

ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ



# ДОРОГИ

ТОРСОН

## X-53x auto

автоматическая система управления экскаватором



Новая автоматическая модульная 3D система управления экскаваторами Topcon X-53x Auto Excavator

Дисплей — Гидравлический клапан — Джойстик — Датчик наклона — GPS приемник — Контроллер

### УПРАВЛЕНИЕ&ЭКОНОМИКА

Платные дороги: требования выше, результат налицо



Стр. 8

### МАТЕРИАЛЫ& ТЕХНОЛОГИИ

Переход к межгосударственным стандартам потребления щебня в дорожном хозяйстве



Стр. 26

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Мост через Амур переправа мира и дружбы



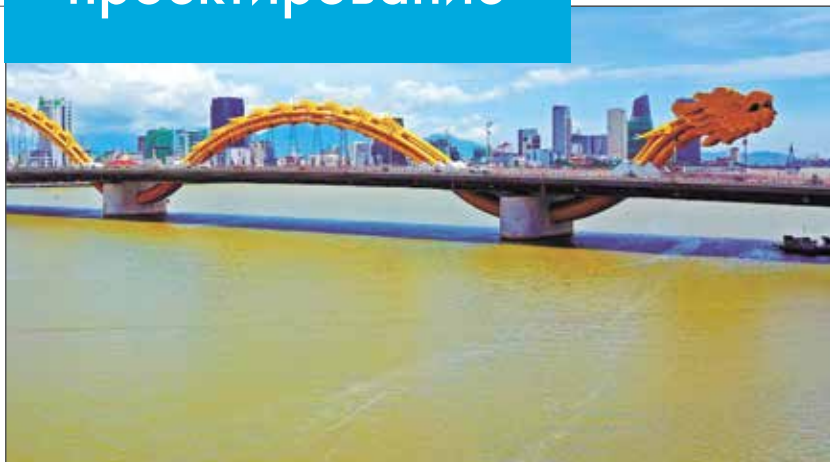
Стр. 44

### ЭКСПЕРТНОЕ МНЕНИЕ

Алюминиевые мосты: мировой тренд и российские перспективы



Стр. 80



Мост Дракона (Вьетнам)



Мост Бесконечности (Великобритания)

## О РАЦИОНАЛЬНОСТИ И АРХИТЕКТУРЕ В МОСТОСТРОЕНИИ

А. С. КОСТЯКОВ,

начальник отдела строительного проектирования ООО «ТРАНССТРОЙПРОЕКТ»

*МОЖЕТ ЛИ АРХИТЕКТУРА БЫТЬ РАЦИОНАЛЬНОЙ? RATIO С ЛАТИНСКОГО ПРИНЯТО ПЕРЕВОДИТЬ КАК «СЧЕТ», «РАЗУМ». ТО ЕСТЬ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К НЕСУЩИМ КОНСТРУКЦИЯМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЭТО ОЗНАЧАЕТ РАЗУМНЫЙ И ЭКОНОМИЧНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ПОСТАВЛЕННОЙ ЦЕЛИ. ВМЕСТЕ С ТЕМ В МОСТОСТРОЕНИИ ЕСТЬ ПРИМЕРЫ, КОГДА НЕСТАНДАРТНЫЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ЗАМЫСЕЛ ХОРОШО СОЧЕТАЕТСЯ С РЕШЕНИЕМ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.*

Следует отметить, что для мостовиков «рациональность» фактически прописана в 5.1 СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы»: «Принимать проектные решения, обеспечивающие экономное расходование материалов, экономию топливных и энергетических ресурсов, снижение стоимости и трудоемкости строительства и эксплуатации».

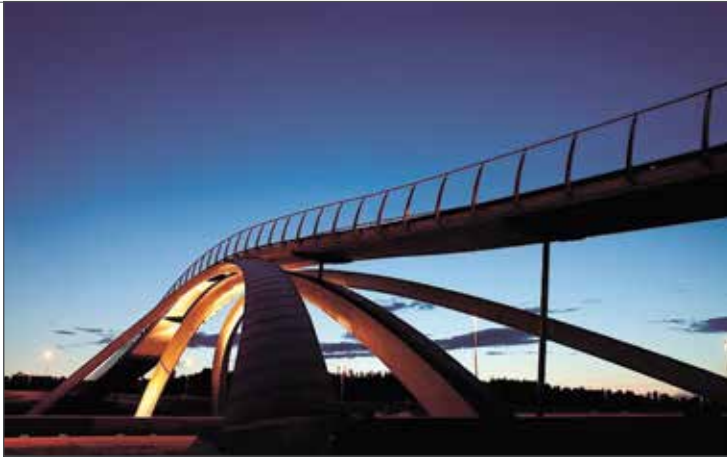
В мостостроении для определения оптимальных параметров основной несущей конструкции чаще всего используется «эпюра материалов». С помощью создаваемых таким образом чертежей можно относительно быстро найти точки изменения сечения, добавления арматуры, утолщения поясов и т. д. Но когда дело доходит до объектов, в которых архитектурный облик по требованию заказчика стоит далеко не на последнем месте, все становится не так просто.

