

# ДОРОГИ

www.techinform-press.ru

## МОСТЫ И ВРЕМЯ. СПЕЦВЫПУСК

**VIATOR®**

Das Pellet.

Российским дорогам —  
немецкое качество



ООО РЕТЕНМАЙЕР РУС



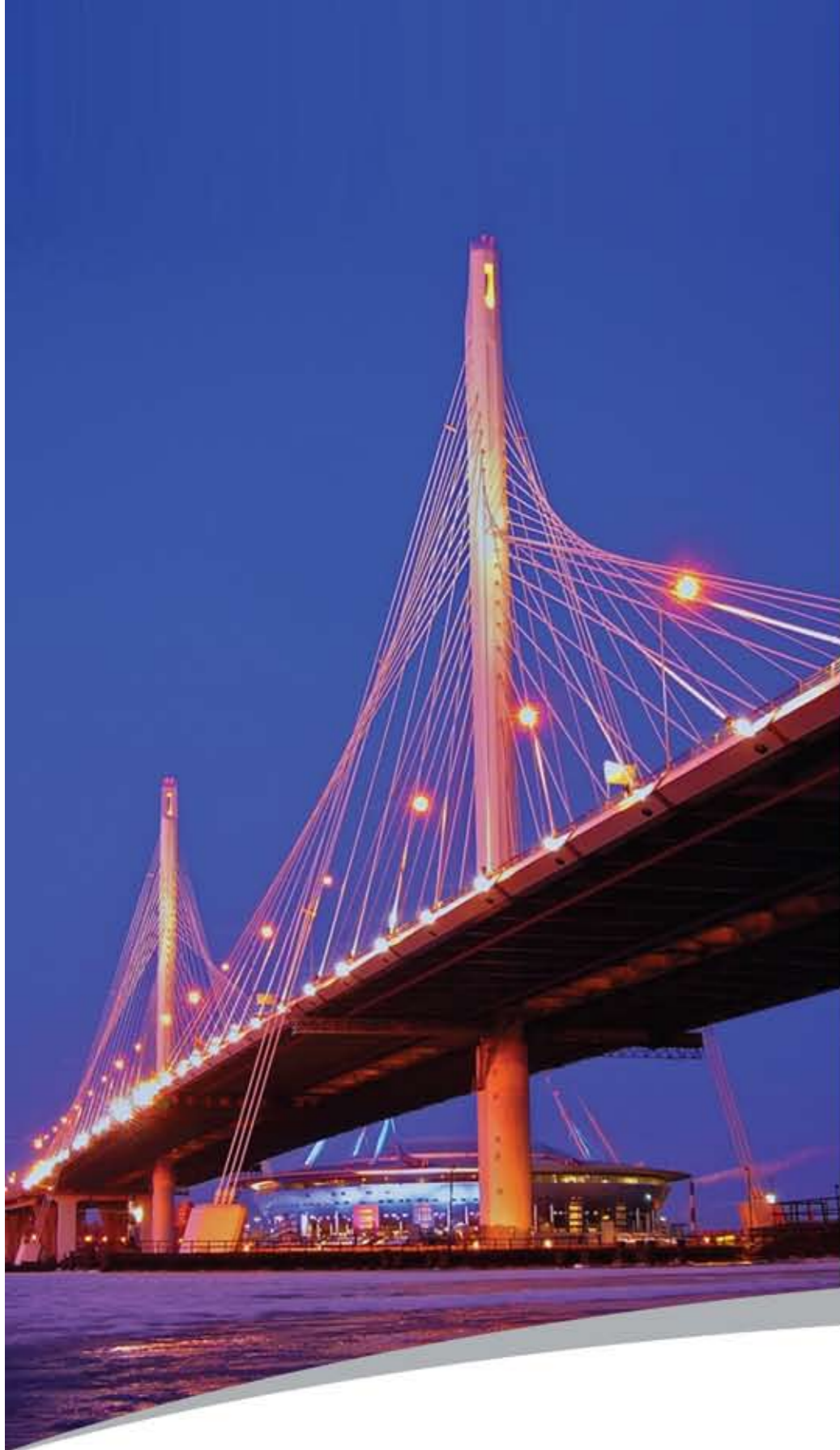
Природные  
волокна

ООО «Ретенмайер Рус»  
115280, Москва,  
ул. Ленинская Слобода,  
д. 19, стр. 1  
Тел.: (495) 276-06-40  
info@rettenmaier.ru

### VIATOR 66® и VIATOR Premium®:

- Стабилизирующие добавки №1 в России и в мире для производства ЩМА;
- Российское производство на немецком оборудовании и по немецким стандартам;
- Основной компонент – экологически безопасные натуральные волокна из целлюлозы;
- Отличная эффективность и стабилизирующий эффект;
- Быстрое и равномерное распределение волокон в смесителе;
- Максимальная производительность АБЗ благодаря отсутствию дополнительного сухого смешивания;
- Высочайшие стандарты качества добавок VIATOR® обеспечивают неизменно высокое качество ЩМА





**ICA**  
CONSTRUCTION

[www.ica-construction.ru](http://www.ica-construction.ru)



# *Великий, как мечта*





*Русскому мосту 5 лет*





мосты



тоннели



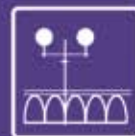
спортивные сооружения



ПГС



пешеходные переходы



набережные и причалы





Мостовой переход  
через канал имени Москвы



генеральное  
проектирование



проектирование  
конструкций



сложные  
расчеты



технология  
сооружения



мониторинг  
СМИК



авторский  
надзор





ООО «Корн»

Вся продукция —  
из стали легендарной Магнитки



## ДОРОЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ — ЕВРОПЕЙСКИЕ ВАРИАНТЫ КОНСТРУКЦИЙ

ТУ 5210-023-34527782-2015  
ТУ 5216-067-36910961-2002

ООО «Корн»

тел.: 8-912-803-66-64, 8(3519)  
46-00-95, тел./факс 8(3519)20-96-58

www.zaokorn.ru

E-mail: zao-korn@yandex.ru

г. Магнитогорск



На календаре — август. Месяц, который ознаменован важнейшей датой для профессионального строительного сообщества — Днем строителя. В канун этого праздника как всех строителей, так и мостовиков редакция нашего журнала решила подготовить специализированный выпуск «Мосты и время», в котором постаралась рассказать о наиболее важных событиях последнего времени в сфере мостостроения. Одним из таких событий, бесспорно, является первый юбилей Русского моста.

Дальневосточный исполин дал старт развитию Приморья и, в частности, острова Русский. Трудно переоценить вклад участников строительства этого уникального сооружения и в развитие отечественного мостостроения.

Но и в наши дни, несмотря на экономические трудности, страна развивается, ей нужны новые дороги и переправы, и в этой связи опыт, наработанный во Владивостоке, бесценен.

Сегодня многие из тех, благодаря кому восточные ворота России были увенчаны гигантским триколором, самоотверженно трудятся на новой великой стройке страны — на строительстве моста через Керченский пролив.

О достижениях в области мирового мостостроения с читателями нашего журнала поделились представители международной компании «Ичташ-Астальди». Интервью с руководством российского подразделения холдинга и другие интересные материалы можно прочитать на страницах этого номера.

А мы от души поздравляем с профессиональным праздником всех тех, чье призвание — созидать: проектировать и строить. Успеха вам и процветания, новых прекрасных проектов и их успешной реализации! В добрый путь!

С наилучшими пожеланиями,  
главный редактор журнала «Дороги. Инновации в строительстве» Регина Фомина и весь творческий коллектив.





*Дорогие участники строительства Русского моста!*

*Поздравляем вас с первым знаменательным событием в истории этого уникального сооружения – пятилетием завершения строительства!*

*Этот мост стал настоящим экзаменом на профессионализм и беззаветную преданность своему делу. Только такие сильные духом, как вы, способны в столь экстремальных условиях на протяжении многих месяцев выдерживать тот колоссальный темп, который был задан на старте этой великой стройки!*

*Мы горды тем, что работали с вами в одной команде!*

*В канун Дня строителя желаем вам дальнейших трудовых побед и новых грандиозных объектов!*



Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС 77-41274. Издаётся с 2010 г.

**Учредитель**  
Регина Фомина

**Издатель**  
ООО «ТехИнформ»

**Генеральный директор**  
Регина Фомина

**Заместитель генерального директора**  
Ирина Дворниченко  
pr@techinform-press.ru

#### РЕДАКЦИЯ:

**Главный редактор**  
Регина Фомина  
info@techinform-press.ru

**Шеф-редактор**  
Сергей Зубарев  
redactor@techinform-press.ru

**Руководитель службы информации**  
Илья Безручко  
bezruchko@techinform-press.ru

**Редактор**  
Владислав Альбин  
profi@techinform-press.ru

**Дизайнер, бильд-редактор**  
Лидия Шундалова  
art@techinform-press.ru

**Корректор**  
Мила Дмитриева

**Руководитель отдела стратегических проектов**  
Людмила Алексеева  
editor@techinform-press.ru

**Руководитель службы рекламы, маркетинга и выставочной деятельности**  
Нелля Кокина  
roads@techinform-press.ru

**Руководитель отдела подписки и распространения**  
Нина Бочкова  
public@techinform-press.ru

**Отдел маркетинга:**  
Полина Богданова  
post@techinform-press.ru  
Ирина Голоухова  
market@techinform-press.ru

Адрес редакции: 192 007, Санкт-Петербург, ул. Тамбовская, 8, лит. Б, оф. 35  
Тел.: (812) 490-47-65; (812) 905-94-36,  
+7 (931) 256-95-96  
office@techinform-press.ru  
www.techinform-press.ru

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Подписку на журнал можно оформить по телефону (812) 905-94-36 и на сайте [www.techinform-press.ru](http://www.techinform-press.ru)



«ДОРОГИ. Инновации в строительстве»  
Спецвыпуск «Мосты и время»  
№63 август/2017

Главный информационный партнер  
Саморегулируемой организации  
некоммерческого партнерства межрегионального  
объединения дорожников «Союздорстрой»

## В НОМЕРЕ:

### В ФОКУСЕ ВРЕМЕНИ

- 8 История мостостроения: взгляд через века
- 14 Мосты в будущее России

### УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА

- 20 Алексей Журбин: горжусь имиджем Стройпроекта



- 26 ИСА: мировой опыт на благо России

### ИССЛЕДОВАНИЯ И КОНТРОЛЬ

- 33 **П. М. Саламахин, Р. М. Мамутов.** Об экономии материальных ресурсов при строительстве мостовых сооружений на автомобильных дорогах
- 38 **А. С. Алешин.** Мосты и землетрясения: по новым СП



- 42 **В. В. Кондратов, Е. И. Румянцев.**

Испытания антифрикционных материалов для опорных частей мостовых сооружений

- 48 **П. И. Чжен.** Новая философия строительного контроля (ООО «Мостовое бюро»)



- 52 ВМ-технологии и строительный контроль (интервью с А. Ю. Смирновым; АО «Институт «Стройпроект»)

### СОБЫТИЯ

- 56 Триколор над Босфором: первый юбилей
- 61 **Н. В. Рогов.** Мост на остров Русский: то, что осталось за кадром (Группа компаний «СК МОСТ»)
- 64 **А. А. Сергеев, Э. А. Балючик, Е. А. Казеннов.** Сотрудничество проектировщиков, строителей и науки





при строительстве Русского моста (НИЦ «Мосты»)

реконструкции Тучкова моста в Санкт-Петербурге

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ

- 70 ООО «ТРАНССТРОЙПРОЕКТ»: проектирование мостов будущего сегодня
- 74 Мегапроекты по-петербургски: от Керчи до Хабаровска, не минуя Москвы (интервью с О. Г. Скориком; АО «Гипростроймост – Санкт-Петербург»)
- 78 **О. Г. Скорик.** Конструктивные особенности Крымского моста



## СТРОИТЕЛЬСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ

- 82 Путепровод к юбилею
- 84 Мосты Петербурга в надежных руках (интервью с А. В. Белашовым)
- 87 **Э. С. Карапетов, В. А. Власов, А. В. Атанов.** Особенности

## ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ

- 94 С УМом всегда на высоте (Управление механизации — филиал ОАО «Метрострой»)
- 98 **В. Ю. Казарян, И. Д. Сахарова.** Уширение и усиление опор при реконструкции мостовых сооружений (ООО «НПП СК МОСТ»)
- 102 **И. А. Кукло.** Маккаферри: армогрунтовые гарантии для путепроводов и мостов
- 106 Качество, проверенное временем (Научно-производственный холдинг «ВМП»)
- 108 **Е. Н. Пахомова.** Мосты Тайпан
- 110 «Деформационные швы и опорные части»: импортозамещение и инновации (интервью с В. С. Старченко)
- 112 Компания «Дефшов» — этапы большого пути (интервью с С. В. Овсянниковым)
- 114 Стройкомплекс-5: внедрение инноваций (интервью с С. А. Шульманом)
- 117 Бетоны для транспортного строительства (круглый стол)

## ЭКСПЕРТНАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г.В. Величко,  
к.т.н., академик Международной академии транспорта, главный конструктор компании «Кредо-Диалог»

В.Г. Гребенчук,  
к.т.н., заместитель директора филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Мосты», руководитель ГАЦ «Мосты»

А.А. Журбин,  
заслуженный строитель РФ, генеральный директор АО «Институт «Стройпроект»

С.В. Кельбах,  
председатель правления ГК «Автодор»

И.Е. Колошев,  
заслуженный строитель РФ, технический директор ЗАО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург»

А.В. Кочетков,  
д.т.н., профессор, академик Академии транспорта, заведующий отделом ФГУП «РосдорНИИ»

С.В. Мозалев,  
исполнительный директор Ассоциации мостостроителей (Фонд «АМОСТ»)

А.М. Остроумов,  
заслуженный строитель РФ, почетный дорожник РФ, академик Международной академии транспорта

В.Н. Пшенин,  
к.т.н., член-корреспондент Международной академии транспорта, зам. главного инженера «Экотранс-Дорсервис»

И.Д. Сахарова,  
к.т.н., заместитель генерального директора ООО «НПП СК МОСТ»

В.В. Сиротюк,  
д.т.н., профессор СибАДИ

В.Н. Смирнов,  
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Мосты» ПГУПС

Л.А. Хвоинский,  
к.т.н., генеральный директор СРО НП «МОД «СОЮЗДОРСТРОЙ»

Установочный тираж 15 тыс. экз.  
Цена свободная.

Подписано в печать: 8.08.2017  
Заказ №

Отпечатано: ООО «Акцент-Групп»,  
194044, Санкт-Петербург, Большой Сампсониевский пр., д. 60, лит. И

Сертификаты и лицензии на рекламируемую продукцию и услуги обеспечиваются рекламодателем. Любое использование опубликованных материалов допускается только с разрешения редакции.





## ИСТОРИЯ МОСТОСТРОЕНИЯ: ВЗГЛЯД ЧЕРЕЗ ВЕКА

*Среди инженеров бытует шутка, что первым мостостроителем стал человек, впервые догадавшийся положить поваленное дерево поперек водной преграды. Несомненно, сама природа подсказала людям идею созидательного творчества. И упавшие деревья, и перекинувшиеся с дерева на дерево лианы, и каменные навалы в горных ущельях будили воображение и подталкивали инженерную мысль в нужном направлении. Теперь на нашей планете существует множество мостовых сооружений, протяженность которых, величина пролетов и сложность конструкций «первый мостостроитель» едва ли мог представить даже в самых смелых мечтах. В основе своей эти мировые достижения, если обратиться к исторической ретроспективе, обязаны европейскому инженерному гению.*

**В** мире есть места, где прошлое и настоящее переплелись настолько тесно и гармонично, что практически неотделимы друг от друга. Старые дороги органично вписались в современную транспортную систему, сооружения различных стилей и эпох соседствуют друг с другом и составляют единый ансамбль, прекрасный и не нарочитый в своем великолепии.

Здесь вспоминается итальянский город Римини. В антураже современного мирового курорта вдруг обнаруживаешь, словно призрак былых эпох, древний мост. Его проезжая часть покоится на пяти невысоких арках пролетом около 8–9 м. На устоях поле стены украшено сандриками с нишами, обрамленными плоско выступающими коринфскими пилястрами. Пяты арок — почти на уровне воды. Массивные устои, составляющие примерно 1/2 пролета арки, подчеркивают вместе с карнизом и сандриками масштаб и мощь сооружения.

Обычный мост времен Римской империи. По нему, как ни в чем не бывало, ходит транспорт, спешат люди. Будто и не было готского завоевания, испанского вторжения, землетрясений, наводнений, бомбежек Второй мировой... Это сооружение времен императора Тиберия заставляет задуматься над историей развития

общества, проблемами долговечности сооружений и бренностью мира. Что такое 2 тыс. лет — всего лишь миг по сравнению с вечностью. И в памяти возникают бессмертные слова знаменитого римского зодчего Витрувия, что в архитектуре и строительстве должны быть заложены такие качества, как *firmitas, utilitas, venustas* — прочность, польза и красота.

## У ИСТОКОВ

Один из древнейших мостов, возведенный, по всей видимости, в VII веке до н. э., находился в одной из столиц Древнего мира — Вавилоне. Об этой постройке из кирпича писал «отец истории» Геродот как о части так называемой Дороги процессий, ведущей к храму верховного бога Мардука.

Большое значение имели мосты для передвижения войск. Со времен Римской империи до наших дней дошли сведения о нескольких таких сооружениях. Судя по письменным источникам, одной из самых значительных переправ такого рода стал мост через Дунай, построенный в районе современного румынского города Турну-Северин в период военных действий императора Траяна против даков. Расстояние между его опорами составляло примерно 38, полная длина — 1135, ширина — 15, высота от поверхности воды — 19 м. Этот огромный мост был построен в невероятно короткие сроки — за три года (103–105 гг.).

Самым старым из сохранившихся в мире считается Мульвиев мост (Понте Мильвио) через р. Тибр в Риме. Первое упоминание о деревянном мостовом сооружении на этом месте восходит к 207 году до н. э. Каменный мост был построен в 109 году до н. э. Несмотря на различные природные катаклизмы и ремонты, в основном он сохранил исторический вид по сегодняшний день. До 1956 года по Мульвиеву мосту двигался транспорт, но теперь, в статусе памятника старины, движение по нему доступно только для пешеходов.

Стоит отметить, что римские инженеры и архитекторы при возведении мостовых сооружений использовали в основном арочные конструкции, что позволяло перекрывать довольно большие пролеты. Сохранилось свыше 30 подобных сооружений, часть из которых составляют акведуки — остатки древней водопроводной системы. При их строительстве применялись передовые для того времени материалы — например водостойкий пуццолановый бетон.



Мост Тиберия в Римини



Гардский мост в Провансе

К числу наиболее замечательных инженерных сооружений II века н. э., дошедших до наших дней, относится Гардский мост в Провансе, являющийся элементом акведука, снабжавшего водой город Немауз (современный Ним).

Нижний ярус аркады моста, высота которого 21,6 м и ширина 6,36 м, состоит из шести арок и несет на себе второй ярус высотой 21,5 м и шириной 4,56 м. По третьему ярусу высотой 7,82 и шириной 3,06 м проложен канал акведука. В этом ярусе находятся 35 маленьких арок. Общая высота сооружения — 48,77 м. Длина поверху составляет 275, аркады второго яруса — 242, нижней аркады — 142 м. Пролеты арок первого яруса и проходящей над ним части второго совпадают по вертикали.

Гардский мост является одним из самых ярких произведений римской архитектуры. В нем достигнуто органическое выражение функциональной обоснованности в художественной форме. Мощный, лаконичный и в то же время легкий образ этого сооружения может служить символом инженерного искусства Римской Империи.

## СРЕДНИЕ ВЕКА, РЕНЕССАНС И НЕМНОГО БАРОККО

После падения Римской империи в V веке технологии строительства мостов долгое время не получали своего развития. Вплоть до XIV века осваивались разработки античного времени лишь с незначительными до-





Каменный мост в Регенсбурге



Понте Веккьо во Флоренции



Мост Риальто в Венеции

полнениями. В Средние века двумя преобладающими типами сооружений стали мосты с полуциркульными и стрельчатыми арками. Первый тип основывался на римской традиции, второй — заимствован из восточной архитектуры и использовался в основном в Испании после завоевания ее маврами, но вскоре потерял популярность, так как неоправданно увеличивал высоту моста. Интересный и самый большой из сохранившихся мостов средневековья — Каменный мост в Регенсбурге, соединивший берега Дуная. Его строительство, начатое в 1135 году, продолжалось 11

лет. Понадобилось возвести 16 арок. К тому времени секрет изготовления римского водоупорного бетона был забыт, поэтому опоры установили с помощью больших искусственных каменных островов, сузивших русло Дуная и увеличивших скорость течения.

Для прохода судов пришлось построить небольшой обводной канал, а искусственно созданный усиленный напор воды использовали для вращения колес водяных мельниц, установленных между несколькими арками моста.

В начале II тысячелетия строительство дорог под свое покровительство взяла церковь. Один из монашеских орденов назывался «Мостовые братья». Монахи обещали безвозмездно строить и содержать мосты, защищать путешественников и давать им приют у переправ через реки. Орден просуществовал около 200 лет. Среди сооружений, им построенных (1177—1185 гг.), — Авиньонский мост через р. Рону. При его строительстве использовались римские технологии, о чем, в частности, свидетельствуют паводковые шлюзы, устроенные в опорах. Мост состоял из каменных арочных пролетов, почти полуциркульного очертания со слегка уменьшенной стрелой. Пролеты имели длину 33 м. Четыре из них дожили до наших дней.

Новшеством средневекового мостостроения стали мосты-улицы, появившиеся во многих крупных европейских городах — например, Понте Веккьо во Флоренции. Этот мост, построенный в 1345 году архитектором Нери ди Фьораванти, на протяжении веков служил местом оживленной торговли.

Эпоха Возрождения (XIV—XVI вв.) стала периодом бурного развития городов, торговли, культуры и искусства, науки и технологий. Хаотичные мосты-улицы упорядочиваются и преобразуются в мосты-пассажи, архитектурным формам придаются простота и строгость, арки становятся более пологими. Одно из таких сооружений — мост Риальто в Венеции, построенный в 1592 году. Облицованный белым мрамором, он несет торговую галерею, образующую три продольных прохода. Круговая арка с пролетом 28,8 м и стрелой 6,4 м дает свободу проплывающим гондолам.

На смену архитектуре Ренессанса в конце XVI века пришло причудливое барокко. Характерной чертой стиля стало стремление к динамичным композици-

ям и пышному архитектурному декору. Ярким примером является мост Санто-Тринито (мост Троицы) во Флоренции, построенный в 1569 году архитектором Бартоломео Амманати через р. Арно на месте более ранних мостовых сооружений. Во время Второй мировой войны мост взорвали отступавшие немецкие войска, все статуи затонули. То, что можно видеть в наши дни, — точная копия, воссозданная в 1958 году, а сохранившиеся скульптуры для нее были бережно подняты со дна реки.

## МОСТЫ ЭПОХИ КЛАССИЦИЗМА

На смену барокко приходит классицизм (лат. *classicus* — образцовый). В его основе лежат идеи рационализма, происходит новое осмысление «золотого века» античности. Для мостовых сооружений этого периода характерна четкая центральная симметрия, подчеркнутая пролетом больших размеров и часто декоративными формами.

В 1651 году в Париже был построен мост Короля, одним из авторов которого является Габриэль, известный архитектор своего времени и проводник новых идей. Это сооружение стало важным этапом в развитии мостостроения. Мост имел пять пролетов размерами от 20,5 до 23,5 м, перекрытых коробовой аркой пологого очертания. Отношение подъема арки к пролету составляло 1:3, толщина свода в замке главного пролета — 1/6 его длины, ширина опор — 4,5 м, ширина проезжей части — 16,9 м.

К концу XVII века начался процесс разделения функций инженера-строителя и архитектора. В 1671 году в Париже была основана Академия строительного искусства, а в 1747 году инженером и архитектором Ж.-Р. Перроне организована Французская школа мостов и дорог. Стала активно развиваться теория мостостроения, закладывались математические основы расчета конструкций, прежде всего арочных сводов. Основным строительным материалом при этом по-прежнему оставался камень.

Самым значительным сооружением Ж.-Р. Перроне стал мост Согласия в Париже, построенный в 1771 году. Его пролеты, перекрытые круговыми арочными сводами, имели длину от 25 до 31,2 м, при этом пять сводов были заложены на одном уровне. Максимальное отношение величины стрелы арки к длине пролета составило необычайно малую величину 1:8,5.



Мост Согласия в Париже

Период европейского классицизма завершился в первой половине XIX века.

## МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МОСТЫ

В 1769 году в Англии изобретена первая паровая машина, началась массовая разработка каменного угля и железных руд, что привело к появлению чугуна. Эта же страна стала и пионером возведения нового вида мостовых сооружений. Первый чугунный мост через р. Северн был введен в эксплуатацию 1 января 1781 года. Он имел пять чугунных дуговых ребер, перекрывавших пролет 30,6 м и покрытых чугунными плитами. Расход металла составил 384 т. Вскоре рядом появилось еще несколько сооружений аналогичной конструкции, в том числе чугунный мост в Колпорте, построенный в 1810 году.

В металлических мостах несущими элементами стали отдельные арки, количество и размеры которых определялись шириной проезжей части и величиной нагрузки.

Выдающимся сооружением начального периода такого строительства стал мост Британия — мировой рекордсмен среди железнодорожных мостов середины XIX века. Пролетные строения здесь выполнены в виде клепаных прямоугольных труб. Каждая из них имеет высоту 9 и ширину 4,4 м.

Насоединение элементов сооружения ушло более 1,7 млн заклепок. Мост установлен на каменных опорах и имеет два главных судоходных пролета по 141 м каждый.

При перекрытии больших пролетов, особенно железнодорожных мостов, более экономичными становятся решетчатые конструкции, где несущими элементами являются сквозные фермы. Такие конструкции являются достаточно сложными и многоэлементными, и расчеты их первоначально не отличались большой точностью. Именно поэтому для повышения надежности





Мост Британия



Бруклинский мост в Нью-Йорке

начали применять многораскосные и многорешетчатые фермы, чтобы при выходе из строя каких-либо раскосов нагрузка передавалась на соседние элементы. Подобные конструкции имели множество недостатков и, прежде всего, сложность и неоправданный расход металла.

Поиск наиболее выгодной решетки главной фермы стал основной задачей, которую решали мостостроители второй половины XIX века. В дальнейшем основным типом стала треугольная решетка. С целью экономии материала в нее в ряде случаев вводились стойки и подвески, что характерно для железнодорожных мостов, а при больших длинах пролетов — дополнительные элементы — шпренгели, позволяющие уменьшить до оптимальной величины панель проезжей части.

Одним из выдающихся сооружений конца XIX века является построенный по проекту инженера Дж. Реблинга Бруклинский мост длиной 1825 м с центральным пролетом 486 м над проливом Ист-Ривер в Нью-Йорке. Это сооружение является одним из старейших подвесных мостов в США и, по мнению американцев, входит в двадцатку главных достопримечательностей страны.

## ЭРА ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Первый патент на железобетонную конструкцию получил в 1867 году Жозеф Монье, садовник Версаля. С 1861 года он искал методы, как делать садовые кадки более прочными. С помощью железной проволоки и цемента ему это удалось. Но Монье не остановился на достигнутом и получил ряд патентов в смежных областях, в том числе на мосты из «железоцемента» и железобетонные балки.

В 1875 году во Франции в частном парке был построен первый железобетонный мост длиной 16 и шириной 4 м. В 1890 году в немецком Бремене появился подобный мост, перекрывавший пролет 40 м.

Первые такие мосты по конструкции не отличались от каменных: пролет перекрывался сплошным железобетонным арочным сводом, при этом щековые стенки

и фундаменты выполнялись из бетона без армирования. Тяжелое надарочное заполнение вызывало появление в арочных сводах значительных усилий.

Одной из первых попыток отойти от конструкции, характерной для каменных сооружений, стало в 1912 году строительство моста в Тироле с пролетом 50,4 м и стрелой 6,12 м. Облегчение нагрузки здесь достигнуто устройством сквозных поперечных проемов и заменой засыпки стойками-стенками.

В начале XX века была предложена так называемая система Геннебека — конструкция с арочными дисками. Отдельные арки и стойки заменялись вертикальными стенками, на которые непосредственно опиралась проезжая часть. В начале 1910-х гг. сооружаются первые железобетонные арочные мосты с ездой понизу.

Новый импульс развитию дало применение предварительного напряжения и совершенствование методов строительства. Посредством разрезных балочных пролетных строений из предварительно напряженного железобетона стали перекрывать пролеты, значительно превышающие стометровый рубеж.

В 1960–1970-х гг. широкое распространение получили железобетонные рамно-консольные и рамно-подвесные мосты, что объяснялось их максимальной приспособленностью к строительству методами навесного монтажа и навесного бетонирования.

Одним из выдающихся железобетонных мостов стал построенный в 1962 году по проекту итальянского профессора Моранди вантовый мост Генерала Рафаэля Урданеты через озеро Маракайбо в Венесуэле. При общей длине 8 272 м пять центральных пролетов длиной 235 м перекрываются вантовыми конструкциями, главная особенность которых — использование железобетонных преднапряженных вант. Оттяжки отсутствуют, пилоны выполнены в виде жестких А-образных конструкций, способных воспринимать значительные горизонтальные нагрузки от вант при несимметричном загрузении временной нагрузкой. Устройство на опорах вантовых пролетов V-образных стоек, пересекающихся со стойками



Мост Генерала Рафаэля Урданеты



Мост Верразано-Нэрроуз



Мост Сутонг

А-образных пилонов, также придало мосту в целом впечатляющий и запоминающийся вид.

## В ПОГОНЕ ЗА РЕКОРДАМИ

В XX веке продолжалось строительство всеяких мостов. Знаменательным стало сооружение в 1931 году моста Джорджа Вашингтона в Нью-Йорке с центральным пролетом 1068 м. Здесь впервые покорили километровый рубеж. Мост был рассчитан на восемь полос автодвижения и четыре рельсовых пути.

В 1937 году новым мировым рекордсменом по величине главного пролета (1280 м) и своеобразным символом могущества Америки стал всеякий мост через пролив Золотые Ворота в Сан-Франциско. Особый колорит данному сооружению придает оранжево-красный цвет конструкций, выделяющийся на синем фоне неба и Тихого океана. Не зря мост Золотые Ворота неоднократно получал призы за красоту и выразительность.

В 1964 году в США еще раз побили свое же мировое «золото» — в Нью-Йорке появился всеякий мост Верразано-Нэрроуз с перекрытым пролетом в 1298 м.

В 1981 году монополия американских мостостроителей на подобные рекорды, однако, закончилась — в Великобритании построили всеякий мост Хамбер-Бридж с пролетом 1410 м.

Конец XX и начало XXI века характеризуются появлением мостовых сооружений, рекордных как по величине перекрываемых пролетов, так и по смелости инженерной мысли. В строительстве малых и средних мостов основное место заняли балочные конструкции преимущественно из монолитного железобетона. Использование железобетона при строительстве арочных мостов позволило довести величину перекрываемых пролетов до 329 м (на Мемориальном мосту через реку Колорадо в США в 2010 году).

В 1990-х гг. появились экстрадозные мосты — конструкции из предварительно напряженного железобетона с внешней напрягаемой арматурой на участках отрицательных моментов. Вынесение верхней арматуры за пределы бетонного сечения придает таким мостам сходство с вантовыми.

В 2009 году рекордный пролет в 552 м, перекрытый металлической арочной конструкцией, появился на мосту Чаотяньмэнь в Китае. Но уже через три года в Дубае (ОАЭ) был введен в эксплуатацию арочный мост имени Шейха Рашида бин Саид аль Мактума, где длина главного пролета составила 667 м при стреле арки 205 м.

Широкое распространение получили вантовые мосты. Стали популярны системы с малым шагом вант, что позволило уменьшить усилия и сечение балок жесткости и увеличить перекрываемые пролеты. Если к концу 1980-х годов они не превышали 500 м, то в 1998 году на французском мосту Нормандия величина пролета составила 856 м. Через год мост Татара с новой рекордной величиной пролета (890 м) открылся в Японии.

В 2008 году перекрываемый пролет на мосту Сутонг в Китае составил 1088 м. В 2012 году побит и этот рекорд. Во Владивостоке построен Русский мост через пролив Босфор Восточный с наибольшим пролетом 1104 м.

Развитие мостостроения, конечно же, не останавливается. Справедливо добавить, что по длине мостовых сооружений на сегодняшний день в «топе-10» семь позиций занимает Китай, причем все они — достижения XXI века. Самым протяженным в мире является Даньян-Куньшаньский виадук (164,8 км), построенный в 2010 году как часть Пекин-Шанхайской высокоскоростной железной дороги. Второе и третье места также занимают китайские железнодорожные мосты. Однако с точки зрения уникальности технологических решений «западный мир» основных позиций пока не сдает. Есть чем гордиться и российским мостостроителям. ■



Даньян-Куньшаньский виадук



# МОСТЫ В БУДУЩЕЕ РОССИИ

По темпам развития транспортной инфраструктуры можно судить об уровне и динамике развития экономики любых территорий. При этом одним из наиболее ярких маркеров благополучия региона является строительство мостов. Если мегапроекты, такие, как возведение переправы через Керченский пролив или создание комплекса сооружений Западного скоростного диаметра, демонстрируют амбиции и возможности государства и становятся своего рода визитной карточкой России, то о реальном положении дел в целом по стране более точно говорят менее масштабные проекты, их количество и качество. Среди таких мостов, подчас строящихся в отдаленных регионах и за их пределами почти неизвестных, мы отобрали несколько объектов из самых значимых, сложных и трудоемких. Их строительство либо завершилось недавно, либо продолжается, либо начнется в ближайшем будущем.



Фрунзенский мост (визуализация)

Подготовили Илья БЕЗРУЧКО,  
Владислав АЛЫБИН, Сергей ЗУБАРЕВ

## ДВА САМАРСКИХ ПЕРЕХОДА

В плане строительства новых мостов более всего повезло Поволжью, а точнее Самаре. В рамках подготовки транспортной инфраструктуры к проведению Чемпионата мира по футболу 2018 года город получил возможность открыть сразу два моста через реку Самару, что приведет к заметному улучшению условий движения на городской и внешней сети автомобильных дорог. Кировский мостовой переход уже выполняет эти функции. На втором объекте — Фрунзенском мосту — продолжаются строительные-монтажные работы.

Проект Кировского моста прошел экспертизу еще 10 лет назад. Над разработкой проектной и исполнительной документации работали, соответственно, ЗАО «Волгоспецстрой» и московский ОАО «Институт Гипростроймост». Мостовой переход общей протяженностью 10,88 км представляет собой общегородскую магистраль непрерывного движения, которая берет начало в районе примыкания Самарского шоссе к проспекту Кирова и заканчивается пересечением с Обводной дорогой у поселка Черноречье. Имеет техническую категорию IБ с шестью полосами движения: по три в каждом направлении.

Переход включает в себя целый ряд различных искусственных сооружений. Наиболее крупные — вантовый мост через реку Самару, железнодорожный путепровод, мост через речку Черную и четыре транспортных развязки в разных уровнях.

Вантовый мост общей протяженностью 596,7 м является центральным звеном перехода. На нем остановимся подробно. Пролетное строение — сталежелезобетонное коробчатое неразрезное шириной 60 м, общее по обоим направлениям движения. Конструкция сформирована двумя металлическими коробчатыми балками, соединенными между собой поперечными балками. Ванты диаметром 200–250 мм состоят из системы параллельных пучков по 38–64 пряжей. Анкеровка осуществлена по обеим сторонам пролетного строения, а для пологих вант также и по его оси. Высота пилонов составляет 95 м, а длина центрального пролета — 177 м. Мост опирается на 7 монолитных железобетонных опор с фундаментами разных типов: в русловой части устроены буронабивные столбы диаметром 1,7 м с уширением до 3,5 м, в эстакадной части и на

устоях — железобетонные сваи и сваи-оболочки. Одна из особенностей сооружения заключается в том, что здесь впервые в России применена технология берегоукрепления с помощью инкоматов.

Размеры Фрунзенского мостового перехода немного скромнее. Он начинается в районе будущей транспортной развязки на пересечении улиц Крупской, Фрунзе и Чапаевской и будет включать в себя 10 съездов, а его окончанием является развязка на улице Шоссейной. Мост станет альтернативой Старому мосту, расположенному рядом ниже по течению.

Помимо самарского генпроектировщика ООО «Транскомпроект», в проектировании участвовала целая плеяда организаций, включая петербургское АО «Институт «Стройпроект». Подробно о характеристиках Фрунзенского моста журнал «Дороги. Инновации в строительстве» уже писал в номерах 57 и 58.

Стоит отметить, что в соответствии с действующей в стране программой по импортозамещению, при строительстве объекта используются только отечественные стройматериалы. Финансирование осуществляется, в том числе, за счет средств, полученных от работы системы «Платон».



Кировский мост в Самаре



Мостовой переход через р. Надым

## СЕВЕРНЫЙ ШИРОТНЫЙ ХОД

Еще два моста связаны географически, но располагаются на куда более значительном расстоянии друг от друга — переходы через реки Надым и Обь в составе Северного широтного хода.

Первый из них находится в Ямало-Ненецком автономном округе в зоне вечной мерзлоты, на расстоянии 109 км от устья реки Надым. Строительная длина перехода составляет 3,1 км, из которых 897 м и 764 м — подходы на правом и левом берегах рек, 1334 м — протяженность совмещенного моста с отдельными пролетными строениями под автомобильное и железнодорожное движение на общих опорах.

Автодорожная часть моста запроектирована на прямой в плане и выпуклой вертикальной кривой переменного радиуса в профиле. Пролетное строение — неразрезное металлическое балочное с ездой поверху, индивидуального проектирования. Состоит из 131 продольного блока, каждый из которых в поперечном сечении собран из четырех блоков верхней и одного блока нижней ортотропной плиты, а также двух блоков главных балок двутаврового сечения. Поперечное

сечение — коробчатое. Полная ширина моста по ортотропной плите проезжей части — 13,1 м, что позволяет расположить две полосы для движения автомобилей.

Промежуточные опоры — общие для автодорожной и железнодорожной части моста, приняты массивными, обтекаемой формы. Фундаменты выполнены из отдельных бурообсадных столбов диаметром 1420 мм с толщиной стенки 16 мм и длиной до 35 м, заполненных армированным бетоном.

Железнодорожные пролетные строения под один путь приняты в виде двухпролетных сквозных металлических неразрезных ферм с ездой понизу. Конструктивные решения выполнены применительно к типовому проекту серии 3.501.2-139 с расчетным пролетом 110 м. Пролетные строения изготавливаются в северном А-исполнении (основные металлоконструкции — из низколегированной конструкционной стали для мостостроения).

Весной 2017 года Минстрой дал разрешение на ввод в эксплуатацию автодорожной части. В настоящее время





Мостовой переход через р. Обь (визуализация)



Мостовой переход через реки Каму и Буй у города Камбарка

ведутся работы по кадастровому учету и оформлению прав собственности. Реализация второй очереди отложена до принятия решения о возобновлении финансирования проекта «Северный широтный ход».

По совмещенному мостовому переходу через Обь проектную документацию в 2009 году разработало ОАО «Трансмост». Сооружение находится в районе Салехарда, также в зоне вечной мерзлоты, на расстоянии 288 км от устья р. Оби. Переход предназначен для пропуска одного пути железной дороги и двухполосного движения автотранспорта. Проезд будет осуществляться в двух уровнях, по нижнему пойдет железная дорога.

Длина моста — 2440 м. Протяженность подъездных эстакад с правого и левого берегов для автомобильной дороги составит 575 м и 913 м, а для железнодорожных путей — соответственно 165 м и 609 м. Таким образом, общая строительная длина сооружения составит 4703 м. Пролетные строения — совмещенные неразрезные металлические арки и фермы.

На сегодняшний день проектная документация прошла экспертизу. В соответствии с проектом Указа Президента РФ и разработанной ОАО «РЖД»

организационно-правовой модели Северного широтного хода строительство перехода планируется реализовать посредством концессионного соглашения в рамках механизма частной инициативы.

## КАМСКИЙ МОСТ

Адрес еще одного из крупнейших объектов отечественного мостостроения последних лет — Удмуртия. Проект называется «Строительство и эксплуатация на платной основе мостовых переходов через реки Каму и Буй у города Камбарке», а для реализации его была создана одна из первых в стране региональных концессий. Проектированием занимался петербургский Трансмост.

Обоснование проекта базировалось на отсутствии прямой связи регионов Центрального, Приволжского и Уральского федеральных округов на транспортных направлениях «Киров — Ижевск — Уфа — Оренбург» и «Нижний Новгород — Казань — Ижевск — Екатеринбург». После появления моста путь по самому востребованному здесь направлению от Москвы до Екатеринбурга и обратно сократился на 164 км по маршруту через Пермь и на 269 км — через Уфу.

На региональном уровне решалась задача отсутствия круглогодичной транспортной доступности населенных пунктов Камбарского района, где находятся крупнейшие нефтеналивной терминал и перегрузочный пункт угля. Прямое сообщение с Ижевском осуществлялось только через паромные и ледовые переправы и могло отсутствовать до ста дней в году.

Мост, построенный через р. Буй, имеет длину 223,5 м и особо примечательным сооружением не является. Основной объем работ пришелся на объект, официальное название которого «Мостовой переход через реку Каму у г. Камбарки в составе трассы Ижевск — Сарапул — Камбарка — Нефтекамск на территории Удмуртской Республики». По информации официального сайта проектировщика, с подходами в границах примыкания к существующей сети автомобильных дорог общая длина мостового перехода составляет более 10,9 км.

Полная длина моста через Каму по концам переходных плит составляет 1097 м. Судоходный подмостовой габарит обеспечен между пролетами 6 и 8 с высотой 17 м и шириной 140 м. Пролетное строение — балочное неразрезное цельнометаллическое с ездой поверху. Ширина проезжей части предполагает две полосы дви-

жения, по одной в каждую сторону, а также две полосы безопасности шириной 2 м и два тротуара по 1,5 м.

Проект включил в себя также строительство правобережного подхода длиной 5,4 км с перекрытием лога дамбой и путепроводом через долину ручья длиной 116,5 м с балочным цельнометаллическим неразрезным пролетным строением, и левобережного подхода длиной почти 3,8 км с мостом через р. Камбарку, длина которого составляет 132,35 м.

Проектирование в рамках концессии началось в декабре 2012 года. На сегодняшний день проект практически реализован. Рабочее движение было открыто еще в ноябре 2016 года. Официальная сдача мостового перехода в эксплуатацию, однако, по ряду причин откладывалась уже не раз. Очередная несостоявшаяся дата была назначена на 25 июля 2017 года. Теперь в планах грядающий сентябрь.

