Уменьшение сжатой зоны бетона консолей №1 опоры №6 (разлом произошел на 4/5 высоты корня консоли).
- Неудовлетворительное состояние железобетонных плит ездового полотна между балками Б5-Б6 и Б6-Б7, коррозия бетона и арматуры, проломы.

Мостовое полотно:

- Недостаточная ширина проезжей части;
- сквозные разрушения тротуаров на прохожей части, неровности в покрытии с поперечными трещинами;
- деструкция защитного слоя бетона тротуарных блоков с оголением и коррозией арматуры, недостаточный защитный слой бетона по низу тротуарных плит;
- разлом в верховом тротуаре над опорой №6.

Опорные части:

Смещение и значительный наклон валков в сторону шкафной стенки;

Пролетные строения:

- Коррозия и обрывы пучков преднапряженной арматуры консолей опор №5 и №6, на которые опираются 33-метровые балки подвесок в пролетах 4.5, и 6.
- Трещины в корнях консолей №№1,2,3 опоры №6, и замачивание корней этих консолей;
- Разлом бетона по верху корня консоли №1 пролета 6, приведший к смещению верха консоли в верховую сторону на 5 см.
- Уменьшение сжатой зоны бетона консолей №1 опоры №6 (разлом произошел на 4/5 высоты корня консоли).
- Неудовлетворительное состояние железобетонных плит ездового полотна между балками Б5-Б6 и Б6-Б7, коррозия бетона и арматуры, проломы.
- Мостовое полотно:
- Недостаточная ширина проезжей части;
- сквозные разрушения тротуаров на прохожей части, неровности в покрытии с поперечными трещинами;
- деструкция защитного слоя бетона тротуарных блоков с оголением и коррозией арматуры, недостаточный защитный слой бетона по низу тротуарных плит;
- разлом в верховом тротуаре над опорой №6.

Подходы:

- Наличие железобетонной плиты в теле насыпи подхода к опоре №2;
- просадка насыпи правобережного подхода.

Коммуникации:

- силовые кабели под верховым тротуаром находятся в зоне аварийных работ.



Рисунок 5

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Капитальный ремонт моста не оказывает вредного воздействия на окружающую среду, так как проектом предусмотрено:

- сброс дождевых и талых вод с мостового полотна производить за счет продольного и поперечных уклонов в водоприемные сооружения на подходах к мосту;
- предусмотрено укрепление откосов конусов и откосов земляного полотна на подходах;
- предусмотрено снятие плодородного слоя с подошвы земляного полотна и площадей, занимаемых под строительство, с последующим использованием для укрепления откосов, рекультивации временно занимаемых земель на период строительства;
- возмещение Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в части воздействия на рыбные ресурсы.



Рисунок 6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При разработке проекта использованы экономичные конструктивные решения и технологии, передовой опыт строительства, достижения науки и техники, обеспечивающие снижение расхода трудовых и материальных ресурсов.

Для защиты открытых бетонных поверхностей от атмосферных воздействий и агрессивных вод применена антикоррозионная защита.

Для повышения надежности гидроизоляции пролетных строений применена гидроизоляция из рулонного наплавляемого материала. Водоотвод с тротуаров запроектирован в сторону проезжей части, что исключает сток воды по фасадной поверхности и тем самым улучшает внешний вид моста и долговечность конструкций.

Для защиты бетона проходной части тротуаров от воздействия агрессивных вод и применения в зимних условиях песчано-солевых смесей на проходной части тротуаров устраивается гидроизоляция и покрытие из штучной плитки.

Для повышения срока эксплуатации элементов перильного ограждения и опор освещения предусмотрено их изготовление из оцинкованного металла.

Применение вышеизложенных современных материалов, конструктивных решений и технологий позволяет получить долговечную, надежную и безопасную в эксплуатации конструкцию моста.

Мост по проспекту Шмидта был вновь открыт для движения 31 июля 2014 года.

Литература

- 1) Архивы ГП Белгипродор,
- 2) <http://auto.tut.by/news/road/404096.html>
- 3) http://www.giesgrat.ru/architecture/mogilev_most/

ТОННЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС БЛАНКА
Муравский В. Ю.
(Научный руководитель - Костюкович О.В.)

Тоннельный комплекс Бланка в Праге – самый масштабный проект в истории чешской столицы и одновременно самый противоречивый. Его протяженность около 6,4 км и состоит из трех тоннелей: Bubenečský, Dejvický и Brusnický. Туннель комплекс был разработан, чтобы разгрузить исторический центр Праги с интенсивным движением. Стоимость туннельного комплекса Бланка составляет около 43 миллиардов крон (2015). Его особенностью является то что он должен стать самой крупной подземной конструкцией в Чехии и самым длинным городским тоннелем во всей Европе.

Бланка тоннельный комплекс является частью Пражской городской кольцевой дороги. Он является самым длинным автомобильным туннелем в Чехии и самый длинный городской туннель в Европе.

Комплекс соединяет район к западу от Пражского града с Трója район на северо-востоке. Его протяженность около 6,4 км и состоит из трех тоннелей: Bubenečský, Dejvický и Brusnický. Туннель комплекс был разработан, чтобы разгрузить исторический центр Праги с интенсивным движением.



Рисунок 1 – Схема расположения туннельного комплекса Бланка.

Строительство было начато еще в 2006 году прошлым мэром Праги Павел Бэм, хотя планировали с 1993 года. Туннель будет стоить налогоплательщикам около 43 миллиардов крон (2015), гораздо больше, чем было изначально объявлено 21,2 миллиарда. Однако эта цена еще не включает все расходы строительных работ. Изначально планируется открыть в 2011 году, самый большой и самый дорогой проект в истории Праги было неоднократно отложено. Туннель был открыт на 19 сентября 2015.