Необходимо, помимо обеспечения несущей способности, еще и вписаться в замысел зодчего. И в этом смысле есть очень интересные достижения. Можно привести примеры нескольких удачных мостов по всему миру, сочетающих в себе высокую архитектурную выразительность и рациональную конструкцию балки пролетного строения. В частности, особо впечатляющими представляются следующие проекты:

- мост Дракона (Вьетнам);
- мост Бесконечности (Великобритания);
- мост Леонардо да Винчи (США);
- Стекланный мост (Грузия).

Получить такой результат можно лишь при плотной совместной работе архитекторов и инженеров.

Нам тоже посчастливилось недавно принять участие в подобном уникальном проекте. Это пешеходный мост



Мост Леонардо да Винчи (США)



Стекланный мост (Грузия)

в городе Сочи. Согласно замыслу главного архитектора (ООО «Прагма»), основная идея — сделать визуально легкую конструкцию, по виду напоминающую осенний лист.

В данном случае благодаря современным программным комплексам удалось импортировать основную геометрию из 3Ds Max в Midas Civil и построить точную конечно-элементную модель из пластин.

Очень важно было запроектировать балочную конструкцию, так как вантовый вариант являлся менее предпочтительным ввиду расчетной сейсмичности в 9 баллов, а также требовал дополнительных затрат на проектные работы (продувка в аэродинамической трубе) и строительство (ванты и анкерные устройства).

При расчете самым проблемным местом оказалась левобережная часть пролетного строения, где деформации превышали допустимые согласно СП «Мосты и трубы». Учитывая довольно большие отклонения, единственным вариантом виделось увеличение высоты несущей балки от середины пролета в направлении левого берега.

Помимо этого, примерно в то же время было согласовано весьма нетипичное покрытие для мостового перехода, а именно — тротуарная плитка на песчаной подушке, что добавило веса на пролетное строение около  $160 \text{ кг/м}^2$ , или 32 т целиком.

Увеличивать сечение было уже недопустимо с архитектурной точки зрения, и мы пришли к решению включить в работу материал правобережной части пролетного строения. То есть добавили анкерные оттяжки. Благодаря этому пик эпюры моментов сместился к правобережной опоре, и мы получили более рациональную работу конструкции. К тому же так удалось выполнить все требования СП 35.13330.2011.

В итоге мы получили балочную конструкцию с анкерной оттяжкой, где основную нагрузку несут две

**КОГДА ДЕЛО ДОХОДИТ ДО ОБЪЕКТОВ, В КОТОРЫХ АРХИТЕКТУРНЫЙ ОБЛИК ПО ТРЕБОВАНИЮ ЗАКАЗЧИКА СТОИТ ДАЛЕКО НЕ НА ПОСЛЕДНЕМ МЕСТЕ, ВСЕ СТАНОВИТСЯ НЕ ТАК ПРОСТО. НЕОБХОДИМО, ПОМИМО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ, ЕЩЕ И ВПИСАТЬСЯ В ЗАМЫСЕЛ ЗОДЧЕГО.**

двухавровых балки с высотой сечения от 700 до 2500 мм, объединенные ортотропной плитой прохожей части шириной 4 м, по которой сверху будет устраиваться покрытие из тротуарной плитки на песчаной подушке.

Впоследствии это пролетное строение было проверено на воздействие ветровой и сейсмической нагрузок, а также на наличие частот собственных колебаний, попадающих в запретный диапазон согласно СП «Мосты и трубы». Все проверки успешно пройдены. На текущий момент расчетная схема с получившимися высотами и толщинами передана архитекторам для дальнейшей работы.

Далее предстоит решить еще множество вопросов и разработать множество решений, связанных со строительством в весьма ограниченных условиях, применением нестандартной грузоподъемной техники (по крайней мере, мостостроителями), логистикой и транспортировкой материалов и конструкций в сложных горных и городских условиях. Но при тесном и плодотворном сотрудничестве всех заинтересованных сторон все это не должно составить больших проблем. ■



