

# СОВРЕМЕННОЕ МОСТОСТРОЕНИЕ:

## ПРИВЕДЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ МОСТОВ К НОРМАТИВНОМУ СОСТОЯНИЮ



**Ю.В. Новак, заместитель генерального директора АО ЦНИИТС по научной работе, главный научный сотрудник, к. т. н., доцент, Почетный транспортный строитель РФ**

**МОСТОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ ИСПЫТЫВАЕТ ЗНАЧИТЕЛЬНЫЙ ПОДЪЕМ. ПОСТРОЕНО ЗА ЭТИ ГОДЫ БОЛЬШЕ ВНЕКЛАССНЫХ МОСТОВ, ЧЕМ ЗА ВСЕ ПРЕДЫДУЩИЕ ГОДЫ. ЭТО СТАЛО ВОЗМОЖНЫМ БЛАГОДАРЯ ШИРОКОМУ ВНЕДРЕНИЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИЕ И, КОНЕЧНО, РЕЗКОМУ УСКОРЕНИЮ СТРОИТЕЛЬСТВА. ВВЕДЕНИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ПУТЕПРОВОДА ИЛИ МОСТА ЗА ГОД-ПОЛТОРА СЕГОДНЯ УЖЕ СТАЛО ОБЫЧНЫМ ЯВЛЕНИЕМ.**

**В** 2020 году ЦНИИСу исполнилось 85 лет! За период конца 20 века и по настоящее время в ЦНИИСе (ЦНИИТС) проходили разработки значительных проектов, которые актуальны по нынешний год. На память приходят следующие разработки:

- строительство первого моста из монолитного железобетона по новой технологии ЦПН (Циклическая продольная подвижка) в г. Волгограде. В настоящее время более 50% монолитных мостов из железобетона строят по данной технологии. Например, 3-е транспортное кольцо в г. Москве;
- создание технологии вибродинамических испытаний мостов на базе современной компьютерной технологии того времени — персональных компьютеров ЕС;
- большой комплекс работ по оценке сейсмостойкости жилых зданий в г. Заравшан (Узбекистан);
- геодезический мониторинг строительства стадиона Зенит;

■ научно-техническое сопровождение грандиозных мостовых сооружений, таких как: вантовый мост на о. Русский, мост через бухту Золотой Рог во Владивостоке и, конечно, Крымский мост в Керчь, которые были простроены в рекордные 3 года каждый, в то время как китайские или японские мостостроители предлагали построить эти мосты за 5-6 лет!

Все технологии получили в настоящее время свое развитие и широко применяются при строительстве, обследовании и испытаниях зданий и мостовых сооружений.

Однако, несмотря на достигнутые успехи, есть и проблемы. Так по данным ФДА Росавтодора из примерно 75 тыс. мостов в РФ 10% (7 тысяч) находятся за пределами нормативного состояния и требуют ремонта и реконструкции. Это в основном, конечно, мосты в регионах, мосты на сельских дорогах и в «глубинке». Для решения этой проблемы Правительство РФ разработало программу БКАД (Безопасные качественные автомобильные



**Рис. 1. Временный мост на основе САРМ, который эксплуатируется более 5 лет. Требуется замена на постоянную конструкцию. ЦНИИТС выполнял работы по диагностике и динамические испытания моста.**

дороги) с финансированием до 2030 года. Главная цель БКАД — приведение аварийных мостов в нормативное состояние. Первым шагом выполнения Программы стало проведение широкой паспортизации существующих мостов. Параллельно идут работы по проектированию ремонта и реконструкции данных мостов.

Мосты — это сложные инженерные сооружения. Особое внимание следует обратить на условия эксплуатации и бережный уход за всеми конструкциями мостов. Это означает, прежде всего, регулярный осмотр, мониторинг и обследования мостовых элементов, начиная от фундаментов и оснований, опор, пролетных строений, тротуаров, дорожной одежды и др. Особо опасными разрушениями являются те, которые проявляются внезапно и катастрофически. К ним в первую очередь следует, на мой взгляд, отнести подмыв фундаментов опор, провоз негабаритных грузов, усталостные разрушения и динамические проблемы — чрезмерные колебания, сейсмика, наводнение да и, вообще, изменение климата. Увы, и качество строительства мостов иной раз страдает. Это, в том числе, является обратной стороной сокращения сроков строительства. Указанные причины не являются чисто российскими, все помнят страшные разрушения мостов в Италии и Китае, например. Борьба с указанными факторами, как представляется, может быть в более четкой работе прикладной строительной науки, надзорных органов (авторский надзор, стройконтроль).