Туннель Бланка обещает принести в транспортную систему Праги грандиозные изменения.

Литература:

- 1) Википедия. Тоннель Бланка.

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%91%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%B0

БРЕННЕР - БАЗОВЫЙ ТОННЕЛЬ

Киргизова М.В.

(Научный руководитель - Костюкович О.В.)

Базовый тоннель в Бреннере (немецкий: Brennerbasistunnel; итальянский: базовый Галерея ди-дель-Бреннеро) является 55-километровым железнодорожным тоннелем через базу в восточных Альпах под Бреннер. Он будет соединять Инсбрук (Австрия) и Фортеццу (крепость в Италии). Новая дорога является заменой текущей железной дороги, которая была построена маршрутом от Берлина до Палермо маршрут (часть Транс-Европейской транспортной сети).

Базовый тоннель в Альпах на границе между Австрией и Италией, является одним из важнейших транспортных связей между Северной и Южной Европой, но на автостраде, идущей над ним часто бывают пробки. А еще загрязнения от дорожного движения является серьезной проблемой.

Чтобы облегчить эту ситуацию, значительно улучшая железнодорожное сообщение между Северным и Южным Тиролем, было решено построить новый железнодорожный тоннель, который позволит поездам пересекать Альпы гораздо быстрее. В настоящее время, скорости в Бреннере области едва превышает 70 км/ч из-за крутизны дороги, которая идет под достаточно большим углом.

Проект финансируется Австрией и Италией, а также Европейским Союзом. Из-за масштабов проекта, обещанного финансирования пока не хватает даже для сметных расходов. Тоннель планируется завершить в 2025 году.

Время в пути из Инсбрука в Фортеццу будет сокращено с 2 часов до 50 минут.

Двухтрубный тоннель длиной в 55 километров начинается в пригороде Инсбрука и проходит через Альпы, достигающие высоты около 840 метров над уровнем моря. Объем грунта котлована при строительстве тоннеля оценивается в 11,1 млн. м³, из которых около 6,8 млн. куб. м будут привезены из Австрии, так как примерно 60% из тоннеля приходится на территорию Австрии. Около 6 млн м³ из добычи будет использоваться в качестве заливки для подъездных путей, 2,35 млн. м³ на заполнитель и 2,75 млн м³ будет использоваться для линии боковых насыпей и рекультивации. Основные тоннели имеют круглое поперечное сечение с диаметром 9,6 м .

Литература:

- 1) Википедия. Базовый тоннель Бреннер.

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%91%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D1%80

БОЛЬШОЙ БОСТОНСКИЙ ТОННЕЛЬ

Агаев Э.Г.

(Научный руководитель - Костюкович О.В.)

Большой бостонский тоннель (англ. Central Artery/Third Harbor Tunnel Project; неоф. англ. Big Dig — Большая траншея) — магистраль, имеющая восемь полос, является самым дорогим проектом в истории строительства США.

Бюджет более 14,6 млрд долларов. Издержки и расходы составляли 3 млн долларов в день. Использовано более 150 кранов. Участвовало более 5000 человек. Каждый день вывозили 1200 грузовых машин с грунтом.

«Плюсы» строительства: экологическая обстановка в городе и уровень угарного газа снизился на 12 %. При строительстве ни одного дома не разрушено.

«Минусы» строительства: Внутри тоннеля не работает сотовая связь из-за эпоксидной смолы, которой соединяются стенки тоннеля.

В середине XX века для решения транспортной проблемы города Бостона была построена автострада. Было выселено много людей, а их дома снесены. Место под автострадой так и осталось незадействованным. Город страдал от загрязнения воздуха.

После 16 лет ожидания финансирования от Конгресса, строительство началось. 2,6 млрд долларов — первоначальный бюджет.

1-я часть строительства была закончена с открытием 15 декабря 1995 г. тоннеля Теда Вильямса.

Его нужно было соединить с трассой I-90. Но строительство было осложнено теснотой: с одной стороны находился завод «Жилетт», а с другой почта США.

Далее нужно проложить тоннель под проливом. Ситуация была сложна тем, что под проливом в 8 метрах под водой проходит линия метрополитена, движение которого нельзя было останавливать. Было предложено решение построить тоннель под проливом и в 1,5 метров над метро. При малейшей неосторожности Атлантический океан может затопить метрополитен.

Далее пришлось строить тоннель под рельсами, ведущими к вокзалу. Проблема была в том, что 70 % Бостона построено на насыпной смеси кирпича, древесины. Чтобы решить эту проблемы, инженеры решили заморозить почву, так как никакие другие меры укрепления грунта не подходили. В 5 метрах под землёй под рельсами был сделан тоннель.

Далее надо было проложить трассу через центр города до соединения с 90 магистралью.

Тоннель должен продолжаться над тем местом, где находится автострада, которую он заменит. Строители домкратами подняли 550 тыс. тонн железа и металла, расположенные дальше от дороги, построили тоннель и уже только после этого разобрали автостраду, движение по которой не прекращалось.

Таким образом был также построен самый широкий 10-полосный вантовый мост в мире.



Рисунок 1 - Самый широкий 10-полосный вантовый мост в мире

Литература

1. <http://nnm.me/blogs/shmoldi/bolshoy-bostonskiy-tonnel-supersooruzhenie/>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B9_%D0%91%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C
3. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1350771>
4. http://otherreferats.allbest.ru/construction/00162108_0.html

БАЗИСНЫЙ ТОННЕЛЬ МОН-ДЕ-АМБИН

Шевеленко И.

Научный руководитель - Костюкович О.В.