# НА ПУТИ К ЖЕЛЕЗНОМУ ЛИДЕРСТВУ

Игорь ПАВЛОВ

*СПЕЦИАЛИСТЫ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ МОСТАМ УТВЕРЖДАЮТ, ЧТО В ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ ИМЕННО ЭТО НАПРАВЛЕНИЕ МОСТОСТРОЕНИЯ ВЫХОДИТ НА ЛИДЕРСКИЕ ПОЗИЦИИ В МИРОВОМ МАСШТАБЕ. В ЧИСЛЕ ПЛЮСОВ НАЗЫВАЮТ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ, БЫСТРОВОВОЗВОДИМОСТЬ, ЭКОНОМИЧНОСТЬ. РОССИЙСКИЕ РЕАЛИИ РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЯ 9 ИЮНЯ БЫЛИ ПОДРОБНО ОБСУЖДЕНЫ НА КРУГЛОМ СТОЛЕ «СОВРЕМЕННОЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ МОСТОСТРОЕНИЕ. ЗАДАЧИ. ПРЕИМУЩЕСТВА. ПЕРСПЕКТИВЫ».*

В связи с известными ограничениями, обусловленными пандемией, проведение мероприятия в формате «онлайн» было логичным. Организатором выступил проектный институт «Трансстройпроект». Информационную площадку и техническую поддержку предоставила выставочная компания «МеталлЭкспо». Так или иначе, зародившаяся в рамках международной выставки «Металлоконструкции» традиция проведения подобных деловых мероприятий не прервалась.

Основными участниками дискуссии стали десять специалистов, чьи доклады были заявлены заранее. За три часа проектировщики, строители, производители мостовых конструкций и металлурги смогли достаточно детально обсудить основные проблемы и тенденции развития этого направления мостостроения в России, а также поделились практическим опытом. Безусловно, речь шла и о новых технологических решениях, способных повысить качество проектируемых мостовых сооружений, оптимизировать расходы на строительство и увеличить межремонтные сроки. В целом к работе «виртуального» круглого стола присоединилось около 170 человек.

## ЗАДАЧИ И ДОСТИЖЕНИЯ

Сначала свое видение выхода металлических пролетных строений «в лидеры отрасли» изложил кандидат технических наук, генеральный директор ООО «Трансстройпроект» Дмитрий Харламов. По его словам, особо важен тот факт, что при климатических особенностях большей части нашей страны отказ от так называемых мокрых процессов (бетонирование и т. д.) — «это большой шаг вперед, который позволяет существенно увеличить скорость строительства мостов».

Причем дополнительно ускорить процесс как проектирования, так и возведения объекта в целом способна полноценная интеграция проектной документации с заводами металлоконструкций и монтажными организациями. «Требуется тесное сотрудничество всех звеньев одной цепи». Создаваемая таким образом единая модель взаимодействия снижает трудоемкость, повышает скорость как монтажа, так и изготовления конструкции.

Еще одним способом ускорения (это руководитель Трансстройпроекта сообщил уже в ходе ответов на вопросы после доклада) может стать разработка типовых конструкций пролетных строений. По словам Дмитрия Харламова, тема действительно очень актуальна, поскольку активно ведется развитие и модернизация транспортной инфраструктуры регионов. Типовые проекты позволили бы оптимизировать бюджетные средства, сократить расходы и увеличить скорость строительства.

Дмитрий Харламов рассказал и о достижениях отечественного металлического мостостроения. В частности, Трансстройпроектом за 12 лет запроектировано более 180 таких объектов, в том числе с применением 3D-технологий. Эта работа получила и международное признание. В качестве примера были представлены два проекта в Нур-Султане, столице Казахстана: велосипедный мост через реку Есиль и железнодорожная эстакада.

Особенность первого объекта — неразрезное криволинейное металлическое пролетное строение, ширина которого изменяется от 10,5 м по краям до 18 м в центральной части. Внешний вид моста был согласован первым президентом Казахстана Нурсултаном На-



зарбаевым. А конструкция эстакады отличается тем, что в основе заложены металлические коробчатые пролетные строения с переменной высотой стенки. Завод «Тюменьстальмост» изготовил их за 1,5 года. Монтажные блоки собирались воедино по принципу конструктора. Оба сооружения стали лауреатами конкурса «Сила металла», который проходил в рамках международной выставки «Металлоконструкции» (2017, 2018 гг.).

Непосредственно в автодорожном строительстве России металлические мосты только начинают занимать свою нишу. Здесь одним из первых удачных опытов стала переправа через реку Пехорку в подмосковных Люберцах. Мост общей протяженностью 36 м предназначен для пропуска 8 тыс. единиц автотранспорта в сутки по двум полосам в одну сторону. Длина переправы с учетом подъездов составляет 300 м. Работы завершены 31 декабря 2019 года.

А сейчас ведется строительство автодорожного путепровода на развязке Президентского моста в Ульяновске. Проектом предусмотрена 4-полосная дорога с разделением транспортных потоков барьерным ограждением, устройство светодиодного уличного освещения, вело-пешеходной дорожки, тротуаров, установка шумо-

защитных экранов, барьерного и перильного ограждения, дорожных знаков и светофоров.

### НОРМАТИВНАЯ БАЗА

Завершая свое выступление, Дмитрий Харламов отметил, что за последние несколько лет в разработке нормативной документации и новых материалов в сфере мостостроения произошли значительные изменения в лучшую сторону.

