

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Факультет транспортных коммуникаций

Кафедра «Мосты и тоннели»

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

МАТЕРИАЛЫ

I Международной студенческой конференции

Минск
БНТУ
2017

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;
ассистент А.Н. Вайтович;
ассистент М.А. Кисель;
ассистент О.В. Костюкович;
ассистент М.П. Петров;
ассистент В.А. Ходяков.

В сборник включены тезисы докладов, представленных на I Международной студенческой конференции «Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений», состоявшейся 9-10 декабря 2016 года в Белорусском национальном техническом университете.

© Белорусский национальный
технический университет, 2017

Секция 1

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**К ВОПРОСУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
НЕФТЯНОГО ШЛАМА**

*Ильин Игнат Борисович, студент 2-го курса кафедры
«Автомобильных дорог, мостов и тоннелей»,*

*Хомяков Александр Александрович, студент 1-го курса магистратуры
кафедры «Автомобильных дорог, мостов и тоннелей»*

*Казанский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Казань*

(Научный руководитель – Ильина О.Н., канд. техн. наук, доцент)

Успешное решение экономических и социальных задач тесно связано с необходимостью значительного увеличения объемов строительства транспортных сооружений, в том числе автомобильных дорог, как для создания опорной сети магистральных дорог, так и расширения строительства дорог в сельской местности и районах нефтедобычи. При этом необходимо предусматривать использование ресурсосберегающих технологий, эффективных дорожных конструкций, местных материалов и отходов промышленности, в том числе отходов нефтяной промышленности - нефтяных шламов.

Накопление нефтяных шламов при эксплуатации нефтяных месторождений происходит за счет сбросов при подготовке нефти, при зачистке резервуаров, нефтесодержащих промывочных жидкостей, используемых при производстве буровых работ, сбросов при испытании и капитальном ремонте скважин. Нефтесодержащие отходы образуются при аварийных разливах, транспортировке сырой нефти и продуктов ее переработки, а также при работе очистных сооружений нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий. Количество образующихся нефтяных шламов постоянно увеличивается и составляет 5–7 тонн на 1000 тонн перерабатываемой нефти; ежегодный объем образования нефтяных шламов в РФ достигает 25-50 млн. тонн, при этом объем использования и утилизации этих отходов составляет не более 10 % [1].

Предотвращение загрязнения природной среды нефтью и продуктами ее переработки – одна из сложных и многоплановых задач промышленной экологии. В соответствии с законодательством РФ, в целях защиты населения и

окружающей среды от их вредного воздействия предусмотрена разработка ряда мероприятий. Одним из основных направлений этих мероприятий является разработка и внедрение современных технологий переработки и утилизации нефтесодержащих отходов и использование продуктов утилизации в экономике регионов [2].

В связи с актуальными и перспективными задачами в области нефтяной промышленности, дорожного хозяйства и экологии, имеющими государственное и народнохозяйственное значение для Республики Татарстан, разработан способ переработки и утилизации отходов нефтяной промышленности – твердых нефтяных шламов в дорожно-строительных материалах. Экспериментальные исследования разрабатываемых органоминеральных материалов на основе нефтяного шлама показали соответствие их показателей нормативным значениям ГОСТ 30491 «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими и комплексными вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства». В состав минеральной части разрабатываемого материала входят местный известняковый щебень М400 50-70 % и твердый нефтяной шлам в количестве 30-50 %, в качестве вяжущего применялся портландцемента М400 в количестве до 12 %. Для минеральной части подобран определенный гранулометрический состав. Проведены исследования по подбору и оптимизации составов материалов для осуществления опытно-промышленной проверки результатов исследований [3,4].

На основе исследований и отработки технологических параметров приготовления и использования органоминеральных материалов по назначению разработана и внедрена схема по предварительной технологической подготовке твердого нефтяного шлама – нефтегрунта для обеспечения его однородности по составу и свойствам. Разработана и внедрена технология производства исследованных материалов и строительства из них слоев дорожной одежды.

Опытно-производственное внедрение результатов исследований осуществлено при устройстве экспериментального участка на автомобильной дороге Акташского АБЦ Альметьевского УАД ООО «Татнефтедор» Республики Татарстан, производство работ проводилось методом «смещения на дороге» с ведущим механизмом дорожной фрезой Wirtgen 1000С в 2015 году; а также при устройстве экспериментального участка на автомобильной дороге – подъезд к сельскому населенному пункту Камышлы-Куль в Азнакаевском районе Республики Татарстан методом «смещения на дороге» с ведущим механизмом ресайклером Wirtgen WR 2400 ООО «Татнефтедор» в 2016 году.

Эксплуатация и мониторинг экспериментальных участков опытного строительства осуществляются с последующими исследованиями образцов вырубков органоминерального материала на основе нефтяного шлама в

соответствии с нормативными требованиями. Опытнo-производственное внедрение результатов исследований показало, что производство работ может осуществляться серийно выпускаемыми дорожными машинами, механизмами и смесительными установками.

Предложенный способ строительства автомобильных дорог позволяет сделать цикл переработки нефтяных отходов полностью завершенным и исключить образование побочных отходов промышленности, что в свою очередь способствует улучшению экологического состояния окружающей природной среды в районах добычи и переработки нефти. Применение нефтяных шламов как вторичного сырья для дорожного строительства в современных условиях является неотъемлемой частью экономии материальных ресурсов и рационального природопользования.

Литература:

1. <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/4070.html> (дата обращения: 2.09.2016).
2. <http://www.bestreferat.ru/referat-120831.html> (дата обращения: 10.09.2016).
3. Ильина О.Н., Силкин В.В. Нефтяной шлам – отход во вторичное сырье для дорожного строительства // Журнал экологии и промышленной безопасности №1-2. – Казань: Экоцентр 2014. – С. 106-107.
4. Ильина О.Н. Разработка способа утилизации твердого нефтяного шлама в дорожном строительстве // Труды XV Международного симпозиума «Энергоэффективность и энергосбережение». – Казань: 2015. – С. 252-253.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЩЕБЁНОЧНОГО ОСНОВАНИЯ С РАСКЛИНЦОВКОЙ НЕФЕЛИНОВЫМ ШЛАМОМ

*Мухаррямов Иршат Рафисович, аспирант кафедры
«Автомобильные дороги, мосты и тоннели»*

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Санкт-Петербург*

(Научный руководитель – Карпов Б.Н., д-р техн. наук, профессор)

Постоянное увеличение интенсивности движения транспортных средств на автомобильных дорогах требует уделять больше внимания на безопасность функционирования дороги и ее сооружений в течение заданного периода эксплуатации. Безопасное функционирование достигается путем соблюдения требуемых характеристик надежности и работоспособности дороги как инженерного сооружения. При оценке автомобильной дороги на безопасное (надежное) функционирование учитывают большое количество факторов: устойчивость земляного полотна, прочность конструкции дорожной одежды, однородность слоев конструкции, трещиностойкость, сопротивляемость колееобразованию, ровность, шероховатость и сцепные качества покрытий, долговечность дорожной одежды и т.д. Также важную роль играет выбранная технология изготовления строительных материалов и технология устройства слоев дорожной одежды. Большое влияние оказывает основание конструкции дорожной одежды на вышеперечисленные технико-эксплуатационные качества автомобильной дороги. С ростом интенсивности и грузоподъемности автомобильного транспорта[1], укрепление оснований также играет важную роль, так как при высоких интенсивностях неукрепленные основания уже не могут обеспечить сохранения в течение длительного времени требуемой ровности покрытия и несущей способности дорожной одежды в целом[2]. Укрепление основания из щебня специальными медленноотвердеющими минеральными вяжущими обеспечивает требуемую прочность, долговечность, делает строительство экономичным (открывается возможность использования местных грунтов, некондиционных материалов, промышленных отходов взамен дорогостоящим привозным материалам) [2], обеспечивает чистоту окружающей среды, технологию устройства слоев конструкции дорожной одежды менее трудоемким. Перспективным минеральным вяжущим материалом при

укреплении щебеночных оснований на Северо-Западном регионе нашей страны является нефелиновый шлам Пикалевского глиноземного завода. (Рис. 1).

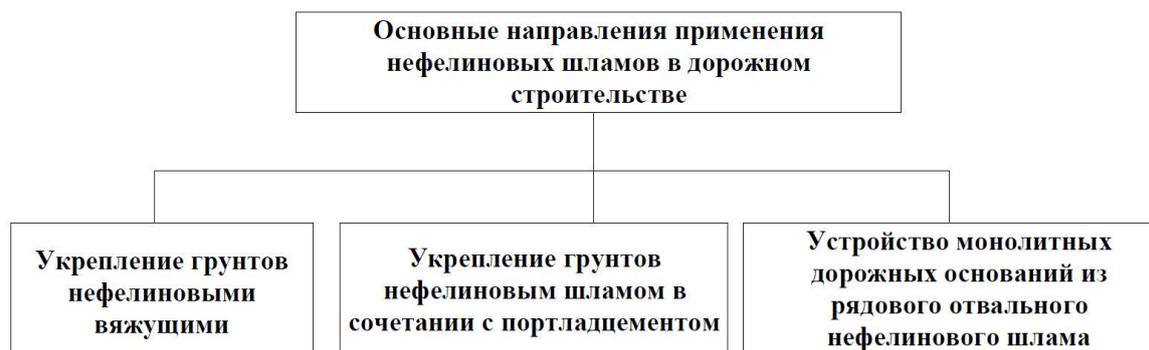


Рисунок 1 – Схема применения нефелиновых шламов в дорожном строительстве[2]

Применение нефелинового шлама в строительстве дорог актуально, потому что запасы шлама в шламохранилищах огромны, этот вторичный минеральный ресурс является вяжущим материалом и дает возможность вести строительство даже при низких температурах. Отвальный нефелиновый шлам – медленно твердеющее вяжущее, соответствующее требованиям ГОСТ23558-94 для марок М75 и М100. В свежем отвальном состоянии представляет собой влажный сыпучий пескообразный материал, имеющий крупность 0-5мм. Модуль крупности 1,1-1,5, при этом подвержен агрегации мелких фракций шлама на крупных зернах (крупнее 0,314мм). Содержание вяжущего компонента белита находится в пределах 70-85%. Естественная влажность свежего отвального шлама близка к оптимальной и составляет 20-22%. Оптимальная влажность для использования его в дорожном строительстве составляет 23-26%. Шлам является самостоятельным вяжущим и одновременно мелкозернистым низкомарочным трещиностойким бетоном с низким коэффициентом теплопроводности. Относится к III классу радиоактивности, может быть использован для дорожного строительства вне населенных пунктов.

Экспериментальные исследования, выполненные на кафедре автомобильных дорог Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, показали, что использование нефелинового шлама в качестве материала для заклинки щебеночного основания автодороги является альтернативной при решении вопроса дефицита каменных материалов, а также хорошей заменой другим структурообразующим материалам. Эффективность применения шлама в основании дорожной одежды доказана испытаниями и расчетами. Нагрузки для частиц размером 70, 40, 20, 10, 5 мм на контактах между частицами будут соответственно 1029, 336, 84, 21, 5 Н. Соотнеся размеры частиц с усилиями, можно сделать вывод о том, что с уменьшением размера частиц

усилие на контакте между частицами уменьшается. В результате действия автомобильной нагрузки в верхней зоне дорожной одежды, на границе покрытия с основанием из щебня при прохождении нагрузки возникают касательные напряжения, в 10 раз большие по сравнению с нижней зоной основания. Поэтому верхняя зона основания должна иметь высокую сдвигоустойчивость, а нижняя – воспринимать нагрузки и равномерно распределять на нижележащий слой[5]. Одной из причин образования деформаций асфальтобетонного покрытия является превышение допустимого напряжения на растяжение в зоне контакта покрытия с основанием. Решающее влияние на жесткость слоя основания оказывает наличие в смеси частиц менее 0,63мм (в том числе менее 0,05мм). Если уложить щебень марки 1200 без заклинки, то его модуль упругости будет примерно в два раза меньше чем у основания из щебня той же марки, но с учетом заклинки нефелиновым шламом размером от 0мм до 5мм.

На практике известны участки дорог, которые были построены с использованием бокситового шлама. Трест «Лендорстрой» применял этот материал с 1975 года в опытно-производственном строительстве для заполнения пустот между щебенками. Здесь необходимо отметить, что нефелиновый шлам имеет более высокие показатели к гидратации, чем бокситовый шлам и его применение будет более эффективным. Имеется возможность укрепления основания вяжущими, приготовленными из нефелинового шлама и молотым и немолотым нефелиновым шламом в сочетании с портландцементом. Рядовой отвалный нефелиновый шлам можно применять как в чистом виде, так и в смеси с минеральным заполнителем для устройства монолитных оснований [1].

Этот материал, как отмечалось выше, возможно использовать при устройстве верхних слоев оснований из щебня и гравия, обработанных в верхней части шламом, шламовым вяжущим способами перемешивания, пропитки-вдавливания.

Расход шлама, необходимый для обработки щебёночных (гравийных) оснований и покрытий в верхней части, следует назначать в зависимости от требуемой толщины обрабатываемой части слоя и уточнять опытным путём при начале производства работ.

Ориентировочно, расход шлама в т на 1м² основания или покрытия следует определять по формулам (1 и 2):

– при обработке способом пропитки

$$G = \frac{P_d \cdot h \cdot K_p}{K_p + 1,325} \quad (1)$$

– при обработке способом перемешивания

$$G = \frac{P_d \cdot h \cdot K_p}{K_p + 2,55} \quad (2)$$

где P_d – максимальная плотность натурального шлама, уплотнённого при оптимальной влажности, т/м³;

h – толщина обработанной части слоя, м;

K_p – коэффициент раздвижки зёрен, который следует принимать равным 1,05 при содержании в щебне (гравии) зерен более мелких, чем принятый размер применяемой фракции (смеси фракций) в количестве менее 10% и равным 1,35 при содержании таких зёрен от 10 до 20% по массе.

Ориентировочный расход шламового вяжущего для получения пескошламовой смеси различных марок определяется по таблице 20 «Руководства по строительству оснований и покрытий автомобильных дорог из щебеночных и гравийных материалов» (Таблица 1) [3].

Таблица 1

Марка цементно-песчаной смеси	Расход цемента, % по массе, при применении		
	отсевов дробления карбонатных пород	крупно- и среднезернистых песков	мелких песков
60	6-9	12-16	13-17
75	8-12	16-19	17-20
100	11-14	19-22	20-23

Образцы, укрепленные шламовяжущей смесью, испытывают через 90 суток набора прочности в лаборатории. Важно провести испытания образцов на сжатие при достижении возраста 28 суток. Образцы по показателю прочности должны дать значения не менее 50% от нормативно требуемых. Расчетные значения модуля упругости и предела прочности на растяжение при изгибе нефелинового шлама в зависимости от его активности следует принимать по таблице 1 «Методических рекомендаций по устройству дорожных оснований и переходных покрытий с применением белитового шлама в нефтегазоносных районах Западной Сибири» [4].

Технологический процесс устройства оснований с использованием нефелинового шлама для укрепления щебня: подготавливают земляное полотно; начальное распределение шлама на поверхности подготовленного слоя; работы по доведению влажности шлама до оптимального (поливомоечная машина) в ходе перемешивания этой смеси грейдером или машиной для профилирования

поверхности; заключительное распределение шлама с обеспечением требуемого уклона поверхности слоя и с учетом коэффициента уплотнения. Уплотнение слоя производится до показателя плотности 0,98. Отличительная особенность этих работ – начальное уплотнение, которое необходимо производить тяжелым моторным гладковальцовым катком (5-8 проходов по следу). Окончательное уплотнение осуществляется пневматическими катками за 10-12 проходов по следу, причем между распределением нефелинового шлама и его уплотнением технологический разрыв практически неограничен.

Заключение

Надежную работу дороги возможно организовать, обеспечив требуемую жесткость основания;

Из множества оснований дорожных конструкций наиболее перспективны те, которые устраиваются из дисперсных материалов, укрепленных структурообразующими материалами (нефелиновый шлам, бокситовый шлам, доменные шлаки и др.);

Использование нефелинового шлама, в строительстве дорог, в части устройства заклиненного основания из щебня, дает возможность поддерживать экологическую чистоту;

Предполагается экономическая отдача от применения данного материала за счет решения вопроса дефицита каменных материалов.

Упрощается технология строительства дорог.

Таким образом, применение нефелинового шлама при устройстве основания дороги, в качестве заклинивающего материала, повышает прочность конструкции дорожной одежды и обеспечивает трещиностойкость, тем самым достигается гарантированная сопротивляемость колееобразованию, ровность покрытия в процессе эксплуатации, что в конечном счете отражается на долговечности дорожной одежды, следовательно, и дороги в целом, что очень важно для безопасности дорожного движения.

Литература:

1. Бескровный В.М. Методические рекомендации по применению нефелинового шлама Ачинского глиноземного комбината при устройстве оснований автомобильных дорог в районе Западной и Восточной Сибири. – 1981. – 9 с.
2. Мещеряков И.В. Применение нефелиновых шламов в дорожном строительстве. Современные научные исследования и инновации. – 2012г. - №10 - URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/10/17755>
3. Юмашев В.М., Исаев В.С., Панфилов Ф.В., Матросов А.А., Еркина Н.А., Саль А.О., Белоусов Б.В., Бескровный В.М. Руководство по строительству

оснований и покрытий автомобильных дорог из щебеночных и гравийных материалов. – 1999. – 52с.

4. Белоусов Б.В., Бескровный В.М., Лыткин А.А., Трусков Т.А., Петешов Ю.В. Методические рекомендации по устройству дорожных оснований и переходных покрытий с применением белитового шлама в нефтегазоносных районах Западной Сибири. Москва: Союздорнии; 1985.
5. Мухаррямов И.Р. Использование вторичного минерального сырья в устройстве земляного полотна и повышение сдвигоустойчивости основания дорожной одежды. Повышение надежности и безопасности транспортных сооружений и коммуникаций. – 2015. - №1. – С. 266-268.

ВЛИЯНИЕ РОВНОСТИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

*Пантелеева Виктория Александровна, студент 5-го курса кафедры
«Строительство и эксплуатация дорог»*

*Лесько Андрей Геннадьевич, студент 5-го курса кафедры
«Строительство и эксплуатация дорог»*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
(Научный руководитель – Бандюк Н.В. старший преподаватель)*

Ввиду многообразия факторов, влияющих на прочность дорожных одежд и ее изменение с течением времени, определить истинное прочностное состояние дорожных конструкций затруднительно. Плавность хода и минимальные затраты мощности на сопротивление качению автомобиля, особенно при движении с высокими скоростями, достигаются на идеально ровной и гладкой дороге. Сила удара колес о неровности дороги возрастает пропорционально квадрату скорости. При движении по автомобильной дороге транспортное средство в любой момент времени может оказаться на выступе или впадине волны различной формы и длины. При этом вектор его скорости u в момент нахождения на выступе направлен по касательной к поверхности, отрывая колесо от покрытия на доли секунды. Опускаясь на покрытие со скоростью u_1 , колесо свою потенциальную энергию в момент соприкосновения с покрытием преобразует в кинетическую, воздействуя на покрытие динамической силой (Рис 1).

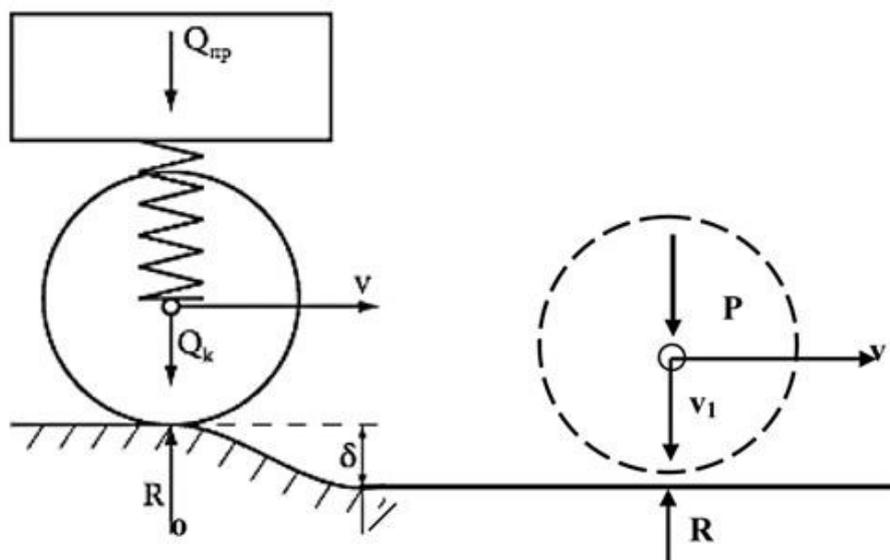


Рисунок 1 – Схема воздействия колеса автомобиля на дорожное покрытие в момент прохождения неровности

$Q_{пр}$ – вес автомобиля с грузом; Q_k – вес колеса с мостом; v – горизонтальная составляющая скорости; v_1 – вертикальная составляющая скорости; P – сила давления на покрытие от веса автомобиля и веса колеса; R_o, R – сила реакции опоры; δ – величина неровности

Все искусственные сооружения подвержены разрушающим воздействиям природного, искусственного и механического характера в виде подмывания, эрозии, выветривания, насыпей, дамб, мостов и откосов, а также коррозии металлических конструкций и «усталости» металла от постоянных нагрузок. Ремонт искусственных сооружений и их содержание, поддержание их работоспособности, ничуть не менее важная задача, чем ремонт и содержание самой автотрассы. В некоторых случаях искусственные сооружения приходится ремонтировать гораздо чаще, чем саму дорогу, к которой они относятся. Искусственные сооружения являются наиболее важными сооружениями на трассе, обеспечивающими саму возможность движения автотранспорта по ней, не говоря о безопасности дорожного движения.

Основной задачей является определение времени начала интенсивного разупрочнения и разрушения. В то же время продольная ровность покрытия – величина однозначная, и количество факторов, влияющих на точность ее измерений, сводится к минимуму. Установлено, что и прочность, и ровность зависят от одного и того же показателя – суммарной массы брутто пропущенных автомобилей, что позволяет сделать предположение о связи их между собой.

Мосты, с точки зрения безопасности движения автотранспорта, требуют к себе больше внимания. На мосту, в отличие от дороги, ширина проезжей части

моста меньше ширины земляного полотна, иная жесткость покрытия, появляются бордюры и тротуары.

Наличие бордюров вызывает у водителя стремление держаться от них на некотором расстоянии, в результате чего он смещает автомобиль ближе к оси проезжей части. Изменение ширины проезжей части на мосту приводит к тем же последствиям. И все это повышает возможность наезда на тротуар, столкновения со встречным автомобилем и других аварийных ситуаций.

Если внешний вид элементов проезжей части моста соответствует внешнему виду прилегающих участков дороги, безопасность движения на мостах повышается. Поэтому профиль и ровность покрытия проезжей части моста должны соответствовать профилю и ровности данной дороги.

При содержании проезжей части мостов особое внимание нужно уделять сопряжению моста с насыпью и деформационным швам.

Так как жесткость проезжей части моста и дороги не одинакова, то даже при идеальной ровности на участке сопряжения моста с насыпью условия движения автомобиля меняются при въезде на мост. Наличие же неровностей в местах сопряжений вынуждает водителей снижать скорость и тем самым уменьшать пропускную способность автомобильной дороги. Конструкция сопряжения моста с насыпью должна обеспечивать нормальное движение автомобилей без снижения скорости и способствовать снижению динамического воздействия подвижной нагрузки на сооружение.

Эластичные деформационные швы на мостах и путепроводах предназначены для компенсации малых и средних перемещений ($\pm 12,5$ мм) пролетных строений в результате воздействия температуры и транспортной нагрузки. Наиболее распространенным эластичным деформационным швом, применяемым на мостах и путепроводах магистральных дорог Республики Беларусь, является конструкция на основе щебеночно-мастичной композиции (Рис 2).

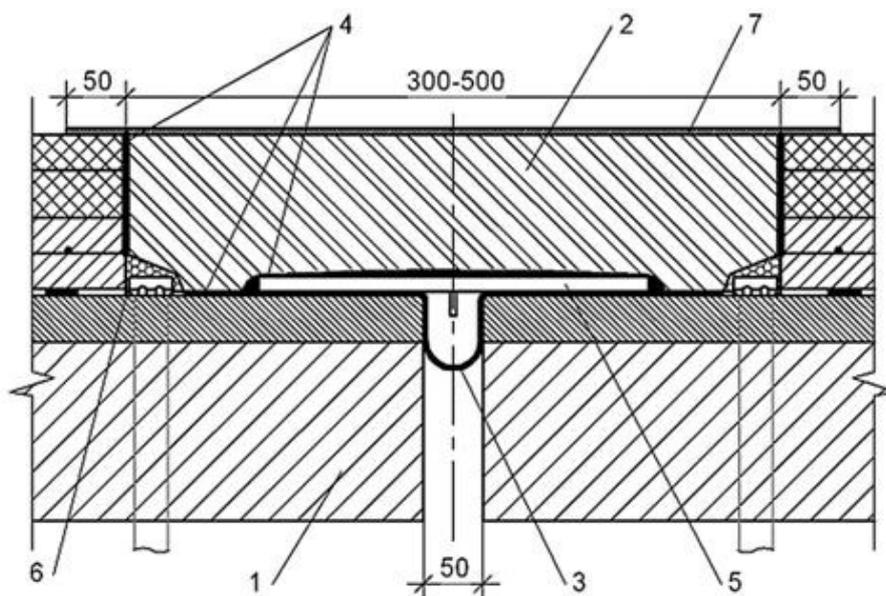


Рисунок 2 – Конструкция щебеночно-мастичного шва, устраиваемого при ремонте: – мостового сооружения без замены конструктивных слоев мостового; – полотна. 1 – пролетное строение; 2 – щебеночно-мастичное заполнение; 3 – резиновый лоток; 4 – мастика; 5 – металлическая пластина; 6 – дренажный элемент; 7 – слой износа

Простота устройства эластичных деформационных швов со щебеночно-мастичным заполнением является основной причиной их широкого применения. Для обеспечения надежности и долговременной работы шва требуется соблюдение технологических параметров при использовании качественных дорожно-строительных материалов. В частности мастики должны обеспечивать полную герметичность в течение всего расчетного срока эксплуатации при заданных погодно-климатических и транспортных воздействиях. Они должны обладать следующими свойствами:

- устойчивостью к термоокисленному старению;
- достаточной теплостойкостью при максимальных эксплуатационных температурах для исключения необратимых пластических деформаций;
- эластичностью при минимальных эксплуатационных температурах для компенсации перемещений торцов балок пролетного строения и воздействия транспортной нагрузки;
- достаточное сцепление как с поверхностью минерального наполнителя, так и с материалами конструктивных слоев мостового полотна для обеспечения эффективной герметизации при многократных циклах растяжения – сжатия.

Для устройства щебеночно-мастичных швов применяются битумно-эластомерные мастики, соответствующие требованиям СТБ 1092 и ТК 02191.149.

Герметики зарекомендовали себя в конструкциях деформационных швов, которые устраивали на мостах и путепроводах автомобильных дорог со средней интенсивностью движения. Однако практика их применения на магистральных дорогах показала, что уже на ранних стадиях эксплуатации проявляются дефекты, нарушающие функцию швов.

Для повышения устойчивости деформационных швов в условиях интенсивной транспортной нагрузки необходимо улучшить физико-механические и геологические свойства щебеночно-мастичного композита. Известен опыт применения для аналогичных целей дисперсной арматуры из стекловолокна в составе асфальтобетона, свидетельствующий об улучшении его деформационных и прочностных свойств. Это послужило основой для изучения влияния добавок стекловолокна на свойства композиций, используемых в деформационных швах.

Применяется так же однопрофильный деформационный шов для мостов по типу Маурер с резиновым ленточным компенсатором. Конструкция шва обеспечивает гидроизоляцию и устойчивость к высоким эксплуатационным нагрузкам. Швы практически не требуют профилактических работ и устойчивы к старению, что повышает сроки эксплуатации.

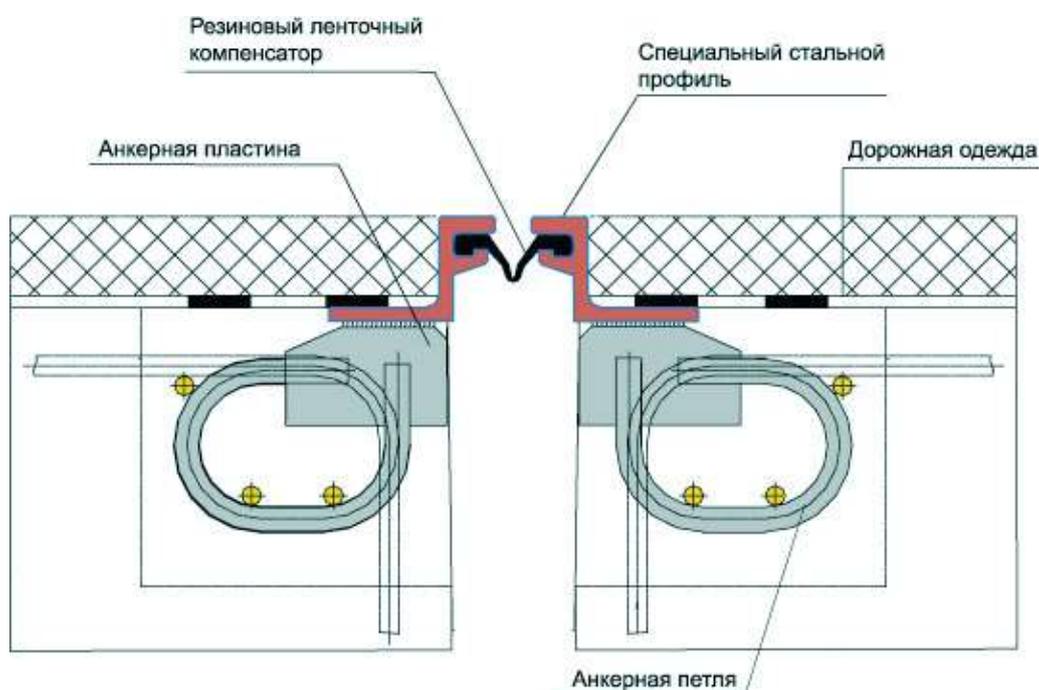


Рисунок 3 – Общий вид однопрофильного деформационного шва для мостов по типу Маурер

Для снижения шумового эффекта, механического и динамического воздействия на деформационный шов и непосредственно на мост, эстакаду. Дорожные строения, для увеличения плавности проезда автомобильной техники

по мостам и сооружениям, находящимся в черте населенного пункта либо на расстоянии менее двух километров до него, как и для автомобильных дорог с разрешенной скоростью движения более 90 км/ч, рекомендуется в конструкции деформационного шва употреблять дополнительные устройства для защиты, которые будут служить помехой попаданию колес в просветы и исключать удары, повреждающие внутренние элементы деформационного шва.

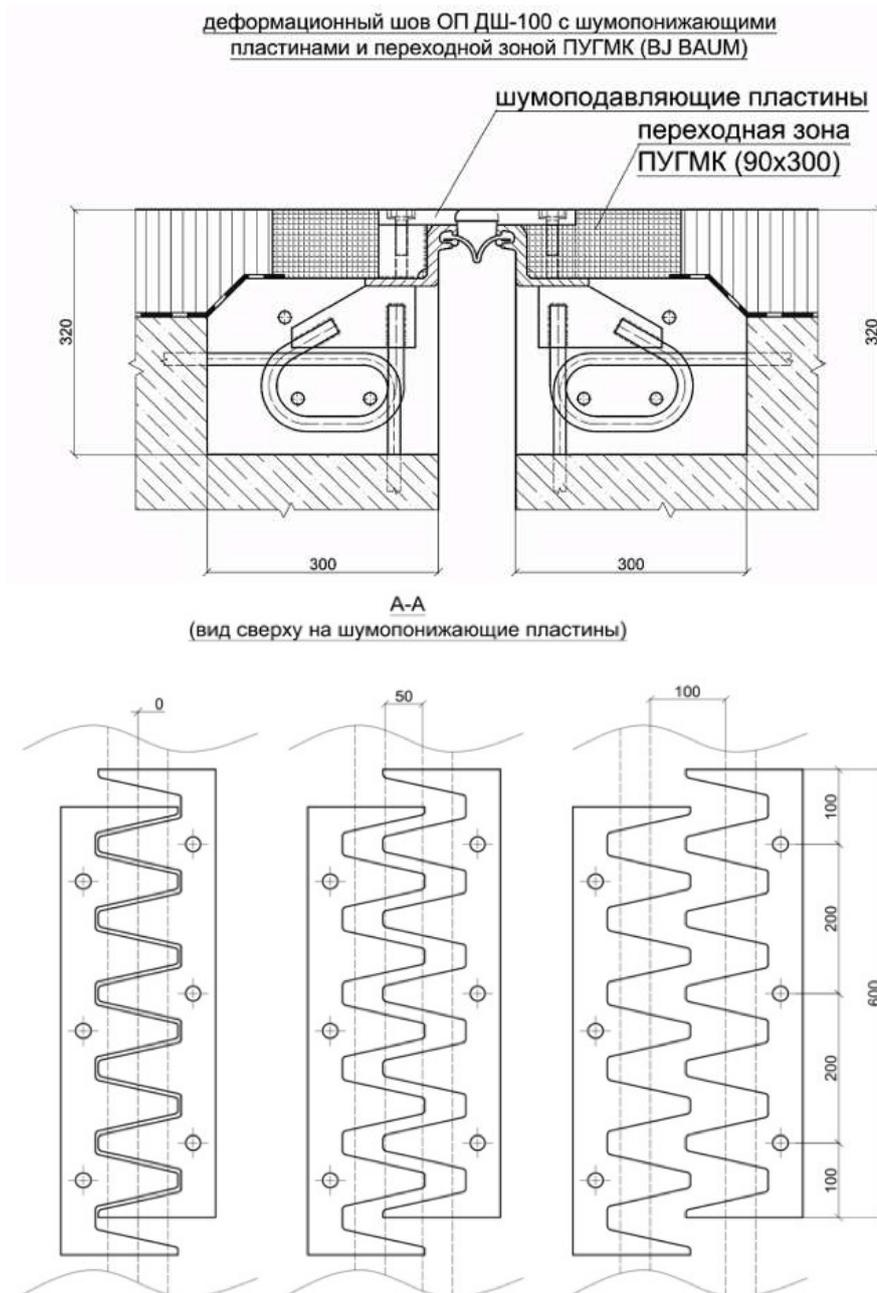


Рисунок 4 – Монтажные схемы однопрофильных деформационных швов с шумопоглощающими пластинами

Литература:

1. ТКПЗ18-2011 (02191) Деформационные швы мостовых сооружений. Правила устройства.
2. ТКП 201-2009 (02191) Мосты и трубы. Правила устройства гидроизоляции.
3. Мастика герметизирующая битумно-эластомерная. Технические условия: СТБ 1092-2006.
4. <https://www.bsc.by/story/sposoby-povysheniya-ustoychivosti-deformacionnyh-shvov-k-vozdeystviyu-temperatury-i>

«УМНЫЕ» КАТКИ ДЛЯ РАБОТЫ НА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Пантелеева Виктория Александровна, студент 5-го курса кафедры
«Строительство и эксплуатация дорог»*

*Лесько Андрей Геннадьевич, студент 5-го курса кафедры
«Строительство и эксплуатация дорог»*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
(Научный руководитель – Бандюк Н.В., старший преподаватель)*

Не так уж далеки те времена в дорожном строительстве, когда важность и значимость операции уплотнения дорожно-строительных материалов понимал и по достоинству оценивал всего лишь узкий круг дорожных ученых и специалистов-практиков. Большинство же дорожников относилось к ней как дешевой и по большей части вспомогательной операции. Сегодня уже большинство причастных к сооружению дорожных объектов пришло к осознанию того, что уплотнение является если не основной или главной, то по крайней мере ключевой технологической операцией по своей значимости и влиянию на эффективность вкладываемых средств, на качество, надежность и долговечность всего дорожного сооружения.

При выборе катков приходится учитывать окружающие условия. Например, при работе в исторической части города, вблизи коммуникационных линий, в зонах плотной жилой застройки или на мосту, в зоне многоуровневой автостоянки и т. п. местах часто запрещается применение оборудования, которое как-либо может повредить сооружениям и доставить беспокойство жителям.

В дорожном строительстве, наиболее проблематичным является уплотнение материала на мостах и подходах к ним:

а) вибрационный валец своими чрезмерными динамическими воздействиями перегружает уплотняемый асфальтобетон, и низкая плотность последнего является результатом разуплотнения или даже частичного разрушения приповерхностной зоны укатываемого слоя;

б) в местах сопряжений земляного полотна с искусственными сооружениями (мосты, путепроводы, трубы и т.п.) нередко возникают деформации в виде просадок, а иногда и разрушений дорожной одежды. Одной из основных причин появления таких деформаций является недостаточное уплотнение грунтов земляного полотна.

В настоящее время для решения подобных проблем применяются современные прогрессивные технологии уплотнения материалов с использованием катков осциллирующего действия.

Изучением нового осцилляторного метода уплотнения, действующего по принципу «реверсивный сдвиг + статическое сжатие», занимались почти одновременно во многих странах. Фирма Geodynamic (Швеция), опередив всех своих конкурентов, первой запатентовала изобретение, и вскоре уступила лицензионные права на использование этого способа фирме Hamt. Толчком к появлению этого оригинального метода силового воздействия на уплотняемый материал послужило научное сообщение на Парижской международной конференции по уплотнению (1980 г.) о том, что в Англии при деформировании образцов мелкого щебня одновременно действующими горизонтальным и вертикальным усилиями обнаружено существенное увеличение (до 5 – 6 раз) общей деформации образца, если горизонтальное усилие сделать реверсивным с циклическим изменением направления его действия (Рис. 1).

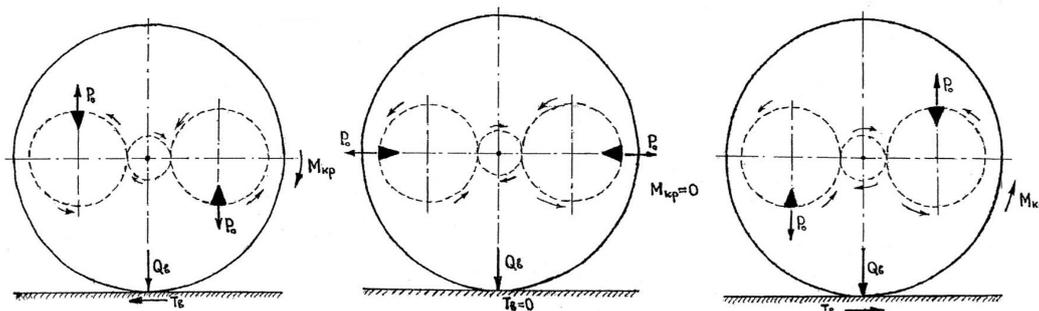


Рисунок 2 – Схема силового воздействия осцилляторного вальца дорожного катка на поверхность уплотнения материала

Катки, работающие по принципу осцилляции, являются верхом универсальности конструкции для работ по уплотнению материалов на дорожных сооружениях (мосты, эстакады, устройство слоя над трубами). Применение данного способа позволяет получить наиболее качественное сопряжение, при уплотнении стыка холодного и горячего слоя, а также расширить нижнюю границу температурного диапазона уплотнения асфальтобетонной смеси ориентировочно на 20 процентов.

Принцип работы осциллирующего катка:

– при осцилляции силы воздействуют в тангенциальном направлении, т.е. по касательной окружности вальца, при этом возможна регулировка угла воздействия;

– система управление катка происходит автоматически в течение 10 миллисекунд подстраивает параметры осцилляции под тип материала, выбирая необходимую амплитуду.

У катков с осцилляцией, амплитудой называют ход вальца вперед-назад, который он совершает в точке контакта.

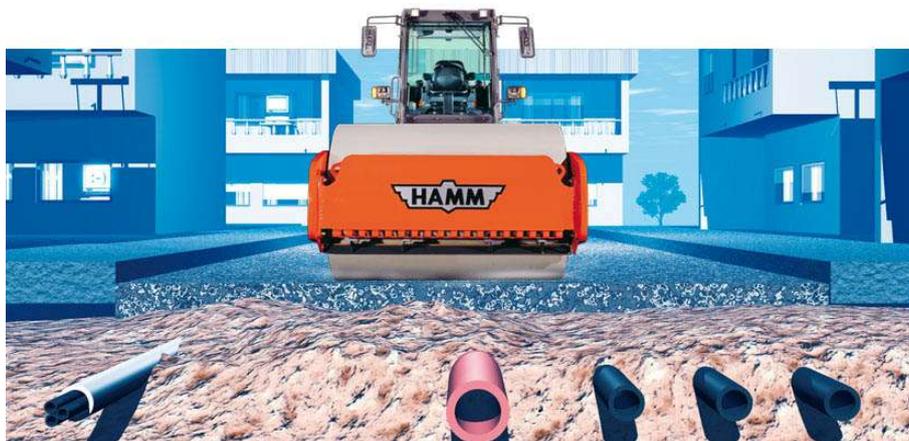


Рисунок 2 – Осцилляция не разрушает трубы

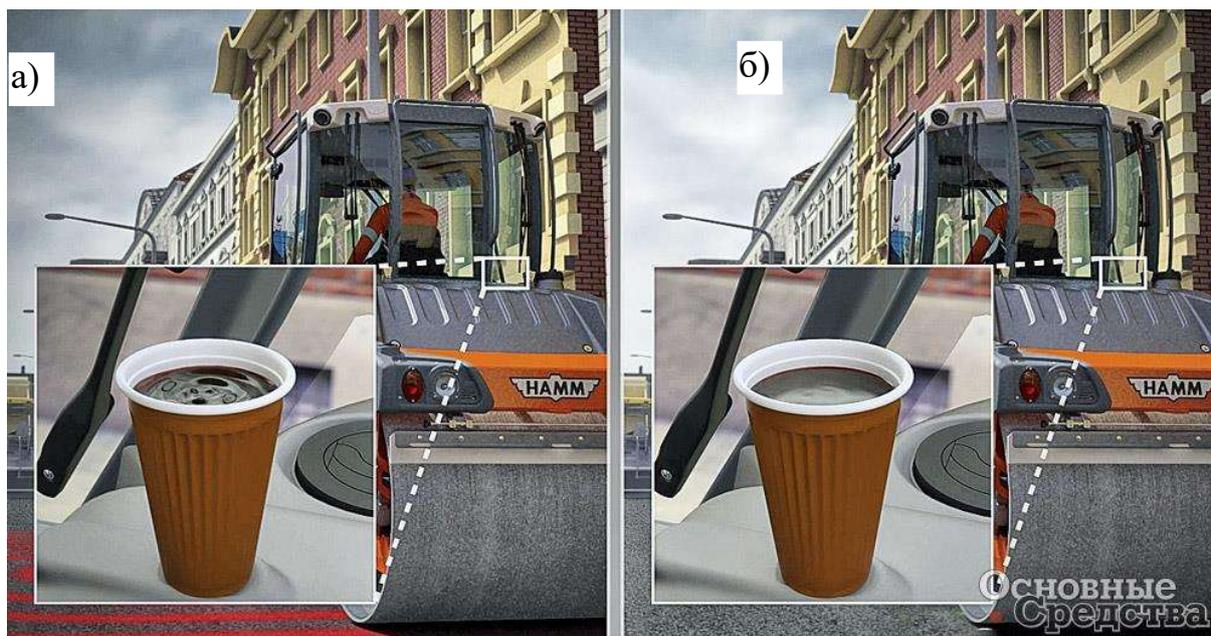


Рисунок 3 – Работа катка: а) вибрационного; б) с осцилляцией

Достоинство катка с осцилляцией при строительстве и реконструкции дорожных сооружений:

- безупречно уплотняет асфальтобетонные смеси при их низких температурах.
- идеально подходит для уплотнения швов (горячих или холодных).
- бесперебойная работа на мостах.