Основные характеристики:

- Тип: железнодорожный тоннель
- Назначение: грузовые и скоростно-пассажирские транспортировки
- Длина: 57 км.
- Диаметр: 10,5 м.
- Высота: 300 м.
- Максимальный уклон: 12,5‰ (1,25%)
- Расположение: Мон-де-Амбин, французско-итальянская граница
- Основные тоннельные работы: Лето 2015-2025 г.

Базисный тоннель Мон-Де-Амбин – основной проект железнодорожного тоннеля между Лионом и Туринем. Назван в честь места, где проведены первые бурения (Etache Valley), неподалеку от горы Амбин, расположенный в городе Браманс. Первые работы с французской стороны начались в 2002 году с раскопок трапа Виллароден-Бурже, затем Санкт-Мартин-ла-Порте (2003) и Ла Пра (в 2005 году).

Этот туннель, длиной 56,9 км, по своему открытию один из крупнейших железнодорожных тоннелей в мире.

Въезды находятся в Сен-Жан-де-Морьен с французской стороны и около Суз с итальянской.

Проект финансируется в основном Францией, Италией и Евросоюзом. Исследование и работы на приграничном участке с 2001 по 2011 г. обошлись в 842 млн €. В январе 2012 г. проект стоил 8,8 млрд €. По предложенному предложению ЕС принадлежит 40% финансирования. В январе 2012 г. Франция и Италия договорились о финансировании оставшихся 60%: Италия оплачивает 57,9% и Франция оплачивает 42,1%. Обе страны имеют одинаковую ответственность за строительство проекта.

В 2010 г. план предусматривал создание тоннеля в 2 концах и 3 промежуточных точках во Франции:

1. Санкт-Мартин-ла-Порте;
2. Ла Пра;
3. Виллароден-Бурже.

Тоннель был построен в 2002-2010 г. с доступом на поверхность в этих точках. Максимальный уклон этих галерей – 12%, требуемый из-за глубины тоннеля.

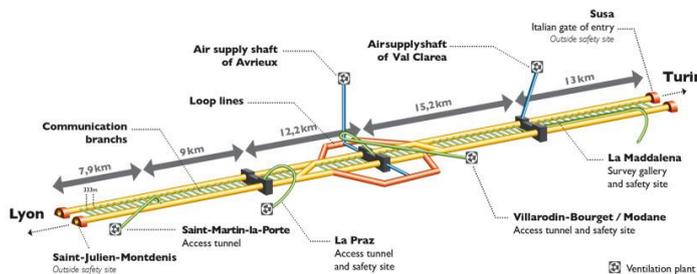


Рисунок 1 - Проект тоннеля с промежуточными точками .

Так же есть один промежуточный пункт в Италии: Ла-Мадаллена.

Таблица 1 - Характеристика спусков в промежуточных точках

Место	Высота начальной точки (м)	Дистанция (м)	Перепады высот (м)	Дата начала бурения	Дата окончания
Санкт- Мартин-ла- Порте	695	2400	70	март 2003 г.	Июнь 2010 г.
Ла Пра	974	2480	300	ноябрь 2005 г.	январь 2009 г.
Виллароден- Бурже	1085	4000	360	июнь 2002 г.	ноябрь 2007 г.
Ла- Маддалена	692	7,541	70	июнь 2011 г.	июнь 2015

Литература

1. <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/11445697>

БАЗИСНЫЙ ТОННЕЛЬ СЕНЕРИ
Корнейчик В.И.
(Научный руководитель - Костюкович О.В.)

Базисный тоннель Сенери (англ. Ceneri) - подземный железнодорожный тоннель в Швейцарии. Данный тоннель является второй частью Швейцарской инициативы AlpTransit NRLA. Он будет проходить под Monte Ceneri в районе Magadino Flat и обойдет текущий железнодорожный маршрут высокого уровня. Тоннель имеет общую длину 39,8 км (24,7 миль).

По завершении работ данный тоннель будет важным объектом «транспортной подачи» на Юге для Готтхардского тоннеля, так как существующая схема движения и коммуникации не позволяют пропускать высокоскоростные или тяжелые грузовые поезда в необходимом объёме. «Разведочный тоннель» был создан в промежутке между 1999 и 2003 годами. Его целью являлось получение геологических данных о горных породах. После завершения работ инженеры пришли к выводу, что только небольшая часть может быть пробурена с помощью специального проходческого комбайна; остальные части будут раскопаны традиционными методами с использованием взрывчатки.

В июне 2009 года Совет директоров AlpTransit Gotthard Ltd объявил контракт на строительство туннеля. Было затрачено около 987 миллионов швейцарских франков. Бурение тоннеля началось весной 2010 года. Земляные работы должны быть завершены к началу 2016 года. После завершения всех работ начнётся устанавливаться вся инфраструктура тоннеля. Коммерческое использование тоннеля начнется в конце 2020 года.

В марте 2010 года было объявлено, что взрывные работы начались на главных участках будущего тоннеля. Строительство тоннеля достигло своей полноценной скорости к концу этого же года

Прорыв в западной части между Сигирино и Веции произошёл 17 марта 2015 года в 12 вечера по местному времени. Прорыв в восточной части произошёл 30 марта 2015 года в 5 часов вечера по местному времени.

Литература:

- 1) Википедия. Список самых длинных тоннелей мира.
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D1%81%D0%B0%D0%BC%D1%8B%D1%85_%D0%B4%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B0

МНОГОСЛОЙНЫЕ БЕТОННЫЕ ОБДЕЛКИ, СООРУЖАЕМЫЕ СПОСОБОМ NATM

Дудич А.С

(Научный руководитель – Яковлев А. А.)