## МЕЖДУ РОССИЕЙ И КИТАЕМ

Проект стартовал в октябре 2008 года, когда правительства Российской Федерации и Китайской Народной Республики заключили соглашение о совместном строительстве железнодорожного мостового перехода через Амур в районе населенного пункта Нижнеленинское Еврейской автономной области (ЕАО) и города Тунцзян провинции Хэйлунцзян. Ответственность за реализацию проекта разделяют, с одной стороны, ЕАО, с другой — народное правительство города Тунцзян и Харбинское железнодорожное управление. Заказчиком и инвестором является ООО «Рубикон», действующее от лица ЕАО в соответствии с межправительственным соглашением.

Мостовой переход должен обеспечить перевозки железорудного концентрата со строящегося Кимкано-Сутарского горно-обогатительного комбината и других объектов, входящих в горно-металлургический кластер, создаваемый на территории Амурской области и ЕАО.

Генеральным проектировщиком было выбрано АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург». В разработке проектной документации участвовали также ОАО «Дальгипротранс», ЗАО «Ленгипроречтранс», ОАО «Гипротрансмост», Институт физики Земли РАН в кооперации с Третьим проектным институтом города Тяньцзинь (КНР).

Протяженность перехода составляет 2209 м: 309 м находится на российской стороне, 1901 м — на



Мостовой переход через р. Амур в Еврейской автономной области: а — построенная часть; б — визуализация объекта

территории Китая. В состав проекта также входят железнодорожные подходы к мосту с российской стороны. Однопутный мост рассчитан на поочередный пропуск подвижного состава по двум совмещенным путям с различной шириной колеи: 1520 мм для российского подвижного состава и 1435 мм — для китайского.

Пролетные строения моста — разрезные, из низколегированной стали для мостостроения, выполнены в виде сквозных ферм с ездой понизу индивидуального проектирования под габарит приближения строений, учитывающий особенности несимметричного расположения осей смежных путей совмещенной железнодорожной колеи.

Судоходные пролеты моста перекрываются пролетными строениями длиной 144 м с китайской стороны и 132 м с российской. Подмостовой габарит над расчетным судоходным уровнем, по требованию российско-китайской комиссии по судоходству, составляет 15 м. В качестве мостового полотна проектировщики заложили железобетонные безбалластные плиты индивидуальной конструкции, учитывающие конструктивные особенности совмещенной колеи.





Четвертый мост через р. Обь в Новосибирске (визуализация)

Тело промежуточных опор моста запроектировано из монолитного железобетона, имеет сплошное сечение с ледорезной частью на участке переменного уровня воды и действия ледохода. У опор, находящихся в пойме, отсутствует ледорезная часть. Решение об отказе от применения облицовки опор — первый опыт для амурских мостов.

Устой моста на российской стороне обсыпного типа, выполнен из монолитного железобетона. Он состоит из двух стоек-стен с наклонными гранями, объединенных поверху насадкой. В качестве свайных фундаментов промежуточных опор и устоя приняты буронабивные столбы, объединенные ростверком из монолитного железобетона. Диаметр их — от 1,5 до 2 м в зависимости от нагрузок, приходящихся на фундамент. Максимальная длина столбов достигает 47 м.

## ЧЕТВЕРТЫЙ МОСТ В НОВОСИБИРСКЕ

Три года назад у столицы Сибири появился новый символ — им стала красная арка Бугринского моста через Обь. Сооружение, которое с нетерпением ждали все жители Новосибирска, существенно облегчило транспортную ситуацию, но не решило коренным образом проблемы связи частей мегаполиса, разделенного рекой пополам. С этой задачей должен справиться четвертый мост, строительство которого планируется с применением механизма государственно-частного партнерства. Помимо чисто логистических, сооружение решает и архитектурные задачи — пилон вантового моста запроектирован в виде буквы «Н», символизируя заглавную букву названия города.

На сегодняшний день проект, разработкой которого занимались специалисты АО «Институт «Стройпроект»,

прошел экспертизу. Готовится к подписанию концессионное соглашение. При этом Институт выступил не только как генеральный проектировщик, но и в роли консультанта — совместно с партнером, компанией «Герберт Смит», специалисты Стройпроекта разработали финансовую и юридическую модели, а также проект концессионного соглашения.

Новый мостовой переход пересечет Обь в самом центре Новосибирска, за что и получил рабочее название «Центральный». Он расположен между Димитровским и Октябрьским автодорожными мостами в створе Ипподромской улицы. Новая трасса шириной по три полосы в каждом направлении общей протяженностью 6,4 км пройдет в стесненных городских условиях. В составе мостового перехода запланировано строительство двух транспортных развязок, двух путепроводов тоннельного типа через железнодорожные пути Транссибирской магистрали (по основному ходу и в составе левобережной развязки), а также пункта взимания платы. Общая протяженность участков на искусственных сооружениях составляет 3,5 км, из которых длина Центрального моста через Обь — 1,56 км.

Со стороны правого берега на подходе к русловой части мостового перехода расположится трехпролетное вантовое строение с одним пилоном высотой 114 м, который, помимо удерживания конструкций, центрирует композицию Южной площади Новосибирска. Пилон станет своеобразным аналогом триумфальных арок, построенных в центральных частях различных городов мира.

Пролетное строение моста представлено различными конструкциями. В русловой и левобережной части заложено балочное стальное пролетное строение с ортотропной плитой для перекрытия двух судходных пролетов, имеющих подмостовой габарит 120 м на 13,5 м, а также смежные сталежелезобетонные пролеты со стороны левого берега. Правобережная часть представлена вантовым мостом с максимальным пролетом 229 м.

В настоящее время проект находится на стадии проведения двухэтапного концессионного конкурса. По результатам предквалификации уже определены три основных претендента на заключение контракта. Речь идет об одном из региональных ГЧП-проектов, претендующих на получение средств, собранных системой «Платон». В мае 2017 года Правительственная комиссия по транспорту приняла решение о вы-

делении из федерального бюджета на строительство четвертого моста через Обь в Новосибирске 26,2 млрд рублей.

## ВТОРОЙ МОСТ ЧЕРЕЗ ЧУСОВУЮ

Еще один объект, претендующий на федеральное софинансирование из средств «Платона», — второй мост через реку Чусовую в Пермском крае. Возведение этого сооружения входит в состав строительства, реконструкции и эксплуатации участков дороги Пермь — Березники с 20 по 22 км и с 22 по 25 км со строительством Восточного обхода города Перми с 0 по 9 км.

Актуальность проекта заметно возросла после активизации работы на автомобильном Северном широтном коридоре. Одной из точек притяжения этого маршрута стала Пермь. Новый мост позволит не только разгрузить крупный транспортный узел и стимулировать развитие северных районов Пермского края, но и улучшить сообщение федерального значения. Проезд по транспортному коридору Москва — Казань — Пермь — Ханты-Мансийск — Томск через Чусовой мост сократится на 350 км, по сравнению с маршрутом через Екатеринбург.

Новая переправа через Чусовую появится рядом с существующим мостом. Оба сооружения будут иметь аналогичную разбивку на пролеты. Кроме того, пристраиваемая часть в плане и профиле повторит геометрию соседней и будет расположена на прямой и вертикальной круговой кривой. Над проектом работало АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург».

В состав нового моста входят два пролетных строения индивидуального проектирования шириной 14 м, что позволит организовать на сооружении две полосы движения автотранспорта. Первое — сталежелезобетонное балочно-неразрезное с двумя несущими двутавровыми главными балками в поперечном сечении, объединенное поверху железобетонной плитой проезжей части. Продольные связи располагаются по всей длине пролетного строения в уровне нижних поясов главных балок с шагом 7 м. Объединение плиты проезжей части с главными балками предполагается на полужестких упорах гребенчатого типа. Второе — стальное балочно-неразрезное с двумя коробчатыми балками в поперечном сечении, объединенное поверху ортотропной плитой, в конструкции которой заложены



Второй мост через р. Чусовую в Пермском крае

коробчатые стрингеры. Шаг поперечных связей — 4,2 м, продольные связи отсутствуют.

В поперечном сечении обоих пролетных строений расположено по две главные балки коробчатого и двутаврового сечений с высотой стенки 3,6 м, как и на соседнем сооружении. Габаритные размеры главных балок позволяют перевозить их по железной дороге целиком, что исключает дополнительную сварку на монтаже, упрощает монтаж и сокращает сроки производства работ. Разбивка пролетных строений на монтажные блоки принята с шагом 21 м, что обеспечивает минимальное количество монтажных стыков. Сооружение пролетных строений будет осуществляться методом надвигки с обоих берегов навстречу друг другу.

Как отмечают в Министерстве транспорта Пермского края, реализуя схему ГЧП, в текущем году существует возможность провести подготовительные работы, к 2018 году начать основные строительно-монтажные работы и к 2021 году запустить движение.

## СТРОЙКА ВЕКА

Между тем, на строительстве мостового перехода через Керченский пролив все идет по плану. Так, 31 июля Росавтодор сообщил, что на керченском берегу завершена крупнительная сборка автодорожной арки: ее свод замкнут на высоте 45 м от основания конструкции; одновременно мостостроители подготовили к установке на фарватерные опоры железнодорожную арку. Нет сомнений, что строители завершат этот стратегический объект в установленные сроки.

Несмотря на экономические санкции, больно ударившие по отрасли и затянувшуюся в этой связи рецессию, российские мостовики сохраняют потенциал и продолжают работать на благо Отечества. ■





В настоящее время в нашей стране наблюдается устойчивая тенденция развития региональных ГЧП-проектов. Разработана и действует государственная программа, позволяющая направлять средства из федерального бюджета на софинансирование таких проектов. Однако на сегодняшний день регионам не хватает компетенций в подготовке заявок для участия в концессионных конкурсах. Лидером в этих вопросах выступает АО «Институт «Стройпроект», именно поэтому наш журнал обратился к его генеральному директору Алексею Журбину за комментариями.

## АЛЕКСЕЙ ЖУРБИН: ГОРЖУСЬ ИМИДЖЕМ СТРОЙПРОЕКТА



Мост через Корабельный фарватер в составе Западного скоростного диаметра



Беседовала Регина ФОМИНА

— Алексей Александрович, на счету Инженерной группы «Стройпроект» — целый ряд проектов, реализованных на основе механизма ГЧП. Какими именно компетенциями в области ГЧП на сегодняшний день обладает Стройпроект?

— Сложилось так, что Инженерная группа благодаря первому ГЧП-проекту в стране — строительству Западного скоростного диаметра в Петербурге — начала заниматься этой темой еще в 2003 году, когда в рамках концессионного соглашения приступила к проектированию платной автомагистрали. Приходилось решать абсолютно новые задачи, включая вопросы платности, которые до нас никто в стране не решал. Мы учились на этом проекте: общались с ведущими мировыми экспертами, почерпнули у них много нового и полезного, нарабатывали и собственный опыт, который использовали в дальнейшем. Так, постепенно мы приобрели хорошие навыки проектирования платных автомобильных дорог.

Следующий этап в этом направлении — проектирование 4-го (Центрального) моста через р. Обь в Новосибирске. На этом объекте Стройпроект уже выступил не только как Генеральный проектировщик, но и как Консультант по подготовке документов для концессионного конкурса. Мы разработали финансовую и

юридическую (совместно с нашими партнерами — компанией «Герберт Смит») модели проекта.

На сегодняшний день мы продолжаем развивать навыки консультирования, проектируем Обход города Барнаула с мостом через р. Обь, на отдельных участках которого будет введен платный проезд. В рамках этого проекта мы разработаем финансовую и юридическую модели, подготовим документы для подачи заявки в Росавтодор на софинансирование проекта из федерального бюджета. В 2016 году вышло постановление Правительства РФ №329 «Об утверждении Правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов на реализацию мероприятий региональных программ в сфере дорожного хозяйства, включая проекты, реализуемые с применением механизмов государственно-частного партнерства, и строительство, реконструкцию и ремонт уникальных искусственных дорожных сооружений по решениям Правительства Российской Федерации», которое позволяет осуществлять межбюджетные трансферты для региональных проектов и, в частности, ГЧП-проектов. ФДА уже разработало как саму программу, так и методику отбора региональных проектов. Мы активно изучаем потребности регионов в части транспортной инфраструктуры и предлагаем региональным органам власти свои рекомендации по подготовке проектов для госпрограммы.

Наш опыт сегодня востребован, так как многие регионы заинтересованы в модернизации транспортной инфраструктуры и дорожных ГЧП-проектах.

**— В чем принципиальное отличие между проектами, реализуемыми по схеме ГЧП, и теми, что реализуются по принципу госзакупок?**

— В ГЧП-проекте появляются новые задачи: платность, построение финансовой и юридической моделей, которых не было в обычном проекте. Есть и принципиальные отличия: так, в проекте по госзакупкам, заказчик (в соответствии с Законом 44-ФЗ), как правило, выбирает поставщика услуг (например, проектировщика), предложившего наименьшую цену. И если проектировщик делает некачественный проект, то это обязательно выявляется на стадии строительства. Вследствие этого чаще всего «козлом отпущения» становится подрядчик. Например, если подрядчик обнаружит, что изыскания не соответствуют действительности, у него увеличатся объемы работ. Если по



Пункт взимания платы на Западном скоростном диаметре

госконтракту не предусмотрено допсоглашение на изменение цены, то все незапланированные объемы лягут дополнительными затратами на подрядчика. Те массовые банкротства предприятий-подрядчиков, которые сейчас наблюдаются, отчасти из-за таких ситуаций и происходят.

В концессионном соглашении все обстоит иначе. Здесь риски четко распределены между концедентом и концессионером. Например, очень важен верный расчет трафика. На его основе строится вся финансовая модель проекта. Риски трафика в большинстве проектов ложатся на государство (есть немного проектов, где эти риски берет на себя концессионер), и, если оказалось, что трафик посчитан неверно, то концессионер вправе потребовать от государства компенсацию издержек. Это также касается и объемов работ, и изысканий, и т. д. Вопрос качества проектирования на проектах ГЧП проявляется не так, как на проектах по госзакупкам. На сегодняшний день практика такова: государство разрабатывает проектную документацию, а потом выставляет ее на концессионный конкурс. При этом у концессионера есть возможность выявить ошибки проектирования и потребовать переделать проект. В этом случае дополнительные расходы несет государство.

На наш взгляд, сегодня на законодательном уровне необходимо включить в проект стадию обоснования инвестиций — это изначально позволит определить объем капиталовложений, посчитать трафик, построить финансовую и юридическую схемы, и уже на основании этих данных объявить концессионный конкурс. Кстати, такой закон Минэкономразвития недавно внесло в Госдуму. Следующей стадией — разработкой проектной документации — должен заниматься сам





Мост через р. Волгу (визуализация одного из возможных вариантов), г. Саратов

концессионер, причем в пределах тех границ, которые он структурирует таким образом, чтобы, с одной стороны, удовлетворить требования заказчика, а с другой, вписаться в объем капиталовложений, определенный концессионным соглашением. Контракты ГЧП по своему формату очень близки к контрактам ФИДИК, в соответствии с которыми и строительство, и проектирование — это функция подрядчика. Такие контракты дороже, чем обычные, потому что большая часть рисков лежит на подрядчике.

Но поскольку у нас нет различий в ценообразовании между проектами ГЧП и проектами на основе госзакупок, при реализации проектов ГЧП встают очень серьезные проблемы, связанные с тем, что у концессионера возникают неучтенные затраты помимо обычного сводного сметного расчета. Если бы проектировал сам концессионер, эти финансовые проблемы он бы решал сам, прежде всего, за счет качественного проектирования. В нынешней же ситуации ошибки в проекте бьют по государственному карману.

**— Расскажите, какие интересы имеет Инженерная группа в Приволжском регионе и, в частности, в Саратове? Насколько там может быть востребован ваш опыт, в том числе в области ГЧП-проектов?**

— Как я уже говорил, в настоящее время мы активно стараемся помогать регионам в подготовке документов для региональных проектов ГЧП и оформлении заявок на софинансирование, причем и в инициативном порядке, и по приглашению регионов.

Не так давно в Саратовской области проходила транспортная конференция, на которой мы выступили с предложением о структурировании проекта нового моста через Волгу в Саратове как проекта ГЧП.

В Саратове сложилась достаточно сложная транспортная ситуация: в черте города имеется всего лишь один мостовой переход между городами Саратов и

Энгельс. Второй находится на удалении 20 км. Саратовский мост был построен в 60-е годы, его конструкции за пять десятилетий изрядно износились, и лет через десять сооружение придется закрывать на реконструкцию. В этой связи мы по собственной инициативе выполнили и предложили предпроектные проработки строительства второго моста и надеемся на то, что будет объявлен конкурс на разработку концепции. Идея получила позитивную оценку главы региона Валерия Васильевича Радаева. И сейчас, насколько мы знаем, Министерство транспорта Саратовской области серьезно задумалось о разработке концепции строительства нового моста в Саратове именно на принципах ГЧП.

**— В июне стало известно о победе Стройпроекта в конкурсе на разработку проекта Восточного скоростного диаметра в Петербурге. Определился ли уже город с трассировкой? Когда приступите к проектированию?**

— В этом вопросе, «благодаря» прессе, много путаницы. Начнем с того, что такого официального названия не существует. Может быть, в итоге ее так и назовут, но сегодня в Генеральном плане трасса называется «Широтная магистраль скоростного движения с мостом через реку Неву в створе улиц Фаянсовая и Зольная».

По заказу АО «ЗСД» мы разработали градостроительное обоснование на строительство трассы, заключили контракт с Комитетом по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга на разработку проекта планировки территории этого объекта. Конкурс на разработку проектной документации еще не объявлен, и пока неизвестно, когда будет.

В настоящее время мы готовим материалы по градостроительному обоснованию проекта планировки территории, занимаемся в основном трассировкой, окончательный вариант еще не утвержден. Есть определенные сложности — это интересы различных ве-



Широтная магистраль скоростного движения с мостом через р. Неву в створе улиц Фаянсовая и Зольная (визуализация одного из возможных вариантов)

домств, интересы горожан. Ищем оптимальные пути решения этих важных проблем, будем стараться большей частью уводить трассу в зону отвода железной дороги, в промзоны и т.д. Уверен, что в ближайшем будущем все эти вопросы будут решены.

— **Рассматривается ли тоннельный вариант прохождения части трассы?**

— Вариант тоннеля будет рассматриваться в том случае, если не найдется других решений, позволяющих обойти охранные зоны. Мне уже неоднократно приходилось говорить, что тоннель нужно строить только тогда, когда невозможно строительство дороги или моста. Например, в горной зоне или по экологическим соображениям. Нужно понимать, что тоннель, как минимум, в два раза дороже, чем мост. Если будет рассматриваться вариант с тоннелем, это приведет к значительному удорожанию проекта, поэтому мы будем искать решение магистрали с мостом.

— **Вы постоянно высказываете мнение по поводу необходимости внесения поправок в законодательство, регламентирующее работу Госэкспертизы. Услышало ли вас руководство отрасли? Удалось ли добиться каких-либо результатов в этом направлении?**

— Да, действительно, я много работаю над этой темой. Но дело касается не только Госэкспертизы. Это вопрос совершенствования нашего строительного законодательства в целом.

В ноябре 2014 года в Новосибирске проходило заседание президиума Государственного совета по вопросу совершенствования сети автомобильных дорог, по результатам которого Президентом Российской Федерации было дано поручение обеспечить осуществление мер по повышению эффективности реализации проектов развития автомобильных дорог, обратив особое внимание на совершенствование системы госу-



Четвертый мост через р. Обь в Новосибирске (визуализация)

дарственной экспертизы проектов в сфере дорожного хозяйства. Мне поручили возглавить рабочую группу Общественного совета Росавтодора по этой теме.

В рабочую группу вошли ведущие специалисты отрасли — представители заказчиков, проектировщиков, строителей — и выработали предложения по изменению законодательства. Это коснулось и Градостроительного кодекса РФ, и постановлений Правительства: №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», №145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий», №54 «Об осуществлении государственного строительного надзора в Российской Федерации» и т. д.

В августе прошлого года Минтранс, во многом на основе тех документов, которые разработала рабочая группа, вынес на обсуждение ряд нормативно-правовых актов. Все они в настоящее время находятся



в стадии согласования с федеральными органами власти и, скажем прямо, вызвали в ряде ведомств, прежде всего в Минстрое, неоднозначную реакцию. Мы не теряем надежды объяснить и министерствам, и Правительству РФ, сколько миллиардов рублей теряет бюджет из-за невозможности внесения изменений на стадии строительства в рабочую документацию. Требование о прохождении повторной экспертизы в большинстве случаев избыточно. Да, бывают случаи, когда принципиально меняется проектное решение, и тогда необходимо пройти повторную экспертизу. Но дело доведено до абсурда, поскольку даже перенести канализационную трубу на три метра без повторной экспертизы невозможно. В результате заказчик не может принимать работы из-за расхождения с проектной документацией, не может оплачивать подрядчику выполненную работу, а подрядчик, оставшийся без оплаты, зачастую становится банкротом. Чтобы подготовить проектную документацию для повторной экспертизы нужно, как правило, не менее полугода. При этом деньги идут на разработку откорректированной документации, а подрядчик опять же не получает финансирования. Правильно было бы наделить заказчика полномочиями самостоятельно принимать решения о направлении документации на повторную экспертизу, если, конечно, изменения в проекте не влияют на надежность и безопасность объекта.

Суть законодательных инициатив Минтранса именно на это и направлена. Согласования с федеральными органами исполнительной власти — длительная процедура... Но вода камень точит, и я надеюсь, что эти изменения все-таки произойдут.



Мостовой переход на о. Русский через пролив Босфор Восточный

**— Чем вы более всего гордитесь — достижениями Стройпроекта в сфере дорожного и мостового проектирования, опытом в области строительного контроля или компетенциями, которые Инженерная группа получила при участии в проектах, реализуемых на основе концессионных соглашений?**

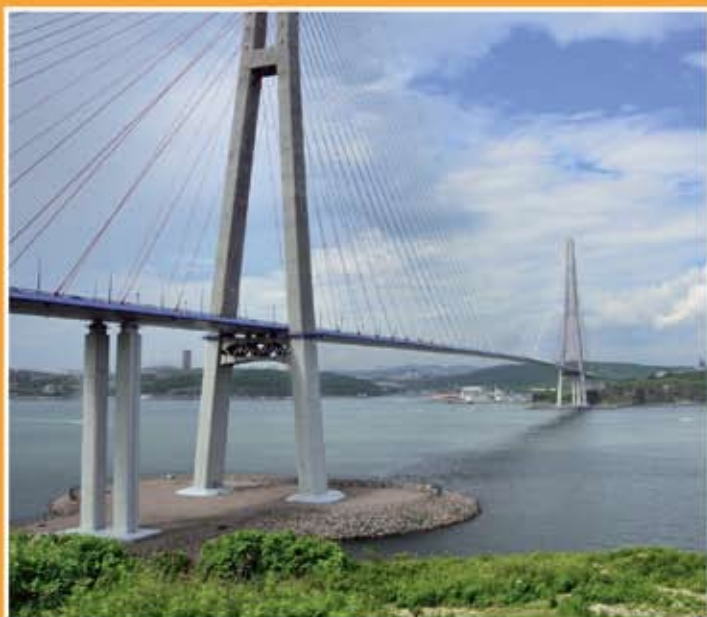
— Больше всего я горжусь имиджем Стройпроекта, репутацией Инженерной группы, которое проявляется в совершенно разных областях деятельности — и в проектировании, и в строительном контроле, и в части разработки концессионных проектов. Качество оказываемых нами услуг — это предмет гордости. Все сферы по-своему сложные и интересные, и какую-либо выделять и отдельно ею гордиться не приходится. Как можно сравнить, чем больше гордишься — проектированием Западного скоростного диаметра или строительным контролем за строительством моста на остров Русский? Мы гордимся всеми проектами! Главное, чтобы наши услуги оставили добрую память у заказчика о сотрудничестве с нами. Надеюсь, что так сейчас и происходит.

**— В июне этого года Указом Президента РФ вы были награждены орденом Дружбы за достигнутые трудовые успехи и многолетнюю добросовестную работу. Коллектив нашего журнала от души поздравляет вас с почетной наградой! Если можно, прокомментируйте, пожалуйста, это событие...**

— В советское время было принято награждать не только людей, но и коллективы предприятий. Знаменитый Ленинградский ордена Ленина метрополитен имени В. И. Ленина, например. Награждали знаменами, орденами и т. д. На сегодняшний день такой практики нет, награды существуют только персональные. Поэтому я, естественно, воспринимаю этот орден как награду компании, и мне очень приятно, что в моем лице отмечена вся Инженерная группа «Стройпроект». Приятно, ведь не так часто на таком высоком уровне вспоминают проектировщика. Это говорит о том, что мы сегодня на хорошем счету. И, конечно, это здорово...

**— Алексей Александрович, позвольте еще раз поздравить вас и ваш коллектив с наградой и пожелать дальнейшего развития и процветания. Спасибо за беседу! ■**

# КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ Sika ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ



Компания Sika представляет надёжные и долговечные материалы для строительства, ремонта и усиления несущих конструкций:

- Автомобильных и бетонных дорог
- Железных дорог
- Аэродромов и аэропортов
- Железобетонных и стальных мостов
- Морских и речных портов
- Тоннелей

## Технологии компании Sika для транспортного строительства:

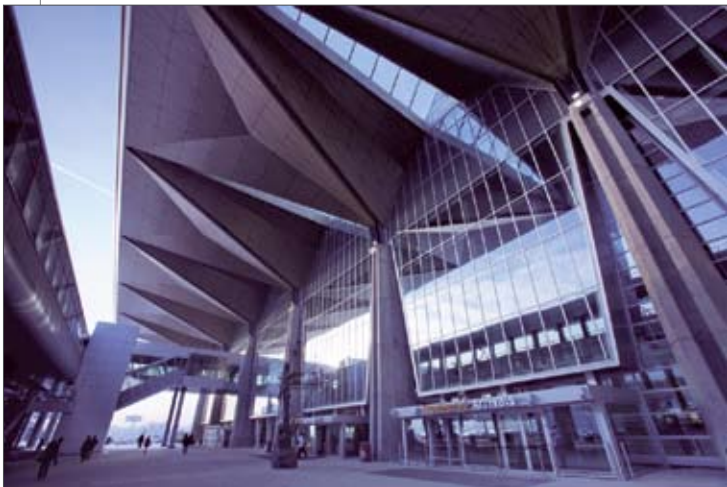
- Добавки в растворы и бетоны
- Гидроизоляция под асфальт пролетных строений мостов и гидроизоляция тоннелей
- Ремонт и защита железобетонных конструкций
- Износостойкие и антикоррозионные покрытия для тротуаров, пешеходных мостов, балластных корыт и жд платформ
- Усиление несущих конструкций
- Добавки и растворы для торкретирования
- Подливочные и анкерочные растворы
- Конструкционное склеивание железобетонных сегментов
- Антикоррозионная защита металлоконструкций
- Эластичная клейка рельс
- Стабилизация и укрепление грунтов

Широкий ассортимент материалов строительной химии, поставляемых компанией Sika в Россию, позволит решить любую задачу строительства инженерных сооружений транспортной инфраструктуры на самом современном уровне с использованием новейших технологий и материалов.





# ICA: МИРОВОЙ ОПЫТ НА БЛАГО РОССИИ



**ICA**  
CONSTRUCTION

Беседовали Регина ФОМИНА  
и Людмила АЛЕКСЕЕВА

Сегодня в стране прослеживается отчетливый тренд на изменение подходов к управлению транспортной инфраструктурой. В современных реалиях недостаточно уметь хорошо строить мосты и дороги — чтобы иметь успех на рынке, крупным компаниям необходимо расширять свои компетенции и обращаться к международному опыту. Связано это, в первую очередь, с развитием в России института государственно-частного партнерства. Ряд федеральных объектов ГЧП уже запущен, и фокус постепенно переносится на регионы. Необходимость такой диверсификации постепенно осознают отечественные игроки, однако сейчас процесс в основном возглавляют наши иностранные партнеры, имеющие опыт реализации мегапроектов. О своих международных достижениях и о реализации крупнейших ГЧП-проектов в России рассказывают руководители итало-турецкого консорциума ICA Construction (IC Ictas Astaldi): Мете Демир — глава филиала ICA Construction в России, Алпхан Озджел — директор проекта М-11, член исполнительного комитета Совета директоров по новым проектам компании ICA.





## Мете ДЕМИР, глава филиала ICA Construction в России



— Г-н Демир, какие наиболее значимые международные проекты в области инфраструктуры в последнее время реализовала ваша компания?

— Для нас особенным стал 2016 год — мы запустили в эксплуатацию два мегапроекта: в августе было открыто движение по мосту Султана Селима Явуза, третьей переправе через пролив Босфор в Турции, а в декабре автомобили поехали по Западному скоростному диаметру. Эту работу мы выполнили совместно с нашими итальянскими коллегами, то есть консорциумом ICA.

Если говорить про достижения IC Ictas, то двумя годами ранее мы запустили в Турции еще один мегапроект. Мы построили участок высокоскоростной железнодорожной магистрали Анкара — Стамбул протяженностью 158 км. Движение по нему открылось в 2014 году. Это была сложная и ответственная работа.

Сейчас же все наши усилия направлены на завершение строительства скоростной автомагистрали М-11 «Москва — Санкт-Петербург».

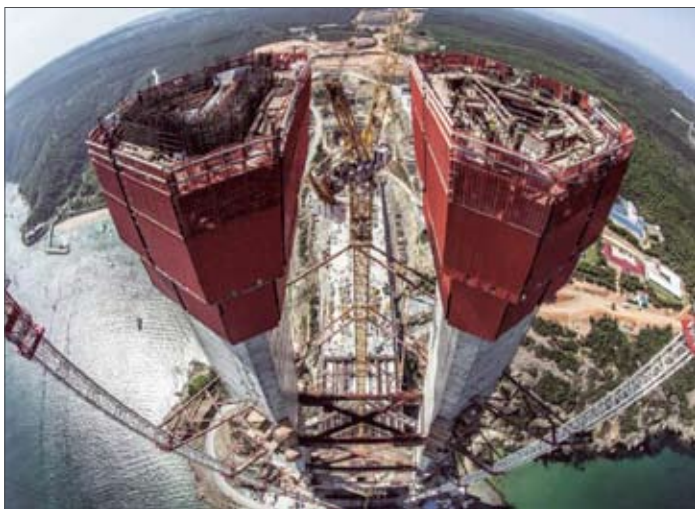
— Каковы планы по дальнейшей работе в России?

— В рамках ПМЭФ мы подписали с Федеральным дорожным агентством соглашение о сотрудничестве. При этом там же, на форуме, было сказано, что строительство аэропорта Пулково стало первым в стране значимым проектом в области ГЧП. А проект ЗСД на сегодняшний день — крупнейший в России из запущенных в эксплуатацию. Не менее значимым ГЧП-проектом является и строительство М-11. Наша компания стала участником все этих трех проектов.

В России мы нацелены не просто на дальнейшую работу как генподрядная организация, но рассматриваем возможность расширить наше участие в подобных проектах в качестве концессионера. По нашим оценкам, у нас есть несколько объектов, но об этом пока рано говорить.

— Как сейчас построено взаимодействие с Росавтодором?





— На сегодняшний день мы наметили общий план действий. В Москве мы открыли представительство ИСА, что позволяет нам оперативно и эффективно взаимодействовать с Росавтодором. На нынешнем этапе идет плотный информационный обмен. Исходя из полученных данных, мы выстраиваем дальнейшую стратегию, демонстрируя свои возможности как строителя и инвестора. С другой стороны, знакомимся с потенциальными проектами, которые предлагает ФДА. Когда интересы совпадут, примемся за дело. Мы нацелены на продуктивное сотрудничество.

**— А какие объекты вас больше всего интересуют?**

— Во-первых, мы хорошо знакомы со всеми ГЧП-проектами, которые сейчас находятся в стадии реализации или готовятся к запуску. Это проекты в Москве и Подмосковье, Новосибирске, Перми, Хабаровске, Уфе и другие. Во-вторых, мы активно взаимодействуем с финансовыми институтами, в их лице мы находим потенциальных партнеров и видим взаимную заин-

тересованность в реализации перспективных федеральных и региональных проектов. Мы не разделяем их по территориальному принципу.

**— Когда мы с вами беседовали в прошлый раз, вы говорили о позитивной динамике рынка. За последние несколько месяцев в отрасли произошли некоторые изменения. Как вы сейчас оцениваете рынок ГЧП в России?**

— Весной мы наблюдали большие амбиции как среди игроков, так и среди потенциальных заказчиков. Было видно желание запускать как можно больше ГЧП-проектов, но, к большому сожалению, пока это остается лишь в планах. Конечно, главный вопрос связан с финансированием. Рецессия в стране завершилась, но ее последствия еще ощутимы. Мы видим, что ответственные лица пытаются сдвинуть процесс с мертвой точки, но практических результатов пока нет.

Однако определенное движение в сторону запуска новых проектов, безусловно, все-таки есть. Крайне важным событием считаю принятие Росавтодором четких правил распределения федеральных субсидий для региональных проектов. Еще одна хорошая новость связана с включением в федеральную программу четвертого моста в Новосибирске и публикацией данных об объемах федерального софинансирования для реализации этого ГЧП-проекта.

**— Положительная динамика по продвижению проекта в Новосибирске объясняется, в частности, наличием сильной команды в регионе. Но во многих случаях компетенции не хватает, и ГЧП-проекты пробуксовывают. Учитывая ваш богатый опыт, какую помощь вы могли бы предложить регионам?**

— Как я уже говорил, мы стремимся принимать участие в проектах в роли концессионеров. При этом мы обладаем не только международным опытом в данной области, но и хорошо изучили российскую специфику. Мы готовы осуществлять методическую поддержку при структуризации проектов, а также, помимо собственных средств, привлекать новые источники финансирования и полностью реализовывать проекты. На сегодняшний день наша работа направлена на достижение успехов именно в таком направлении. ■

**Алпхан ОЗДЖЕЛ, директор проекта М-11 и член исполнительного комитета Совета директоров по новым проектам компании ИСА**

— **Залог успешно реализованного проекта — применение передовых технологий. Г-н Озджел, как в вашей компании построена эта работа?**

— Наши технологические возможности лучше всего демонстрирует построенный Центральный участок Западного скоростного диаметра. Сейчас мы строим 7-й и 8-й этапы автомагистрали М-11. По мировым меркам, это довольно-таки стандартный объект, но и там не обходится без интересных инженерных решений. Например, как и на ЗСД, применяем надвижку при строительстве путепроводов в местах, где невозможно ограничить движение.

И, несмотря на богатейший опыт, мы не прекращаем знакомиться с новинками. Так, в июне этого года довольно представительной делегацией посетили международный форум «Инновации в дорожном строительстве», который проводила в Сочи Государственная компания «Автодор». В некоторой степени наш интерес также был связан с тем, что на объектах Госкомпании мы стараемся применять согласованные ею технологии и материалы. Такие мероприятия позволяют понять, в каком направлении двигаться.

— **Реализация ГЧП-проектов сопряжена со значительными рисками, которым подвержена даже высокотехнологическая компания. Какие риски вы можете принять на себя, а какие конcedes?**

— Как говорят в России: кто не рискует, тот не пьет шампанское. Безусловно, мы в курсе возможных рисков. Но если бояться, то не стоит и начинать. А мы намерены дальше работать в России, участвовать в новых проектах и развиваться.

Естественно, не всегда можно предусмотреть все нюансы. Особенно это касается политических рисков. Мы все помним обострение отношений между Россией и Турцией. К счастью, этот кризис успешно преодолен, однако его последствия мы ощущаем до сих пор. Надеемся, что в будущем Правительство России, как и при реализации предыдущих проектов, максимально примет политические риски на себя.

Если же речь идет о рисках со стороны ФАС, например, относительно компаний малого и среднего



бизнеса, которые мы должны привлекать в качестве производителей или поставщиков — такие риски мы готовы брать на себя.

А что касается трафика, то в текущем проекте риски с нашей стороны составляют порядка 20–30%. Остальное берет на себя государство. При этом стоит отметить, что это вопрос сугубо индивидуальный — каждый проект уникален, не существует какой-то общей величины, риски трафика необходимо высчитывать отдельно.

Что же касается валютных рисков, то они могут быть хеджированы на международных рынках. Кроме того, в инфраструктурных проектах нет сильной зависимости от зарубежных материалов, в основном применяются местные. Поэтому мы слабо подвержены валютным колебаниям. Яркий пример — строительство М-11. Политика ИСА нацелена на то, чтобы работать как российская компания. Мы даже зарплаты платим в рублях, в том числе и зарубежным специалистам. ■



# КАЛЕЙДОСКОП

## ШОССЕ ГЕБЗЕ — ОРХАНГАЗИ — ИЗМИР

Общая стоимость концессионного контракта на проектирование, строительство и эксплуатацию трассы Гебзе — Орхангази — Измир (Gebze — Orhangazi — Izmir Motorway) в Турции составляет 6,4 млрд евро. Суммарная протяженность магистрали — порядка 400 км, общая протяженность развязок — около 40 км. Контракт предусматривает возведение 30 виадуков и двух мостов суммарной длиной 39,2 км, трех тоннелей большого диаметра общей протяженностью 6,4 км, семи сервисных зон и парковочных площадок. Выполненный на объекте объем земляных работ превышает 152 млн м<sup>2</sup>. Одно из наиболее значимых сооружений на трассе — вантовый мост через пролив Измир протяженностью около 3 км, с длиной центрального пролета 1700 м. Проект реализуется в несколько этапов. Первый предполагает строительство участка трассы протяженностью 55 км с вантовым мостом через пролив Измир. Строительство участка завершено в 2016 году.



## ЭСТАКАДА БЕСАРАБ

Строительство эстакады Бесараб (Basarab Overpass) в Бухаресте — один из наиболее значимых проектов Astaldi в Румынии. Контракт предусматривал проектирование и строительство сложного инженерного сооружения, состоящего из путепровода и моста, общей протяженностью немногим менее 2 км. Путепровод считается самым широким вантовым сооружением мостового типа в Европе (44,5 м). Длина пролета равна 250 м, высота пилонов достигает отметки 84 м. Второе сооружение представляет собой арочный мост с пролетом в 120 м. Дополнительной сложностью проекта стало создание трамвайных линий, проходящих по всей длине эстакады. Реализация проекта существенно облегчила движение транспорта в столице Румынии. Общая стоимость работ составила свыше 250 млн евро. Проект был завершен в 2011 году.

## МЕТРОМОСТ ХАЛИЧ

Вантовый метромоост (Haliç Metro Crossing Bridge) проходит через бухту Золотой рог и связывает между собой районы Бейоглу и Фатих в европейской части Стамбула (Турция). Общая длина сооружения составляет 936 м, при этом вантовая часть имеет длину 387 м, а протяженность разводного моста, который позволяет обеспечить пропуск крупных судов, равна 120 м. Максимальная длина пролета моста составляет 180 м. Ширина моста, равная 12,6 м, позволяет разместить на нем две линии путей для движения поездов метро, а также боковые пешеходные проходы. Стоимость работ составила более 146 млн евро. Движение по метромоосту было открыто в 2014 году.



# МИРОВЫХ ПРОЕКТОВ

## ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УЧАСТОК ЗСД

Трасса общей протяженностью 11,57 км является ключевым участком крупнейшего регионального концессионного проекта России — Западного скоростного диаметра (ЗСД). Дорога практически полностью проходит по искусственным сооружениям и включает в себя: виадуки суммарной протяженностью свыше 8 км, проходящие над землей и в акватории дельты Невы, два вантовых моста длиной 620 м и 580 м, мост через Морской канал длиной 168 м, тоннель длиной 407 м, а также 2417 м технологических насыпей. Движение по магистрали открылось в конце 2016 года.



## М-11 «МОСКВА — САНКТ-ПЕТЕРБУРГ», 7–8 этапы

Завершающие два участка (км 543 — км 646 и км 646 — км 684) новой скоростной автомагистрали реализуются как единый проект. Общая протяженность трассы составляет 139 км. Проект предполагает строительство 48 мостов, трех транспортных развязок, трех пунктов взимания платы и тоннеля под действующей железной дорогой. Ширина трассы, в зависимости от участка, варьируется от 4 до 6 полос. В 2016 году этот проект был назван лучшим в Центральной и Восточной Европе согласно рейтингу EMEA Finance. Общий объем инвестиций составляет 76,6 млрд рублей. Движение по трассе планируется открыть в 2018 году на всем ее протяжении.



## ТРЕТИЙ МОСТ ЧЕРЕЗ БОСФОР

Третий мост через пролив Босфор в Турции, носящий имя султана Селима Явуза (Yavuz Sultan Selim Köprüsü), входит в состав участка автомагистрали «Северная Мармара», которая связывает города Одаери (Odayeri) и Пашекёй (Paşaköy). Это концессионный проект по схеме BOT (Build — Operate — Transfer): «строительство — управление — передача». Общая протяженность мостового перехода составляет 2164 м, длина основного пролета моста — 1408 м. Высота А-образных пилонов, расположенных на европейском и азиатском берегах Босфора, равна 322 м и 318 м соответственно. Сооружение имеет ряд конструктивных особенностей. Кроме того, что мост является совмещенным, проектировщики предложили весьма необычную схему сооружения — гибридный вантово-висячий вариант. Ширина пролета моста составляет 58,4 м. Это позволило разместить 8 полос для движения автомобилей и 2 железнодорожных пути, что делает сооружение самым широким висячим мостом в мире. В середине августа 2016 года по мосту было открыто движение.



## ВСМ АНКАРА — СТАМБУЛ

Участок высокоскоростной железнодорожной магистрали Анкара — Стамбул (Ankara — İstanbul High-Speed Railway Project) от Эскишехира (Eskişehir) до станции Пендик (Pendik) проходит в сложных геологических условиях по пересеченной местности. В рамках реализации первой очереди проекта протяженностью 104 км построено 8 виадуков общей протяженностью 4,18 км и 8 тоннелей протяженностью 12,7 км. Второй участок вдвое короче — 54 км, — но значительно сложнее. При его реализации было возведено 14 виадуков протяженностью 6 км и 20 тоннелей протяженностью 25,3 км. Одна из особенностей проекта заключается в том, что строительство тоннелей, имеющих внутренний диаметр 12,4 м, производилось при помощи специализированных тоннелепроходческих механизированных комплексов. Магистраль была запущена в эксплуатацию в 2014 году.