Тему нормативно-технического регулирования при проектировании и строительстве мостовых сооружений и труб продолжил в своем выступлении кандидат технических наук, заместитель генерального директора АО «ЦНИИС» Юрий Новак.

В частности, под эгидой НИЦ «Мосты» за последние пять лет вышли пять новых Сводов правил: «Алюминиевые мосты», «Мониторинг», «Мосты в городе», «Расчет сталежелезобетонных мостов», «Армогрунтовые системы». Для СП 35, СП 46 и СП 79 разработаны в общей сложности шесть изменений и дополнений.

Докладчик также отметил проблемы, возникающие при переходе на Еврокоды. В частности, у мостовиков нет четкого понимания, какие именно исследования и в каком объеме лежат в основе параграфов этих документов. Необходимо также утверждение в европейских стандартах дополнительных требований к условиям РФ (аномально низкие температуры, сейсмика, гидравлика сибирских рек, особенности эксплуатации). Не стоит забывать и о том, что полное принятие Еврокодов плохо отразилось на мостостроении ряда малых стран Европы, а в России есть опасность утраты своих традиций и достижений в проектировании без их полноценной замены. Зарубежный опыт вообще нельзя механически переносить на РФ, будь то нормативы, технологии или материалы.

**ТОЛЬКО ТРАНССТРОЙПРОЕКТ ЗА 12 ЛЕТ РАБОТЫ ЗАПРОЕКТИРОВАЛ БОЛЕЕ 180 ОБЪЕКТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МОСТОСТРОЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ. ОДНАКО НЕПОСРЕДСТВЕННО В АВТОДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РОССИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МОСТЫ ТОЛЬКО НАЧИНАЮТ ЗАНИМАТЬ СВОЮ НИШУ.**



Были также озвучены предложения ЦНИИС по дальнейшему нормотворчеству, а именно: актуализация СП и ГОСТов должна осуществляться непрерывно, а не раз в пять лет; новые испытания и исследования также следует проводить непрерывно, а не только при возникновении чрезвычайных ситуаций; необходимо увеличение финансирования соответствующих разработок в рамках программы НИОКР на постоянной основе.

## ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

В качестве «третьего кита» современного металлического мостостроения была представлена практическая сторона разработки и внедрения инноваций, от общих принципов применения BIM-технологий в проектировании до производства высокопрочных метизов.

В частности, о передовых решениях для инфраструктуры месторождений полезных ископаемых рассказал заместитель директора по продажам АО «СтальМост» Андрей Комаристов. Он отметил, что унификация мостовых сооружений и применение типовых проектов пролетных строений позволит сэкономить до 15% сметной стоимости возведения искусственных сооружений. Данный показатель достигается за счет: сокращения сроков строительства; снижения затрат на транспортировку материалов (минимальность веса и компактность; уменьшения количества техники и человеческих ресурсов; возможности строить в зимний период и т. п.

Руководитель инфраструктурных проектов ПАО «Северсталь» Антон Луговцов рассказал о металлических мостах модульной конструкции, открывающихся новых возможностях и преимуществах.

Менеджер проекта развития рынка металлоконструкций Евгений Самарин ООО «ЕвразХолдинг» представил

первый практический опыт применения в отечественном мостостроении атмосферостойкой стали марки 14ХГНДЦ. Было приведено сравнение металлоемкости и стоимости решения на примере пешеходного моста на ст. Чулым. Доказано, что применение такой стали способно сэкономить от 10 тыс. на тонне металлоконструкций.

О новых предложениях отечественных производителей для пролетных строений мостов из алюминиевых сплавов рассказал руководитель направления транспортной инфраструктуры Алюминиевой ассоциации Евгений Васильев. Основные преимущества — экономичность при учете всего жизненного цикла и расширение архитектурных возможностей таких сооружений. Также были озвучены темы деформационных швов и опорных частей, сварных муфтовых соединений, высокопрочной метизной продукции в монтажных соединениях стальных мостов.

В рамках международной выставки «Металлоконструкции-2020» также не прервалась традиция проведения конкурса на лучшие решения применения стали и алюминия в строительстве «Сила металла». Мостовики удостоились звания лауреата в лице ООО «Трансстройпроект», представившего проект «Металлическое неразрезное пролетное строение автодорожного городского моста через Нижнетагильский пруд».

В целом насыщенность и актуальность тематики дискуссии по металлическому мостостроению вызвала к жизни, как ее продолжение, еще один круглый стол, но по более узкой специализации — «Современные способы защиты от коррозии конструкций пролетных строений стальных мостов». Мероприятие прошло 11 июня также в онлайн-формате.

Резюме: в мире российского металлического мостостроения наблюдается оживление и происходит немало интересных событий.■