– обеспечивают высокую эффективность уплотнения, поскольку вальцы поддерживают постоянный контакт с поверхностью.

– нежелательные воздействия (не создающие полезного действия) при осцилляции составляют всего 10%.

– уменьшается уровень шума при работе.

– уменьшения дробления зерен материала.

– выгодное использование при небольшой толщине слоев.

Недостатки:

– цена катка с системой осцилляции выше цены обычного катка.

– дорогостоящий ремонт.

– недостаточность одного режима осцилляции, требуется использование дополнительных катков.

В виду всех положительных и отрицательных качеств катка с осцилляцией можно сделать вывод, что данный вид катка внедрять в строительное производство в РБ, т.к. дорожное строительство имеет все более сложный характер и требует внедрение современных технологий.

Так же, ведутся разработки по переводению катков на пневмошинах статического типа в разряд динамических средств уплотнения. А осцилляторный способ как нельзя лучше для этого подходит. Тем более, что такие попытки предпринимались во Франции (по патенту № 2620467 импульсное кратковременное затормаживание катящейся шины создает горизонтальное контактное усилие, действующее одновременно с вертикальной силой тяжести, но это усилие не реверсивное). Такого рода работы проводились ранее в СССР, Чехословакии и США, но результаты, полученные в результате исследований, применения не нашли.

Литература:

1. «Умные» Виброкатки для дорожников: <http://library.stroit.ru/articles/vibrokatok/index.html>.
2. Костельов М. П. Уплотнению асфальтобетона требуется обновленное поколение дорожных катков. Каталог-справочник «Дорожная техника и технология», 2003, с. 12–22.
3. Костельов М. П. и др. Новый способ уплотнения дорожно-строительных материалов. – Автомобильные дороги, 1991, № 6, с. 13–15.

АНАЛИЗ СВОЙСТВ НАНО ФИБРОПЕНОБЕТОНА

Потапов Роман Владимирович, студент 4-го курса

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
(Научный руководитель – Шевчук Н.А., старший преподаватель)*

В связи с переходом Республики Беларусь на строительство энергоэффективных зданий появилась необходимость в применении соответствующих строительных материалам. Повышенные требования к теплотехническим характеристикам наружных стен и кровель жилых домов, вызванные требованиями к энергоэффективности строящихся и реконструируемых зданий, предопределили появление обширной номенклатуры конструкционно-теплоизоляционных материалов. Одним из таких материалов является пенобетон. Рассмотрим разновидности этого материала: фибропенобетон и нано фибропенобетон.

Фибропенобетон

Фибропенобетон (пенофибробетон) представляет собой прочный теплоизоляционный ($\lambda=0,065-0,175$) ячеистый бетон плотностью 160—1000 кг/м³ состоящий на 97-99% из песчано-цементного раствора с незначительным содержанием синтетических волокон (фибры) (от 1% до 3%). Фибропенобетон не требует пропаривания в автоклаве. Фибропенобетон по свойствам идентичен бетонам естественного твердения, устойчив к большинству химических разрушающих факторов.

За счет введения фиброволокон в состав пенобетона образуется более замкнутая структура пор, благодаря которой улучшаются теплоизоляционные, звукоизоляционные и другие характеристики: фибропенобетон менее чувствителен к влаге; увеличивается ударная прочность; уменьшается хрупкость; увеличивается прочность материала на растяжение при изгибе, что дает возможность изготавливать изделия сложной конфигурации.

О фибропенобетоне и фибропенобетонных блоках говорят, что этот материал и конструкционный, и теплоизоляционный, обладающий высокой прочностью. Чтобы проверить правдивость этих утверждений, следует оценить физико-механические характеристики этого вида легкого бетона и сравнить с другими видами подобных материалов.

Таблица 1 – Сравнение характеристик легких бетонов

Наименование материала	Пенобетон	Фибро-пенобетон	Полистирол-бетон	Газобетон	Керамзитобетон
Плотность, кг/м ³	200-1200	200-1200	150-600	300-1200	900-1200
Прочность при сжатии, МПа	0,25-12,5	0,50-14,0	0,50-3,6	0,50-25,0	3,50-7,5
Морозостойкость, циклы	35	35 (75-100)	25	35	25
Теплопроводность, Вт/м ⁰ С	0,05-0,38	0,04-0,3	0,055-0,145	0,07-0,38	0,50-0,95

Правильность этого сравнения, конечно, приближена, поскольку характеристики легких бетонов зависят от их состава, которые в свою очередь могут отличаться в зависимости от технологии приготовления и химических составляющих используемых ингредиентов. Но, исходя из таблицы, можно сделать выводы. Так, фибропенобетон обладает минимальным коэффициентом теплопроводности среди всех рассматриваемых материалов, равно как и пенобетон, что позволяет говорить о высоких теплоизоляционных свойствах этого материала. Прочность на сжатие фибропенобетона несколько выше исходного пенобетона и вполне сопоставима с этим параметром других легких бетонов. Из приведенных данных таблицы можно сказать о том, что характеристики всех легких бетонов примерно идентичны, поэтому сложно судить о заметных преимуществах одного из них.

Отличие фибропенобетона от пенобетона-это технологическая особенность, согласно которой в процессе производства первого в бетонную смесь вводят фиброволокно. При перемешивании заготовки для фибропенобетона эти волокна выполняют функцию армирующего компонента смеси. В конечном итоге получается легкий и прочный материал, который способен к высоким нагрузкам без нарушения своей целостности.

Нано фибропенобетон

Нано фибропенобетон – легкий бетон с добавлением нанотрубок и микро армирующего волокна (фиброволокно).

Нанотрубка — протяженная цилиндрическая структура диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и имеющая молекулярное строение. А так же является прочным материалом, как на растяжение, так и на изгиб.

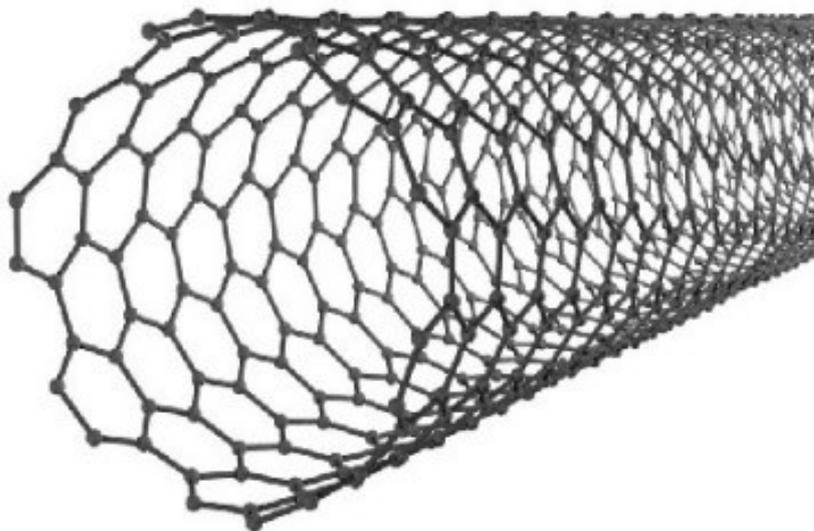


Рисунок 1 – углеродная нанотрубка

Структура нанотрубок

Идеальная нанотрубка представляет собой свёрнутую в цилиндр графитовую плоскость, то есть поверхность, выложенную правильными шестиугольниками, в вершинах которых расположены атомы углерода.

Результат такой операции зависит от угла ориентации графитовой плоскости относительно оси нанотрубки. Угол ориентации, в свою очередь, задаёт асимметрию нанотрубки, которая определяет её электрические характеристики.

Смысл углеродных нанотрубок

В составе добавки, модифицирующей микро- и наноструктуру пенобетона, использовались многослойные углеродные нанотрубки диаметром 8-40 нм и длиной 2-50 мкм. Использование наноуглеродных трубок значительно изменяет микро- и наноструктуру материалов. Этот эффект связан с тем, что высокопрочные нанотрубки являются центрами кристаллизации новообразований цементного камня. В результате образуется упрочненная микроструктура цементного камня, что значительно повышает прочность затвердевших пенобетонов.

Приготовление сырьевой смеси

Так как углеродные нанотрубки нерастворимы в воде, приготовили суспензию с применением ультразвукового диспергатора. Предварительно

суперпластификатор Sika ViscoCrete-3 совместно с водой затворения и дополнительно вводимой модифицирующей добавкой – углеродными нанотрубками обрабатывали в течение 30-60 секунд в ультразвуковом диспергаторе с частотой 20 кГц. Полученный продукт перемешивали в смесителе при последующем введении компонентов связующего, заполнителя, пенообразователя и волокон в течение 5 минут. Предлагаемый способ получения модифицированной сырьевой смеси позволил упрочнить структуру фибропенобетона на микро- и наноуровнях.

Для экспериментальной проверки сырьевой смеси, приготовленной данным способом, изготовили по стандартной методике образцы-балочки размерами 10×10×40 см, твердеющие в естественных условиях. Анализ полученных результатов показывает, что введение в сырьевую смесь дисперсной арматуры из полимерных волокон, суперпластификатора Sika ViscoCrete-3 и многослойных углеродных нанотрубок диаметром 8-40 нм и длиной 2-50 мкм способствует увеличению прочности на сжатие по сравнению с фибропенобетоном на 8,3%, прочности на растяжение при изгибе – на 18,8%, повышению коэффициента конструктивного качества при сжатии – на 28,5%. Прирост прочности предлагаемой сырьевой смеси на базальтовой фибре по сравнению с фибропенобетоном составляет: при сжатии 9,0%, на растяжение при изгибе – 10,5%, а увеличение коэффициента конструктивного качества при сжатии составляет 18,6%.

Литература:

1. Чубуков, В.Н. Строительные материалы и изделия / В.Н. Чубуков. – Гомель: БелГУТ, 1998. – 162 с
2. Айрапетов, Г.А. Строительные материалы: учебно-справочное пособие / Г.А. Айрапетов, О.К. Безродный, А.Л. Жолобов. – Феникс, 2009. – 396 с.
3. Дроздов, Н. Г. Электроматериаловедение / Н.Г. Дроздов, – М.: Высш. шк., 1973. – 36 с.
4. Нано фибропенобетон [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.nano-blok.by>. – Дата доступа 02.12.2016.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Шкатуло Денис Александрович, студент

Юнчиц Дмитрий Александрович, студент

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

(Научный руководитель – Шандрак Ю.И., ассистент)

Многие страны Европы, Азии и Америки в последние десятилетие активно работали в направлении развития энергоэффективных технологий. Движение по этому пути способствует снижению расхода энергии для производства единицы продукта и рациональному использованию энергетических ресурсов в целом.

Первыми острою необходимость в экономии энергии осознали западноевропейские страны в момент первого энергетического кризиса в 1968 г. Чтобы сократить затраты энергии ими были сделаны шаги в направлении экономии тепловой энергии в ходе эксплуатации зданий, что привело к появлению энергоэффективных строений. На практике энергоэффективность обычно обеспечивалась бессистемным использованием альтернативных источников энергии (солнечной, энергии ветра, геотермальной). Осознанный подход к проектированию зданий с предельно низким уровнем тепловых потерь впервые был реализован при разработке проекта «Пассивный дом», с последующим возведением здания в Германии в 1991 г.

Дальнейшее развитие энергоэффективного направления в строительной отрасли показало, что около трети всего объёма потребляемой европейскими странами энергии тратится на жилищный сектор. И уже в 2002 году была принята Директива Европейского Союза, которая обозначила обязательные требования к энергетическим показателям энергоэффективных зданий. С тех пор требования Директивы уже дважды пересматривались и стали еще более жесткими. Принятые изменения должны стимулировать разработку новых строительных технологий, материалов и архитектурных решений.

В 2005 году Республика Беларусь присоединилась к Киотскому протоколу. Это обязало нашу страну к работе по обеспечению потребностей будущих поколений, снижению влияния на окружающую среду антропогенных факторов и уменьшению расхода энергетических и природных ресурсов. Для населения это должно привести к значительному сокращению коммунальных платежей, для

страны – к экономии ресурсов, повышению производительности промышленности и конкурентоспособности, для экологии – к ограничению выброса парниковых газов в атмосферу.

Одной из главных задач развития Республики Беларусь на 2016 – 2020 год стало повышение конкурентоспособности экономики, обеспечение энергетической безопасности и энергетической независимости за счет повышения энергоэффективности и увеличения использования собственных топливно-энергетических ресурсов, в том числе из возобновляемых источников энергии.

Для реализации этой задачи в 2016 году был разработан проект Технического регламента Республики Беларусь «Энергоэффективность зданий». Требования, которые задает регламент, должны обеспечить:

- рациональное и экономичное использование первичной энергии;
- сокращение потребления первичной энергии и увеличение доли использования возобновляемых источников энергии в зданиях;
- уменьшение и ограничение выброса эмиссии газов, вызывающих парниковый эффект;
- экономическое стимулирование строительства энергоэффективных зданий.

Требования Технического регламента будут распространяться на отапливаемые жилые и общественные здания, административные и бытовые здания промышленных предприятий независимо от формы собственности и ведомственной принадлежности. Таким образом, все жилые и общественные здания, которые будут строиться на территории страны, должны стать энергоэффективными. Это требование относится и к многоквартирным жилым домам, что может создать определенные трудности при реализации требования регламента застройщиками.

Исходя из теории проектирования и практики строительства энергоэффективных зданий, можно говорить о том, что необходимый нормируемого показателя суммарного удельного годового расхода тепловой энергии здания можно обеспечить лишь с учетом ряда критериев.

В здании рекомендуется применять автоматизированные инженерные сети и оборудование. Обязательным условием является применение системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла. Положительную роль в энергобалансе здания могут сыграть и примененные в нем системы горячего водоснабжения с использованием геотермального насоса и система канализации с рекуперацией тепла сточных вод. В системе отопления следует применять ультразвуковые счетчики учета тепла, а также терморегуляторы на каждом из радиаторов. Для электрификации помещений следует применять ветряные

станций и солнечных коллектора как минимум в качестве источника резервного питания.

Важную роль в обеспечении энергоэффективности здания в процессе эксплуатации играет выбор его объемно-планировочного решения и ориентации по сторонам света. Основные помещения должны быть обращены на запад, восток и юг, по холодной северной стороне следует располагать подсобные помещения. Такое расположение помещений в пространстве здания является наиболее рациональным и поможет значительно сократить расход энергоресурсов в процессе эксплуатации здания.

Выбор геометрической формы здания в большей степени зависит от доступных для его строительства материалов и изделий. Стоит отметить, что самым эффективным является здание, имеющее в плане форму окружности. Чем сильнее здание в плане изрезано выступами, чем больше оно имеет углов, тем больше будут его теплопотери. Таким образом сложные изрезанные формы здания приведут к увеличению расхода тепловой энергии, используемой в здании на его отопление.

Для того, чтобы охарактеризовать выбор конфигурации здания на практике используется расчетный показатель компактности здания K_e^{des} . Он отражает зависимость стоимости строительства и эксплуатации (размера эксплуатационных затрат на вентиляцию, отопление, горячее водоснабжение, ремонт фасадов и кровли) от принятой конфигурации здания. Лучшие расчетные значения имеют дома, близкие в плане к квадрату, или с полукругами стен.

Для того, чтобы сделать вывод о соответствии традиционно применяемых в строительстве многоквартирных жилых зданий конструктивных решений требованиям нового Технического регламента, был запроектирован условный жилой дом. Фасад здания, его план и разрез изображены на рисунке 1, 2 и 3 соответственно.

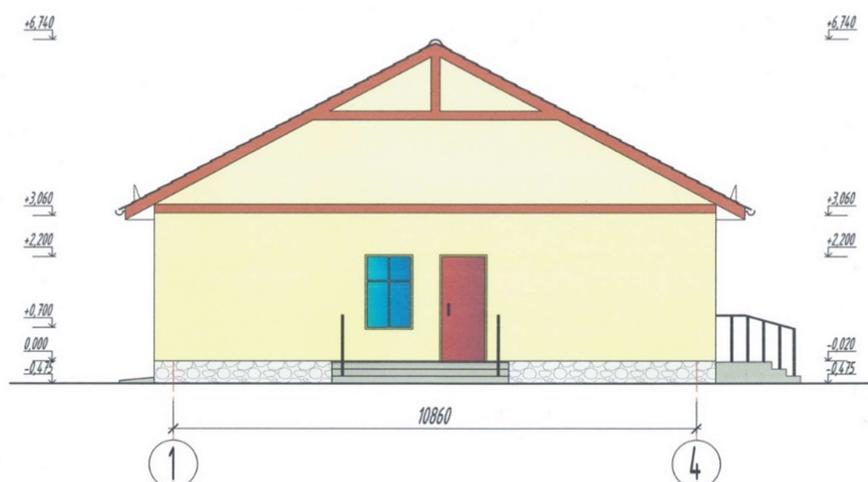


Рисунок 1 – Фасад здания многоквартирного жилого дома в осях 1-4

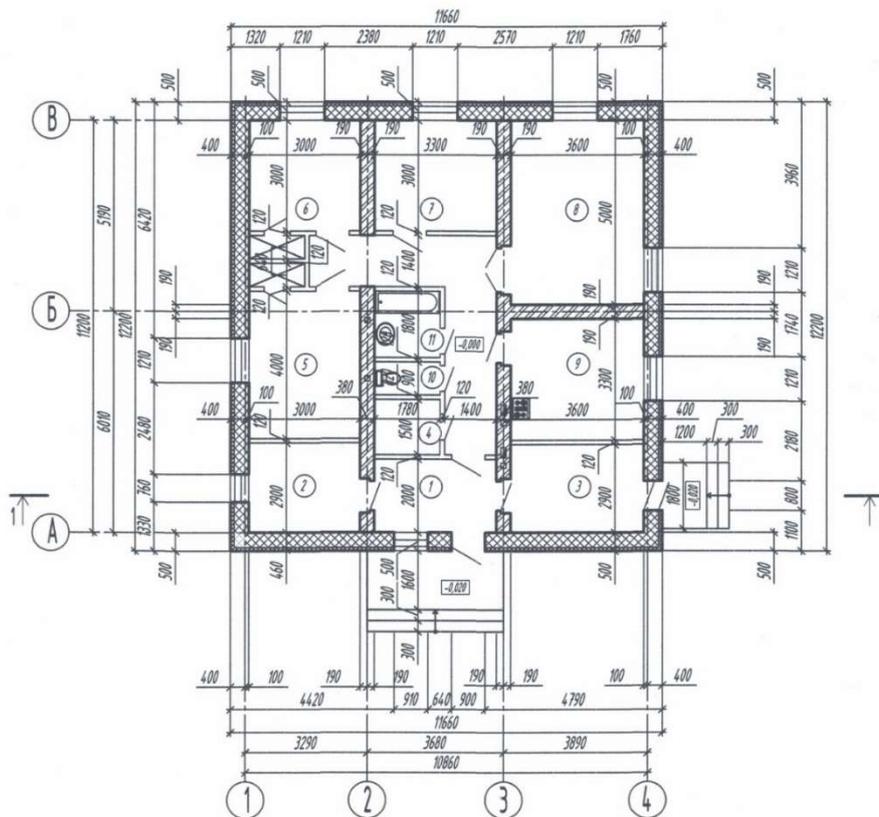


Рисунок 2 – План этажа одноквартирного жилого дома на отм. 0,000

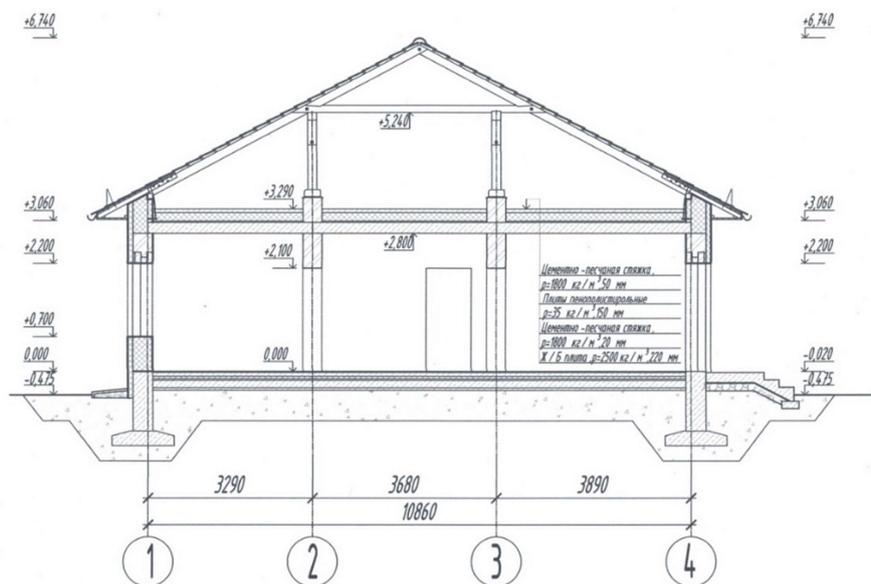


Рисунок 3 – Разрез 1-1

В соответствии с ТКП 45-3.02-230-2010*(02250) «Дома жилые одноквартирные и блокированные» принята площадь и ширина помещений для жилого дома повышенной комфортности. Наглядно запроектированные и нормативные значения этих помещений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Запроект ированная площадь, м ²	Площадь нормативная, м ²	Запроект ированная ширина, м	Ширина нормативная, м
1	Тамбур	6,60	3,96	3,3	2,2
2	Помещение для хозяйственных работ	8,70	-	2,9	-
3	Топочная	10,44	-	2,9	-
4	Гардеробная	2,67	-	1,5	-
5	Спальня	12,0	12,0	3,0	2,7
6	Спальня	9,0	9,0	3,0	2,6
7	Спальня	9,90	9,0	3,3	2,6
8	Жилая (общая) комната	18,0	18,0	3,6	3,6
9	Кухня	11,88	9,0	3,3	2,6
10	Уборная	1,6	1,1	0,9	0,9
11	Ванная комната	3,2	3,2	1,8	1,7

Расчетный показатель компактности жилых зданий K_e^{des} для одноэтажных жилых домов рекомендуется принимать не выше 1,1. На примере рассматриваемого жилого дома, получили, что расчетный показатель компактности составил $K_e^{des}=1,08$; значение меньше максимально допустимого $K_e^{des} = 1,1$.

Конструктивные решения принимались исходя из практического опыта проектных организаций города Гомеля, занятых непосредственно проектированием многоквартирных жилых домов. Для исследования здание было запроектировано из наиболее часто используемых строительных материалов и конструкций. Здание одноэтажное бесподвальное с неотапливаемым чердаком. Фундамент здания – ленточный монолитный, глубиной заложения 1,3 метра. Несущие ограждающие конструкции выполнены из газосиликатных блоков с толщиной 400 мм и утеплением пенополистирольными плитами толщиной 100 мм, закрепляемыми на дюбель для теплоизоляционных материалов. Внутренние несущие стены выполнены из кирпича керамического, толщина внутренних несущих стен – 380 мм. Перегородки выполнены из кирпича керамического, толщиной – 120 мм. Пол здания выполнен по грунту. Перекрытие сборное из железобетонных плит перекрытия толщиной 220 мм с утеплением пенополистирольными плитами толщиной 150 мм. В качестве кровельного материала использована металлочерепица.

Для принятых непрозрачных ограждающих конструкций было рассчитано значение сопротивления теплопередаче R, учитывающее свойства и качество использованных материалов. Расчет был произведен по методике, изложенной в

ТКП 45-2.04-43-2006* (02250) «Строительная теплотехника». В результате рассчитанные значения составили: $R_{\text{стен}} = 3,84 \text{ м}^2\text{°С}/\text{Вт}$, $R_{\text{покр}} = 3,37 \text{ м}^2\text{°С}/\text{Вт}$. Нормативное значение сопротивления теплопередаче составляет $R_{\text{т.норм}} = 3,2 \text{ м}^2\text{°С}/\text{Вт}$. Следовательно, принятая конструкция наружных соответствует нормативным требованиям. В свою очередь полученное значение для перекрытия меньше нормативного, равного $6 \text{ м}^2\text{°С}/\text{Вт}$. Следовательно, необходимо проводить мероприятия по увеличению значения расчетного сопротивления теплопередаче путем увеличения толщины утеплителя.

В связи с тем, что на практике в течении 2016 года появилась тенденция к экономии заказчиками личных финансовых средств путем уменьшения толщины несущих ограждающих конструкций и толщины слоя теплоизоляционного материала, то был произведен расчет с толщиной блока 300 мм, а также толщиной утеплителя (маты минераловатные прошивные) 50 мм. Полученное значение составило $2,46 \text{ м}^2\text{°С}/\text{Вт}$, что также не соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к ограждающим конструкциям жилых зданий.

Упрощенная методика определения сопротивления теплопередаче приводит к значительным ошибкам. С точки зрения действительного значения сопротивления теплопередаче R , не учтен ряд факторов, влияющих на реальные теплотери здания. Детальная методика расчета, предполагает выделение в рассчитываемой ограждающей конструкции характерных участков, среди которых: углы, простенки, примыкание к дверным и оконным проемам, примыкание перекрытий и стен лоджий, участки стен из материалов с различной теплопроводностью (например, железобетонные перемычки, контактирующие с кладкой стен из газосиликатных блоков).

В рекомендациях Р 1.04.115-2013 по расчету приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и расчету потерь теплоты помещений через ограждения изложена методика расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, позволяющая на стадии проектирования учесть перечисленные выше участки и их влияние на теплозащиту здания. Методика разработана таким образом, чтобы при ее использовании была возможность:

- учесть наиболее значимые элементы ограждающих конструкций, влияющие на значение сопротивления теплопередаче;
- обеспечить достаточный для практической значимости уровень точности результатов расчета;
- оценить возможность образования зон конденсации влаги на всех внутренних поверхностях ограждающих конструкций.

Стоит отметить, что приведенное сопротивление теплопередаче характеризует теплозащитные качества наружных стен, покрытий, полов, и на прямую влияет на обеспечение требуемых параметров микроклимата помещений, состояние внутренних поверхностей ограждений, работу и долговечность ограждающих конструкций в целом. Повышение нормативного значения сопротивления теплопередаче привело к использованию эффективных теплоизоляционных материалов. Однако при углубленном изучении вопроса индивидуального домостроения, оказалось, что большинство застройщиков, используя возможность строительства хозяйственным способом и допускаемый для этого упрощенный порядок разработки и согласования проектной документации, не производят необходимых теплотехнических расчетов. Следствием этого становится повышение энергопотребления здания в процессе его эксплуатации.

Новая методика расчета позволяет учесть множество участков, благодаря которым возможно получить картину работы конструкции приближенную к реальным условиям. Но с ее применением существует ряд проблем, связанных в первую очередь со сложностью расчетов температурных полей. Для определения сопротивления теплопередаче отдельных выделенных фрагментов конструкций необходимо выполнить решение двумерной и трёхмерной задачи переноса теплоты. Для этого требуется решить дифференциальное уравнение стационарной теплопроводности с граничными условиями третьего рода. Наиболее распространенной методикой служит их численное решение в конечных разностях. Обусловлено это прежде всего простотой аппроксимации производных в дифференциальных уравнениях. Однако методу конечных разностей присущи и определённые недостатки, к которым относится сложность аппроксимации граничных условий при наличии угловых точек на контуре исследуемой области, сложность учета неоднородности материалов и сложных геометрических форм. Из этого можно сделать вывод, что расчет весьма трудоемок и невозможен, требует наличия сертифицированных программных комплексов. Однако лицензированных и рекомендованных к применению программных комплексов на данный момент не существует, а доступные программы зарубежного производства могут быть основаны на методике, отличной от изложенной в отечественных нормах.

Таким образом, можно говорить о том, что исследование необходимо продолжить, чтобы определить возможности модернизации типовых решений, применяемых застройщиками в традиционном возведении многоквартирных жилых домов хозяйственным способом. Однако, для корректного анализа результатов следует проанализировать и выбрать программный комплекс для

расчета температурных полей, который будет максимально отвечать требованиям отечественных нормативных документов.

Литература:

1. ТКП 45-2.04-196-2010 (02250) . Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – 23 с.
2. ТКП 45-3.02-230-2010*(02250). Дома жилые многоквартирные и блокированные. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – 30 с.
3. ТКП 45-2.04-43-2006* (02250). Строительная теплотехника. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – 23 с.
4. Р1.04.115-2013. Рекомендации по расчету приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и расчету потерь теплоты помещений через ограждения. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – 61 с.
5. В. Файст, Основные положения по проектированию пассивных домов. – М: Издательство Ассоциации строительных вузов. – 144 с.

ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРЫ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

*Яньшина Дарианна Александровна, студент 3-го курса факультета
«Промышленное и гражданское строительство»*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
(Научный руководитель – Коновалова О.Н., старший преподаватель)*

Мы никогда не сможем понять истинного характера данного периода на основании изучения общественных зданий, государственных резиденций и больших монументов...События, имеющие решающее значение, которые привели к развитию новых возможностей, произошли... при строительстве скромных зданий, имеющих чисто практическое значение.

Зигфрид Гидион

Сегодня, промышленная архитектура – это широко употребляемое понятие, идентифицирующее пространственную среду для производственных процессов. Эта среда материализуется в разных объектах – производственных зданиях и сооружениях, предприятиях и их группах, которые распространены повсеместно, формируя крупные, средние и даже малые города. В состав промышленной архитектуры входят также транспортные сооружения, которые, несомненно, играют важную роль в облике городов. В современных условиях быстрорастущей городской агломерации, росте и постоянном развитии бизнеса создается необходимость кардинально пересматривать современные подходы к основному содержанию, специфике и роли транспортной инфраструктуры городов.

Значимость объектов промышленной архитектуры в жизни любого государства обусловлена их участием в обеспечении его экономической независимости и политической безопасности.

Однако, фабрично-заводская среда всегда ассоциируется с выбросами, загрязнениями, иначе говоря, с экологической опасностью.

Ограниченное количество типов промышленной архитектуры на всем протяжении ее эволюции, их устойчивость во времени и развитие за счет видовых модификаций является закономерностью. Сегодня можно выделить четыре типа объемных и три типа территориальных объектов. Это очень немного, учитывая значительную отраслевую дифференциацию – наличие

большого числа видов и подвидов производственных процессов. Можно утверждать, что огромное разнообразие технологических процессов в течение трехсотлетней истории промышленной архитектуры, тем не менее, пространственно организовывалось в очень небольшом количестве типов. Причем, влияние отраслевой принадлежности на формирование типов постоянно ослаблялось.

Развитие промышленной архитектуры – универсальность подходов и принципов пространственного построения всех ее форм наглядно проявляется в производственных зданиях, где развитие типов сопровождалось расширяющейся взаимосвязью и взаимопроникновением принципов их построения, реализацией одних и тех же подходов. Общими принципами стали стандартизация и связанная с ней унификация пространства.

В связи с этими принципами возникла необходимость в так называемых архитектурных трансформациях. Актуализация термина трансформация в архитектуре связана с особенностью современного проектного мышления, которое ставит одной из приоритетных задач создание среды, способной постоянно изменяться в соответствии с нуждами общества, ориентируется на создание гибких урбанизированных структур, отказывается от жестких планировочных идей.

Развитие промышленной архитектуры определяет историческое формирование производственного пространства – его структуру, конструктивное и архитектурно-художественное построение. В этом можно видеть проявление фундаментальных черт современной науки – “преемственности, единства и минимизации знания”.

Закономерности развития промышленной архитектуры дают предвидеть ее будущее с большой степенью достоверности.

Определим тенденции развития промышленной транспортной архитектуры на современном этапе.

Взаимодействие двух систем – машины и человека – всегда лежало в основе формообразования промышленной архитектуры. До сих пор она пыталась объединить обе системы, добиваясь их паритетности. Промышленная архитектура, особенно в ее объемных объектах, может развиваться в двух расходящихся направлениях. Первый полюс будет тяготеть к зданиям-машинам, оболочкам для механизмов и процессов. Второй – к зданиям, все более приближающимся к гражданской архитектуре. Для таких объектов грань между промышленным и гражданским будет размываться, и вполне вероятно, что они перестанут представлять промышленную архитектуру.

Итак, первую тенденцию можно сформулировать как неуклонную и последовательную поляризацию промышленной архитектуры, разделение ее

на объекты, зависящие в своем формообразовании и структурно-пространственной организации от технических составляющих производства, и объекты, ориентированные, прежде всего на человека.

Второй тенденцией является поляризация объектов промышленной архитектуры по своей пространственно-планировочной структуре на простые и сверхсложные. Происходит очевидное разделение промышленной архитектуры на уникальные (Рис. 2, 3), совершенные во всех отношениях, объекты и объекты рядовые, экономичные “коробки” (Рис. 1), вполне вероятно, недолго живущие.



Рисунок 1 – Мост через р. Неман (Гродненская область, РБ)



Рисунок 2 – Киевский вокзал (Москва, РФ)



Рисунок 3 – Мост "Красный дракон" через
р. Иртыш (Ханты-Мансийск, РФ)

В качестве третьей тенденции следует выделить тотальную унификацию производственного пространства. Объекты всех отраслей должны будут представлять собой пространство, где смогут размещаться различные процессы. Унификация производственного пространства взаимосвязана с тенденциями, определяющими развитие типов объектов.

Сегодня развитие типа в его же границах исчерпало себя, изменился механизм формирования типа. Если вначале он складывался для одного процесса конкретной технологии, далее – для многих процессов конкретной технологии, то сейчас его формирование выходит за конкретную технологию. Тенденцией развития типов становится адекватность не производственному процессу, а его будущим изменениям. Это определяет объемно-планировочное решение объекта. Разработка приемов повышения гибкости, универсальности пространства для всех типов объектов становится основным направлением проектно-строительной практики сегодня.

Интегративность и полифункциональность объектов, стремление к планировочной и пространственной “изоляции”, дистанцированию от окружающей среды было качеством изначально присущим промышленным объектам. Однако, во второй половине XX в. в промышленной архитектуре начала развиваться интеграция ее объектов с другими составляющими города. Искусство проектирования не содержит неизменных методологических принципов, а следует за развитием производительных сил общества и совершенствования техники. Возьмем за пример проектирование объекта транспортной инфраструктуры. Важное значение при выборе общего облика городского объекта имеет вид на него с различных экспозиционных точек. При несоблюдении масштабного соотношения между сооружением и окружающей

застройкой объект зрительно может казаться чрезмерно большим, подавляющим своими размерами вблизи расположенные здания, или, наоборот, незначительным. Силуэт должен соответствовать характеру данной местности или противопоставляться ему, подчеркивая тем самым наиболее интересные особенности городской панорамы.

Так что же такое архитектура транспортных сооружений? Явление, понятие, область деятельности? Ясно одно: она способна подавлять, порой удивлять, прославлять человека, наполнять его гордостью за результаты своего труда. Она — это лицо технического прогресса, иллюстрация всего хорошего и плохого в нем.

Литература:

1. Гибшман, М. Е., Попов В. И. Проектирование транспортных сооружений: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. 447 с.
2. Репин, Ю.Г. Интегрированные архитектурные комплексы: типологические основы интеграции объектов среды обитания в условиях крупнейшего города: автореф. дис. ... д-ра архитектуры: 18.00.02 / Ю.Г. Репин; Центр. науч.-исслед. и проект. ин-т типового и эксперим. проектирования жилища. – М., 1992. – 47 с.
3. Морозова Е. Б. Современные тенденции развития промышленной архитектуры. – 2006г. – URL: <http://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/7148/%D0%A1.%205-10.pdf>
4. Шамрук, А. С. Традиция в проектных стратегиях современной архитектуры / А. С. Шамрук; Нац. акад. наук Беларуси, Центр исслед. белорус. культуры, языка и лит. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 297 с.:ил.

ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ В ГОДОВОМ, МАКСИМАЛЬНОМ И МИНИМАЛЬНОМ СТОКАХ РЕК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Быков Константин Юрьевич, студент 4-го курса
кафедры «Кораблестроение и гидравлика»*

*Козюля Александр Александрович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Косяков Александр Дмитриевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Лашук Виктория Владимировна, студентка 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научные руководители – Юхновец В.И., канд. техн., наук, доцент;
Шаталов И.М., старший преподаватель)*

В инженерных гидрологических расчетах, связанных с проектированием, возведением, эксплуатацией объектов гидротехнического, водохозяйственного, транспортного строительства и др., а также для обеспечения нормальных навигационных условий на внутренних водных путях нашли широкое распространение методы теории вероятностей, т.к. гидрологическим процессам и явлениям свойственна изменчивость в пространстве и времени. В настоящее время в гидрологических расчетах широко используют кривые распределения вероятностей гидрологических характеристик и корреляционные связи.

Согласно действующим нормам [1...4] теоретические кривые распределения подбирают по параметрам (среднее арифметическое значение, коэффициенты вариации и асимметрии), определяемым методами моментов, наибольшего правдоподобия, графоаналитическим.

По методу моментов, коэффициент вариации C_v и коэффициент асимметрии C_s вычисляют, согласно теории вероятностей по формулам

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n - 1}}, \quad (1)$$

$$\overline{C}_s = \frac{n \cdot \sum (k_i - 1)^3}{\overline{C}_v^3 (n-1)(n-2)}, \quad (2)$$

где n – количество членов в статистическом ряду (количество лет наблюдений за гидрологической характеристикой);

i – конкретный год измерений и наблюдений;

k_i – модульный коэффициент, определяемый по формуле

$$k_i = \frac{Q_i}{\overline{Q}}, \quad (3)$$

Q_i – расход за конкретный год, м³/с;

\overline{Q} – среднеарифметическое значение расхода в статистическом ряду

$$\overline{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}. \quad (4)$$

Формулы (1) и (2) справедливы для независимых переменных. Гидрологические же характеристики не являются независимыми переменными, им присуща внутрирядная связь, которая сказывается на точности определения значений \overline{C}_v и \overline{C}_s по формулам (1) и (2), а значит, и на точности вычисления ординат подбираемых аналитических кривых распределения вероятностей гидрологических характеристик. Поэтому вычисленные по формулам (1) и (2) значения \overline{C}_v и \overline{C}_s требуют корректировки с учетом внутренней связи в выборке данных по годовому стоку рек.

Внутрирядная связь – это влияние стока текущего года на сток будущего года.

Значения коэффициентов вариации и асимметрии, вычисленные по формулам (1) и (2) без учета внутрирядной связи корректируют с использованием формул

$$C_v = \left(a_1 + \frac{a_2}{n} \right) + \left(a_3 + \frac{a_4}{n} \right) \overline{C}_v + \left(a_5 + \frac{a_6}{n} \right) \overline{C}_v^2, \quad (5)$$

$$C_s = \left(b_1 + \frac{b_2}{n}\right) + \left(b_3 + \frac{b_4}{n}\right) \bar{e}_s + \left(b_5 + \frac{b_6}{n}\right) \bar{e}_s^2, \quad (6)$$

где $a_1...a_6$, $b_1...b_6$ – параметры, значения которых устанавливаются по действующим нормам в зависимости от соотношения \bar{e}_s/\bar{e}_v и внутрирядной связи, оцениваемой коэффициентом автокорреляции r' .

Внутренняя связь годового стока рек зависит от типа питания рек, их режима, геоморфологических, гидроморфологических, физико-географических факторов и показателей водосборов.

Все реки Республики Беларусь имеют преимущественно снеговое питание, что отражается на основных чертах водного режима рек: довольно высокие весенние половодья, низкая летняя межень, которая прерывается летними и осенними паводками. Территория бассейнов рек Немана и Западного Буга характеризуется неустойчивыми условиями погоды, в результате чего возможно формирование половодий и паводков. Южные регионы (Полесье) характеризуются наличием заболоченных равнин, широких речных долин с развитыми поймами, от чего рекам присущ сглаженный уровневый режим и половодье на них значительно растянуто во времени. Реки бассейнов Западной Двины и Верхнего Поднепровья (север Беларуси) имеют резкие колебания уровней и расходов во времени; речные долины имеют четкие и узкие очертания, что естественно сказывается на уровневом режиме рек.

В соответствии с зональным распределением основных стокообразующих факторов и особенностями подстилающей поверхности увеличение удельной водности (сток с 1 км² площади водосбора) имеет место в направлении с юга на север и с юго-запада на северо-восток. На эту тенденцию оказывают влияние также местные факторы: озерность, лесистость, заболоченность, гидрогеологические условия и др. С учетом выше перечисленных особенностей территория Беларуси разделена на 6 гидрологических районов (с подрайонами) – Верхнедвинский, Западнодвинский, Вилейский, Неманский, Центральноберезинский и Притятский (Рис. 1).

Каждый гидрологический район характеризуется своим гидрологическим режимом, зависящим от естественной зарегулированности стока водоемами, от питания грунтовыми водами, от геологического строения водосборов.

В связи с вышеизложенным есть смысл оценивать внутрирядную связь в отдельности по гидрологическим районам с подрайонами.

Регрессионный анализ переменных предлагает формулу для определения значения коэффициента автокорреляции r' , характеризующего тесноту связи переменных

$$r' = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n-1} (Q_i - \bar{Q}_1)(Q_{i+1} - \bar{Q}_2) \right]}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (Q_i - \bar{Q}_1)^2 \sum_{i=2}^n (Q_i - \bar{Q}_2)^2}}, \quad (7)$$

Формула (7) используется для определения коэффициента корреляции между переменными двух статистических рядов при линейной связи между ними. Поэтому при определении значения коэффициента автокорреляции r' по формуле (7) надо из исходного статистического ряда образовать второй ряд путем подвижки вперед на один год членов исходного ряда, после чего формируется $n-1$ пары переменных этих двух статистических рядов, где \bar{Q}_1 и \bar{Q}_2 – средние арифметические значения характеристик этих двух рядов определяемые по формулам

$$\bar{Q}_1 = \left(\sum_{i=1}^n Q_i \right) / (n-1), \quad (8)$$

$$\bar{Q}_2 = \left(\sum_{i=2}^n Q_i \right) / (n-1), \quad (9)$$

Определение значений коэффициента автокорреляции r' по формулам (7,8,9) осуществлялось в компьютере с использованием составленных алгоритмов в программе Microsoft Excel 2010.

Базой для исследования явился материал справочников Государственного водного кадастра, размещенный в открытой печати [5,6,7,8]. Использовались данные гидрометрических наблюдений на всех гидрометрических створах страны, на которых период наблюдений и измерений превышал 20 лет.