**4-6**  
**октября**  
**Казань, 2017**

Министерство транспорта и дорожного хозяйства Республики Татарстан,  
ОАО «Казанская ярмарка»

**16-я специализированная выставка**



**ДОТРАНСЭКСПО**

ДОТРАНСЭКСПО



ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
КАЗАНСКОЙ ЯРМАРКИ



Оргкомитет выставки:

ОАО «Казанская ярмарка»

тел./факс (843) 202-29-08, 202-29-92

d1@expokazan.ru, www.dortransexpo.ru

**12+**



П. М. САЛАМАХИН,  
д. т. н., профессор кафедры мостов и транспортных тоннелей Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), академик РАТ  
Р. М. МАМУТОВ,  
аспирант кафедры мостов и транспортных тоннелей Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)

## ОБ ЭКОНОМИИ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

*Проанализировав принятые виды действующих временных нормативных вертикальных нагрузок на автодорожные мостовые сооружения в России, Украине, Белоруссии, Казахстане, а также в странах Западной Европы, в США и Канаде, авторы статьи пришли к выводу, что использование таких нормативов без их критической оценки способствует нанесению вреда экономике всех этих государств. Исходя из соображений экономии материальных ресурсов, обоснована необходимость изменения вида нагрузки.*

### ДЕЙСТВУЮЩИЕ НОРМЫ

По автодорожным мостовым сооружениям всего современного мира при высокой интенсивности движения проезжают практически бесконечные и сложные по составу колонны автомобилей или автопоездов, а при низкой интенсивности — разнообразные одиночные виды транспортных средств. Все они создают переменное во времени напряженное состояние в элементах мостов и в одежде автомобильных дорог.





Рис. 1. Продольная схема нормативной западноевропейской нагрузки LM1 (Eurocode 1 EN 1991-2:2003: The European standards for structures, 2003)

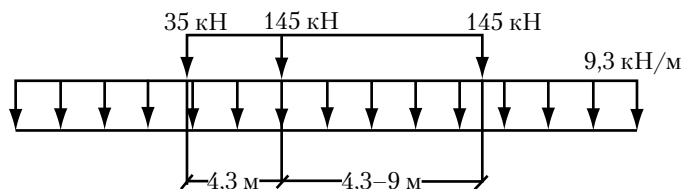


Рис. 2. Продольная схема нормативной нагрузки HL93 в США (по нормам 22TCN-272-05 и AASHTO – 1998)

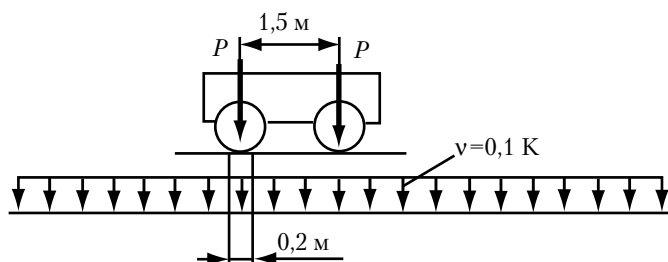


Рис. 3. Продольная схема нормативной нагрузки АК в РФ (ГОСТ Р 52748-2007)

При высокой интенсивности движения наибольшее напряженное состояние в элементах мостовых сооружений создается тем легко определяемым участком проходящей колонны с известным или прогнозируемым составом транспортных средств, который дает на них наибольшую погонную нагрузку, а дорожная одежда получает наибольшее воздействие от наиболее нагруженной тележки или оси транспортного средства того же участка колонны. Такие участки логично принимать в качестве моделей нормативных вертикальных временных нагрузок при проектировании мостовых сооружений и дорожных одежд на автомобильных дорогах с высокой интенсивностью движения.

При низкой интенсивности движения наибольшее напряженное состояние в элементах мостовых сооружениях создается теми легко определяемыми проходящими или прогнозируемыми одиночными транспортными средствами, которые дают наибольшую погонную нагрузку, а дорожная одежда получает наибольшее воздействие от наиболее на-

груженной тележки или оси того же транспортного средства. Такие одиночные автомобили логично принимать в качестве модели нормативного транспортного средства для проектирования мостовых сооружений и дорожных одежд на автомобильных дорогах с низкой интенсивностью движения.

Но уже несколько десятилетий в РФ и в большинстве стран мира при проектировании автодорожных мостовых сооружений в качестве нормативной вертикальной нагрузки вместо реальных или условных колонн транспортных средств или одиночно проходящих автомобилей применяют условные нормативные нагрузки (в виде комбинации равномерно распределенной нагрузки с несколькими загруженными осями). Делается это по соображениям облегчения нагружения линий и поверхностей влияния силовых и деформационных факторов в элементах мостовых сооружений.

На рис. 1-3 приведены продольные схемы на первой полосе движения по нормам Западной Европы, США и РФ.

Западноевропейской нагрузкой LM1 для первой полосы движения установлены:  $Q_{1k} = 300$  кН;  $q_{1k} = 9$  кН/м<sup>2</sup>.

HL93 в США для 1-й полосы установлены равномерно распределенная нагрузка 9.3 кН/м и три осевых нагрузки: 35, 145 и 145 кН.

В РФ нормативом АК при  $K=14$  установлены: равномерно распределенная нагрузка 14кН/м и двухосная тележка с нагрузками на оси по 140 кН.

При сравнении легко обнаруживается общая особенность: комбинация равномерно распределенных нагрузок с тележками из двух или трех осей. При этом численное значение интенсивности равномерно распределенной нагрузки и нагрузок на оси тележек установлено постоянным.

## УСЛОВНОСТЬ И РЕАЛЬНОСТЬ

Каждый мостовик, владеющий элементарными знаниями строительной механики и обеспокоенный необходимостью создания надежных мостовых сооружений при минимальных затратах на конструкционные материалы, вправе предполагать, что предложенные нормативы являются аналогом некой реальной максимально возможной нагрузки.

Однако приведенные выше условные нагрузки фактически не имеют ничего общего с реальными

Тип автопоезда	Общая масса автопоезда, т	Нагрузка на ось 1, т	Расстояние между осями 1–2, м	Нагрузка на ось 2, т	Расстояние между осями 2–3, м	Нагрузка на ось 3, т	Расстояние между осями 3–4, м	Нагрузка на ось 4, т
А	48	12	1,65	12	2,05	12	1,4	12
Б	44	11	2,01	11	1,8	11	1,8	11
В	40	8	1,5	8	2,7	12	1,4	12
Г	35	7.5	1.79	7.5	2.51	10	1,4	10

колоннами транспортных средств или с отдельными автомобилями. Их можно рассматривать лишь в качестве своеобразных эквивалентных комбинированных нагрузок, состоящих из равномерно распределенной нагрузки и произвольного количества осей тележек с установленными для них сосредоточенными грузами. Но параметры таких эквивалентных комбинированных нагрузок не могут быть постоянными, они существенно зависят от состава колонны транспортных средств, от вида отдельного автомобиля, от длины и формы линий влияния усилий в элементах мостовых сооружений.

Убедимся в этом на примере условных комбинированных нагрузок АК (российской и украинской). Их класс К (класс усилий) в единицах А1 от любой реальной нагрузки строго определяется по следующей формуле:

$$K = \frac{\sum P_i y_i}{(N_{1p} + N_{1q})}, \quad (1)$$

где:  $\sum P_i y_i$  — усилие в элементе сооружения от любой реальной нагрузки;  $(N_{1p} + N_{1q})$  — усилие в том же элементе сооружения от элементов единичной нагрузки А1.

Этот класс существенно зависит от состава колонны реальных транспортных средств, длины и формы линий влияния силовых факторов и может изменяться в пределах от 6 до 20, но принят в России равным 14, а на Украине — 15.

Получим этот класс, например, для перспективной нормативной автомобильной нагрузки Н-48 в виде одной колонны из 22-х автопоездов четырех типов (см. таблицу) с массами от 35 до 48 т для главной полосы движения по мостовым сооруже-

ниям на дорогах, по которым, с учетом перспективы их эксплуатации, предполагается движение автопоездов массой до 48 т. Состав колонны принят по схеме 2Г + 3В + 3Б + 6А + 3Б + 3В + 2Г с дистанцией 20 м между транспортными средствами, по статистическим данным для одного из городов России.

На рис. 4 приведены графики классов усилий в единицах А1 от нагрузки Н-48, принятой в качестве перспективной нормативной нагрузки при дистанциях 20 м между транспортными средствами для двух форм треугольных линий влияния (с вершиной в середине и в начале) в диапазоне длин от 3 до 207 м. Из этого графика следует, что класс нагрузки (усилий) не постоянен. Для треугольных линий влияния с вершиной в их середине он изменяется в пределах от 10,5 до 16, а с вершиной в их начале — в пределах от 11 до 16,5.

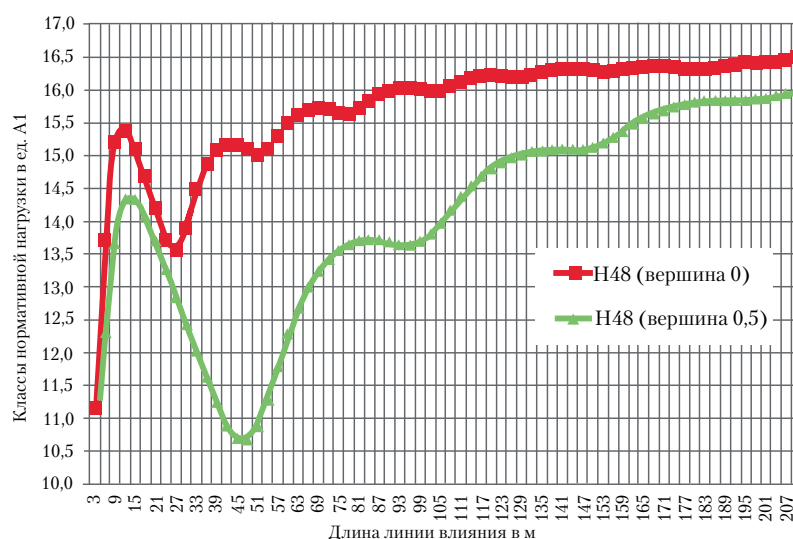


Рис. 4. Класс нагрузки (усилий) в единицах А1 от перспективной нормативной нагрузки Н-48 при дистанциях 20 м между транспортными средствами



Из графика также следует, что в области длин линий влияния от 21 до 105 м нормативная нагрузка А14 является избыточной, по сравнению даже с весьма интенсивной нагрузкой Н-48 для элементов мостов, линии влияния силовых факторов для которых имеют вершину в середине, но является недостаточной при длинах более 105 м. А для элементов мостов, линии влияния силовых факторов которых имеют вершину вначале, нагрузка является недостаточной практически во всем рассмотренном диапазоне (за исключением длин линий влияния 3,21 и 27, для которых она приемлема).

При сопоставлении легко выявляется, что на участках длин линий влияния, где класс в единицах А1 условной нормативной нагрузки АК больше класса от реально возможной колонны транспортных средств, мостовые сооружения проектируются на избыточную нагрузку, что вызывает лишние расходы материалов, а на остальных участках — на недостаточные нагрузки, что способно привести к разрушению моста. Соответственно, использование таких нормативов может привести не только к значительным экономическим потерям, но и к авариям с гибелью людей.

Следует также отметить, что проектирование пролетных строений с различными пролетами производится на различные и неизвестные проектировщикам и эксплуатационникам реальные нагрузки. Это же относится и проектированию разных элементов одного и того же мостового сооружения с принятым пролетом. В итоге неизвестной остается степень обеспеченности несущей способности на воздействие реально проходящих транспортных средств.

Для пролетов от 6 до 42 м действующая нормативная нагрузка А14, не имеющая очевидной связи с реальными нагрузками, совместно с одиночной тяжеловесной нагрузкой Н14, не имеющей аналогов по расстоянию 1,2 м между ее осями и нагрузке на оси по 25 т при двух колесах между осями (при физически необоснованных для них динамических коэффициентах и коэффициентах надежности по нагрузке), создает расчетные силовые факторы, превышающие значения от воздействия возможных наиболее тяжелых транспортных средств более чем в 1,5–2 раза. Это неоправданно увеличивает расходы на материалы пролетных строений на 30–35% на автомобильных дорогах всех категорий.

## МИРОВАЯ ПРОБЛЕМА

Приведенные применительно к АК выводы в равной мере относятся и к европейскому стандарту LM1, и к нормам США, Украины, Белоруссии и Казахстана, где параметры комбинированных нормативных нагрузок установлены тоже вне связи с длиной и формой линий влияния силовых факторов.

На международных конференциях и семинарах, посвященных вопросам проектирования мостовых сооружений на автомобильных дорогах, западные коллеги-мостовики многократно не могли ответить на простой вопрос: «Какова грузоподъемность пролетного строения моста с пролетом 42 м, спроектированного вами на нагрузку LM1?». А на вопрос, почему равномерно распределенная нагрузка в LM1 установлена вне связи с длиной и формой линий влияния, уважаемый французский инженер-мостовик ответил: «У нас не принято задавать такие вопросы!» Это свидетельствует о том, что мостовики многих стран мира, без критической оценки пользуясь принятыми нормами при проектировании мостовых сооружений, фактически способствуют нанесению вреда экономике своих государств.

Первые основные результаты исследований проблемы приведены в монографии «Временные нагрузки на автодорожные мосты. Недостатки, их последствия, способы их устранения» (П. М. Саламахин), в 2013 году выпущенной в Германии на русском языке издательством Palmarium Academic Publishing.

Рекомендации, содержащиеся в книге, к настоящему времени частично учтены только в нормах проектирования мостовых сооружений в Китае.

Вместе с тем устранение выявленных недостатков действующих вертикальных временных нормативных нагрузок на автодорожные мостовые сооружения в любых странах мира представляется достаточно легкой задачей, решаемой на основе хорошо известных специалистам параметров. В частности, использованием программы нагружения произвольных линий влияния силовых факторов произвольными колоннами транспортных средств или отдельными автомобилями.

Есть основания утверждать, что реализация таких предложений в любом государстве позволит и сэкономить громадные объемы материальных ресурсов, и предотвратить возможные аварийные разрушения автодорожных мостов. ■



II Международный форум

# Интеллектуальные транспортные системы России

28 – 29 сентября 2017

г. Москва, Президент-Отель

[itsrussiaforum.ru](http://itsrussiaforum.ru)

+7 (964) 522-09-86

[info@itsrussiaforum.ru](mailto:info@itsrussiaforum.ru)



При поддержке:



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Минтранс России

Организатор:

**ДЖЕЙ КОММ**  
ЭЛЕКТРОННЫЕ КОММУНИКАЦИИ





Знаменитый мост Золотые Ворота (Golden Gate) в Сан-Франциско — образец инженерного гения

А. С. АЛЕШИН,  
д. ф.-м. н., главный научный сотрудник Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН

## МОСТЫ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ: ПО НОВЫМ СП

Среди природных опасностей для мостов наиболее значимыми являются землетрясения. В России многовековой опыт мостостроения и новейшие достижения науки сочетаются в Строительных правилах, обязательно учитывающих сейсмостойкость. Недавно появилась серия новых нормативных документов: «СП 268.1325800.2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования»; «СП 269.1325800.2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила уточнения исходной сейсмичности и сейсмического микрорайонирования»; «СП 270.1325800.2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила оценки повреждений дорог при землетрясениях в отдаленных и труднодоступных районах».

Как правило, мосты строят на долгие годы. И за время своей жизни — а это могут быть столетия — мост должен выстоять перед множеством опасностей, ему угрожающих. И природных — наводнения, напор льдов, ураганы, цунами и землетрясения, — и связанных с деяниями человека — войны, революции, пожары и т. д. В этой статье из необъятного множества возможных тем коснемся устойчивости мостов при землетрясениях.

Сильнейшие землетрясения, время от времени случающиеся в самых разных точках нашей планеты, сопровождаются многочисленными человеческими жертвами и огромными разрушениями зданий и сооружений, в том числе и мостов. Предсказать точную дату сейсмической катастрофы при сегодняшних возможностях науки нельзя. Но определить место и силу возможного землетрясения — вполне реально. Вот почему районирование сейсмической опасности является насущной, практически важной проблемой.

Ученые определили, что чаще всего землетрясения возникают на контактах огромных плит земной коры.

Но очень часто по этим же зонам, особенно в горных районах, протекают реки и, следовательно, располагаются мосты. Соответственно, задачей ученых и инженеров-сейсмологов является выбор для них места, наименее опасного в сейсмотектоническом отношении.

Другой возможностью противостоять стихии являются приемы и методы сейсмостойкого строительства. Многовековой опыт мостостроения и новейшие достижения науки сочетаются в Строительных правилах (СП). Хороший повод поговорить об этом дает недавнее появление серии нормативных документов: «СП 268.1325800.2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования»; «СП 269.1325800 2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила уточнения исходной сейсмичности и сейсмического микрорайонирования»; «СП 270.1325800.2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила оценки повреждений дорог при землетрясениях в отдаленных и труднодоступных районах».

## ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА НОВЫХ ПРАВИЛ

Прежде всего следует отметить сам факт появления новых СП. Ранее вопросы сейсмостойкости мостов рассматривались в рамках одного общего нормативного документа, относящегося к строительству всех типов гражданских объектов. При этом, по понятным причинам, не в полной мере учитывалась специфика именно транспортных сооружений.

Все три документа — плод работы авторского коллектива под руководством д. г.-м. н. профессора Г. С. Шестоперова. Думается, уместно отметить его лидерскую роль. В личности ученого удачно сочетаются три черты, обеспечившие успех задуманного дела: прекрасное знание особенностей строительства и эксплуатации мостов, достаточно глубокое проникновение в проблематику инженерной сейсмологии, а также трезвый реализм, позволяющий совмещать требования теории и потребности практики. Этот реализм проявился, в частности, в том факте, что нормативные документы снабжены приложениями, в которых подробно, с объяснением деталей, разобраны практические примеры использования рекомендаций нормативов применительно к расчетам сейсмических нагрузок на конкретные строительные объекты. Трудно переоценить, насколько важны такие примеры для изыскателей.



Пример разрушения моста при землетрясении

После общей характеристики упомянутых нормативных документов перейдем к их анализу. Автору этой статьи, как специалисту-сейсмологу, наиболее близка тематика сейсмического микрорайонирования, поэтому внимание здесь сосредоточено именно на этом аспекте.

Традиционно в сейсмическом районировании решается два вида задач, одна из которых — определение исходной сейсмичности, параметры которой зависят от общей сейсмотектонической обстановки в окрестности порядка нескольких сотен километров вокруг районированного объекта. Например, в Москве исключены местные землетрясения, и все возможные сейсмические тревоги обусловлены действием удаленных источников: чаще — из румынской зоны Вранча, реже, как было сравнительно недавно, — из Охотского моря.

Другая задача относится к собственно сейсмическому микрорайонированию конкретной площадки. К интенсивности исходной сейсмичности прибавляется так называемое приращение балльности, определяемое реакцией грунтов на исходные воздействия и зависящее от свойств верхней части грунтов площадки. Авторы нормативов выделяют вопрос определения исходной сейсмичности в особый раздел — «Уточнение исходной сейсмичности (УИС)». В соответствии с этим разделением в первую очередь рассмотрим методику УИС. Тут следует отметить три особенности методов расчета, нашедших отражение в рассматриваемых нормативных документах.

Первая связана с недостаточностью определений исходной сейсмичности по картам общего сейсмического



районирования (картам ОСР). Данный вопрос имеет особое значение для мостов повышенной ответственности. Теоретически для этих целей лучше всего использовать методику детального сейсмического районирования (ДСР), но она применяется не везде и не всегда. Потому вопрос, а что же предпринять в таком случае, приобретает актуальность. Новые документы рекомендуют повышать точность оценок исходной сейсмической интенсивности введением дробного балла с применением методики расчета соответствующей добавки. Здесь проявляется отмеченный выше реализм авторов рекомендаций: пусть методика и не обоснована и не работает для всех случаев, но все же это лучше, чем «ничего не делать» и мириться с недостаточной детальностью карт ОСР.

Другая особенность методики расчета исходной сейсмичности связана с учетом региональных особенностей сейсмического режима. Авторы используют формулу макросейсмического поля с коэффициентами, отражающими специфику сейсмического режима каждого региона. Это обстоятельство позволяет уточнить параметры макросейсмического поля и, соответственно, величину исходной сейсмичности.

Наконец, третья особенность оценки параметров исходных сейсмических воздействий заключается в том, что, помимо значений ускорений, нормативный документ определяет также значения скоростей смещений и сами смещения для каждого значения сейсмической интенсивности в баллах (или долях балла). Это имеет особое значение для расчетов, поскольку, помимо инерционных усилий, при землетрясениях особую опасность представляют квазистатические перемещения опор моста. Такие компоненты движений в явном виде ранее не учитывались в нормативных документах по антисейсмическому строительству мостовых сооружений.

## ПОДРОБНЕЕ О СЕЙСМИЧЕСКОМ МИКРОРАЙОНИРОВАНИИ

Перейдем теперь к нормативным рекомендациям по собственно сейсмическому микрорайонированию (СМР). В этой части СП также содержат множество новаторских предложений, одно только перечисление которых может составить внушительный список.

Например, много споров в свое время вызывало предложение убрать из нормативов так называемую

таблицу 1, которой по совокупности геологических признаков определялась категория грунтовой толщи, а далее, в свою очередь, — приращение сейсмической интенсивности. Даже сейчас, в эпоху компьютерного моделирования, некоторые продолжают использовать такую методику, и ни о каких уникальных методах расчета сейсмических нагрузок речи при этом нет. А в СП 269 устаревшая таблица, «без излишнего шума», просто исключена, да и категории грунта используются только для определения коэффициентов динамичности.

Или, например, учет обводненности грунтов путем поправки за уровень грунтовых вод. Ее неиспользование вызывало в экспертизе много споров, обосновать ее отсутствие стоило большого труда. В новом СП нет этого атавизма эпохи исключительного использования в практике СМР продольных волн.

Очень важной особенностью рассматриваемого документа представляется уточнение понятия «средний грунт». Вместо весьма расплывчатой описательной характеристики в терминах инженерной геологии в СП 269.1325800 2016 оно определяется краткой, однозначно понимаемой характеристикой сейсмической жесткости  $R = 655 \text{ тм}^{-2}\text{с}^{-1}$ . Это положение подобно утверждению для правильного измерения температуры градусников стандартного типа или стандартных гирь для правильного определения веса товаров.

Другой важной отличительной особенностью является рекомендация заменить в некоторых случаях измерение скорости поперечных волн с помощью сейсморазведки оценками  $V_s$  по инженерно-геологическим данным. В качестве информативного параметра выбрана величина сопротивления грунта сжатию. Приведенные соотношения, связывающие это сопротивление и скорость поперечных волн, дополняют характеристики, известные из ранее проведенных работ. Заметно также расширен перечень грунтов, для которых возможно использование отмеченных корреляционных соотношений. В частности, это относится к характеристикам крупнообломочных грунтов.

Мне особенно приятно отметить, что аналогичные идеи о коррекции понятия среднего грунта и возможности использования для целей СМР данных инженерной геологии уже довольно давно были предметом моих докладов на конференциях, журнальных статей, а также приведены в недавно вышедшей книге «Континуальная теория сейсмического микрорайонирования». Они отражены и в нормативном документе по СМР объектов

повышенной ответственности СП 283.1325800.2016, к которым относятся и мосты (особенно уникальные).

Еще одно новое предложение, реализованное в сейсмических нормативах по транспортному строительству, — это использование для оценки влияния особенностей рельефа соответствующих коэффициентов. Важно также, что их максимальные значения не выходят за рамки, предсказанные модельными экспериментами.

То же можно отметить относительно учета нелинейности, и здесь предложенные поправки в целом соответствуют теоретическим оценкам. Все это подтверждает сделанное выше замечание о реализме, свойственном инженерной интуиции ответственного исполнителя рассматриваемого документа.

Показательно, что даже в области, далекой от профессиональных интересов авторов СП 269.1325800.2016, относящейся к рекомендациям по оптимальному выбору методов геофизических исследований для целей СМР, сделанные предложения совершенно согласуются с мнением профессионалов-геофизиков. Это дополнительное свидетельство высокого качества рассматриваемых нормативных документов. В них представлены весьма точные и сбалансированные предложения, к которым можно отнести с высокой степенью доверия.

## КРИТИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Однако это не значит, что со всем в новых СП можно безоговорочно согласиться. Если в главном насчет положений нормативных документов по транспортной тематике не возникает ни единого возражения, то относительно второстепенных по важности утверждений можно сделать несколько критических замечаний. Причем большинство из них так или иначе связано с недостаточно последовательным воплощением основных новаторских идей, о которых написано выше. Приведу конкретные примеры некоторой непоследовательности.

Выше было отмечено как положительный момент введение строгого понятия «средний грунт». Но оно, помимо использования в формуле расчета приращения сейсмической интенсивности, определяет также в п. 4.10 область, в которой исходная сейсмичность соответствует нормативной. В данном случае негативным является ограничение средних грунтов очень узким диапазоном значений сейсмической жесткости. По этой причине авторы СП как бы расширили понятие

«средние грунты», введя расплывчатую характеристику «близки» (п. 3.26).

Или другой отмеченный мною момент — исключение из текста СП таблицы 1 и определяемого с ее помощью понятия «категория грунта», которое в рецензируемом нормативе сохранилось исключительно для установления коэффициента динамичности  $\beta$  (см. п. 3.10). Но неожиданно в Приложении Е это понятие возрождается в прежнем смысле, как это представлено старым нормативным документом СП 14.13330.2014, где категории определяются по величине сейсмической жесткости. Тем самым продолжается употребление устаревшего термина.

Авторы сделали шаг в правильном направлении, уточнив вид графика коэффициента динамичности для менее жестких, по отношению к «средним», грунтов. Однако при этом из прежних нормативов перенято максимальное значение  $\beta$ , которое ограничено величиной 2,5. Между тем в СП 286.1325800.2016 и в моей работе 2017 года показано, что  $\beta$  зависит от резонансов сейсмических колебаний грунтовой толщи, подстилаемой жесткими скальными породами, и заметно превышает значение 2,5.

В СП 269 есть ряд важных новых положений, относящихся к уточнению исходной сейсмичности. Но, к сожалению, в Приложениях Е и Ж, которые относятся к СМР различных объектов, отсутствуют части, относящиеся к УИС, где было бы конкретизировано выполнение отмеченных новаций.

Имеются и другие мелкие замечания к тексту СП. Так, авторы используют для инструментальных оценок сейсмических воздействий шкалу MSK-64, между тем как уже утверждена сейсмическая шкала ШСИ с отличающимися параметрами сейсмических колебаний для разных баллов и разных компонент движения (ускорения, скорости и смещения). А приведенная в п. 6.5 формула определения усредненной сейсмической жесткости представляется неверной для случая, когда грунтовая толща сложена слоями с различными параметрами.

Несмотря на сделанные замечания, еще раз повторим, что в целом практика определения антисейсмических мероприятий объектов транспортного строительства обогатилась весьма ценным нормативным документом. Надежность строительства и эксплуатации мостов заметно повысится с внедрением разработанных и утвержденных Строительных правил. ■



В. В. КОНДРАТОВ, к. т. н., заведующий отделом АО «НИИ мостов»,  
Е. И. РУМЯНЦЕВ, главный механик АО «НИИ мостов»

## ИСПЫТАНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОПОРНЫХ ЧАСТЕЙ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Научно-исследовательский институт мостов и дефектоскопии (АО «НИИ мостов») представляет результаты сравнительных стендовых испытаний антифрикционных пар для шаровых сегментных опорных частей. Испытанию подверглись образцы из полированной нержавеющей стали марки 09X18H10T, листового фторопласта Ф4 и листового модифицированного фторопласта FTT50MSI.

**Ш**аровые сегментные опорные части являются на сегодня наиболее востребованными конструкциями, используемыми при строительстве мостовых сооружений и других объектов практически в любых условиях эксплуатации.

Шаровая сегментная опорная часть состоит из нижнего и верхнего балансиров (опорной плиты и шарового сегмента), контактирующих по сферической поверхности. При этом одна из контактных поверхностей выполнена из полированной нержавеющей стали, а на другой сформирован антифрикционный слой,

что обеспечивает поворот опорного сечения. Другими элементами опорной части являются плита скольжения с нижней поверхностью из полированной нержавеющей стали, линейки с указателем перемещений и транспортные крепления. Нижняя поверхность плиты скольжения контактирует с верхней поверхностью верхнего балансира, на которой также сформирован антифрикционный слой (рис. 1).

В качестве антифрикционного материала шаровых сегментных опорных частей используются листы как из материала MSM, так и из материалов на основе фторопласта с лунками, заполняемыми смазкой, а также металлофторопластовые ленты, представляющие собой композиционный многослойный антифрикционный материал.

Для уточнения условий применения опорных частей с различными антифрикционными материалами АО «НИИ мостов» выполнило сравнительные стендовые испытания образцов антифрикционных пар с использованием полированной нержавеющей стали марки 09X18H10T, листового фторопласта Ф4 и листового модифицированного фторопласта FTT50MSI. Работы осуществлялись в рамках договоров с ООО «СК Стройкомплекс-5» и Ярославским заводом №50 ОАО «МСИ». Образцы из материалов фторопласта испытывались как при наличии лунок для нанесения смазки соприкасающихся поверхностей, так и при отсутствии лунок и смазки.

Целью испытаний стало исследование фрикционных свойств и износостойкости антифрикционных материалов при наличии и отсутствии смазки по контактным поверхностям с варьированием давления по контактным поверхностям.

Для достижения поставленной цели выполнены следующие работы: спроектированы и изготовлены испытательные стенды, разработаны способ и технология измерений, проведены испытания образцов анти-

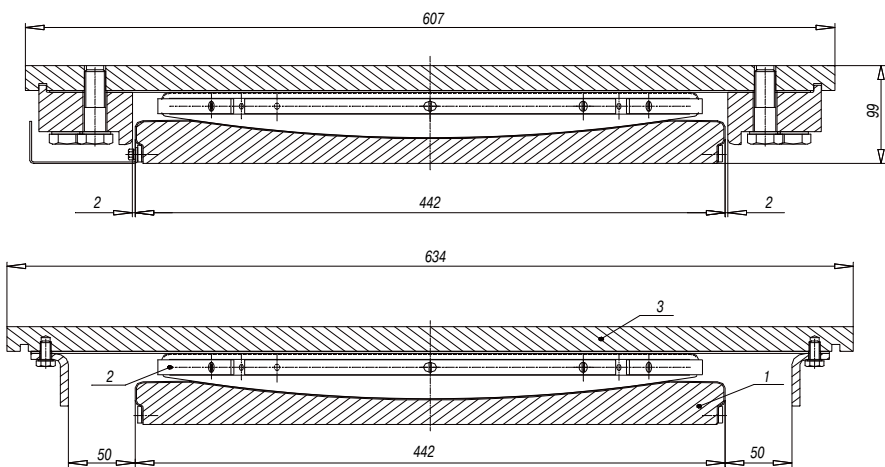


Рис. 1. Схема шаровой сегментной опорной части

фрикционного материала на статическое сжатие продолжительностью не менее 48 часов. Основной объем работ был связан с испытаниями фрикционных пар на износ при различных удельных давлениях при наличии и отсутствии смазки и определением коэффициента трения фрикционных пар при различных удельных давлениях и температуре пар скольжения. Были испытаны образцы с размерами в плане  $85 \times 60 \text{ мм}^2$ . Толщина образцов составляла порядка 5–8 мм, что позволяло обеспечить величину их выступающей части из фиксирующих элементов порядка 2,5 мм.

## ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Экспериментальные исследования проводились в Испытательном центре НИИ мостов. Для испытаний на статическое сжатие использовались либо домкраты, либо пресс. Для испытаний на износ разработана специальная установка, обеспечивающая возвратно-поступательное движение испытуемых образцов материала относительно друг друга (рис. 2). Для обеспечения стабильного положения образцов из антифрикционных материалов и предотвращения их деформаций в горизонтальной плоскости обе пластины испытываемого материала запрессовывались в специальные полости, образованные в стальных плитах, расположенных снизу и сверху относительно подвижного блока. Нижняя плита с пластиной антифрикционного материала крепится к базовой плите установки, а через верхнюю плиту с помощью домкрата загружаются испытываемые пары трения. Полированные пластины из нержавеющей стали 09Х18Н10Т жестко соединены с подвижным блоком установки. Подвижный блок имеет роликовые ограничители, исключающие поперечные перемещения блока и не препятствующие его продольным перемещениям. Продольные перемещения подвижного блока происходят при переменных воздействиях двух горизонтальных гидродомкратов, расположенных с противоположных сторон относительно его. Установка состоит из двух неподвижных блоков и одного подвижного. Контроль силовых воздействий от вертикального и горизонтальных гидродомкратов осуществляется с помощью манометров. Для проведения испытаний использовался пресс-пульсатор УРС-50, который создавал вертикальную нагрузку до 50 т. Горизонтальные перемещения двух пластин из полированной нержавеющей ста-

ли с требуемой частотой и скоростью перемещения обеспечивались двумя специальными двухходовыми гидроцилиндрами, создававшими усилия до 11 т каждый.

## МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ

На сжатие испытывались образцы без лунок и с лунками со смазкой. Всего на статическую нагрузку было испытано 10 пар образцов, изготовленных из указанных материалов. Каждая пара загружалась в течение 24–48 часов до прекращения набора пластических

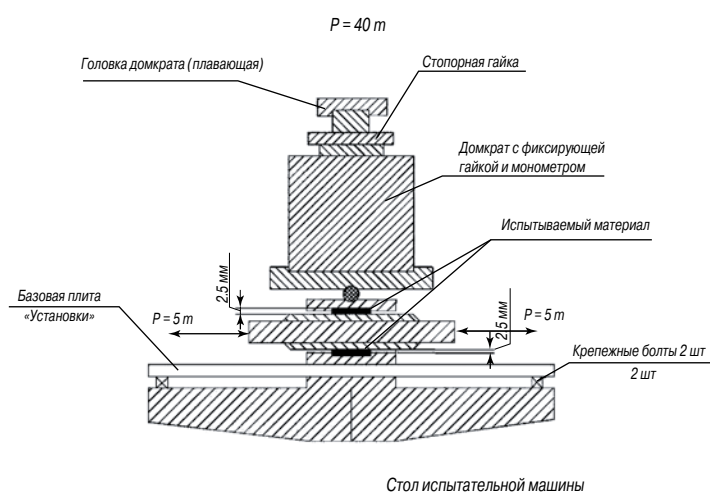


Рис. 2. Схема стэнда для испытания фрикционных пар на износостойкость

деформаций от заданной нагрузки (рис. 3). Нагрузка к образцам прикладывалась ступенями. Начальная нагрузка и величина ступени нагружения варьировались в зависимости от заданной предельной нагрузки и результатов предыдущих испытаний. В процессе нагружения каждой пары фиксировались усилие и абсолютная деформация образцов. Все образцы испытывались на статическую нагрузку без ограничения их деформаций в поперечном направлении. После статических испытаний боковые поверхности образцов выравнивались для установки их в обоймы и последующих испытаний на износ. В случае испытаний на износ обжатых образцов со смазкой перед их статическим нагружением в лунки также закладывалась смазка. При этом, для сравнения, на образцы без лунок перед их статическими испытаниями смазка наносилась на гладкие контактные поверхности.





Рис. 3. Испытание модифицированного фторопласта на сжатие



Рис. 4. Вид образцов с лунками и смазкой после статического нагружения

В ходе испытаний на износостойкость в каждом эксперименте на стенде моделировался процесс, эквивалентный движению пролетного строения моста по подвижной опорной части от временной нагрузки и суточного колебания температуры.

Две пары образцов перед испытаниями на трение предварительно обжимались статической нагрузкой с удельным давлением 30 и 60 МПа. Для каждой пары образцов антифрикционного материала испытания проводились на базе 17 тыс. циклов перемещений их относительно пластин из нержавеющей стали. При этом каждое перемещение совершалось с размахом 61 мм. Продолжительность испытаний каждой фрикционной пары составила 6 суток при частоте перемещений 2 цикла в минуту, что эквивалентно примерно 1 км суммарного перемещения опорной части. Температура образцов при испытаниях не превышала 35 °С. При высоких дневных температурах воздуха для проведения испытаний без вынужденных остановок использовалось принудительное охлаждение вентиляторами, которое препятствовало превышению указанной температуры.

На стадии испытаний образцов со смазкой лунки соответствующих образцов заполнялись материалом «Циатим-221». Коэффициент трения пары скольжения «модифицированный высокоплотный полимер – полированная нержавеющая сталь» измерялся в диапазоне температур материалов пар трения от +15 °С до –70 °С при удельных давлениях по контактным поверхностям 20, 40 и 60 МПа. Необходимая отрицательная температура обеспечивалась за счет укладки «сухого льда» с определенной периодичностью и выдержкой во времени до набора парой скольжения заданной температуры. С использованием «сухого льда» коэффициент трения пары скольжения «модифицированный высокоплотный полимер — полированная нержавеющая сталь» определялся при температурах до –50 °С. При этом измерялось два значения коэффициента — трения покоя и трения скольжения. При вычислении коэффициентов трения принималось среднее значение горизонтальной силы при определенном давлении. Для достижения температур ниже –60 °С использовался жидкий азот, который заливался в несколько приемов в емкость с «сухим льдом» после достижения парой скольжения температуры порядка –45 °С.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Результаты испытаний образцов на статическую нагрузку приведены на рис. 4 и в табл. 1.

Испытания выявили определенную пластичность материала и зависимость пластических деформаций от величины прикладываемой нагрузки и времени нагружения. Для примера на рис. 5 и 6 показана зависимость деформаций фторопластов FTT50MSI и Ф4 от величины прикладываемой нагрузки. Эта зависимость имеет нелинейный ступенчатый характер, но в целом деформации возрастают пропорционально нагрузке. После прекращения обжатия и снятия нагрузки материал FTT50MSI частично восстанавливает первоначальную форму. Так, при давлении 40 МПа в течение 70 часов деформация образца составила 24,7%, а остаточная деформация после снятия нагрузки — 14%. Смазка «Циатим-221» при воздействии постоянной статической нагрузки и отсутствии лунок полностью выдавливается с поверхности материала и изменяет свои свойства, превращаясь в желеобразную массу.

Таблица 1.  
Размеры образца до и после статического нагружения

Наименование сторон образца	Длины сторон образца, мм		Толщина образца в точках измерений, мм		
	До испытаний	После испытаний	До испытаний	После испытаний	Остаточная деформация
A	60,0	62,4	8,1	6,9	1,2
B	85,5	93,0	8,1	6,8	1,3
C	60,0	61,9	8,1	7,1	1,0
D	85,5	92,2	8,2	7,1	1,1

Образцы из фторопласта Ф4 испытывались при давлении до 50 МПа и показали более высокие остаточные деформации. Деформация Ф4 после нагружения в течение 11 суток составила 37,9%, а после двукратного нагрева материала до 40 °С с интервалом 24 часа под нагрузкой выросла до 48,8%.

Испытано пять пар образцов модифицированного фторопласта на истирание. Продолжительность испытаний каждой пары составляла шесть суток, что эквивалентно 1 км перемещения антифрикционного материала относительно полированных пластин из нержавеющей стали. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Экспериментальные исследования работы модифицированного фторопласта на истирание при циклических относительных перемещениях образцов фторопласта по поверхности полированной нержавеющей стали марки 09X18H10T показали, что основной причиной уменьшения толщины листов фторопласта являются остаточные пластические деформации материала, вызываемые воздействием вертикальной нагрузки и сдвигающими продольными усилиями. Начальное предварительное обжатие уплотняет антифрикционный материал и повышает его износостойкость, но не исключает сдвиговых деформаций при испытаниях на износостойкость, которые реализуются на первом этапе нагружения материала.

Результаты измерений коэффициентов трения приведены на рис. 7. Испытания показали, что коэффициент трения при давлении порядка 40 МПа и более на пары скольжения со смазкой «Циатим-221» не превышает максимально допустимого значения 0,08 в диапазоне температур до -70 °С

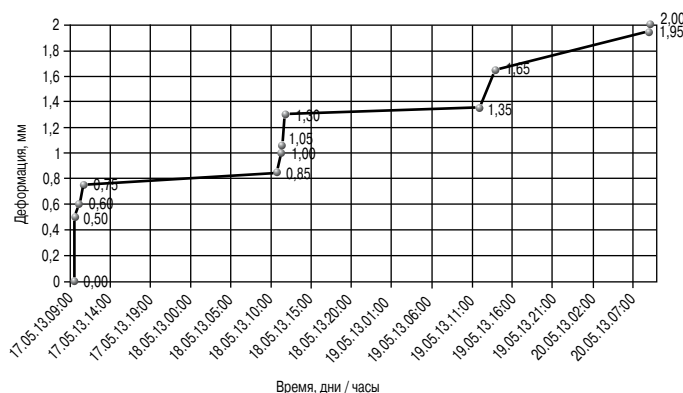


Рис. 5. Характер деформаций во времени образца из фторопласта FTT50MSI от статической нагрузки, изменяющейся от 0 до 20 тс

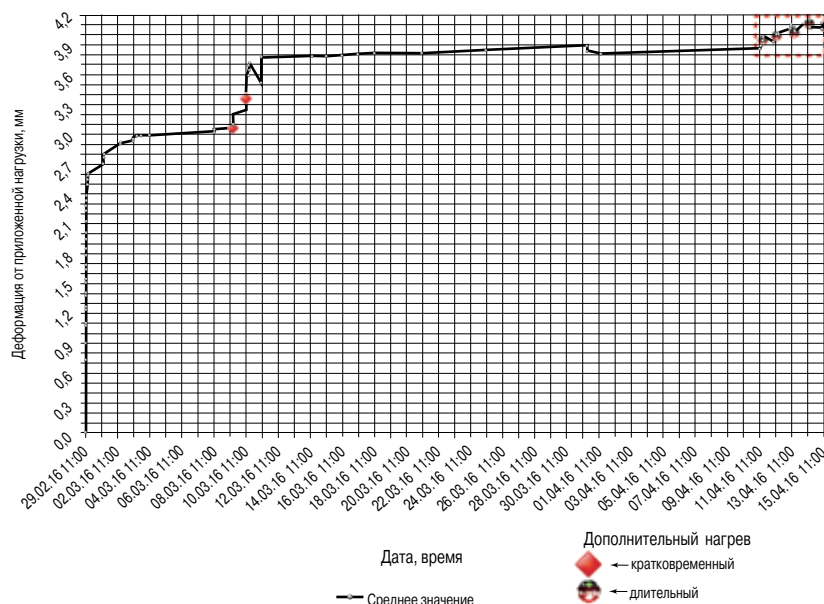


Рис. 6. Характер деформаций во времени образца из фторопласта Ф4 в результате статической нагрузки, изменяющейся от 0 до 25 тс, и нагрева от 15 до 40 °С



Таблица 2.  
Результаты испытаний на износ модифицированного фторопласта

№ образца	Состояние образца перед испытанием	Давление, МПа	Характеристика контактных поверхностей	Величина износа, мм		Коэффициент трения скольжения
				Пройденный путь		
				500 м	1000 м	
1	Без обжатия	20	Без лунок и смазки	-0,14	-0,18	0,10
2	Без обжатия	20	Без лунок и смазки	-0,12	-0,14	0,10
3	С обжатием	30	Без лунок и смазки	-0,16	-0,18	0,080
4	С обжатием	30	Без лунок и смазки	-0,12	-0,13	0,080
5	Без обжатия	40	Со смазкой	-0,36	-0,43	0,022
6	Без обжатия	40	Со смазкой	-0,31	-0,38	0,022
7	Без обжатия	60	Со смазкой	-0,43	-0,48	0,020
8	Без обжатия	60	Со смазкой	-0,43	-0,49	0,020
9	С обжатием	60	Со смазкой	-0,19	-0,210	0,020
10	С обжатием	60	Со смазкой	-0,18	-0,20	0,020

Таблица 3.  
Величины коэффициента трения пары «фторопласт FTT50MSI – нержавеющая сталь» при использовании смазки Thermo – Flex Spezialfett

Температура пары трения								
-50°C			-60 °C			-74°C		
Давление на материал, МПа			Давление на материал, МПа			Давление на материал, МПа		
20	40	60	20	40	60	20	40	60
0,015	0,010	0,008	0,014	0,010	0,008	0,026	0,023	0,022

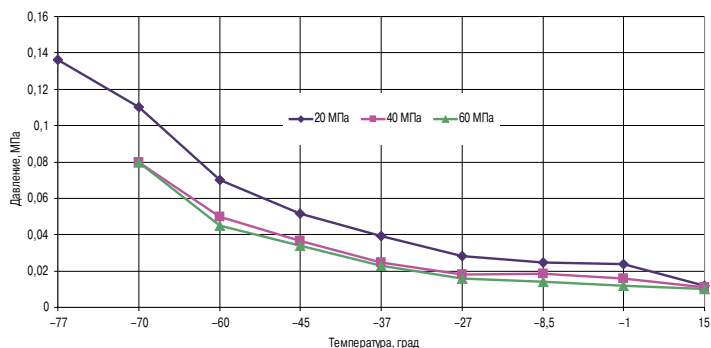


Рис. 7. Зависимость величины коэффициента трения пары фторопласт FTT50MSI – нержавеющая сталь при использовании смазки Циатим-221

включительно. Коэффициент трения не превышает значения 0,03 при давлении порядка 40 МПа и более на пары скольжения со смазкой «Циатим-221» в диапазоне температур до -40 °C, а при давлении порядка 20 МПа – в диапазоне температур до -30 °C. При давлении 20 МПа коэффициент трения при температуре ниже -60 °C превысил максимально допустимое значение 0,08, в связи с чем было принято решение о проведении дополнительных испытаний указанных пар скольжения при низких температурах со смазкой Thermo — Flex Spezialfett. Результаты измерений коэффициента трения при низких температурах с данной смазкой приведены в табл. 3.