Одной из важнейших технологий по предотвращению разрушений мостов является мониторинг технического состояния несущих конструкций. Современная аппара-



**Рис. 2. Сталежелезобетонный мост у г. Чита. Постройка середины 80-х годов. Состояние работоспособное. ЦНИИТС выполнял диагностику моста, статические и динамические испытания в 2021 году.**

тура мониторинга, интернет и компьютерная техника позволяют в реальном времени отслеживать все процессы, которые происходят с мостом, на мосту, включая и нагрузки и погодные условия. Высокая точность приборов, надежность и визуализация измерений, а также доступная стоимость (1 канал трехкомпонентной диагностики стоит примерно 30-40 тыс. руб.) выводят мониторинг из уникальной системы в общедоступную. Все нормативные документы на мониторинг (ГОСТ, СП, ОДМ) есть и проверены на практике. Процессу внедрения мешает только некоторая консервативность отдельных структур. Мостовики, в какой то степени, остались без своего головного министерства. Задачи Росавтодора — это в первую очередь дороги. Ранее было «свое» министерство — Минтрансстрой задачей которого и были, в первую очередь, мосты и тоннели.

Большое распространение получили вантовые мосты. Вантовый мост своеобразная «визитная» карточка города. Красивая архитектура и «парящий» внешний вид могут украсить любой город. В РФ построено много подобных мостов и проектируются еще несколько! Так построен вантовый мост с рекордным километровым пролетом через океанский пролив. Мостовики нашей страны имеют значительный позитивный опыт строительства таких мостов. Для перекрытия больших рек, которых в России множество, вантовые и висячие мосты являются единственно возможным и правильным решением!

Уникальные мосты на о. Русский и Крымского (Керченского) являются показателем высокого современ-



Рис. 3. Разрушение нового железнодорожного моста после реконструкции (г. Мурманск). ЦНИИС проводил экспертизу.

ного мостостроения в РФ. Построенные в рекордные сроки с высоким качеством в сложных условиях, указанные мосты позволили получить разнообразный полезный опыт строительства, который будет применен в настоящее время. Если на мосту на о. Русском только ванты импортные, то все конструкции Крымского моста выполнены на отечественных материалах и отечественными технологиями. Для снижения рисков динамического воздействия на мосты была в обязательном порядке проведена не только расчетная оценка вибраций (ветровое воздействие, волновое и сейсмическое), но и выполнена «продувка» моделей в аэродинамической трубе. Это позволило создать конструкции, которые хорошо сопротивляются внешним воздействиям.

Стальное мостостроение в настоящее время получило значительный импульс. Для пролетов более 40–50 метров это практически единственное решение. В условиях СССР сталь была фондируемым материалом и применение ее было ограничено. Однако в конце 80-х годов были проведены масштабные исследования «на перспективу» по разработке новых уникальных сталей, которые применимы для мостостроения. Это прежде всего атмосферостойкие стали у которых коррозия идет во много раз медленнее, чем у стандартных сталей, это также высокопрочные стали с пределом текучести в 1,5 – 2 раза выше, чем у тех сталей, которые применяются в настоящее время, это также создание сталей с новыми качествами с новым химическим составом, которые дешевле в производстве на 15-20%. Сегодня разработки XX века были проверены и металлурги готовы предложить производителям новые, прогрессивные марки сталей. Нормативная документация также в настоящее время позволяет применить новые стали. Уже есть хорошие примеры внедрения атмосферостойких сталей в мостах.

Коррозия – враг стального мостостроения. Борьба с «ржавчиной» идет в двух направлениях – создание новых современных сталей атмосферостойких, в том числе с учетом морской коррозии, а также создания стойких красок с гарантийным сроком более 25 (!) лет. ЦНИИТС в силу своих компетенций совместно с партнерами разрабатывает оба направления. В Свод Правил СП35.13330.2021 включены атмосферостойкие стали и дан раздел по окраске стальных мостов.