Анализировался средний годовой сток водосбросов в $л/с \cdot км^2$, максимальный сток половодий в $м^3/с$, минимальный сток в $л/с \cdot км^2$.

В соответствии с целью работы, опираясь на теоретическую базу и базу исходных данных исследований, были получены во всех рассмотренных створах рек (145 створов) значения коэффициента автокорреляции r' , отражающего тесноту внутрирядной связи вышеуказанных видов стока воды.

Анализ полученных результатов показал, что значения коэффициента автокорреляции r' годового стока варьируют по гидрологическим районам и подрайонам и зависит от характеристик водосбросов.

Поскольку действующими нормами по расчету гидрологических характеристик предусматривается принимать расчетные значения коэффициентов автокорреляции средними из значений, установленных для групп рек с наиболее продолжительными наблюдениями, мы предлагаем использовать в расчетах годового стока разной обеспеченности следующие значения автокорреляции r' по гидрологическим районам, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициента автокорреляции r' годового стока

Гидрологический район	Подрайон	Коэффициент автокорреляции r'
I. Западнодвинский	а	0,15
	б	0,20
II. Верхнедвинский	а	0,20
	б	0,20
	в	0,30
III. Вилейский	а	0,15
	б	0,10
IV. Неманский		0,20
V. Центральноберезинский	а	0,20
	б	0,10
VI. Припятский	а	0,10
	б	0,30
	в	0,36

Эти же результаты представлены на рисунке 1 по гидрологический районам и подрайонам для большей наглядности и практического использования.

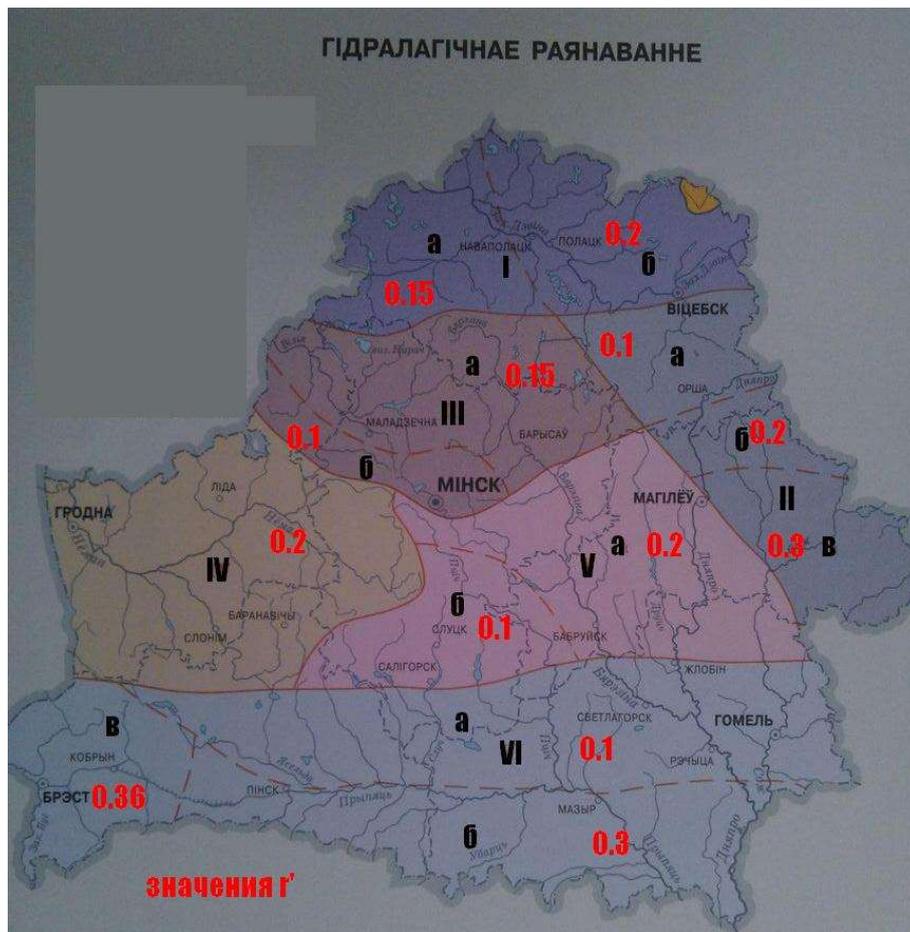


Рисунок 1 – Коэффициент автокорреляции r' годового стока

Анализ полученных результатов исследования внутрирядной связи в максимальном стоке половодий позволил сделать следующие выводы:

- внутрирядная связь стока половодий рек на территории Республики Беларусь отсутствует, за исключением незначительного количества гидрометрических створов, на которых значения коэффициента автокорреляции оказались выше 0,1;

- возможно определять оценки параметров кривых распределения стока половодий (значение коэффициентов вариации и асимметрии) и ординаты теоретических кривых распределения без учета внутрирядной связи;

- отсутствие внутрирядной связи в стоке половодий существенно облегчает статистическое моделирование рядов половодий;

По минимальному стоку за период открытого русла значения коэффициента автокорреляции r' представлены на рисунке 2.

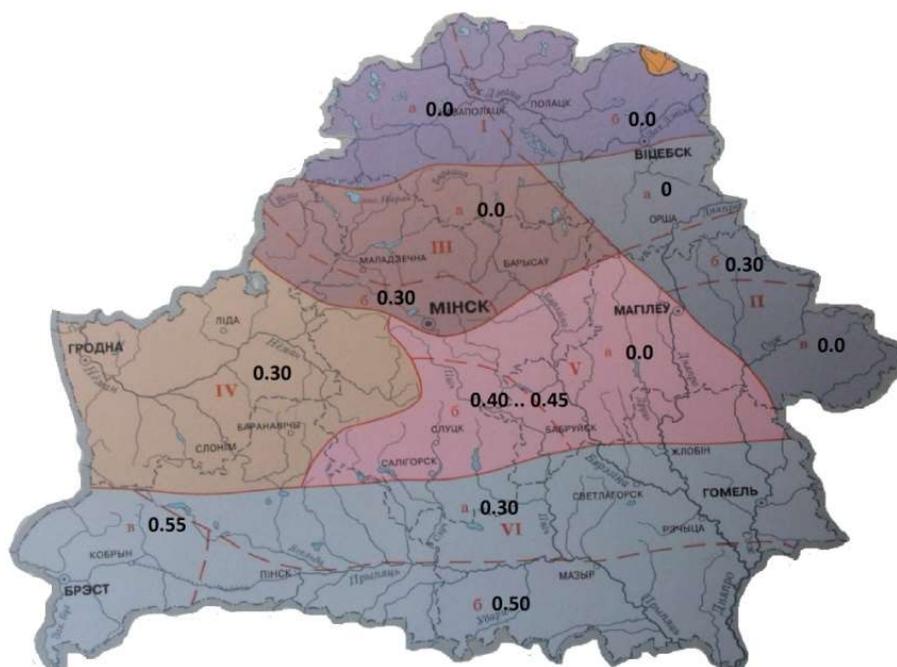


Рисунок 2 – Коэффициент автокорреляции r' минимального стока

В заключение следует отметить, что выполненные гидрологические исследования направлены на усовершенствование действующих нормативных методик по определению расчетных гидрологических характеристик, периодически обновляемых по мере накопления систематических гидрометрических наблюдений и измерений. Результаты проведенных исследований позволяют подобрать аналитические кривые распределения для последующих расчетов гидрологических характеристик годового, максимального стока половодий и минимального стока воды рек на территории Республики Беларусь.

Литература:

1. Определение расчетных гидрологических характеристик: СНиП 2.01.14-83. – М., 1983. – 63с.
2. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л., 1984. – 448с.
3. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. ТКП 45-3,04-168-2009 (02250). – Мн. 2010. – 56с.
4. Определение расчетных гидрологических характеристик: П1-98 к СНиП 2.01.14-83. – М., 2000. – 174с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР в 20 т. – Л.: Гидрометеиздат, 1996. – Т.5, Ч1: Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – 721с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР в 20 т. – Л.: Гидрометеиздат, 1996. – Т.5, Ч2: Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – 624с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР в 20 т. – Л.: Гидрометеиздат, 1996. – Т.5: Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – 432с.
8. Государственный водный кадастр: - Л.: Гидрометеизд, Т.3, Белорусская ССР, Ч1 и Ч2, 1985. – 667с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ Т-ОБРАЗНОГО ШУМОЗАЩИТНОГО ЭКРАНА

*Жуковский Егор Михайлович, студент 4-го курса кафедры
«Проектирование дорог»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Шохалевич Т.М., старший преподаватель)*

Шум – это беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры. В общем смысле, шум это любой нежелательный звук.

В населенных пунктах основным источником шума является транспорт, а продолжающийся рост интенсивности движения автомобилей на дорогах и связанное с этим возрастание шумности транспортных потоков приводят к перманентному увеличению шумовой нагрузки на людей, проживающих непосредственно у дорог.

Защита от шума является важнейшим стратегическим направлением в области охраны окружающей среды и здоровья, ведь именно он оказывает постоянное угнетающее воздействие на организм человека.

Для защиты от шума человек использует множество способов: отдаляет жилые дома от дорог, прокладывает дороги в выемках, устраивает всевозможные препятствия на пути звуковой волны (насыпи, экраны, стенки). Однако постоянный рост интенсивности делает практически невозможным достижение нужного снижения уровня шума классическими способами – это приводит к неоправданно большим габаритным размерам этих сооружений, что не только не технологично, а весьма дорогостояще.

Увеличить снижение уровня шума можно используя надстройки на свободном ребре различной конфигурации, что не только приводит к повышению эффективности экранов-стенок, но и несколько улучшает их эстетические свойства (Рис. 1).

Наиболее эффективной и простой в исполнении является Т-образная надстройка. Данная надстройка имитирует массивную стенку, где путь звукового луча увеличивается за счет большой ширины. Основным плюсом использования Т-образного шумозащитного экрана является то, что при схожих шумозащитных характеристиках, он тоньше, что никак не сказывается на большем отводе земли и уменьшения полезной площади для хозяйственной деятельности. По сравнению с обычным экраном, для достижения равного

эффекта, высоту Т-образного экрана можно снижать на 35% высоты экран-стенки. Дополнительным преимуществом является возможность дополнительного использования надстройки для размещения фонарей, всевозможных кабелей и солнечных батарей, что весьма актуально.

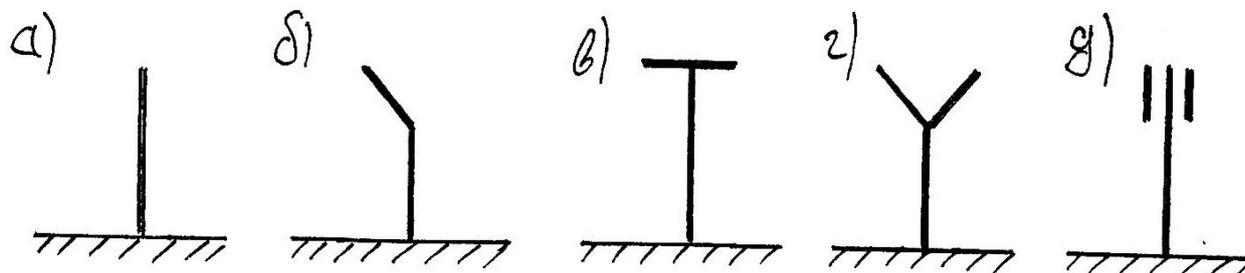


Рисунок 1 – Различные конфигурации надстроек:

- а – вертикальный экран-стенка (традиционное решение); б – коленообразная (консольная) надстройка; в – Т-образная надстройка; г – Y-образная надстройка; д – двойная верхняя часть (параллельная надстройка)

Габариты в плане определяется таким же образом как и для обычного экрана-стенки.

Длина шумозащитного экрана должна обеспечивать снижение эквивалентных уровней звука до расчетных значений. Она зависит от расстояния между осью ближайшей полосы движения автотранспорта и застройкой, а также от прогнозируемого снижения эквивалентного уровня звука.

Для того, что бы избежать огибания звуковой волны экрана, за пределы жилой застройки, минимальная его длина должна составлять в каждую сторону не менее 4-х расстояний от проезжей части до расчетной точки, но при этом быть не менее 100 м.

Отгон шумозащитного сооружения определяется по номограмме, в зависимости от расстояния между осью ближайшей полосы движения и застройкой (Рис. 2)[1].

Поскольку такой вариант шумозащитной стенки получается весьма протяженным по длине, что вызывает дополнительные расходы, то необходимо проводить мероприятия по уменьшению длины.

Уменьшение длины можно добиться, если отогнуть в плане начальные участки (Рис. 3). При этом угол α должен оставаться постоянным[2].

В расчет высоты положен принцип снижения уровня звука, за счет увеличения разности траекторий путей звукового луча, которая определяется по формуле[1]:

$$\delta = a + b' - c, \quad ((1))$$

где a – кратчайшее расстояние между источником шума ИШ и верхом щита, м;
 b' – кратчайшее расстояние между расчетной точкой РТ и верхом щита, м;
 c – кратчайшее расстояние между расчетной точкой и источником шума, м.

Чем больше данная величина, тем более эффективен экран, что напрямую зависит от ширины надстройки, которая из определяется конструктивных соображений.

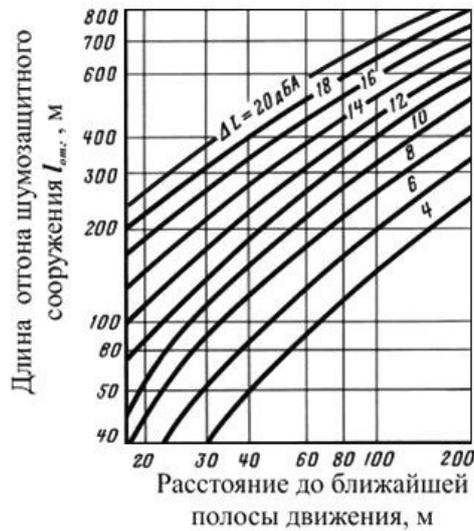


Рисунок 2 – Номограмма для определения длины отгона шумозащитного экрана

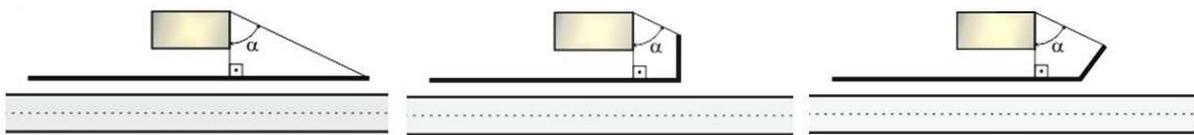


Рисунок 3 – Схемы сокращения длины шумозащитного экрана

Параметры a , b , c определяются из геометрических соображений по рис. 4:

$$a = \sqrt{(S_1^2 - \omega/2)^2 + (H_{\text{экр}} - h_{\text{иш}})^2}; \quad ((2))$$

$$b' = \sqrt{(S_2^2 + \omega/2)^2 + (H_{\text{экр}} - h_{\text{рт}})^2}; \quad ((3))$$

$$c = \sqrt{(S_1^2 + S_2^2)^2 + (h_{\text{рт}} - h_{\text{иш}})^2}, \quad ((4))$$

где S_1 – кратчайшее расстояние от источника шума до экрана, м;
 S_2 – кратчайшее расстояние от расчетной точки до экрана, м;
 ω – ширина Т-образной надстройки, м.
 $H_{\text{экр}}$ – высота экрана, м;
 $h_{\text{иш}}$ – высота источника шума, м;
 $h_{\text{рт}}$ – высота расчетной точки, м.

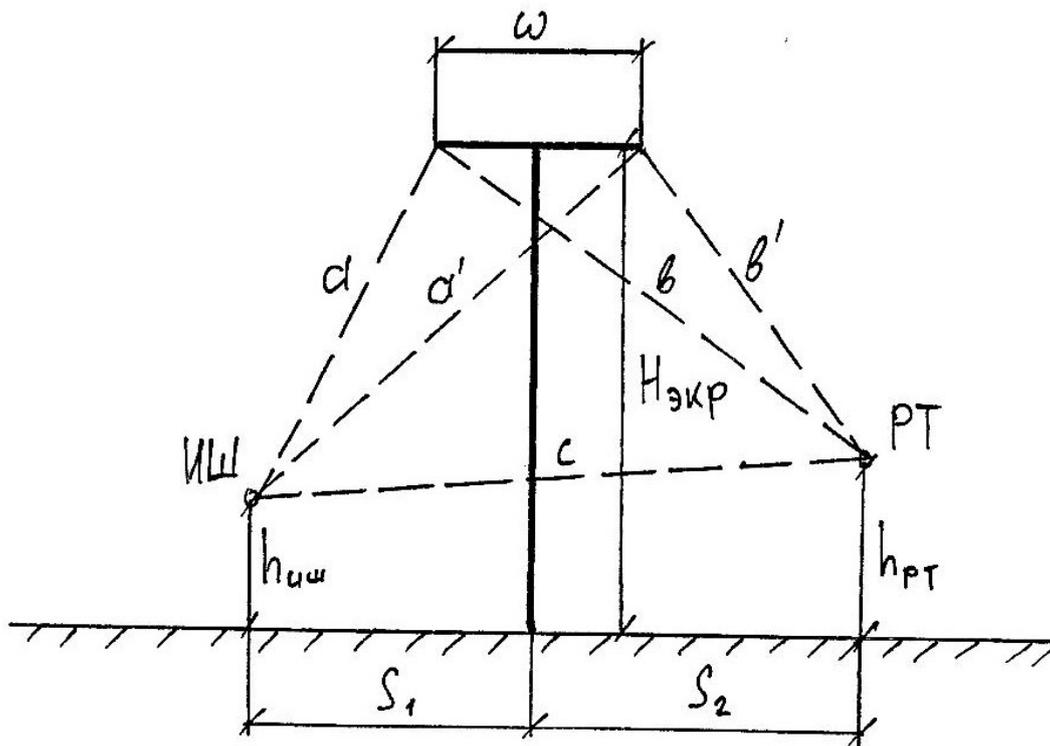


Рисунок 4 – Расчетная схема Т-образного экрана

Снижение уровня шума $L_{\Delta\text{экр}}$ может быть определено по формуле:

$$L_{\Delta\text{экр}} = 18.2 + 7.8 \log(\delta + 0.02), \quad ((5))$$

Высоту Т-образного экрана вычисляют по необходимому снижению уровня шума $L_{\Delta\text{экр}}$ методом подбора, изменяя высоту экрана, либо решая уравнение (5) с одним неизвестным $H_{\text{экр}}$.

В целом, хоть данный тип экрана и позволяет добиться большего снижения уровня шума и соответственно уменьшить высоту сооружения, повсеместно применять его нецелесообразно, поскольку надстройки вызывают необходимость усиления фундамента за счет увеличения ветровой нагрузки и усложнение содержания (скапливается снег и грязь на поверхности). Их следует использовать на тех участках дорог и в населенных пунктах, где прирост

дополнительного снижения обеспечить классическими способами не рационально.

Литература:

1. Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума.- М.: СТРОЙИЗДАТ, 1982. - 30 с.
2. ОДМ 218.2.013-2011 «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам» (издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 13.12.2012 N 995-р.)
3. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики
4. ГОСТ 31296.1-2005. Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки

К ВОПРОСУ О ПУТЯХ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Загрецкая Юлия Юрьевна, студент 4-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Для преодоления различных препятствий местности (например: овраги, косогоры, водотоки, реки и др.) еще с древних времен люди научились строить такие искусственные сооружения, как автомобильные дороги, мосты, путепроводы, транспортные тоннели и другие искусственные сооружения.

Срок службы транспортных сооружений должен достигать порядка 100 лет. Однако из-за нарушения эксплуатации, несвоевременного ремонта, природных факторов и др. на практике наблюдается уменьшение этой цифры в 2-3 раза.

Темпы разрушения покрытий мостов и дорог более высокие, чем темпы их восстановления. Если ремонт автомагистрали проводится не вовремя, запаздывает или делается через раз, это не проходит бесследно для состояния дорожного полотна. Если ежегодно не ремонтировать дороги, путепроводы и мосты Беларуси, то через несколько лет на это потребуются в 3-4 раза больше средств, чем можно было бы истратить при регулярном обновлении автотрассы.

На данный момент 6600 км дорог Республики Беларусь нуждаются в ремонте, а это 43% от их общей протяженности. В капитальном ремонте нуждаются 80% дорог, а около 10 тысяч километров из них вообще не ремонтировались более 20 лет.

Таким образом в современном мостостроении основной акцент делается на повышение качества дорожно-строительных материалов, и как следствие – увеличение срока службы дорог, мостов и путепроводов, за счет увеличения уровня качества самих конструкций.

Технические нормативные правовые акты на отдельные виды материалов и изделий периодически обновляются по мере развития соответствующих наук и технологий производства.

На первом месте для повышения качества материалов стоит применение новых прогрессивных стандартов.

На втором – задача обеспечить получение структур материалов высокого качества.

Строительные материалы имеют микро- и микроструктуру, которые в свою очередь представляют монолитную структуру композиционного строительного материала.

Структура строительного материала может быть оптимальной и неоптимальной.

Структуру называют оптимальной, если:

- частицы в ней распределены равномерно по всему объему;
- отсутствуют дефекты структуры;
- все частицы покрыты непрерывной пленкой вяжущего необходимой толщины.

Неоптимальными называют структуры, в которых отсутствует хотя бы одно из перечисленных обязательных условий.

Материалы с оптимальной структурой отличаются улучшенными показателями качества.

Универсальный метод проектирования оптимальных составов и структур искусственных строительных материалов по проф. Рыбьеву:

1. Достижение наиболее плотной упаковке полидисперсных частиц в объеме;
2. Обеспечение непрерывности вяжущего вещества на дисперсных твердых частицах;
3. Достижение минимального значения отношения массы жидкой среды к массе твердой фазы;
4. Приближение проектного состава смеси к реальной технологии ее изготовления;
5. Придание смеси реологического состояния, соответствующего реальным технологическим параметрам и режимам;
6. Соблюдение стадийности проектирования состава смеси.

Основными задачами в программе повышения качества дорожно-строительных материалов являются:

А) Разработка промышленных активационных методов и устройств для повышения качества песков, минеральных порошков, цементов, битумов, битумных эмульсий с использованием модифицированных материалов, позволяющих резко повысить сроки службы дорожных сооружений и снизить стоимость этих объектов;

Б) Организация широкого производства щебня кубовидной формы узких фракций для устройства защитных слоев для устройства защитных слоев,

тонкослойных асфальтобетонных и бетонных покрытий, бетонных конструкций мостовых сооружений;

В) Совершенствование работы производственных предприятий дорожной отрасли (АБЗ, ЦБЗ, полигоны, базы);

Г) Разработка технологий получения и применения эффективных эмульсионных композиций для защиты от коррозии бетона дорожных и мостовых конструкций.

Новые технологии в производстве строительных материалов с каждым годом идут вперед. Необходимо внимательно следить за зарубежным рынком строительных материалов, но в первую очередь выдвигать свои идеи по увеличению качества строительных материалов и снижению себестоимости строительно-дорожных работ.

Литература:

1. Я.Н. Ковалев, Г.П Пастушков. Современные материалы для строительства, ремонта и содержания искусственных сооружений на автомобильных дорогах. Минск .2016г.
2. И.А. Рыбьев. Основы строительного материаловедения в лекционном изложении. Уч. Пособие. Астрель; АСТ; Хранитель, 2006.
3. Требования, предъявляемые в процессе строительства транспортных сооружений. http://studopedia.su/9_108897_ohrana-okruzhayushchey-sredi-v-protssesse-stroitelstva-transportnih-sooruzheniy.html
4. Строительные материалы. Лабораторный практикум: учебно-метод. Пособие. Минск, 2013г.

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ

Калацкий Антон Сергеевич, студент 5-го курса кафедры «Мосты и тоннели»

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

Организация строительства тоннеля – серьезно связанная последовательность подготовки и выполнения строительства. Помимо этого, она включает в себя: очередность выполнения сроков работ, снабжения всеми видами материальных ресурсов с целью получения конечного продукта – тоннельного сооружения.

Перед началом строительства тоннеля, необходимо осуществить предпроектную подготовку, в ходе которой разрабатывается обоснование строительства тоннельного сооружения и необходимых вложений в его сооружение, а также готовится документация со всеми видами разрешений и допуском. Результатом вышеперечисленной подготовки - является система нормативных и правовых актов, которые определяют основного заказчика, условия строительной деятельности. Заказчиком, обычно, выступает юридическое лицо.

Основным документом на строительство объекта является - технико-экономическое обоснование или проектная документация. Она включает в себя разработку архитектурных, конструктивных и решений по устройству инженерных сетей, а также – сметную стоимость строительства. Все проектные решения должны отвечать инженерным, технологическим, экономическим, противопожарным, экологическим, санитарно- гигиеническим и архитектурно-художественным требованиям, описанным в действующих нормативных документах и технических условиях. На основании проектной документации разрабатывается, непосредственно, строительная документация которая необходимая для выполнения строительного-монтажных работ, составления проекта строительства работ (ПОС) и проекта производства работ (ППР);

Ответственность за выполнение комплекса проектных и изыскательских работ по объекту лежит на генеральном проектировщике, в качестве которого могут выступать проектные институты и организации. Выбор организации для проведения проектных работ, осуществляется заказчиком на конкурса или тендера. Основные критерии, которые влияют на выбор проектной организации:

надежность компании, опыт работы, участие в аналогичных проектах, стоимость проекта, продолжительности проектирования.

В обязанность проектной организации входит не только подготовка документации, но и её согласование, а также проведение экспертизы проектно-сметной документации.

На отдельные виды проектных работ генеральный проектировщик может привлекать субподрядные проектные организации.

Проектные работы выполняются на основании задания на проектирование, полученную от заказчика. Кроме того, заказчик должен передать генеральному проектировщику технические условия на проектирование объекта от эксплуатирующей организации, а также технические условия на присоединение проектируемого объекта к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям.

При проектировании сложных сооружений заказчиком совместно с соответствующими научно-исследовательскими и специализированными организациями разрабатываются специальные технические условия, отражающие специфику их проектирования, строительства и эксплуатации.

Вся проектная документация состоит из следующих разделов:

1. Пояснительная записка;
2. Проект полосы отвода;
3. Технологические и конструктивные решения линейного объекта. Искусственные сооружения;
4. Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта (Если объект – находится в городе);
5. Проект организации строительства;
6. Проект организации работ по сносу (демонтажу) линейного объекта;
7. Мероприятия по охране окружающей среды и экологии местности;
8. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;
9. Смета на весь объект;

Проектная документация состоит из текстовой и графической частей. Текстовая часть содержит сведения в отношении объекта строительства, описание принятых технических и иных решений, пояснения, ссылки на нормативные и технические документы, используемые при подготовке проектной документации, и результаты расчетов, обосновывающие принятые решения. Графическая часть отображает принятые технические и иные решения и выполняется в виде чертежей, схем, планов и других документов в графической форме.

После прохождения экспертизы и утверждения заказчиком проектной документации проводятся тендерные торги для выбора генерального подрядчика

строительства объекта. Организатором торгов обычно выступает инвестор или заказчик. Он принимает решение о проведении торгов, публикует извещение о проведении торгов. Претендентом может являться любая строительная организация, решившая принять участие в торгах и имеющая лицензию на выполнение соответствующих видов работ. Генеральный подрядчик является исполнителем основных строительного-монтажных работ, которые он может выполнять своими силами либо с помощью субподрядных организаций. Все этапы и участники строительства см. рис.1.

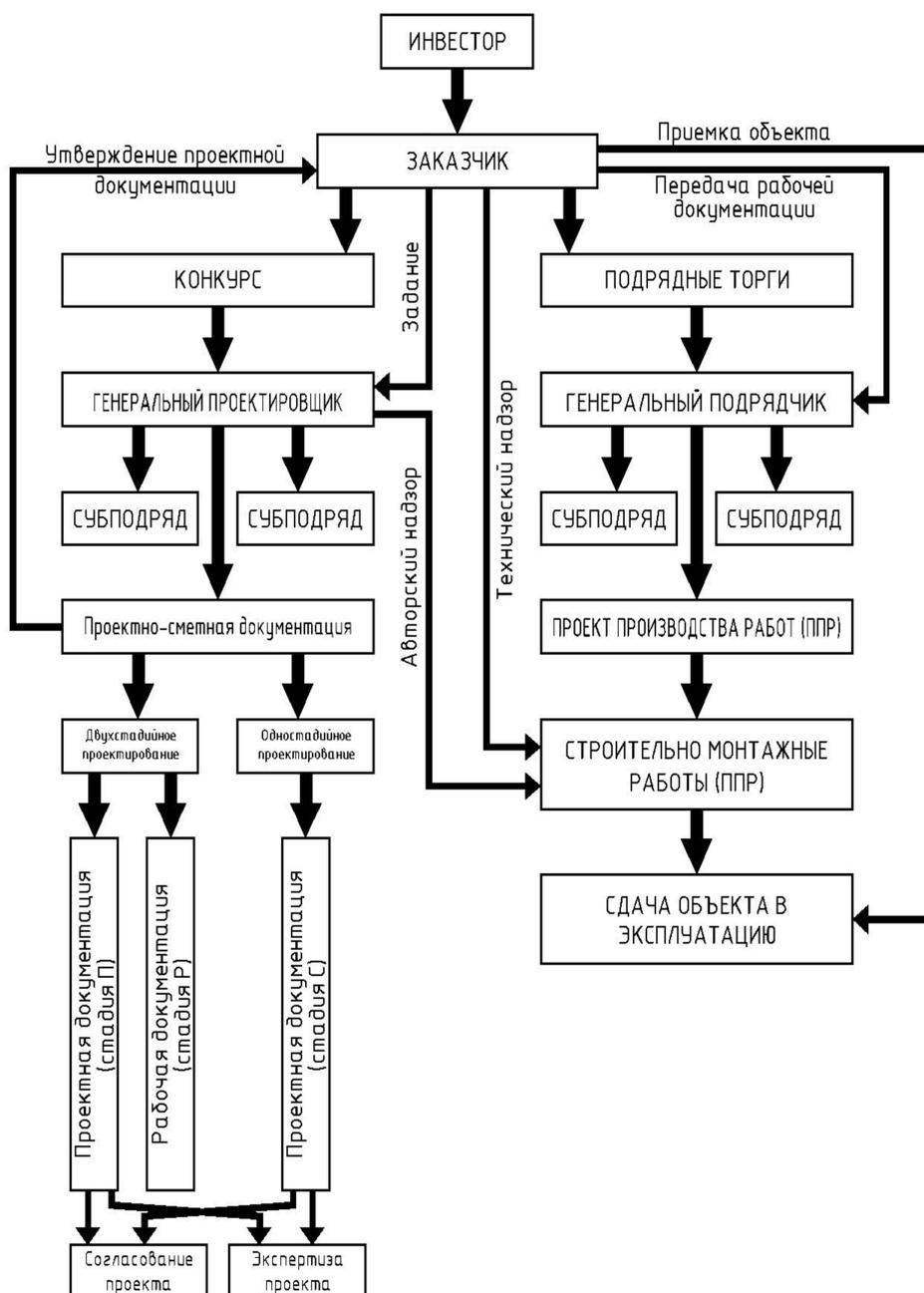


Рисунок 1 – Основные участники и этапы при строительстве объекта

В состав проектно-сметной документации, передаваемой генеральному подрядчику, входит проект организации строительства (ПОС), выполняемый проектной организацией на основе требований действующих норм и технических условий, с учетом передового опыта строительства аналогичных объектов и конкретных условий строительства.

В тоннельном строительстве особое место занимает разработка ПОС-проекта, так как создание временных конструкций, временной обделки, расчет унтерцуга, расстрелов, свай-стоек, оболочек, шпунтовых стен и стен в грунте – предусматривает расчет всех тех же вертикальных и горизонтальных нагрузок от пластов грунта что и на существующую обделку, именно поэтому разработка ПОС в тоннельном строительстве – так важна.

На современном рынке САПР представлено множество программ позволяющих проводить расчеты временной крепи, устойчивости грунтовых масс и прочие задачи связанные со строительством тоннельных сооружений.

Опытные специалисты и расчетчики организации ОАО «Метропроект» используют для таких задач Midas GTS NX и Plaxis, но с точки зрения расчетов земных конструкций и временных креплений, а также учет прилегающих рядом зданий и сооружений (условия городской застройки), более удовлетворительные результаты показывает САПР Plaxis.

Пример МКЭ модели тоннеля метрополитена проходящего в непосредственной близости с фундаментом здания можно увидеть на рисунке.

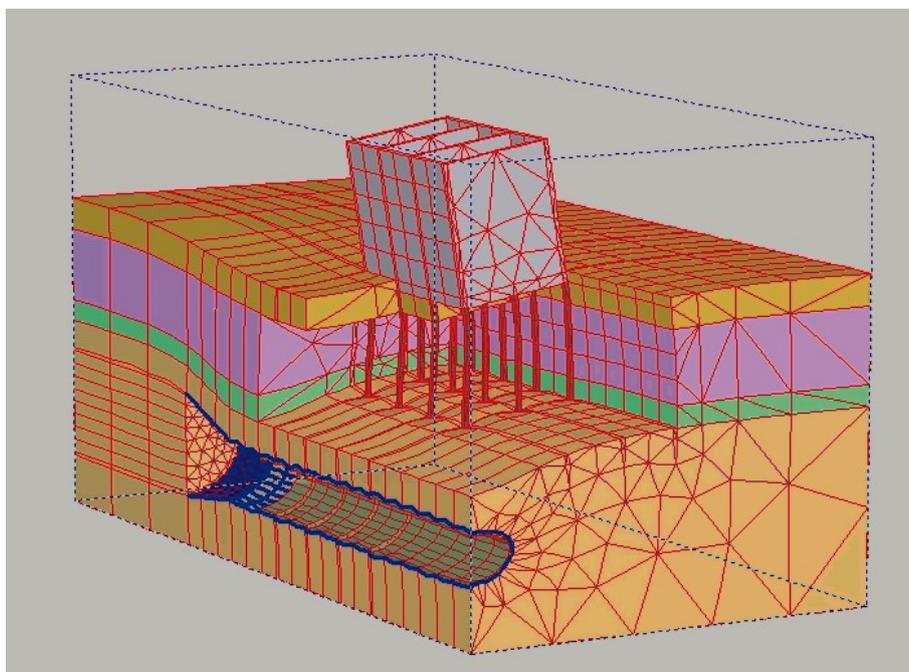


Рисунок 2 – МКЭ модель тоннельного сооружения (Plaxis)

При разработке ПОС учитывают местные условия строительства: наличие индустриальной базы, возможность использования того или иного парка строительных машин и оборудования, рельеф местности, стесненность участка строительства, интенсивность автомобильного движения, наличие подземных коммуникаций и др. В проекте предусматривают меры по обеспечению минимального стеснения городской территории, охране окружающей среды, а также условий безопасного ведения работ. В состав ПОС входят: пояснительная записка, генеральный план организации строительства; ситуационный план участка строительства с указанием расположения всех необходимых объектов, улиц и дорог, зданий и сооружений; схемы строительных площадок; этапы проведения строительных работ; технологические схемы возведения тоннельного сооружения; таблицы объемов основных работ; таблицы потребности в основных строительных машинах и оборудовании, график производства работ (Рис.2).

На основании ПОС строительная организация разрабатывает проект производства работ (ППР), учитывающий уточненные местные условия, наличие машин, механизмов и оборудования, схемы производства работ и т.п. В ППР включают: технологические схемы выполнения строительно-монтажных работ; таблицы с показателями, характеризующими затраты труда и материалов; календарный план производства работ; график работы основных строительных машин и механизмов; график поступления строительных материалов и оборудования.

При разработке ПОС и ППР руководствуются необходимостью достижения наивысшей производительности труда, обеспечения быстреего ввода в эксплуатацию данного объекта, нередко требуемого заказчиком, при высоком качестве выполнения работ. Это возможно только при высокой степени индустриализации, комплексной механизации и автоматизации основных технологических процессов при четкой организации всех видов работ.

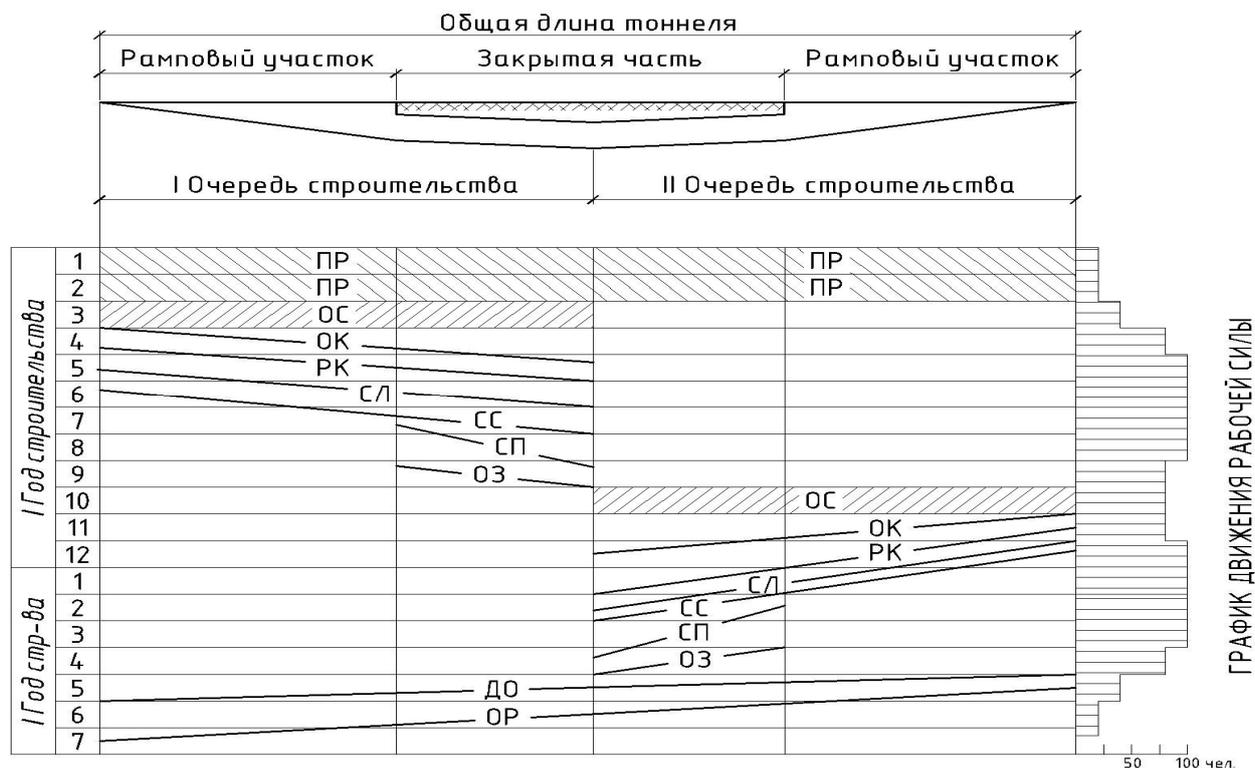


Рисунок 2 – График производства работ при строительстве тоннеля

Одной из наиболее прогрессивных форм организации работ при строительстве крупных тоннельных сооружений является поточный метод, предусматривающий последовательное возведение отдельных элементов сооружения при непрерывном и равномерном выполнении установленных объемов работ. При этом требуются тщательная предварительная инженерная подготовка территории строительства, обеспечение максимального фронта работ, оперативность производственного аппарата и материально-технической базы. Технологический поток организуется на строительстве в целом, а также на отдельных его участках. Специализированные строительные подразделения, бригады, звенья включаются в работу последовательно в соответствии с видом выполняемых технологических операций, что обеспечивает совмещение во времени тоннелепроходческих, монтажных и отделочных работ. Применение поточного метода позволяет обеспечить полное завершение строительномонтажных работ на отдельных участках в установленные сроки за счет более четкой специализации строительных подразделений, эффективного использования материально-технических ресурсов и капитальных вложений, повышения производительности труда.

Система планирования и управления строительством со стороны генерального подрядчика должна быть направлена на повышение технико-экономических показателей строительства, степени механизации и автоматизации строительных процессов, безопасности производимых работ, а

также улучшения условий труда рабочих и инженерно-технических работников. В случае строительства крупного уникального тоннельного сооружения целесообразно создание единого координационного центра управления строительством, в функции которого входят сбор и обработка в круглосуточном режиме информации о ходе выполнения строительных работ, перспективное планирование этапов работ с учетом местных условий и проектных решений, оперативное принятие решений в случае возникновения непредвиденных ситуаций, координация работы субподрядных строительных организаций, представителей проектных институтов и заказчика. Главным показателем эффективности такого центра может служить ввод объекта в эксплуатацию в установленные заказчиком сроки.

На протяжении всего периода строительства, приемки и ввода тоннеля в эксплуатацию должен осуществляться авторский надзор за строительством для обеспечения соответствия технологических, архитектурно-строительных и других технических решений, а также технико-экономических показателей тоннельного сооружения с утвержденной заказчиком проектной документацией. Авторский надзор может осуществляться как юридическими, так и физическими лицами — разработчиками проектной документации. Представители авторского надзора вправе запрещать применение материалов, конструкций и изделий, не соответствующих нормативным документам и проектной документации, а также приостанавливать производство работ, выполняемых с нарушениями и отступлениями от проекта. Вместе с тем представители авторского надзора несут ответственность за качественное исполнение возложенных на них обязанностей и своевременную разработку проектной документации по решениям, принятым в процессе осуществления авторского надзора.

Заказчик в течение всего срока строительства объекта осуществляет технический надзор, направленный на систематическую проверку соответствия объема, стоимости и качества выполняемых строительно-монтажных работ утвержденным проектам и сметам, строительным нормативам и правилам. Технический надзор заказчика осуществляется в тесном взаимодействии с авторским надзором проектной организации. Работникам технического надзора не разрешается вносить изменения в утвержденные проекты сметы в процессе строительства. Изменения могут быть внесены только организациями, осуществляющими авторский надзор. Работа технического надзора заказчика на объекте заканчивается после решения всех вопросов по вводу его в эксплуатацию.

Законченный строительством объект предъявляется подрядчиком к приемке заказчику в составе и в объеме, предусмотренном утвержденным

проектом и договором подряда (контракта). Принятый от подрядчика объект предъявляется заказчиком к приемке в эксплуатацию инвестору. Инвестор, как правило, создает приемочную комиссию, которая подтверждает соответствие законченного строительством объекта утвержденной проектной документации, требованиям нормативных документов, а также готовность его к вводу в эксплуатацию либо готовность к производству испытательных и пусконаладочных работ в режиме пробной эксплуатации. В состав приемочной комиссии входят представители инвестора, заказчика, органов исполнительной власти, подрядчиков, проектировщиков, эксплуатирующей организации, органов государственного надзора и контроля. Все расходы по организации приемки объектов в эксплуатацию несет инвестор. Датой ввода в действие объекта является дата утверждения акта приемочной комиссии. После ввода в эксплуатацию объект передается на содержание эксплуатирующей организации.