Обделка - конструкция; возводится в горной выработке при строительстве подземного сооружения. Обделка для укрепления выработки и придания ей проектного вида, защиты от протекания, а также для защиты от обрушения и сдвига

Существуют следующие виды обделки:

- монолитная;
- комбинированная;
- сборная.

Тип обделки тоннеля выбирают в зависимости от горной породы в которой залегает сооружение. В местах, где порода оказывает горное давление, применяют несущую обделку. В крепких породах выработку ничем не закрепляют, а делают её облицовку и гидроизоляцию. В средней крепости породах делают подковообразную обделку. Такую же конструкцию применяю и в более слабых грунтах, но свод и стены делают более толстыми.

NATM (New Austrian Tunnelling method) – новый австрийский метод строительства тоннелей. С использованием этого метода построено большое количество тоннелей, а также и подземных сооружений. Способ NATM применяется в трещиноватых, мягких и даже сыпучих породах.

Основная особенность NATM - постоянный мониторинг деформаций временной крепи тоннеля и горного массива. Новая методика позволяет повысить скорость проходки тоннеля до 200 м в месяц. Существует два способа устройства набрызг-бетона:

- «мокрый»;
- «сухой».

Применение метода NATM позволяет ускорить производство работ, а также осуществлять бетонирование без применения опалубки. Технология позволила значительно уменьшить расход бетона по сравнению с монолитным бетоном. Так же сократилась толщина бетона, но прочностные характеристики остались те же и даже лучше. Подача смеси под напором облегчает проведение строительных работ, таких как: заделывание трещин, неровностей и стыков конструкций.

Метод NATM дает возможность быстро и экономично сооружать подземное сооружение, поскольку уменьшается металлоёмкость временной крепи и толщина постоянной обделки.

Использование нового метода позволяет:

- увеличить границы применения проходческого способа в сложных геологических условиях, а также в слабых грунтах;
- увеличить несущую способность обделки путем установки арок и анкеров;
- Проектировать и строить сооружение различных форм и сечений;
- производить выработку грунта любыми способами;
- совмещать проходку со специальными способами строительства и проектирования ;

- значительно сократить стоимость объекта;
- сократить время работ заменой армированных сварных сеток на фибру;
- возводить как временные крепи выработок, а также прочные и дешевые постоянные обделки сооружений.

У данного метода существуют и недостатки:

- ограниченная толщина слоя, наносимого за один заход;
- ограниченность метода на участках где протикают грунтовые воды;
- высокое качество бетонной смеси.

Литература

1. ТЕХНОЛОГИЯ НАБРЫЗГБЕТОНА В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ.
<http://crdtech.ru/index.php/technology/item1/50-2012-04-30-12-21-40>
2. <http://www.youblisher.com>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Корбут Е.А

(Научный руководитель – Яковлев А.А.)

Беспилотные летательные аппараты могут иметь широкое применение в строительстве, средствах массовой информации, сельском хозяйстве и т. д. Они имеют большое преимущество, так как управляются дистанционно и могут передавать всю нужную вам информацию в реальном времени. Использование БПЛА позволяет экономить время, собирая все необходимые данные намного быстрее, чем, при это требуется меньше времени и рабочего персонала. Кроме того они выполняют работу с высокой точностью. Так как БПЛА оснащены HD камерами, они позволяют передать фото и видео высокого качество для точной оценки ситуации.

БПЛА могут попасть в труднодоступные места для человека, не затратив при этом особых усилий.



Рисунок 1

Использование БПЛА не требует подготовленной инфраструктуры, так как они могут взлетать с любых площадок. Так же не требуют специально подготовленных кадров. Благодаря этому расходы на содержание беспилотников невелики.

Использование БПЛА позволяет сделать аэрофотоснимки строительного объекта высокого качества. Они так же используют в геодезии, картографии и для создания 3D-визуализации. В любой момент можно получить фото или видео с любого объекта и проследить за процессом строительства, а так же использовать эту информацию для отчёта. Так же можно следить за рабочим персоналом и процессом работы.

Так как беспилотники позволяют видеть в реальном времени процесс на рабочей площадке, позволяют следить за рабочим персоналом, человек может вовремя отследить нарушения технологии производства, нарушения безопасности, оценить всё происходящее на площадке. Благодаря этому можно предотвратить многие несчастные случаи и оказать помощь при необходимости. Например, доступ на крышу, оценка её состояния часто очень опасны для рабочего персонала, а БПЛА может выполнить это действие намного быстрее, сэкономить время, а так же исключить риск для здоровья и безопасности человека. Беспилотники можно

использовать для unplanned проверок. Так же снимки со строительных площадок можно использовать для рекламы или для демонстрации процесса строительства заказчиком.

Для создания топографического плана требуется работа инженера-геодезиста. Во время процесса могут возникать сложности, связанные с особенностью рельефа или наличием препятствий на пути исследования. БПЛА поможет справиться с этими сложностями и сэкономить время. По материалам съёмки с беспилотника можно создать трёхмерную модель местности.

Благодаря БПЛА можно производить мониторинг строительных объектов, производить контроль выполнения работ. Регулярно можно следить за прогрессом строительства, видеть места, где строительство замедлилось по каким-либо причинам.

Применение БПЛА сделают работу проще, помогут сэкономить время и сделают безопаснее работу людей.

Литература

1. http://www.nevaphoto.com/article_fotofix.html
2. <http://amforma.ru/stati/maket/>

ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ
Астрейко П.И.
(Научный руководитель - Яковлев А.А.)