Ведущие металлургические заводы в течение 2015–2020 гг. провели масштабную реорганизацию своих производств, и готовы к выпуску новых сталей, новой арматуры в тех объемах, которые удовлетворят спрос мостовиков. ЦНИИТС в сотрудничестве с металлургами, ЦНИИЧермет и ТК 375/МТК 120 подготовили новые, современные решения в области листового и фасонного проката и арматурных сталей. В настоящее время идет опытное проектирование и опытное строительство новых мостов с учетом предлагаемых решений.

Исторически ЦНИИТС является автором и держателем подлинников всех главных нормативных документов по мостостроению (ГОСТ, СП, ОДМ, СТУ). Это, например первые в СССР нормы проектирования мостов СН200-62, который прослужил до 1984 года! Среди важнейших норм по которым проектировали, строили и испытывали мосты в течение 30 лет это и СНиП 2.03.05-84 и СНиП 3.06.04-91 и СНиП 3.06.07-86. Указанные СНиП в настоящее время получили свое развитие и дополнение в новых действующих документах – сводах Правил – СП35, СП46 и СП79. Все мостовые Своды Правил создавались коллективами, которые возглавляли сотрудники ЦНИИИС (ЦНИИТС – как приемник ЦНИИИС). За последние 50 лет в ЦНИИИС (ЦНИИТС) разработано и внедрено более 1000 (!) нормативных документов, так только при строительстве вантового моста на о. Русский нами было разработано более 50 нормативных документов разного уровня. Минстроем РФ принято решение о регулярной ревизии нормативных документов – не реже раз в 5 лет, это позволит модернизировать нормы в соответствие с требованиями современности. Что и было сделано в актуальных редакциях СП – введены композитные материалы, новые стали, новые классы бетона и арматуры, разработан новый Свод Правил для мостов из алюминиевых сплавов.

В настоящее время идет внедрение так называемого «типового проектирования». По факту институт «типового проектирования» де-факто был всегда. Другое дело придать наиболее массовым конструкциям юридический статус «типовой». Это позволит значительно сократить время на все этапы проектирования, строительства и увеличить межремонтные сроки. Конечно наша

позиция заключается в том, что бы типизация не была исключительной. Новые технологии, новые материалы обязательно должны применяться в строительстве.

Интересна тема и «BIM-технологий». Цифровизация строительного производства все более и более получает широкое распространение. Тема не новая – первые работы по BIM-моделям были представлены специалистам еще в середине 90-х годов XX века. Большое распространение цифровые модели или как сейчас принято называть этот процесс компьютерные модели получили в судостроении, самолетостроении и энергетике. В начале XXI века мощность компьютеров и программного обеспечения стала доступна и для строительного комплекса. Основное внедрение в настоящее время BIM-технологии получили в промышленно-гражданском строительстве для «точечных» объектов. Что касается линейных объектов – мостов, тоннелей, дорог то на сегодняшний день идет окончательная доработка программного обеспечения, подключились не только гиганты импортного софта, но и отечественные разработчики. Проектировщики осваивают новые BIM-технологии, создают «пионерные» проекты с применением цифровых

моделей. Правда процесс идет не так быстро как планировалось заранее, но идет. Следует конечно вспомнить как не просто внедрялись компьютерные чертежи на АВТОКАДе, например. Для этого потребовалось от 5 до 10 лет. Но сегодня это общий стандарт. Представляется, что BIM-технологии уже в самом скором времени будут также общепризнанными и все объекты линейного строительства будут создаваться на цифровой основе.

Среди наиболее перспективных работ, которыми в настоящее время занимаются мостовики АО ЦНИИТС, следует отметить следующие:

- внедрение высокопрочных сталей класса С440-460, С520 и, возможно, С690 в практику мостостроения;
- исследование свойств атмосферостойких сталей для морского климата, например для Сахалина;
- производство вант в России;
- проектирование модульных мостов, быстровозводимых, в том числе для «глубинки»;
- ремонт и реконструкция старых мостов, с восстановлением их потребительских свойств и грузоподъемности;
- новые современные понтонные мосты. ■