## ВЫВОДЫ

1. Испытания материалов Ф4 и FTT50MSI выявили их определенную пластичность и зависимость деформаций от величины прикладываемой нагрузки и времени нагружения. Зависимость деформаций указанных материалов от величины прикладываемой нагрузки имеет нелинейный ступенчатый характер. Однако в целом деформации возрастают пропорционально нагрузке, продолжительности ее воздействия и температуре окружающей среды. После прекращения обжатия и снятия нагрузки материалы частично восстанавливают первоначальную форму. Деформация образцов из фторопласта FTT50MSI пропорциональна приложенному давлению и при изменении его максимальной величины от 20 МПа до 60 МПа увеличивается от 15,9 до 33,5% относительно первоначальной толщины. Деформация образцов из фторопласта Ф4 при изменении максимальной величины давления до 50 МПа увеличивается до 37,9% от носительно первоначальной толщины, а после двукратного нагрева материала до 40 °С с интервалом 24 ч под нагрузкой возрастает еще на 10,9%.

2. Экспериментальные исследования работы образцов фторопласта FTT50MSI и Ф4 на истирание при их циклических относительных перемещениях по поверхности полированной нержавеющей стали показали, что основной причиной уменьшения толщины листов фторопласта являются остаточные пластические деформации материала, вызываемые воздействием вертикальной нагрузки и сдвигающими продольными усилиями. Начальное предварительное обжатие уплотняет антифрикционный материал и повышает его износостойкость, но не исключает сдвиговых деформаций при испытаниях на износостойкость, которые в основном реализуются на первом этапе нагружения материала.

3. Прочностные характеристики фторопласта Ф4 в исходном состоянии низкие. Для обеспечения срока службы шаровых опорных частей порядка 40–50 лет с материалом фторопласт Ф4 листы последнего перед запрессовкой в сегменты опорных частей должны быть предварительно обжаты статической нагрузкой. Рабочее давление на поверхности листа из Ф4 на стадии предварительного обжатия должно равняться давлению на элементы фторопласта в составе опорных частей от расчетной нагрузки. Время предваритель-

ного обжатия листов фторопласта не менее 48 часов. Края листов по контуру должны быть свободны на всю их толщину. При этом лунки для смазки на поверхности листов фторопласта следует образовывать после предварительного обжатия материала.

4. Результаты испытаний модифицированного фторопласта показали, что он пригоден для применения в опорных частях скольжения в качестве антифрикционного материала при расчетном давлении на элементы пар скольжения до 60 МПа включительно. Прочность при сжатии модифицированного фторопласта превышает 100 МПа, что обеспечивает требуемые функциональные свойства материала.

5. Коэффициент трения пары скольжения «модифицированный фторопласт — полированная нержавеющая сталь» уменьшается с введением смазки на поверхность контакта материалов и при увеличении давления на пару скольжения. Коэффициент трения при давлении порядка 40 МПа и более на пары скольжения со смазкой «Циатим-22»-1 не превышает максимально допустимого значения 0,08 в диапазоне температур до –70 °С включительно. При температурах –50 до –70 °С использование смазки Thermo — Flex Spezialfett снижает величину коэффициента трения в 3–5 раз.

6. Испытанные материалы не имеют значений абсолютного нормативного сопротивления на сжатие. Допускаемая величина давления на антифрикционный материал должна определяться величиной относительной деформации сжатия. Деформация сжатия для антифрикционных материалов, которую можно принимать в расчетах, зависит от толщины принимаемого материала. При толщине материала 8 мм и заглублинии его в металл основания на 4,5 мм можно допустить относительную деформацию сжатия до 40%.

7. При расчетах мостовых сооружений на сочетания нагрузок, учитывающих трение в опорных частях, необходимо иметь в виду, что должны использоваться две величины давления на антифрикционный материал: давление от постоянных нагрузок и давление от суммарных нагрузок. При этом относительные деформации сжатия, определяющие допускаемое давление при расчете на постоянные нагрузки, не должны превышать 25%. Относительные деформации, определяющие допускаемое давление при расчете на суммарные нагрузки, не должны превышать 40%. ■





П.И. ЧЖЕН,  
заместитель главного инженера ООО «Мостовое бюро»

Вопросы обеспечения качества строительства являются одной из важнейших проблем отрасли. Особенно, если речь идет о строительстве технически сложных объектов, к числу которых относятся искусственные сооружения. Практика показывает, что высокое качество практически недостижимо в отсутствие полноценного независимого строительного контроля, охватывающего все стадии реализации проекта. Но организации строительного контроля сталкиваются сегодня с целым рядом проблем, на которых следует остановиться особо.

## НОВАЯ ФИЛОСОФИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ



Основная проблема, на наш взгляд, заключается в том, что строительный контроль никак не может уйти от ставших уже привычными представлений о нем, как о «простом регистраторе проблем», когда все функции сводятся лишь к выявлению и констатации дефектов и недочетов. Тем не менее, опыт нашей организации доказывает, что в новых реалиях функции строительного контроля существенно расширяются. Для обеспечения требуемого высокого качества построенных объектов организация, выполняющая строительный контроль, должна решать, в том числе, задачи по выстраиванию эффективного взаимодействия всех участников строительного процесса.

Формируется новая философия строительного контроля, принципиально отличающаяся от традиционной. Современный этап развития строительной отрасли требует комплексного подхода в реализации контроля качества, который уходит от простой фиксации существующих проблем в сторону создания эффективной системы взаимоувязанных процессов, охватывающей все сферы строительной деятельности при реализации проекта.

Такое смещение акцентов связано с тем, что предупредить возникновение возможных проблем всегда оказывается экономически более целесообразно, чем просто выявить их наличие.

Следующей общей для всех проблемой является несовершенство существующего механизма государственных закупок. На сегодняшний день госзаказчик, объявивший конкурс в соответствии с Федеральным законом «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» №44-ФЗ, заключает договор со строительно-монтажной организацией, предложившей минимальную цену, даже если цена эта не соответствует реальным затратам на производство работ. Это приводит к тому, что подрядные организации, привыкшие к скрупулезному и ответственному выполнению договорных обязательств, часто отказываются от закупки, а тендер выигрывают компании, которые заведомо соглашаются на цену, за которую практически невозможно выполнить работы без нарушения технологии производства работ и, следовательно, без снижения их качества. Кроме проблем с качеством производимых работ, нередко срываются и сроки сдачи объекта, что особенно критично для объектов дорожного строительства, учитывая фактор его сезонности.

Большой проблемой также стало и то, что на рынке строительного контроля появилось много организаций, не обладающих соответствующим опытом. Строительный контроль такими компаниями осуществляется во многом формально. Это приводит к повышению рисков со стороны заказчика, срыву сроков строительства и снижению качества построенных объектов и, как следствие, перерасходу бюджета проекта, а кажущаяся экономия оборачивается дополнительными издержками и многочисленными проблемами для заказчика.

Далее хочу остановиться на двух проблемах, которые непосредственно связаны между собой. Первая из них возникает в случае, если заказчик выполняет строительный контроль собственными силами, без привлечения специализированных компаний, в надежде сэкономить на этом. На практике такая ситуация встречается довольно часто. Как известно, строительный контроль — это контроль производства работ в режиме «24 часа в сутки, 7 дней в неделю», в том числе входной контроль рабочей документации, контроль качества строительных материалов и конструкций, контроль качества оформления исполнительной документации, геодезический контроль, лабораторные исследования и т.д. Основная проблема здесь состоит в том, что зачастую у заказчика просто нет квалифицированных специалистов для



эффективного решения задач строительного контроля, потому что держать в постоянном штате сотрудников, которые нужны для реализации единичных проектов, экономически нецелесообразно.

Вторая проблема возникает, когда контроль качества возлагается в основном на подрядчика. Как показывает опыт, подрядчик редко уделяет должное внимание необходимости постоянного контроля качества строительно-монтажных работ, выполняя данные функции нерегулярно, что не может не сказаться на эффективности этого процесса. При этом неизбежно теряется одно из главных качеств внешнего строительного контроля — его независимость.

Нельзя не отметить и такую проблему, как отсутствие комплексного подхода в деле обеспечения качества. Снова обратимся к опыту нашей организации. Чтобы







предупредить возникновение проблем при реализации проекта, необходима большая подготовительная работа на его начальном этапе. В том числе, подробный анализ всех стадий проекта с точки зрения обеспечения требуемого уровня качества. Для эффективного осуществления этих действий следует создать команду проекта, включающую группу сопровождения проекта, группу исполнения функций строительного контроля на объекте, внешних консультантов, взаимодействующих на постоянной основе. Координация в вопросах качества, которую осуществляет организация строительного контроля, предполагает выстраивание конструктивных отношений и диалога с заказчиком, проектировщиком, подрядчиками.

Наконец, последней по порядку, но не по значению, хочу обозначить проблему отсутствия у многих из действующих сегодня на рынке организаций строительного контроля опытных специализированных кадров. Именно от опыта специалистов в большей степени зависит эффективность строительного контроля. Строительные технологии развиваются стремительно, используемые инструменты и методы строительного контроля постоянно совершенствуются, поэтому мы вынуждены заниматься не только поиском опытных кадров, но и обеспечивать процесс непрерывного обучения наших сотрудников и проделывать огромную работу по «выращиванию» квалифицированных собственных специалистов из вчерашних стажеров. А также иметь возможность оперативно привлекать для решения конкретных задач профильных экспертов, обладающих конкретной специализацией. В деле строительного контроля именно опыт является решающим.



Подводя итог всему вышесказанному, отмечу, что сложившаяся на сегодня ситуация требует от всех участников строительного процесса реализации целого ряда глубоких преобразований, направленных на совершенствование системы контроля качества строительства. Это насущная задача, которую еще только предстоит решить.

В заключение, от имени коллектива Мостового бюро поздравляю всех, кто имеет отношение к строительной отрасли, с профессиональным праздником. Желаю всем нашим коллегам производственных успехов, новых качественно построенных объектов, благополучия и счастья! ■





# ДОРОГАЭКСПО

8-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА-ФОРУМ

10-13 октября 2017 года  
Москва, Крокус Экспо



12+

реклама

## ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ

Инновации  
Интеллектуальные транспортные системы (ИТС)  
Безопасность дорожного движения, дорожный сервис  
Мосты и тоннели (проектирование, строительство, эксплуатация)  
Дорожно-строительная техника и лизинг

Организатор:

 **Крокус Экспо**  
Международный выставочный центр

Официальная поддержка:



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Минтранс России



РОСАВТОДОП

Соорганизатор деловой программы:

**прайм**  
МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ

[WWW.DOROGAEXPO.RU](http://WWW.DOROGAEXPO.RU)



Строительный контроль призван обеспечить требуемый уровень качества объекта во время производства строительного-монтажных работ, но, как известно, жизненный цикл объекта этим не ограничивается. В процессе эксплуатации информация о выполненных во время строительства работах может понадобиться организациям, производящим ремонт этого объекта, поэтому важно, чтобы все строительные работы были не просто задокументированы, но и доступны для таких организаций. На сегодняшний день собранная предприятием строительного контроля ценная информация нередко теряется, так как отсутствует удобный инструмент для ее сохранения. Изменить ситуацию может управленческая модель объекта, созданная с использованием BIM-технологий. О создании таких моделей, а также о других вопросах, связанных с осуществлением строительного контроля, в ходе интервью нашему корреспонденту рассказал первый заместитель генерального директора АО «Институт «Стройпроект» Александр Смирнов.

## BIM-ТЕХНОЛОГИИ И СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ



На строительстве моста на остров Русский во Владивостоке



Беседовал Владислав АЛЫБИН  
Благодарим за помощь в подготовке материала  
пресс-службу АО «Институт «Стройпроект»

— Александр Юрьевич, Институт «Стройпроект» — один из лидеров дорожной отрасли России в сфере комплексного проектирования и строительного контроля. Вы отвечаете за направление строительного контроля. На каких объектах сегодня трудятся ваши специалисты?

— На сегодняшний день мы осуществляем строительный контроль на нескольких крупных объектах. Это:

- 5-й пусковой комплекс ЦКАД, строительство которого должно завершиться в 2018 году. Трасса длиной около 80 км, из них около 40 км нужно реконструировать, проходит по застроенной территории, это создает дорожным строителям определенные трудности.

- Развитие Мурманского транспортного узла. В составе этого объекта 30 км автомобильной и почти 50 км железной дороги. Помимо дорог, расширяется существующая железнодорожная станция и строятся три новых. Это ключевой проект для развития стратегически значимого для страны Мурманского порта.

- 4-й участок трассы М-11 «Москва — Санкт-Петербург» между Вышним Волочком и Тверью. Протяженность участка нового строительства — порядка 50 км. Срок ввода объекта в эксплуатацию — конец 2017 года.



■ В этом году мы начали работу в Республике Кыргызстан, где совместно с киргизскими коллегами осуществляем надзор за строительством двух больших эстакадных мостов. Один протяженностью 1,1 км, другой — 0,4 км.

■ Строительство водозаборных сооружений в Якутске.

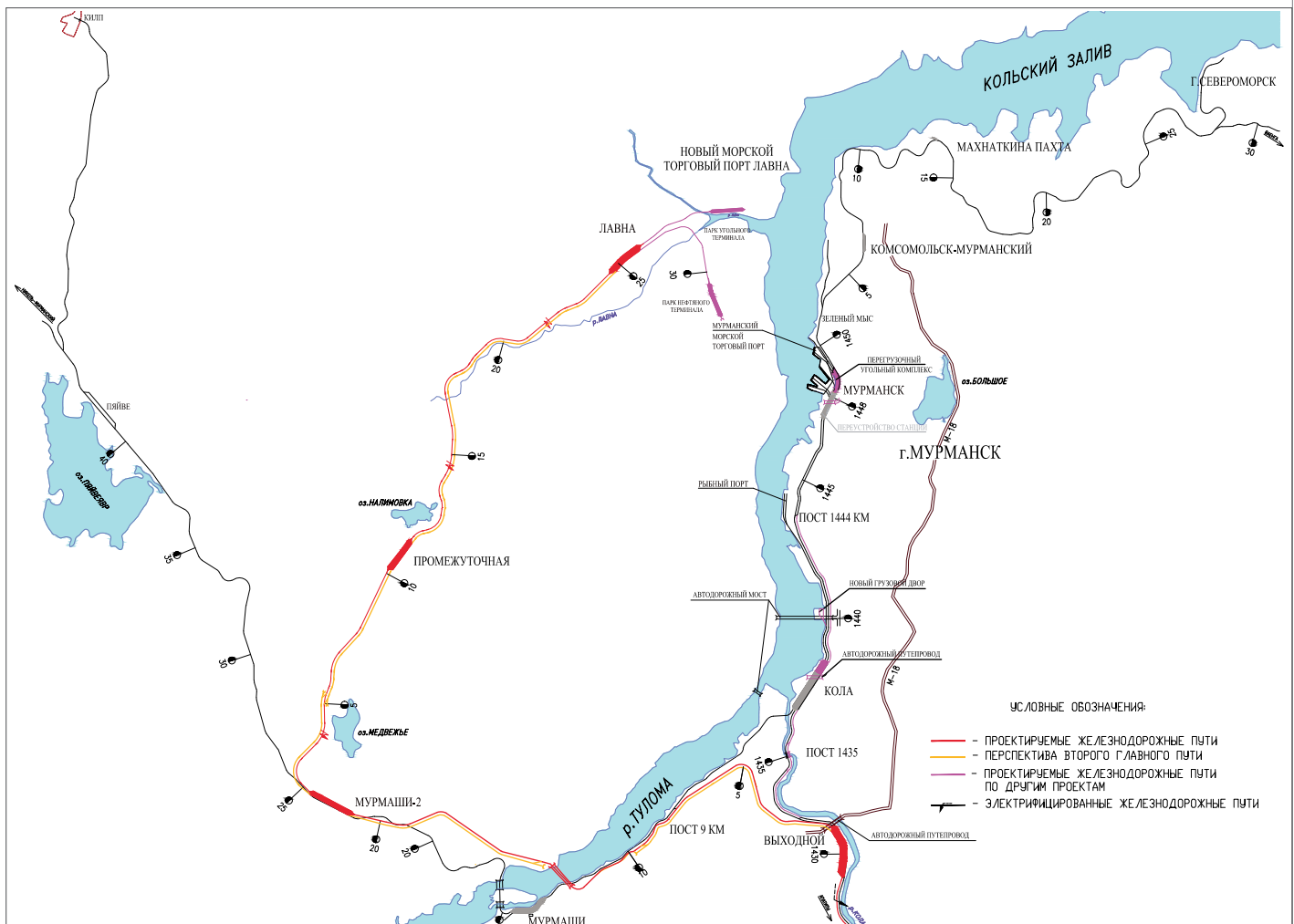
■ Строительство водозаборных сооружений в Актобе (Казахстан).

Все объекты достаточно серьезные, хотя и разноплановые. На текущий момент у нас почти стопроцентная загрузка персонала. Считаю, что это хороший показатель.

— Известно, что Стройпроект производил строительный контроль на еще одном стратегически важном для страны объекте — строительстве моста на о. Русский во Владивостоке.



5-й пусковой комплекс ЦКАД



Проектная схема Мурманского железнодорожного узла



На строительстве Мурманского транспортного узла

**Расскажите, пожалуйста, чем запомнился этот объект, с какими трудностями пришлось столкнуться?**

— К началу реализации этого проекта у нас уже был опыт работ, приобретенный на строительстве вантового Большого Обуховского моста через р. Неву на КАД.

Мост на о. Русский — один из знаковых проектов, который во многом позволил совершить настоящий скачок в развитии нашей организации. Трудности были связаны в первую очередь с тем, что мы приступили к работе спустя почти год после начала строительства объекта. Поэтому нам пришлось — впервые в истории строительного контроля! — реализовать программу под названием «60 дней». И за эти 60 дней нам предстояло рассмотреть всю до-

кументацию и провести лабораторные исследования всего построенного за год.

Кстати, пользуясь случаем, хочу поблагодарить всех наших сотрудников, которые участвовали в этом проекте. Ни один из специалистов не отказался ехать во Владивосток, на другой конец света. Причем в интересах дела мы старались по возможности избежать вахтового метода и обеспечить присутствие на объекте максимального количества специалистов. Поэтому нам пришлось порядка десяти семей наших сотрудников в полном составе перевезти на Дальний Восток.

Существенной трудностью стало и то, что работы велись одновременно на разных берегах, между которыми не было сообщения. Поэтому мы создали две равноценные команды специалистов с единым управлением, продублировав, таким образом, все наши службы.

Сроки строительства были очень сжатые, поэтому все решения требовалось принимать максимально быстро, но без ущерба для качества. Поэтому все участники комиссии по приемке того или иного конструктивного элемента собирались вместе, согласования были организованы оперативно. При этом не обошлось без долгих обсуждений, напряженных дискуссий, но верное решение находилось всегда. Самое главное, что все участники процесса: подрядчики, проектировщики, заказчики и мы — были нацелены на положительный результат. Если возникали вопросы, их совместно обсуждали и оперативно решали. Как показала практика, эти решения были правильными: мост стоит, хорошо себя «чувствует», он красив и его эксплуатационные характеристики соответствуют всем требованиям.

**— Да, мост получился на славу! А какие основные задачи должен решать современный строительный контроль?**

— Строительный контроль — это один из самых квалифицированных видов работ в строительстве. Требования, предъявляемые к строительному контролю, гораздо шире, чем это описано в постановлении Правительства №468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства». Мы начинаем работу с входного контроля рабочей документации, часто привлекая для этого специалистов из нашего проектного комплекса, которые помогают найти оптимальные решения.



Скоростная платная автомобильная дорога «Москва — Санкт-Петербург». Пункт взимания платы

Далее решаем задачи по обеспечению техники безопасности и охране труда, по охране окружающей среды. На всех крупных объектах мы в обязательном порядке делаем экологические замеры.

При производстве работ большое внимание уделяем не только конечной приемке объекта, но и тому, как выполняются все технологические процедуры в процессе строительства. Я считаю, что самое главное — не допустить, чтобы подрядчик потратил время, силы и деньги на некачественную работу. Мы всегда стараемся выявить максимальное число возможных ошибок. При этом не просто выдаем предписание об их устранении, а проводим разъяснительную работу, указывая, как можно было их избежать.

Еще один важный момент — правильно оформить ту или иную работу. Нам приходится много работать с исполнительной документацией, геодезическими службами и лабораториями подрядчика. Все выполненные работы должны четко документироваться. Это важно, потому что во время эксплуатации объекта данная информация в любое время может понадобиться специалистам, производящим ремонтные работы. Я считаю, что здесь не обойтись без BIM-технологий. Информационная модель объекта будет содержать полную информацию о строительстве, выявленных дефектах, причинах их возникновения, проведенных ремонтах для возможности контроля специалистами состояния объекта на протяжении всего его жизненного цикла.

— Вы предлагаете использовать BIM-технологии для строительного контроля. Каким образом это будет реализовано? Есть ли уже какие-либо наработки?

— Мы начали разработку специальной программы для создания управленческой модели с использова-

нием BIM. После окончания строительства объекта ее можно передать заказчику. В такую модель будут занесены обнаруженные и исправленные дефекты, исполнительные съемки, изменения в проекте и т.д. Разумеется, для заказчика это дополнительная статья расходов, но я считаю, что она себя окупит. Управленческая модель важна не только для заказчика и эксплуатирующих организаций, но и для подрядчика. Еще на стадии строительства она позволит наглядно отследить, что на текущий момент сделано и что должно было быть сделано, какие есть отставания от графика, по каким элементам и по какой причине. Это важно и потому, что иногда бывает так — о наших предписаниях руководитель проекта не знает, его вовремя не оповестили. Работы на стройке тем временем продолжают, а это в дальнейшем может весьма негативно сказаться на качестве объекта и сроках его сдачи.

Принимая во внимание стремительное развитие BIM-технологий, я полагаю, что уже через год-два управленческие модели станут востребованы и будут применяться очень широко.

Дополнительно мы планируем включить в управленческую модель информацию о стоимости каждого конструктивного элемента. Это также позволит значительно улучшить управление строительным процессом.

— Спасибо, Александр Юрьевич, за интересный и содержательный рассказ. Приближается профессиональный праздник — День строителя. Ваши пожелания себе и своим коллегам?

— В наше непростое время хочу всем строителям пожелать удачи и терпения. К счастью, в транспортной отрасли сегодня работают профессионалы и супер-профессионалы. Не сомневаюсь, что мы преодолеем все трудности. С праздником! ■





## ТРИКОЛОР НАД БОСФОРОМ: ПЕРВЫЙ ЮБИЛЕЙ

*Пять лет назад в нашей стране был введен в эксплуатацию уникальный и грандиозный объект — мост на остров Русский во Владивостоке, или Русский мост. Самый высокий, самый длинный, самый северный вантовый мост на планете.*

*Можно с уверенностью сказать, что благодаря этому проекту все мировое мостостроение сделало шаг вперед. Шаг — через пролив Босфор Восточный.*

Алексей РАСПУТНЫЙ  
Фото: Андрей САВИН, Игорь ЛИЦУК,  
Валентин ТРУХАНЕНКО

### НАЧАЛО ВЕЛИКОЙ СТРОЙКИ

Русский мост вошел в историю мирового мостостроения как одно из самых инновационных сооружений на планете. Пилоны имеют высоту 324 м, что сопоставимо с высотой Эйфелевой башни. Мост имеет рекордный по длине пролет (1104 м) и самые длинные ванты в мире — их максимальная длина составляет 580 м. Но уникальность моста, прежде всего, состоит в его рекордном соотношении длины пролета к его ширине. Чтобы обеспечить высокие аэродинамические характеристики, потребовалось смоделировать погодные условия и выполнить сложнейшие расчеты. Следует отметить, что на сооружение этого исполина отводились рекордно короткие сроки — всего 48 месяцев.

Нам необходимо было «с нуля» создать на берегах пролива Босфор Восточный собственную производственную базу, — вспоминает Алексей Баранов, в тот период возглавлявший филиал ОАО «УСК МОСТ» во Владивостоке. — Причем сделать это параллельно с разворачиванием самой стройки.

Задача была с честью выполнена — в скором времени появился мощный производственный ком-

плекс, с комфортабельными вахтовыми городками, со своими заводами и цехами, железнодорожными путями и мобильными электростанциями, могучей техникой и даже собственным флотом. Почти все материалы требовалось завозить на стройплощадку в огромных количествах: цемент, щебень, арматуру, листовую сталь и многое другое. Даже песок, необходимый для гидротехнического бетона, добывался на Амуре, за несколько сот километров от Владивостока.

И работа по сооружению моста закипела. Прямо на производственной площадке строителям Русского моста (первыми в стране!) пришлось катать трубы диаметром более двух метров, самые большие в России. На п-ове Назимова и о. Русском оперативно запустили целых четыре современных бетонных завода.

На строительстве моста было задействовано более 300 единиц самой современной спецтехники. Таких мощных буровых установок, бетоноукладочных комплексов нового поколения, огромных кранов большой грузоподъемности еще не видели на Дальнем Востоке. Буровые, бетонные, монтажные работы велись одновременно на всех 33 опорах мостового перехода в круглосуточном режиме. Огромная стройка действовала слаженно и четко, как часовой механизм.

## ТО, ЧТО СКРЫТО ПОД ЗЕМЛЕЙ

Пилоны самого большого в мире вантового моста не только вздымаются ввысь на рекордную высоту, но и уходят глубоко под землю. Фундамент каждого из пилонов опирается на 120 буронабивных свай, связанных арматурными каркасами. Устроить его в скальных грунтах Босфора Восточного оказалось очень непростой задачей.

Сложность состояла в том, что между материком и островом проходят геологические разломы. Они имеют не только горизонтальное, но и вертикальное смещение, вплоть до поворота на 180 градусов осадочных слоев, — отмечает Геннадий Шкуропатов, бывший главный инженер Владивостокского филиала «УСК МОСТ».

Геологическое строение грунтов на дне пролива представляет собой слоеный пирог, состоящий преимущественно из прессованных песчаников и алевролитов разного вида. Такие грунты по прочности в пять раз превосходят твердый бетон, при этом еще и чере-



дуются с трещиноватыми полускальными породами, а грунтовые отложения буквально утыканы валунами и крупными обломками скал.

Буровые работы в морских глубинах потребовали неординарных решений, и российские инженеры их нашли — впервые в мостостроении на объекте была применена технология бетонирования с паромов в морской акватории.

Каждый буронабивной столб, который здесь отработывался под пилоны, имел индивидуальную отметку опирания, максимальное значение которой составило 77 (!) м. Площадь фундамента, расположенного на буронабивных сваях, — 3200 м<sup>2</sup>, высота — 14 м. На устройство сложного арматурного каркаса ушло около 3000 т арматуры, а для сооружения только одного ростверка потребовалось более 20 тыс. м<sup>3</sup> высококачественного бетона.

Общая длина скважин, пробуренных при строительстве мостового перехода, составила более 17 тыс. пог. м. В фундаменты из 818 буронабивных свай было уложено около 55 тыс. м<sup>3</sup> высококачественного бетона, а в ростверки всех 33 опор — еще около 65 тыс. м<sup>3</sup>. Для сооружения ростверка была разработана рецептура специального высокопрочного самоуплотняющегося бетона и бетонирование каждой захватки продолжалось без перерыва 4,5 суток!

Сегодня, глядя на это грандиозное сооружение, переброшенное через пролив, трудно представить, что добрая его половина скрыта под землей.



## НАБИРАЯ ВЫСОТУ

Ванты, развернутые над проливом Босфор Восточный гигантским триколором, символично окрашены в цвета национального флага России. С каждой стороны пролива смонтировано по 14 пар вант красного, синего и белого цвета — всего 168 вант общей длиной около 55 км. Суммарная протяженность стрендов, заправленных в оболочки вант — почти 3000 км. А если вытянуть вдоль поверхности Земли сверхпрочную проволоку, из которой они сделаны, то она протянется от Южного до Северного полюса.

С помощью специальных домкратов в зависимости от номера стренда менялось и усилие его натяжения, при этом учитывались те, которые уже были переданы на ранее натянутые стренды. Этот процесс был полностью компьютеризирован, — рассказывает Геннадий Шкурпатов. — Новейшая система гашения колебаний обеспечивает дополнительную надежность мосту. Помимо внутренних, на самых длинных вантах установлены и внешние гидравлические ма-

ятниковые демпферы. За весь период эксплуатации вплоть до сегодняшнего дня ни одного факта возбуждения вант не наблюдалось.

Сооружение пилонов, монтаж вантовой системы и создание металлического пролетного строения приходилось вести параллельно. Для обеспечения высокоточного строительства и исключения любых нестыковок в обязательном порядке использовались спутниковые системы ГЛОНАСС и GPS.

Для возведения пилонов инженеры разработали специальную самоподъемную опалубку. Семь рабочих уровней общей высотой 19 м позволили одновременно проводить операции по подготовке рабочего шва, армированию, бетонированию, уходу за бетоном и отделке на четырех захватках размерами 4,5 м каждая. Специально изготовленные в Корею краны-великаны росли вместе с пилонами, возвышаясь над стойками главных опор. Чтобы развить преимущество в гонке со временем, строители применили новый высокопрочный бетон, который набирает расчетную прочность почти в 3 раза быстрее других смесей. Подъем с воды 300-тонных панелей на высоту 70 м в морских условиях также выполнялся впервые в практике российского мостостроения.

Для самого большого в мире пролета был разработан специальный технологический регламент по сварке — гораздо более жесткий, чем для других мостовых сооружений. Одних только стыковых швов первой категории тут выполнено более 40 км! А если учесть, что строители применяли многопроходную сварку, то в сумме длина этих швов составит более 250 км.

Все эти километры были тщательно подвергнуты контролю, каждый миллиметр проверялся методом ультразвуковой дефектоскопии, — подчеркивает заместитель директора НИЦ «Мосты» ЦНИИС Виктор Гребенчук.

Благодаря этому металлическая балка жесткости обладает такой высокой прочностью и гибкостью, что Русский мост выдержит любые перепады температур, ураганы и землетрясения магнитудой до 9 баллов. Конструкция моста получилась, как живая, так как балка жесткости — «плавающая», она не закреплена на опорах, а висит на вантах, словно на качелях, поясняет генеральный директор СК «МОСТ» Владимир Почтов.



## СТЫКОВКА НАД ПРОЛИВОМ

Команду начинать завершающую операцию по стыковке моста на о.Русский дал по прямой видеосвязи Президент России Владимир Путин. В ночь с 11 на 12 апреля к месту монтажа отправилась замковая панель с гордой надписью «Россия».

Стыковку было решено проводить ночью, так как в это время суток из-за отсутствия солнечного излучения температурное влияние на поведение гигантских крыльев пролета минимально. Операцию расписывали по минутам и просчитывали до миллиметров. Точность наводки полукилометровых пролетов обеспечивалась с помощью спутниковых систем. Чтобы сбалансировать крылья пролетов, для подъема одной из панелей задействовали два монтажных агрегата.

Для обеспечения ювелирной точности стыковки на 70-метровой высоте российские инженеры провели еще одну уникальную операцию.

— Были созданы гидравлические системы, которые позволили на момент замыкания развести обе части, подать замыкающий блок и затем вновь свести пролеты на расчетное расстояние с точностью до 2 мм, — комментирует Геннадий Шкуропатов.

— То, что было рассчитано инженерами в кабинетах, нам нужно было воплотить в жизнь, и мы с достаточной точностью выполнили эту операцию, — добавляет Алексей Баранов.

Почти 4 года ушло на то, чтобы апрельской ночью пролет замкнулся, и строители пожали друг другу руки над проливом Босфор Восточный.

## СДЕЛАНО С УМОМ

Русский мост не зря называют высокоинтеллектуальным. Впервые в российской практике мостостроения была не только разработана научно-обоснованная документация по содержанию мостового сооружения, но и в составе объекта построены специальные помещения, сети и коммуникации, рассчитанные на весь период его эксплуатации. Русский мост оборудован системами мониторинга, автоматизированными системами защиты и управления дорожным движением, системами освещения и архитектурно-художественной подсветки и т.д.

Комплексная автоматизированная система мониторинга включает 585 высокоточных приборов и



датчиков, установленных на всех конструкциях моста, 25 узлов сетей передачи данных и более 10 км волоконно-оптических линий связи. Она, подобно нервной системе человека, чутко реагирует на любые изменения в поведении мостового организма. Информация непрерывным потоком поступает в центр управления мониторингом — «мозговой центр» великана. Мост также оснащен целым комплексом метеостанций, расположенных на разных уровнях, в том числе и на самых высоких отметках пилонов.

На экранах центра в режиме реального времени отслеживаются все необходимые для обеспечения безопасности движения параметры: видимость на трассе, сила и направление ветра, температура воздуха и дорожного полотна, коэффициент сцепления колес с дорожным полотном, толщина водяной пленки или снежно-ледяных отложений, плотность автомобильного потока и многое другое. На основе полученных



данных, в частности, задается безопасный скоростной режим проезда по мосту.

Кстати, Русский мост не только «умный», но и экологически чистый объект. На обоих его берегах возведены очистные сооружения. Две установки производительностью по 50 м<sup>3</sup>/ч функционируют на п-ове Назимова, третья — на о. Русском. Этих мощностей хватает, чтобы справиться с мощнейшими тайфунами, которыми славится Приморье.

Даже асфальт на мосту уложен особый: для покрытия была разработана специальная рецептура, учитывающая климатические и погодные условия Приморья, и за 5 лет асфальт ни разу «не подвел».

— За период эксплуатации полностью подтвердилась правильность проектных, технологических и инженерных решений, принятых при сооружении Русского моста, — комментирует Геннадий Шкуропатов — Ни одного случая превышения или даже приближения к критическим значениям показателей состояния конструкций зарегистрировано системой мониторинга не было. Надежность конструкции, заложенная в проекте, обеспечивает работоспособность Русского моста при надлежащем содержании на протяжении 80–100 лет.

## ПЕРЕХОД В БУДУЩЕЕ

Сегодня десятки тысяч автомобилей ежедневно пересекают пролив Босфор Восточный по Русскому мосту. Вантовый гигант стал важнейшим звеном в транспортной инфраструктуре столицы Приморья и одной из главных достопримечательностей Владивостока.

Впрочем, не только Владивостока. Самый большой в мире вантовый мост вошел в первую десятку рейтинга самых интересных туристических мест России, составленного крупнейшим международным интернет-сервисом для путешественников TripAdvisor.com. Среди уникальных памятников архитектуры и шедевров зодчества — таких, как Храм Спаса-на-Крови и Исаакиевский собор в Санкт-Петербурге, Собор Василия Блаженного в Москве, Большой дворец в Петергофе, и других — Русский мост является единственным современным инженерным сооружением в топ-10 главных достопримечательностей страны.

После проведения саммита АТЭС-2012 о. Русский стал крупной международной площадкой в АТР. В частности, теперь здесь ежегодно проводится одно из статусных «президентских» мероприятий — Восточный экономический форум.

Недавно правительство утвердило концепцию развития о. Русский. По словам главы Минвостокразвития Александра Галушки, о. Русский станет центром притяжения высокотехнологичных проектов и компаний на Дальний Восток. С этой целью на острове будет создана территория опережающего развития (ТОР). В целях поддержки инвесторов, реализующих проекты в рамках ТОР, на ближайшие 2 года из федерального бюджета выделено 3,8 млрд. рублей на инфраструктурное развитие о. Русского. А ведь в том, что из забытого Богом места он в скором времени превратится в чудо-остров, есть немалая заслуга и строителей Русского моста. ■



Н. В. РОГОВ,  
к. т. н., руководитель строительства, инженер-мостостроитель,  
Почетный дорожник России, Почетный строитель России

## МОСТ НА ОСТРОВ РУССКИЙ: ТО, ЧТО ОСТАЛОСЬ ЗА КАДРОМ

*Пять лет назад открылось движение по уникальному вантовому мосту на о. Русский через пролив Босфор Восточный в г. Владивостоке. Его сооружение стало примером реализации одного из сложнейших инженерных проектов российских мостостроителей с участием иностранных компаний.*

*Строительные работы выполнялись с сентября 2008 по июль 2012 года, продолжительность составила 47 месяцев, работы по соединению центрального пролета были выполнены 12 апреля 2012 года.*

В ходе строительства впервые в российском мостостроении было внедрено много новых технических и технологических решений, в том числе, самая большая в мире конструкция вантовой системы, для пилонов применены высокомарочные бетоны с показателями В60 (а фактически — В70–75) и литые самоуплотняющиеся бетоны для фундаментов, разработана и применена технология доставки и монтажа пролетных строений крупногабаритными блоками 24 × 25 м весом до 400 т с помощью плавсредств.

Применение прецизионных систем и высокоточных устройств, установка систем компьютерного контроля над напряженно деформированным состоянием отдельных элементов и конструкции в целом позволяет рассматривать этот мост, как своеобразный транспортный механизм для перемещения автотранспорта.

Строительство моста началось осенью 2008 года как обычно, с подготовительных работ: сооружения подъездных дорог, технологических площадок, производственных баз. Особое значение придавалось устройству вахтовых поселков, поскольку создание комфортных социально-бытовых условий при организации строи-







тельства является одним из приоритетов генерального подрядчика — Группы компаний «МОСТ».

В вахтовых поселках площадью в 25 тыс. м<sup>2</sup> размещалось до 3500 работников. Здесь на ряду с комфортабельными общежитиями, столовыми, банно-прачечными комплексами, спортивными сооружениями и площадками, в 2009 году были построены и введены в эксплуатацию очистные сооружения хозяйственных сточных вод с полным циклом очистки. Эта водоочистная система была одной из первых не только на самой стройплощадке, но и в городе.

Основными особенностями исполнения государственного контракта от 11.09.2008 №59 на строительство мостового перехода на о. Русский помимо технических и инженерных сложностей являлись сжатые сроки его строительства, назначенные с учетом даты проведения саммита АТЭС 2012 года. Директивная продолжительность строительства мостового перехода изначально была сокращена на 27% от предусмотренной строительными нормативами.

В целях обеспечения сдачи объекта в эксплуатацию в планируемые сроки потребовалось уточнение технических решений проекта, утвержденного в 2008 году. В этой связи государственный заказчик — ДСД «Владивосток», принял решение о проведении корректировки уже реализуемого проекта, готовность которого на тот момент составляла 20%. В 2009 году после повторной экспертизы проект был утвержден с новыми объемами и уточненными техническими показателями.

Следует обозначить несколько моментов, не нашедших решения на стадии строительства вантового моста, что негативно повлияло на производственный процесс.

Для выполнения задачи в директивные сроки с целью минимизации рисков потребовалась мобилизация

дополнительных технических и трудовых ресурсов, размещение их в пределах строительных площадок, изначально подготовленных в составе ПОС для нормативных сроков производства работ. Использование механизмов и рабочих площадок в данных условиях классифицировалось по МДС81-35.2004 как производство работ в стесненных условиях (ограниченные условия складирования материалов и крупногабаритных конструкций; ограничения по приближению рабочих зон грузоподъемных механизмов и их перемещение по площадке; не нормируемые простои техники при работе в ограниченных условиях).

В целях обеспечения бесперебойного выполнения работ в установленные сроки была проведена детализированная оценка технологических рисков, разработаны мероприятия по снижению их влияния на сроки работ. С этой целью были внедрены дублирующие схемы обеспечения строительства: специальные устройства для монолитного бетонирования на высоких монтажных отметках, самоподъемные комплексы для возведения высотных конструкций, грузоподъемные механизмы, плавсистемы и устройства индивидуального проектирования и изготовления. Система поддерживалась строительством четырех бетонных заводов в пределах разобнесенных площадок на п-ове Назимова и о. Русском, где наряду с заводом большой производительности устанавливался резервный бетонный комплекс меньшей производительности. Также был создан резерв буровых и крановых установок, средств транспортировки и подачи бетона для возможности оперативной замены оборудования, отработавшего регламентный ресурс. Нормирование данных затрат не предусматривалось сметно-нормативной базой при определении стоимости строительства.

При реализации проекта строительные организации столкнулись и с проблемой отсутствия сметного нормирования по оценке затрат применительно к вантовым мостам подобного класса и условиям строительства. Необходимо отметить, что сметно-нормативная база не содержит расценок на определение сметной стоимости работ, выполняемых на высоте более 100 м. По этой причине не могли быть объективно оценены затраты на сооружение пилонов и монтаж вантовой системы.