На а/д и ж/д встречаются разные препятствия: река, озеро, ущелья, суходолы, другие дороги и магистрали. Поэтому ни одна дорога не может полноценно функционировать без транспортных сооружений на ней. Возводят их с целью уменьшения расходов и экономии времени на объезд препятствий. Чтобы пропустить транспорт через них сооружают: тоннели, сооружения мостового типа, трубы и специальные (в горах).

Если на пути следования дороги встречаются небольшие временные и постоянные водотоки, то применяют водопропускные трубы. Их используют так же для пропуска людей и скота.

Сооружение мостового типа – сооружение, которое применяют для пропуска транспортных средств и людей, а так же водотоков и различных коммуникаций.

Выделяют следующие сооружения мостового типа:

- мост,
- путепровод,
- виадук,
- акведук,
- эстакада.

Тоннели применяют в тех случаях, когда необходимо пропустить дорогу через горы или под большими реками, заливами или проливами, а так же в городах под застройкой.

На горных участках дорог дополнительно устраивают:

- Галереи (защита от камней и лавин).
- Балконы (уширение дороги на

склонах).

Низовые и верховые подпорные стенки (для удержания грунта).



ДОРОЖНОЕ ПОКРЫТИЕ ИЗ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

Вакульчик М.Г

(Научный руководитель – Яковлев А.А.)

Фирма «Инновационные технологии в строительстве» вместе с отечественным изготовителем гидравлического оснащения компанией «Энергопром» изобрела долговечный и технологичный вариант дорожного покрытия. Он выгодно отличается от используемых вариантов. Создание проекта завершено, и проект готов к повсеместному применению.

Фирма рекомендует новаторскую конструкцию - дорожное покрытие из крупногабаритных предварительно напряженных железобетонных плит. Ж/б рационально распределяют нагрузку на конструкцию. Изделия производят в промышленных условиях. Это гарантирует минимум затрат труда и высокие свойства. Покрытие можно устраивать на протяжении всего года, на предварительно подготовленные слои основания.

Под устройство опытного участка дороги с новаторским покрытием был выделен участок дороги около города Белгорода. Начало устройства - 1-ого июня 2016 г.



Рисунок 1

Перед началом устройства на отведенном участке дороги было произведено планирование грунтом для успокоения существующего профиля. Покрытие устраивалось крупногабаритными плитами размером 6х3.5 м и толщиной лишь 130 мм из прочного морозостойчивого бетона, сопротивление истираемости которого, в 2.5 раза выше установленного в ГОСТ. Плиты рассчитаны на 12.5 т. на ось, что на 1 т. выше ГОСТовских нормативов. Транспортировка производилась стандартными панелевозами. Плиты через гидроизоляционную плёнку устанавливались на песчаное основание толщиной не менее 50 мм.

Между плитами помещается упруго-пластичный Ф-образный лента из резины высокого качества. Выступы этого упругого элемента помещаются в полуцилиндрические шпунтовые пазы, расположенные по всем краям ж/б элементов.

С помощью винтовых стяжек расположенная в подвешенном состоянии плита плотно прижимается к уже установленной. Следующий этап - проверка проходимость каналов плит в стыке при помощи специализированного калибра.

Устройство плит в полотно или "Пакет", производится с соединительной плиты, у которой каналы для канатов имеют выходы в карманы на поверхность. Между 2-х соединительных плит устраиваются основные плиты по 5-8 шт. Устраиваемое полотно плит с

использованием гидравлического домкрата-растяжителя стягивается 4-мя стальными канатами защищенными оболочкой забитой консервирующим материалом.

Все канаты напрягаются с силой в 10 т. Суммарное усилие в 40 т плотно оприжимает упругий Ф-элемент в зоне стыка, надежно удерживая плиты. Перед продеванием конец каната обрабатывают абразивным кругом на полусфере, что бы он не цеплялся ребром за неровность канала. Просовывание каната производят с помощью набора специального оснащения, адаптированного под работу в полевых условиях: установки просовывания каната в каналобразователь.

Для напряжения на подготовленные и очищенные от оболочки концы канатов надевают клиновые анкеры, которые надежно закрепляют. При напряжении каната анкер на свободном конце заклинивается. В конце хода напряжения гидроцилиндр садит анкер, закрепляя канат в натянутом состоянии. Запасные концы каната отрезаю абразивным кругом.

Стыкующие плиты имеют выходы каналов с поверхности на оба конца. Это позволяет к крайней плите полотна добавлять основные плиты, заканчивая очередной пакет стыкующим ж/б элементом.

При устройстве дорог из большого числа полос движения, требуется использовать поперечные каналами в теле плит, через которые, полосы можно стянуть друг с другом канатами при помощи того же оборудования. После устройства выполняют набивку бетоном конических строповочных отверстий в плитах. Покрытие после этого становится ровным.

До окончания устройства участка остается только отсыпать обочины. Рабочий процесс был организован таким образом, что технология при соответствующем уровне механизации позволяет укладывать более 100 погонных метров дороги каждую смену.

Также необходимо отметить тот факт, что плиты с отличием выдерживают расчётные нагрузки. Во время устройства покрытия по плитам, еще не стянутым канатами, перемещался подъемный кран массой 23 тонны. Он же использовался при монтаже оставшихся плит, находясь на уложенных.

Литература

1. <https://text.ru/rd/aHR0cDovL2NraWZmaTQubG12ZWpvdXJuYWwuY29tLzU5NTY5OS5odG1s>
2. <https://text.ru/rd/aHR0cDovL3d3dy5lLWNpcy5pbmZvL25ld3MucGhwP2lkPTc1NzI%3D>

3-D ПРИНТЕР
Лавникович Д.К
(Научный руководитель – Яковлев А.А.)