Литература:

1. Под редакцией проф.Л.В. Маковского: «Строительство автодорожных и городских тоннелей» // Москва, РИОР, ИНФРА-М – 2014. – С. 1–24;
2. Под редакцией д-ра техн. наук, проф. В.Г. Храпова: «Тоннели и метрополитены» // Москва, ТРАНСПОРТ – 1989. – С. 147–152;
3. Под редакцией д-ра техн. наук, проф. П.М. Саламахина «Инженерные сооружения в транспортном строительстве, Книга 2» // Москва, Издательский центр «Академия» – 2014 – С. 191 – 202;

КАРКАСНЫЕ ДОМА. ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ТЕХНОЛОГИИ

Королёв Владислав Олегович, студент 3-го курса кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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

Каждый из нас, кто строил собственный дом, изначально задумывался о способе строительства. Есть разные способы строительства домов такие как: несъемная опалубка, переставная модульная опалубка, строительство из 3D-панелей и т.д. Однако я хотел бы рассказать от такой технологии строительства как каркасное домостроение. Так как эта технология строительства отвечает всем целям, к которым стремится такая область как Стандартизация, а именно:

- 1) защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охраны окружающей среды.
- 2) повышения конкурентоспособности продукции
- 3) технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции
- 4) единства измерений
- 5) национальной безопасности
- 6) устранения технических барьеров в торговле
- 7) рационального использования ресурсов

На сегодняшний день каркасные дома могут быть очень востребованы у нас в Беларуси, однако у этой технологии строительства, как и у всех технологий, есть свои плюсы и минусы. В своей работе я бы хотел разобрать плюсы и минусы данной технологии строительства.

Начнём с минусов:

1) Многие думают, что каркасные дома имеют высокий риск воспламенения.

Такой минус характерен для всех деревянных домов. Так, в 80% случаев люди гибнут от угарного газа, в каменных домах так же очень много предметов, из-за воспламенения которых человек может погибнуть от удушья. Поэтому разницы между этими двумя типами домов практически нет. Вот если принимать во внимание такой фактор как пожароопасность с точки зрения возможности возгорания строения, то конечно пожары чаще случаются там, где больше дерева. Однако на сегодняшний день, изобретено большое количество пропиток для древесины, которые сводят возникновение пожара к минимуму. Даже если

каркасный дом загорится, то от него останется только фундамент, который можно использовать заново, в то время как после пожара в каменном доме, конструкции приходят в негодность и требуют совсем не экономически выгодного демонтажа.

2) Легкость, следовательно, они подвержены разрушающему действию урагана.

В США после торнадо каркасные дома складываются как карточные домики. Однако вряд ли в Беларуси могут быть торнадо, так как наш климат не располагает к появлению такой угрозы. В нашем климате этот минус можно считать и плюсом т.к. существенно снижается нагрузка на фундамент и затраты на его устройство.

3) Дома построенные по этой технологии быстро стареют.

Старение любого дома бывает двух видов: моральное и физическое. Второе легко устраняется, и сделать это можно самостоятельно просто заменив устаревшие детали на новые. Доступ к этим местам легко получить, просто открутив саморезы, сняв гипсокартон, выполнив нужные операции и вернув всё на место. Первый же вид старения вообще не про этот вид домов, так как изменить фасад здания и изменить внешний вид дома не составит труда.

4) Утеплитель не экологического происхождения.

На сегодняшний день утеплитель, который применяют в каркасных домах, изготавливается из минералов: способом нагрева и вспучивания. И поэтому минеральная и каменная ваты, использующиеся в каркасном домостроении, которые не хуже газосиликата или кирпича.

По моему мнению из минусов это всё, к плюсам же можно отнести:

1) Различные формы строений (Рис. 1)



Рисунок 1 – Различные виды форм каркасных домов

2) На сегодняшний день каркасная технология доступна и популярна.

3) Чтобы построить такой дом использование тяжёлой техники или большого количества рабочих не требуется. Можно вполне обойтись своими силами (Рис. 2).



Рисунок 2 – Возведение каркасных домов

4) В отличие от каменных домов, каркасные дома возможно построить в кратчайшие сроки.

5) И так как говорилось ранее каркасные дома легкие и, следовательно, существенно снижаются затраты на устройство фундамента.

6) Рациональное использование ресурсов в этой технологии строительства на высочайшем уровне.

7) Простота выполнения внутреннего обустройства помещения.

8) Прокладка коммуникаций может осуществляться внутри стен.

9) Помещение быстро прогревается.

10) Установить такой дом можно в любую погоду.

11) И даже перемещения дома. Дом можно собрать и перевезти на новое место и там установить на новый фундамент.

Заключение.

В наше время очень много различных технологий строения домов, однако, каркасные дома являются наиболее экономически выгодной технологией. А также это качественный способ строительства, потому как возможно без особых трудностей заменить устаревшие детали на более новые. Так, в США сохранились каркасные дома, построенные ещё в 18 веке.

Литература:

1. Каркасные дома: плюсы и минусы строительства и проживания – URL: <http://postroj-sam.ru/karkasnye-doma/karkasnye-doma-plyusy-i-minusy-stroitelstva-i-prozhivaniya.html>
2. Левадный В. С., Самойлов В. С. Строительство каркасного дома. — М.: Аделант, 2009. — 352 с.
3. Каркасные дома в Беларуси — развитие технологии - 05.08.2014 URL: <http://truestroy.com/karkasnye-doma-v-belarusi-razvitie-tekhnologii/>

БИОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Мостыка Екатерина Сергеевна, студент 3-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

На сегодняшний день достойным направлением технического прогресса заявлены биотехнологии, имеющие новый взгляд на получение инновационных материалов, которые обладают неповторимыми свойствами. Направление является объединенным использованием биологической химии, микробиологии и общепромышленных наук для предоставления шанса промышленного применения бактерий.

Материалы, произведенные благодаря биологическим технологиям, уже требуются в различных областях промышленности и имеют огромный потенциал. Все активнее биотехнологии применяются в различных технологических процессах изготовления строительных материалов, таких как: сырьевая обработка, изготовление клея и т.д.

Двадцать первый век – время мощнейшей технической эволюции, которая меняет жизненный стиль и менталитет общества. Уходящее столетие можно окрестить столетием активного улучшения производительности технологии бетона и железобетона, а также различных вяжущих. Бетон еще из древности является одним из наилучших материалов для строительства, который создало человечество. Однако, самый главный недостаток - хрупкость, вот почему появляются трещины.

Помимо всего прочего, существует процесс, именуемый «биокоррозия». Именно он способствует разрушению бетона вследствие зарождения и размножения грибов и бактерий. Несмотря на это, ученые разработали такой бетон, который имеет свойство самовозраждаться за счет особых бактерий внутри него. Идея заключается в следующем: безвредные бактерии под названием *Bacillus genus* демонстрируют движение лишь во время попадания воды в трещины, а для восстановления материала *Bacillus genus* применяют лактат кальция, кой ученые и примешали в цемент. Следовательно, когда попадет вода в трещины есть место химической реакции, в ходе которой формируется известняк. Он то и наполняет все образовавшиеся ранее трещины.

Так, группа испанских экспериментаторов получили интересный материал для строительства – биобетон. Отличительной чертой биобетона от обычного в том, что составные его части позволяют веществу сберечь все качества при пробивании из него растений.

При использовании биобетона, сооружения могут принимать вид настоящих вертикальных садов, так как в новой структуре будет использоваться фосфат магния. Он как соединительные функции выполняет хорошо, так и предусматривает наличие кислотной микросреды, которая обеспечивает все условия для пробивания и дальнейшего развития лишайников, мхов и т.п. В свою очередь, проросшие поверхности отлично справляются с очищением воздуха в крупных городах.

В перечень достоинств биобетона входят: достаточно высокие свойства по сохранению тепла, эстетические качества; необычная обстановка из-за наличия защитного слоя из растений. Разработчики предсказывают масштабную популярность биобетона уже в ближайшем будущем.

Уже говорилось о недостаточной прочности бетона, поэтому специалисты разработали метод укрепления зданий, которые размещаются в сейсмически опасных районах. И снова речь пойдет о микроорганизмах, превращающих почву в бетон. Это и придаст большую устойчивость зданиям.

В соответствии с проведенными экспериментами, бактерия *Bacillus pasteurii*, при добавлении во влажный грунт, содействует склеиванию содержащихся в нем частиц. *Bacillus* способны увеличивать содержание щелочи в воде, и как следствие - активное растворение кальция и карбонатов, солей угольных кислот. При взаимной реакции образуются кристаллы углекислого кальция: эта субстанция и является веществом, которое объединяет крупницы натурального камня и бетона, заставляя их склеиваться. Такому грунту ни лавины, ни землетрясения не страшны.

Литература:

1. Биотехнологии в строительстве. – 2016г. – URL: <http://gkmassiv.ru/news/biotekhnologii-v-stroitelstve/>
2. Биотехнологии в строительстве. Как будем строить завтра? – 2016г. – URL: <http://ardexpert.ru/article/7918>
3. BIQ House — биотехнологии в жилом строительстве. – 2016г. – URL: <http://www.biowatt.com.ua/trends/biq-house-biotekhnologii-v-zhilom-stroitelstve/>
4. Биотехнологии в строительстве. – 2015г. – URL: <http://www.estatedocs.ru/stati/36355-biotekhnologii-v-stroitelstve.html>

ИЗМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ НАГРУЗОК ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА МОСТОВ

*Ромашин Евгений Дмитриевич, студент 5-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Дорожные нагрузки, используемые для расчета мостовых сооружений конца XIX века (нормы шоссейных дорог 1891 г.), состояли из двух видов экипажей: легкой и тяжелой фуры.

Количество экипажей и их тип выбирались в зависимости от будущего места расположения моста. Для обычных мостов принимали наиболее тяжелую фуру. Схема установки нагрузки приведена ниже. (Рис.1).

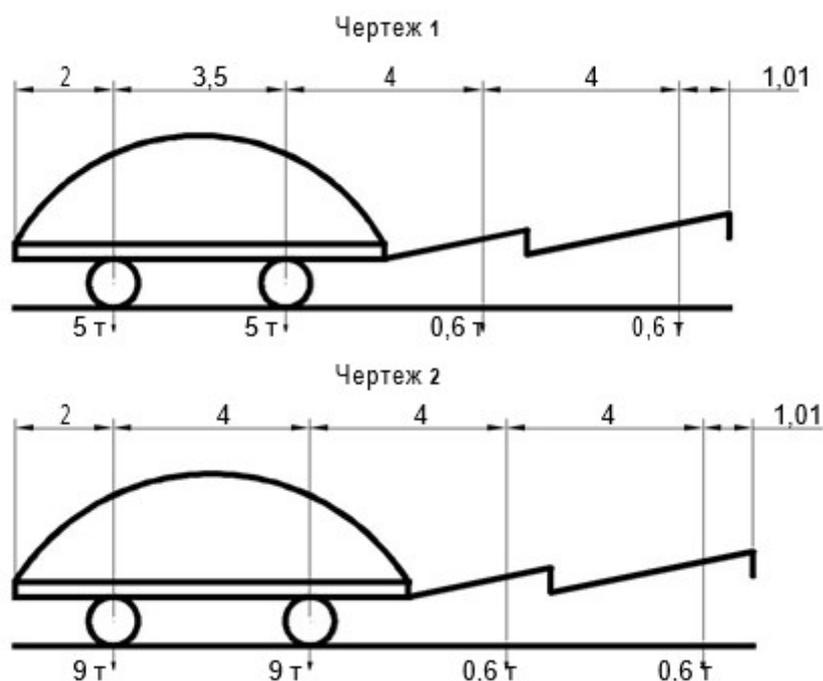


Рисунок 1 – Схема установки дорожной нагрузки 1891г

Для больших городов были разработаны нормы 1913 г. «Технические условия для расчета мостов города С.- Петербурга», которые были значительно доработаны и расширены по сравнению с ранее действовавшими.

Для расчета усилий нагрузка принимались в виде фур или сплошной толпы. Фуры, принимаемые для расчета, делились на 4 типа:

1. Фура массой 22 тонны – тип А.
2. Паровой каток весом 15 тон - тип В.
3. Фура массой 10 тон – тип С.
4. Фура массой 5 тон – тип D.

Впервые автомобильные нагрузки стали использовать в нормах 1927г. Эти нормы включают в себя семь классов нагрузок, принимаемых в зависимости от значимости дороги, на которой будет расположен мост. Также предполагалась возможность установления для городских мостов более тяжелых нагрузок в зависимости от местных условий эксплуатации.

Нормы 1930 г. включали в себя 6 новых классов нагрузок: Н-10; Н-8; Н-6; Н-4; Н-2,5; Н-1,5. (Рис. 2)

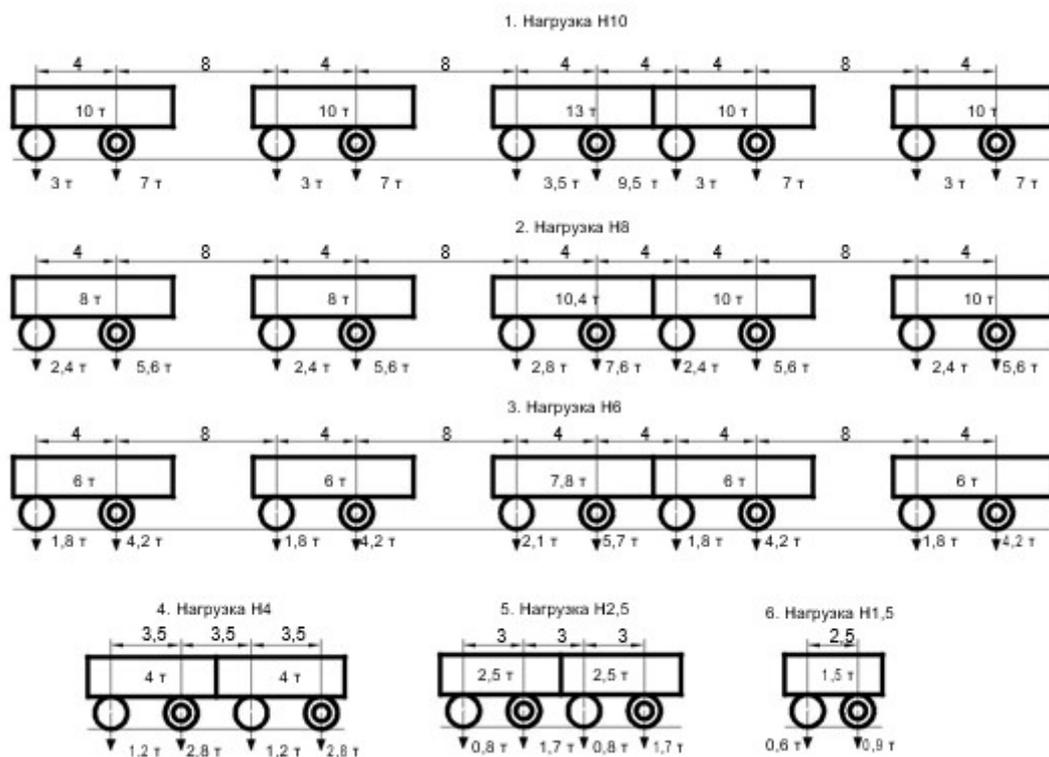


Рисунок 2 – Схемы автомобильных нагрузок по нормам 1930 г

Схемы нагрузок состояла из нескольких автомобилей, двигающихся в колонне с одним утяжеленным, в 1,3 раза тяжелее нормального, находящимся по середине колонны. В этой колонне два промежуточных автомобиля были сближены вплотную, остальные же находились на расстоянии 8 метров между осями.

В 1938 г. были выпущены доработанные нормы в которых наибольшей нагрузкой являлась нагрузка Н-13, являющая собой утяжеленную версию нагрузки Н-10, а также добавилась нагрузка НГ-60 в виде трактора на гусеничном ходу.

В 1953 г. были разработаны новые нормы Н-106-53. В этом документе были представлены автодорожные нагрузки 3 видов:

1. Нагрузка по типу Н.
2. Колесная нагрузка НК-80 в виде одиночного автомобиля.
3. Гусеничная нагрузка по типу НГ-60.

Нагрузки типа Н состояли из 4 разных нагрузок: Н18, Н13, Н10 и Н8. Схемы нагрузок Н13-Н8 оставались без изменений, однако их применение было ограничено второстепенными дорогами 3 категории. Основной расчетной нагрузкой в нормах Н-106-53 являлась Н18. (Рис. 3)

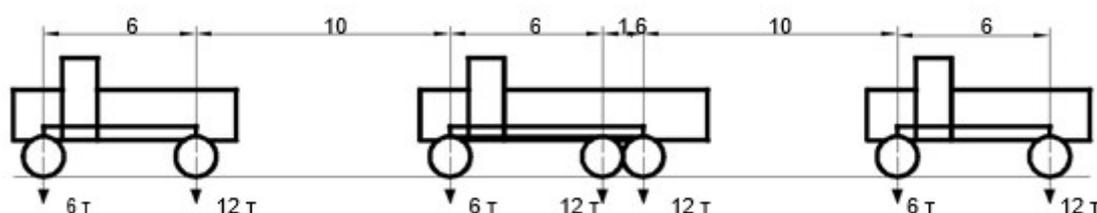


Рисунок 3 – Нагрузка Н-18

В связи с тем, что была введена новая методика расчета мостов по предельным состояниям, нормативные документы подверглись значительной переработке. Действующим документом стал СН 200-62. Изменения затронули и нормы нагрузок.

По этим нормам временная вертикальная нагрузка Н18 была заменена на временную вертикальную нагрузку по схемам Н-30, два вида ЖЕ специальных нагрузок остались без изменений по схемам НК-80 и НГ-60. (Рис. 4)

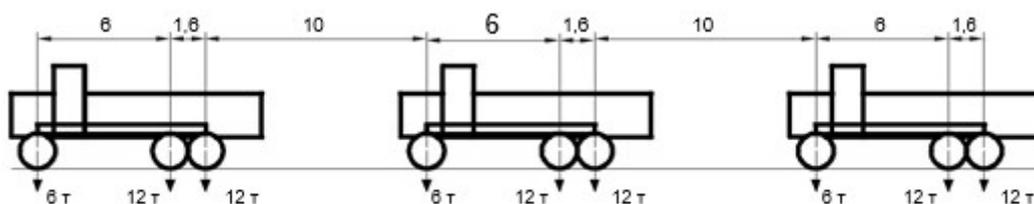


Рисунок 4 – Нагрузка Н-30

Временная вертикальная нагрузка Н-30 состояла из нескольких рядов автомобилей массой 30 тон двигающихся в колонне. Схема нагрузки Н-10 оставалась без изменений.

Нормы СН 200–62 были актуальны до 1984 года. Им на смену пришел СНиП 2.05.03-84. Эти нормы в слегка подкорректированной в 1991 г. форме являются действительными до сих пор.

Автомобильная нагрузка по СНиП 2.05.03-84 имела параметры, которые ранее никогда не использовались. Основной расчетной нагрузкой стала нагрузка АК. Она включает в себя одну двухосную тележку с нагрузкой Р, равной $1К$ тс и равномерно распределенной нагрузки интенсивностью $0,1К$ тс/м. Здесь К – класс нагрузки.

В СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» для всех сооружений, кроме деревянных мостов и мостов на внутрихозяйственных дорогах, была принята нагрузка А 11 ($K = 11$).

Для нагрузки АК принимаются два случая загрузки проезжей части:

первый случай – нормальное движение колесного транспорта по проезжей части моста и движение пешеходов по тротуарам;

второй случай – временно стеснение проезжей части, нагрузка сдвигается ближе к тротуарам, на тротуарах же пешеходы отсутствуют.

Главным руководящим документом в сфере проектирования сооружений на территории Европейского Союза и Республики Беларусь на сегодняшний день являются Еврокоды. Являясь аналогом ранее действующих СНиП, Еврокод определяет и направляет все основные этапы проектирования сооружений различного назначения.

В частности Еврокод 1, часть 2, EN 1991-2:2009 определяет временную подвижную автомобильную нагрузку на мосты следующим образом.

Выделяется четыре типа моделей нагрузки:

Модель нагрузки 1 (LM1) – система сосредоточенных и равномерно распределенных по площади нагрузок, которые описывают большинство случаев воздействия от подвижной нагрузки. (Рис. 5).

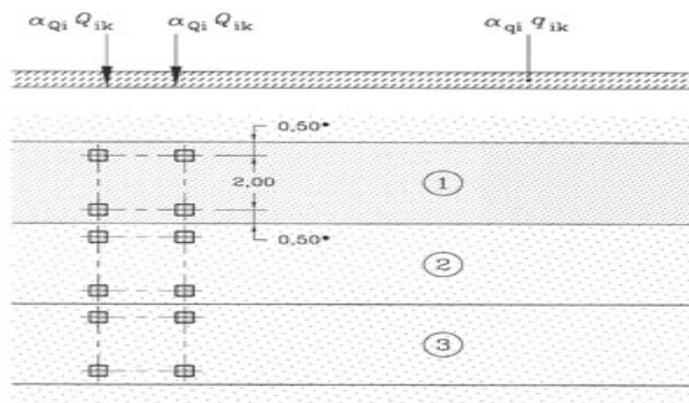


Рисунок 5 – Модель нагрузки LM-1

Модель нагрузки 2 (LM2) – осевая нагрузка, приложенная в месте контакта шины, моделирует местный эффект воздействия на пролетное строение.

Модель нагрузки 3 (LM3) – совокупность осевых нагрузок, представляющие собой спецтранспорт, который может обращаться по маршрутам, предназначенным для пропуска сверхнормативной нагрузки.

Модель нагрузки 4 (LM4) – пешеходная нагрузка.

Литература:

1. Нормы подвижных вертикальных нагрузок для расчета искусственных сооружений на автомобильных дорогах Н 106-53М.1953 г.
2. СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы», М.Минстрой России ГП ЦПП 1996 г.
3. ENV 1991 - part 3: traffic loads on bridges: calibration of road load models for road bridges Bruls Aloïs, Croce Pietro, Sanpaolesi Luca Delft IABSE reports1996с.439-453

ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕТРА НА СООРУЖЕНИЯ

*Судак Виктория Викторовна, студентка 5-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Нагрузки и воздействия, возникающие при взаимодействии ветра со строительными конструкциями, по своей природе можно разделить на два типа:

- воздействия, связанные с действием ураганных ветров на сооружения;
- воздействия, вызывающие интенсивные аэроупругие, изгибные, крутильные и изгибно-крутильные колебания.

Флаттер аэродинамических поверхностей — один из наиболее изученных ранее видов аэроупругих колебаний. Термин флаттер имел всевозможные смысловые значения. Впрочем в реальное время данный термин употребляют с внедрением добавочных определений, например классический флаттер, срывной флаттер, флаттер системы с одной степенью свободы, панельный флаттер. Все эти определения сначала применялись в авиационно-космических исследовательских работах, но кое-какие из них были перенесены в инженерные исследования ветровых воздействий. Термин классический флаттер сначала использовали применительно к аэродинамическим поверхностям малой относительной толщины. В данный момент его также используют при изучении колебаний висячих мостов. Под данным термином подразумевается явление аэроупругости, при котором динамические перемещения, соответствующие двум степеням свободы сооружения (повороту относительно продольной оси и вертикальному смещению), становятся связанными при неустойчивых колебаниях, возбуждаемых воздушным потоком. Связь колебаний, соответствующих двум степеням свободы, стала особой чертой классического флаттера.

Срывной флаттер — это крутильные колебания аэродинамической поверхности как системы с одной степенью свободы, возбуждаемые за счет нелинейных характеристик подъемной силы в окрестностях наступления срыва потока или в условиях потери подъемной силы. Это явление также наблюдается в конструкциях, имеющих широкие поверхности, при обтекании которых происходит срыв потока в зависимости от угла атаки набегающего потока. Флаттер системы с одной степенью свободы может включать в себя срывной

флаттер, но может быть просто связан с системами, подверженными действию интенсивных срывных течений. Типичными примерами тому являются плохообтекаемые, расположенные поперек линий тока тела. Весомое место среди них занимают пролетные строения висячих мостов, которые могут в ряде случаев при крутильных колебаниях проявлять неустойчивость как системы с одной степенью свободы.

Панельный флаттер — это незатухающие колебания панелей, вызываемые распространением вдоль них с высочайшей скоростью потока воздуха. Более наглядно они проявляются при сверхзвуковых режимах течения и вследствие этого не наблюдаются в ситуациях, встречающихся при инженерных исследованиях ветровых воздействий.

При детальном исследовании флаттера практически во всех случаях обнаруживаются нелинейные аэродинамические эффекты. Впрочем, в ряде ситуаций оказалось вероятным решить задачу на основе линейных аналитических подходов. В пользу этого свидетельствуют два основных фактора. Для начала, несущая конструкция, как правило, рассматривается как линейная упругая система, и при ее работе основной является такая форма реакции, которой соответствуют гармонические колебания с амплитудой, изменяющейся по экспоненте. Во-вторых, именно в начальной стадии процесса (при его зарождении), которую возможно рассматривать как характеризующуюся лишь небольшими амплитудами колебаний, происходит разделение устойчивого и неустойчивого режимов. Эти две основные особенности выделяют вероятность проводить анализ флаттера на базе простого рассмотрения устойчивости линейных упругих систем.

Свойственным для флаттера как обычного процесса автоколебаний является то, собственно, что система за счет перемещений (и их производных по времени) перекачивает энергию из воздушного потока. В случае если системе задано начальное возмущение, то ее последующие перемещения будут затухать или нарастать (т.е. амплитуды ее колебаний будут уменьшаться или же неограниченно увеличиваться) в зависимости от того, будет ли энергия движения, получаемая от потока, меньше или больше энергии диссипации системы вследствие конструкционного демпфирования. Тогда теоретическая линия раздела между случаями затухания и нарастания амплитуды, т.е. характеризующая установившиеся гармонические колебания, принимается соответствующей критическому условию появления флаттера. При рассмотрении явления флаттера применительно к прогрессивным инженерным исследованиям ветровых воздействий ограничимся только классическим флаттером и флаттером системы с одной степенью свободы.

Методика проверки аэродинамической устойчивости мостов сводится к определению критической скорости ветра для каждого конкретного пролетного строения.

Критическая скорость ветра $V_{кр}$ определяется в зависимости от:

- формы и размеров конструкции;
- массы конструкции;
- динамических характеристик балки жесткости;
- климатических условий региона и т.д.

$$V_{кр} = V_{кр,м} \times \frac{\omega}{2 \times \pi} \times B$$

$V_{кр,м}$ - приведенная критическая скорость, полученная при испытаниях моста;

V_p - расчетная скорость ветра;

ω - частота свободных колебаний;

B - ширина моста в метрах.

Критическая скорость ветра – это скорость, которая вызывает опасные колебания конструкций моста, т.е. при котором на данном пролетном строении возникает одно из аэроупругих явлений.

Литература:

1. Симиу, Э. Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан. – М. : Стройиздат, 1984. – 358 с.
2. Казакевич, М. И. Аэродинамика мостов / М. И. Казакевич. – М. : Транспорт, 1987. – 240 с.
3. Аэродинамика мостов. Особенности аэродинамических экспериментальных исследований [Электронный ресурс] – 2012 г. – http://conmost.blogspot.com.by/p/blog-page_28.html

СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ЦЕМЕНТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

*Татаринович Анна Васильевна, студент 3-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

В мае 2016 года ученый Хосе Карлос Рубио из Испании представил всему миру новый строительный продукт – цемент, светящийся в темноте. Такой цемент способен решить некоторые проблемы с использованием электроэнергии: экономия при освещении улиц в ночное время суток.

Как было сказано ученым, он осознал, что нет еще таких материалов, потому как бетон не пропускает сквозь себя свет, поэтому пришлось изменить микроструктуру нерастворимых частиц, которые образуются при гидратации, контакте привычного всем цемента с водой. Раствор становится однородным по своему составу при добавлении флуоресцентных компонентов. Бетон с этими компонентами способен поглощать солнечный свет днем и отражать его в темное время суток от 8 до 12 часов. Ранее флуоресцентные компоненты использовались в основном только в пластиковых материалах, которые не обладают высокой прочностью и большим сроком эксплуатации (до трех лет) из-за отрицательного влияния ультрафиолета. Но так как бетон довольно прочный материал и может противостоять действию ультрафиолетовых лучей, его использование как осветителя способно иметь срок эксплуатации около 100 лет.

По мнению исследователя, такой вид цемента может стать хорошей альтернативой портландцементу. Кроме этого, новация позволит существенно уменьшить количество вредных веществ, которые ежедневно в непомерных количествах выбрасываются в атмосферу.

Полученный цемент может использоваться отдельно и при взаимодействии с другими строительными материалами: при строительстве зданий, мостов, дорог, велосипедных дорожек и других объектов, в тех частях планеты, где это позволяет климат (Рис.1). Также нужно отметить, что раствор с флуоресцентными компонентами экологически чистый, потому что производится с применением глины, мела и других естественных компонентов.



Рисунок 1 – Светоизлучающий бетон нового поколения

На сегодняшний день Хосе Карлос Рубио создал материал зеленого и голубого цветов, но не собирается останавливаться на достигнутом. Необычным является и то, что яркость бетона можно регулировать во избежание ослепления водителей.

Таким образом можно выделить характерные отличительные свойства новинки: долговечность, изысканность, экономичность, экологичность.

Проект впечатлил многих ученых из разных стран мира и подтолкнул к проведению схожих изысканий. Автор новации уже запатентовал свое изобретение в Мексике и занимается внедрением разработки в другие строительные материалы.

Литература:

1. Мексиканские ученые создали светящийся цемент. – 2016г. – URL: <http://archspeech.com/article/meksikanskie-uchenye-sozdali-svetyashhiysya-cement>
2. Ученый из Испании разработал светоизлучающий цемент для строительства дорог и зданий. – 2016г. – URL: <http://www.vzavtra.net/materialy/uchenyj-iz-ispanii-razrabotal-svetoizluchayushhij-cement-dlya-stroitelstva-dorog-i-zdanij.html>
3. Looking to light highways with light-emitting cement. – 2016y. – URL: <http://phys.org/news/2016-05-highways-light-emitting-cement.html>

РУЧКА 3DODLER. 3D ПРИНТЕР В РУКЕ

*Татаринович Анна Васильевна, студентка 3-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Представляли ли вы когда-нибудь, что сможете оторвать ручку от бумаги и создать трехмерный объект? Пару лет назад компания WobbleWorks выпустила в свет свою революционную ручку, получившую название «3Doodler». Слоган устройства 3Doodler звучит «What will you create?», что переводится немного как провокация «Что вы способны создать?».

За незначительное время, около двух месяцев, компания, создавшая новацию, получила огромный доход. Об успехе изобретения говорит и то, что практически сразу появились аналоги устройства, сделанные в Китае. В январе прошлого года компания выпустила вторую версию девайса. Стоимость 3D ручки около 100\$.

Такое изобретение позволит выйти вашей фантазии за границы бумаги (Рис.1). Изобретение подойдет как для архитекторов, дизайнеров, так и для любителей творить.



Рисунок 1 – «Изображения» ручки «3Doodler»

Принцип действия новации схож с работой трехмерного принтера. «Чернилами» для ручки «3Doodler» служит АБС-пластик (прочная термопластическая смола). «Простая в использовании, легкая, лаконичная, компактная», – вот что говорят о устройстве его владельцы. Ручка имеет

габариты 145×20 мм и больше похожа на паяльник футуристического направления (Рис.2). Для такой ручки безнадобным является программное обеспечение, компьютерная техника, а вот наличие электричества окажется весьма кстати.



Рисунок 2 – ручка «3Doodler»

Работа заключается в следующем: устройство подключается к сети и нагревается около минуты, далее в ручку загружаем пластиковый стержень, нажимаем необходимую кнопку для работы девайса и разогретая теплая масса из пластика выходит из ручки, и за короткое время остывает в той форме, которая вам необходима. Создатели «3Doodler» не придумали что-то сверхновое. Процесс экструзии, выталкивания, продолжительное время применяется для производства изделий из пластика и резины.

Устройство имеет два режима, зависящих от типа пластиковых стержней, которые вы будете использовать: ABS и PLA. Первый вид пластика годится для творения в воздухе, второй же зачастую используется для рисования на плоской поверхности.

Способности «3Doodler» ограничиваются только вашим воображением. Попрактиковавшись пару часов, вы сможете с легкостью создавать необходимые вам объекты в трехмерном пространстве (Рис.3). Ручку можно использовать и в мелком домашнем ремонте, при необходимости соединения мелких предметов. Расплавленный пластик зачастую намного удобнее применять, чем суперклей.



Рисунок 3 – Очки, созданные ручкой «3Doodler»

Помимо достоинств устройство имеет и ряд недостатков:

- громкий, раздражающий звук;
- пластиковые стержни, которые идут в наборе с устройством быстро заканчиваются;
- резиновый наконечник ручки нагревается, что дает возможность получения ожога;
- ручка работает только при подключении к электрической сети;
- после продолжительной работы устройство сильно нагревается.

Ручка 3Doodler – интересное устройство для творческих людей, умеющих работать руками. Конечно, таким девайсом невозможно построить точную модель Ту-154, но миниатюрную модель моста вы построите.

Литература:

1. Что такое 3D ручка? – 2014г. – URL: <http://make-3d.ru/articles/что-такое-3d-ruchka/>
2. 3Doodler – первая в мире 3D ручка. – 2016г. – URL: <http://madrobots.ru/p/3doodler-ruchka-dlya-3d-pechati/>
3. Ручка «3Doodler» от WobbleWorks. – 2013г. – URL: <http://www.arhinovosti.ru/2013/02/21/ruchka-3doodler-ot-wobbleworks/>

МОСТ «ДИМУХЭ» - DIMUHE BRIDGE

*Белая Елизавета Викторовна, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Открытый в 2016, висячий мост Dimuhe - один из пяти самых высоких висячих мостов-шоссе на земле, является частью скоростной автодороги Руили G56 Ханчжоу. Представляет собой двухпилонный висячий мост с основным пролётом длиной 538 м, которая сменяется двумя секциями балочной конструкции с обеих сторон. Дорожное полотно моста находится на высоте 360 м над рекой. (Рис.1).



Рисунок 1 – Dimuhe Bridge

Мост пересекает приток реки Сэнча (Sancha) приблизительно в 30 километрах к востоку от города Лиупэншуи. Sancha – приток реки Вутяна, на которой уже были построены такие высокие мосты, как Liuchonghe, Liuguanghe, Jiangjiehe, Вузуох-Бридж и Вуджиэнг-Бридж. (Рис.2).



Рисунок 2 – Расположение моста

Хотя официальная высота моста Димухэ - 360 метров, в определенные промежутки времени вода в реке поднимается на 20 метров и высота моста становится 340 метров. (Рис. 3).

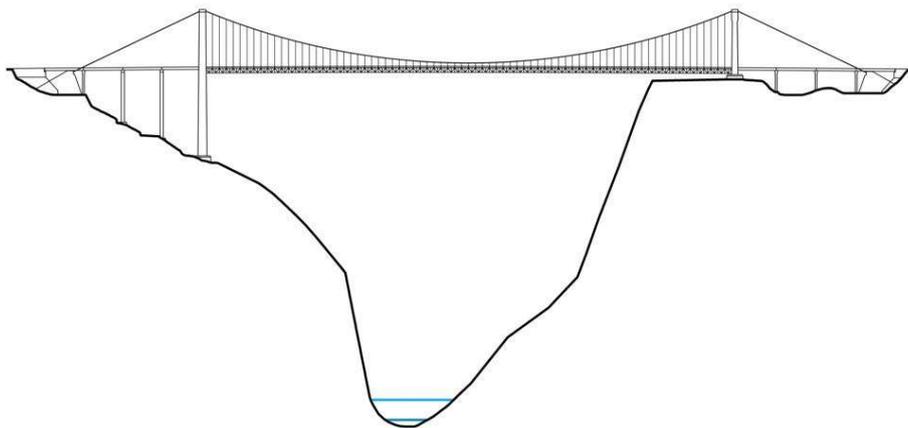


Рисунок 3 – Подъём воды в реке Сэнча, влияющий на высоту моста

На 2016 г. мост «Димухэ» считается седьмым по высоте над пересекаемой преградой мостом в мире и пятым в Китае. (Рис. 4).



Рисунок 4 – Dimuhe Bridge

Dimuhe Bridge является одним из первых висячих мостов в Азии, построенным в горной местности. (Рис. 5).

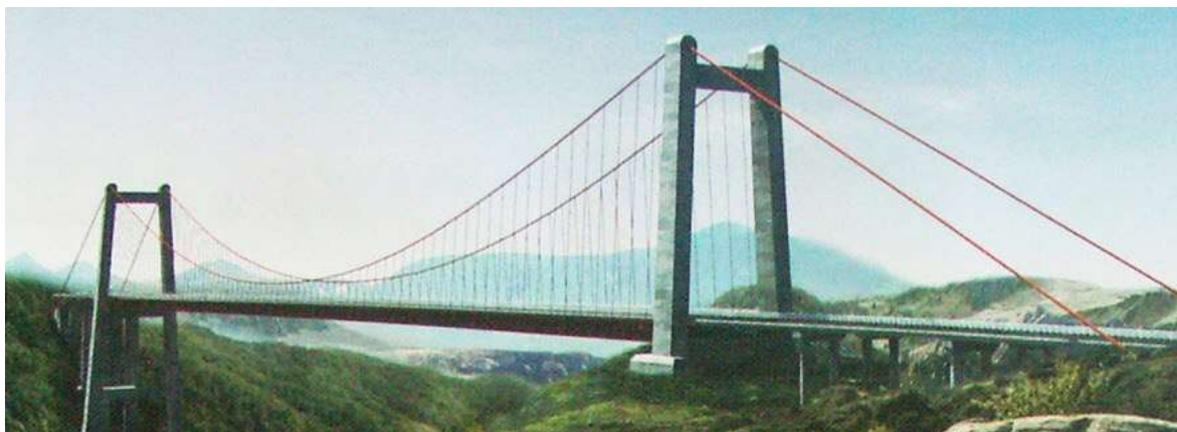


Рисунок 5 – Dimuhe Bridge

Литература:

1. http://www.highestbridges.com/wiki/index.php?title=Dimuhe_Bridge
2. https://www.researchgate.net/publication/262314558_Design_of_Tower_Saddle_for_Dimuhe_Bridge

ПЕШАХОДНЫ МОСТ ПРАЗ МКАД, КАЛЯ КАМЕННОЙ ГОРКІ

*Булытко Вікторыя Яўгенаўна, студэнт 1-га курса кафедры
"Масты і тунэлі»*

*Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт, г. Мінск
(Навуковы кіраўнік - Касцюковіч В.В., асістэнт)*

Пасёлак Тарасава вельмі блізка размешчаны да Мінска, што амаль з любой яго вуліцы бачныя шматпавярхоўкі сталічнага мікрараёна Каменная Горка. Мясцовыя жыхары, у якіх няма машын, ездзілі ў горад на аўтобусе № 36, што ідзе з пасёлка ў сталічны мікрараён Кунцаўшчына. Пешшу праз кальцавую было не прасунуцца.

Праблему пешаходнай сувязі вырашылі. Будаўніцтва пешаходнага моста паміж Мінскам і вёскай Тарасава завяршылася 26.08.2016.



Рисунок 1

Даўжыня моста разам з падходамі - 80 м, шырыня - 3,6 м. Спецыялісты, якія ўзводзілі аб'ект, пакінулі яго па-англійску: без разразання чырвонай стужачкі і афіцыйнага адкрыцця. Але жыхарам Каменнай Горкі і вёскі Тарасава асаблівых цырымоній і не трэба было. Яны ўжо наладзілі актыўны трафік паміж населенымі пунктамі: павольна прагуліваюцца сямейныя пары з каляскамі, моладзь, пралятаюць веласіпедысты. Мост стаў не проста пераправай з аднаго боку кальцавой на іншую, але і месцам адпачынку. З кожнага боку канструкцыі ёсць круглыя пляцоўкі з лаўкамі, дзе можна пасядзець. А крыху далей - яшчэ

пара назіральных балкончыкаў. З вышыні, як на далоні, бачна бліжэй размешчаная мясцовасць, праязжаючыя праз МКАД аўтамабілі.



Рисунок 2

У моста два спуску. З боку вёскі ён больш высокі, таму яго падзялілі на дзве часткі. На адной абсталяваны прыступкі, на іншай - пандус з поручнямі, каб было зручна падняцца або спусціцца людзям на інваліднай калясцы. Так як вугал нахілу спуску з боку вуліцы Казіміраўскай невялікі, то тут такога занавання няма.

Паабал пацэправода ўстаноўлены ліхтары. Акрамя таго, у парэнчы моста ўмантавана святлодыёднае абсталяванне. Але палюбавацца ілюмінацыяй ў цёмны час сутак пакуль немагчыма, яна не гарыць. Канешне, пасля заходу сонца тут не пануе апраметны змрок. Мост пападае ў зону дзеяння асвятляльных мачтаў кальцавой дарогі.

Літаратура:

1. <http://realty.tut.by/news/building/488548.html>
2. <http://m.minsknews.by/sm/?sim=402356>
3. <https://auto.onliner.by/2016/07/09/most-9>
4. <http://www.ctv.by/novosti-minska-i-minskoy-oblasti/v-minske-otkryli-peshehodnyy-most-mezhdu-kamennoy-gorkoy-i-tarasovo>

МОСТ «НАДВОДНОЕ ШОССЕ» В КИТАЕ

Выгодин Андрей Игоревич, студент 1-го курса кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Костюкович О.В., ассистент)

Согласно данным из Китайского бюро, страна произвела около 2 млрд 476 млн тонн цемента за один только 2014 год. Если сравнить, например, производство цемента в США и Китае, то можно увидеть ошеломляющие цифры и они говорят, что производство в США отстает в тридцать раз. Интересно, и куда же китайцы тратят такое огромное количество цемента? Ответ очень прост. В Китае строится огромное количество автомобильных дорог, железных дорог, жилищ, аэропортов, ну и конечно же мостов. Первый китайский мост был построен в 1957 году. Всего в Китае уже функционирует около 300 тысяч мостов. Китайцы также практикуют строительство копий всемирно известных мостов, например парижского моста Александра III или знаменитого лондонского Тауэрского моста. Каждый раз, когда речь идет о самых поразительных достижениях в той или иной области, будь то наука, искусство или высокие технологии, Китай тут как тут стремится занять свое почетное место. Не исключением стало и строительство мостов. Самые длинные, самые высокие...

Китай славится своими живописными местами и не менее живописными конструкциями. Так в городе Ичан (провинция Хубэй) раскинулось надводное шоссе. На вид очень простой и безопасный мост, построенный по причине защиты окружающей реку природы. Его длина равна 10,9 км. На самом деле, нам мало что о нем известно, т.к. большая часть данных хранится в секрете. Но вы только посмотрите насколько это красивое место! (Рис .1).