Применение в вантовой системе прецизионных механизмов и устройств индивидуального проектирования мелкосерийного изготовления (опорных частей с гарантийным сроком службы 100 лет, демпфирующих

самонастраивающихся устройств и механизмов антисейсмического демпфирования пролетного строения, систем мониторинга над состоянием конструкций) оценивалось по стандартным аналогам, без учета специфики надежности и долговечности, выражающейся в дополнительной стоимости.

Действующие строительные нормативы учитывали природные факторы, влияющие на строительные процессы до высоты 25 м над поверхностью земли. Фактически же работы велись на высотах, значительно превышающих учтенные в нормах, что вызывало простои техники и остановку работ по метеоусловиям. В условиях пролива Босфор Восточный ветер в пределах центрального пролета имел различную скорость и направление, в отдельных случаях различие составляло двух-трехкратное значение, включая значительное изменение ветровых характеристик по высоте, что подтверждалось отчетами Государственной службы гидрометеорологии.

Информация о штормовых условиях использовалась для повышения устойчивости объекта строительства к ветровым нагрузкам и воздействию осадков, выполнению демобилизационных мероприятий по закреплению конструкций, сооружений, машин, механизмов, кранового оборудования и выводу персонала в безопасные места дислокации, ограничение или закрытие движение для категорий технологического морского транспорта и плавсредств. По окончании штормовых условий проводились работы по приведению строительного комплекса в рабочее состояние. Расчетное время, необходимое на проведение указанных мероприятий, составляет от четырех до шести часов. Согласно метеоданным, за период строительства с 8 сентября 2008 года по 1 апреля 2012 года штормовая обстановка характеризовалась следующими условиями: скорость ветра от 10 м/с до 28 м/с, видимость до одного километра, высота волны до 2 м. За указанный период было получено 320 штормовых предупреждений продолжительностью 4340 ч. С учетом мобилизации и демобилизации время простоя составило 5940 часов или 247 календарных суток. К тому же влажность воздуха, как исходный фактор для определения требований к электрооборудованию, компьютерным линиям, приборам и системам связи, оцененная в проекте по усредненным параметрам, фактически оказалась значительно выше, и при рабочем проектировании потребовалось вносить значительные изменения в состав документации.



Вышеуказанные обстоятельства, связанные с погодными условиями, существенно повлияли на сроки проведения работ по строительству объекта и привели к дополнительным, не предусмотренным проектом затратам.

С учетом высокой сложности строительства и громадной ответственности на заключительной стадии монтажа центрального пролета для установки замыкающего блока была разработана отдельная методика и технология подготовки и монтажа конструкций. Согласно принятой технологии, после недельного геодезического мониторинга положения торцевых сечений консолей вантовой системы была назначена длина конструкции, состоящая из замыкающего блока и двух смежных блоков. Конструкция монтировалась на стапеле с точной подгонкой всех узлов и соединений, в дальнейшем смежные блоки пристыковались к уже установленным конструкциям. Замыкающая стадия работ была успешно выполнена 12 апреля 2012 года. После успешных испытаний движение по мосту было открыто накануне проведения саммита АТЭС-2012. ■



Рис. 1. Общий вид моста на о. Русский



Рис. 2. Общий вид моста в процессе монтажа балки жесткости

А. А. СЕРГЕЕВ,  
к.т.н., генеральный директор ЗАО «НИЦ «Мосты», Москва  
Э. А. БАЛЮЧИК,  
к.т.н., главный инженер ЗАО «НИЦ «Мосты», Москва  
Е. А. КАЗЕННОВ,  
к.т.н., технический директор ЗАО «НИЦ «Мосты», Москва

## СОТРУДНИЧЕСТВО ПРОЕКТИРОВЩИКОВ, СТРОИТЕЛЕЙ И НАУКИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РУССКОГО МОСТА

Большая часть территории России расположена в северных районах земного шара, для которых характерны сложные климатические условия, продолжительные и суровые зимы (длящиеся в отдельных районах более полугода, с понижением температуры окружающего воздуха до минус 60 градусов), наличие вечной мерзлоты. Кроме того, на значительной части территории нашей страны отсутствуют дороги с твердым покрытием. Перечисленные факторы определяют экстремальные особенности условий строительства и эксплуатации мостовых сооружений. Учитывая это, наука мостостроения занимает главенствующие позиции.



г. Москва, Чермянский проезд, д. 7, офис 3512  
Тел. +7 (499) 476-79-72  
nic-mosty@mail.ru  
www.nic-mosty.ru

До 1991 года, согласно распоряжению Госстроя СССР, Центральный научно-исследовательский институт транспортного строительства (ЦНИИС) выполнял функции головного научно-исследовательского института страны. За время существования института его сотрудниками были построены и приняты в эксплуатацию практически все мосты БАМа, проведен огромный объем работ по обследованию, испытаниям и научному сопровождению строительства нескольких тысяч мостовых сооружений на всей территории бывшего СССР и в других странах. Параллельно с решением научно-практических задач институт занимался созданием и совершенствованием нормативной базы транспортного строительства СССР.

После распада Союза ССР, ЦНИИС утратил роль головного научно-исследовательского института страны. Возникшие экономические проблемы в России сильно ударили по научным подразделениям. Настала повсеместная экономия средств как на стадиях проектирования, так и во время строительства. В результате к науке стали все чаще обращаться только для решения задач, возникающих при аварийных и



всевозможных внештатных ситуациях. Причем такая тенденция сохраняется и по сей день.

Несмотря на все эти проблемы, удалось сохранить научный потенциал, накопленный в стенах ЦНИИС, путем создания НИЦ «Мосты», специалисты которого приняли участие в реализации многих проектов мостовых сооружений.

И в преддверии пятилетней годовщины с момента пуска в эксплуатацию уникального моста через пролив Босфор Восточный на о. Русский хочется вспомнить огромную плодотворную совместную работу научных работников, проектировщиков и строителей, результаты которой позволили воплотить в жизнь этот грандиозный проект (рис. 1 и 2).

Мост через пролив Босфор Восточный представляет собой уникальную конструкцию как по размерам (высота пилона — 324 м, высота опор — до 65 м, длина руслового пролета — 1104 м), так и в части применения при строительстве новых материалов и технологий, разработанных с использованием передового отечественного и зарубежного опыта.

Неудивительно, что в процессе проектирования и строительства подобного сооружения возникло множество различных вопросов, для решения которых потребовалось привлечение науки. В данном случае было решено опереться на научный потенциал и архив знаний, накопленный сотрудниками НИЦ «Мосты», и отраженный во всех действующих нормативных документах по мостам.

Нашими сотрудниками специально для моста на о. Русский были разработаны технологические регламенты, внедряющие абсолютно новые технологии, которые с одной стороны дополняли действующие СП и СНиП, а с другой стороны, являлись частью ППР. В отдельных случаях исследования приходилось проводить непосредственно на стройплощадке.

Технологические регламенты потребовалось разработать на строительство следующих конструкций моста:

- фундаменты (бурабавные столбы большой длины и ростверки сложной конфигурации, впервые используемые самоуплотняющиеся бетонные смеси);
- опоры (конструирование, армирование, новые несварные стыки, технология бетонирования с теплофизическими расчетами температурных состояний при наборе бетоном прочности и остывании);
- пилоны (бетонирование с теплофизическими расчетами, компоновка армокаркасов, стыкование



Рис. 3. Общий вид экспериментального ростверка временной опоры 8, сооруженного из самоуплотняющейся бетонной смеси

секций, регулирование процесса охлаждения бетона, преднапряжение элементов);

- железобетонная плита неразрезных сталежелезобетонных пролетных строений (регулирование процессов укладки бетона и режимы выдерживания);

- неразрезные преднапряженные железобетонные пролетные строения коробчатого сечения вантовой части моста (новая конструкция каналов, технология преднапряжения, инъектирование каналов, в том числе впервые в практике мостостроения — в зимний период, регулирование напряженного состояния процессов бетонирования) и др.

## ФУНДАМЕНТЫ

Оригинальность принятой конструкции фундаментов пилонов моста заключалась в большой длине буровых столбов (около 76 м) диаметром 2,2 м, которые потребовали принятия новых решений при изготовлении и установке пространственных арматурных каркасов и их стыковке, а также при назначении технологических операций, обеспечивающих сплошность и однородность бетона по всей длине.

Особо необходимо выделить большой объем бетона (около 20000 м<sup>3</sup>) и сложную конфигурацию ростверков под пилонами. Теплофизическими расчетами по специальным программам был определен наиболее рациональный вариант создания трещиностойкой конструкции.

Впервые в отечественной мостовой практике при бетонировании были использованы самоуплотняющиеся бетонные смеси (СУБ). При этом экспериментально были разработаны технологические приемы приготовления и подачи бетона на опытном образце — ростверке временной опоры В08 на о. Русском объемом 1200 м<sup>3</sup> (рис. 3).



Рис. 4. Бетонитные трубы «флейты»

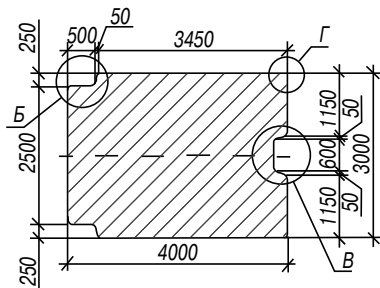


Рис. 5. Сечение стойки опоры эстакадной части на начальной стадии проектирования (сплошное)

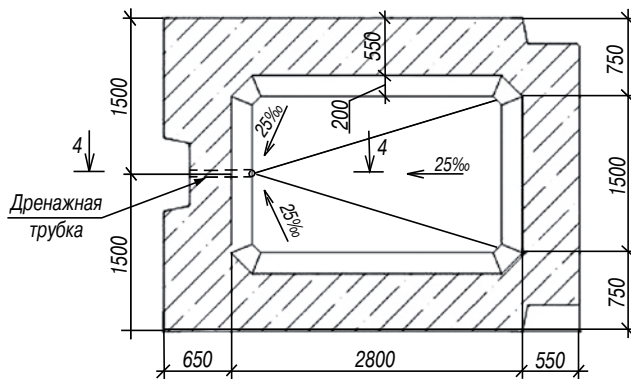


Рис. 6. Сечение стойки опоры эстакадной части измененное (пустотелое)

После чего за один прием без перерывов было выполнено бетонирование самоуплотняющимися бетонными смесями ростверка пилона М7. Бетонирование осуществлялось через специальные бетонитные трубы (флейты), чтобы избежать расслоения бетонной смеси (рис. 4).

Ростверк пилон М6 бетонировался пятью захватками из обычного тяжелого бетона.

## ОПОРЫ МОСТА

Из-за большой высоты опор (до 65 м) было принято предложение Э.А. Балючика — все опоры строить пустотелыми, с внутренними поперечными диафрагмами. Это, с одной стороны, ускорило темпы строительства за счет уменьшения объема бетона, а с другой стороны, существенно усложнило и увеличило объемы теплофизических расчетов (рис. 5 и 6).

Изначально узким местом при возведении таких высоких опор были арматурные работы, занимающие до 70% времени. Поэтому по предложению наших



Рис. 7. Арматурный каркас ростверка опоры эстакады на полуострове Назимова

сотрудников арматурный каркас каждой захватки членился на отдельные пространственные блоки, собираемые в цехе, которые затем, после подачи на высоту, объединялись в единую конструкцию, что значительно ускорило строительство опор.

Другим «камнем преткновения» оказалась необходимость стыкования большого количества арматурных стержней между захватками. Рекомендуемые нормами сварные стыки были неприемлемы из-за их большого количества, сложных условий работы и трудностей в достижении гарантированной прочности при массовом стыковании. Кроме того, применение сварных стыков существенно увеличивало сроки строительства. Поэтому с учетом условий эксплуатации и особенностей отечественной арматуры были адаптированы зарубежные несварные соединения фирм Lenton и VJM (рис. 8, 9 и 10).

Темпы возведения опор, как известно, во многом определяются оборачиваемостью опалубки, которая в



Рис. 8. Арматурный стык фирмы VJM



Рис. 9. Арматурный стык фирмы Lenton



Рис. 10. Стыки фирмы Lenton в арматурном каркасе опоры



Рис. 11. Общий вид опоры М5 (высота 65 м)

свою очередь, зависит от времени, требуемого на бетонирование и выдерживание бетона для набора прочности. В зимний период работы всегда усложняются и затягиваются. Поэтому, основываясь на многовариантных расчетах теплофизического состояния бетона опор в разных сечениях и в разные периоды технологического процесса, были установлены оптимальные температурные режимы, что позволило почти вдвое увеличить темпы оборачиваемости опалубки. При этом благодаря неукоснительному исполнению требований специально разработанных технологических регламентов удалось избежать образования температурно-усадочных трещин в конструкциях опор. На рис. 11 показана опора М5 в процессе строительства.

## ПИЛОНЫ

Огромные размеры пилонов моста — их высота 324 м от уровня земли — привели к необходимости разработать специальные технические регламенты на различные участки пилонов (рис. 12). Пилоны строились с использованием высокопрочного бетона (класс по прочности на сжатие В60), с элементами из преднапряженного железобетона и потребовали устройства большого количества металлических узлов по высоте для крепления вант.

Положительное решение задач позволило увеличить темпы возведения пилонов вдвое: вместо планируемых 0,5 м/сутки до 1,0 м/сутки по высоте, при неизменном сохранении высокого качества конструкции. Этого удалось достичь за счет подбора оптимального температурного режима выдерживания и ухода за бетоном с применением съемной тепловой изоляции.

Здесь также успешно было применено армирование секциями готовых арматурных каркасов, использование в огромном количестве несварных стыков стержней. Освоение производства несварных стыков стержней больших диаметров в каждой захватке по ходу строительства обеспечило качество работ и на-



Рис. 12. Пилон М7 моста в процессе строительства



дежность конструкции. Это особенно важно, так как все работы велись на высоте в сложных погодных условиях.

### ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ ПЛИТА НЕРАЗРЕЗНЫХ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ

Как показывает практика, железобетонная плита проезжей части неразрезных сталежелезобетонных пролетных строений мостов наиболее уязвима с позиций трещинообразования. Для того чтобы избежать появления трещин в плите, необходимо было решить целый комплекс вопросов, связанных с армированием, стыковкой стержней, последовательностью укладки бетона в разных частях по длине пролетного строения и уходом за ним при твердении. Особые условия для строителей создавала и необходимость производства работ в зимний период.

Все перечисленные проблемы нашли отражение в Технологическом регламенте, разработанном нашими сотрудниками. Выполнение работ в строгом соот-

ветствии с его требованиями позволило изготовить плиту проезжей части без дефектов.

### ПРЕДНАПРЯЖЕННЫЕ НЕРАЗРЕЗНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПРОЛЕТНЫЕ СТРОЕНИЯ КОРОБЧАТОГО СЕЧЕНИЯ ВАНТОВОЙ ЧАСТИ МОСТА

Самый сложный Технологический регламент, который пришлось разработать, это регламент на сооружение железобетонной части балки жесткости моста (рис. 13).

На данном объекте впервые в отечественной практике мостостроения при сооружении преднапряженных железобетонных пролетных строений были применены пластиковые каналообразователи, что позволило при сокращении трудозатрат ускорить темпы работ и улучшить качество герметизации.

Исключительно важно было правильно определить и назначить последовательность бетонирования разных участков по длине пролета и элементов поперечного сечения пролетного строения (стенок, верхней и нижней плит, диафрагм) в каждой захватке

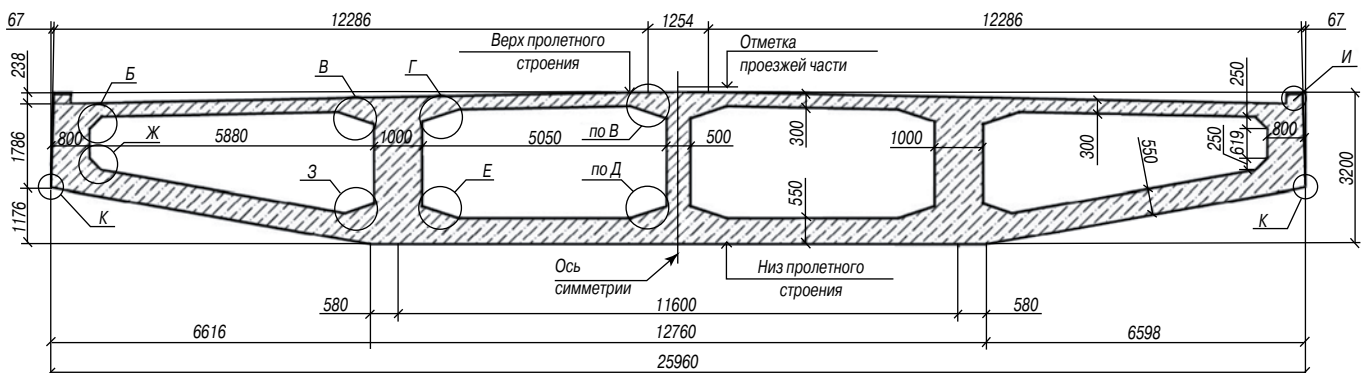


Рис. 13. Сечение железобетонной балки жесткости

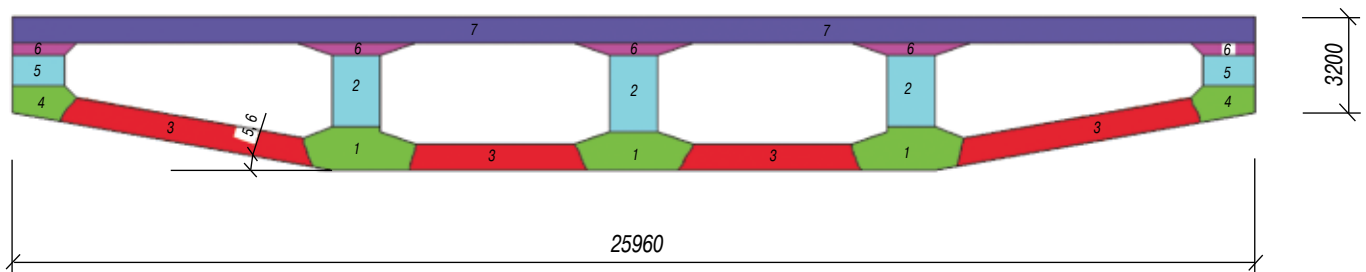


Рис. 14. Схема укладки бетонной смеси в балку жесткости

(рис. 14). Различная геометрия элементов по поперечному сечению вызывала разброс в скорости изменения температур при наборе бетоном прочности, что, в свою очередь, осложняло объемное напряженное состояние конструкции в целом. Необходимо было технологическими приемами регулировать изменения температур в бетоне, не давая возможности для появления больших растягивающих напряжений, которые могли бы привести к возникновению трещин. Работы осложнялись еще и тем, что их необходимо было вести в разное время года (в том числе при морозах), при частых штормах, на большой высоте (более 60 м).

Теплофизические расчеты, которые выполнялись для определения распределения температурных полей в поперечных сечениях конструкций моста на разных этапах технологического процесса, позволили судить о характере температурных напряжений в бетонных элементах. Хочется отметить, что при про-

изводстве работ фактические температуры практически совпали с расчетными.

В общей сложности за все время сооружения моста нашими специалистами было разработано более сорока технологических регламентов.

В заключение можно констатировать, что работа, проделанная специалистами НИЦ «Мосты» в рамках научного сопровождения проектирования и строительства, в значительной мере способствовала успешному завершению возведения уникального моста на остров Русский в рекордно сжатые сроки. От всего сердца хотим поздравить с пятилетием ввода в эксплуатацию моста через пролив Босфор Восточный на о. Русский всех специалистов, силами которых было построено это красивейшее сооружение, и с которыми нам посчастливилось работать. Будем ждать новых интересных и неординарных проектов и надеяться на продолжение такого сотрудничества. ■

**100+**  
**FORUM**  
**RUSSIA**

**Международный форум  
высотного и уникального  
строительства**

**4-6 октября 2017**  
**МВЦ «Екатеринбург – ЭКСПО»**

**Оргкомитет форума: +7 982-608-06-79**

**WWW.FORUM-100.RU**

# ООО «ТРАНССТРОЙПРОЕКТ»: ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОСТОВ БУДУЩЕГО СЕГОДНЯ

Современное мостостроение можно символически сравнить с мостом из прошлого в будущее. Институт «ТРАНССТРОЙПРОЕКТ» известен именно тем, что, опираясь на фундаментальные законы транспортного проектирования, разрабатывает проекты будущего мостостроения. За 9 лет успешной работы специалисты института запроектировали более 150 мостовых сооружений с использованием металлических пролетных строений.



Открытие подъемно-переходных мостов в Порту Курык



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ООО «ТРАНССТРОЙПРОЕКТ»  
109456, Москва,  
Рязанский проспект, д. 75, к.4  
Тел.: +7(495) 543-42-56,  
tspmsk@mail.ru  
<http://tspmsk.ru>

Транспортное проектирование — самый сложный и ответственный вид деятельности, и осуществлять его с требуемым качеством по силам далеко не каждой проектной организации. Только компаниям, имеющим современное техническое оснащение, коллектив инженеров и проектировщиков, обладающих большим опытом и высоким уровнем компетенции, может сопутствовать успех.

— Важнейшей задачей, стоящей перед профессиональными проектировщиками, является оптимизация процесса реализации проекта на всех стадиях — от проектирования, изготовления конструкций и строительства, до эксплуатации, что в конечном итоге приводит к сокращению затрат на сооружение, — уверен генеральный директор ООО «ТРАНССТРОЙПРОЕКТ» Дмитрий Харламов.

Специалисты института направляют весь свой профессиональный опыт и потенциал на разработку уникального и современного транспортного сооружения, проект которого не только не усложнит его реализацию, но и обеспечит надежную эксплуатацию на долгие годы. Часто разработка проекта осуществляется раньше оговоренного срока.

ТРАНССТРОЙПРОЕКТ стал лауреатом конкурсов «Сила металла» на выставках «Металлоконструкции — 2016 и 2017» — за мосты в Казахстане; получил диплом и памятную медаль — за проект эстакады №1 в составе Северо-Западной хорды на Рябиновой улице в г. Москве.

## ДВА ПОДЪЕМНО-ПЕРЕХОДНЫХ МОСТА ДЛЯ ПАРОМНОГО КОМПЛЕКСА В ПОРТУ КУРЫК, КАЗАХСТАН

В 2015 году был дан старт строительству важного звена транспортно-логистической системы Транскаспийского международного коридора — паромного комплекса в порту Курык, Магнισταуской области Республики Казахстан. Паромная переправа из порта



Курык и железнодорожная линия Боржакты-Ерсай обеспечивают мультимодальную транспортировку генеральных и наливных грузов, что позволяет существенно увеличить транзитный грузопоток, повысить экспортный потенциал в западном направлении через Каспий.

В состав прибрежных сооружений паромного комплекса Курык входят: пирс на два причала длиной 170 м, два подъемно-переходных моста и причал портфлота 60 м. В проекте учтены основные элементы акватории: подходной канал, входной рейд, операционная акватория, разворотное место.

Загрузка паромов в порту осуществляется посредством подачи вагонов с сортировочной станции через подъемно-переходные мосты. Метод автоматизированного регулирования высоты выхода вагонов позволил данному механизму подстраиваться под осадку судна.

Строительство паромного комплекса завершилось 6 декабря 2016 года.

ТРАНССТРОЙПРОЕКТ разработал для этого объекта проектную документацию с применением инновационных решений, которая позволила сделать строительство подъемно-переходных мостов и стационарного моста к пирсу максимально технологичным и эффективным.

Перед институтом была поставлена непростая задача: за 4 месяца разработать проект двух подъемно-переходных мостов с механизмами их подъема и опускания.

Специалисты института предложили инновационное решение с использованием монтажных фрикционных соединений на высокопрочных болтах. Все контактные поверхности в заводском изготовлении покрыты грунтовкой марки ЦВЭС (расчетный коэффициент трения равен 0,58), что исключает их механическую подготовку при монтаже. Это позволило значительно сократить время при монтаже подъемно-переходных мостов.

Сокращению финансовых затрат также способствовало еще одно решение, найденное сотрудниками ТРАНССТРОЙПРОЕКТА — использовать механические винтовые автоматизированные домкраты в качестве механизмов для подъема пролетных строений. С помощью примененной автоматизированной системы процесс стыковки моста с морским паромом был максимально упрощен, влияние человеческого фактора сведено до минимума — значительная часть операций выполняется в автоматическом режиме.

Для обеспечения бесперебойной работы паромного комплекса при любых допустимых погодных условиях с применением 3D-моделирования и расчета мето-



Подъемно-переходные мосты, порт Курык (визуализация)



На строительстве подъемно-переходных мостов, порт Курык

дом конечных элементов были разработаны индивидуальные шарнирные опорные части. Такие опорные части допускают большие углы поворота. Была разработана система раскрепления пролетного строения, предотвращающая возникновение негативных усилий от воздействия природных и техногенных нагрузок в конструкции, а также деформационный шов для железнодорожного транспорта, обеспечивающий пропуск подвижного состава при любых рабочих углах наклона пролетного строения с минимальным ударными воздействиями на путь и пролетное строение.

Учитывая периодический характер работы пролетного строения, а также для удешевления стоимости строительства при проектировании была заложена сталь 09Г2С-12. Эта сталь обладает очень хорошими показателями как по условному пределу текучести, так и по значению ударной вязкости, которые являются одними из самых важных характеристик при выборе стали в мостостроении.

Если сравнить затраты на реализованный нами проект с предлагаемым ранее «классическим» решением, экономия получилась в два раза, а поставленная задача по срокам была выполнена.



Железнодорожная эстакада, г. Астана (визуализация)



Вид на строящуюся стрелочную улицу. Железнодорожная эстакада, г. Астана

## ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ЭСТАКАДА К НОВОМУ ВОКЗАЛУ В ГОРОДЕ АСТАНА

Другой значимый объект, которым особенно гордится компания, расположен в самом центре Евразийского континента — в городе Астане, важнейшем транспортном узле на Трансазиатской железнодорожной магистрали. В преддверии ЭКСПО-2017, в середине 2014 года возникла потребность в строительстве нового железнодорожного терминала. Запустить эстакаду требовалось до открытия ЭКСПО-2017, то есть в распоряжении строителей и проектировщиков было всего 2 года.

Эстакада предназначена для пропуска на вокзал пассажирских поездов. Институт запроектировал металлические пролетные строения подходной эстакады к новому железнодорожному вокзалу. Специалисты разработали проектную и рабочую документацию на металлические железнодорожные пролетные строения и представили заказчику различные варианты 3D-моделей объекта. Рабочий проект железнодорожной эстакады протяженностью 2,5 км, на которой расположены три железнодорожных пути, был создан институтом менее чем за 1 год. За такой короткий срок даже при максимальной унификации монтажных блоков, учитывая, что 2/3 эстакады расположено на кривых — это выдающийся показатель.

В качестве основных несущих конструкций пролетного строения была применена ранее не используемая в подобных сооружениях система главных балок коробчатого сечения с переменной высотой стенки и ортотропной плитой с балластным корытом. Общий вес конструкций составил порядка 27 тыс. т.

Во время разработки эскизного проекта эстакады, рассматривались варианты конструкции пролетных строений из предварительно напряженного железобетона и низколегированной стали для мостостроения. В результате сравнения явным лидером стала стальная конструкция пролетного строения, имеющая следующие преимущества:

- металл одинаково хорошо работает как на растяжение, так и на сжатие;

- отсутствие мокрых процессов, связанных с бетонированием, обеспечивает высокие темпы монтажа пролетного строения и эстакады в целом, а также ввод ее в эксплуатацию путем полной заводской готовности пролетных строений;

- независимость технологии строительства и ремонта от сезона и погодных условий;

- отсутствие затрат на опалубку стендов для предварительного напряжения железобетона, а также на устройство тепляков и обогрева;

- стабильность физико-механических свойств металлического пролетного строения на всем протяжении жизненного цикла сооружения гарантирует высокую надежность и долговечность конструкции;

- высокая сопротивляемость металлоконструкций циклическим и динамическим знакопеременным нагрузкам;

- низкий, по сравнению с железобетоном вес пролетного строения, что облегчает и удешевляет конструкцию опор и фундаментов сооружения.

Принимая во внимание эти факторы, именно металлические пролетные строения стали приоритетными при строительстве железнодорожных мостов.

На начальной стадии проектирования эстакады в рамках эскизного проекта были представлены различные варианты 3D-моделей эстакады. По результатам рассмотрения заказчиком было принято решение применить металлические коробчатые пролетные строения с переменной высотой стенки. Это решение принято, главным образом, принимая во внимание высокие темпы строительства, надежность и долговечность конструкции. И конечно, учитывая архитектуру сооружения, как наиболее удачно вписывающуюся в городскую застройку. Для обеспечения максимально комфортного проезда по эстакаде, езда была принята на щебеночном балласте.

В процессе работы над проектом возникли некоторые технические сложности. В связи с тем, что подходящая к эстакаде железная дорога была запроектирована ранее, необходимо было сохранить уже имеющийся уровень подошвы рельса, но в то же время оставить неизменными подмостовые габариты проходящих под эстакадой городских улиц.



Монтаж пролетного строения. Железнодорожная эстакада. г. Астана



Эстакада. Вид изнутри. Шумозащитные экраны

Еще одной особенностью при разработке конструкции стало сложное разветвление железной дороги непосредственно на эстакаде. Мостовое сооружение на всем своем протяжении состоит из трех параллельных ниток пролетных строений, за исключением участка перед вокзалом, так называемой стрелочной улицей. На ней располагаются стрелочные переводы для увеличения количества железнодорожных путей с трех до шести.

Пролетные строения эстакады — неразрезные, металлические, из низколегированной стали для мостостроения, что позволяет воспринимать высокие статические и динамические нагрузки от подвижного состава класса С-14. По длине в общей сложности они расчленены на 117 монтажных блоков, объединенных комбинированным болтосварным способом.

Эстакада в плане имеет два участка, расположенных на кривых, и уширение для стрелочных переводов у здания вокзала. В поперечном сечении эстакада состоит из трех пролетных строений, опирающихся на монолитные опоры. Высота пролетного строения на опоре 2,5 м, в пролете — 1,0 м, длина монтажных блоков — 11,0 м.

Система блоков главных балок позволяет в заводских условиях выпускать пролетные строения полной заводской готовности. 99% комбинированных соединений конструкции выполнено на болтах, такое решение позволило увеличить скорость сборки и снизить затраты на строительство. Все контактные поверхности во фрикционных соединениях покрываются в заводских условиях грунтовой ЦВЭС, обеспечивающей расчетный коэффициент трения по контактным поверхностям, при этом не требуется пескоструйная очистка контактов на монтаже.

## НОВЫЕ ПРОЕКТЫ И НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

— Я горжусь сделанной нашей командой работой за эти годы. В то же время, считаю, что нет предела совершенству. В текущем году ТРАНССТРОЙПРОЕКТ расширил географию своих объектов. Специалисты института начали проектирование разгрузочной эстакады для крупнейшего бокситового рудника «Диан-Диан» в африканской

Гвинее. Этот объект кардинально отличается от обычных транспортных сооружений своими конструктивными особенностями, — считает Дмитрий Харламов. — Но это нас не останавливает. На сегодняшний день мы имеем все необходимые инструменты и технические возможности для успешной реализации самых сложных проектов.

Использование металлических пролетных строений собственной разработки института, совместно с профессионально составленным проектом производства работ, а также автоматизация процесса проектирования обеспечивают высокую производительность труда инженеров-проектировщиков и соответствующее качество проектных решений, сводя до минимума риск появления ошибок.

Транспортные сооружения с металлическими пролетными строениями имеют огромный потенциал для развития, уверены в институте, — они технологичны и экономичны, причем и для заводов-изготовителей мостовых металлоконструкций, и для строительных, и для эксплуатирующих организаций. Технологии их монтажа не зависят от времени года. У металлических пролетных строений наилучшая способность к восприятию динамических знакопеременных временных нагрузок, а также сейсмических воздействий.

Учитывая эти факторы, следует сделать вывод: именно металлические пролетные строения обладают высоким перспективным потенциалом для применения в любых условиях строительства. Можно смело утверждать, что будущее мостостроения за ними.

— Требования к нашей отрасли все время меняются. Умение анализировать ситуацию и находить инновационные решения всегда являлись отличительной чертой наших специалистов, и мы по-прежнему будем стремиться к развитию. Мы любим свою работу и выполняем ее профессионально, — подводит итог Дмитрий Харламов. — Для этого у нас есть все: специалисты высокого класса, инженерный опыт, техническое оснащение, а главное — преданность своему делу. Приближается праздник — День строителя. Хочу поздравить с ним всех наших коллег и их близких, пожелать им здоровья, успехов в работе и реализации новых проектов. ■



# МЕГАПРОЕКТЫ ПО-ПЕТЕРБУРГСКИ: ОТ КЕРЧИ ДО ХАБАРОВСКА, НЕ МИНУЯ МОСКВЫ



*Если говорить о лидерах проектирования в современном российском мостостроении, то обойти вниманием петербургский Гипростроймост не только несправедливо, но и просто нелогично. Ведь, как известно всем специалистам-мостовикам, именно его детищем является наша стройка века — транспортный переход через Керченский пролив. Вместе с тем сегодняшняя жизнь и деятельность института шире рамок даже такого грандиозного проекта. Корреспондент журнала «ДОРОГИ. Инновации в строительстве» лично убедилась в этом, беседуя с директором по проектированию АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» Олегом Скориковом.*



Беседовала Людмила АЛЕКССЕВА

**— Олег Георгиевич, какие проекты в настоящее время разрабатывает ваш институт? Какие интересные проектные решения могли бы отметить?**

— Сейчас, конечно, основным нашим проектом является разработка рабочей документации по Керченскому мостовому переходу. Но, кроме того, есть ряд других интересных объектов, которые находятся в стадии реализации.

Прежде всего, хотелось бы отметить работу института по Центральной кольцевой автомобильной дороге в Москве. В настоящее время мы являемся генпроектировщиками по первому лоту ЦКАД и субпроектировщиками по третьему лоту. В рамках проектирования первого лота ЦКАД мы проектируем полный комплекс автомобильной дороги первой категории и искусственные сооружения на ней. По третьему лоту мы являемся проектировщиками всех искусственных сооружений. Первый лот — долгосрочное инвестиционное соглашение, третий — полноценная концессия. В обоих случаях это мегапроекты, причем достаточно интересные.

Кроме того, в активной фазе строительства находятся три объекта в Калининграде, которые необходимы для проведения Чемпионата мира по футболу в 2018 году: Восточная эстакада, Высокий мост в центре города и искусственные сооружения на Северном обходе. Это основные наши объекты в настоящий момент. Конечно, есть еще и перспективные проекты, но они находятся на начальной стадии и подробностями делиться рано.

**— А какие проектные решения на строящихся объектах вы назвали бы наиболее интересными?**

— Если говорить про проектирование Центральной кольцевой автомобильной дороги, то там есть два, можно сказать, знаковых для института объекта. В первом лоте присутствует сложнейшая трехуровневая развязка. На этом объекте очень важно оптимально сочетать все конструктивные и технологические решения, потому что строительство ведется без

остановки движения на действующей автомобильной дороге М-4 «Дон». Второе интересное сооружение, на третьем лоте, — это мостовой переход через канал им. Москвы. В данном случае нами была произведена оптимизация старых проектных решений. Вместо традиционного балочного неразрезного пролетного строения (с пролетами 94,6 + 126 + 153 + 126 + 94,6 м) мы предложили сквозную решетчатую ферму с ездой поверху (с пролетами 86,35 + 150 + 86,35 м). Кроме того, ферма имеет переменную высоту, порядка 15 м над опорой и 7 м в середине пролета. Это позволило существенно сократить расходы металла на квадратный метр пролетного строения. Такое вот интересное решение, позволившее сэкономить. Этот объект сейчас находится в стадии реализации, а корректировка проектной документации — на завершающей стадии в Главгосэкспертизе.

— Можно ли считать Крымский мост, генеральным проектировщиком которого является ваш институт, инновационным проектом? В чем его уникальность?

— Если говорить про Крымский мост, то инновационной можно назвать его идею, которая заключается как в конструкции мостового перехода вообще, так и в технологии его сооружения. Конструктивной особенностью является то, что это все-таки два моста, автодорожный и железнодорожный, не совмещенные полностью и идущие параллельно на расстоянии около 50 м. Непростые задачи, поставленные перед проектировщиками, усложнялись климатическими и инженерно-геологическими условиями, а также сжатыми сроками строительства. Была осуществлена оптимизация конструкций, включая решение по назначению центрального пролета. Наши конструктивные решения позволили вписаться в директивные сроки строительства, а также в стоимость строительства определенную на стадии ТЭО, которую выполнял институт ОАО «Гипротрансмост».

— В настоящее время в стране набирают обороты региональные ГЧП-проекты. Насколько институт заинтересован в их участии? Обладает ли Гипростроймост необходимыми компетенциями для разработки проектов ГЧП?

— Мы сейчас участвуем в одном из региональных ГЧП-проектов — строительство автомобильной дороги «Обход г. Хабаровска км 13 — км 42». Это полноцен-



Крымский мост



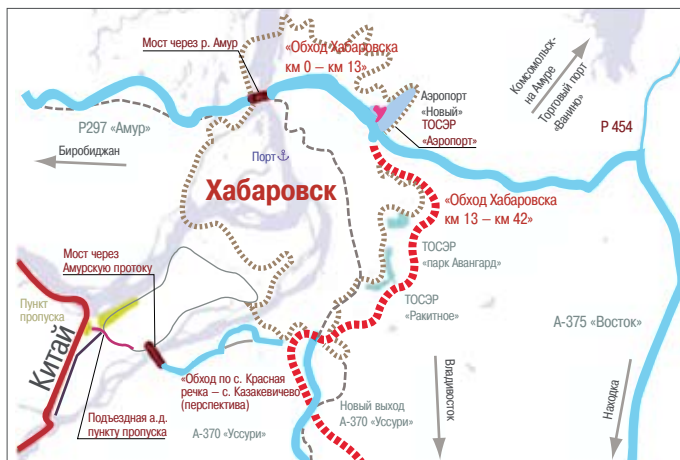
Мостовой переход через канал им. Москвы



Высокий мост в Калининграде



Эстакада «Восточная» с мостами через реки Старую и Новую Приголю в Калининграде



Обход Хабаровска

ная концессия, реализуемая Газпромбанком совместно с Группой строительных компаний «ВИС». Концессионное соглашение между Правительством Хабаровского края и ООО «Региональная концессионная компания» было заключено в конце прошлого года. Мы стали генпроектировщиком по разработке рабочей документации. Этот региональный объект будет построен за счет федеральных, региональных средств и средств концессионера, который в последующем будет эксплуатировать эту дорогу на платной основе. Реализация проекта только началась, а рассчитана она на 36 месяцев, то есть на три года. Мы выполняем полный комплекс работ по проектированию автомобильной дороги, транспортных развязок, искусственных сооружений, систем и пунктов взимания платы. И, конечно, на будущее мы заинтересованы в реализации подобных проектов в других субъектах Федерации. Сейчас не скажу, в каких именно, но работа в этом направлении нами ведется.

**— На ваш взгляд, какие тенденции наблюдаются в мостостроении в последние годы?**

— На мой взгляд, в отрасли наблюдается очень важная тенденция. В основном подрядные организации теперь хотят, чтобы был эффективный проектировщик. Что это значит? Стал востребован проектировщик, который мог бы запроектировать конструкции с минимальными расходами и с отточенной технологией сооружения, удобной для подрядчика. Соответственно, это подразумевает минимизацию затрат в целом. Тенденции «закапывания денег», как нам кажется, проходят. То есть на самом деле сейчас высока роль именно квалификации проектировщика и подрядчика, и в сочетании их квалифицированных подходов рождаются

эффективные объекты. Видимо, время «больших денег», которые можно тратить, не особо задумываясь, подошло к концу, поэтому сейчас нужны решения, позволяющие строить экономно и эффективно.

**— А какие направления в своей деятельности вы намерены развивать в будущем? Рассматриваете ли что-то новое на перспективу?**

— В принципе, наш институт не ограничивается только транспортным строительством. Я считаю, что нам интересны все сложные конструкции в совершенно разных областях. Скажем, в гидротехническом строительстве, промышленном и гражданском, жилищном. Это могут быть и спортивные или концертные комплексы — любые объекты, требующие сложных конструктивных и технологических решений.

Недавно наш институт принимал участие в проектировании завода СПГ на Ямале, который строит «Новатэк». Совместно с французской компанией VINCI CONSTRUCTION GRANDS PROJETS мы запроектировали резервуары для хранения сжиженного газа, которые представляют собой железобетонные бочки, имеющие огромные размеры — диаметр 80 м и высоту 60 м. Это уникальные конструкции, которые обладают системой термозащиты, выдерживают температуру сжиженного газа, которая составляет — 162°. Кроме того, данные конструкции запроектированы на фундаментах из металлических труб в условиях вечной мерзлоты.



СПГ на Ямале

Что касается гидротехнических сооружений, мы намерены продолжать сотрудничество с Новатэком при развитии проекта «Арктик СПГ-2». Но, конечно, главные перспективы продолжаем связывать с укреплением лидерских позиций в проектировании для отечественного мостостроения. ■





При регистрации до 15 июля  
скидка  
20%



## 2-ая международная конференция **ТОННЕЛЬ РОССИЯ 2017**

13 - 15 сентября 2017 г., Москва, Россия

Конференция ориентирована на полномасштабное освещение технологий тоннелирования и микротоннелирования, направленного бурения и комбинированных методов для строительства тоннелей и переходов под препятствиями транспортного, коммунального и нефтегазового назначения в России и СНГ.

### **УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИИ - ЭТО ВОЗМОЖНОСТЬ:**

- Встретиться с представителями руководящего эшелона городских администраций крупных городов России, организаций, отвечающих за водоснабжение и водоотведение, тепло- и газоснабжение, другие инженерные коммуникации
- Получить информацию из первых рук о планируемых проектах строительства
- Узнать о новых зарубежных технологиях и внедрить их в свою практику
- Представить Вашу компанию как надежного подрядчика и обсудить возможные варианты сотрудничества с потенциальными заказчиками
- Пообщаться с крупнейшими заказчиками и подрядчиками отрасли в неформальной обстановке на гала ужине

Организатор:



Оператор:



ООО «Конфиденс»  
Кулаков переулок, 9,  
г. Москва, 129626,  
Российская Федерация

Tel: +44 208 349 1999  
Tel: +7 495 909 9908  
[georgep@cccapital.co.uk](mailto:georgep@cccapital.co.uk)  
[a\\_kuznetsova@confidence.ru](mailto:a_kuznetsova@confidence.ru)

О. Г. СКОРИК,  
директор по проектированию  
АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург»

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРЫМСКОГО МОСТА

**Общеизвестно, что транспортный переход через Керченский пролив фактически состоит из двух параллельных мостов — автомобильного и железнодорожного. Но мало кто знает, почему было принято именно такое решение. Техническими подробностями при этом наиболее детально владеют специалисты АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург», генерального проектировщика Крымского моста.**

Прежде всего, хотелось бы напомнить, что совмещенный мостовой переход, соединяющий Таманский и Керченский полуострова, имеет длину около 19 км и является самым протяженным в Европе. По автомобильному мосту с дорогой категории 1Б предполагается пропускать за сутки порядка 30 тыс. единиц автотранспорта. По железнодорожному мосту с линией категории II — 36 пар пассажирских поездов и 15 пар грузовых, а также планируется организация пригородного сообщения Анапа — Керчь с 5–6 парами электричек в сутки.