В корпорации из Шанхая Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co, не стали ждать пока американцы соберут свой 3D принтер, и сделали это сами. Они собрали 3D-принтер WinSun, которой поразил весь мир своими размерами, сто пятьдесят метров длиной и десяти метров шириной. Этот принтер может за пару часов возвести сооружение в высоту не более шести метров.

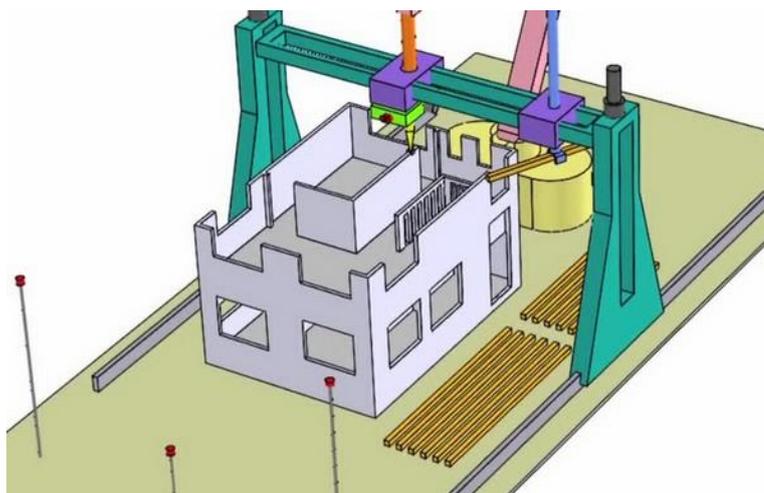


Рисунок 1

- Материал для принтера - быстро засыхающая, надежную смесь цемента, стекловолокна и др.

Компания уже применила свое изобретение на практике. Пока что они строят недорогие и простые одноэтажные здания. При тестировании организация сэкономила 50% материалов, чем если бы использовала классические методы строительства.

Корпорация Broad Group построила 30-этажный дом за 15 дней с помощью 3D принтера.

Китайские строительные компании, осознают важность правильной технологии и организации процесса строительства, т.к. от этого зависит скорость строительства. Корпорация Broad Group поразила весь мир своей скоростью строительства зданий.

На данный момент, самым известным и масштабным проектом от Broad Group является возведение 30-этажного отеля Ark Hotel площадью 17 тысяч м². Этот небоскреб был построен и введен в эксплуатацию всего за 15 суток – 360 часов. За это время 200 рабочих соорудили каркас здания, отделали его изнутри и даже установили там мебель.

Из-за правильной организации строительства, а также из-за предварительного создания модульных элементов, компания вышла на новый уровень строительства гражданских зданий.

Литература:

- 1) 3D-печать домов. Лучшие принтеры. fastsalts.com/sections/obzor/1200.html

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЯХ

Рогинский Е.И.

(Научный руководитель – Яковлев А.А.)

Существующие нормы по безопасности дорожного движения



Рисунок 1

Факторы, влияющие на безопасность движения

Достоинства:

- Отсутствие пешеходного и велосипедного движения
- Дороги не подвержены снежным лавинам и камнепадам
- Благоприятный микроклимат тоннеля
- Дороги не имеют пересечений и съездов, а также трасса является более благоприятной (меньше крутых кривых в плане, спусков и подъемов)

Недостатки:

- Площадь движения ограничена и возможность маневрирования незначительна
- Сильный световой контраст при въезде и выезде из тоннеля
- Снижение доступа к свежему воздуху
- Блокировка путей при ДТП и пожарах

Статистика ДТП в тоннелях

- Среднее количество ДТП на 1 км пути в автодорожном тоннеле на 50% меньше, чем на обычной трассе
 - Последствия от ДТП в тоннелях на 70% значительнее, чем аналогичные, произошедшие на дороге

- Прямые потери от инцидентов в тоннелях составляют до 210 млн евро в год.
- Сопутствующие косвенные потери соизмеримы с прямыми.

Тоннель Хоммер



Рисунок 2

Левортово-тоннель смерти

Лазерный дальномер - это устройство, предназначенное для определения расстояния до объекта. Эти датчики могут быть закреплены на стене по направлению движения транспорта с обеих сторон для определения полосы его движения.

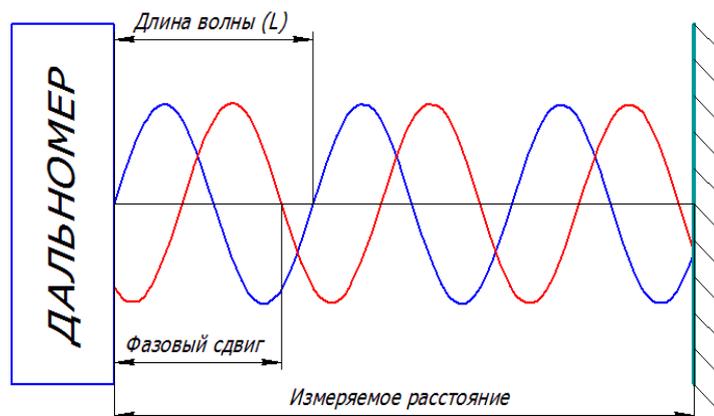


Рисунок 3

Датчики линейного перемещения

Данное устройство служит для определения перемещения объекта. При синхронизации работы с дальномером и введением отсчета времени позволит проводить контроль скорости объектов,двигающихся в пространстве с учетом их положения.

Литература

1. <https://text.ru/rd/aHR0cDovL3NwcmF2b2NobmlrLm1hZGkucnUvcGFydDNfMV8xOS55dG1s>

БЕЗОПАСНОЕ БАРЬЕРНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ «Road Roller System (дорожная роликовая система)»

Загрецкая Ю.Ю.