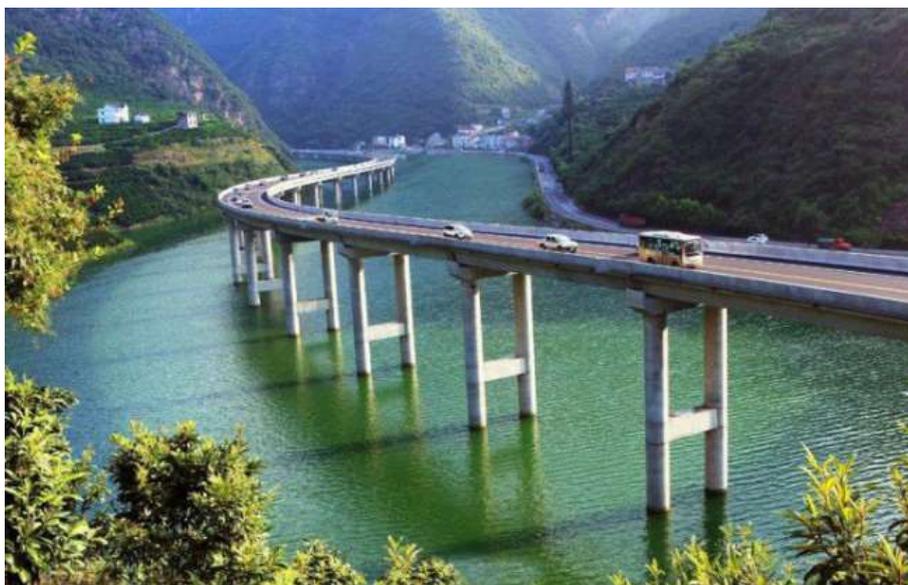


Рисунок 1 – Новое шоссе в Китае

Эта дорога позволяет сократить часовую поездку всего до 20 минут и открывает весь пейзаж этого маршрута. Раньше водителям приходилось более часа добираться по извилистой дороге, а теперь появилась возможность сократить маршрут.

Согласно менеджеру проекта Чен Ксингда, в начале разработки дороги в 2013 году было выбрано три различных пути. Два из них подразумевали рытьё тоннеля сквозь горы. Третий маршрут был более длинным и включал строительство на воде. Инженеры выбрали именно третий вариант, потому что это позволило защитить экологию в лесистой горной местности. Надводное шоссе обошлось приблизительно в 440 миллионов юаней (\$70 миллионов), что вдвое дешевле, чем строительство тоннелей сквозь горы. Тем самым это сэкономило бюджет и создало новый, отличный проект.

Новый мост связал округ Синьшань в центральнокитайской провинции Хубэй со скоростной автострадой G42 Шанхай — Чэнду. При этом автомобилисты могут наслаждаться видами горной долины, через которую проложен виадук.

Мост «Надводное шоссе» стал лучшим решением инженеров не только для сохранения окружающей среды и горной экосистемы, а также для безопасности людей, т.к. конструкция моста очень прочная. Также люди могут насладиться красивейшими видами, и больше не думать о том, что нужно долго ехать на работу. Этот мост улучшил условия передвижения людей. Часто ли вы видели такие мосты? Мне кажется, что нет. И я бы с удовольствием проехал бы по этому сооружению.

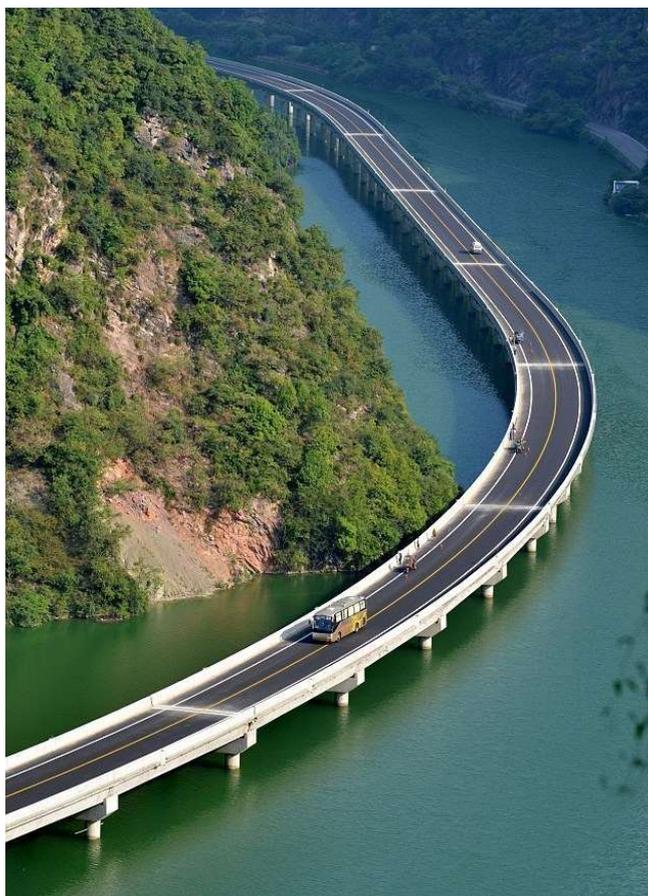


Рисунок 2 – Мост вдоль реки

Если принять во внимание всё то огромное количество мостов, автодорог, железнодорожных магистралей, аэропортов, разного рода вокзалов и, конечно же, жилых зданий, становится понятно, зачем Китай вырабатывает столько цемента. Также существуют убеждения, что китайцы не могут строить надежные строения. Но может быть, в скором времени эти убеждения развеются, благодаря таким качественным проектам как этот мост. Инженеры подумали не только как сделать красиво, а главное - качественно и в пользу сохранения природы. Тем самым этот мост стал местной достопримечательностью и пользуется любопытством разных стран и путешественников. Теперь это является местом туризма и, наверное, местным символом. Обязательно посетите это великолепное место!

Литература:

1. <https://auto.today/news/2305-v-kitae-soorudili-novoe-nadvodnoe-shosse.html>
2. <http://lifeglobe.net/entry/7066>
3. <https://realt.onliner.by/2015/08/25/china-18>
4. <https://ofigenno.com/massovoe-proizvodstvo-cementa-v-kitae>

НЕБЕСНАЯ ТРОПА МИСИМА

*Гаранина Евгения Александровна, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

В центральной японской префектуре Сидзуока был построен самый протяжённый в стране подвесной пешеходный мост. Его название - Mishima Sky Walk, что значит "Небесная тропа Мисима". Мост расположен рядом с железнодорожной станцией Мисима над оврагом, глубина которого составляет около 70 метров. Данные по высоте и длине моста предоставлены на рис.1.

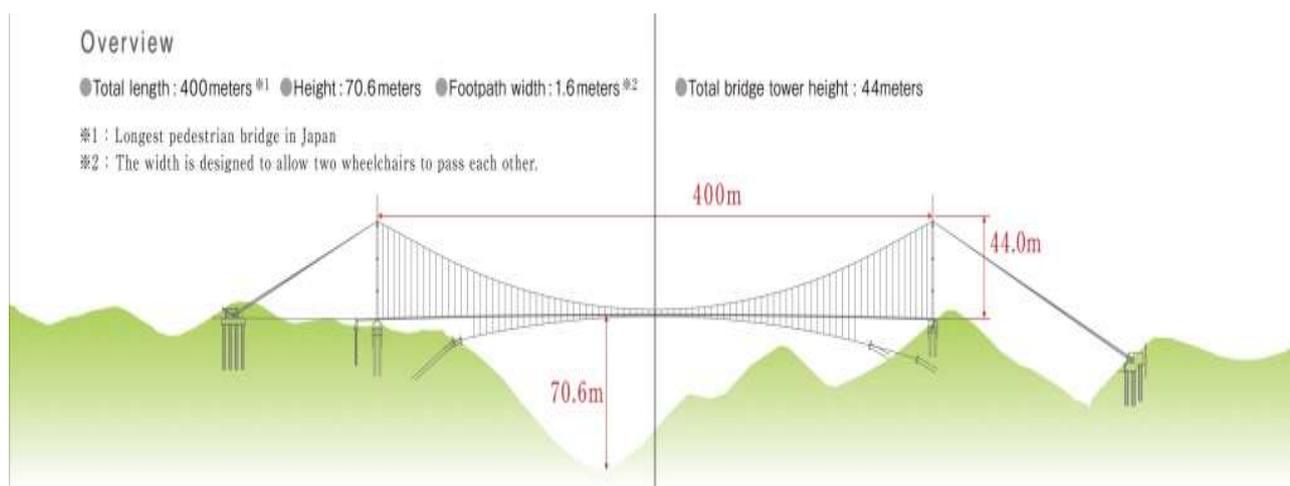


Рисунок 1 – данные



Рисунок 2 – профиль моста

Так как овраг весь порос деревьями, у пешеходов, проходящих по его полупрозрачной поверхности, создаётся впечатление, что они идут над «зелёным морем». Строительство моста началось в 2012 году, а общая стоимость проекта составила 4 миллиарда иен (33 миллионов долларов). Чтобы посетить новое сооружение нужно заплатить 8,5 долларов.

Сама конструкция рассчитана не только на обычных пешеходов, но и на людей с ограниченными возможностями перемещения: ширина пешеходной части позволяет легко проезжать двум инвалидным креслам. Власти префектуры Сидзуока рассчитывают, что данное романтическое сооружение, имеющее в своём составе небольшой торговый центр и ресторан, будет пользоваться большой популярностью и ежегодно привлекать около 1,8 миллиона туристов, в том числе зарубежных. Цифра не является конечной, поскольку примерно в 20 километрах от моста расположен не менее популярный горный курорт Хаконэ, знаменитый своими горячими источниками, многочисленными музеями и горным озером Асиноко, с которого открывается прекрасный вид горы Фудзи.



Рисунок 3 – вместимость

Литература:

1. http://mignews.com.ua/bezumnyj_mir/8947478.html
2. <http://premiumtravel.kz/tours.php?id=13232>
3. <https://www.airinme.com/news/novosti-kompanii/nebesnaya-tropa-misima/>

КИТАЙСКИЙ МОСТ БЕЙПАНЫЦЗЯН

*Гивиль Максим Александрович, студент 1-го курса кафедры
"Мосты и тоннели"*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель - Костюкович О.В., ассистент)*

Китайские инженеры завершили строительство впечатляющего горного путепровода прозванного самым высоким мостом в мире.



Рисунок 1

Огромный мост Бейпаныцзян является частью автомобильной дороги, соединяющей города Ханчжоу в провинции Чжэцзян и Жуйли города в провинции Юньнань. Инженеры присоединился последний набор палуб 10 сентября, отмечая завершение структуры, которая строилась три года. Бейпаныцзян стоит на колоссальных 565 метров над землей (1,854 футов), что почти в два раза превышает высоту 95-этажного небоскреба Осколок в Лондоне.



Рисунок 2

Он пересекает водный путь, невероятная структура имеет ширину пролета 720 метров (2363 футов) и является частью шоссе, 3405 километров (2115 миль) национальной автомагистрали связывают города Ханчжоу в южном Китае с городом Жуйли на границе Китая и Мьянмы. Он стоил более 1 млрд юаней, что составляет около \$ 150 млн США. Мост также сократит продолжительность автомобильных поездок из Лу-пан-шуй в провинции Гуйчжоу и Юньнань от около пяти часов до менее чем в два раза.



Рисунок 3

Вновь готовый проект не следует путать с другим Бейпаньцзян мостом на Guanxing шоссе, который стоит на 363 метрах (1200 футов) и открыт в 2003 году.

Завершение масштабного проекта означает, что восемь из 10 самых законченных мостов в мире в настоящее время находятся в Китае - почти все расположены в отдаленных горных провинциях.

Я считаю, что этот мост является грандиозным инженерным сооружением, которое покажет приспособленность современных технологий к строительству мостов в любых условиях и любой местности. Он позволит наладить транспортное сообщение между Юннань и Гуйчжоу, что повлияет на индустриальную и социальную сферы жизни в этих городах.

Литература:

1. <http://podrobnosti.ua/2131164-v-kitae-postroili-samyj-vysokij-podvesnoj-most-v-mire-foto.html>
2. <http://enki.ua/news/postroen-samyu-vysokiy-v-mire-most-vysotoy-565-metrov-6679>
3. <http://www.bagnet.org/news/world/306771>
4. <http://borisov-e.info/ru/news/world/2016/09/14/55327/v-kitae-postroili-samyj-vysokij-podvesnoj-most-v-mire>
5. <http://mir-vpechatleniy.ru/mosty-mira/>

КЕРЧЕНСКИЙ МОСТ

*Головач Максим Сергеевич, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет
(Научный руководитель – Костюкович О.В., ассистент)*

Мост через керченский пролив или Крымский мост является автомобильно-железнодорожным мостом. Строительство Российской Федерации. Чтобы пересечь Керченский пролив между Керченскими полуостровами Крыма и Таманским полуостровом Краснодарского края. В настоящее время связь на пароме в Керченском проливе между Порт Кавказ и Порт Крым.

В январе 2015 года был подписан многомиллиардный контракт для строительства моста. В мае 2015 года, строительство моста началось; она, по прогнозам, будет открыт 18 декабря 2018 года.



Рисунок 1 - Керченский мост (проект)

История

Если рассматривать историю полуострова, то, конечно, идея моста через Керченский пролив впервые был задуман древними греками. Боспорское царство было расположено на двух полуостровах, Керчи и Тамани. Тем не менее, в то время, строительство 2-4 км моста им не удалось.

В 1870 после успешного строительства индоевропейской Telegraph британским правительством, был построен железнодорожный путь из Англии в Индию, планировалось провести его через Крым и через Керченский пролив, но это считалось слишком дорогим.

В 1903 Царь Николай II рассматривает идею о постройке моста, но отклонил его из-за войны, во-первых русско-японская война, а затем Первая мировая война.

Вторая мировая война

Идея этого моста был впервые задуман Альбертом Шпеером в начале 1943 г. Чтобы поддержать отступление немецкой организации Тодта (ОТ) построили канатную дорогу через Керченский пролив с суточной мощностью 1000 тонн. 7 марта 1943 года Гитлер издал приказ о строительстве дороги и железнодорожного моста через Керченский пролив в течение 6 месяцев. В апреле 1943 года ОТ началась со строительством совмещенной железной дороги и железнодорожного военного моста через Керченский пролив. С 1 сентября 1943 года советские солдаты начали атаковать. В это время новый мост еще не была завершена (только одна треть была завершена). В рамках немецкого отступления, вермахт взорвали уже построенные части моста.

4,5 километров (2,8 мили) мост был фактически построен летом 1944 года после освобождения Крыма Красной армией. Он был разрушен в течение шести месяцев, из-за текущего льда и отсутствия волнорезов.

Летом 2015 года в Таманском сельском округе и в Керчи возводятся вахтовые города для будущих строителей моста через Керченский пролив. Комплексы общей вместимостью до 6 тысяч человек включают общежития, офисные здания, дома строителей, столовые, банно-прачечные комплексы, медпункты.



Рисунок 2 - Баржа доставляет компоненты моста



Рисунок 3 - Начало строительства на полуострове Тулуза

Тип конструкция моста - Ферменный с аркой, общей длиной 227м. Основной пролет 227м. Общая длина составляет 19 км. Высота конструкции 35 м, высота свода над водой 35 м, полос движения 6 (4 для авто и 2 ж/д). Стоимость проекта составляет 227.92 млрд рублей.

Производство пролетов происходит на заводе Металл-Дон после чего сборка происходит на самом месте установки.

Грунты в зоне будущего строительства моста испытывают различными способами. В ходе динамических и статических испытаний специалисты проверяют свойства и несущую способность пород.

После вспышки 2014 крымского кризиса премьер-министр России Дмитрий Медведев подписал правительственное постановление от 3 марта 2014 создать дочернее предприятие российских автомобильных дорог.

Мост расположен на 595 опорах. Для этого вбивалось около 7000 свай разного радиуса.

Мост защищен от коррозии благодаря «бетонной рубашке», который имеет в составе добавки от образования трещин.

Вид почвы зависит от глубины. Сваи забиваются до полутвердых глин.

Мост защищен от землетрясений в 9,1 балла, хотя такие землетрясения происходят в той местности раз в 1000 лет.



Рисунок 4 - Модель моста разработанная Русскими инженерами

Литература:

1. <http://gulaytour.ru/kerchenskiy-most-dlina-i-osobennosti-vyibora-proekta.html>
2. <http://www.most.life>
3. <https://rg.ru/sujet/5353/>
4. <http://fishki.net/2094665-stroitelystvo-mosta-cherez-kerchenskij-proliv.html>

САМЫЙ ДЛИННЫЙ ДЕРЕВЯННЫЙ ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ В РОССИИ

*Исаев Алексей Александрович, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Возведение самого длинного деревянного пешеходного моста в России было запланировано на май 2016 года. Работу по возведению моста заказала ОАО «Киржачская типография», окончательная презентация моста была организовано специально к 85-летию предприятия.

Новый мост, стоимость которого варьируется в районе 3-4 миллионов рублей, а весь проект, который включал в себя праздник города и облагораживание территории в 5 млн. рублей. Новый пешеходный мост, подарила городу компания, которая занимается типографией в городе Киржач. Этот мост соединил центр города с другими микрорайонами и прошел через крайнюю пойму реки Киржач, местные жители называют эту пойму Зайчушка.

Строила этот мост бригада строителей под руководством братьев Шершиловых. Всю мебель изготовили мастера аргунно-резчиковского мастерства, под руководством плотника — Ганшина Михаила. Деревянная скульптура выполнена местным скульптором Корком Николаем Николаевичем — это было последнее и самое известная творение художника, а приводила территорию в окончательный презентабельный вид супружеская пара, а по совместительству дизайнеры, Андрей и Анастасия Романовы.

Типографский мост стал неотъемлемой частью туристического пути своего города.

Свое название этот мост получил от своего главного спонсора и называется теперь «Типографическим» мостом, его открытие было спланировано к 85-летию типографии — 6 августа 2016 г.



Рисунок 1

Мост соединил два главных микрорайона города: центр города в районе ул. Гагарина и жилой микрорайон в районе ул. Магистральной.

На одной из сторон моста был построен сквер под названием «Александровский сад» с площадкой для выступления местных групп, местом для детского отдыха, прогулочными дорожками, искусственным прудом.

Жители города Киржач бурно отреагировали на эту новость. Около 60.000 тысяч человек пришло на официальное открытие моста.

Во всём мире есть только пару схожих по своему типу мостов и жителям города Киржач повезло увидеть и использовать этот мост в повседневных нуждах.

ПЕШЕХОДНЫЙ ПОДВЕСНОЙ МОСТ В ПАРКЕ «СОКОЛЬНИКИ»

*Карнович Марина Андреевна, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

«Сокольники» – парк на территории района Сокольники на северо-востоке Москвы. Площадь парка – 516га. Парк был основан в 1878 год.

В парке «Сокольники» будет построен пешеходный подвесной мост. Он будет иметь многообещающее название Skywalk, что в переводе с английского означает «прогулка по небу». Висячая конструкция будет напоминать знаменитый подвесной мост Капилано в Канаде. Он объединит Фестивальную площадь парка с Путяевскими прудами, Маточным садом (экотропой) и кемпингом. (Рис.1) Прогулка по этому маршруту займёт всего 45 минут вместо полутора часов, как сейчас.

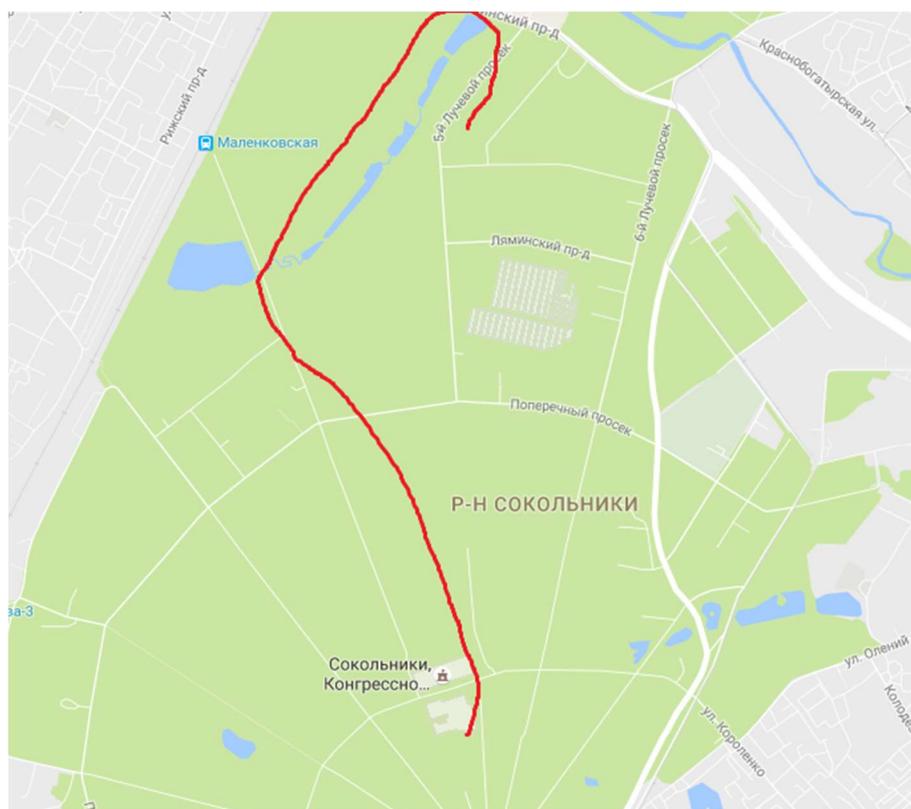


Рисунок 1 – Соединенные пешеходным мостом места парка

Проект планируется реализовать до 2020 года.

Высота моста будет варьироваться от полуметра до пяти метров над уровнем земли. Это позволит гостям парка на близком расстоянии рассмотреть достопримечательности. В том числе маршрут пройдёт через закрытый Маточный сад — питомник для выращивания саженцев. Таким образом, посетители впервые смогут увидеть редкие сорта растений, которые здесь высаживают с 1943 года.

Новый подвесной мост также пересечёт проезжую часть, избавив посетителей от необходимости переходить дорогу, чтобы попасть с Фестивальной площади к зонам отдыха у воды.

Мост должен стать связывающим элементом между центром и отдельными зонами. Планируемая длина моста – четыре километра, а высота будет не одинаковой. Где-то она составит полтора метра, а где-то пять метров.

Этот пешеходный мост будет очень полезен для туристов, ведь он будет соединять самые интересные места парка «Сокольники». Также, соединяя большое расстояние, мост уменьшит время прогулки по интересным парковым местам, но тем не менее, этого времени хватит, чтобы насладиться прекрасным видом и чистым воздухом.

Литература:

1. Официальный сайт мэра Москвы URL:
<https://www.mos.ru/news/item/12547073>
2. ООО «Спортивные аттракционы» URL:<http://nn-attraction.ru/news/the-construction-of-a-suspension-bridge-skywalk-in-sokolniki>

3-D ПРИНТЕРЫ-РОБОТЫ БУДУТ СТРОИТЬ МОСТ В АМСТЕРДАМЕ

Комлев Никита Андреевич, студент 1-го курса кафедры «Мосты и тоннели»

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

MX3D - базирующийся в Нидерландах стартап, который исследует и разрабатывает технологии 3-D печати. Позднее в этом году компания планирует свой самый амбициозный проект: с помощью 3-D принтеров построить мост через канал в самом центре Амстердама. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Пример

Построй мне мост

Команда MX3D принимает все, что вы знаете о 3-D печати и переворачивает это с ног на голову. Традиционный процесс будет таким: принтеры будут строить объекты снизу вверх путем нанесения слоёв после слоя вязкой пластмассы с дозатором, который совершает возвратно-поступательные движения по горизонтали. Конечный продукт имеет слои, которые похожие на топографическую карту. Металлический MX3D принтер строит конструкцию,

выбрасывая небольшое количество расплавленной стали с помощью сварочного сопла, на конце которого 6-осевой манипулятор - он может обработать объекты под любым углом, а не просто по горизонтали. Так как расплавленный металл течет через сопло, он быстро остывает, что позволяет принтеру производить прямые линии, спирали или любую другую форму. 3D-печать позволяет создавать объекты практически любой формы и размера”, - написал MX3D на своем сайте.

Новый рубеж

Для моста, команда планирует использовать две команды из двух роботов. Команды начали бы строить на противоположных сторонах канала, пока они не встретятся в середине, сами же принтеры будут находиться на движущихся платформах. Окончательный дизайн моста и его точное местонахождение до сих пор не определено, но строительство, как ожидается, начнется в сентябре. Проект гораздо больше, чем просто мост; он мог бы служить в качестве примера какие будут строительные площадки в будущем. Вместо рабочих на них находились автономные 3-D принтеры. Если мы можем напечатать 3-D мост, спрашивается, почему бы не построить 3-D небоскреб? Команда MX3D утверждают, на сайте проекта: Этот мост покажет, как 3D печать, входит в мир крупномасштабных, функциональных объектов и устойчивых материалов, позволяя беспрецедентную свободу форм. Символика моста красивая метафора, чтобы соединить технологию будущего со старым городом, таким образом, что позволит выявить лучшее из обоих миров. Хотя MX3D протестировала их роботов на меньших масштабах, они, скорее всего, столкнутся со множеством новых проблем, как только проект запустится. Их боты будут вынуждены бороться с пересеченной местностью, изменение погодных условий и других факторов, которые, как правило, контролируются в лаборатории. Мы просто должны подождать и посмотреть, если мост MX3D приводит к новым возможностям для технологии, или если они просто в конечном итоге строят мост в никуда.

Литература:

1. Научный журнал Discover. Сайт discovermagazine.com

ВОЗВЕДЕНИЕ НОВОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ МОСТА ЗА 43 ЧАСА

*Липницкий Денис Анатольевич, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

С течением времени конструкции транспортных сооружений, в т.ч. мостов, требуют реконструкции из-за увеличения действующих на них нагрузок и физического износа.

Одним из самых сложных видов реконструкции мостов является замена пролетного полотна. В традиционном строительстве такие работы, а именно демонтаж старого строения и строительство нового, заняли бы около 2-х месяцев.

Однако, строительство и проектирование не стоит на месте. Разрабатываются новые методы строительства, новые конструкции, новые способы производства работ.

Китайские строители и проектировщики придумывают инновации, благодаря которым развивается строительство развивается быстрее.

Одним из последних достижений китайцев в строительстве стал демонтаж старого и возведение нового пролетного строения моста Саньюаньцяо за 43 часа. Мост был построен около 30 лет назад и требовал срочной реконструкции, так как возникал риск разрушения моста из-за повышенных нагрузок. Так как мост был важным транспортным узлом в Пекине, то необходимо было реконструировать его в кратчайшие сроки. Такие сроки стали возможными благодаря использованию новой технологии мостостроения.

Главным новшеством стало использование модульного пролета с дорожным покрытием, которое, после демонтажа старого, передвигалось на его место(Рис.1). То есть новый пролет был собран заранее в единое целое и главной задачей было разобрать старое пролетное строение. Подобная технология использовалась в строительстве зданий и сооружений, но в мостостроении была применена впервые.

Первым шагом необходимо было удалить несущие балки. После их удаления строители обнаружили, что ущерб конструкциям моста был нанесен гораздо больший, чем они предполагали. Это увеличило срок реконструкции с

запланированных 24 часов до 43. Далее новые предварительно смонтированный пролет размером 180 футов в длину и 147 в ширину «скользил» на место старого с помощью 2-х механических шкивов. И последним этапом было устройство нового дорожного покрытия проезжей части.

Таким образом, сверхбыстрая реконструкция моста была обеспечена заранее собранной новой его частью. Это новшество, фактически, решает проблему долгосрочного ремонта транспортных сооружений, которые требуют как можно меньших сроков реконструкции. Вопрос лишь в одном: как скоро данный способ реконструкции будет широко использоваться?



Рисунок 1 – Передвижение заранее смонтированного нового пролетного строения мост

«MARGARET HUNT HILL BRIDGE» – ВАНТОВЫЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ МОСТ В ДАЛЛАСЕ, США

Лопатнев Антон Олегович, студент I-ого курса кафедры «Мосты и тоннели»

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

Этот мост лежит через реку Тринити, был построен как часть Тринитийского проекта. Разработан хорошо известным испанским архитектором Сантьяго Калатавра в стиле био-тек, является одним из трех запланированных мостов через Тринити. Мост назван в честь Маргарет Хант Хилл – американской наследницы и филантропа.



Рисунок 1 – Внешний вид моста

Что касается архитектуры, мост Margaret Hunt Hill довольно специфичный проект. Он является эстетически ошеломляющей структурой, которая может стать новым символом города. Так же символический характер моста акцентирует внимание на реке и ее окрестностях, стимулируя дальнейшее развитие бассейна.

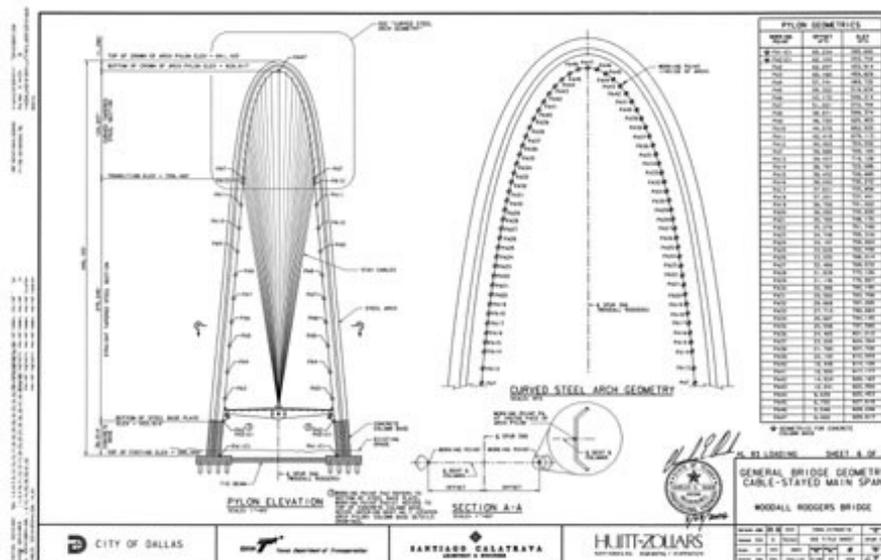


Рисунок 2 – Часть проектного чертежа

Части, которые весят около 35 тонн каждая, являются отличительной чертой арки и центрального пролета моста. Другие элементы моста, включающие в себя 350-метровый пролет и мили стальных тросов, удерживающие пролет моста на месте.

Он проектировался с 2007-2012 года. Высота главного пилона – 136 метров. Суммарная длина – 570 м.



Рисунок 3 – Внешний вид моста

Литература:

1. <http://www.arch2o.com/margaret-hunt-hill-bridge-santiago-calatrava/>

КРУГЛЫЙ (КРУГОВОЙ) МОСТ CIRKELBROEN В КОПЕНГАГЕНЕ ДАНИЯ

Ляшук Марина Ивановна, студент 1-го курса кафедры «Мосты и тоннели»

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

В современном мире огромное количество инженерных сооружений, и каждое представляет собой уникальную ценность своего времени. Есть различное количество мостов, и все они отличаются по своим характеристикам.

Мост «Cirkelbroen» представляет собой пешеходный мост, который проходит через канал Кристиансхаун и соединяет район Кристиансбру с площадью Эплби. Он был построен в 2015 году по проекту датской студии Олафура Элиассона, а торжественное открытие моста состоялось 22 августа 2015 года.

Длина этого инженерного сооружения 40 метров, вес — 210 т, конструкция моста сделана в виде пяти секций (Рис. 1), которые имитируют парусные суда, ведь у каждой из них есть своеобразная мачта.



Рисунок 1. Круглые секции, имитирующие палубы корабля

Центральный сегмент может поворачиваться для прохода крупных судов, а в неподвижном состоянии мост способен пропускать мелкие лодки и катера. Мост умышленно сделан непрямым, чтобы люди, пересекающие его, немного сменили курс движения и погрузились в специфическую атмосферу. Вместо того, чтобы обеспечивать прямой путь через канал, мост следует по кривой линии. Это позволяет пешеходам замедлиться и сменить фокус, обратив внимание на красоту мостовой конструкции. Ежедневно мост может пересекать около 5000 человек, что достаточно важно для большого города. Так же в городе большое количество туристов, и мост Циркельброен в ночное время очень красив (Рис. 2) и привлекает их.



Рисунок 2. Ночной Циркельброен

Мост «Cirkelbroen» является не только пешеходным мостом, но и произведением искусства, достопримечательностью города и страны, местом скопления большого количества туристов, своеобразным наблюдательным пунктом в гавани. В заключение хотелось сказать, что мост очень красив и сам по себе притягивает людей для прогулки по нем. Мне кажется, что именно этот мост станет любимым местом для прогулок влюбленных в вечернее время. Мост Циркельброен замечательное инженерное и архитектурное сооружение, которое радует глаза жителей Копенгагена.

Литература:

1. <http://re-actor.net/architecture/11368-cirkelbroen-bridge.html>
2. <http://posmotrim.by/article/krugovoy-most-cirkelbroen-v-kopengagene.html>

ETIHAD RAIL

*Марков Павел Александрович, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Команда Etihad Rail создает национальную железнодорожную сеть, которая будет служить вечно. Etihad Rail также является частью большего видения; является неотъемлемой составной частью плановой железнодорожной сети ССАГПЗ.

Etihad Rail будет первый национальный грузовой и пассажирской сетью железных дорог, соединяющая семь эмиратов Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ). Проект железной дороги 1200 км оценивается стоимостью 11 млрд \$. Ожидается, что он будет обслуживать около 16 миллионов пассажиров и 50 миллионов тонн грузов. Железнодорожная инфраструктура будет в значительной мере способствовать сокращению выбросов химикатов проезжей частью.



Рисунок 1 - Etihad Rail

Маршрут Etihad Rail

Etihad Rail простирается на запад к границе Катара и Саудовской Аравии. Западная секция связывает Саудовскую Аравию через Ghweifat и восточная часть связывает Оман, через Аль-Айн. Железнодорожная линия

проходит через эмираты, соединяющее Абу-Даби, Шарджа и Дубай. Затем она распространяется на северных эмиратов и Фуджейра. Данная железная дорога будет строиться в 3 этапа:

Этап 1

264-километровый маршрут для транспортировки серы из своих источников в Шах и Habshan, в гранулированном виде, до точки экспорта на Ruwais. Услуги между Habshan и Ruwais полностью работоспособны, начиная с сентября 2013 года.

Этап 2

Второй этап соединит Абу-Даби с Дубай. На этом этапе сеть будет расширена 628km. Предварительное проектирование завершено.

Этап 3

Заключительный этап будет добавить еще 279km рельса, простираясь из Дубая в северных районах Фуджейра, Рас-Аль-Хайма и Шарджа. Этап 3 будет содействовать перевозке людей и товаров из этих северных регионов в другие районы в ОАЭ.



Рисунок 2 – Маршрут

Electro-Motive Diesel (EMD) из США был заключен контракт на строительство и поставку семи тяжелых дальнемагистральных грузовых локомотивов в июле 2011 года.



Рисунок 3 – Грузовой локомотив

Сеть будет первоначально работать на дизельном топливе, в то время как электрификация планируется в будущем. Грузовые поезда будут курсировать со скоростью до 120 км / ч, пассажирских поездов в 200 км / ч.

Тяжелые грузовые поезда будут перевозить широкий спектр товаров, таких как углеводороды, алюминий, камни, цемент и железо.

Флот Etihad рельса поездов будет принести пользу окружающей среде путем проведения одинаковое количество груза , как три сотни грузовиков.

Литература:

1. Etihad Rail | Welcome to the UAE national railway – URL: <http://www.etihadrail.ae/en/careers/current-vacancies>
2. Etihad Rail - Railway Technology URL: <http://www.railway-technology.com/projects/etihad-rail/>

МОСТ ТИЛИКУМ

*Мытько Никита Николаевич, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Тиликум, мост для людей – это красивый, белый, вантовый мост через реку Уилламет в Портленде, штат Орегон, США. Мост служит для городских автобусов и Портлендских трамваев, а также велосипедистов, пешеходов, и машин скорой помощи. Частные транспортные средства, такие как грузовики, мотоциклы, легковые автомобили не могут передвигаться по этому мосту. Это первый крупный мост в США, который был разработан, чтобы позволить доступ в город транзитному автотранспорту, велосипедистам и пешеходам.



Рисунок 1

Строительство моста было начато в 2011 году, и мост был официально открыт 12 сентября 2015 года. Тиликум это первый, новый мост открытый через реку Уилламетт в Портленде с 1973 года. Мост был построен для сокращения времени в пути для водителей спецмашин, автобусов. Есть велосипедные и пешеходные дорожки по обе стороны моста и 4,3 м в ширину. Мост поддерживается 4 опорами, которые находятся по краям и в воде. Для того чтобы построить мост потребовалось 3.5 км кабеля. Максимальная скорость для автобусов и трамваев 25 км в час.



Рисунок 2

Для строительства моста было выделено 135 миллионов долларов. Длина моста равна 1,7 километра.

Литература:

1. <http://trimet.org/tilikum/>
2. <http://www.popularmechanics.com/technology/infrastructure/g2136/portland-tilikum-crossing-bridge-no-cars/>
3. <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/2015/10/the-bridge-that-bans-cars/403234/>

НОРВЕЖСКИЙ ПЛАВАЮЩИЙ ТОННЕЛЬ

*Роман Даниил Александрович, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Западная сторона Норвегии состоит из 1190 фьордов, которые, делают её очень трудной для путешествия вдоль побережья страны. В настоящее время езда от южного города Кристиансанн в Тронхейм, на севере, занимает 21 час и требует семь паромных переправ. Для решения этой проблемы Норвежское правительство предложила построить первый в мире подводный плавающий тоннель. Длина тоннеля составит около 1100 км, и сократит время путешествия до 10,5 часов.

Идея проектировщиков заключается в том, что две параллельные трубы, по которым будут ехать автомобили, будут погружены на глубину 30-35 м и будут удерживаться понтонами, находящимися на поверхности. Благодаря этому трафик не будет зависеть от суровых погодных условий в данном регионе. Идею трудно реализовать, но возможно.

Диаметр таких труб составит двенадцать метров. Внутри тоннеля будут две полосы для автомобильного движения, пешеходная и велосипедная дорожки. Через тоннель ежедневно смогут проезжать 2500 автомобилей.

Необходимо так же добиться устойчивости тоннеля, поэтому трубы должны противостоять течению и возможным землетрясениям. Инженеры также рассматривают вариант крепления тоннеля к морскому дну в не глубоких местах.

Напрашивается вопрос «А почему же не построить обычные мосты?», дело в том, что крутые скалистые склоны, большая глубина и ширина фьордов, делают эту местность не подходящей для строительства обычных мостов. Что касается понтонных мостов, они будут мешать морскому движению.

На данный момент, для реализации проекта собрано более 25 миллиардов долларов. Перед инженерами будет стоять тяжелая задача, ведь подобных проектов в мире ещё не было. Но будем надеяться, что всё получится и тоннелестроение возмет свой новый рубеж.

Литература:

1. Научный журнал «Focus»(Германия).Сайт: <http://www.focus.de/>
2. Научный журнал Rynek infrastruktury(Польша).
Сайт: <http://www.rynekinfrastruktury.pl/>

«СЧАСТЛИВЫЙ УЗЕЛ» LUCKY KNOT – ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ В КИТАЕ

Романов Фёдор Сергеевич, студент 1-го курса кафедры «Мосты и тоннели»

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

Архитекторы из компании NEXТ (Нидерланды) работают над уникальной серией мостов по всему миру. Последний их проект был номинирован в 2016г. на престижную премию (Dutch Design Awards) – bat bridge.

Новый стальной пешеходный мост в китайском мегаполисе Чанша (Changsha) был открыт осенью 2016г. (Рис. 1).



Рисунок 1 – Пешеходный мост в китайском мегаполисе Чанша (Changsha)

Мост соединяет берега реки, парк, что позволяет жителям города и туристам перемещаться с одного берега реки на другой, используя пешеходный лабиринт. Мост "завязывает" несколько маршрутов в один узел, упрощая пешеходам доступ в разные точки.

Волнообразное строение этого моста привлекает горожан, и никого не оставляет равнодушным.

Форма моста напоминает сложное переплетение волн, связанных узлами. В китайском декоративном искусстве узел – это удача и благополучие. Таким образом, архитекторы объединили национальные мотивы и современный дизайн.

Основу моста составляет стальной каркас, окрашенный в красный цвет. Немаловажно, что в Китае красный цвет символизирует процветание.

Длина моста составляет 185 метров, высота – 24 метра (Рис. 2)

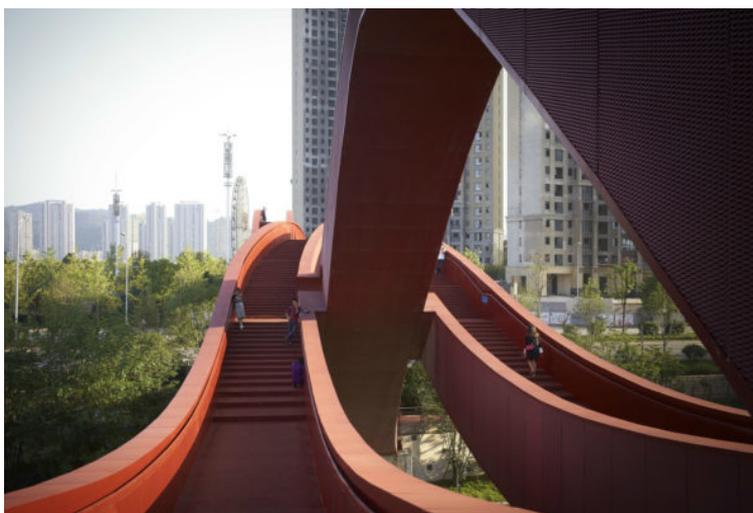


Рисунок 2 – Вид моста внутри

«Счастливый узел» – это больше чем мост. Это еще одна визитная карточка мегаполиса Чанша (Changsha). Благодаря своей замечательной подсветке, мост используют для световых шоу (Рис. 3).



Рисунок 3 – Подсветка моста

Литература:

1. <http://www.arch2o.com/lucky-knot-next-architects/>
2. http://www.nextarchitects.com/en/projects/lucky_knot_dragon_king_kong_bridge
3. <http://xn----ptbbtciddgad9n.xn--p1ai/%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8/5762>

СТЕКЛЯННЫЙ МОСТ – МОСТ ГЕРОЕВ

*Савицкий Даниил Александрович, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Китай не перестаёт удивлять. 20 сентября 2015 года в парке Чжанцзяцзе китайской провинции Хунань открыли самый длинный стеклянный подвесной мост. Остаться самым длинным он будет недолго, ибо в том же Китае, но другой провинции уже строят более длинный стеклянный мост. Точней его реставрировали, раньше тут был старый деревянный мост. Вид сверху на мост предоставлен на рисунке 1.