Трасса мостового перехода начинается на Таманском полуострове, затем проходит через так называемое «озеро», потом по знаменитой Тузлинской косе, затем через «прогоу», по острову Тузла, затем, соответственно, через Керченский пролив, пересекая Керчь-Еникальский фарватер, и выходит на Керченский берег.

Переход через Керченский пролив представляет собой два параллельных моста с расстоянием между осями порядка 50 м на большой длине и на подходе к Керчи — 36 м. Автомобильная часть по большой длине моста перекрыта большими пролетными строениями с пролетами по 55 м и 63 м. Участки, проходящие над сушей (коса Тузла, остров Тузла) перекрыты

неразрезными сталежелезобетонными пролетными строениями 4 × 58 м, разделенными под каждое направление движения автотранспорта. Участок моста над «прогокой» перекрыт разрезными сталежелезобетонными пролетными строениями, разделенными под каждое направление движения с пролетами по 55 м. Участок моста, пересекающий, соответственно, морскую часть Керченского пролива, перекрыт неразрезными балочными цельнометаллическими пролетными строениями, разделенными под каждое направление движения, с пролетами 4 × 63 м. Участок, пересекающий Керчь-Еникальский канал, перекрыт арочными пролетным строением с гибкими вантовыми подвесками, с ездой понизу, с пролетом 227 м, что обеспечивает возможность устройства судходного габарита 185 м шириной и 35 м высотой.

Железнодорожная часть моста на всем протяжении, за исключением фарватерной части, перекрыта балочными разрезными цельнометаллическими пролетными строениями под два железнодорожных пути с ездой поверху на балласте, с пролетами 55 м над участками суши и с пролетами 63 м над морской



акваторией. Участок моста над Керчь–Еникальским каналом, как и у автодорожного моста, перекрыт арочными цельнометаллическими пролетными строениями с пролетом 227 м.

Фундаменты опор автодорожного и железнодорожного мостов свайные, объединенные железобетонными монолитными ростверками. Сваи представляют собой металлические забивные трубы с толщиной стенки 16–20 мм (для опор под арочными пролетными строениями). В верхней части трубы для объединения с монолитными железобетонными ростверками имеют железобетонные сердечники, имеющие длину от низа ростверка до отметки на 1 м ниже линии местного размыва у опоры.

Отдельно хотелось бы сказать несколько слов о работе, выполненной на стадии ТЭО проектной организацией ОАО «Институт Гипростроймост». В качестве

широко апробировано в практике отечественного мостостроения и обладает, на первый взгляд, целым рядом конструктивных преимуществ (минимальное количество опор).

В проектной документации, разработанной АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург», огромное внимание было уделено технико-экономическому сравнению вариантов мостового перехода. Кроме того сравнивались варианты и комбинированные (мост — насыпь), и тоннельные,

рекомендуемого был принят вариант совмещенного моста с двухъярусным расположением автодорожного и железнодорожного проездов (автомобильная дорога в верхнем уровне, железная дорога в нижнем уровне). Пролетное строение представляло собой разрезные и неразрезные цельнометаллические фермы с пролетами от 88 м и больше. Это решение

которые были явно неконкурентоспособными как по объемам, так и по срокам строительства.

В данной статье хотелось бы сделать акцент на конструктивно-технологических решениях и факторах, которые повлияли на назначение основных параметров мостового перехода и технологии его сооружения: все-таки два параллельных моста, построенных рядом, оказались конкурентоспособнее одного полностью совмещенного моста.

Прежде всего, необходимо рассказать об условиях строительства мостового перехода:

Во-первых, это условия морского пролива:

- 1) агрессивная морская среда класса С5М (требуются специальные решения по антикоррозийной защите);
- 2) сложные гидрометеорологические погодные условия:

- неблагоприятный период для строительства мостового перехода с октября по апрель — 7 месяцев в



году, сопровождающийся частыми порывистыми ветрами со скоростью более 15 м/сек, когда крановая техника не имеет возможности работать;

- частые штормы, которые не дают возможности проводить работы по строительству моста на плаву;

3) сложные ледовые условия: образование льда толщиной до 70 см и прочностью 3,5 МПа в зоне строительства моста и возможность ледохода (наиболее опасный фактор) в результате таяния льдов в Азовском море.

Во-вторых, это высокая сейсмичность площадки строительства 9 баллов и более.

В-третьих, это, конечно, сложные инженерно-геологические строения площадки строительства, которые можно сгруппировать в 4 основных ИГЭ (инженерно-геологических элемента):

- ИГЭ-1 «Голоценовые новочерноморские отложения» (пески водонасыщенные от мелких до гравелистых с ракушкой мощностью от 2 до 20 м);

- ИГЭ-2 «Морские древнечерноморские, ранне-среднеголоценовые отложения» (супеси, суглинки и глины текучие и текучепластичные мощностью до 50–55 м);

- ИГЭ-3 «Аллювиальные отложения верхнего плейстоцена» (пески мелкие и пылеватые, средней крупности мощностью до 25 м);

ИГЭ-4 «Отложения сарматского яруса верхнего миоцена» (глины твердые и полутвердые; рекомендованы в качестве свайных фундаментов, так как практически все другие грунты в силу своей разжижаемости при динамическом воздействии и низких

показателей прочности и деформационных характеристик не могут использоваться в качестве грунтов оснований).

Учет всех вышеперечисленных факторов и определил конструктивное решение и технологию строительства мостового перехода:

1. Результаты комплекса инженерно-геологических изысканий (только бурения скважин с отбором монолитов было выполнено более 60 км) серьезно повлияли на выбор принципиальной схемы мостового перехода. Большое количество опор (всего их 595 штук), казалось бы, при большой толщине слабых грунтов в основании является достаточно спорным решением. И с первого взгляда кажется, что нужно увеличить длины пролетов, тем самым уменьшая количество опор или вовсе делать совмещенные пролетные строения, располагающиеся на одной опоре. Институт рассмотрел огромное количество вариантов пролетных строений с разными длинами пролетов и их конструкций, как в виде балок, так и сквозных решетчатых ферм. Увеличение длин по сравнению с пролетами 55–63 м приводило к утяжелению пролетных строений (увеличению расходов материалов на один квадратный метр, что в условиях высокой сейсмичности приводило к значительному увеличению количества свай и их поперечного сечения). В этой связи появилась потребность в применении более тяжелого кранового оборудования, вибропогружателей, гидравлических молотов для забивки свай. Таким образом, схема мостового перехода и разделение на два параллельных моста были определены в результате технико-экономического сравнения вариантов на основании результатов инженерно-геологических изысканий и комплекса сейсмических исследований.

2. Конструкция промежуточной опоры была рассчитана на все основные сочетания нагрузок и воздействий, которые отражены в СТУ (на проектирование данного мостового перехода). Определяющими воздействиями на промежуточные опоры под балочным пролетным строением явилось сочетание с сейсмикой и со льдом, для фарватерных опор также определяющим воздействием явился навал судна. Кроме того, хочется отметить, что АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» при проектировании опор моста произвел комплекс работ по



оценке коррозии в условиях Керченского пролива (для раздела «Системы защиты от коррозии»), и основные положения их были внесены в СТУ на проектирование объекта.

3. Сооружение мостового перехода требуется обеспечить в директивные сроки. Срок окончания строительства автодорожной части — в конце 2018 года, срок окончания строительства железнодорожной части моста — в конце 2019 года. Именно разделение мостов на два независимых сооружения позволило, в том числе, вписаться в крайне сжатые сроки. Практически все решения по технологии строительства мостового перехода были обусловлены природно-климатическими факторами и директивными сроками строительства.

4. Относительно небольшие глубины в зоне строительства мостового перехода (1,5–4 м) и наличие неблагоприятного периода (с октября по апрель включительно) продиктовали технологию сооружения опор и пролетных строений в зоне морских акваторий с максимальным отказом от использования плавсредств. Так, была разработана технология погружения металлических свай с помощью устройства по погружению свай (так называемые УПС), когда тяжелое крановое оборудование (грузоподъемностью 350 т), вибропогружатель и гидравлический молот находятся на передвигающемся (этим же краном) рабочем мосту, с которого производятся все работы. Другой альтернативной технологией является погружение металлических свай со стационарных рабочих мостов РМ 1,2,3 с пристроенных рабочих площадок. Ростверки и тело промежуточных опор сооружались с рабочих площадок, пристроенных к таким рабочим мостам.

Технология сооружения пролетных строений на участках морской акватории заключается в продольной надвижной конвейерно-тыловой сборке со стапелей, расположенных или на береговой части, или в морской акватории (при этом сам стапель сооружался в акватории с рабочего моста). Наиболее сложной и ответственной процедурой при строительстве мостового перехода является передвижка на плаву железнодорожной и автодорожной арок фарватерного участка моста с подъемом их в проектное положение с помощью фермоподъемников. Этот этап строительства должен быть выполнен в августе-сентябре 2017 года в условиях благо-



приятной погоды (ограничения по скорости ветра, высоте волн) в кратчайшие сроки для минимизации «окон» в движении судов по Керчь-Еникальскому каналу.

В заключение хочется отметить следующее:

1) все конструктивные и технологические решения мостового перехода выбраны в результате детального технико-экономического сравнения вариантов на основании полного комплекса инженерных изысканий; строительство двух параллельных мостов экономичнее других вариантов как по расходам основных строительных материалов, так и по технологии сооружения;

2) разделение совмещенного мостового перехода на два параллельных моста позволило вписаться в директивные сроки строительства;

3) наличие двух параллельных мостов обладает неоспоримыми преимуществами при последующей их эксплуатации разными балансодержателями. ■



## ПУТЕПРОВОД К ЮБИЛЕЮ



*В конце июля в Гатчине состоялось торжественное открытие объекта, официальное название которого звучит, как «Первый пусковой комплекс путепровода в месте пересечения железнодорожных путей и автомобильной дороги общего пользования «Подъезд к г. Гатчина 2». Событие это жители Гатчины ждали много лет, простаивая в многочасовых пробках на железнодорожном переезде, и вот долгожданный день настал. Сквозное движение по путепроводу, соединяющему Киевскую улицу с Двинским шоссе, было открыто в день, когда Ленинградской области исполнилось 90 лет.*

На церемонии открытия присутствовали министр транспорта России Максим Соколов, губернатор Ленинградской области Александр Дрозденко и председатель совета директоров генерального подрядчика строительства, ЗАО «Пилон», Мевлуди Блядзе. От привычной красной ленты организаторы решили отказаться и подошли к делу творчески: символическим стартом работы путепровода стал запуск в небо шаров с логотипом компании «Пилон». Собравшиеся не скупились на добрые слова в адрес генподрядчика.

— Буквально 3 месяца назад здесь посреди дороги был обрыв, и вторая часть дороги не строилась, потому что не были решены имущественные споры, — делился воспоминаниями Александр Дрозденко. — Три месяца в круглосуточном режиме работала компания «Пилон». Даже местные жители рассказывали мне, как сначала не верили, что можно успеть к сроку, а потом, когда все получилось, были просто восхищены усилиями строителей. И вот, наконец, объект практически построен, сквозное движение по нему открылось.

Правда, предстоит еще реализация второго пускового комплекса: строителям нужно возвести часть третьего проезда в районе Школьного переулка. Но это не повлияет на работоспособность основного объекта — работы по достройке будут проводиться без ограничения движения по путепроводу. По словам Мевлуди Блядзе, «Пилону» осталось выполнить не более 2% работ от тех, что предусмотрены контрактом. Ожидается, что полностью объект, который жители Гатчины неофициально называют «Химозским путепроводом» по названию близлежащего района — Химози — будет введен в эксплуатацию в будущем году.



Как отметил Максим Соколов, строительство путепровода стало «одним из первых вопросов, который мы с Александром Дрозденко договорились решить коллективно». В свою очередь, Александр Дрозденко рассказал, почему этот путепровод для него особенный:

— То, что объект будет построен, стало одним из первых моих обещаний на посту губернатора. Когда я посетил Гатчину, мне сказали, что нужно строить путепровод, потому что на переезде люди иногда по 2 часа стоят в пробках. Я пообещал, что путепровод будет создан. На что один из жителей, присутствующий на встрече, сказал, что я уже пятый, кто обещает построить данный объект, и что они давно никому не верят. Это побудило меня взять ситуацию на особый контроль.

Еще один примечательный факт — средства на строительство объекта выделялись сразу из двух источников одновременно. Общая стоимость строительства составила 985 млн рублей, из которых 411 млн поступили из областного бюджета, остальные средства выделило Министерство транспорта РФ.

Общая протяженность путепровода — более 100 м. Строителям пришлось не только возвести сам автомобильный путепровод через железнодорожные пути, но и дополнительно построить арочный мост через



р. Колпанскую. Были построены и подходы к путепроводу общей протяженностью 1130 м.

Путепровод имеет железобетонные пролетные строения, которые объединены в температурно-неразрезную плеть, высотный железнодорожный габарит равен 7,2 м. Автомобильное движение по объекту осуществляется по двум полосам движения. Дорожное покрытие выполнено из асфальтобетона. Расчетная скорость движения — 80 км/ч. Ежедневная нагрузка путепровода оценивается примерно в 6000 автотранспортных средств в сутки.

Новый путепровод решил важную задачу по созданию комфортной городской среды в Гатчине — соединил две обособленные части города, благодаря чему улучшилась транспортная ситуация в целом. ■

# БАЛТИЙСКИЙ транспортный форум

**7 - 8 сентября 2017**  
**Калининград**

Регистрация  
участников:

**(495) 646-01-51**  
**(812) 448-08-48**



[www.baltic.konfer.ru](http://www.baltic.konfer.ru)

Генеральный  
информационный партнер  
**RUSSIA PARTNER**

Официальный  
информационный партнер  
**Транспорт России**

Информационная  
поддержка  
**СИБИРЬ**

Организатор Форума:  
**icf**  
МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
КОНФЕРЕНЦИИ

Мосты не только решают транспортные задачи, обеспечивают связность улично-дорожной сети, но и определяют лицо города. Недаром одно из неофициальных названий Петербурга – «Город мостов», — ведь их здесь несколько сотен. Поддержанием «здоровья» всех петербургских мостов и других искусственных сооружений занимается СПб ГБУ «Мостотрест». В этой связи корреспондент нашего журнала обратился к главному инженеру Андрею Белашову с просьбой рассказать о том, как содержится мостовое хозяйство Северной Венеции, какие задачи стоят перед Мостотрестом сегодня.



## МОСТЫ ПЕТЕРБУРГА В НАДЕЖНЫХ РУКАХ



Беседовал Владислав АЛЫБИН

— Андрей Валерьевич, расскажите, пожалуйста, какие объекты обслуживает ГБУ «Мостотрест»? Какие основные задачи вам приходится решать?

— Всего на сегодняшний день Мостотрест обслуживает 748 искусственных сооружений, в том числе:

- 429 мостов, из них 18 — разводных;
- 57 путепроводов и транспортных развязок;
- 43 транспортных и пешеходных тоннеля;
- 12 надземных пешеходных переходов;
- 73 водопропускные трубы;
- 100 участков набережных.

Более 250 сооружений являются объектами культурного наследия.

В нашей организации трудится 950 человек, это опытные, квалифицированные специалисты, которые выполняют регламентные, аварийно-восстановительные и плановые работы.

Основные задачи Мостотреста — обеспечение удобного и безопасного пропуски по нашим сооружениям транспорта, пешеходов, велосипедистов, а в период навигации — разводка мостов и создание условий для судоходства по водным артериям Петербурга. Последняя задача предполагает огромный комплекс работ, связанных с нормативным

содержанием разводных мостов. Надо понимать, что значительная часть этих работ проводится в межнавигационный период. Согласно специальным регламентам, каждый разводной мост требует производства от 250 до 300 различных технических операций, в зависимости от конструктивных особенностей сооружения. Все эти работы наши специалисты выполняют самостоятельно.

Не меньше забот требуют транспортные и пешеходные тоннели, в составе которых также находится сложное техническое оборудование.

Ну и третья ответственная задача — подготовка мостовых и иных искусственных сооружений к торжественным и праздничным мероприятиям, которые проводятся в культурной столице регулярно. Сюда входит, например, очистка гранитной облицовки набережных Петербурга, опор мостов, антикоррозийная защита металлоконструкций. Все наши сооружения на виду и должны быть «на высоте».

Особое место в нашей работе занимает согласование пропуска транспортных средств, имеющих сверхнормативные нагрузки. Если поступает запрос о пропуске через одно из наших сооружений негабаритного груза с использованием спецтехники, мы сначала производим расчеты, выдержит ли данное сооружение такую нагрузку — особенно это касается мостов в историческом центре. С каждым годом в городе все больше строек, так что данная задача встает перед нами чаще и чаще.

— **Какова инновационная политика «Мостотреста»? Какие передовые технологии вы используете в своей работе?**

— С 2014 года наша организация реализует политику импортозамещения. За это время мы снизили долю используемой импортной продукции с 15% до менее 1% в составе всех закупок, проводимых Мостотрестом. В этот 1% входят запасные части и элементы того оборудования, которое было поставлено нам до 2014 года и которое не имеет аналогов российского производства.

Мы неуклонно увеличиваем долю используемых в работе композиционных материалов. Устанавливаем на наших объектах композитные решетки для дождевой канализации, а также применяем специальные композитные сетки для армирования полотна дорожного покрытия при производстве ремонтных работ. В ближайших планах организации — закуп-



ка инвентарного композитного пролетного строения общей длиной 22 м. Данное пролетное строение предназначено для обеспечения пешеходного движения и будет устанавливаться для удобства жителей на время закрытия и ремонта мостов. Его можно установить очень быстро, после чего приступить, например, к полной реконструкции бесхозных искусственных сооружений, которые нередко передают нам на содержание.

Рассматриваем мы и возможность использования композитных перильных ограждений. Это тоже дело ближайшего будущего.

Для ремонта дорожного полотна наша организация планирует применять полимербетоны. С помощью данного материала мы будем ремонтировать дорожное покрытие на разводных пролетах мостов. Полимербетон укладывается тонким слоем (до 30 мм) поверх ортотропной плиты. По такой технологии мы уже выполнили несколько опытных участков на Володарском мосту, пока покрытие в норме. Дальше в наших планах — использование полимербетона для ремонта покрытий в больших объемах.

Расширяем и применение светодиодных светильников. Почти все служебные и производственные помещения нашей организации уже оборудованы светодиодами. Начинаем внедрять системы наружного светодиодного освещения. Монтаж такой системы на текущий момент ведется в Канонерском автодорожном тоннеле. В планах — пешеходный тоннель под







Приморским проспектом у 3-го Елагина моста, подземные пешеходные переходы у Ушаковской развязки и другие объекты.

Еще одним направлением инновационной политики СПб ГБУ «Мостотрест» является патентный поиск. Эта работа производится на регулярной основе — примерно 1 раз в квартал мы изучаем порядка 10 патентов, чтобы что-то взять на вооружение. В настоящее время на рассмотрении организации находятся 8 патентов.

Как видите, хотя наша организация в этом году отметила 85-летний юбилей, мы идем в ногу со временем, держим руку на пульсе научно-технического прогресса и готовы решать самые серьезные задачи с высоким качеством.

— Спасибо, Андрей Валерьевич, за содержательную беседу. В канун Дня строителя желаем вам и вашей организации успехов и процветания. Мы рады, что мосты Петербурга в надежных руках. ■

# ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ – 2017

## 20-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-КОНГРЕСС

**3–6 ОКТЯБРЯ 2017**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**  
 КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭКСПОФОРУМ**

**ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, ТРУБОПРОВОДОВ, МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ, ПРОМЫШЛЕННОЙ АППАРАТУРЫ:**

- подготовка поверхности
- защитные материалы и покрытия
- электрохимическая защита
- оборудование для нанесения покрытий
- техническая диагностика и контроль качества
- техническое обслуживание и ремонт



**ЗАЩИТА  
ОТ КОРРОЗИИ**

EXPOFORUM | САНКТ-ПЕТЕРБУРГ | 2017

12+ КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭКСПОФОРУМ**  
**ПАВИЛЬОН G**  
 ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1  
 +7 (812) 240 4040 (доб. 2152, 2153)  
 CORROSION.EXPOFORUM.RU

Организатор



При поддержке



Соорганизатор



Генеральный  
медиапартнер



Информационная  
поддержка







Э. С. КАРАПЕТОВ,  
к. т. н., профессор кафедры «Мосты» Петербургского государственного университета путей  
сообщения;  
В. А. ВЛАСОВ,  
первый заместитель председателя Комитета по развитию транспортной инфраструктуры  
Санкт-Петербурга;  
А. В. АТАНОВ,  
аспирант кафедры «Мосты» ПГУПС, специалист сектора дорожных сооружений отдела  
строительства и реконструкции КРТИ СПб

## ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ТУЧКОВА МОСТА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

*Тучков мост является одним из уникальных мостовых переходов Северной столицы, соединяющим два ее исторических района. За полтора с лишним века он претерпел несколько реконструкций, каждая из которых характеризовала определенный этап развития мостостроения Санкт-Петербурга, да и России в целом. В статье приведены краткая историческая справка, описание конструкции моста до и после реконструкции, результаты обследований и обнаруженные дефекты; подробно рассмотрена проектная технология производства работ, а также объяснена необходимость ее корректировки на уровне рабочей документации.*

### ИСТОРИЧЕСКИЙ МОСТ

Первый мост через Малую Неву на месте современного был построен в 1758 году. Деревянное сооружение состояло из плаشوутной части в глубокой части русла и свайной на мелководье. Это был самый длинный из петербургских мостов XVIII века протяженностью около 900 м.

Старый Тучков мост неоднократно перестраивался (дерево заменялось на металл и т. д.) и к 1960 году состоял из 19 стационарных пролетов и одного разводного. Существующий внешний вид он приобрел после масштабной реконструкции 1962–1965 гг., выполненной по проекту В. В. Демченко и Б. Б. Левина.

Обновленное мостовое сооружение было запроектировано по нормам СН 200-62 и рассчитано на пропуск автомобильной нагрузки по схеме Н30, нагрузке



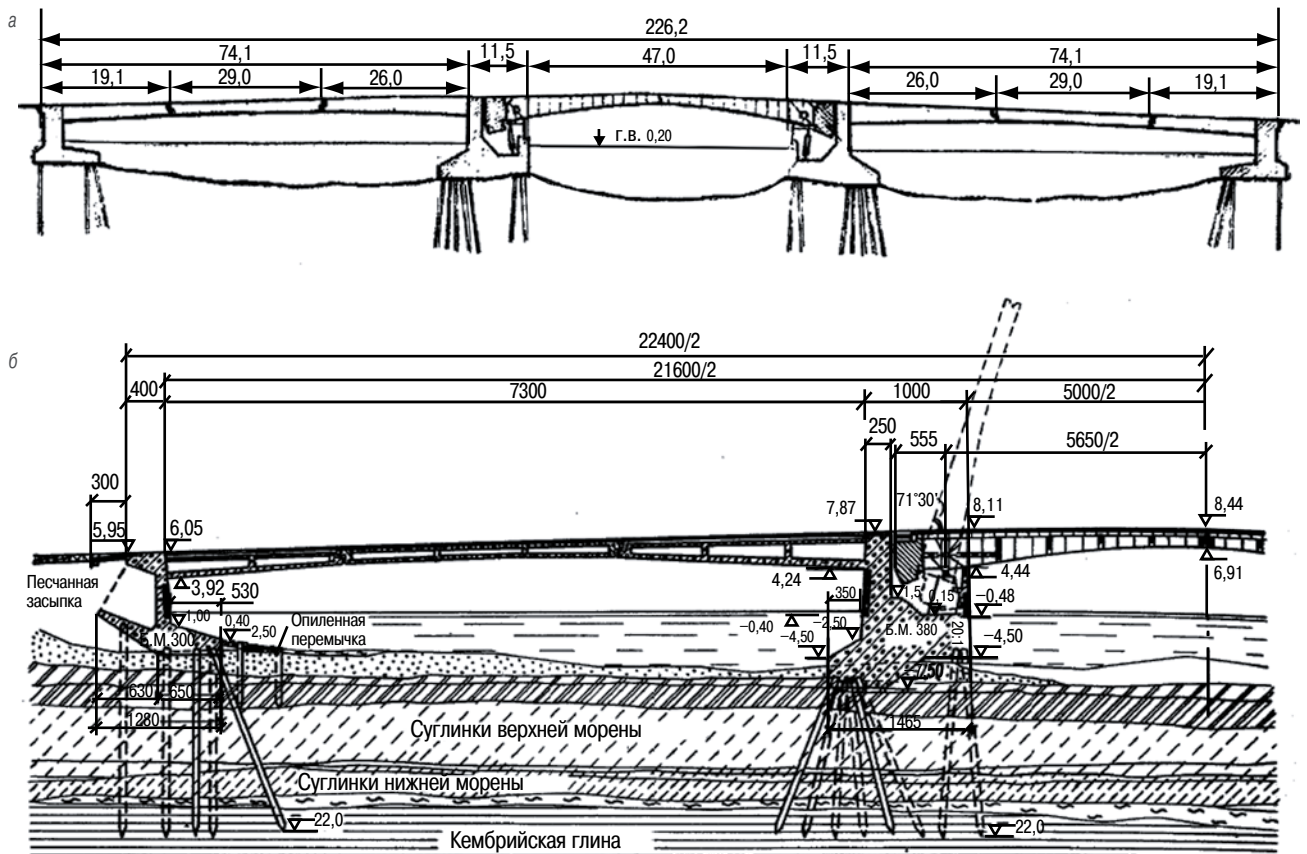


Рис. 1. Общий вид Тучкова моста до реконструкции: а – схема моста; б – продольный разрез по оси моста

от пешеходов на тротуарах величиной  $400 \text{ кг/м}^2$ , а также трамвайной нагрузки. Это мост трехпролетный с полной длиной  $262,2 \text{ м}$ , схема разбивки на пролеты —  $74,1 + 26,0 + 74,1 \text{ м}$ , с центральным разводным пролетом и двумя стационарными (рис. 1, а).

Фундаменты выполнены на железобетонных, центрифугированных оболочках  $d = 0,6 \text{ м}$ , заполненных после погружения бетоном. Опоры — массивные железобетонные, облицованные гранитом.

Разводной пролет перекрыт металлическим пролетным строением двукрылой раскрывающейся системы с неподвижными осями вращения, жестко прикрепленными противовесами и ортотропной плитой проезжей части. Каждое крыло состоит из шести главных балок двутаврового сечения, имеющих индивидуальные физические оси вращения, опирающиеся на два подшипника.

Уравновешивание крыльев разводного пролета достигнуто за счет жесткого объединения их с противовесами, состоящими из трех блоков, каждый из которых прикреплен к двум главным балкам.

Стационарные пролеты перекрыты пролетными строениями рамно-подвесной системы из предварительно напряженного железобетона. Каждый со-

стоит из 34 консольных главных балок двутаврового сечения с переменной шириной и криволинейным очертанием нижнего пояса. Первая половина из них (длиной  $26 \text{ м}$ ) жестко закреплена в опоре разводного пролета, вторая (длиной  $19,1 \text{ м}$ ) — в устье. 10 подвесных главных балок коробчатого сечения (длиной  $24 \text{ м}$ ) с криволинейным очертанием нижнего пояса опираются на концы береговых и русловых консолей.

Предварительное напряжение железобетона в береговых и русловых консолях выполнено посредством натяжения высокопрочных арматурных пучков, состоящих из 24 проволок  $d = 5 \text{ мм}$  и уложенных в открытых каналах по верхнему поясу главных балок после их монтажа, в подвесных балках — посредством натяжения высокопрочных арматурных пучков, состоящих из 20 проволок  $d = 5 \text{ мм}$  и уложенных в закрытых каналах при укрупнительной сборке в условиях строительной площадки.

Объединение главных балок между собой в поперечном направлении выполнено посредством натяжения высокопрочных арматурных пучков в створе поперечных диафрагм.



Для восприятия неуравновешенного момента от русловой консоли стационарного пролета на русловой опоре выполнено предварительное напряжение железобетона внутренней стенки противовесного колодца, посредством натяжения высокопрочных арматурных пучков, состоящих из 24 проволок  $d = 5$  мм.

## НЕОБХОДИМОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ

Регулярные наблюдения за техническим состоянием Тучкова моста осуществляет эксплуатирующая организация СПб ГБУ «Мостотрест», периодические обследования и наблюдения в течение жизненного цикла производились специалистами кафедры «Мосты» ПГУПСа (ЛИИЖТа).

По результатам обследования, выполненного ООО «Мостовое бюро» в 2011 году, техническое состояние сооружения согласно ВСН 4-81 по условиям безопасного пропуска транспортных средств и долговечности было оценено в 2 балла.

К наиболее значимым дефектам и повреждениям в отнесены (см. рис. 2):

- возникновение чрезмерных углов перелома продольного профиля, вызванное провисанием консолей стационарных пролетных строений;
- отсутствие деформационных зазоров в узлах опирания подвесных главных балок на консольные;
- протечки через плиту проезжей части и деформационные швы на нижележащие конструкции, вызванные моральным и физическим износом гидроизоляции и деформационных швов;
- разрушение стыков диафрагм стационарных пролетных строений с обнажением и коррозией пучков поперечной напряженной арматуры;
- значительное повреждение напряженной арматуры консольных балок стационарных пролетных строений;
- коррозионные повреждения хвостовых частей крыльев разводного пролетного строения, включая стенки противовесных блоков.

В целях предотвращения дальнейшего развития дефектов, а также устранения вероятности возникновения аварийного состояния, в техническом отчете ООО «Мостовое бюро» по результатам обследования существующих конструкций Тучкова моста (2011 год) сделан вывод о необходимости выполнения работ по реконструкции или капитальному ремонту сооружения.



Рис. 2. Наиболее значимые дефекты и повреждения: а — протечки через плиту; б — перелом продольного профиля; в — разрушение стыка диафрагмы; г — коррозия противовеса

## ВЫБОР ВАРИАНТА

В техническом задании на проектирование была поставлена задача — привести грузоподъемность моста в соответствие с временной нагрузкой А14, сохранив при этом систему разводки и архитектурный облик сооружения.

Тучков мост примыкает к набережной Макарова, которая является объектом культурного наследия федерального значения, и расположен в границах объекта ЮНЕСКО «Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним группы памятников», что накладывает определенные условия на его архитектурный облик.

В этой связи при разработке проекта были рассмотрены два варианта:

- 1) капитальный ремонт с заменой подвесных железобетонных балок стационарных пролетных строений на сталежелезобетонные балки с сохранением существующей статической схемы и архитектурного облика моста;
- 2) реконструкция с заменой железобетонных стационарных пролетных строений на сталежелезобетонные с изменением статической схемы и сохранением архитектурного облика моста.

Следует отметить, что подход к оценке технико-эксплуатационного показателя «внешний вид» в относительной характеристике, позволяющий учитывать местоположение, эстетическое восприятие, а также значимость дефекта в сооружении, был впервые предложен А. А. Белым в его автореферате кандидатской диссертации «Методика оценки и прогнозирования технического состояния городских железобетонных мостовых сооружений» в 2009 году.

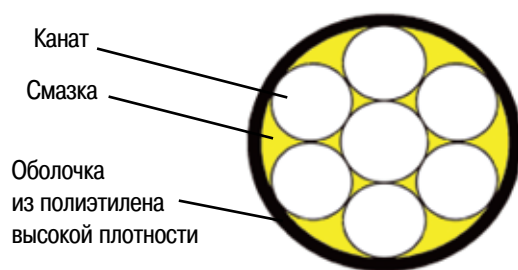


Рис. 3. Высокопрочный семипроволочный арматурный канат с системой защиты от коррозии

Более подробно это рассмотрено в публикации 2011 года «Железобетонные мосты Санкт-Петербурга: техническое состояние и внешний вид» (Э. С. Карапетов, А. А. Белый; журнал «Дороги. Инновации в строительстве», № 11).

Изменение статической схемы, предложенное во втором варианте, позволяло исключить основные недостатки существующей конструкции, присущие пролетным строениям рамно-подвесной системы (провисание консольных балок, труднодоступность узлов опирания подвесных балок), а также обеспечить нечувствительность к деформациям элементов сооружения и плавность продольного профиля.

На основании технико-экономического сравнения был выбран именно второй вариант, предусматривающий полную замену стационарных пролетных строений. Экономия по сравнению с первым при этом составила более 25% от сметной стоимости.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

В соответствии с проектной документацией предусмотрено два этапа реконструкции. На первом перекрывается две трети проезжей части, с обеспечением автодвижения по полосе шириной 8 м в обе стороны, на втором — ранее открытая треть, с обеспечением движения по вновь построенной части моста. Трамвайное движение прекращено на весь период реконструкции.

В стационарных пролетах проектной документацией предусмотрен демонтаж существующих и сооружение новых сталежелезобетонных пролетных строений, поперечное сечение которых сформировано из 10 металлических двутавровых главных балок, объединенных между собой поперечными балками и предварительно напряженной железобетонной плитой проезжей части, включенной в со-

вместную работу посредством гибких штыревых упоров с цилиндрической головкой  $d = 22$  мм.

Со стороны русловой опоры пролетное строение жестко заделано в тело опоры, со стороны береговой опоры имеет шарнирное опирание.

Предварительное напряжение монолитной железобетонной плиты проезжей части на участке длиной 36 м от русловой опоры достигается посредством размещения в плите высокопрочных арматурных канатов  $d = 15,7$  мм по ГОСТ Р 53772-2010 и СТО 71915393-ТУ 100-2011с временным сопротивлением  $1860$  Н/мм<sup>2</sup> в заводской системе защиты от коррозии в виде консистентной смазки и полиэтиленовой оболочки (рис. 3), а на оставшемся участке — за счет расположения плиты в сжатой зоне сечения.

Применение высокопрочных арматурных канатов в полиэтиленовой оболочке с консистентной смазкой, обеспечивающей беспрепятственное их скольжение внутри оболочки, предполагает «пост-напряжение» без обеспечения сцепления с бетоном.

Технология предусматривает следующий набор операций: предварительная раскладка канатов, монтаж глухих и натяжных анкеров, монтаж элементов формирования «гнезд», используемых в последующем для натяжения канатов, монтаж верхней сетки арматурного каркаса, бетонирование и натяжение канатов. При этом натяжение производится при помощи специального гидродомкратного оборудования только после набора бетоном прочности не менее 80% от проектной. Процесс натяжения канатов контролируется по проектным вытяжкам и усилию на домкрате.

Необходимо отметить, что применение данной технологии позволяет сохранить минимальную толщину железобетонной плиты проезжей части, а также исключает необходимость выполнения трудоемкой операции по инъектированию арматурных канатов, требующейся при их использовании без оболочки.

В разводном пролете проектной документацией предусмотрено выполнение работ по увеличению сечения нижнего пояса главных балок, по замене отрицательных опорных частей, подшипников осей вращения, коробов противовесов (с уменьшением габаритных размеров по фасаду моста), гидрооборудования и механизмов приводов, по ремонту замкового механизма и металлоконструкций хвостовых частей, а также применение механизмов подклинок, для обеспечения устойчивого положения крыльев в наведенном положении и т. п.

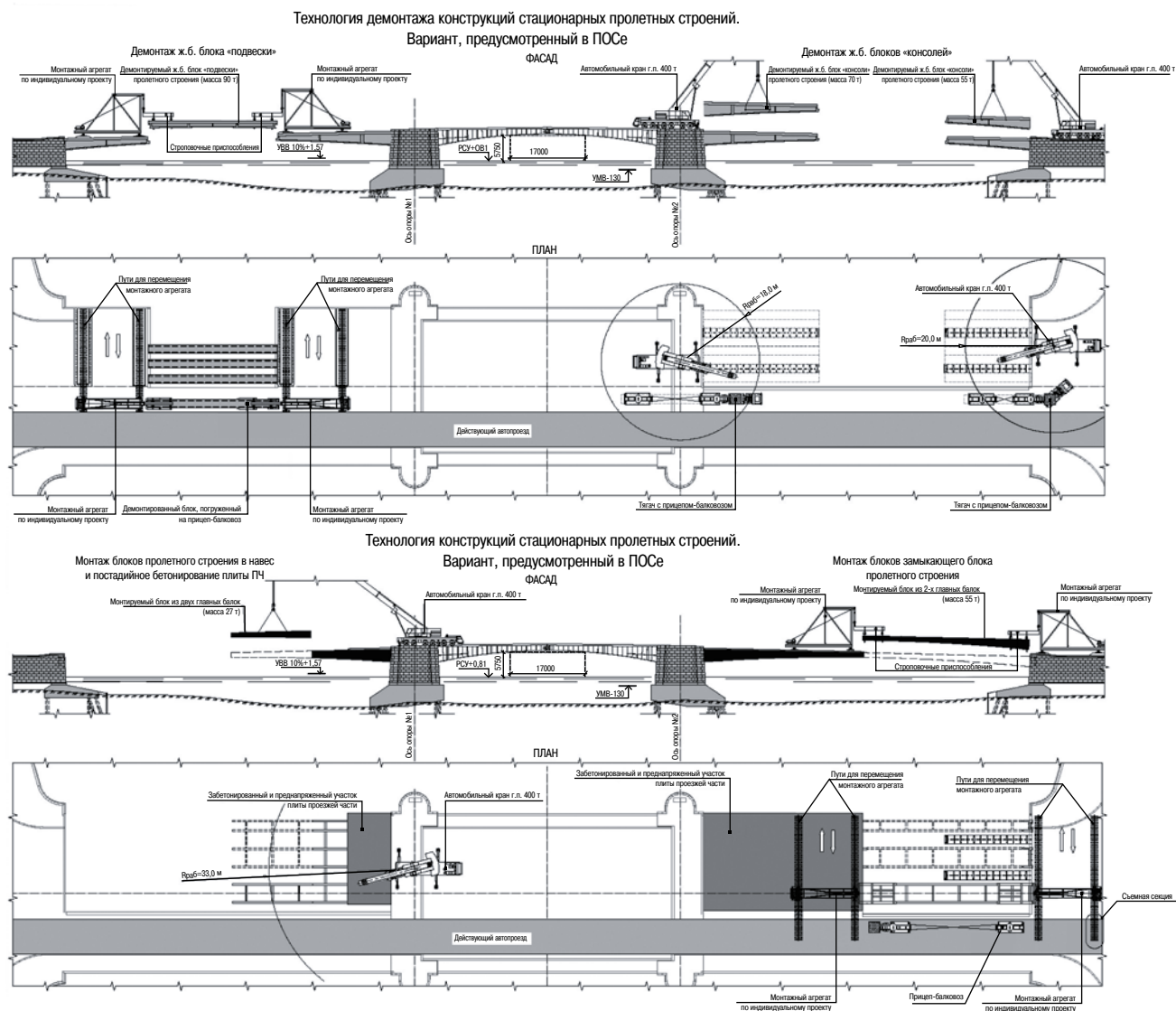


Рис. 4. Технология производства работ на стационарных пролетных строениях, предусмотренная проектом организации строительства

В соответствии с проектом организации строительства демонтаж стационарных пролетных строений предусматривал разборку мостового полотна с последующим последовательным демонтажем всех подвесных балок при помощи двух индивидуальных монтажных агрегатов и береговых (русовых) консольных балок при помощи одного автомобильного крана грузоподъемностью 300 т (400 т) с последующим устройством вырубок в опорах для установки закладных деталей. При этом демонтаж двух пар консольных балок возможен только после монтажа новых металлоконструкций.

Технология сооружения стационарного пролетного строения предусматривала выполнение работ по монтажу металлоконструкций в навес при помощи одного автомобильного крана грузоподъемностью 300–400 т

и устройству монолитной железобетонной плиты проезжей части с натяжением арматурных канатов со стороны русловой опоры, а также по монтажу укрупненных блоков металлоконструкций при помощи индивидуальных монтажных агрегатов и бетонированию монолитной железобетонной плиты проезжей части с натяжением арматурных канатов.

При этом необходимо отметить, что один из монтажных агрегатов установлен на консольном участке ранее смонтированного пролетного строения, а второй — на устое.

Конкурс на определение подрядной организации по проведению реконструкции Тучкова моста предусматривал изложенную выше технологию производства работ.



## КОРРЕКТИРОВКА ПРОЕКТА

Контракт на реконструкцию объекта по результатам конкурса в ноябре 2015 года СПб ГКУ «Дирекция транспортного строительства» заключило с ЗАО «Пилон». Срок завершения работ — не позднее 31 мая 2018 года. При этом введение ограничения движения по мосту было возможно только после завершения капитального ремонта вестибюля станции метро «Василеостровская» (июнь 2016 года).

После начала выполнения работ ЗАО «Пилон» высказало опасение в отношении жизнеспособности технологии производства демонтажа и монтажа стационарных пролетных строений. Причина — вероятность заклинивания подвесных балок, и, как следствие, изменения статической схемы сооружения.

Поскольку технология производства работ, предусмотренная проектной документацией, предполагала установку монтажных агрегатов на консольные балки и «вывешивание» демонтируемых консольных балок с передачей их веса на период резки на соседние балки, а также учитывая развитие наблюдаемых дефектов в несущих конструкциях сооружения (в том числе оголение и коррозию поперечных пучков высокопрочной напрягаемой арматуры), было принято решение об актуализации информации о состоянии стационарных пролетных строений.

Специалисты кафедры «Мосты» ФГБОУ ВПО «ПГУПС» в августе 2016 года выполнили осмотр, общий анализ технического состояния основных видимых конструкций стационарных пролетных строений и подготовили техническое заключение. Согласно выводам, рекомендовано учитывать возможность внезапного «хрупкого» разрушения бетона при их разборке по технологии, предусмотренной в проектной документации, и наличие эффекта «ползучести» арматуры. Также отмечалось отсутствие деформационных зазоров в узлах опирания подвесных балок (заклинка) и, как следствие, изменение статической схемы сооружения.

В этой связи на стадии разработки рабочей документации была предложена альтернативная технология производства работ по демонтажу и монтажу стационарных пролетных строений. Отличительной особенностью в данном случае является установка четырех временных опор в русле р. Малая Нева под

узлами опирания подвесных балок. Это позволит исключить возможность хрупкого разрушения и неконтролируемого провисания консольных балок.

Работы по демонтажу и монтажу стационарных пролетных строений осуществлялись при помощи двух автомобильных кранов Liebherr LTM-1100 грузоподъемностью 100 т.