(Научный руководитель – Яковлев А.А.)

Важным требованием к перильным, а также и к барьерным ограждениям на мостах и путепроводах является их правильная установка для того, чтобы предотвратить съезд автомобиля со своей полосы.

Чаще всего барьерные ограждения делают из таких материалов, как сталь или железобетон, которые несут функцию вынужденно останавливать автомобиль. Эти ограждения выполняют заданную цель, но зачастую также приводят к серьезным травмам и смерти водителей и пассажиров. Автомобиль на большой скорости въезжает в такое небезопасное ограждение, после чего автомобиль, грузовик либо автобус получает сильные деформации, а также наносит серьезные травмы водителю.

Южнокорейская компания всерьез заинтересовалась этой проблемой, выпустив в производство собственное ноу-хау под названием Road Roller System (дорожная роликовая система) (Рис.1).



Рисунок 1 - Road Roller System (дорожная роликовая система)

Проектировщики из Кореи поставили перед собой задачу реализовать ограждение, которое изгибалось бы под давлением тяжелого автомобиля, тем самым забирая на себя всю силу удара. Крутящиеся ролики гасят инерцию транспортного средства, при столкновении оно изменяет траекторию аварийного движения машины: ролики, наносят значительно меньше повреждений как пассажирам, так и автомобилю, разворачивая его боком к ограждению и плавно возвращают на дорогу.

Такая гибкая конструкция существенно повышает шансы на выживание водителей и пассажиров, шанс того, что автомобиль перевернет практически сведен к нулю.

Road Roller System состоит из металлических труб, высотой 96 см. Между ними находятся пластмассовые ролики высотой 40 сантиметров, имеющие светоотражающую окраску.

На сегодняшний день система Road Roller System удачно прошла краш-тесты на все виды транспорта и получила позитивные отзывы (Рис.2,3).



Рисунок 2 – Краш-тест барьерного ограждения Road Roller System (вид сбоку)



Рисунок 3 – Краш-тест барьерного ограждения Road Roller System (вид сверху)

Малайзия стала первой страной, в которой прямо сейчас опытным путем исследуют данную роликовую дорожную систему на самых опасных участках дорог.

Существенные минусы – цена и сложность установки. Но проблема ограждения на дорогах, мостах, а также путепроводах и эстакадах, стоит достаточно остро. Поэтому просто необходимо совершенствовать такие «умные» системы - в первую очередь для безопасности движения автолюбителей и их пассажиров.

Литература

1. ETI Roller System CE H1,H2 Crash test. Краш-тест. <https://youtu.be/mXK-zkmbIQY>
2. Разработан умный «отбойник», который возвращает автомобили на дорогу. <http://vse.media/razrabotan-umnyiy-otboynik-kotoryiy-vozvrashhaet-avtomobili-na-dorogu/>
3. Гибкие «отбойники» помогут спасти жизни на дорогах. <http://gosvopros.ru/territory/khozyaystvo/flexible/>
4. Новый роликовый отбойник мягко и плавно возвращает автомобиль на дорогу. <http://enki.ua/news/novyy-rolikovyy-otboynik-myagko-i-plavno-vozvrashchaet-avtomobil-na-dorogu-6816>

УГЛЕБЕТОН

Жилинская А.М.

(Научный руководитель – Яковлев А.А.)

Углебетон – строительный композитный материал, который состоит из бетона и углеволокна.

В данном композитном материале в качестве арматуры служит текстильный материал. Текстильный материал представляет собой несколько десятков тысяч нитей, из которых, на специальном оборудовании, изготавливают углеволоконный текстиль.

Углебетонные изделия изготавливают по двум технологиям:

1. Углеволоконный текстиль укладывают слоями до нужной толщины. То есть на бетонную смесь укладывают углеволоконный текстиль, затем опять заливается бетонная смесь и так далее.

2. Углеволоконный текстиль помещают в опалубку и заливают бетонной смесью.

Углебетон является аналогом железобетона, но более легкий, прочный и долговечный за счет применения углеволокна, вместо стальной арматуры. Однако, углебетон, на данный момент, не имеет массового применения из-за высокой стоимости.

Данный композитный материал можно применять как для строительства новых объектов, так и для укрепления старых строений.



Рисунок 1 – Углебетон

Литература:

- 1) Строительный материал будущего – углебетон. <http://budport.com.ua/articles/122-stroitelnyy-material-buduschego-uglebeton>

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ СТРЕЛОВОГО КРАНА

Жилинская А.М, Зубков К.С.

(Научный руководитель – Гречухин В. А.)

При проведении строительно-монтажных работ часто недостаточно данных о грузоподъемных характеристиках крана. В частности при монтаже 33-х метровых балок пролетных строений (масса 57 т) железнодорожным краном ЕДК-200 (г/п 250 т) работа не была выполнена из-за недостаточной высоты подъема стрелы. Поэтому для оптимизации работы на стройке, необходимо знать рабочую зону крана, включающую в себя вылет стрелы и максимально возможную высоту подъема груза для данного вылета.

В качестве примера рассмотрим кран РДК-25 с максимальной длиной стелы 22,5 м и груз в виде призмы массой 11 т (рис.1). По характеристикам крана определяем:

- при 10° вылет стрелы $L_{\min}=3,9$ м, а высота подъема $H_{\max}=22,1$ м;
- при 15° вылет стрелы $L_{\max}=5,8$ м, а высота подъема $H_{\min}=21,7$ м.

По полученным данным мы строим цилиндр, представляющий 3-D модель, в рамках которой мы можем произвести монтаж нашего груза.