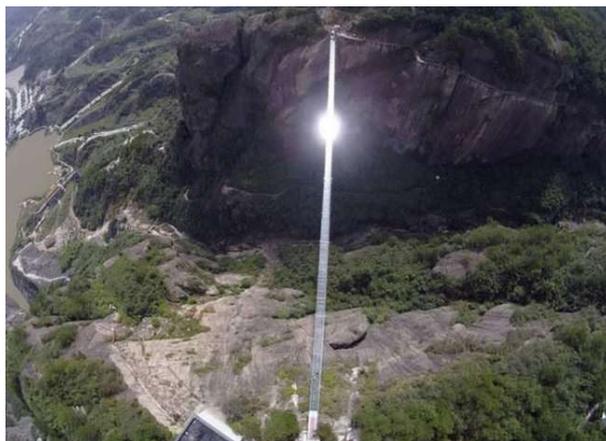


Рисунок 1 – вид сверху



Рисунок 2 – Вид снизу



Рисунок 3 – Вид сбоку

Характеристики моста:

Длина моста-300 метров , находится он на высоте 180 метров, толщина стекла-24 мм.

Географические координаты моста:29.046775, 110.481499 .

Расстояние от Пекина около 1330 м.

Расстояние до ближайшего аэропорта Непиа города Чжанцзяцзе примерно 15 км.

Хоть стекло и прочное , но человеческие инстинкты всё-таки влияют . Для многих людей - это бешенный адреналин , для других - это невыносимый страх . Именно поэтому мост назвали мостом Героев , ибо пройти по нему может не каждый . Некоторые даже ползут по мосту на коленях , как это показано на рисунке 2.



Рисунок 4- Эмоции людей при нахождении на этом мосте

Мост очень популярен и притягивает толпы туристов. Им выдают обязательные бахилы.



Рисунок 5 – Туристы



Рисунок 6- Обязательные бахилы

На мосту также существуют специальные рабочие, которые поддержат вас, если вы боитесь пройти морально и физически.

Литература:

1. <http://cattur.ru/asia/china/steklyannyu-most.html>
2. <http://billionnews.ru/arhi/3383-v-kitae-otkryli-samyu-dlinnyu-v-mire-steklyannyu-podvesnoy-most-8-foto.html>
3. <http://www.vmir.su/95911-v-kitae-otkryli-samyu-dlinnyu-v-mire-steklyannyu-podvesnoy-most-8-foto.html>

МОСТ СУЛТАНА СЕЛИМА ЯВУЗА САМЫЙ ШИРОКИЙ МОСТ В МИРЕ

*Салтук Никита Игоревич, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Мост султана Селима Явуза, третье мостовое сооружение возведенное в Стамбуле. Мост султана будет осуществлять проезд автомобилей, грузового транспорта и поездов из европейской части Стамбула в азиатскую часть. Предположительно около 135000 автомобилей ежедневно смогут использовать мост, и обойдется этот проезд в 3,4 доллара с одного транспортного средства, в обратном направлении можно будет проехать бесплатно.

Строительство начато в мае 2013 и закончилось в марте 2016 года, движение стало открыто 26 августа 2016 года.

При ширине 59 метров мост станет самым широким подвесным мостом в мире. По мосту пройдут 2 железнодорожные полосы и 8 полос для автомобильного движения. Длина моста составит 1408 метров исключительно над водой, а его общая длина – 2164 метров. Мост султана Селима Грозного будет пересекать пролив Босфор, что облегчит коммуникации среди населения живущее на противоположных берегах пролива. Мост станет самым длинным подвесным мостом в мире, на котором будут идти железнодорожные пути. Также рекордные показатели присущи двум циклопическим опорам моста. Высота данных опор составляет 322 метра на европейском берегу и 318 метра – на азиатском.



Рисунок 1 – 3д проект моста Султана Селима Явуза

Благодаря третьему мосту экономика Турции будет ежегодно экономить 3 млрд. лир. На реализацию мега-проекта потребуется 3 млрд. долларов.

Также это будет рекордной длины в мире подвесной мост, имеющий железнодорожные пути.



Рисунок 2 – 3д проект моста султана Селима Явуза



Рисунок 3 – Фотография законченного моста султана Селима Явуза

Против строительства моста выступали экологи Стамбула, которые утверждали, что реализация проекта уничтожит леса к северу от Стамбула. Но, несмотря на предупреждение экологов, мост был построен. И в данный момент изменения в районе лесов не наблюдаются.

Мост султана Селима самый широкий мост в мире. И он имеет свою особенную конструкцию. Особенностью моста является комбинированная конструкция: два крайних пролета поддерживаются вантами, часть пролета между серединой и краев крепятся вантами и тросами, и средняя часть пролета

поддерживается на тросах. Что делает конструкцию моста весьма крепкой, и готовой к противостоянию природным катаклизмам и большому весу транспортных средств. Также его инженерное строение, используемое ванты и тросы имеют очень привлекательный вид.

Мост султана Селима Явуза, первоначально был назван третьим Босфорским мостом. Но позже мост был переименован в честь 9-го османского султана Селима грозного (Yavuz)(1470-1520). Правление которого ознаменовало расширение османской империи на Ближнем Востоке и Северной Африки.

Я считаю что мост султана Селима Явуза соединяющий европейскую и азиатскую части Стамбула откроет большое количество новых возможностей для людей и компаний, ранее находившихся в не досягаемости друг от друга, такие как: развитие бизнес проектов, развитие строительства и обширных коммуникаций населения Стамбула и т. д.

СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР

*Соболевский Николай Романович, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

В Италии проектируется мост, способный питать энергией город средних размеров.

В местечке под названием Калабрия, собираются преобразовать виадук, располагаемый над долиной, в одно из самых гениальных сооружений. Мост отжив свое, все еще крепко стоит и уже совсем не так часто используется, поэтому власти решили реконструировать эту достопримечательность в нечто новое и полезное.

Конструкция моста напоминает арочную, однако с «вертушками» разных размеров, каркасы которых служат дополнительной жёсткостью. Принцип моста элементарен: за счет стремительного потока ветра, проходящего через долину Калабрия, будут вращаться порядка 26 ветряных турбин, вырабатывающих в сумме огромное количество электроэнергии. Однако на этом инженеры решили не останавливаться и, оценив солнечное излучение, было принято решение установить солнечные батареи, чтобы в сумме с ветряными турбинами новый виадук мог выдавать стабильное напряжение в 15 тысячах домах. А в связи с тем, что долина находится вблизи моря, на мост планируют установить так же и открытый парк (зеленую зону), а под автомобили отвести лишь две полосы дорожного движения и дать виадуку роль второстепенного транспортного сооружения.



Рисунок 1- объемная модель моста Solar wind



Рисунок 2- объемная модель моста Solar wind

Данный проект намеривается произвести фурор в мостостроительной отрасли. Инновационный проект уже создан как конструктивный план, доказывая решимость и возможность продвигать такие комбинированные мосты, создавая будущее на чистой энергии.

Именно за такими инновациями и стоит будущее.

СТРОИТЕЛЬСТВО МОСТА В ПАВЛОДАРЕ

Швед Алексей Сергеевич, студент 1-го курса кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Костюкович О.В., ассистент)

Главный инженер строительства моста, строит их всю жизнь в течение 40 лет. Среди его проектов есть самый крупный в России Волгу, который строили 25 лет.

В.С. Фридман работал на ещё одном строительстве через Иртыш, арка того моста за редкую красоту названа Красным драконом. А в Сургуте Он построил первый в России вантовый мост. там установили рекордную пролётную длину пилонной системы – 408 метров.

И как на всём этом фоне вы оцениваете мостовой переход в Павлодаре? - я оцениваю очень высоко. Это будет потрясающая конструкция. Так как мостовой переход пересекает очень широкий участок поймы реки и включает в себя целых четыре моста – через Старый, через Усолку и озеро Щучье. И каждый из этих мостов по своему особенный, требует особых методов в ходе строительства. Сейчас работы ведутся на самой длинной – эстакадной – части моста, длина которой составляет 2376 метров.

Эстакада будет собрана из прочных пролётных строений, которые установлены на 74 опоры. Основное же русло пересечёт арочный мост. Его арки будут наклонены друг к другу, и вместо подвесок применены ванты (тросы), что позволит оптимально использовать конструкции арок. В строительстве используют многие новинки и впервые применяют их на практике.

Переход через реку Иртыш ведёт российская фирма «Мостострой-11». О ходе работы на объекте нам рассказывает главный начальник участка мостового строительства Сергей Гордин. Сергей строил мосты в Тюмени, Москве, Пензе, во Владивостоке. Один же из самых интересных в его биографии – двухпилонный вантовый мост с острова Русский на материк. Там использовались самые длинные в мире ванты (канаты) – более 590 метров, а длина металлического пролёта моста составляет 1100 метров. Малая арка моста состоит из 21 блока, большая – из 42. Подъём будет производиться с помощью гидравлических домкратов. На строительстве занято свыше 200 человек, работа ведётся по графику, – говорит начальник, – идёт также подготовка к покраске

различных конструкций моста, она продлит его долговечность. Монтаж предположительно будет закончен к концу августа, а покраска к концу сентября

По моему мнению, мост в Павлодаре является красивейшим сооружением на сей день, этот мост выглядит очень современно и для Казахстана он будет новым этапом в истории строительства, он выполнен из отечественных материалов и при строительстве были задействованы в основном только местные специалисты. При строительстве этого моста используют новые технологии, одной из них является подъем основной арки с помощью гидравлических домкратов. Это огромное достижение для этой страны и оно стоит потраченных на него денег. К дню окончания строительства, Казахстан поднимется на один огромный шаг в плане развития транспортных коммуникаций что позволит улучшить торговлю, развитие туризма и другие положительные факторы.



Рисунок 1 –Строительство моста

Литература:

1. pavlodarnews.kz/index.php?id=21657
2. m.inform.kz/en/article/2924056

МОСТ САН-ШАНЬ(SAN-SHAN) ДЛЯ ЗИМНИХ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР В ПЕКИНЕ К 2022 ГОДУ

*Щемелёв Денис Дмитриевич, студент 1-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Мост Сан-Шань через реку Гуй будет являться неотъемлемой частью инфраструктуры для зимних Олимпийских игр 2022 года в Пекине. В рамках подготовки к зимним Олимпийским играм, пекинская архитектурная фирма Penda представила проект данного автомобильного моста.

Разрабатывая конструкцию моста, архитекторы вдохновлялись эмблемой Игр – олимпийскими кольцами. (Рис. 1).

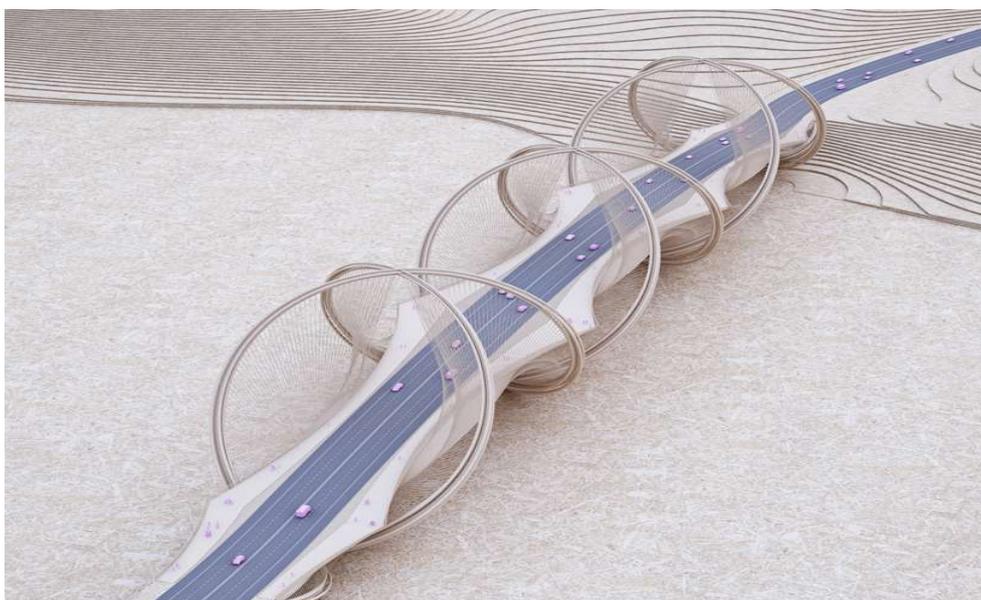


Рисунок 1 – Проект моста Сан-Шань

Само название моста переводится как «Три пика». Их олицетворяют опорные тросы эллиптической формы. Кроме того, конструкция будет выполнена в белом цвете, чтобы создать разительный контраст с лесистым фоном и грязной речной водой.

Опорные тросы в форме арок были разработаны и спроектированы британской инженерной фирмой ARUP. Их участие в проекте позволит мосту

приобрести задуманный эстетический вид, не теряя при этом необходимой прочности.

Структура моста Сан-Шань соединяет берега реки Гуй 452-метровой длиной моста и делится на три группы скрещивающихся стальных конструкций арочного типа с максимальным пролётом 95 метров. Последовательные дуги образуют предварительно напрядённые двойные спирали, которые пересекают и поддерживают друг друга в нижних и верхних частях. Спираль разработана и спроектирована так, чтобы она была тонкой насколько это возможно и предложить лучшие структурные характеристики. Проезжая часть моста подвешена с помощью высокопрочных стальных кабелей, которые подсоединены к аркам. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Смоделированный мост Сан-Шань

Каждый член арки состоит из пяти стальных труб, соединённых пластин и переносят нагрузку на платформы фундамента. Волнистая поверхность, образованная кабелями, определяет и заполняет внутреннее пространство моста. (Рис. 3).



Рисунок 3 – Структура кабелей

На основании соевей двойной спиральной структуры мост использует в 5 раз меньше стали, чем обычный балочный мост.

Благодаря совместным усилиям архитектурной фирмы Penda и британской инженерной фирме ARUP, мост Сан-Шань может стать символом приглашающего духа Олимпийских игр, а так же стать одной из красивейших достопримечательностей Пекина.

Литература:

1. <http://www.arch2o.com/bridge-for-the-2022-winter-olympics-in-beijing-penda/>
2. <http://www.novate.ru/blogs/250716/37356/>
3. <http://www.ignant.com/2016/08/29/the-san-shan-bridge-by-penda/>

Секция 2

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РЕКОНСТРУКЦИИ, РЕМОНТЕ, СОДЕРЖАНИИ И МОНИТОРИНГЕ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛОК

*Доронин Александр Олегович, магистрант 2-го курса кафедры
"Технологические машины и оборудование"*

*Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина, г.Астана
(Научные руководители – Избаев Т.М., д-р техн. наук, профессор;
Брусова О.М. канд. техн. наук, старший преподаватель)*

Процессы дробления и измельчения широко используются во многих отраслях народного хозяйства. Они оказывают существенное влияние на технико-экономические показатели производства и качество готовых изделий и сырья. Резерв повышения эффективности производства заключается в модернизации технологического оборудования и совершенствовании технологических процессов. Молотковые дробилки широко используются на стадиях среднего и мелкого дробления при разрушении породы с коэффициентом крепости до 12 по шкале М.М. Протодьяконова. Слабым звеном в молотковой дробилке является рабочий орган, состоящий из вала, дисков и молотков. Из опыта работы горных предприятий известно, что срок службы молотков, в зависимости от перерабатываемого продукта, составляет от 170 до 530 часов. Такой срок службы приводит к большому количеству технических обслуживаний (около 20 ТО в год), повышенному расходу оборотных средств на закупку молотков. Повышение надежности работы молотков, дисков и вала в сочетании с простотой конструкции дробилки в целом сделает этот тип ударных машин одним из совершенных. Повышение эффективности использования дробилки может быть достигнуто за счет увеличения срока службы молотков до их предельного состояния и увеличения межремонтного периода /1/. Сложившаяся ситуация требует проведения дополнительных исследований по разработке улучшенной конструкции и созданию методики оценки остаточного ресурса рабочего органа. Это возможно с помощью применения методов неразрушающего контроля, которые позволяют оценивать остаточный ресурс оборудования (на основе замера вибросигнала), следовательно, оперативно определять текущее состояние рабочего органа, выявлять дефекты и выдавать рекомендации по срокам ремонта.

Таким образом, исследование рабочего процесса молотковой дробилки, разработка конструкции рабочего органа повышенной эффективности,

определение фактического технического состояния рабочего органа, прогнозирование остаточного ресурса и снижение суммарных затрат на техобслуживание и ремонт являются актуальной научно-технической задачей, отвечающей потребностям практики горного производства. Объектом исследования является рабочий орган молотковых дробилок. Предметом исследования является оценка напряженно-деформированного состояния рабочего органа и определение остаточного ресурса молотковых дробилок. Идея работы. Снижение массы и повышение производительности молотковой дробилки благодаря рациональным параметрам её рабочего органа/2/. Использование достаточного объема статистической информации, характеризующей уровень эксплуатации элементов рабочего органа молотковой дробилки. При выполнении теоретических исследований использовались основные положения и методы теории подобия и моделирования, моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) рабочих элементов молотковой дробилки, анализ и обобщение научно-технической и патентной информации; при проведении экспериментальных исследований – положения теории надёжности, методы математической статистики и теории вероятностей, методы неразрушающего контроля. Выбор рациональных геометрических параметров рабочего органа молотковых дробилок проводится на основе анализа результатов моделирования напряженно-деформированного состояния рабочего органа, с учетом фактических нагрузок, возникающих при дроблении глинистых пород/3/. Повышение долговечности и надежности рабочего органа обеспечивается за счет рационального применения схемы установки молотков на роторе, учитывающей геометрические параметры рабочего органа, определяемые конструкцией молотков и дисков.

Литература:

1. Брусова О.М. Обоснование выбора биметаллических материалов при производстве рабочих органов молотковых дробилок // Автореферат ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет». – 2012. – С. 37–40.
2. Лагунова Ю.А., Брусова О.М., Сайтов В.И. Увеличение срока службы молотковых дробилок // Известия вузов. Горный журнал. – 2012. – № 1. – С. 74-77.
3. Лагунова Ю.А., Брусова О.М. Влияние коэффициента готовности на структуру ремонтного цикла дробильного оборудования // Эффективность молотковых дробилок: Отдельные статьи Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала). – 2012. - № 1. – С. 3-6.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В НЕФТИ И ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ

*Қойшыбаева Алина Қойшыбайқызы, магистрантка 1 курса кафедры
"Технологические машины и оборудование"*

*Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина, г.Астана
(Научный руководитель – Болатова А.Б., канд. техн. наук,
старший преподаватель)*

Общие прогнозные извлекаемые ресурсы углеводородного сырья в Республике Казахстан составляют 17 млрд. тонн. По подтвержденным запасам нефти Казахстан входит в число 15 ведущих стран мира. Казахстан обладает значительными запасами углеводородного сырья – 3,3 % мировых запасов.

В обозримом будущем нефтегазовый сектор страны будет развиваться динамично, что требует координации деятельности всех заинтересованных сторон путем выработки единых для страны планов комплексного развития отрасли, включающих строительство объектов производственного, социального и экологического назначения. Программа определяет круг важных задач отраслевого значения в рассматриваемом периоде и, соответственно, формирует комплекс взаимосвязанных организационных, нормотворческих, свойства (качество) нефти.

Одна из самых актуальных проблем - содержание воды в нефти.

Ограничение содержания воды в нефти связано со следующими причинами:

- вода вместе с нефтью образует высоковязкие эмульсии, перекачка которых на достаточно большие расстояния приведет к дополнительным энергетическим затратам;

- транспортирование пластовой воды вместе с нефтью нерационально, так как вода представляет собой балласт, который не имеет товарной ценности; кроме того, соответственно увеличивающемуся объему прокачиваемой жидкости возрастают капитальные и эксплуатационные затраты;

- вода в нефти в условиях низких температур кристаллизуется, что затрудняет перекачку нефти (забивка фильтров, поломка насосов);

- пластовая вода, содержащаяся в нефти, представляет собой растворы солей, тем самым способствует коррозии оборудования.

В связи с этим определение содержания воды в нефти в химической лаборатории является одним из важных испытаний.

По степени подготовки нефти к транспортировке нормируются следующие показатели:

- содержание воды;
- содержание механических примесей;
- давление насыщенных паров экономических, социальных, финансовых и

других мер, направленных на их решение. Для определения содержания воды в нефти, вычисления среднего значения объемной доли воды в нефти и объема чистой нефти при работе используют водяную баню и Дина Старка (Рис 6). В колбу наливается 100мл нефти и 100 мл растворителя, затем нагревают, при испарении, вода с нефти через холодильник попадает в ловушку приемник. А в ловушке есть деление, обозначение процента обводненности нефти. Анализ проводится не менее 1 часа согласно ГОСТу 2477-65. Настоящий стандарт устанавливает метод определения воды в нефти, жидких нефтепродуктах, пластичных смазках, парафинах, церезинах, восках, гудронах и битумах.



Рисунок 1 Аппарат Дина Старка в химической лаборатории НГДУ

Сущность метода состоит в нагревании пробы нефтепродукта с нерастворимым в воде растворителем и измерении объема сконденсированной воды.

Проведение анализа по ГОСТу 2477-65, аппаратом Дина Старка

1. Массовую (X) или объемную (X_1) долю воды в процентах вычисляют по

формулам 1, 2:

$$X = \frac{V_0}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

$$X_1 = \frac{V_0}{V} \cdot 100, \quad (2)$$

где V_0 - объем воды в приемнике-ловушке, см^3 ; m - масса пробы, г; V - объем пробы, см^3 .

Вычисления проведения анализа по ГОСТу 2477-65, аппаратом Дина Старка записаны в таблице 1

Таблица 1 – Проведение анализа аппаратом Дина Старко

Время проведения анализа	Массовая доля воды в нефти $X = \frac{V_0}{m} \cdot 100$;
1	2
8 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	$X=0,21\text{см}^3/100\text{г} \times 100\%=0,21\%$ воды в нефти
10 ⁰⁰ -11 ⁰⁰	$X=0,15\text{см}^3/100\text{г} \times 100\%=0,15\%$ воды в нефти
12 ⁰⁰ -13 ⁰⁰	$X=0,12\text{см}^3/100\text{г} \times 100\%=0,12\%$ воды в нефти
14 ⁰⁰ -15 ⁰⁰	$X=1,2\text{см}^3/100\text{г} \times 100\%=1,2\%$ воды в нефти

Во время проведения анализа в 14⁰⁰ вышла некондиция, т.е содержание воды в нефти превысило пределы и не совпадает требованиям.

Содержание воды в нефти резко изменилось и превысило пределы в связи с тем, что анализ проводили титрометрическим методом. Лаборатория не оснащена таким оборудованием, чтобы можно было бы проводить анализы чаще. На проведение одного анализа затрачивается 2 часа. За это время содержание воды резко изменилось. Вся нефть собранная в резервуаре уже потеряла нужные свойства и не соответствует требованиям товарной нефти. Проводятся дополнительные мероприятия для обезвоживания нефти.

Неопределенность (измерений) – это параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Неопределенность обычно представляют в виде границ отклонения значения величины от ее оценки. Закон распределения возможных значений этих величин в указанных (нижней и верхней) границах $[(b_{i-}, b_{i+})$ для i -й входной величины] считаем равномерным. При этом стандартную неопределенность, определяют по формуле (3)

$$U_{(xi)}=b_{i+}+b_{i-}\cdot\sqrt{3}, \quad (3)$$

где $b_{i+}=1,2\%$; $b_{i-}=0,12\%$ - верхний и нижний границы для входной величины

$$U_{(xi)}=b_{i+}+b_{i-}\cdot\sqrt{3}=1,2\%+0,12\%\cdot\sqrt{3}=0,39\%$$

Неопределенность измерения данной методикой равна 0,39%.

Недостатки метода определения воды в нефти ГОСТом 2477-65, используемый в химической лаборатории НГДУ Кенкиякнефть

При определении содержания воды в нефти ГОСТом 2477-65, используемый в химической лаборатории НГДУ Кенкиякнефть, выявляются недостатки перечисленные в таблице 2.

Таблица 2 – Недостатки метода определения содержания воды в нефти ГОСТом 2477-65, используемого в химической лаборатории НГДУ

1	Определение содержания воды в нефти проводится титрометрическим методом по ГОСТу 2477-65.
2	На один анализ затрачивается 2 часа рабочего времени.
3	Большие финансовые расходы. Для проведения анализа механическим способом согласно ГОСТу 2477-65 требуется закупить сам аппарат Дина-Старка, колбы-нагреватели, химические реагенты. Закупают растворитель толуол (в день(2 смены) расходуется от 7 до 10 кг толуола)
4	Работники вдыхают пары испарения нефти и толуола во время проведения анализа. Толуол используют в качестве растворителя для определения воды в нефти. А толуол является прекурсором(наркотическим средством,3-й класс опасности) который влияет на жизнь работника и вызывает профессиональное заболевание.
5	Контроль качества нефти на содержание воды по состоянию оборудования химической лаборатории на данный момент может проводиться только через каждые 2 часа, что влияет на изменение качества нефти. А если в товарный резервуар поступает вода, приходится дополнительно проводить мероприятия по обезвоживанию нефти. Для этого увеличивают температуру нефти, увеличивают расход KLN(химического реагента- деэмульгатора). Перерасход деэмульгаторов KLN 1,2 это дополнительный расход энергии , газа, рабочей силы и физическая нагрузка на работников, несвоевременная подготовка сдачи нефти.
6	Большие габаритные размеры оборудования и приборов.

Проведение анализа на содержание воды в нефти ГОСТом 14203-69 "Нефть и нефтепродукты. Диэлькометрический метод определения влажности"

Согласно этому стандарту измерения влажности эмульсии нефти и нефтепродуктов, способных образовывать эмульсии типа «вода в масле», можно определять диэлькометрическими влагомерами.

Метод основан на измерении зависимости диэлектрической проницаемости эмульсии от содержания воды. На основе этого метода содержание воды в нефти определяется автоматическими влагомерами. Это на много улучшает качество проводимых анализов.

Для определения влажности диэлькометрическим методом можно анализ двумя способами:

- а) порционным - в лабораторных условиях, автоматическими влагомерами
- б) непрерывным - через трубопроводы сразу при выкачивании нефти

Рассматривается метод определения воды порционным способом, т.е. проведение анализов в лаборатории.

Для проведения анализа диэлькометрическим методом определения влажности требуются следующие приборы и оборудования:

1) диэлькометрический метод осуществляется с применением влагомеров, состоящих из емкостных датчиков и измерительных блоков, преобразующие; изменения электрической емкости датчика, вызываемые изменением влажности эмульсии, в выходной сигнал;

2) применяют влагомеры с диапазонами измерения влажности: 0 - 0,75; 0 - 1,5; 0 - 3; 0 - 15; 0 - 60 % (по объему);

3) для измерения влажности нефти и нефтепродуктов должны использоваться влагомеры:

4) с подстройкой на нефть с определенной диэлектрической характеристикой при измерении;

5) с автоматической коррекцией влияния изменения диэлектрической характеристики нефти;

б) основная приведенная погрешность влагомеров в зависимости от диапазонов измерения влажности не должна превышать значений, указанных в таблице 3;

Таблица 3 – Основная приведенная погрешность влагомеров в зависимости от диапазонов измерения влажности

Диапазоны измерения влажности, %, (по объему)	0 - 0,75	0 - 1,5	0 - 3	0 - 15	0 - 60
Основная приведенная погрешность влагомеров, %	±4; ±6	±2,5; ±4; ±6	±2,5; ±4; ±6	±2,5; ±4; ±6	±2,5; ±4; ±6

7) при отсутствии устройства для регулировки и компенсации емкости датчика после его разборки и сборки контролируют относительное изменение емкости промытого и осушенного датчика в процентах, которое не должно превышать значений, указанных в таблице 4;

Таблица 4 – Относительное изменение емкости промытого и осушенного датчика

Диапазон измерения влажности, % (по объему)	Основная приведенная погрешность влагомера, %		
	±2,5	±4,0	±6,0
0 - 0,75	-	0,06	0,1
0 - 1,5	0,12	0,17	0,2
0 - 3	0,20	0,30	0,30
0 - 15	1,00	1,50	1,50
0 - 60	3,00	3,00	3,00

8) перед определением влажности нефти с определенной диэлектрической характеристикой влагомер должен быть настроен на измеряемую нефть в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора [22].

Проведение анализа влагомером ВАД-40М:

1) В результате определения находят влажность в % по объему ($W_{об}$) и затем при необходимости вычисляют массовую концентрацию в %.

2) Массовую концентрацию воды ($W_{мас}$) в % вычисляют по формуле 4

$$W_{мас} = \frac{W_{об}}{d}, \quad (4)$$

где d - относительная плотность нефти (нефтепродукта) при 20 °С.

Таблица 5 – Результаты лабораторных исследований

Время проведения анализа	Значение на влагомере $W_{об}$	Плотность испытуемой нефти d	Массовую концентрацию воды ($W_{мас}$) в %
8 ⁰⁰ -8 ¹⁵	$W_{об}=0,2\%$	$d=0,905г/см^3$	$W_{мас}=0,2\%/0,905г/см^3=0,22\%$
8 ³⁰ -8 ⁴⁵	$W_{об}=0,7\%$	$d=0,902г/см^3$	$W_{мас}=0,7\%/0,902г/см^3=0,78\%$

Таблица 6 – Проведение анализа автоматическим влагомером ВАД-40М При проведении второго анализа в 8³⁰ результат содержания воды в нефти не совпадает с допустимым значением.

Содержание воды во время проведения анализа оборудованием Старка	Содержание воды во время проведения анализа влагомером ВАД-40М
0,21%	0,22%
0,78%	0,8%

3. Среднюю влажность в потоке нефти за время измерения вычисляют как среднее арифметическое результатов показаний влагомера за этот промежуток времени.

$$W_{\text{мас.ср}}=(0,22+0,78)/2=0,5\% \quad (4.2)$$

4. Разность между двумя параллельными анализами в первом случае 0,01, а во втором случае 0,02. Это значит разницы в измерении незначительны.

Значение содержания воды при проведении анализа двумя методами незначимо изменились. При определении содержания воды в нефти автоматическим влагомером анализы проводились через каждые 30 минут. При изменении содержания воды по значению влагомера во время второго анализа в 8³⁰, должны приняты немедленные меры по подготовке и перекачке нефти. Согласно требованиям регламента работы, Лаборант передает результат Технологи и Оператору по подготовке нефти для осуществления последующих мер. В данном случае, при проведении анализа автоматическим влагомером, было сэкономлено время.

Таблица 8 – Сравнительный анализ проведения испытания по ГОСТу 2477-65 оборудованием Дина Старка и ГОСТом 14203-69 автоматическим влагомером

№	Характеристика оборудования	Оборудование Дина Старко	Влагомер ВАД-40М
1.	Время проведения анализа	2 часа	15 сек
2	Размеры измерительного устройства и используемые хим. реагенты	1)Круглодонная колба на 500мл 2)Ловушка-приемника 10мл 3)холодильник марки ХПТ 4)растворители безводные углеводородные: - толуол по <u>ГОСТ 5789</u> или толуол нефтяной по <u>ГОСТ 14710</u> ; - нефрат-50 или 80 5)хромовая смесь для мытья и чистки химической посуды 6)дистиллированная вода, после мытья посуду ополаскивают ею перед сушкой 7)ацетон , когда капли воды задерживаются внутри холодильники ее сбивают ацетоном. 8)секундомер	100x190x70 мм , хим растворители и реагенты не используются
3	Масса прибора	Приблизительно 3-4 кг	без датчика 0.5 кг

4	Измерение влагосодержания в диапазоне	От 0,03 % и более	от 0 до 99%
5	Финансовые расходы	Примерно 4300000 тенге в год	1000000 тенге
6	Результаты измерений	Анализ проводится титрометрическим методом и вычисляется результат	Результаты температуры и содержания воды подаются на ЖК-монитор непосредственно в °С и в %.
7	Влияние на работников	Работники вдыхают пары испарения нефти и толуола во время проведения анализа	Химические реагенты не используются
8	Рабочая сила	Расходуется рабочая сила так как анализ проводится механически	Анализ проводится автоматическим влагомером

На основе сравнительного анализа предлагается внедрить автоматический влагомер ВАД-40М.

Преимущества внедрения автоматического влагомера ВАД040М:

- 1) самое главное улучшение качества анализа на содержание воды в нефти;
- 2) результат анализа можно получить уже через 15 секунд и сразу оповещают ответственного технолога, а он оператора товарной нефти который отвечает за подготовку и перекачку нефти. Что дает возможность быстро и эффективно работать. Если до этого анализ могли проводить только через 2 часа в связи с оборудованием лаборатории, то данный влагомер дает возможность проводить намного быстрее, тем самым качество товарной нефти намного улучшится. Постоянный четкий контроль качества сдаваемой нефти приводит к своевременной успешной сдаче каждой партии нефти;
- 3) прибор влагомер можно закупить в среднем около 1000000 тенге. Когда для проведения анализа механическим способом согласно ГОСТу 2477 -65 расходуется только в год примерно 5000000 тенге. Это значит что внедрение автоматического влагомера дает возможность сэкономить финансовые расходы на материалы и химические реагенты;
- 4) небольшие габариты, вес, удобства и сравнительная простота в эксплуатации автоматического влагомера.

Литература:

1. <http://chem21.info/info/1073759/> // Справочник химика.
2. Немиров М.С., Силкина Т.Г. Влияние структуры потока сырой нефти на достоверность отбора проб // ОП ГНМЦ ОАО "Нефтеавтоматика". – 2014. – № 1. - С. 138-141.
3. Курманов А.К, Мендалиева С.И., Болатова А.Б. Методическое указание для выполнения магистерской диссертации // КазАТУ им.С.Сейфуллина. – 2016. - С. 23-26.

МОДЕЛИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

*Курдюков Виталий Владимирович, докторант PhD, кафедра
«Информатика и ИБ»*

*Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана.
(Научный руководитель - Казиев Г.З., докт. техн. наук, профессор)*

Переезжая по мосту, соединяющему одну часть города с другой, редко обращаем внимание на то, из чего сделаны эти сооружения, но экономим массу времени и сил, благодаря архитекторам и строителям мостов. Мир технологий никогда не имел границ – его движущая сила – человеческий ум и стремление к созиданию и объединению. С наступлением эры данных, перед всем человечеством открываются невероятные возможности для работы, инновационных решений и строительства.

Мосты являются сложными структурами, и должны быть тщательно разработаны [1]. Они могут соединять берега, перекидываясь через реки, непроходимые ущелья, обеспечивают более прямой маршрут, при этом существенно уменьшают время в пути. Для строительства мостов используют развитие технологий и совершенствование материалов. Мост является древнейшим изобретением человечества. Big Data – главный термин, фигурирующий на всех профессиональных конференциях, анализу данных, прогностической аналитике, интеллектуальному анализу данных. Термин используется в сферах, где актуальна работа с качественно большими объемами данных, где постоянно происходит увеличение скорости потока данных в организационный процесс: экономике, производстве, строительстве, банковской деятельности, маркетинге, телекоммуникациях.

Вместе со стремительным накоплением информации в строительстве, быстрыми темпами развиваются и технологии анализа данных. Большие данные - это многообразие получения воспринимаемых человеком результатов, эффективных в условиях непрерывного прироста, получаемые путём распределения по многочисленным узлам вычислительной сети.

В качестве определяющих характеристик для больших данных отмечают три «V»:

1. Объём (англ. *volume*, величина физического объёма).
2. Скорость (англ. *velocity* как скорость прироста, так и необходимость высокоскоростной обработки и получения результатов).

3. Многообразие (англ. *variety*, в смысле возможности одновременной обработки различных типов структурированных и полу структурированных данных).

На данный момент к трём «V» добавляют ещё две «V».

1. Достоверность (*veracity*, понимая под этим целостность данных и уровень доверия к результатам).

2. Ценность (*value*, информация полезная и ценная, собираемые данные должны оправдывать затраты на их обработку и анализ).

Big Data – это конкретный набор подходов и технологий, призванных решить данные задачи. В основе одного из таких подходов лежит система распределенных вычислений, где обработка больших объемов данных требует для себя не одну высокопроизводительную машину, а целую группу таких машин, объединенных в кластер.

Мосты состоят из пролётных строений и опор. Пролётные строения служат для восприятия нагрузок и передачи их опорам; на них может располагаться проезжая часть, пешеходный переход, трубопровод. Опоры переносят нагрузки с пролётных строений на основания моста. Пролётные строения состоят из несущих конструкций балок и ферм, плиты проезжей части. Статическая схема пролётных строений может быть арочной, балочной, рамной, вантовой или комбинированной; она определяет тип моста по конструкции. Обычно пролётные строения прямолинейны, однако в случае необходимости при постройке эстакад и дорожных развязок им придают сложную форму: либо кольцевую, либо спиралеобразную. Пролётные строения поддерживаются опорами, каждая из которых состоит из фундамента и опорной части. Формы опор могут быть весьма разнообразными. Схема моста - формула, в которой последовательно представлены размеры расчётных пролётов - расстояния между центрами опорных частей пролётных строений. Если несколько последовательных опорных частей имеют одинаковый размер, указывается их количество, помноженное на размер каждого. Например, схема моста $10+4 \times 15+8$ метра значит, что у первого пролётного строения моста расчётный пролёт — 10 метров, четыре следующих — по 15 метров, каждый и пятый — 8 метра.

Главнейшими материалами для строительства мостов являются камень, цемент, сталь, алюминий, дерево, кирпич, композиты. Бетон является популярным для всех видов строительства моста из-за своей доступности и прочности. Бетон не требует большого ухода, хотя он имеет тенденцию разрушаться от соленой воды и эрозии. Внешне бетон непривлекателен, поэтому архитекторы редко используют его в проектах, считая его скучным, серым. При использовании на длинных пролетах, бетон усиливается стальными решетками. Сталь является одним из самых популярных материалов для мостов и может

быть использована для большого диапазона расстояний, которые не возможны с другими материалами. Сталь в сто раз долговечнее, чем бетон и весит меньше. Стальные мосты подвержены ржавчине и коррозии, однако, и, как правило, они требуют специального техобслуживания. Многие мосты окрашены в различные цвета – это помогает улучшить их внешний вид. Алюминий слишком мягкий материал по сравнению со сталью, но он часто используется там, где высокая прочность не прерогатива. Алюминий устойчив к коррозии, и более эстетически привлекательный, чем сталь, поэтому он часто превращается в покрытие и защиту других материалов бетона или стали. Натуральный камень является одним из древнейших материалов для строительства моста. Этот материал способен противостоять эрозии ветра и воды. Такие материалы, как гранит и известняк очень привлекательны и внешне, плюс ко всему они будут служить в течение многих столетий практически без технического обслуживания. В то же время, камень имеет высокие затраты на установку. Он часто используется для создания опор моста и нижних колонн, при том, что верхняя часть моста может быть построена из более доступных и легких материалов. Дерево не так надежно, как другие строительные материалы для мостов, и должно быть использовано только на относительно простых структурах. Это один из более доступных строительных материалов. С деревом легко работать с использованием основных инструментов и оборудования. Деревянные мосты, в первую очередь, выигрывают внешне, благодаря природной красоте. Но дерево может разбухать и гнить под воздействием влаги, но жизнь деревянного моста будет длиться дольше, при условии обеспечения защиты от дождя при химической обработке. Композитные изделия из армированных волокном полимеров (FRP) являются одним из новейших материалов, которые используются для строительства мостов. Они весят на восемьдесят процентов меньше, чем сталь, но такие же прочные и долговечные. В то время как даже самый сильный стальной или железобетонный мост потребует значительного технического обслуживания на протяжении многих лет, FRP практически не требует заботы. Такие мосты не подвержены коррозии в морской воде, что делает их превосходным выбором для строительства в воде.

Большие данные в строительстве работают с объемами информации, которые нельзя обработать средствами традиционных СУБД. Как правило, это объемы, превышающие один петабайт. Основной идеей работы с таким объемом информации является параллельная обработка (один из видов обработки информации, когда несколько операций могут выполняться одновременно). Variety - многообразие. Технологии Big Data работают с различными данными. Это могут быть как структурированные отчеты фирм по необходимым материалам строительства мостов, так и аудио-видео файлы, изображения,

информация из социальных сетей (отзывы, комментарии). Velocity - скорость. Когда говорят о скорости, подразумевают не только скорость и быстроту строительства объекта, но и скорость реакции на ее изменение. Технологии Больших Данных быстро реагируют на изменения уже имеющихся данных и корректируют результат с поправкой на них. В идеале - в режиме реального времени. Veracity - достоверность. При строительстве мостов, в таком объеме данных, с которыми работают Big Data, особую ценность представляет именно отделение достоверной информации от недостоверной, так как от этой информации зависит правильность принятых решений. Value - ценность. Собираемые данные должны оправдывать затраты на их обработку и анализ при строительстве даже самого маленького моста. Информация должна быть ценной и полезной. Сегодня к большим данным обратился малый и средний бизнес. С дальнейшим проникновением информационных технологий в строительство, производство, бизнес-среду и повседневную жизнь каждого из нас подлежащие обработке информационные потоки продолжают непрерывно расти.

Наиболее характерной стороной современности является непрерывное развитие сети постоянных путей сообщения. Транспортные связи обеспечивают нужды промышленности, сельского хозяйства и торговли, способствуют международному разделению труда и сближению между странами и народами. Железные и автомобильные дороги, нефтепроводы и газопроводы прокладываются в различных географических и климатических зонах, преодолевают реки, горные хребты, тайгу и болота. Новые дороги и трубопроводы во многих случаях проходят по застроенной местности, сооружаются в городах и пересекают существующие железные и автомобильные дороги. Прокладка транспортных трасс через любые препятствия обычно сопряжена с необходимостью выполнения сложных строительных работ. Поэтому именно мосты, представляют собой инженерные сооружения, позволяющие проложить транспортную магистраль над встретившимися препятствиями.

Известны разнообразные типы мостов, различающиеся по назначению, конструкции и архитектуре. Компонировка и конструкция моста в значительной степени определяется характером препятствия, преодолеваемого транспортной магистралью в месте постройки сооружения. Чаще всего мосты строят через водные преграды: реки, озера, морские проливы. Объем работ и стоимость строительства определяются размерами моста, топографией и геологией местности, режимом водотока под сооружением. При прокладке дорог наибольшее число мостов обычно приходится строить через многочисленные малые реки, которые пересекают трассу дороги. Когда расчетные расходы воды, которые должны быть пропущены под сооружениями, невелики, то при

ограниченной высоте насыпи мосты заменяют водопропускными трубами, укладываемыми в тело насыпи. Земляное полотно дороги при этом полностью не прерывают, что позволяет получить экономию в стоимости и сократить сроки строительства. Размеры труб стандартизированы, а их конструкция допускает широкое использование строительных механизмов при монтаже.

В настоящее время широко применяют железобетонные и металлические трубы. Сложность и ответственность расчетов при проектировании любого сооружения существенно зависит от его масштабов. При увеличении линейных размеров быстро возрастает собственный вес и масса отдельных элементов. Постоянная нагрузка и динамические силы, развивающиеся при вынужденных колебаниях, начинают играть преобладающую роль при проверках прочности и устойчивости частей сооружения. Особого внимания заслуживают вопросы проектирования мостов больших пролетов. Само понятие «мост большого пролета» требует некоторого уточнения и должно связываться с системой и типом сооружения. К малым и средним обычно относят мосты, имеющие пролеты от ста до ста пятидесяти метров. Эта условная граница имеет в виду главным образом балочные и арочные системы. Для современных больших висячих мостов характерны пролеты шестьсот – семьсот метров и более.