Вначале производился демонтаж подвесной балки, затем — русловой и береговой консольных балок, расположенных в створе с ранее демонтированной подвесной балкой.

Сооружение стационарного пролетного строения осуществлялось по следующей технологии: монтаж металлоконструкций укрупненных блоков главных балок с опиранием на временные опоры, устройство железобетонной плиты проезжей части с натяжением арматурных канатов.

Необходимо отметить, что изменение технологии позволило вести работы по монтажу металлоконструкций одновременно с демонтажем существующей конструкции, а также уменьшить количество захваток при бетонировании плиты проезжей части.

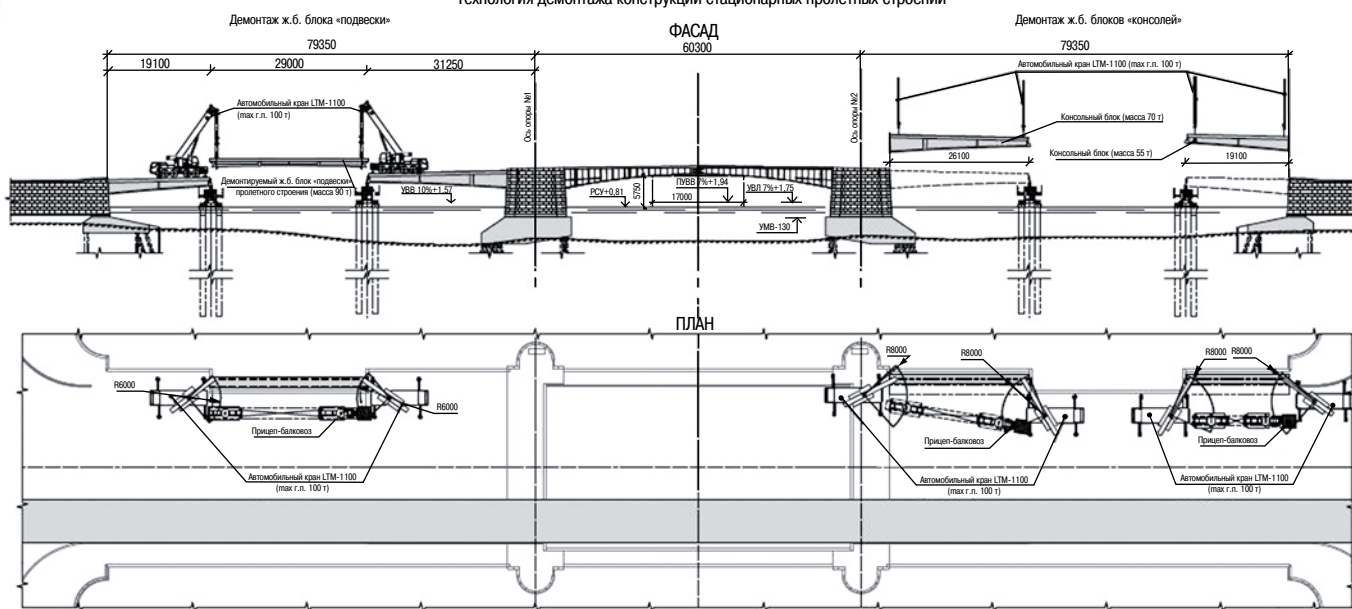
Еще одной отличительной особенностью, в сравнении с проектной документацией, является необходимость выполнения работ на разводном пролетном строении в один межнавигационный период и завершения пусконаладочных работ до начала навигации по Малой Неве. Такое решение связано со сложной транспортной ситуацией на Васильевском острове в связи с реконструкцией моста и строительством объектов транспортной инфраструктуры в рамках программы подготовки Санкт-Петербурга к проведению Чемпионата мира по футболу в 2018 году.

В связи с этим работы на разводном пролетном строении велись по всей ширине моста, а его полное закрытие осуществлялось только в ночное время суток, с 0 до 6 часов. Днем движение автотранспорта в районе разводного пролета осуществлялось по специальным аппаратам, которые рекомендовали себя при реконструкции Дворцового моста в 2012–2013 гг.

## НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ

В настоящее время завершены работы на стационарных пролетных строениях и на разводном пролетном строении по первому этапу рекон-

Технология демонтажа конструкций стационарных пролетных строений



Технология сооружения конструкций стационарных пролетных строений

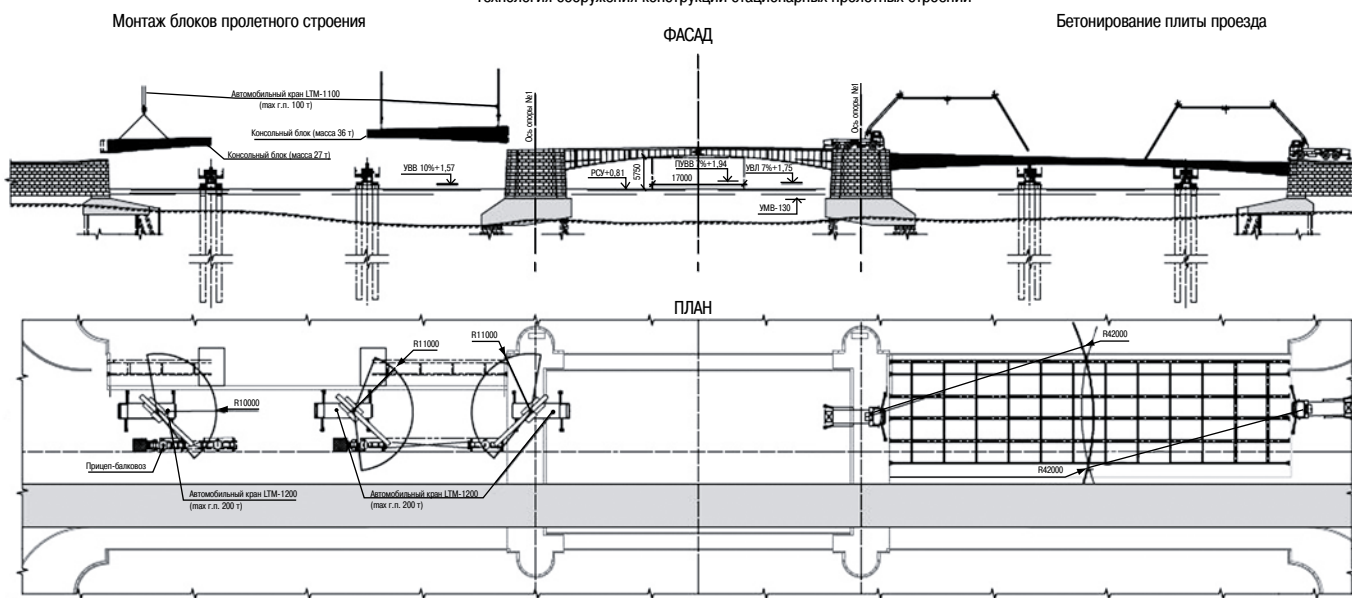


Рис. 5. Технология производства работ на стационарных пролетных строениях, предусмотренная проектом

струкции (на низовой стороне моста), а также пу-  
сконаладочные работы на разводном пролетном  
строении. Выполняются демонтажные работы на  
стационарных пролетных строениях по второму  
этапу реконструкции — на верхней стороне мо-  
ста. Строительная готовность объекта составляет  
более 60%.

Сейчас, как известно, движение автотранспорта на  
мосту ограничено и возможно только в сторону Пе-

троградской стороны. Снятие ограничения и открытие  
двустороннего движения по переправе планируется в IV  
квартале 2017 года, а завершение полного комплекса  
работ — во II квартале 2018 года.

Изложенное выше дает основание говорить о высо-  
кой степени сложности работ, обусловленной уникаль-  
ностью и местоположением сооружения, сжатыми сро-  
ками, а также стесненными условиями при обеспечении  
непрерывного движения автотранспорта. ■

# С УМом ВСЕГДА НА ВЫСОТЕ

В силу своей эффективности мостостроительные технологии находят применение не только в транспортном, но и в промышленно-гражданском строительстве. Ярким тому примером стала петербургская футбольная «Зенит-Арена», строительство которой недавно было завершено. Особого внимания заслуживает крыша стадиона, которая представляет собой несколько конструктивов, динамически объединенных друг с другом. Самая большая стационарная часть «Зенит-Арены» удерживается вантовой системой, расчеты которой выполняли инженеры института «Гипростроймост — Санкт-Петербург». На первоначальном этапе строительство вела компания «Мостоотряд №19», а завершало работы и сдавало объект заказчику Управление механизации — филиал ОАО «Метрострой» (УМ). К этому времени у предприятия уже имелся серьезный опыт по натяжению стрендов, полученный на другом стратегическом объекте — Ленинградской атомной электростанции (ЛАЭС-2), где его специалисты осуществили монтаж системы постнапряжения внутренней защитной оболочки (ВЗО) реактора.



198095, Санкт-Петербург,  
ул. Маршала Говорова, д.39  
Тел.: (812) 252-1384, 252-4770,  
факс (812) 252-4923  
E-mail: sekretar@ummetrostroy.com  
www.metrostroy-spb.ru

Илья БЕЗРУЧКО





## СИСТЕМА ПОСТНАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ АТОМНОЙ СТАНЦИИ

ЛАЭС-2 на сегодняшний день — одна из самых защищенных атомных станций в мире. Реактор станции надежно накрыт внутренней и наружной защитными оболочками, толщина железобетонных стен которых составляет более 1000 мм.

Не секрет, что бетон очень плохо работает на растяжение, поэтому для обеспечения защиты конструкции на случай техногенных катастроф, в результате которых внутри здания может возникнуть избыточное давление (иначе говоря, взрыв), стены ВЗО усилены системой постнапряжения. Она представляет собой сеть арматурных пучков, состоящих из натянутых стальных канатов (стрендов), расположенных в толще бетона. При проведении монолитных работ внутри бетонной основы ВЗО закладываются специальные каналы, в которые заводятся стренды. Затем полость каналаобразователя заполняется специальным консервирующим раствором из высокопрочного цемента, после чего выполняется натяжение канатов.

Система включает в себя как горизонтальные, так и вертикальные каналы. Горизонтальные ярус за ярусом опоясывают цилиндр и купол ВЗО, а вертикальные, не пересекаясь, идут перпендикулярно осям сооружения. Каждый арматурный пучок, проходящий в канале, состоит из нескольких десятков стальных канатов, а каждый канат представляет собой набор металлических жил, покрытых защитной полиэтиленовой оболочкой. Диаметр одного такого стренда — более 15 мм. Такая система постнапряжения в совокупности с обычным армированием позволит оболочке реакторного блока устоять, даже если внутри произойдет мощный взрыв.

### НЕ ХУЖЕ ШВЕЙЦАРЦЕВ

Специалистам Управления механизации пришлось почти полностью — на 95% — выполнить монтаж системы постнапряжения для ЛАЭС-2. Первоначально шеф-монтаж должна была осуществить швейцарская компания VSL, однако по финансовым причинам швейцарцы досрочно расторгли контракт. К тому моменту на станции была смонтирована только половина требуемых каналобразователей. Перед



*Впервые с канатными системами метростроевцы столкнулись еще в 2009 году. В то время технология heavy lifting частично применялась ими при сооружении наклонных ходов (эскалаторных тоннелей) станций Обводный канал, Адмиралтейской и Спасской. Во время производства работ стренды удерживали тележку, а на последнем этапе с их помощью оборудование ТПК было поднято на поверхность.*

российскими строителями встала непростая и очень ответственная задача: собственными силами освоить технологию и завершить монтаж системы. И они справились!

— В тот момент в нашем распоряжении была лишь документация по монтажу каналобразователей. Мы сами разработали методы заведения канатов в полости, изготовили технологическую оснастку, разработали технологические процессы заведения стрендов (всего применили для этого пять разных способов), нашли поставщика специализированного оборудования, — рассказывает Дмитрий Никулин, заместитель главного инженера Управления механизации. — Оказавшись в этой непростой ситуации, мы подробно изучили технологию и поняли, что сможем завершить работу самостоятельно. Таким образом, мы произвели настоящее технологическое импортозамещение — научились выполнять такого рода работы своими силами, без сторонней помощи.



Причем часть работ выполнялась в нашей стране впервые. Так, на одном участке стренды протягивались один за другим по методу strand-by-strand, а на другом — метростроевцы протянули весь пучок канатов одновременно. При этом основная сложность заключалась в надежном скреплении этих стрендов — высокопрочный трос нельзя сваривать — и в этой связи пришлось разработать специальное приспособление. Часть вертикальных канатов протянули сверху. Для этого была разработана катушка особой конструкции, позволяющая опускать в каналообразователи одновременно два конца пучка. Это позволило не только сэкономить время, но и значительно минимизировало риск повреждения канатов.

Натяжение системы началось в 2016 году. Вертикальные стренды натягивали из кольцевого коридора, расположенного в подвальной части. Для натяжения же горизонтальных стрендов была разработана уникальная система. По оси реактора были выделены две части с расположенными на них пилястрами, на которых фиксировались анкерные узлы. Рядом с ними был смонтирован специальный подъемник с подвешенными гидравлическими домкратами, при помощи которых с обоих концов натягивались канаты. Вся работа выполнялась на высоте и в экстремальных условиях.

## ЛУЧШАЯ В РОССИИ

Отдельного внимания заслуживает оборудование, использованное УМ. Натяжение производилось специальными домкратами немецкой фирмы Paul — большим мультистрендовым домкратом для натяжения всего пучка и монострендовым домкратом, которым можно тянуть стренды поодиночке. Большой домкрат — это устройство размерами 1 × 1 м и весом 2,5 т, способное развивать усилие до 1500 т (15 мН). Уникальное оборудование значительно расширило возможности строителей. Другой составляющей высокого качества строительства объекта стали квалификация и опыт специалистов УМ.

Например, они самостоятельно завершили монтаж СКЗ0 — системы контроля защитной оболочки, которую изначально заложили швейцарские коллеги. При бетонировании стен в специальном порядке было установлено около 250 струнных электромагнитных датчиков, которые передают на пульт управления исчерпывающую информацию о состоянии всей конструкции, включая температуру, влажность и показатели напряженно-деформированного состояния. После запуска эта система подтвердила высокое качество произведенных работ — обтяжка бетонной оболочки была выполнена равномерно.

— Важен тот факт, что система на ЛАЭС не просто была смонтирована, но и полностью сдана заказчику. Все протоколы напряжения приняты генпроектировщиком. По словам главного инженера проекта, защитная оболочка ЛАЭС-2, построенная Метростроем, лучшая в России, — отмечает Андрей Никулин, заместитель директора по строительству Управления механизации.

## ЧТО НАМ СТОИТ СТАДИОН ДОСТРОИТЬ...

... А в 2016 году метростроевцы приступили к завершению строительства стадиона «Зенит-Арена». Предыдущим подрядчиком на крыше стадиона уже были установлены пилоны и натянуты ванты. Специалистам Управления механизации оставалось выполнить проверку вантовых усилий, произвести установку девиаторов — специальных резиновых втулок, которые фокусируют пучок стрендов и ограждают их от оболочки, — а также обеспечить герметизацию узлов.

— После работ на ЛАЭС-2 проверка натяжения вантовых усилий на стадионе нам показалась простой задачей, — резюмирует Игорь Филиппов, заместитель главного инженера по монтажу Управления механизации. — Технология уже была отработана, необходимое оборудование имелось. Все восемь вант прошли двумя звеньями за неделю, результаты согласовали с проектировщиками. Сложность вызвало лишь труднодоступное расположение анкерных узлов — зачастую они находились на большой высоте.

Интересно, что при герметизации узлов метростроевцы в очередной раз решили задачу импортозамещения — вместо состава, предложенного зарубежным проектировщиком, использовали его отечественный аналог, который получил положительное заключение двух профильных институтов и прошел согласование на применение у заказчика.

Однако настройка вантовой системы — лишь частный эпизод огромной работы, которую выполнили специалисты УМ на стадионе. Одна из главных задач, которую им пришлось решать, была связана с раздвижной крышей.

Крыша «Зенит-Арены» представляет собой сложнейшее инженерное сооружение. Стационарная ее часть массой 22 тыс. т по внешнему контуру опирается на 56 стоек, внутреннюю часть удерживают восемь наклонных пилонов, которые имеют три ванты, оттягивающие ее назад, и еще два, поддерживающие конструкцию спереди.

Для компенсации температурных деформаций крыши на стойках сверху и снизу установлены опорные части. Фермы накаточных путей, опирающиеся на мощные колонны, фактически представляют собой два пролетных строения с пролетами более 200 м. По ним на специальных тележках передвигаются две створки раздвижной части весом по 1000 т каждая. При этом узел крепления раздвижной крыши имеет опорную часть с демпфером, что позволяет компенсировать как горизонтальные, так и угловые смещения. Таким образом, конструкция представляет собой комплексную пространственную систему, которая характеризуется большим числом степеней свободы, что, безусловно, добавляло сложности строителям.

— В первую очередь, пришлось осуществить большую работу по приведению в нормальное состояние накаточных путей, — рассказывает Владимир Смирнов, технический консультант Управления механизации



по вопросам строительства металлоконструкций стационарной крыши, в прошлом заместитель технического директора Мостоотряда №19. — Необходимо было выполнить большой объем сварочных работ, вывести пути в проектное положение и решить множество других сопутствующих задач. Кстати, створки в то время находились на временных конструкциях, а в опорных частях еще не было шарниров.

— Первая передвижка крыши была подобна общевойсковой операции, — не без юмора отмечает Андрей Никулин. — Сначала была сведена одна створка, через несколько дней — вторая. Наверху этот процесс контролировали 50 человек.

Интересно, что передвижка выполнялась по стандартной схеме на штатных приводах, в возможность чего всего за месяц до этого события никак не могли поверить скептики. Второй раз операция по передвижению крыши проходила полностью в штатном режиме.

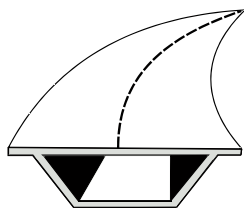
— Чтобы качественно выполнить сложную работу, необходим штат квалифицированных специалистов, и они есть в Управлении механизации. Их удалось собрать благодаря грамотной кадровой политике, которую на протяжении многих лет проводит УМ, — говорит Андрей Никулин. — Среди приоритетов компании — достойная оплата за хороший труд, социальный пакет, вовлечение коллектива в спортивную жизнь предприятия. Такой подход позволяет нам решать самые ответственные задачи: выйти на стадион и задвинуть крышу или на атомной станции достроить реактор. В нашем распоряжении есть собственная производственная база, техника и профессиональные кадры. И сегодня мы можем построить практически все — от тоннелей до мостов, поэтому уверенно смотрим в будущее... ■



В. Ю. КАЗАРЯН,  
 доктор транспорта, генеральный директор ООО «НПП СК МОСТ»;  
 И. Д. САХАРОВА,  
 к. т. н., заместитель генерального директора ООО «НПП СК МОСТ»

## УШИРЕНИЕ И УСИЛЕНИЕ ОПОР ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Уширение опор мостовых сооружений является конструктивно-технологическим процессом, задействованным, как правило, при необходимости увеличения их параметров, и целесообразным при реконструкции с поперечной передвижкой пролетного строения. Усиление опор выполняют при необходимости увеличения их несущей способности в основном при наличии повреждений, дефектов в конструкции. Как правило, при уширении осуществляют забивку дополнительного количества свай для расширения фундамента и увеличивают ширину тела опор, длину ригеля. В статье приведены примеры из практики проектирования и строительства ООО «НПП СК МОСТ», представляющие опыт по уширению и усилению опор без расширения их фундамента и тела.



ООО «НПП СК МОСТ»

143956, Московская область, г. Балашиха,  
 мкр. Никольско-Архангельский,  
 8-я линия, вл. 10.  
 Тел.: (495) 663-68-80, 663-68-81  
 E-mail: nppskmost@yandex.ru,  
 www.nppskmost.ru

Еще в 1999 году в целях увеличения габарита моста через реку Оку в Орле ООО «НПП СК МОСТ» выполнило работу по уширению опоры за счет только удлинения консолей ригеля (рис. 1) — патент № 2205914 от 10.06.2003.

Удлинение было осуществлено с выполнением в существующем ригеле сквозных отверстий диаметром 122 мм и размещением в них пучков предварительно напряженной арматуры, объединившей добетонируемые части консолей с существующим ригелем (рис. 2).

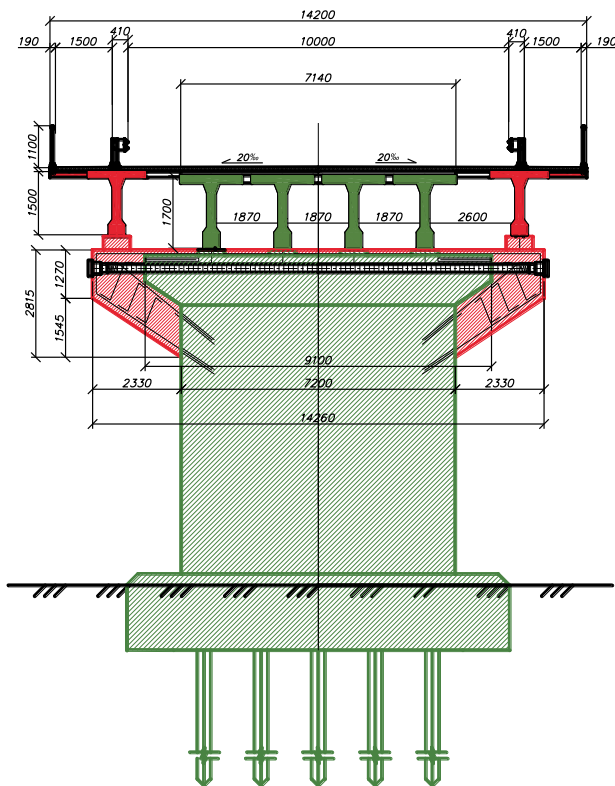


Рис. 1. Удлинение ригеля моста за счет удлинения консолей

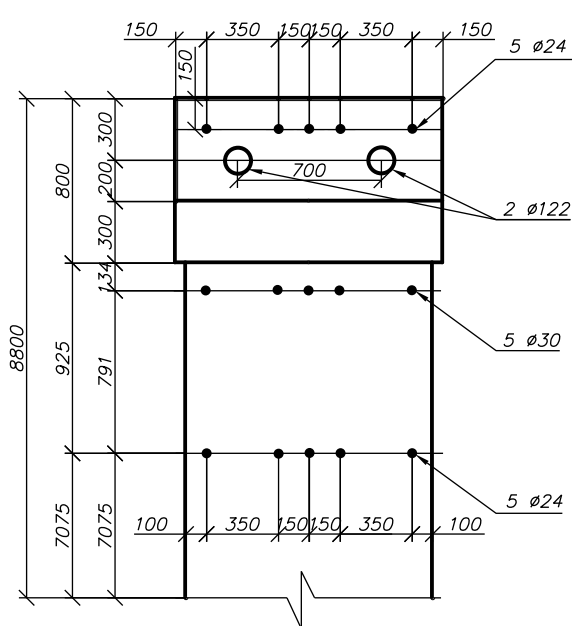


Рис. 2. Бурение отверстий в ригеле и теле опоры

Уширение позволило при установке дополнительных балок и удлинении их тротуарных консолей увеличить ширину сооружения с 7,5 до 14,5 м (рис. 3).

Работа велась на мосту с использованием средств малой механизации — «не спускаясь на землю», что позволило сэкономить финансовые и трудовые ресурсы.

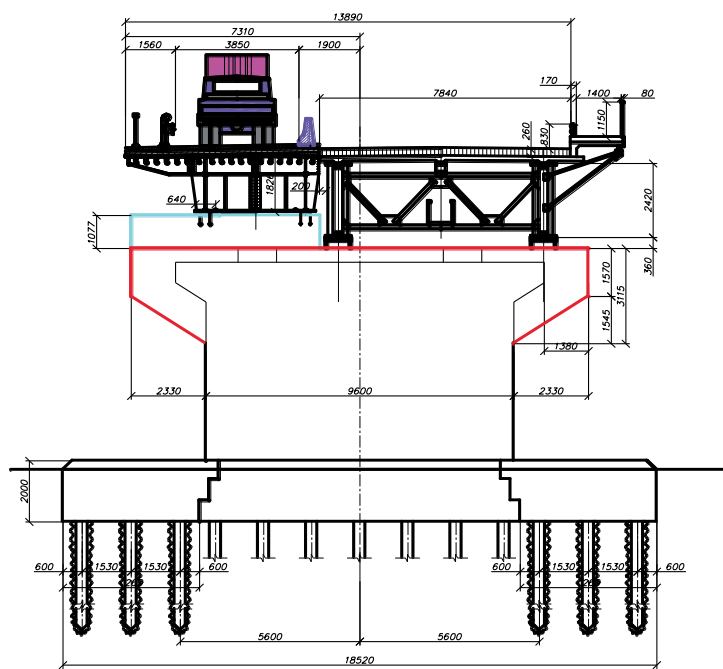


Рис. 4. Установка нового пролетного строения и переключение движения на него

Успешный опыт позволил распространить технологию на реконструкцию путепровода (проект) через железнодорожные пути близ станции Узловая в Тульской области (патент № 2556766 от 18.06.2015).

Задача состояла в том, чтобы смонтировать методом продольной надвигки металлическое пролетное строение, установив его в два этапа (по ширине). Для этого необходимо было передвинуть существующее сталежелезобетонное пролетное строение в поперечном направлении таким образом, чтобы одна главная балка находилась примерно посередине опоры, а вторая — на ригеле, удлиненном указанным выше способом (рис. 4).

Забивка свай, развитие фундамента и уширение тела опоры были исключены из-за ограниченного расстояния между железнодорожными путями и размещенных вблизи опор коммуникационных колодцев (рис. 5).

После надвигки на освободившуюся часть опоры половины (по ширине) металлического пролетного строения на него переводят движение транспортных средств в реверсивном режиме. Затем осуществляют передвижение в продольном направлении сталежелезобетонного пролетного строения, на место которого устанавливают вторую половину стального. Описанный метод реконструкции позволяет существенно снизить сметную стоимость строительства и

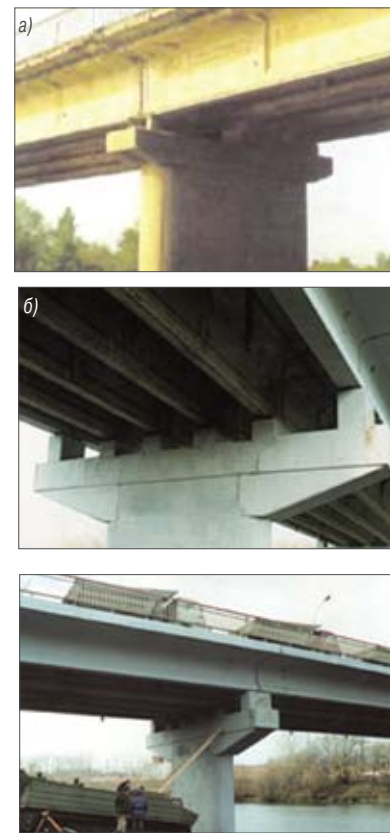


Рис. 3. Уширение моста через реку Оку в городе Орле: а) до уширения; б) после уширения

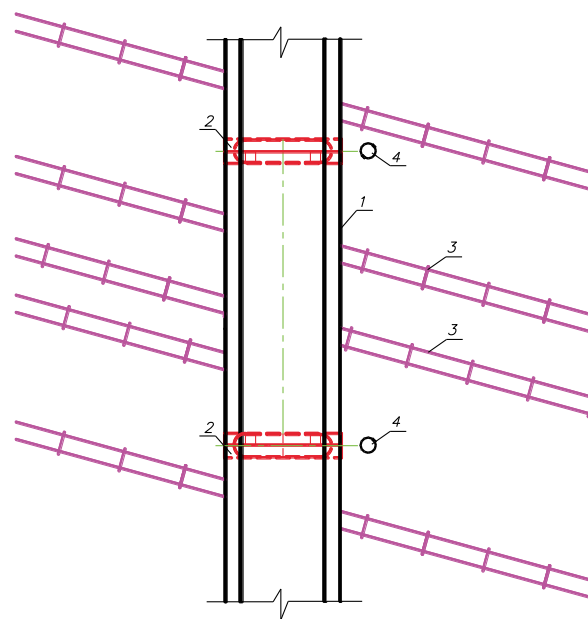


Рис. 5. Схема территории объекта: 1 — пролетное строение; 2 — опора; 3 — железнодорожные пути; 4 — коммуникационный колодец

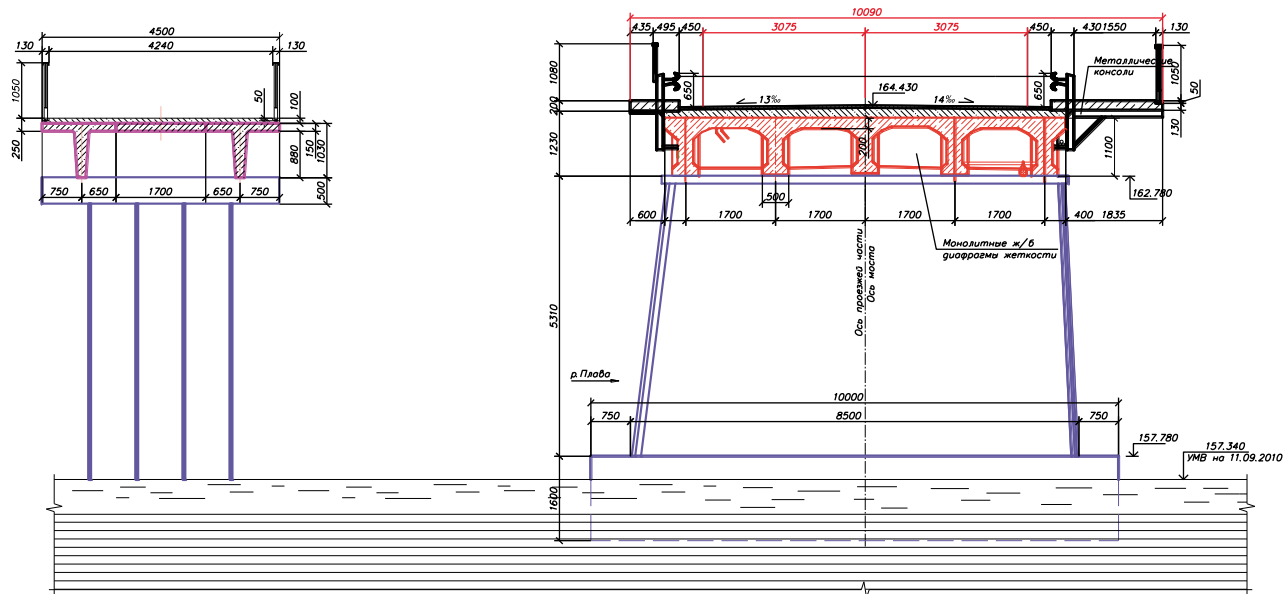


Рис. 6. Схема мостовых сооружений через реку Плава (Тульская область)

сократить сроки проведения работ, что очень важно в стесненных условиях.

В качестве примера использования метода уширения ригеля можно привести также проект реконструкции моста через реку Плаву в центре города Плавск (Тульская область) на дороге М-2 «Крым» (патент №2557020 от 22.06.2015).

Сложность здесь заключалась в том, что необходимо было провести демонтаж выполненного в моно-



Рис. 7. Вид моста через Плаву

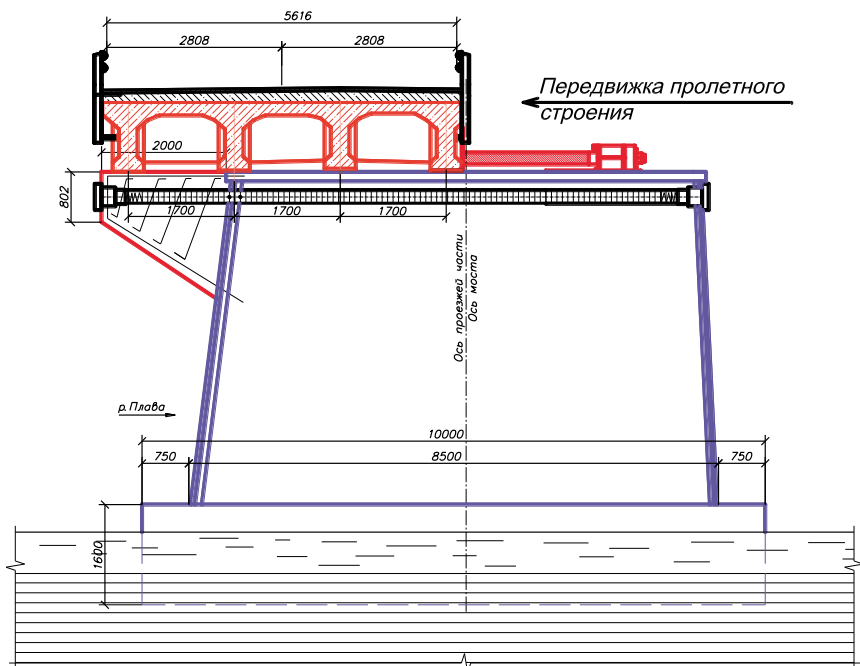


Рис. 8. Передвижка пролетного строения

литном исполнении пролетного строения постройки 1948 года и возвести на его месте новое со сборными балками и другим расположением опор в плане. Рядом с автодорожным мостом находится пешеходный мост (рис. 6-7).

Проектом предусматривалось возведение между указанными выше сооружениями автодорожного разборного моста (САРМ) и перевод на него одного направления движения. Второе необходимо было оставить на существующем старом мосту.

Задача заключалась в том, чтобы организовать движение в обоих направлениях федеральной дороги. При этом предполагалось построить половину нового моста, чтобы перекинуть на него движение одного направления, далее разобрать старый мост, построить вторую половину нового, а затем разобрать САРМ.



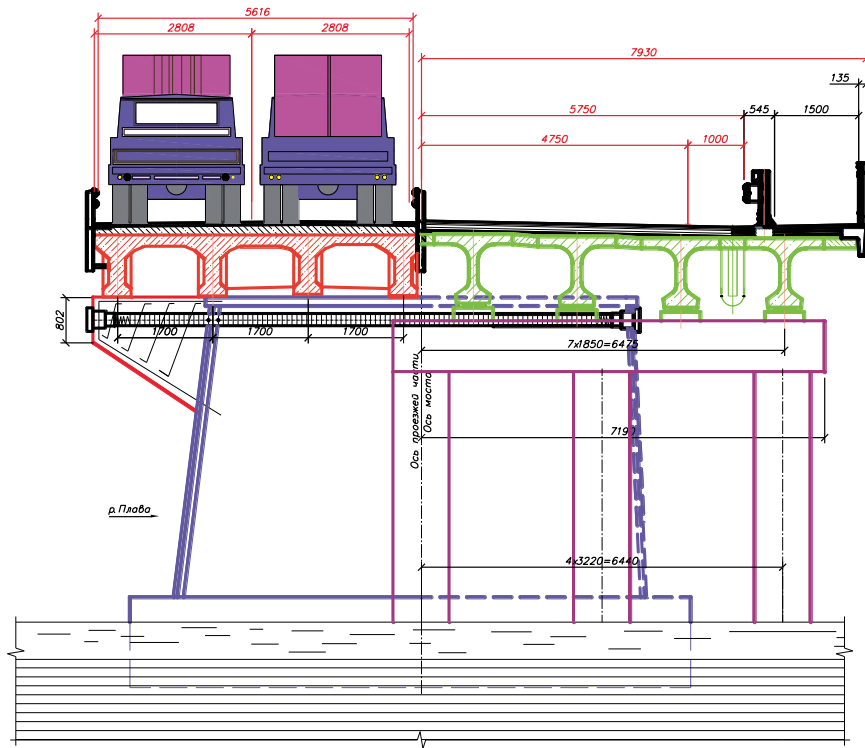


Рис. 9. Параллельное строительство нового моста в поперечном направлении



Рис. 10. Макет усиления опоры высокопрочной прядевой арматурой

Мы предложили другой способ реконструкции: вместо использования САРМ, устройства подъездных дорог к нему, закрытия движения по примыкающим городским улицам (мост находится в центре города Плавск) и ряда других непростых мероприятий соорудить на существующей опоре моста одностороннюю консоль, после чего алмазным инструментом отрезать и демонтировать крайнюю балку и под движением переместить пролетное строение в поперечном направлении (рис. 8).

Два направления автомобильного движения вполне размещались на четырех балках старого пролетного строения, а пешеходное движение оставалось на пешеходном мосту. Параллельно строился новый мост (до оси симметрии в поперечном направлении, см. рис. 9), после чего автомобильное движение переводят на его половину. Старый мост разбирают алмазной разрезкой и демонтируют, после чего выполняют строительство от оси симметрии второй половины нового моста.

Предложенная технология позволяла произвести весь комплекс работ за один сезон в противовес предлагавшимся двум годам. Отказ от монтажа и последующего демонтажа САРМ дает ощутимую экономию не только времени реконструкции, но и финансовых затрат.

Следующий конструктивный элемент опоры — ее тело. Самым распространенным типом тела опоры является массивное монолитное эллиптической формы. Если рассматривать армирование, то это однорядная стержневая арматура по контуру или только в пределах закруглений. В ядре опоры арматура отсутствует.

При ремонте тела опор предложено (патент № 2609510 от 02.02.2017) и реализовано в Великом Новгороде на объекте со сквозной трещиной усиление установкой стержневой вертикальной арматуры по контуру тела с последующим предварительным напряжением спирально расположенной высокопрочной прядевой арматуры и омоноличиванием фиброторкретбетоном (рис. 10).

В практике предприятия при реконструкции моста через реку Западную Двину в городе Велиж Смоленской области применена технология усиления основания опор методом устройства буринъекционных свай, что, с нашей точки зрения, является весьма прогрессивным решением.

Приведенные выше методы уширения и усиления позволяют увеличить несущую способность опор мостового сооружения, повысить его пропускную способность за счет увеличения габарита и получить существенную экономию за счет ускорения реконструкции, сокращения трудовых и финансовых затрат. ■



Система Террамеш®



Система «Макволл®».

И. А. КУКЛО,  
директор по маркетингу ООО «Габiony Маккаферри СНГ»

## МАККАФЕРРИ: АРМОГРУНТОВЫЕ ГАРАНТИИ ДЛЯ ПУТЕПРОВОДОВ И МОСТОВ

Мосты и путепроводы часто строят в непростых инженерно-геологических условиях. Такое утверждение, конечно же, «открытием Америки» не является, и в тысячелетней истории мостостроения много давних примеров решения задач, сложность которых способна поразить человеческое воображение. Однако за последние десятилетия технический прогресс, шагнув далеко вперед, открыл немало новых возможностей. Необходимость их использования диктуется и возросшей транспортной нагрузкой на мостовые сооружения, и всей динамикой современной жизни. В идеале это возможность строить быстрее, дешевле, но в то же время качественнее и надежнее. Комплексные инженерные решения подобных задач предлагает международная группа компаний «Маккаферри», которую в России представляет ООО «Габiony Маккаферри СНГ».

# MACCAFERRI

ООО «ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ»  
115088, Россия, Москва,  
ул. Шарикоподшипниковская,  
дом 13, строение 1  
+7 (495) 937-58-84  
info@maccaferri.ru  
www.maccaferri.ru

Опыт работы компании «Маккаферри» в транспортной инфраструктуре насчитывает более 130 лет, а основным направлением деятельности ООО «Габiony Маккаферри СНГ» являются эксклюзивные инженерные решения по сооружению подпорных стен и армированию грунта, на сегодняшний день находящие применение в российском мостостроении. В частности, успешно решаются сложные задачи по созданию подходов к транспортным развязкам и путепроводам, укреплению конусов мостов, инженерной защите оголовков гофротруб, как малых, так и большого диаметра и т. п.

### НОВЫЕ АРМОГРУНТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Специалисты по транспортному строительству, не понаслышке знакомые с армогрунтовыми системами «Маккаферри», признают, что они не только отлично укрепляют насыпь, но и отличаются конкурентной ценой, долговечностью и высокой эксплуатационной гибкостью в большинстве инженерно-геологических условий и районов с повышенной сейсмикой.

Эффективным инженерным решением в области укрепления грунтов является Система «Макволл®». Это комбинированная армогрунтовая конструкция, которая состоит из геосинтетики, послойно армирующей массив грунта обратной засыпки, а также облицовочных бетонных блоков. Применение геосинтетических материалов обеспечивает высокую несущую способность сооружений под нагрузкой. Соединительные стекло-

волоконные стержни позволяют легко выровнять отдельные блоки относительно друг друга и добиться прочного механического соединения между элементами армогрунтовой конструкции. Данная технология предназначена для укрепления склонов, возведения подпорных стен — от небольших в ландшафтном дизайне до высоких и крупных сооружений в дорожном, мостовом и промышленном строительстве.

Второе известное решение «Маккаферри» — армогрунтовая Система «Террамеш®», заменяющая традиционные гравитационные подпорные стены.

Система Террамеш® состоит из лицевого габиона и армирующей панели, являющейся неотъемлемой частью конструкции, в лицевой грани располагается габионный блок, а грунт обратной засыпки послойно армируется. Армирующая панель, лицевая грань и крышка представляют собой единую сетчатую панель заводского изготовления, являясь единым целым. Модули располагаются горизонтально.

Блоки панелей «Террамеш®» имеют стандартную длину, регламентируемую нормативными документами РФ, и не требуют доработки на строительной площадке. После сборки на месте модули заполняются каменным материалом. Шаг и длина армирования определяется на стадии проработки проектного решения. Для подбора устойчивого конструктива армогрунтовой насыпи используется специализированное программное обеспечение, учитывающее все нагрузки и особенности рельефа и геологии конкретного участка.

Для высоких склонов и сооружений система может использоваться в сочетании с армирующими георешетками «Маккаферри» — «ПараЛинк®», «ПараГрид®» и «МакГрид®». Для устройства подпорных стен из габионов требуется минимальное количество строительной техники, кроме того, эти стены «самоозеленяются» из-за процесса кольматации, поэтому все габионные конструкции являются экологичным решением в геотехнике.

## «ТЕРРАМЕШ». УСТРОЙСТВО МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ РЕКУ ЛИКОВА

Одним из проектов с участием компании стал хорошо известный российским дорожникам обход города Одинцово, а если точнее — новый выход на МКАД с федеральной автомобильной дороги М-1 «Беларусь» Москва — Минск», расположенный в Московской



### Продукция «Маккаферри», примененная на мосту через Ликову:

- укладка матрацев Рено — 1 980 м<sup>2</sup>
- монтаж коробчатых габионов — 1 438 м<sup>3</sup>
- монтаж блоков системы «Террамеш» — 1 096 м<sup>3</sup>
- георешетка «ПараЛинк» 500/90 — 12 265 м<sup>2</sup>
- георешетка «ПараГрид» 200/15 — 20 510 м<sup>2</sup>

области, с устройством моста через реку Ликова. Заказчиком выступала Государственная компания «Автодор», а одним из субподрядчиков на проектирование искусственных сооружений являлось ООО «Габионы Маккаферри СНГ».