Наличие данных расчетов помогает оптимизировать работу крана и минимизировать ошибки при проведении строительно-монтажных работ.

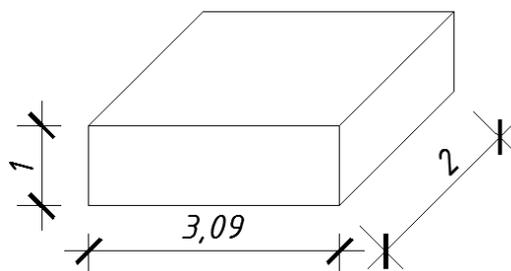


Рисунок 1 - Груз

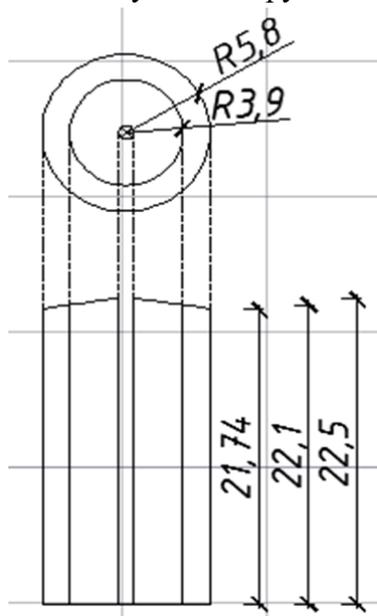


Рисунок 2 – Рабочая зона крана – РДК-25

АЭРОГЕЛЬ. ЕГО СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

Андрюшенков А.А.

(Научный руководитель – Яковлев А.А.)

Аэрогель — твердый гелеобразный материал, жидкая фаза которого заменена на газообразную. Он имеет очень низкую плотность (около $1,9 \text{ кг/м}^3$) и является очень прочным материалом. Этот гель состоит из воздуха на 99,8%.

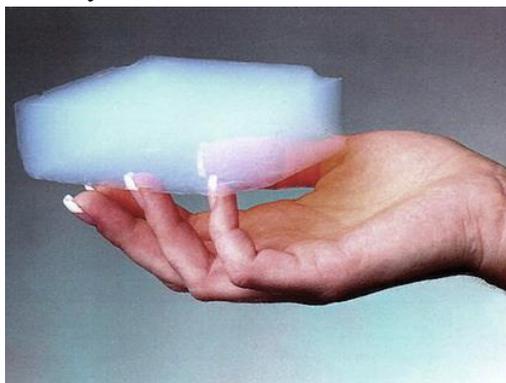


Рисунок 1 – Аэрогель

Материал имеет несколько положительных свойств:

- огнеупорность;
- водонепроницаемость;
- прозрачность;
- низкая теплопроводность ($\sim 0,017 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$);
- отличные абсорбирующие свойства;
- высокая температура плавления ($\sim 1200^\circ\text{C}$).

Основой для аэрогеля служит дисперсная система, состоящая из двух компонентов - макромолекулярной сетки и низкомолекулярного растворителя, заполняющего поры сетки. Наполнителем является вода, спирт или углеводороды, а структура – это диоксид кремния, оксид алюминия, желатин и др.

В 21 веке аэрогель используют понемногу во многих сферах. Обусловлено это тем, что цена составляет около 1000 у.е. за 1 см^2 , не учитывая большие временные затраты на его производство.

В космической отрасли часто используют аэрогель. К примеру, он использовался для сбора «звездной пыли». Аэрогели применяются в строительстве и в промышленности в качестве теплоизоляции стальных трубопроводов. Также аэрогели используют в качестве загустителей в напалмовых бомбах. Углеродные аэрогели применяют для создания элементов для топлива или суперконденсаторов.

Хотя аэрогель и открыли около 100 лет назад, его исследования продолжаются. Ученые пытаются увеличить прочностные характеристики и удешевить расходные материалы.

Литература:

- 1) Общая информация об аэрогеле. <http://www.aerogel-russia.ru/info/about>

СОДЕРЖАНИЕ

Франскевич Д.И. МОСТ ЧЕРЕЗ РЕКУ ДНЕПР.....	3
Муравский В. Ю. ТОННЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС БЛАНКА.....	8
Киргизова М.В. БРЕННЕРЕ БАЗОВЫЙ ТОННЕЛЬ.....	9
Агаев Э.Г. БОЛЬШОЙ БОСТОНСКИЙ ТОННЕЛЬ.....	10
Шевеленко И. БАЗИСНЫЙ ТОННЕЛЬ МОН-ДЕ-АМБИН.....	12
Корнейчик В.И. БАЗИСНЫЙ ТОННЕЛЬ СЕНЕРИ.....	14
Дудич А.С МНОГОСЛОЙНЫЕ БЕТОННЫЕ ОБДЕЛКИ, СООРУЖАЕМЫЕ СПОСОБОМ NATM.....	15
Корбут Е.А ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	17
Вакульчик М.Г ДОРОЖНОЕ ПОКРЫТИЕ ИЗ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПРЕДНАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ.....	20
Лавникович Д.К 3-D ПРИНТЕР.....	22
Рогинский Е.И ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЯХ.....	23
Загрецкая Ю.Ю БЕЗОПАСНОЕ БАРЬЕРНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ «Road Roller System (дорожная роликовая система)».....	25
Жилинская А.М УГЛЕБЕТОН.....	27

Жилинская А.М, Зубков К.С
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ СТРЕЛОВОГО КРАНА.....28

Андрюшенков А.К
АЭРОГЕЛЬ. ЕГО СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ.....29

Научное издание

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ
СООРУЖЕНИЙ

МАТЕРИАЛЫ

73-й студенческой научно-технической конференции