При проектировании мостов больших пролетов возрастает роль расчетов на устойчивость и динамических расчетов, связанных с воздействием ветровых и сейсмических сил, а также расчетов по уточненным расчетным схемам. Особое значение приобретает также вопрос об использовании типов мостовых конструкций и материалов с надлежащими прочностными и весовыми характеристиками, выбранными с учетом климатических условий в месте расположения сооружений.

Кластеризация – разбиение множества объектов на группы (кластеры), основываясь на свойствах этих объектов [2]. Кластер мостов представляет собой группу объектов, имеющих общие признаки. Целью алгоритмов кластеризации является создание классов, которые максимально связаны внутри себя, но различны друг от друга. Поэтому характеристиками кластера мостов можно назвать два признака: внутренняя однородность – документы внутри одного кластера должны быть максимально схожи между собой: внешняя изолированность – документы из одного кластера должны быть как можно меньше схожи с документами из другого кластера [3].

Для этапа кластеризации характерно отсутствие каких-либо различий, как между переменными, так и между записями. Ищутся группы наиболее близких, похожих записей. Методы автоматического разбиения на кластеры редко используются сами по себе, просто для получения групп схожих объектов. Анализ только начинается с разбиения на кластеры, чем оно вызвано. Громадное

достоинство кластерного анализа в том, что он позволяет производить разбиение объектов не по одному параметру, а по целому набору признаков. Так же, кластерный анализ, в отличие от большинства математическо-статистических методов, не накладывает никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов и позволяет рассматривать множество исходных данных практически произвольной природы. Это имеет большое значение для строительства мостов и прогнозирования конъюнктуры, при наличии разнородных показателей, затрудняющих применение традиционных эконометрических подходов. Кластерный анализ позволяет рассматривать достаточно большой объём информации и резко сокращать, сжимать большие массивы информации, делать их компактными и наглядными. Задача кластеризации состоит в разделении исследуемого множества объектов на группы «похожих» объектов называемыми кластерами. Слово кластер английского происхождения (cluster), переводится как сгусток, пучок, группа. Решение задачи разбиения множества элементов на кластеры называют кластерным анализом. В задаче кластеризации отнесение каждого из объектов данных осуществляется к одному (или нескольким) из заранее неопределённых классов. Разбиение объектов данных по кластерам осуществляется при одновременном их формировании. Определение кластеров и разбиение по ним объектов данных выражается в итоговой модели данных, которая является решением кластеризации и строительством необходимого моста. В данную серию включают средства массово-параллельной обработки неопределённо структурированных данных, прежде всего, решениями категории NoSQL, алгоритмами Map-Reduce, программными каркасами и библиотеками проекта Hadoop.

По пропускаемой нагрузке мосты делятся на железнодорожные, автомобильные, метромосты, пешеходные, велосипедные, комбинированные. Мосты различают по материалу, из которого выполнены пролетные строения - деревянные, железобетонные, металлические. А так же по основной статической схеме: рамные, балочные, арочные, комбинированные, висячие. Мосты подразделяются по уровню расположения проезда относительно конструкций пролетного строения - езда понизу, поверху, посередине.

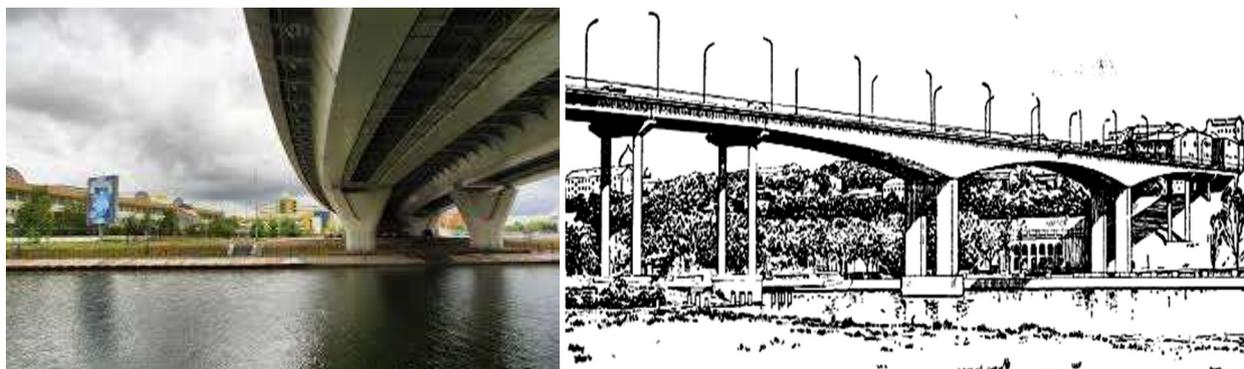


Рисунок 1 – Городской мост

В районе Евразийского университета открыта развязка, связывающая улицы А. Иманова, Л. Гумилева и К. Мунайпасова. Теперь мосты на проспектах Манаса и Абылай-хана значительно разгрузятся. Великолепным открытием стал мост М-2, достойное продолжение М-1 и других начинаний, связанных со строительством различных переправ. Сейчас автомобилисты получили возможность поворачивать налево прямо из микрорайона Молодежного, не выезжая на проспект Республики. Проект расширения улицы Гастелло удалось реализовать, и современной скоростной магистралью соединился аэропорт и район старого торгового рынка. Это, очень здорово для жителей и гостей столицы. Главное, что мост М-2 уже работает. Закончили его раньше срока. Генеральным подрядчиком выступило АО "Трансстроймост". Ширина шести полосного моста составляет почти 39 метров, длина — 362 метра. Объем инвестиций в строительство моста составил четыре миллиарда тенге. Особенное отличие моста — его покрытие. Это тонкослойное покрытие из смеси метилметакрилата и эпоксидной смолы. Эта технология позволяет делать покрытие толщиной всего 15 миллиметров. В то время как толщина асфальта в 6—7 раз больше. Соответственно и вес тоже. Новое покрытие не только легче (это позволяет строить более длинные и прочные мосты), но и надежнее. Строители, сдавшие мост в эксплуатацию дают гарантию на семьдесят пять лет. Кроме того, покрытие имеет характерную шероховатость, которая позволяет обеспечить дополнительное сцепление автомобилей с трассой. Время не стоит на месте, оно стремительно движется вперед. И за Акордой уже строится следующий мост. На основании генерального плана развития города Астаны до 2030 года предусмотрено размещение 30 мостов к уже существующим семнадцати, - сообщили в управлении пассажирского транспорта. Именно сколько необходимо построить автомобильных и пешеходных мостов в Астане.

Создание образа моста относится к сфере деятельности архитектора. В образе сооружения автор выражает свою творческую позицию, свое понимание стоящей перед ним проблемы. Поиск художественного образа

представляет собой главную задачу архитектурного проектирования. Примером выразительного образа мостового сооружения являются балочные мосты, образную характеристику которых можно определить как движение формы над препятствием. Необходимо отметить дизайнерский метод. Дизайн, или художественное конструирование, - это эстетическое и функциональное оформление предметной среды [4]. Применительно к мостам художественное конструирование - это проектирование и размещение элементов конструкции в пространстве при комплексном решении инженерных и эстетических задач. Выделение дизайна из общей системы методов архитектурного проектирования носит весьма условный характер, однако сделать это позволяют следующие его особенности. Первая состоит в безусловном соблюдении принципа наибольшей конструктивной и функциональной рациональности. Любые отступления от этого принципа, с целью достижения художественного эффекта, уже не являются художественным конструированием. Вторая и главная особенность, которая определяет художественное конструирование, состоит в том, что архитектор работает с архитектурными формами, в то время как дизайнер может иметь дело с конструкцией. Архитектору необходимо решить задачу соотношения моста и окружающей среды. Под окружающей средой понимается как естественная природа, так и самая разнообразная городская застройка. Поиск наиболее удачного соотношения моста со сложившимися городскими районами не подчиняется точным законам. Вопрос о том, как они должны соотноситься между собой, в разное время решался по-разному в зависимости от преобладающих эстетических взглядов.



Рисунок 2

Кластеризация Big Data — результат технической революции. Необходимость в аналитической работе с большими данными заметно изменило лицо ИТ-индустрии и стимулирует появление новых программных и аппаратных платформ [5]. Для анализа больших объемов данных применяются самые

высокотехнологические методы: искусственные нейронные сети — модели, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей; методы предиктивной аналитики, статистики и Natural Language Processing (направления искусственного интеллекта и математической лингвистики).

За последние годы в целом по Казахстану внимание уделяется формированию транспортных путей сообщения. Число мостов, их размеры считаются показателем сложности любой дороги. Реку не обойдешь и не объедешь, её нужно пересекать. Поэтому мосты необходимо строить очень прочно, надёжно, качественно, чтобы исправно несли свою службу в любой день и час. Спроектировать мост подвластно только профессиональным мостостроителям, только они могут искать и находить революционные технические решения.

Литература:

1. Аджия Сасси Перино Джорджо Фараджана Мосты / перевод с англ.
2. И. Бочкова.- Балашиха: Изд. ООО Астрель. 2004. – 176 с.
3. Котов А., Красильников Н. Кластеризация данных. 2006.
4. Казиев Г.З., Курдюков В.В. Международная научно-практическая конференция «Интеграция отечественной науки в мировую: структурные преобразования и перспективные направления». Санкт-Петербург 2016. - с.113
5. Пунин А.Л. Эстетические проблемы мостостроения /А.Л. Пунин // Вест.мостостроения. – 1998. - № 3-4. – С. 5-6.
6. Jain A., Murty M., Flynn P. Data Clustering: A.Review. // ACM Computing Surveys. 2009. Vol. 31, no. 3.

ВОЗВЕДЕНИЕ ОПОР МОСТОВ, СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ И НАПРАВЛЕННЫМ ВЗРЫВОМ

*Сулейменов Султан Оразалинович, студент 4-го курса кафедры
«Технологические машины и оборудование»*

*Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина, г.Астана
(Научный руководитель Игбаев Т.М. докт. техн. наук, академик академии
военных наук, профессор)*

В настоящее время создание скважин для возведения свайного фундамента осуществляется по технологии 20-30-х годов XX века, а именно: скважины бурят и устанавливают в них железобетонные сваи. С помощью пневматического ударника сваи забиваются в грунт. В ходе возведения от механического удара молотом сваи разбиваются, а реставрация сваи снижает прочность фундамента. В слабых дисперсных грунтах тяжелая техника вязнет, и возведение свайного фундамента затягивается по времени и приводит к удорожанию строительных работ. В мировой практике возведение опор мостов, свайных фундамента, сооружений и объектов общего пользования используются дорогостоящие техника и технологии, предусматривающие предварительное осушение места строительства или бурение скважины с проведением дренажа, особенно при возведении опор мостов через реки.

Эксплуатация свайных фундамента зданий, сооружений и опор мостов через реки в течение длительного времени приводит аварийному состоянию, если они выполнены не качественно. Примером этому можно привести мост через реку Иртыш в г. Усть-Каменогорске, как показано на рисунке 1, а на рисунке 2 показан разрушенный мост от покосившейся опоры в Индии.



Рисунок 1 – Мост через реку Иртыш в г. Усть-Каменогорск



Рисунок 2 – Разрушенный мост в Индии

Если опора моста жестко не связана с каменистым грунтом и не достаточно выполнено опорная пятая, то вода постепенно делает своё дело. Как говорится «скупой платит дважды», теперь необходимо демонтировать и возводить заново. В г.Караганде микрорайон «Бесоба», где при не качественном выполнении свайного фундамента, пятиэтажное здание перед сдачей в эксплуатацию свернулось как карточный домик (см. рис.3). Хорошо в том и другом случае обошлось без человеческих жертв.



Рисунок 3 – Разрушенный дом в Караганде

Предлагаемая технология принципиально отличается от существующих в мировой практике методов создания скважин, установки свай и опор мостов, так как предусматривает использование энергии взрыва. Технология возведения опор мостов, свайного фундамента и других объектов общего пользования разработана на основе использования скоростной и направленной энергии взрыва заряда взрывчатого вещества (ВВ). При взрыве заряда используется только активная часть заряда в виде детонационных шашек и ускорителя, в результате изменяются параметры взрыва заряда ВВ и обеспечивается экологическая чистота и безопасность на стройплощадке. Таким образом, в предложенном методе происходит глубокая переработка взрывчатого вещества, полное сгорание всех горючих компонентов ВВ за счёт высокой и направленной

скорости взрывного импульса, и в результате чего взрывчатое вещество приобретает новые параметры, обеспечивая 100 % выход энергии взрыва.

Дважды концентрированный поток продуктов взрыва сперва в заряде, а затем в ускорителе превращается в высокоскоростной плазменный факел, который прожигает отверстие (скважину) в дисперсных грунтах. В углубление в дисперсном грунте в виде скважины устанавливается арматура и заливается бетоном. Взрывная волна в виде плазменного потока уплотняет и обжигает стенки скважины, а дно скважины расширяют плоским взрывом.

Достижение цели новой технологии осуществляется за счёт использования мощных взрывчатых веществ от утилизированных боеприпасов. Для чего изготавливается пресс формы для прессования заряда и придания ей плотности и формы в виде детонационных шашек. Спрессованное взрывчатое вещество формируется в пластиковые формы. Заряд из детонационных шашек монтируется в виде кумулятивного заряда, а в его кумулятивной выемке устанавливается ускоритель. При взрыве детонатора инициируется первая детонационная шашка и продукты взрыва от неё концентрируются и с большей скоростью возбуждают взрыв второй детонационной шашки, а от взрыва второй инициируется третья детонационная шашка с ещё большей скоростью. При использовании взрывчатого вещества в виде тротила (скорость детонации, которой имеет 6600 метров в секунду) в результате концентрации её продуктов взрыва в трёх шашках скорость взрывных волн достигает до 16-18 тысяч метров в секунду. А при прохождении этого потока через пятикратный ускоритель скорость продуктов взрыва достигает 70-80 тысяч метров в секунду. Этот ускоренный поток продуктов взрыва в виде плазмы свободно прожигает дисперсные грунты и создаёт скважину необходимой глубины и диаметра.

Высокая и направленная скорость взрывного импульса достигнута за счет использования новых методов взрывания запатентованных взрывных технологий. Экспериментально достигнута скорость взрывного процесса в 7,5 раз превышающая скорость детонации используемого ВВ, а в результате направленного его действия повышается энергия взрыва на единицу разрушаемой площади в 3-5 раз.

При взрывных работах заряд накрывается колпаком (кожух безопасности) с отверстием наверху, который будет защищать от возможных боковых разлётов грунта, хотя сам заряд при взрыве направляет продукты взрыва в осевом направлении. А радиальный бризантный разлёт продуктов взрыва сводится к минимуму по конструктивным особенностям кумулятивного заряда.

Ожидаемым результатом является готовая скважина с упрочнёнными стенками скважины взрывными газами. Повышается устойчивость и долговечность свайного фундамента, обеспечивается её дешевизна. Снижается

себестоимость готовой скважины в несколько раз, значительно снижается время ее создания и отпадает необходимость дорогого и трудозатратного оборудования.

Научная новизна и значимость проекта предлагаемой технологии состоит в том, что используется заряд в виде детонационных шашек и ускорителя, размещенной в кумулятивной выемке. В результате фокусирования продуктов взрыва, сперва в многослойном заряде, а затем в ускорителе формируется единая кумулятивная струя повышенной мощности, способная прожигать дисперсные грунты до необходимой глубины, а при необходимости донную часть скважины расширяют взрывом дополнительного плоского заряда, что обеспечивает опорную пятю необходимой крепости.

Новая взрывная технология обеспечивает взрыв взрывчатого вещества специальным методом, в результате чего взрыв меняет свои установленные параметры, и продукты этого взрыва приобретают новые свойства. Уникальность представленной информации по инновационной взрывной технологии состоит в том, что научно-исследовательский материал представлен с соблюдением принципов научной этики, в частности, не допущения фальсификации, ведущей к искажению исследовательских данных, плагиата и ложного соавторства.

Ввиду завершения проведенных теоретических исследований предлагаемая взрывная технология готова для проведения опытно-экспериментальных работ на договорной основе или передачи технологии с авторским сопровождением в аренду и продаже. Конструкции зарядов и ускорителей не приведены в виду двойного применения представленных материалов. В инновационной взрывной технологии заложены материалы пяти патентов.

Литература:

1. Игбаев Т.М. Сукуров Б.М. «О перспективе применения методов управляемого взрыва» Вестник Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева № 6 (82), 2010 г. С.63 – 66.
2. Игбаев Т.М. Патент № 1750336 на изобретение «Скважинный заряд для разрушения скальных пород» РФ. 1989г.
3. Игбаев Т.М. Данияров Н.А. Патент № 23622 «Способ разрушения горных пород высокочастотным взрывом». Республика Казахстан, 2010 г.
4. Карабаш А.Г. Преломление детонационных волн и повышение направленного действия взрыва применением собирающих линз взрывчатых веществ. Ядерная энергетика. Изв. ВУЗ, № 1, 2000 г., С. 107-116.

5. Neuber A. Explosively driven pulsed power: helical magnetic flux compression generators, Springer, 2005г., 280с.
6. Кобылкин И.Ф. Селиванов В.В. Соловьев В.С., Сысоев Н.Н. Ударные и детонационные волны. Методы исследования, 2-ое изд., перераб. и доп., М., ФИЗМАТЛИТ, 2004 г., 376 с.
7. Busco M. Optical Properties of Detonation Waves (Optics of Explosives), Italy, 5th Symposium (International) on Detonation, 1970 г., с.513-522.
8. Нгуен Минь Таун. Автореферат на соискание ученой степени к.т.н. «Исследование научно-технических проблем эффекта кумуляции в зарядах малого и сверхмалого диаметра», Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева, М. 2007, 25с.
9. Игбаев Т.М. Патент №25339 «Способ пробивания скважин направленным взрывом». РК, 2011 г.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОЙ РАБОТЫ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТЯГИ

Альховская Александра Александровна, студент (СП – 52)

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель
(Научный руководитель – Ковтун П.В. канд. техн. наук, доцент)*

В данной работе произведен расчет пути на прочность и устойчивость, а также сравнительный анализ показателей напряженно-деформированного состояния пути.

Тепловозы уже длительное время являются основным видом тягового подвижного состава. С середины прошлого века начался массовый переход с тепловозной на электрическую тягу. Можно предположить, что они по разному воздействуют на путь.

В настоящее время производится электрификация направления Минск Гомель. Для анализа температурной работы бесстыкового пути при различных видах тяги принят участок Жлобин – Гомель.

Для решения поставленной задачи необходимо расчетным путём определить нагрузки на путь от различных видов экипажа и при различных видах тяги. Характеристики пути приведены в паспорте Жлобинской дистанции пути (Рис. 1).

		Опытная клевая		Жлобин Пассажирский		782		
		ТЭП 70, СТБ 10 Д (ЧС-4, ВЛ40)						
НЕЧЕТНЫЙ ПУТЬ	Вид прокладочного материала и отчетный размер							
	Вид прокладочного материала и отчетный размер							
СКОМПЛЕКТОВАНИЕ	Гид и ось на него, प्रकार и ось на него	02	02	02	02	02	04	
	Угол поперечного сечения и отчетный размер	02	02	02	02	02	04	
БАЛЛАСТ	Тип балласта							
	Защитность, более 20%							
ШПАЛЫ	Ширина и вид шпал							
	Количество на год км шпал	800						
		800						
		400						
РЕЛЬСЫ	Тип рельсов							
	Место укладки и вид укладки	А-01	А-02	А-03	В-00	А-04	А-04	
	Видовой запас							
	Наличие рельсов (тип и вид) на км	00	50	00	75	2		
	Количество эффективных рельсов							
	Продолжительность по участку	400	405,18	402	500-52-742	400-8-7-201	368	318,6
	Устойчивость к скорости	110	120	120	100	80		21,88

Рисунок 1 – Фрагмент паспорта Жлобинской дистанции пути (ПЧ – 16)

По рассматриваемому участку обращаются грузовые и пассажирские поезда с установленными скоростями и повышенными осевыми нагрузками. По типовой методике определяются напряжения, возникающие при движении по пути с максимально допустимыми скоростями грузовых и пассажирских вагонов и локомотивов. Задачей расчета пути на прочность и устойчивость является определение, допустимо ли обращение рассматриваемой единицы подвижного состава (расчетного экипажа) по заданному участку пути, и если это является возможным, то с какой наибольшей скоростью возможно движение.

Расчет напряжений в рельсах и определение расчетного экипажа для заданных условий эксплуатации выполняется в табличной форме.

Таблица 1 – Расчет напряжений в рельсах

Тип экипажа	$P_{ст}$, кН	P_p^{cp} , кН	P_{cp} , кН	$S_{нп}$, кН	$P_{экр}^I$, кН	σ_k , МПа
ТЭП70	110,75	16,79	127,54	239,29	726,50	134,63
				200,94	631,04	134,74
2ТЭ10 Л	108,0	25,8	133,8	151,47	513,25	93,24
				127,19	452,93	116,05
ЧС – 4 ^Т	105,0	20,76	125,76	182,87	583,66	122,33
				153,56	510,51	128,70
ВЛ80	120,0	25,64	145,64	184,67	608,15	110,48
				155,07	534,16	116,85
Пассажирский вагон	81,0	8,55	89,55	69,22	263,13	71,70
				58,13	235,40	90,46
Четырехосный вагон	105,5	30,80	136,30	103,70	396,84	90,84
				87,15	355,16	114,65
Шестиосный вагон	107,0	23,83	130,83	103,30	389,84	95,61
				86,74	348,20	120,43
Восьмиосный вагон	105,5	23,69	129,19	97,37	373,34	91,57
				81,77	334,56	115,72

За расчетный экипаж принимается тот подвижной состав, от которого в рельсах возникают наибольшие кромочные напряжения. Согласно таблице 1 им является при тепловозной тяге – локомотив ТЭП70, при электрической тяге – локомотив ЧС–4^Т. За расчетные экипажи приняты пассажирские локомотивы, так как при их движении со скоростью 140 км/ч от них возникают большие кромочные напряжения, чем от грузовых локомотивов со скоростью движения 80 км/ч.

Результаты расчёта пути на прочность и устойчивость от воздействия локомотива ТЭП 70:

– наибольшее значения кромочных напряжений в подошве $\sigma_{п-к}$ и головке рельса $\sigma_{г-к}$ типа Р65 на железобетонных шпалах соответствуют скорости движения локомотива 140 км/ч в пределах кривой $R = 1000$ м (для лета) и составляют соответственно 1435,4 кгс/см² и 1547,3 кгс/см², что значительно меньше допускаемой по условию прочности величины напряжений в рельсах $[\sigma_p] = 4000$ кгс/см². Исходя из этого, предварительно можно считать, что и суммарные нормальные напряжения в рельсах от воздействия поездной нагрузки и изменения температуры рельсов по сравнению с температурой их закрепления также не превысят допускаемой величины;

– наибольшее значение действующего напряжения под подкладкой в шпалах $\sigma_{ш}$ соответствует максимальной скорости движения локомотива 140 км/ч в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 37,98 кгс/см²;

– наибольшее среднее напряжение в балластном слое под шпалами в подрельсовом сечении $\sigma_б$ соответствует максимальной скорости движения локомотива 140 км/ч в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 6,26 кгс/см², что выше рекомендуемого предела от локомотивной нагрузки для щебня фракций 25 – 70 мм – 5,0 кгс/см²;

– наибольшее напряжение на основной площадке земляного полотна $\sigma_н$ наблюдается при максимальной скорости локомотива (140 км/ч) в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 1,99 кгс/см² – при толщине балластного слоя под шпалой, при принятой конструкции верхнего строения пути – 40 см.

Таким образом, напряжения от тепловоза ТЭП70 при скорости 140 км/ч во всех элементах верхнего и нижнего строения пути принятой конструкции не превышают допускаемых, за исключением напряжений в балластном слое под шпалами. Следовательно, для того, чтобы прочность всех элементов верхнего строения пути позволяла обеспечивать по рассматриваемому участку пропуск пассажирских поездов со скоростью 140 км, необходимо повысить упругость прокладок под шпалами или увеличить толщину балластного слоя.

Результаты расчёта пути на прочность и устойчивость от воздействия локомотива ЧС-4^Т:

– наибольшее значения кромочных напряжений в подошве $\sigma_{п-к}$ и головке рельса $\sigma_{г-к}$, типа Р65 на железобетонных шпалах соответствуют скорости движения локомотива 140 км/ч соответственно в пределах кривой $R = 1000$ м (для лета) и на прямой (для лета), составляют соответственно 1272,9 кгс/см² и 1308,4 кгс/см², что значительно меньше допускаемой по условию прочности величины напряжений в рельсах $[\sigma_p] = 4000$ кгс/см². Исходя из этого, предварительно можно считать, что и суммарные нормальные напряжения в рельсах от

воздействия поездной нагрузки и изменения температуры рельсов по сравнению с температурой их закрепления также не превысят допустимой величины;

– наибольшее значение действующего напряжения под подкладкой в шпалах $\sigma_{ш}$ соответствует максимальной скорости движения локомотива 140 км/ч в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 29,69 кгс/см²;

– наибольшее среднее напряжение в балластном слое под шпалами в подрельсовом сечении σ_6 соответствует максимальной скорости движения локомотива 140 км/ч в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 4,89 кгс/см², что меньше рекомендуемого предела от локомотивной нагрузки для щебня фракций 25 – 70 мм – 5,0 кгс/см²;

– наибольшее напряжение на основной площадке земляного полотна о., наблюдается при максимальной скорости локомотива 140 км/ч в пределах прямого участка (для зимы) и составляет 1,48 кгс/см² при толщине балластного слоя под шпалой для принятой конструкции верхнего строения пути 40 см.

Таким образом, напряжения от тепловоза ЧС–4^Т при скорости 140 км/ч во всех элементах верхнего и нижнего строения пути принятой конструкции не превышают допустимых. Следовательно, прочность всех элементов верхнего строения пути позволяет обеспечивать по рассматриваемому участку пропуск пассажирских поездов со скоростью 140 км/ч.

Анализируя расчеты пути на прочность можно сделать вывод:

– напряжения, возникающие в рельсах и балласте от электровоза ЧС–4^Т меньше, чем от воздействия тепловоза ТЭП70 и составляют соответственно $\sigma = 1308,4$ кгс/см² $\sigma = 1543,3$ кгс/см²: при скоростях движения 140 км/ч. Таким образом, электротяга подвижного состава по воздействию на путь предпочтительнее по сравнению с тепловозной;

– напряжения в остальных элементах верхнего строения пути при электрической тяге также меньше на 20 – 30 % по сравнению с тепловозной тягой;

– запасы на растяжение и сжатие рельсовых плетей при температурах закрепления 25 °С и 35 °С для локомотива ЧС–4^Т и ТЭП70 составляют соответственно $\Delta N_{\text{раст}} = 62,6$ тс, $\Delta N_{\text{раст}} = 23,5$ тс, $\Delta N_{\text{раст}} = 54,8$ тс, $\Delta N_{\text{раст}} = 15,7$ тс, $\Delta N_{\text{сж}} = 58,7$ тс, $\Delta N_{\text{сж}} = 97,8$ тс. Как видно из расчетов, запас на растяжение и сжатие для ЧС–4^Т соответственно на 23 % и 40 % больше, чем для ТЭП70. Кроме того, одновременное закрепление рельсовых плетей в оптимальном температурном интервале (+25 – +35 °С) для электровоза ЧС–4^Т и тепловоза ТЭП70 не позволяет реализовать скорость 140 км/ч тепловозом ТЭП70, что является несомненным минусом тепловозной тяги.

Литература:

1. Приказ об установлении скоростей движения поездов на Белорусской железной дороге. – Мн., 2003. – 52 с.
2. Матвеев В. И. Температурная работа железнодорожного пути. Учеб. пособие. Гомель: БелГУТ, 2007. – 98 с.
3. Матвеев В. И., Бубликов Н. В., Щербо А. М. Определение напряжений в элементах железнодорожного пути на ЭВМ. Учеб. пособие. – Белорус. ин-т инж. ж.-д. трансп. – Гомель: БелИИЖТ, 1990. – 58 с.
4. Бесстыковой путь. Под ред. В. Г. Альбрехта А. Я. Когана. – М.: Транспорт, 2000. – 408 с.

ВІМ СТАНДАРТЫ В БЕЛОРУССИИ

*Арийчук Денис Владимирович, студент 3-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Петров М.П., ассистент)*

Не так давно стремительно начала развиваться такая технология, как ВІМ.

В Белоруссии серьезно подошли по развитию ВІМ на государственном уровне. В сфере освоения программ, разработке и вводе информационных методик, была создана научная программа по специальностям «Архитектура», «ПГС», «Мосты и тоннели». Белорусский национальный технический университет перешел на обучение кадров для освоения технологии моделирования зданий. Ведущий технический вуз стал еще одним пользователем программного обеспечения Autodesk, получив бесплатное использование всех продуктов. Это обучение включает в себя подготовку и переподготовку специалистов (Рис. 1).

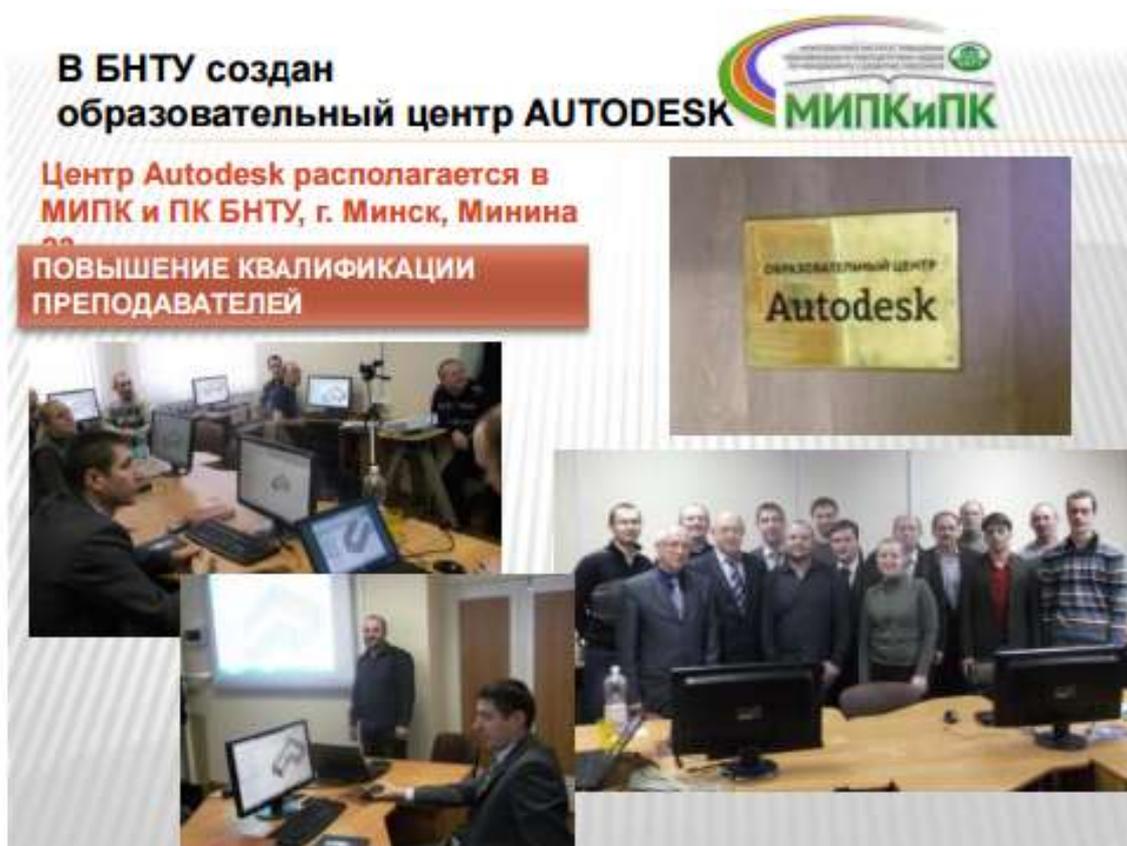


Рисунок 1 –Повышение квалификации преподавателей

Что же такое BIM? Не так давно стремительно начала развиваться такая технология, как BIM.

BIM (Building Information Modeling) – это информационное моделирование и создание всецелой модели сооружения от его зарождения, до сноса. Эта модель эксплуатируется на всем протяжении существования сооружения (Рис. 2).

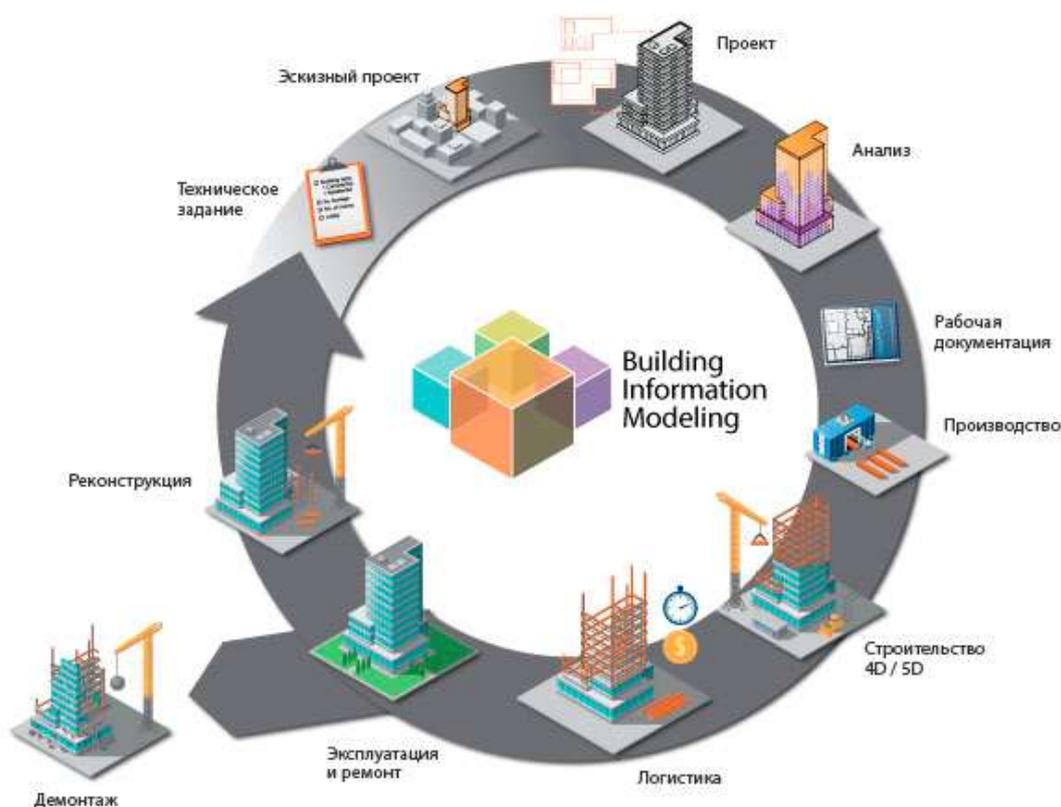


Рисунок 2 – Схема единой информационной модели

При построении модели все участники проекта (начиная с инженера и заканчивая сантехником) ведут совместную работу в режиме реального времени. При внесении изменений в проект мгновенно вносятся изменения во все разделы. В конечном итоге производится трехмерная информационная база данных, которая содержит все параметры элементов проекта (внешний вид, данные о материалах, несущие конструкции, площади, объемы и т.д.).

В данный момент времени работа перешла от теории к практике: некоторые объекты уже производятся с использованием BIM-технологии.

Экспертам Минскпроект пришлось осваивать программное обеспечение на настоящих объектах и с реальными сроками (Рис. 3). К примеру, настоящей конструкцией для реконструкции стал стадион Динамо. Многие проектные организации в ближайшем будущем перейдут к освоению BIM технологии.

Бесспорно, процесс освоения технологии не прост. Он требует больших затрат времени к освоению, проведения большинства технических изменений.

Результат на первоначальной ступени, чаще всего, неприемлем и это тянет за собой трудовые и финансовые затраты. Но спрос по сравнению с классической технологией строительства возрастает и это дает возможность развиваться дальше.



Рисунок 3 – Основные задачи и исполнители отраслевой программы.

Литература:

1. Развитие BIM в Белоруссии – 2015г. – URL: http://skaitmeninestatyba.lt/files/Skaidres_BIM%20Regional%20developments/8_YELETS___Yelets.pdf
2. BIM не панацея, но технология будущего – 2015г. – URL: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://arcp.by/ru/article/bim-ne-panaceya-no-tehnologiya-budushchego&gws_rd=cr&ei=dhxEWObEa-aF6QSdo4U4
3. BIM Белоруссии: открывающиеся перспективы – 2014г. – URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14521

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Малык Никита Игоревич, студент 3-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

В процессе эксплуатации транспортных сооружений на них оказываются различные воздействия, которые влияют на прочность, долговечность и эксплуатационные характеристики той или иной конструкции. Своевременная диагностика любого сооружения, а так же определение его пригодности к эксплуатации, является важной задачей технического обследования зданий.

Достоверность проведенных обследований может быть гарантирована только с использованием современных и точных средств измерений.

При обследовании сооружения, состоящего из железобетонных конструкций, важной задачей является определение прочности бетона. В настоящее время наиболее лучшим вариантом является использование электронных склерометров. (Рис. 1). Это универсальные приборы, которые предназначены для оперативного контроля прочности, однородности и определения класса тяжелого, лёгкого и высокомарочного бетона методом ударного импульса. Универсальность заключается в том, что помимо определения прочности бетона, с помощью этого прибора осуществляется контроль кирпича, раствора и др. строительных материалов.



Рисунок 1 – Электронный склерометр Digi-Schmidt

По сравнению с обычными склерометрами, электронные производят измерения с гораздо большей точностью. Они имеют широкий динамический диапазон и низкий уровень помех измерительного тракта, а так же компенсацию пространственных и температурных погрешностей. Слабая зависимость результата измерений (менее 1%) от направления удара исключает сомнительность произведенных измерений, а высокая скорость и точность ударов обеспечивает быстрое получение достоверных результатов.

Использование различных сканеров, для обнаружения, определения глубины залегания и диаметра арматурных стержней, позволяет давать оценку о состоянии армирования железобетонных конструкций неразрушающим методом. Одной из таких систем является Система HILTI PS1000 X-Scan. (Рис. 2).



Рисунок 2 – Система HILTI PS1000 X-Scan

Принцип действия данных измерителей основан на взаимодействии магнитного поля прибора с элементами исследуемой конструкции.

Прибор начинает функционировать при проведении им прямо по поверхности исследуемой конструкции. К преимуществам данных сканеров можно отнести их компактность, для работы с ними требуется один человек. Отображение структуры бетонной конструкции в реальном времени и автоматическое создание полноценных изображений для последующего анализа, не требует от оператора особенных знаний и навыков для обработки полученной информации. Местоположение арматурных стержней можно определить в железобетонной конструкции на глубине до 300 мм, а высокотехнологическая начинка сканера позволяет свести к минимуму влияние соседних стержней на получение данных. Так же к преимуществам именно этой системы можно

отнести то, что она отображает всю структуру исследуемой бетонной конструкции. К недостаткам же можно отнести дороговизну системы.

Скрытые дефекты транспортных сооружений являются очень опасными, т.к. могут привести к разрушению отдельного элемента или всего сооружения. Для их обнаружения используется тепловизионное обследование с использованием тепловизора (Рис. 3), что позволяет неразрушающим методом обнаружить скрытые дефекты различных инженерных сооружений, определить участки с повышенной влажностью, выявить места с дефектом теплозащиты и тд. Современные тепловизоры позволяют увидеть распределение температуры в исследуемом объекте с большой детализацией и разрешением.



Рисунок 3 – Тепловизор Testo 890-2

При обследовании сооружений содержащих металлические элементы важной частью обследования является оценка степени их коррозии. Осуществляется она с помощью ультразвукового толщиномера. (Рис. 4).



Рисунок 4 – Ультразвуковой толщиномер A1209

Принцип работы заключается в обработке прибором отраженного от поверхности материала ультразвукового импульса. Преимущество использования ультразвуковых толщиномеров заключается в том, что для измерения толщины достаточно иметь доступ только к одной стороне поверхности измеряемого изделия. Так же ультразвуковые толщиномеры имеют широкий диапазон измерения (от 0,08 мм до 635 мм в зависимости от исследуемого материала), а измерения требуют обычно одну или две секунды на точку и выводятся на экран в виде цифровой индикации, что, несомненно, положительно сказывается на производительности во время того или иного обследования.

Литература:

1. Как проверяют мосты. – 2013 – URL: <http://www.fresher.ru/2013/05/28/kak-proveryayut-mosty/>
2. ООО «Центр Диагностики Строительных Конструкций» – URL:<http://cdsk.org/oborudovanie/>
3. ООО «ПТП Промтехприбор»– URL: <http://ptp.by/kontrol.php>

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЦОВ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ МАШИН

*Рубченя Антон Андреевич, аспирант кафедры
«Кораблестроение и гидравлика»*

*Денисик Андрей Александрович, студент 5-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

*Герасименко Антон Александрович, студент 5-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научные руководители – Качанов И.В., докт. техн. наук, профессор;
Шаталов И.М., старший преподаватель)*

Резцы для дорожной фрезы, применяемые в частности при снятии асфальтобетонного полотна на мостовых переходах – это инструмент, к которому предъявляются самые строгие требования, связанные с усталостной и статической прочностью. Поэтому большинство современных фрезерных резцов изготавливается с применением высококачественных сталей, легированных марганцем и хромом. В целях продления эксплуатационного ресурса, резцы для дорожной фрезы дополняются твердосплавными вставками, припаянными к головке. В этой связи применение технологии скоростного горячего выдавливания, которая уже зарекомендовала себя в ряде исследований как высокоэффективная технология получения точных заготовок под инструмент с повышенными механическими свойствами, для изготовления дорожных резцов, является весьма перспективным направлением исследований.

Процесс изготовления готового дорожного резца имеет ряд особенностей. Один из них – пайка наконечника к стальному корпусу резца. При фрезеровании дорожного покрытия резцы нагреваются, и происходит тепловое расширение корпуса и наконечника. Из-за разных коэффициентов теплового расширения стали и твердого сплава возникающие напряжения стремятся разорвать инструмент в области паяного шва.

В БНТУ разработана технология получения дорожных резцов методом скоростного горячего выдавливания (далее – СГВ). Для проведения исследований в качестве корпуса резца была выбрана сталь 5ХНМ, а материал наконечника из порошкового сплава ВК20.

Для экспериментального исследования процесса и отработки технологии использовали высокоскоростную установку горизонтального типа, конструктивная схема которой показана на рисунке 1 [1–3]. Установка состоит из рамы 1, с одной стороны которой жестко закреплен ствол 2 с энергоузлом 3, а с другой – сборный шабот 4. На шаботе в регулируемых направляющих 5 и упорах 6 смонтирован выдвижной переходник 7 для крепления штампа. Изменение положения переходника по высоте осуществляется винтом 8. Для снижения уровня шума установка оснащена съемным глушителем 9, для обеспечения безопасных условий труда – ловителем 10. Пуансон 11 за счет сгорания энергоносителя в энергоузле имеет возможность разогнаться в стволе до скорости $v_0 = 150-200$ м/с. Разгон пуансонов с массой $M_n = 8-12$ кг до указанных скоростей обеспечивал задание им энергии $E_0 = 100-200$ кДж, вполне достаточной для скоростного выдавливания практически любой детали штамповой оснастки.

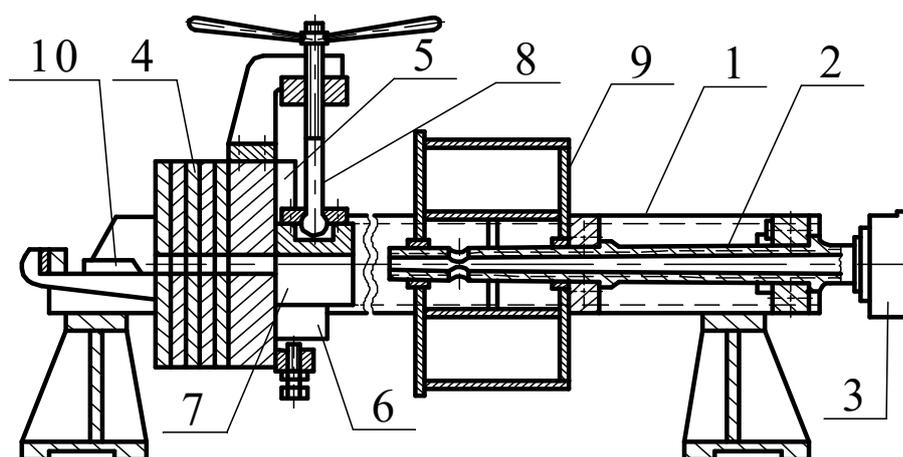


Рисунок 1 – Конструктивная схема горизонтальной установки

Для проведения исследования и отработки технологии качества прототипа был выбран резец Wirtgen W6/20 (Рис. 2). Данный резец широко применяется при снятии асфальтобетонного полотна, как на малопроизводительных машинах для осуществления ямочного ремонта так и на высокопроизводительных самоходных дорожных фреззах с шириной барабана более 2 м.



Рисунок 2 – Резец фирмы Wirtgen W6/20

Для получения резца была разработана экспериментальная оснастка (Рис. 3), в состав которой входили комплект из двух полуматриц 1, промежуточного бойка 3 и наковальни 4, которые позволяли осуществлять пластическое формообразование резцов из заготовки 2.

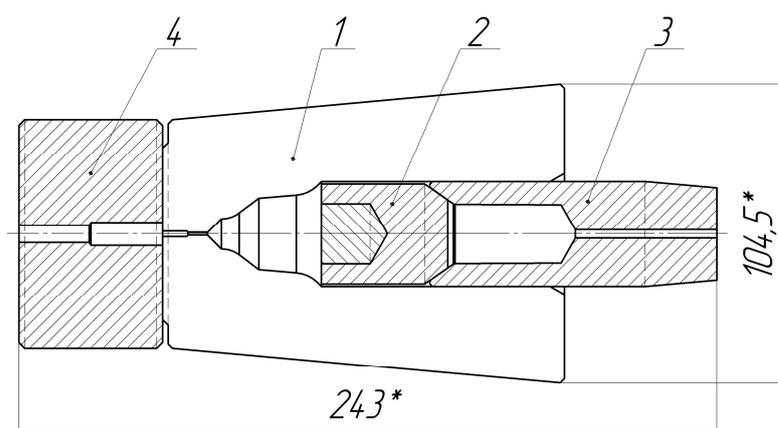


Рисунок 3 – Внешний вид экспериментальной оснастки для изготовления резцов

Отличительной особенностью данной оснастки является наличие в промежуточном бойке полости, предназначенной для формообразования хвостовика резца. Это позволяет за один удар пуансона получить заготовку резца, которая затем подвергается токарной обработке хвостовика, оснащается противоизносным кольцом и пружинной втулкой.

Заготовку для получения резца делали составной из двух частей. Основную часть изготавливали из высоколегированной штамповой стали 5ХНМ с глухим цилиндрическим отверстием. Рабочая часть представляла собой твердосплавный наконечник из порошкового сплава ВК20.

Скоростное деформирование составных заготовок осуществляли с нагревом в камерной печи СНОЛ-2УМ. Для предотвращения окалинообразования образцы засыпали порошкообразным древесным углем. В процессе нагрева температуру в рабочем пространстве печи контролировали с помощью платиново-родиевой термопары ТПРТ 01.01-000-В3-Н-К799-4-320, соединенной с микропроцессорным измерителем-регулятором ТРМ-101. Время выдержки образцов в печи принималось из расчета полного прогрева по сечению и составляло 1 мин на 1 мм сечения заготовки [4].

Схема нагружения для выдавливания резца приведена на рис. 4.

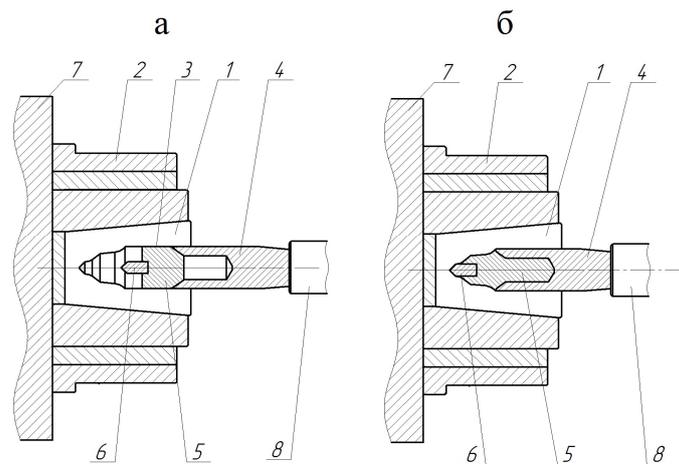


Рисунок 4 – Схема нагружения для выдавливания резца:

а – до нагружения; б – после нагружения

Разъемную коническую матрицу 1 помещали в обойму 2, которая крепилась на нижней плите 7 горизонтальной установки [5,6]. При этом заготовка состояла из двух частей: основной 5 (сталь 5ХНМ) и рабочей (ВК20). Заготовку помещали в разъемную матрицу 1 штампа для закрытого выдавливания.

Для деформации составной заготовки 3 мастер-пуансон разгоняли основным бойком 8. В результате он получал запас энергии, обеспечивающий скоростную деформацию заготовки, которая сопровождалась пластическим течением основной части заготовки в двух осевых направлениях: в прямом (в полость полуматриц) и обратном (в полость мастер-пуансона). При этом происходило «обхватывание» рабочей части заготовки основной частью в момент касания рабочей части дна полости полуматриц. Таким образом, было получено неразъемное соединение твердосплавного наконечника 1 с корпусом 2 резца за счет посадки в него наконечника 1 с натягом (Рис 5).



Рисунок 5 – Фото заготовки резца после деформации
1 – наконечник резца; 2 – корпус резца

Резец полученный методом СГВ, был испытан на самоходной дорожной фрезе Wirtgen W2000 при снятии верхнего слоя асфальтобетонного дорожного полотна на трассе Р31 для проведения последующего ремонта. На барабане фрезы были установлены опытный образец совместно с резцами Wirtgen. Длина профрезерованного участка трассы Р31 составляла – 300 м, ширина – 2 м.

Фотография резца после испытаний приведена на рис. 6



Рисунок 6 – Опытный резец после проведения испытаний

По результатам проведенных испытаний было установлено, что опытный резец подвергся незначительному износу (менее 3% массы резца), износ режущей кромки опытного резца (ВК20) составил 0,5 мм, что соответствует износу резцов фирмы Wirtgen, установленных на барабане вышеуказанной дорожной фрезы, и выполнивших аналогичный объем работ и вполне пригоден для дальнейшей эксплуатации.

Литература:

1. Качанов, И.В. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий / И.В. Качанов: по ред. Л.А. Исаевича. Минск: Технопринт, 2002. 327 с.
2. Здор, Г.Н. Технологии высокоскоростного деформирования материалов / Г.Н. Здор, Л.А. Исаевич, И.В. Качанов. Минск: БНТУ, 2010. 456 с.
3. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий с плакированием торцевой части / И.В. Качанов [и др.]. Минск: БНТУ, 2011. 198 с.
4. Шмыков, А.А. Справочник термиста / А.А. Шмыков. М.: Машгиз, 1956. 331 с.
5. Способ штамповки деталей со стержнем: пат. 18113 Респ. Беларусь; МКИ В J5/00 / И.В. Качанов, Г.Н. Здор, Л.А. Исаевич, В.Н. Шарий, М.В. Кудин, В.В. Власов; опубл.: 30.04.2014.
6. Способ изготовления клапана двигателя внутреннего сгорания: пат. 16601 Респ. Беларусь; МКИ В J5/00 / И.В. Качанов, В.Н. Шарий, М.В. Кудин, Д.И. Буто, И.А. Ходос, В.В. Власов; опубл.: 30.12.2012.

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЦИФРОВЫЕ ПРОГИБОМЕРЫ

Судас Михаил Игоревич, студент 3 курса кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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

Прогибомеры – это приборы, которые используются для измерения прогибов, как вертикальных, так и горизонтальных, а также применяются при замерах различных линейных перемещений. Чаще всего пользуются прогибомерами с проволочной связью. В данных приборах к испытываемой конструкции фиксируется в основном стальная проволока диаметром приблизительно 0,5мм, а на свободный конец для натяжения вешают груз весом 1-3кг. Установка прибора производится на специальный штатив или на неподвижную опору (Рис. 1), в некоторых случаях на специальную конструкцию, которая предусматривает крепление проволоки к неподвижной опоре.

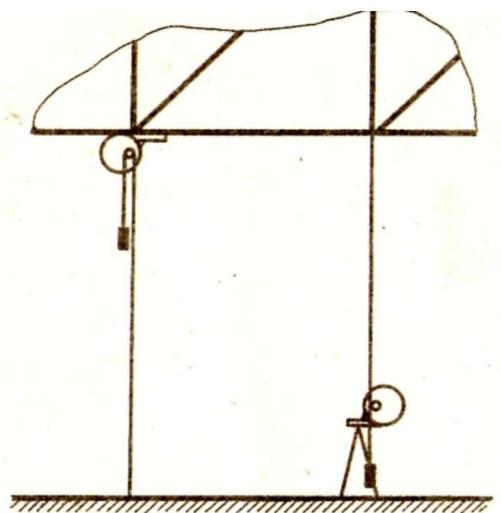


Рисунок 1 – Схема установки прогибомеров

По результатам, проведенных испытаний, следует тщательно рассмотреть полученные данные, так, при увеличении температуры увеличивается и длина применяемой проволоки.

В основном при замерах прогибов пролетного строения применяют три прогибомера: два из которых, устанавливаются у концов пролетного строения,

один - на месте замера прогиба, чтобы не допустить осадки на опорах и опорных частях.

Когда строительные измерения проходят над водой, то конец проволоки крепят к тяжелому якорю заранее и с якорем опускают на дно, но следует принять к сведению, что данный замер можно произвести в случае отсутствия скорого течения воды.

В статических испытаниях в основном используются три варианта прогибомеров с установленной редукторной кинематической схемой: Максимова, Емельянова и Аистова.

В прогибомере Максимова перемещение нерастяжимой гибкой нити 1, которая хватывает шкив 2, равно перебазировке испытываемой конструкции, в результате происходит поворот диска 3 и стрелки 4 на угол $k \Delta \varphi$, где k - величина, полученная из пропорции диаметров диска и фрикционного барабана. Точность отсчета 0,05 мм. Однако у данного прибора существует и определенные недостатки, основной из них - наличие нежёсткого фрикционного соединения в кинематической схеме прибора. (Рис. 2)

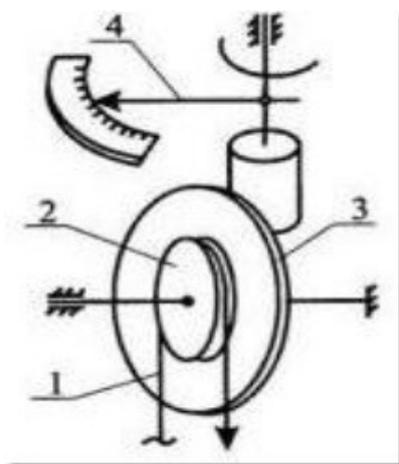


Рисунок 2 – Кинематическая схема прогибомера Максимова. 1 – нерастяжимая нить; 2 – рабочий шкив; 3 – рабочий диск; 4 – регистрирующая стрелка

В прогибомере Емельянова передача вращения происходит за счет шестерен. В данном случае шкив шестерен и стрелки располагаются в параллельных плоскостях. Производим замеры по одной шкале в целых миллиметрах, а по другой шкале регистрируем данные до сотых миллиметра (0,01мм). (Рис. 3)

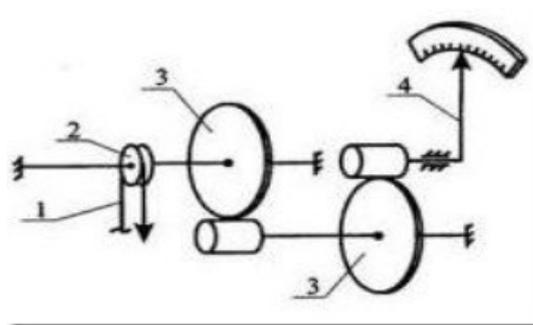


Рисунок 3 – Кинематическая схема прогибомера Емельянова. 1 – нерастяжимая нить; 2 – рабочий шкив; 3 – рабочий диск; 4 – регистрирующая стрелка

Кинематическая схема, которая применяется у прогибомера Аистова не имеет принципиально разницы, практически идентична предыдущей схеме. Но данный прибор, в сравнении с предыдущими, уже более совершенен. Те, усовершенствования, которые нашли применение в данном приборе позволяют уже одновременно производить замеры перемещений испытываемой конструкции на трех рабочих шкалах. (Рис. 4).

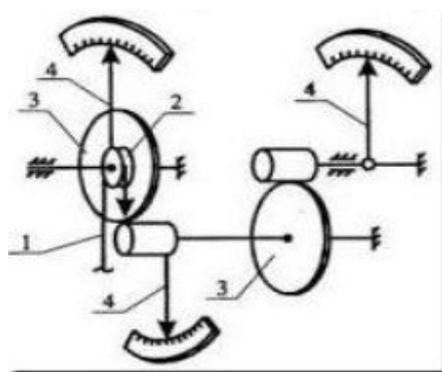


Рисунок 4 – Кинематическая схема прогибомера Аистова. 1 – нерастяжимая нить; 2 – рабочий шкив; 3 – рабочий диск; 4 – регистрирующая стрелка

Когда данные замеров следует произвести при наличии значительных расстояний или отсутствия неподвижных точек, вдобавок с целью удаления влияния осадок опор, применяют систему шпренгелей.

На (Рис. 5а) показан подвешенный проволочный шпренгель, вертикальная проволока с пружиной оттягивает его вниз, чем обеспечивает практическое постоянство натяжения шпренгеля, в результате чего обеспечивается неподвижность точки крепления рабочей проволоки 4 и прогибомера 3.

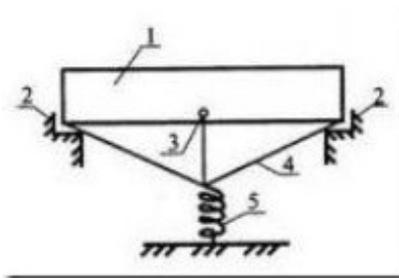


Рисунок 5а – шпренгель с пружиной

На (Рис. 5б) показан шпренгель, который оттягивается подвешенным грузом, а на (Рис. 5в) можно рассмотреть, как неизменность натяжения шпренгеля происходит за счет пружины.

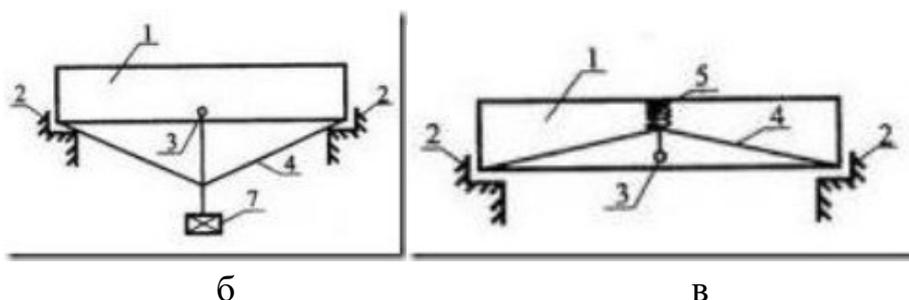


Рисунок 5 – б) шпренгель с грузом; в) шпренгель с закреплением пружины на конструкцию

Индикатор часового типа состоит: внутри прибора установлена кинематическая система; под стеклом на фронтальной стороне индикатора находится большая стрелка с ценой деления 0.01мм или 0.001мм и круговая шкала. Вторая малая шкала со стрелкой нужна для отсчета целных оборотов большой стрелки прибора. (Рис. 6).

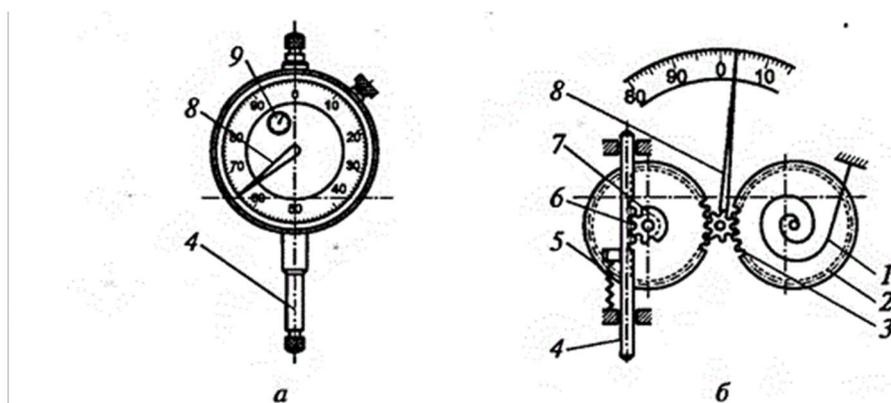


Рисунок 6 – Индикатор часового типа(а) и его схема (б). 1 – спиральная пружина; 2,3,5 и 7 – зубчатое колесо; 4 – стержень; 6 – зубчатая рейка; 8 и 9 – стрелка

Цифровые прогибомеры выполняют такую же функцию, как и технические, они также предназначены для измерения линейных перемещений, при статических нагрузках, таких как, прогиб ферм, балок, плит, осадки фундаментов, опор и других. В отличие от технических, в цифровых прогибомерах имеются кнопки и цифровое табло, что дает возможность передавать все данные на USB носители, в противовес шкале со стрелками. (Рис. 7).



Рисунок 7 – цифровой прогибомер ПСК-МГ4

Прибор имеет три режима:

- оперативный режим,
- наблюдение с автоматическим прогибом, устанавливая время от 1 до 60 минут,
- ждущий режим с устанавливаемым прогибом от 1 до 100мм и временем от 1 до 72 часов.

В строительстве находит свое применение и гидравлический прогибомер, конструкция которого состоит из базовой и мерной трубок, соединенные между собой резиновым шлангом, которые устанавливаются в контрольных точках. Разность столбов в базовой и мерной трубках дает превышение одной точки над другой. Данный метод высокоточен, но у него имеются и определенные недостатки, основной из них - ограничение по расстоянию длиной рукава или шланга. (Рис. 8).

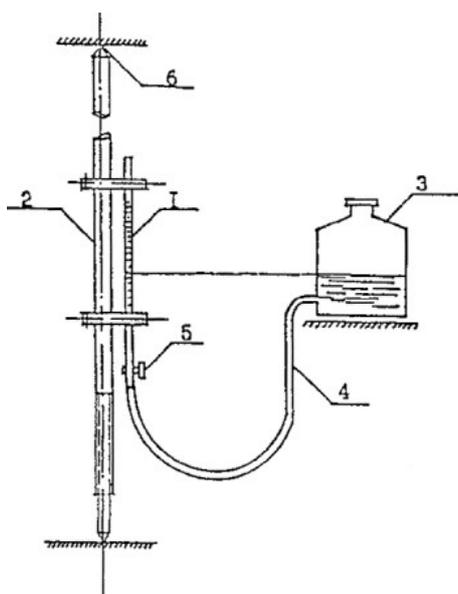


Рисунок 8 – Схема измерения прогибов гидростатическим уровнем.

1 – градуированная трубка; 2 – телескопическая стойка; 3 – сосуд;
4 – резиновый шланг; 5 – краник; 6 – точка измерения

В качестве примера гидравлического прогибомера рассмотрим прибор марки П-1, при помощи которого определяют деформацию перекрытий. (Рис. 9).

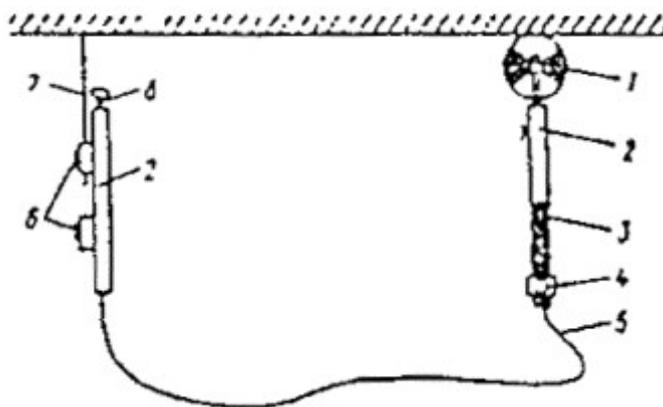


Рисунок 9 – Прогибомер П-1. 1 – мерный диск; 2 – металлическая трубка;
3 – стеклянная трубка со шкалой; 4 – окуляр; 5 – резиновая трубка; 6 – зажим;
7 – шток; 3 – пробка

Перед началом замеров шток устанавливают таким образом, чтобы показания в мерной трубке соответствовали нулю. Впоследствии трубку с диском передвигают по поверхности, например - потолка; через каждый полный поворот диска снимают отсчеты по мерной трубке. Прогибы измеряют в различных точках потолка. Таким же образом прогибомером П-1 измеряют прогибы несущих элементов лестниц - балок, маршей и плит.

Литература:

1. А. А. Ашрабов, Ч.С.Раупов. Экспериментальные методы и средства проведения инженерных испытаний // ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта – 2013. – С. 4.
2. <http://uz.denemetr.com/docs/769/index-319957-1.html?page=4>
3. ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.
4. Г.И. Таюкин. Приборы и оборудование для статических испытаний строительных конструкций // лабораторный практикум Г.И. Таюкин. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2011. – 140 с. – ISBN 978-5-93057-408-1.

ПОДВОДНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ. ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННО-УПРАВЛЯЕМЫХ АППАРАТОВ

*Тарасик Роман Александрович, студент 5-го курса кафедры
«Мосты и тоннели»*

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

Реки, водоемы и другие водные преграды являются украшением и жемчужиной нашей природы. Однако «водная стихия» для эксплуатирующих организаций, на чьем балансе находятся транспортные сооружения, преподносит весьма сложные и интересные задачи, которые необходимо решать по мере их поступления. В данной статье будут рассмотрены методы решения одной из самой сложной проблемы, с которой сталкиваются инженеры, обследовании подводных частей мостовых сооружений.

Обследование мостов – это трудоемкий комплекс инженерно-технических мероприятий, необходимый для изучения физического и напряженно-деформированного состояния сооружения. На основании полученных данных дается заключение о режиме дальнейшей эксплуатации, необходимости ремонтов, реконструкции или замене всего мостового сооружения.

Мониторинг мостов – это комплекс мер, направленный на систематическое наблюдение за состоянием элементов или конструкции в целом, в заданный промежуток времени с применением специальной техники, датчиков и приборов. С целью дальнейшего анализа, сравнения полученных данных и организации дальнейших инженерных мероприятий.

Для подводного мониторинга и обследования мостовой конструкции необходимо иметь четкий и продуманный план мероприятий. Для этого необходимо изучить всю проектную документацию и сравнить ее на месте с подводными элементами конструкции моста. Но этого недостаточно, поэтому дополнительно нужно учитывать следующую информацию:

- погодные условия, при проведении обследования;
- особенности водного препятствия (скорость течения, глубина, загрязненность и т.д.);
- наличие рядом гидротехнических сооружений (плотин, дамб и т.д.);
- изучение документации об всех видах работ и мероприятий проводимых на мостовом сооружении (эксплуатации, ремонте, реконструкции и т.д.);

- наличие уже выявленных дефектов;
- конечное влияние обследование на экологию.

Важно учесть появление и влияние различного рода рисков и чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть. Проводиться важная работа по их устранению или минимизации.

На основе вышеизложенной информации определяются методика работ, методы реализации их экономическое сравнение, персонал, необходимые технические ресурсы и т.д.

Есть различные способы и методы проведения мониторинга и обследования подводных частей мостовой конструкции. Наиболее часто применяются квалифицированные водолазы или дайверы, которые умеют работать со специальной техникой, оборудованием и способны собрать весь перечень необходимой информации для дальнейшей объективной оценки подводной части мостовой конструкции и сооружения в целом. Также применяются более современные методы и технологии: сложная дистанционно-управляемая техника, сонары, батискафы и т.д.

Использование дистанционно-управляемых аппаратов (ДУА)

ДУА – это подводный аппарат (робот), оснащенный базовой и дополнительной специализированной техникой и оборудованием, который погружается в воду и управляется квалифицированным оператором с поверхности (баржа, судно и т.д.) (Рис. 1). С помощью дистанционно-управляемого аппарата можно собрать всю визуальную информацию о подводной части мостового сооружения. При наличии дополнительных устройств на ДУА, присутствует возможность записи и регистрации информации для последующего детального ознакомления.

На дистанционно-управляемые аппараты, в зависимости от целей обследования и необходимых результатов, могут быть дополнительно установлены специализированное оборудование и техника:

- дополнительное видео- и фото- оборудование;
- светильники и фонари;
- манипуляторы с захватом или резаком;
- лазерные измерители расстояний;
- датчики для определения состава водной толщи;
- датчик катодного потенциала;
- датчики давления;
- система гидроакустического позиционирования (Рис. 2);
- щётка для чистки конструкции;
- локатор арматуры;
- многолучевые эхолоты;

- магнитомеры;
- и другие специальные оборудования и датчики.



Рисунок 1 – Прибор для подводного обследования «Сабфайтер 3000» компании ОАО «Тетис-ПРО»

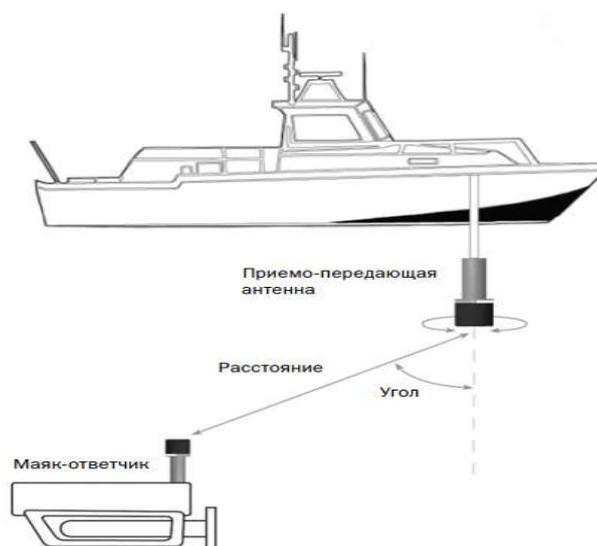


Рисунок 2 – Система гидроакустического позиционирования

Заключение

Для проведения трудоемкого подводного мониторинга и обследования, необходимо обучать и со временем повышать квалификацию технического персонала. Также иметь в наличии различное инженерно-техническое оборудование и специализированную точную технику. В современных условиях использование новейших технологий и высокотехнологического оборудование просто необходимо.

В перспективе необходимо создавать базы данных на каждое транспортное сооружение. В которой будет содержаться многолетняя информации о мониторингах, обследованиях, реконструкциях, а также устраненных дефектах.

Эта информация позволит проанализировать изменение технических параметров сооружения со временем.

Литература:

1. Подводное обследование транспортных сооружений / В.В. Соколов, П.П. Никитин. Изд-во «Транспорт», 1970. 152 с.
2. Овчинников И.И. Особенности подводного обследования транспортных сооружений. 1. Повреждения подводной части транспортных сооружений / И.И. Овчинников, А.А. Шейн, В.Г. Грацинский, И.Г. Овчинников, К.М. Вдовин // Интернет-журнал «Науковедение» № 6, 2013. с. 1-17.
3. Овчинников И.Г. Диагностика мостовых сооружений / И.Г. Овчинников, В.И. Кононович, О.Н. Распоров, И.И. Овчинников. Изд-во СГТУ. Саратов, 2003. 181 с.

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ

Тихон Кирилл Николаевич, студент 3-го курса кафедры «Мосты и тоннели»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

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

Теплотехнические измерения предназначены для выведения результатов физических величин, соединяющих с выработкой и потребления энергии. Они входят в следующие параметры: температура, количество теплоты, давление, расход, уровень и др.

Температура одна из главных технологических разработок. Один из параметров температуры определена как тепловое состояние. За изменение температуры тела, изменяется кинетическая энергия и молекулы тела отличаться от его первоначальной средней энергии. Из этого следует, что температура является статическим параметром и может применяться к телам, состоящим из довольно большого числа молекул (Рис. 1).



Рисунок 1 – Классификация средств измерения температуры

Тепловые расширения возникают в связи нагрева основной жидкости. Например: а) жидкостный стеклянный термометр, б) дилатометрический термометр, в) биметаллический термометр.

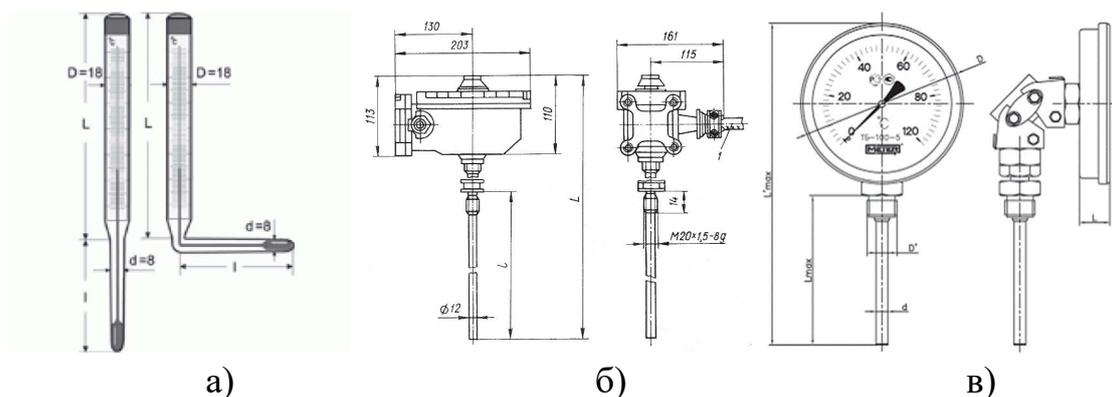


Рисунок 2 – а) жидкостный стеклянный термометр, б) дилатометрический термометр, в) биметаллический термометр

Жидкостные стеклянные термометры применяются для измерения температуры. Принцип действия: при расширении термометрической жидкости, заключённой в стеклянной емкости в которой температура отсчитывается по высоте столба.

Жидкостные термометры бывают изготовлены из различных разновидностей стекла и многими разновидностями жидкости и ртути.

Дилатометрические и биметаллические термометры рассчитаны на отличии многих расширений твёрдых тел, на основе уязвимости элементов из некоторых произведены эти термометры. Особенность действия биметаллических термометров основаны на множестве разных температурных коэффициентов не большого расширения пластин, спаяны друг с другом по всей поверхности.

Литература:

1. Метрология, стандартизация и измерения в технике связи. Учеб. пособие для вузов / под ред. Б.П. Хромого. – М.: Радио и связь, 1986. – 424 с
2. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Энергия, 1978. – 704 с
3. ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Шикуть Камилла Казимировна, магистрант кафедры «Мосты и тоннели»

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

В транспортных сооружениях на всех этапах жизненного цикла возможно возникновение дефектов и повреждений. Следовательно, уже при вводе построенного моста в эксплуатацию он уже имеет комплекс различного ряда дефектов, которые зачастую невозможно определить визуально.

Для изучения поведения транспортных сооружений в процессе эксплуатации проводят различного рода исследования:

1. Осмотр и техническая диагностика с целью выявления различного рода дефектов и повреждений; составление наиболее близкой к реальности расчетной схемы с учетом этих дефектов; анализ расчетной схемы с предварительным выяснением эксплуатационного состояния и грузоподъемности;
2. Испытание мостовой системы внешней нагрузкой с целью сравнения параметров мостового сооружения; уточненное исчисление грузоподъемности, надежности и остаточного ресурса мостового сооружения.

При статическом натурном испытании измеряются деформации и перемещения (Рис. 1) пролетных строений моста и основных несущих конструкций при загрузениях нагрузкой, далее корректируется расчетная модель и происходит назначение безопасной эксплуатационной нагрузки.

Алгоритм диагностики несущих конструкций транспортного сооружения включает следующие задачи: выявление характера внешних воздействий на сооружение и оценка способности сооружения сопротивляться этим воздействиям в определенной среде эксплуатации.

Сопротивление мостового сооружения разрушению определяется тремя основными факторами:

- свойствами материалов сооружения;
- напряженно-деформированным состоянием (НДС) элементов сооружения;
- воздействием окружающей эксплуатационной среды (Рис. 2).

В зависимости от конкретного сочетания факторов возможны различные виды разрушения сооружений от механического (с образованием и развитием с высокой скоростью трещин) до коррозионного (с постепенным ослаблением наружных сечений элементов в случае разупрочнения материала под действием окружающей среды).



Рисунок 1 – Общий вид установленных приборов для измерения прогибов пролетных строений моста



Рисунок 2 – Общий вид на металлические конструкции пролетного строения моста. Отсутствие защитного лакокрасочного покрытия, следовательно, развитие поверхностной коррозии элемента

Этап эксплуатации мостовых сооружений включает следующие задачи:

1. Оценка НДС конструктивных элементов и повреждений локального и общего характера.

2. Оценка степени соответствия несущей способности транспортного сооружения и ее анализ сопротивлению внешним воздействиям в рассматриваемый момент времени и на прогнозируемый период; прогнозирование долговечности конструкций объекта при известных внешних воздействиях и прочих деградирующих процессах.
3. Разработка различных вариантов стратегий по доведению состояния объекта до проектного или желаемого уровня.
4. Выбор и достижение наилучшей стратегии изменения состояния мостового сооружения.

Для решения первой задачи необходимо иметь расчетные модели, описывающих наиболее точно реальное поведение объекта, то есть с учетом имеющих дефектов и повреждений с реальными характеристиками конструктивных материалов несущих конструкций. Нужны экспериментальные данные для наиболее адекватного сопоставления расчетных и реальных моделей, а значит нужны методики экспериментальной диагностики по прямым и косвенным признакам, нужны методики анализа повреждений и конструкций с использованием этих моделей.

Практика проведения работ по ремонту и реконструкции транспортных сооружений говорит о необходимости поручать специализированным организациям, имеющим большой опыт проведения подобных работ, соответствующее программное обеспечение и оборудование, предремонтные обследования. Эти организации должны участвовать во всех этапах работ: предпроектных обследованиях; разработке проекта; во время и после проведения ремонта (реконструкции); контроле за соблюдением качества и технологии выполняемых работ; натурных статических и динамических испытаниях сооружения; разработке рекомендаций по дальнейшей эксплуатации.

Литература:

1. ТКП 45-3.03-60-2009 (02250). Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. - Введ. 18.09.2009. – Мн.: Стройтехнорм, 2009. – 29 с.
2. Этин П. Ю. Диагностика и испытания мостов: учебн.-метод. пособие – Гомель: БелГУТ, 2010. – 65 с.
3. Овчинников И.Г. Диагностика транспортных сооружений: учебное пособие по элективному курсу «Диагностика и оценка состояния транспортных сооружений» для специальности 291100 – Саратов: СГТУ, 1999. – 184 с.
4. Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания/ И.Г. Овчинников, А.И. Ликверман, О.Н. Распоров и др. – Саратов: Изд-во «Кубик», 2014 – 504 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1 Современные направления в проектировании и строительстве транспортных сооружений

Ильин И.Б., Хомяков А.А.

К ВОПРОСУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕФТЯНОГО ШЛАМА.....4

Мухаррямов И.Р.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ
ЩЕБЁНОЧНОГО ОСНОВАНИЯ С РАСКЛИНЦОВКОЙ
НЕФЕЛИНОВЫМ ШЛАМОМ.....7

Пантелеева В.А., Лесько А.Г.

ВЛИЯНИЕ РОВНОСТИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ
СООРУЖЕНИЙ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ..... 13

Пантелеева В.А., Лесько А.Г.

«УМНЫЕ» КАТКИ ДЛЯ РАБОТЫ НА ИСКУССТВЕННЫХ
СООРУЖЕНИЯХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ..... 20

Потапов Р.В.

АНАЛИЗ СВОЙСТВ НАНО ФИБРОПЕНОБЕТОНА..... 24

Шкатуло Д.А., Юнчиц Д.А.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА
ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....28

Яньшина Д.А.

ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРЫ ОБЪЕКТОВ
ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ..... 36

Быков К.Ю., Козюля А.А., Косяков А.Д., Лашук В.В.

ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ В ГОДОВОМ, МАКСИМАЛЬНОМ И
МИНИМАЛЬНОМ СТОКАХ РЕК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....41

<i>Жуковский Е.М.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ Т-ОБРАЗНОГО ШУМОЗАЩИТНОГО ЭКРАНА.....	49
<i>Загорецкая Ю.Ю.</i> К ВОПРОСУ О ПУТЯХ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДОРОЖНО- СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	54
<i>Калацкий А.С.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ.....	57
<i>Королёв В.О.</i> КАРКАСНЫЕ ДОМА. ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ТЕХНОЛОГИИ.....	65
<i>Мостыка Е.С.</i> БИОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	69
<i>Ромашин Е.Д.</i> ИЗМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ НАГРУЗОК ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА МОСТОВ.....	71
<i>Судак В.В.</i> ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕТРА НА СООРУЖЕНИЯ.....	76
<i>Татаринovich А.В.</i> СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ЦЕМЕНТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	79
<i>Татаринovich А.В.</i> РУЧКА 3DODLER. 3D ПРИНТЕР В РУКЕ.....	80
<i>Белая Е.В.</i> МОСТ «ДИМУХЭ» - DIMUHE BRIDGE.....	84
<i>Булышко В.Я.</i> ПЕШАХОДНЫ МОСТ ПРАЗ МКАД, КАЛЯ КАМЕННАЙ ГОРКІ.....	87
<i>Выгодин А.И.</i> МОСТ «НАДВОДНОЕ ШОССЕ» В КИТАЕ.....	89

<i>Гаранина Е.А.</i> НЕБЕСНАЯ ТРОПА МИСИМА.....	92
<i>Гивиль М.А.</i> КИТАЙСКИЙ МОСТ БЕЙПАНЬЦЗЯН.....	94
<i>Головач М.С.</i> КЕРЧЕНСКИЙ МОСТ.....	97
<i>Исаев А.А.</i> САМЫЙ ДЛИННЫЙ ДЕРЕВЯННЫЙ ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ В РОССИИ.....	101
<i>Карпович М.А.</i> ПЕШЕХОДНЫЙ ПОДВЕСНОЙ МОСТ В ПАРКЕ «СОКОЛЬНИКИ».....	103
<i>Комлев Н.А.</i> 3-D ПРИНТЕРЫ-РОБОТЫ БУДУТ СТРОИТЬ МОСТ В АМСТЕРДАМЕ.....	105
<i>Липницкий Д.А.</i> ВОЗВЕДЕНИЕ НОВОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ МОСТА ЗА 43 ЧАСА.....	107
<i>Лопатнев А.О.</i> «MARGARET HUNT HILL BRIDGE» – ВАНТОВЫЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ МОСТ В ДАЛЛАСЕ, США.....	109
<i>Ляшук М.И.</i> КРУГЛЫЙ (КРУГОВОЙ) МОСТ CIRKELBROEN В КОПЕНГАГЕНЕ ДАНИЯ.....	111
<i>Марков П.А.</i> ETIHAD RAIL.....	113
<i>Мытько Н.Н.</i> МОСТ ТИЛИКУМ.....	116
<i>Роман Д.А.</i> НОРВЕЖСКИЙ ПЛАВАЮЩИЙ ТОНNELЬ.....	118

<i>Романов Ф.С.</i> «СЧАСТЛИВЫЙ УЗЕЛ» LUCKY KNOT – ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ В КИТАЕ.....	119
<i>Савицкий Д.А.</i> СТЕКЛЯННЫЙ МОСТ – МОСТ ГЕРОЕВ.....	121
<i>Салтук Н.И.</i> МОСТ СУЛТАНА СЕЛИМА ЯВУЗА САМЫЙ ШИРОКИЙ МОСТ В МИРЕ.....	124
<i>Соболевский Н.Р.</i> СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР.....	127
<i>Швед А.С.</i> СТРОИТЕЛЬСТВО МОСТА В ПАВЛОДАРЕ.....	129
<i>Щемелёв Д.Д.</i> МОСТ САН-ШАНЬ(SAN-SHAN) ДЛЯ ЗИМНИХ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР В ПЕКИНЕ К 2022 ГОДУ.....	131

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

Доронин А.О.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛОК..... 135

Қойшыбаева А.Қ.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В НЕФТИ И
ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ.....137

Курдюков В.В.

МОДЕЛИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ..... 146

Сулейменов С.О.

ВОЗВЕДЕНИЕ ОПОР МОСТОВ, СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА
ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ И НАПРАВЛЕННЫМ ВЗРЫВОМ..... 155

Альховская А.А.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОЙ РАБОТЫ
БЕССТЫКОВОГО ПУТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТЯГИ..... 160

Арийчук Д.В.

ВІМ СТАНДАРТЫ В БЕЛОРУССИИ..... 165

Малык Н.И.

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ
ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ..... 168

Рубченя А.А., Денисик А.А., Герасименко А.А.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЦОВ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ МАШИН.... 172

Судас М.И.

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЦИФРОВЫЕ ПРОГИБОМЕРЫ..... 178

Тарасик Р.А.

ПОДВОДНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ.
ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННО-УПРАВЛЯЕМЫХ
АППАРАТОВ.....185

Тихон К.Н.

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ..... 189

Шикуть К.К.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНЫХ
СООРУЖЕНИЙ..... 191

Научное издание

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

МАТЕРИАЛЫ

I Международной студенческой конференции