Объект был сдан в 2013 году. Как известно, Северный обход Одинцова стал одним из первых инфраструктурных проектов федерального уровня в рамках государственно-частного партнерства.

Прямая заинтересованность концессионера в том, чтобы эксплуатируемая на платной основе дорога прослужила как можно дольше, обусловила поиск самых современных и эффективных решений, обеспечивающих долговечность и качество.

Инженеры «Маккаферри» с поставленной перед ними сложной задачей справились успешно. В рамках разработки рабочей документации строительства мостового перехода через реку Ликова (мост на ПК 163+72,64) после анализа технико-экономических вариантов ими было предложено оптимальное техническое решение по корректировке проекта. Оно подразумевало замену железобетонного мостового перехода на арочный мост с применением гофротру-





### Продукция «Маккаферри», примененная на путепроводе в Михнево:

- блоки системы «Макволл» — 189 435 шт.
- георешетка «МакГрид» WG 11 («ПараГрид» 100) — 231 500 м<sup>2</sup>
- георешетка «МакГрид» WG 15 — 50 500 м<sup>2</sup>

бы большого диаметра и армогрунтовых подпорных сооружений по системе «Террамеш®».

Запроектированный мост представляет собой полицентрическую металлическую гофрированную трубу с габаритами арки 7,5 × 3,83 м и длиной 40,88 м. Крепление входного и выходного порталов трубы предусмотрено с помощью армогрунтовых стенок системы «Террамеш®» высотой до 9 м и трехметровых гравитационных стенок, устраиваемых для удобства прокладки инженерных сетей в области обратной засыпки в верхних рядах под телом дорожной одежды. Русло реки в границах землеотвода защищено от размыва при помощи гравитационных подпорных стенок и матрацев Рено, общая длина запроектированного канала — 97,71 м. В конструктиве арочного моста также предусмотрены тротуары для пешеходного движения.

### «МАКВОЛЛ». СТРОИТЕЛЬСТВО ПУТЕПРОВОДА В МИХНЕВО

Компания «Маккаферри» приняла участие еще в ряде крупных и известных инфраструктурных проектах. В их числе стартовавшая в 2012 году долгосрочная целевая программа «Дороги Подмосковья». Поскольку при современной интенсивности движения самыми проблемными участками в Московской области стали пересечения автотрасс и железнодорожных путей в одном уровне, было решено начать строительство путепроводов. Сейчас оно продолжается в рамках губернаторского проекта «Свободный переезд».

Компания «Маккаферри» стала участником строительства путепровода в поселке Михнево на 42-м км федеральной дороги А-108 «Московское большое кольцо». Сложность здесь заключалась в том, что возведение тра-

диционной насыпи оказалось невозможным: площадка для строительных работ была ограничена существующим железнодорожным переездом. Перед специалистами компании встала задача найти техническое решение, которое позволило бы реализовать проект в условиях ограниченной полосы земельного отвода, а также имело бы экономическое преимущество перед железобетонной подпорной стеной. В итоге удалось сократить затраты на строительство подходов к путепроводу на 60%.

В качестве технического решения была выбрана система «Макволл®». В качестве армирующих элементов использовались георешетки «МакГрид®» и «ПараГрид®», в составе подпорной стены способные обеспечить высокую несущую способность и долговечность сооружения.

Надо при этом отметить, что популярность подпорных стенок из сегментных блоков растет из-за простоты и круглогодичности их возведения, выгодного соотношения цена/качество и еще ряда достоинств. Так, использование армогрунтовой системы «Макволл®» при возведении насыпи путепровода на 42-м км А-108 позволило сократить не только расходы (экономия, в сравнении с аналогами из железобетона, достигается за счет отсутствия вяжущих материалов), но и сроки строительства — благодаря легкости и нетрудоемкости монтажа, возможности проведения работ в зимнее время при низких температурах за счет «сухой кладки».

Строительство завершилось в декабре 2016 года. Общая протяженность подпорных стен на подходах к путепроводу составила 1 230 м, при этом максимальная высота армогрунтовой подпорной стены — 12 м. Для безопасного и комфортного движения автомобилей установлены 63 мачты освещения, вдоль трассы обустроено барьерное ограждение. Также решено большое количество задач по переносу коммуникаций, но самое главное — устранена проблема пропускной способности дороги. На сегодняшний день путепровод обеспечивает бесперебойное движение до 9 тыс. автомобилей в сутки при расчетной скорости до 120 км/ч.

Путепровод в Михнево на А108 — не единственный объект «Маккаферри» с использованием армогрунтовой системы «Макволл®». За последние годы на

территории России с применением данной технологии реализованы десятки проектов дорожного строительства Федерального масштаба.



Матрацы Рено

## ЭКСКЛЮЗИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Очевидным преимуществом является готовность инженеров компании оказать квалифицированную поддержку заказчикам на стадии проектирования объектов. Специализированный программный комплекс «MacStARS» позволяет рассчитать сооружение на все виды устойчивости с учетом необходимых нагрузок, а также подобрать оптимальный, технически и экономически обоснованный вариант.

Квалифицированная и своевременная поддержка на этапе подбора технического решения и качественных геоматериалов — один из принципов компании. Еще в 2007 году ООО «Габियोны Маккаферри СНГ» организовало проектное отделение, и это направление получило развитие. Проектировщики компании на сегодняшний день активно задействованы не только в России, но и в странах СНГ. Так, в декабре 2016 года лицензию на осуществление проектной деятельности получил филиал в Казахстане.

Специалисты компании разрабатывают проектно-сметную документацию для строительства геотехнических объектов в различных инфраструктурных областях. При этом предлагается полное сопровождение проекта — от предпроектной проработки технического решения до прохождения государственной экспертизы.

Проектируются и разрабатываются:

- гравитационные и армогрунтовые подпорные стены;
- системы противозерозионной, противокампанной и противооползневой защиты;
- берегоукрепление рек, озер, водохранилищ;
- дамбы, плотины, пруды, каналы и другие гидротехнические сооружения;
- водопонижение и водоотведение на участках подтопления.

При выполнении всех необходимых расчетов используется лицензированное программное обеспечение «Маккаферри»:

- MacStARS — для выполнения геотехнических расчетов гравитационных и армогрунтовых систем, расчета устойчивости неукрепленных откосов, насыпей и выемок с различным углом заложения;

- MacRO system — для расчета активных и пассивных систем противокампанной драпировки;

- Mac.R.A. — для расчета канализированных русел при проектировании вдоль водотока систем противозерозионной защиты;

- MacRead — для расчета нежестких дорожных одежд с армированием геоматериалами.

Собственное программное обеспечение специалисты «Маккаферри» используют в комплексе с общепризнанными программами: «Гранд Смета» — для расчета итоговой сметной стоимости — и Plaxis 2D — для выполнения поверочных геотехнических расчетов методом конечных элементов.

## ПЛЮСЫ В КОМПЛЕКСЕ: ОТ ПРОИЗВОДСТВА ДО ИНЖИНИРИНГА

Важным моментом является также то, что деятельность проектировщиков основана на использовании собственных технических решений и материалов «Маккаферри». Благодаря этому проектирование может стоить значительно ниже принятой нормативной проектной стоимости, что, в свою очередь, дает возможность заказчику существенно снизить финансовые издержки.

ООО «Габियोны Маккаферри СНГ» производит геосинтетические материалы и изделия из сетки двойного кручения на своих заводах в Кургане и подмосковном Зарайске. В частности, здесь по ГОСТ Р 52132-2003 и ТУ 1275-001-42873191-2009 изготавливаются конструкции системы «Террамеш®».

В своей деятельности компания успешно совмещает производство нескольких видов продукции, проектирование и инжиниринг. При этом «Маккаферри» не только является лидером в разработке и внедрении систем армирования грунта, но и активно занимается всей цепочкой поставок, начиная с первоначального планирования и заканчивая шеф-монтажом готового решения.

Эффективность выбранной стратегии доказывает сотрудничество с такими ведущими федеральными заказчиками в дорожной отрасли, как Росавтодор и ГК «Автодор». ■



Патриарший мост в 2015 году в момент планового осмотра



Состояние бетонных и металлических конструкций «Президентского моста» в 2016 г.

## КАЧЕСТВО, ПРОВЕРЕННОЕ ВРЕМЕНЕМ

Холдинг ВМП — один из лидеров в производстве покрытий для долговременной защиты мостовых конструкций. Его отличают отлаженные технологии производства, конкурентоспособная продукция, качество которой подтверждено длительными сроками службы покрытий. Система менеджмента качества сертифицирована по международному стандарту ISO 9001. Благодаря научному подходу, ВМП выпускает защитные покрытия, отвечающие современным мировым стандартам.



Научно-производственный холдинг «ВМП»  
 Екатеринбург  
 +7 (343) 357-30-97, 8-800-500-54-00  
 office@fmp.ru  
 Санкт-Петербург  
 +7 (812) 640-55-20, 676-20-20  
 spb@fmp.ru  
 Москва  
 +7 (495) 411-65-03, 411-65-04  
 msk@fmp.ru  
 www.vmp-anticor.ru

За четверть века своего развития холдинг ВМП создал много эффективных решений для антикоррозионной защиты транспортных сооружений. Продукция холдинга обеспечивает долговременную защиту мостовых конструкций от коррозии до 30 лет. Это подтверждается заключением по результатам ускоренных климатических испытаний системы покрытия на основе ЦИНКОТАН + ПОЛИТОН-УР + ПОЛИТОН-УР(УФ) от ООО «НПО «Лакокраспокрытие».

Системы покрытий ВМП состоят из двух или трех слоев лакокрасочных материалов с разными механизмами защиты, каждый из которых выполняет свою функцию. В ассортименте холдинга широко представлены цинкнаполненные грунтовки, пенетрирующие материалы, толстослойные грунт-эмали, материалы с ингибиторами коррозии и антикоррозионными пигментами, защитно-декоративные эмали.

Материалы ВМП технологичны, просты и удобны в применении. Наносить покрытия можно в широком диапазоне погодных условий, при отрицательных температурах или повышенной влажности.

Независимые эксперты постоянно проводят мониторинг покрытий на объектах, окрашенных материалами ВМП. Результат осмотра из года в год остается неизменным — защитные покрытия холдинга находятся в хорошем состоянии, не имеют следов коррозии и успешно выполняют защитные и декоративные функции.

Так, в феврале 2015 года был проведен плановый осмотр пешеходного моста к Храму Христа Спасителя в Москве (Патриаршего моста). В экспертную комиссию вошли представители Московской мостоиспытательной лаборатории и Отдела технического надзора Департамента ЖКХ и благоустройства Москвы. Ре-



зультат осмотра — заключение, что покрытие находится в хорошем состоянии, не имеет следов коррозии и других дефектов.

Уже более 10 лет защитное покрытие этого моста продолжает выполнять защитные и декоративные функции. Такой прекрасный эффект достигнут благодаря антикоррозионной системе: ЦИНОТАН + ПОЛИТОН-УР + ПОЛИТОН-УР (УФ). В основе системы композиция ЦИНОТАН с высоким содержанием высокодисперсного цинкового порошка собственного производства. Поверх цинкнаполненной грунтовки нанесена эмаль ПОЛИТОН-УР, повышающая барьерные свойства покрытия. Стойкость к ультрафиолетовому излучению обеспечивает эмаль ПОЛИТОН-УР (УФ), которая прекрасно сохраняет цвет покрытия при эксплуатации.

Другой показательный объект, на котором использовались материалы ВМП — мостовой переход через Волгу в Ульяновске — Президентский мост. Этот крупнейший по протяженности в Европе мостовой переход был открыт в ноябре 2009 года. Для защиты металлоконструкций применялась такая же система покрытий, как и на Патриаршем мосту. Окраска моста проводилась в 2006–2009 гг. Так случилось, что на объекте использовались лакокрасочные материалы не только отечественного, но и германского производства. При этом зарубежные материалы наносились на заводе-изготовителе металлоконструкций, а грунтовки и эмали ВМП в полевых условиях.

Независимые эксперты регулярно проводят инспекции Президентского моста. В июне 2016 года мостовой переход обследовали проектировщики и специалисты из Департамента автомобильных дорог Ульяновской области. За 10 лет, прошедших после окраски и 6 лет эксплуатации моста отечественные и германские антикоррозионные покрытия остаются в одинаково хорошем состоянии при том, что материалы ВМП наносились в более жестких условиях. Этот объект также является ярким примером того, что системы ВМП успешно сохраняют не только металлические, но и бетонные конструкции. Бетонные элементы моста защищает система: ФЕРРОТАН-ПРО + ПОЛИТОН-УР + ПОЛИТОН-УР (УФ). Она состоит из пенетрирующей грунтовки ФЕРРОТАН-ПРО, которая отлично смачивает бетонную поверхность, впитывается и закрепляется в порах бетона, повышая механическую прочность пропитанного слоя и обеспечивая высокую адгезию последующих слоев. На грунтовку наносятся по-

крывные эмали ПОЛИТОН-УР, ПОЛИТОН-УР (УФ), которые предотвращают проникновение коррозионно-активных веществ в тело бетона и придают заданные декоративные свойства.

ВМП осуществляет комплексное обслуживание и сопровождение заказчиков на всех этапах: подбор оптимальных систем покрытий, организация доставки продукции, предоставление нормативной документации и технологических инструкций, помощь в освоении технологии нанесения и инспектирование окрасочных работ, нанесение покрытий, сдача объекта надзорным органам.

Одно из направлений, которому холдинг уделяет особое внимание — нанесение защитных покрытий. Специалисты из ВМП-Инжиниринг обладают опытом работы на объектах высокой сложности. За их плечами — годы успешной работы в разных погодных условиях, в разных регионах страны. Сервисное подразделение, оснащенное современным высокопроизводительным оборудованием и приборами контроля, производит окраску новых конструкций и осуществляет ремонт старых покрытий.

Холдинг ВМП объединяет в себе все преимущества, которые только может предложить отечественный производитель. Широкий спектр услуг позволяет оперативно решать задачи любой сложности, благодаря чему на территории России и СНГ лакокрасочными материалами холдинга защищено более 350 транспортных сооружений. Технология нанесения материалов освоена ведущими заводами-изготовителями мостовых конструкций, крупнейшими строительными организациями отрасли и окрасочными фирмами. Продукция ВМП сегодня — это большой выбор качественных материалов для долговременной антикоррозионной защиты. ■



Нанесение материалов специалистами ВМП-Инжиниринг

# МОСТЫ ТАЙПАН™

Е.Н.ПАХОМОВА, Генеральный директор ООО «ТАЙПАН»



ТАЙПАН – сборно-разборные временные мосты многократного применения, которые помогают решать широкий спектр задач, стоящих перед заказчиками и строителями при строительстве, реконструкции и ремонте искусственных сооружений. Конструкция разработана новосибирскими инженерами, выпускается на территории Российской Федерации, запатентована и имеет зарегистрированный товарный знак.

Пролетные строения представляют из себя металлические сквозные фермы с ездой по низу, объединенные поперечными балками, поверх которых уложены металлические пакеты проезжей части с металлическим или деревянным настилом.

Параметры, обеспечиваемые конструкцией ТАЙПАН:

- длина разрезных пролетных строений – до 60 метров, неразрезных – до 270 метров;
- любые габариты проезжей части;
- варианты нагрузок: пешеходная, автомобильная и железнодорожная согласно ГОСТ Р 52748-2007 и СП 35.13330.2011, а также индивидуальные.

Конфигурация пролетного строения (количество и расположение панелей в поперечном сечении, шаг и размеры поперечных балок и прочее) зависит от требуемых параметров и подбирается индивидуально. Следовательно, для каждого мостового сооружения обеспечиваются оптимальные металлоёмкость и, соответственно, стоимость мостового сооружения.

Элементы конструкции унифицированы, имеют малые габариты и массу, эти особенности дают ряд преимуществ:

1. Они могут быть доставлены на место монтажа практически любым транспортом.
2. Конструкция не требует высокой квалификации от персонала, занятого на монтаже. Обеспеченная скорость сборки пролетных строений – 1.5 метра в час.
3. Отсутствие потребности в дорогостоящей специализированной строительной технике. Для сборки пролетного строения достаточно одного автомобиля с гидроманипулятором.
4. Все элементы после демонтажа могут быть многократно использованы на других объектах, при этом параметры пролетных строений могут быть изменены в соответствии с новыми требованиями.



Для мостов ТАЙПАН разработаны индивидуальные опоры с фундаментной частью на извлекаемых забивных или винтовых сваях с инвентарными металлическими ригелями, что позволяет использовать их многократно. Возможна установка пролетных строений на другие опоры как постоянные, так и временные.

В настоящее время ведется оптимизация конструкций моста для обеспечения движения транспортных средств общей массой до 500 тонн: из стандартных элементов ТАЙПАН возможно собирать разрезные пролетные строения с ездой поверху длиной до 30 метров. Такие мосты могут быть полезны для горнодобывающей отрасли, где основным транспортным средством по перевозке сыпучих грузов является карьерный самосвал.

Совместно с ООО «АвтоМостПроект» на постоянной основе ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), нацеленные на увеличение грузоподъемности и снижение себестоимости конструкции.

Одним из направлений является разработка ТАЙПАН-А, удовлетворяющего тактико-техническому заданию заказчика, отличительной чертой которого является повышенная скорость монтажа с использованием минимального числа единиц техники для транспортировки.

**Т. П. БОЛЬ, начальник отдела содержания и ремонта дорожных сооружений и транспортной безопасности ГК «Автодор»:**

Модульная конструкция «ТАЙПАН» проявила себя на нашем объекте вполне эффективно. Теперь она у нас в собственности и, соответственно, при необходимости будет использоваться при ремонте других мостовых сооружений. ТАЙПАН удобен тем, что из 3-метровых секций можно легко скомпоновать временный мост практически любой длины, которая требуется заказчику, то есть под каждый конкретный случай. Плюсом является также то, что в комплекте поставляются извлекаемые винтовые сваи. Такое решение может быть востребовано, когда необходимо сохранить количество полос движения – перекрывая его на ремонтируемом мосту или в одном направлении, или полностью. И, конечно, перед применением новой конструкции мы провели ее испытания под проектную нагрузку и заключили, что ТАЙПАН соответствует необходимым требованиям для федеральных дорог.



**ТАЙПАН**

Сборно-разборные мосты  
многократного применения



[taypanbridges.com](http://taypanbridges.com)  
[info@taypanbridges.com](mailto:info@taypanbridges.com)





## «ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ И ОПОРНЫЕ ЧАСТИ»: ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ И ИННОВАЦИИ

Важными конструктивными элементами мостовых сооружений являются опорные части и деформационные швы. Увеличивающиеся с каждым годом автомобильные потоки, климатические изменения, приводящие к непредсказуемости условий эксплуатации, возрастающие требования к безопасности — все это предъявляет к конструкции данных элементов весьма жесткие требования. Они должны быть надежными и долговечными, удобными в эксплуатации, обладать высокой прочностью, выносливостью и водонепроницаемостью, обеспечивать плавность и безопасность проезда транспортных средств. Создать опорные части и деформационные швы, обладающие требуемыми качествами, можно за счет внедрения инновационных конструктивных решений, применения новых материалов. О том, как решение этих задач реализуется на практике, рассказывает генеральный директор компании «Деформационные швы и опорные части» Виктор Старченко.



143000, Московская область,  
г. Одинцово, ул. Транспортная, д.2  
Тел. +7 (499) 189-42-87  
E-mail: [info@dshoch.ru](mailto:info@dshoch.ru)  
<http://www.dshoch.ru>

— Виктор Сергеевич, расскажите, пожалуйста, о вашей компании. С какого года вы работаете на рынке? У вас есть собственное производство?

— Наше предприятие, основанное еще в прошлом веке — в 1994 году, имеет многолетний опыт работы на отечественном рынке дорожного строительства, специализируясь на производстве и установке мостовых деформационных швов и опорных частей. Вся продукция изготавливается в Московской области, где действуют два производственных цеха. Один, по производству металлоконструкций деформационных швов, расположен в п. Столбовая, Чеховского района. Второй цех, выпускающий опорные части, находится в г. Одинцово. Всего на сегодняшний день нами изготовлено более 55 тыс. пог. м. деформационных швов различных конструкций и свыше 130 тыс. единиц опорных частей.

За то время, пока мы существуем на рынке, в дорожном строительстве произошли существенные и, прежде всего, качественные изменения в сфере применения конструкций деформационных швов и опорных частей. Если в 1990-е годы главным образом применялись простейшие конструкции, изготавливаемые непосредственно на строительной площадке, то в современных условиях заказчики ориентированы на использование высокотехнологичных изделий, выпускаемых в заводских условиях и поставляемых на объект в 100% готовности. Кроме того, в значительной сфере увеличился спектр используемых решений, адаптированных под различные условия эксплуатации.

Расширение номенклатуры внедряемых в отечественной дорожной отрасли деформационных швов требует большой исследовательской работы, в том числе производства на постоянной основе опытно-конструкторских работ — по совершенствованию конструкции этих деформационных швов и по адаптации их к различным проектным решениям мостовых сооружений, разнообразие которых с каждым годом расширяется.

— Каким образом полученные по итогам опытно-конструкторских работ результаты реа-

**лизуются на практике? Вы участвуете в разработке нормативных документов?**

— Да, накопленный практический опыт позволяет нам принимать участие и в совершенствовании нормативной базы. Мы являемся разработчиками профильных отраслевых дорожных документов:

■ «Рекомендации по проектированию и установке полимерных опорных частей мостов» (ОДМ 218.2.002-2008)

■ «Деформационные швы мостовых сооружений на автомобильных дорогах» (ОДМ 218.2.025-2012).

Оба документа утверждены и рекомендованы к применению Федеральным дорожным агентством.

Совершенствование конструкций деформационных швов, разработка и внедрение новых технических решений ведутся нашей организацией при активном взаимодействии с отраслевыми научно-исследовательскими и проектными институтами. Так, например, разработка основ конструкции щебеночно-мастичных деформационных швов и нормативной базы по их применению проводилась нами совместно с ФАУ «РОСДОРНИИ», этот институт также привлекался к разработке нормативной базы для деформационных швов с ленточным компенсатором.

Совместно с кафедрой «Мосты и транспортные тоннели» Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) нашей организацией созданы модели деформационных швов для испытательных стендов, на которых исследуется воздействие колесных нагрузок на покрытие проезжей части, сами швы и пришовную зону покрытия.

При поддержке ФКУ «Центравтомагистраль» мы разработали и успешно применили на практике усовершенствованный конструктив деформационных швов с ленточным компенсатором, с применением гребенчатых плит перекрытия. Использование этого конструктива увеличивает прочность и устойчивость крепления шва к конструкции пролетного строения, а также повышает комфортность проезда по нему для автотранспорта. В настоящее время данный тип деформационных швов успешно эксплуатируется на шести мостовых сооружениях автомобильной дороги М-2 «Крым».

— Известно, что ваша компания не только занимается исследованиями, внедряет инновационные решения, но и активно участвует в программе импортозамещения. Не могли бы вы рассказать об этом подробнее?



— Стратегия развития нашей организации всегда была направлена на выпуск продукции собственными силами, с размещением производства на территории Российской Федерации, используя самые современные открытые технологии в области проектирования и производства деформационных швов и опорных частей. Можно с полной уверенностью сказать, что мы последовательно и целенаправленно занимаемся импортозамещением в области производства мостовых деформационных швов и опорных частей на протяжении более чем 20 лет. Эта огромная многолетняя работа стала залогом нашего конкурентного преимущества. Определяющим фактором, обеспечивающим данное преимущество, является то, что все конструкции изготавливаются на нашем собственном производстве в Московской области. Вся технологическая цепочка — проектирование, проектная привязка, изготовление — выполняются собственными силами, что позволяет нам минимизировать накладные расходы и обеспечить привлекательную для заказчика стоимость нашей продукции, а также, что не менее важно, обеспечить минимальные сроки ее производства.

Следует подчеркнуть, что каждая из изготавливаемых нами конструкций является передовым техническим решением в своей области применения. Все они в полной мере соответствуют современным требованиям и технически не уступают аналогичным конструкциям, выпускаемым за рубежом.

Отмечу, что в 2014–2017 гг. мы осуществили поставку деформационных швов и опорных частей на ряд объектов, реализация которых была под угрозой срыва из-за существенного удорожания предусмотренных в проекте импортных материалов и конструкций. Это еще раз показывает важность проблемы импортозамещения материалов и технологий, используемых при подготовке проектно-сметной документации.

— Виктор Сергеевич, спасибо за ваш рассказ, желаем успеха вам и вашей организации. ■





## КОМПАНИЯ «ДЕФШОВ» — ЭТАПЫ БОЛЬШОГО ПУТИ

Созданная в 1995 году, компания «Дефшов» основной своей специализацией определила производство деформационных швов для автодорожных мостовых сооружений и транспортных тоннелей. Как известно, деформационный шов — это жизненно важный элемент любой мостовой конструкции, от качества которого зависят долговечность и надежность всего сооружения, поэтому создание таких швов требует от производителя особо ответственного подхода к делу. С момента основания компании уже минуло более 20 лет, «Дефшов» прошел большой путь, став одной из ведущих организаций дорожной отрасли страны, расширил спектр выполняемых строительных работ, но постоянная нацеленность на качество и ответственность за конечный результат неизменно оставались на высшем уровне, стали отличительными особенностями компании. Генеральный директор ООО «Дефшов» Сергей Овсянников в интервью журналу «Дороги. Инновации в строительстве» рассказал о том, чем живет компания сегодня.



Москва, Электродный проезд, д. 8А, оф. 23  
Тел./факс: (495) 644-17-90, 644-17-92  
E-mail: defshov\_pto@mail.ru  
www.дефшов.рф

— Сергей Владимирович, вы начинали с производства деформационных швов. Вы продолжаете развивать данное направление? Чем еще сегодня занимается ваша компания?

— Мы продолжаем осуществлять устройство деформационных швов на различных мостовых сооружениях и в транспортных тоннелях. За более чем 20 лет наша компания выполнила работы по устройству деформационных швов в самых разных регионах страны — от Европейской части до Сибири. Работая с деформационными швами, мы всегда применяем качественные, проверенные временем материалы, которые специально подбираются и оптимально подходят для наших климатических условий.

Начиная с 1999 года, «Дефшов» занимается производством полимерных дорожных покрытий высокого качества, а также выполняет работы по их устройству на пешеходных переходах, тротуарах и лестничных сходах. Полимербетонные покрытия специально созданы для эксплуатации в условиях, учитывающих высокую пешеходную и автомобильную нагрузку. Такие покрытия могут наноситься практически на любые поверхности, без необходимости удаления старого покрытия и устройства выравнивающего слоя, кроме этого, им можно придавать заданный цвет.

Но в последнее время наша компания все чаще уходит от узкоспециализированных видов работ и выполняет функции генерального подрядчика на крупных объектах дорожно-транспортной инфраструктуры.

— Какие объекты вы уже реализовали в качестве генерального подрядчика?

— Их немало. Наша компания выступала в роли генерального подрядчика при строительстве первого в Москве вантового пешеходного Ростокинского моста





Деформационный шов Maurer Betoflex



Деформационный шов Thorma@Joint



Цветное полимерное покрытие Imprint



Цветное полимерное противоскользящее покрытие Stone grip

через реку Язузю рядом с проспектом Мира, при осуществлении капитального ремонта Пушкинской набережной Москва-реки. В портфеле наших реализованных проектов также капитальный ремонт Сайкинского путепровода и Гагаринского тоннеля в Москве. Есть и другие интересные дорожно-транспортные объекты.

Впрочем, мы не заиклены только на дорожном строительстве. В качестве генподрядчика нашей компанией реализован и проект комплексного благоустройства, в составе которого был выполнен очень интересный объект, украсивший Москву, — фонтан «Адам и Ева под райским деревом» у станции метро «Новокузнецкая». Ранее «Девшоф» был генеральным подрядчиком строительства мемориала жертвам теракта на Дубровке, который стал одним из наших особо памятных объектов.

— **Какие еще из объектов вам наиболее запомнились? Расскажите о них подробнее.**

— Пожалуй, остановлюсь на двух из них. Это Сайкинский путепровод и Гагаринский тоннель. В рамках капитального ремонта первого из этих объектов наши специалисты произвели замену асфальтобетонного покрытия проезжей части, выполнили устройство деформационных швов и восстановили пешеходные тротуары. Нами также были усилены опоры и несущие конструкции, сделана гидроизоляция, отремонтированы коллекторы, приведены в порядок фасады путепровода. Помимо этого, компании пришлось осуществить ремонт внутренних гаражных помещений, размещенных под этим путепроводом, а также произвести ремонт двух подземных пешеходных переходов.

Еще больший фронт работ нам предстояло выполнить на следующем объекте. Гагаринский тоннель входит в состав Третьего транспортного кольца и проходит под площадью Гагарина, которая расположена на пересечении трех крупных транспортных артерий столицы: Ленинского проспекта, улицы Косыгина и проспекта 60-летия Октября. Площадь Гагарина — одна из крупнейших в Москве,

это напряженный транспортный узел, что, разумеется, создало нам определенные трудности при проведении работ, так как реконструкция Гагаринского тоннеля осуществлялась без остановки движения. Дополнительные трудности вызвало и то, что на этой территории сосредоточено большое количество инженерных коммуникаций, в частности сетей оптико-волоконной связи и контактных сетей, поэтому нам потребовалось выполнить большой объем работ, связанных с перекладкой всех инженерных сетей. Для этого был построен временный мост, на который и переносились коммуникации. Разумеется, не все работы мы выполняли своими силами, для перекладки сетей привлекли партнеров.

Немало пришлось потрудиться и при реконструкции путепровода, который находился в предаварийном состоянии. Мы заменили все балки и перекрытия этого сооружения, его пролетное строение, отремонтировали опоры, сделали усиление средней опоры. Фактически можно сказать, что нами был создан новый путепровод. Помимо этого, восстановили облицовку тоннеля, выполнили гидроизоляцию и обустройство систем освещения для него.

Реконструированный Гагаринский тоннель рассчитан на самые современные требования по транспортным нагрузкам, его несущая способность, надежность конструкции полностью отвечают требованиям сегодняшнего дня.

Хочу отметить, что за последние несколько лет нам пришлось увеличить численность сотрудников нашей компании более чем в два раза. Это связано как с ростом количества объектов, на которых заняты наши специалисты, так и с масштабом этих объектов.

— **Сергей Владимирович, успехи вашей компании впечатляют, вы проделали большой путь, который, мы в этом не сомневаемся, будет продолжен. Хотим пожелать вам и компании «Дефшов» дальнейших свершений и побед! ■**





Мосты через р. Пулковку на подъездах к Экспофоруму в Санкт-Петербурге

## СТРОЙКОМПЛЕКС-5: ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИЙ

*В российском мостостроении постепенно завоевывают свою технологическую нишу инновации, приходящие на волне импортозамещения. В таком ответственном направлении, как создание конструкций опорных частей и деформационных швов, репутацию одного из лидеров давно уже заслужила петербургская Группа компаний «Стройкомплекс-5». Есть здесь и особо интересный момент. Если, предположим, крупная фирма с поточным производством отказывается от выполнения сложного «штучного» заказа, то тут вступают в свои права и делают «ювелирную» работу специалисты Стройкомплекса-5. Подробнее об этой научно-технической деятельности рассказывает генеральный директор Группы компаний Станислав Шульман.*



Группа компаний  
«СТРОЙКОМПЛЕКС-5»  
Санкт-Петербург, ул. Бабушкина, д. 36  
тел./факс (812) 560-71-69  
тел. (921) 969-76-93  
E-mail: info@sc-5.ru  
<http://www.stroycomplex-5.ru>

— Станислав Александрович, ваше предприятие занимается разработкой и производством опорных частей и деформационных швов уже четверть века. Каких результатов удалось достичь за эти годы?

— Главным итогом за 25 лет стало реальное осуществление тех задумок и мечтаний, ради которых мы создавали свою фирму: внедрение на практике идей и разработок, накопившихся у нас за долгие годы работы в проектных и научно-исследовательских организациях. Мы создали собственные конструкции опорных частей, деформационных швов, сейсмозащитных устройств, отвечающие всем современным требованиям и не уступающие иностранным аналогам, и обеспечили их массовое изготовление. К началу 2017 года мы изготовили и отправили заказчикам более 6,5 тыс. опорных частей, более 9,3 тыс. пог. м деформационных швов, более 300 сейсмозащитных устройств, почти 20 тыс. карточек скольжения.

— Какие тенденции последнего времени в отношении интереса со стороны проектировщиков вы можете отметить? Наблюдаете ли повышение спроса, обусловленное тем, что отрасль взяла курс на импортозамещение?

— Да, импортозамещение — это про нас. Мы сейчас реально поставляем изделия, эквивалентно заменяющие конструкции, принятые в проектной документации, которая — увы — нередко ориентирована на иностранных поставщиков. Вероятно,



такова сила традиции в том смысле, что только с Запада мы якобы можем получить качественные товары. Но в последние годы тенденции меняются: уже было достаточно много случаев, когда в заявках мы видим изделия отечественных производителей, не только наши, но и других российских фирм, поставляющих аналогичную продукцию, — наших друзей-конкурентов. А объемы поставок действительно увеличились. Но не в такой степени, как хотелось бы. Вероятно, сказывается общее уменьшение инвестиций в строительную область и, в частности, в дорожное строительство.

— **В каких регионах более всего востребована ваша продукция? С чем это связано?**

— Мы работаем со всеми регионами России и с ближним зарубежьем. Особо радует, что увеличилось количество заказов на наши конструкции с Дальнего Востока и из Сибири. Вероятно, там более «продвинутые» люди, следят за новинками, хорошо освоили Интернет. А мы постоянно поддерживаем в топе основных информационных ресурсов информацию о своей продукции. Я считаю, что у нас очень хороший сайт ([www.stroycomplex-5.ru](http://www.stroycomplex-5.ru)), на котором подробно представлены все наши разработки.

— **На ваш взгляд, обладаете ли вы преимуществами по сравнению с другими производителями? Что вы отметили бы в линейке вашей продукции?**

— У нас два основных преимущества. Первое — мы поставляем заказчикам преимущественно свои конструкции, которые сами создали и защитили патентами на изобретения или полезные модели, а второе — мы сами разрабатываем конструкторскую документацию на все изделия. Естественно, не гнушаемся и изготовлением опорных частей по



*Мост через Французский ковш Обводного канала в Санкт-Петербурге*



*Один из транспортно-пересадочных узлов на Московской железной дороге*

типичным проектам, но это не основная наша продукция.

Самое важное, что мы производим, — современные конструкции шаровых сегментных опорных частей на нагрузки от 20 до 3000 т и деформационных швов с резиновыми компенсаторами на перемещения от 60 до 480 мм.





Опорная часть под раздвижной крышей стадиона «Зенит-Арена»



Стадион «Волгоград Арена»



Пешеходный мост на Пулковском шоссе в Санкт-Петербурге

— Какой принцип для вас приоритетен: индивидуальный подход к каждому объекту или разработка массовых типовых решений? Что более доходно?

— Безусловно, массовое производство какой-то однотипной модели более выгодно, но нам это неинтересно. Мы всегда стремимся предложить каждому заказчику оптимальное техническое решение для конкретного объекта. Например, для раздвижной крыши стадиона «Зенит-Арена» в Санкт-Петербурге мы создали уникальную конструкцию опорных частей тангенциальных скользящих, воспринимающих не только вертикальные нагрузки, но и отрывные воздействия. Это индивидуальное решение оказалось существенно экономичнее тех вариантов, которые предлагали наши западные конкуренты.

— Какие интересные решения вы разработали в последнее время? На каких объектах они нашли свое применение?

— Из наших новинок хотелось бы выделить шаровые сегментные опорные части, усиленные на значительные горизонтальные нагрузки. Решение получило патент на полезную модель и реализовано на стадионе в Волгограде и в здании аэропорта Симферополя. Мы также существенно модернизировали многомодульные деформационные швы с резиновыми компенсаторами, увеличив их надежность. Такие конструкции уже использованы на левобережной эстакаде в Ростове-на-Дону, на нескольких объектах на Северном Кавказе и не только.

— Какие задачи ставите перед собой на будущее? В каком направлении планируете развивать компанию?

— Мы продолжаем тесно сотрудничать с НИИ мостов. В 2017 году планируем провести ряд испытаний наших новых конструкций, о чем в свое время расскажем. Совместно с фирмой «ЦМИД» отработываем конструкцию и технологию устройства переходных зон у деформационных швов, что позволит снизить дискомфорт при пересечении их транспортными средствами. Для удобства использования наших разработок при проектировании мостов и других сооружений мы также совершенствуем базу данных своих изделий, которая доступна на сайте Стройкомплекса-5. В целом же наш тренд отражен в давнем девизе фирмы: «Инновации. Разработка и реализация». ■

Проблема долговечности и надежности транспортных сооружений, как известно, решается с помощью современных технологий и материалов. При этом даже для бетона, изобретенного более четырех тысяч лет назад, научно-техническая мысль продолжает открывать новые возможности. Однако то, что не стало общепринятой в строительстве нормой, обычно вызывает вопросы, а то и споры. Например, наноцемент — это инновация, еще не проверенная временем, или уже давнее изобретение советских ученых, которое продолжает ждать своего звездного часа? Есть вопросы также по возможностям и ограничениям в использовании фибробетона и самоуплотняющегося бетона, по разнице в свойствах отечественных и зарубежных добавок и т. п. В формате нашего заочного круглого стола все это разносортно обсудили эксперты, представляющие проектирование, строительство и производство.



**Александр БЕЙВЕЛЬ,**  
к. т. н., главный специалист  
ООО «Институт «ИМИДИС»

## БЕТОНЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Разработчики наноцементов утверждают, что этот материал обладает уникальными свойствами, значительно повышая потребительские свойства бетона, а выпуск такой инновационной продукции способен освоить любой цементный завод. Что же тормозит активное внедрение наноцементов в транспортном строительстве?*

**Александр Бейвель:**

— По существу, наноцементы — это активированные путем помола, в том числе с сухими добавками, цементы, которые позволяют повысить прочность, морозостойкость и водонепроницаемость бетона, что главным образом происходит за счет повышения надежности склейки инертных заполнителей. В 80-х годах в ЦНИИСе бывшего Минтрансстроя СССР на основе комплексных испытаний подобного рода цементов с аббревиатурой ВНВ и ТМЦ были разработаны рекомендации по использованию таких материалов в транспортных сооружениях, преимущественно в пролетных строениях мостов.

Спустя более чем 30 лет, несмотря на менявшиеся за прошедший период и иногда достаточно благоприятные экономические условия в нашей стране, проблема внедрения наноцементов остается актуальной. По-видимому, это свидетельствует о сложности вопроса экономической целесообразности их использования в каждом конкретном случае.

**Жанна Беляева:**

— Требования к материалам, используемым в транспортном строительстве, регламентированы нормативными документами. Есть ГОСТ 55224-2012 «Цементы для транспортного строительства. Технические условия». Наноцементы по некоторым своим характеристикам не соответствуют его требованиям. Поэтому для применения наноцементов в транс-

Продолжение следует





**Жанна БЕЛЯЕВА,**  
начальник передвижной строительной  
лаборатории АО «Инвестиции.  
Инжиниринг. Строительство»



**Дмитрий РЫЖОВ,**  
руководитель направления «Добавки  
в бетон» по СЗФО ООО «БАСФ  
Строительные системы»



**Дмитрий САЛАМАТОВ,**  
инженер по ремонту железобетонных  
конструкций ООО «Зика»

портном строительстве необходимо предварительно провести комплексное исследование с участием представителей науки и производственной сферы, с целью определения особенностей производства и последующего использования этих материалов.

*Дмитрий Рыжов:*

— Насколько мне известно, сам термин «наноцемент» до сих пор вносит разногласия в научную среду, не говоря уже о производителях бетона и строителях. Специалисты дорожно-транспортной отрасли всегда полагались на проверенные продукты и классическую технологию бетона. Недаром существует ограничение по тонкости помола цемента для применения его в транспортном строительстве.

В случае с наноцементом мы имеем дело с высокоактивным компонентом, который, несмотря на заверения его создателей, на практике еще не прошел апробацию временем. Данную ультравысокую активность в массивных мостовых сооружениях необходимо использовать очень осторожно, чтобы не получить печальных последствий.

Транспортные сооружения характеризуются повышенными требованиями по морозостойкости бетонов, а также по стойкости к агрессивным воздействиям соли и различных противогололедных компонентов. Ультравысокая активность наноцементов может иметь отрицательный эффект в виде повышенного внутреннего напряжения получаемого композита, которое в дальнейшем способно привести к микротрещинам и, как следствие, к снижению морозостойкости в частности и долговечности в целом.

*Дмитрий Саламатов:*

— Наноцемент является уникальной разработкой российских ученых, которая действительно позволяет значительно улучшить свойства как самого цемента, так и бетона, полученного на его основе. С технической точки зрения для производства наноцемента не требуется серьезной модернизации и использования специфического оборудования. Скорее всего, проблема больше связана с необходимостью дополнительного финансирования для внедрения технологии. К сожалению, для российского рынка на данном этапе проще закупать обычный цемент из других стран, чем инвестировать в развитие своих заводов.



**Оцените перспективы использования фибробетонов (с металлической и композитной фиброй) при строительстве мостовых сооружений. Что сегодня сдерживает их широкое применение?**

**Александр Бейвель:**

— Применение фибробетонов в настоящее время сдерживает экономическая целесообразность.

**Жанна Беляева:**

— Фибробетоны — новое техническое решение, применяемое при производстве железобетонных изделий и конструкций. Тем не менее, к настоящему времени накоплен богатый опыт применения различных видов фибры в строительстве, существует целый ряд разработок и научных исследований по данной тематике. На основании полученных данных можно сделать выводы, что использование фибробетонов способствует повышению долговечности конструкций и увеличивает их прочность на изгиб, улучшает деформативные качества бетонов, дает возможность облегчить труд рабочих в процессе армирования, а главное — в целом снизить стоимость строительства.

Таким образом, у фибробетонов в строительстве хорошие перспективы. Но для широкого внедрения нужна дополнительная совместная работа научных институтов, проектных организаций, производителей бетонов и строителей. Причем главную роль в этом процессе должны сыграть проектировщики, так как ученые и технологи на производстве свою часть работы уже выполнили.

**Дмитрий Рыжов:**

— Перспективы и выгоды применения фибробетона досконально изучены современной наукой, начиная с ученых еще советской школы. Огромное количество разнообразных видов фибр, начиная от простых металлических и заканчивая химически связываемыми, позволяет сегодня решать практически любые задачи, вплоть до полного отказа от армирования в ответственных изделиях и конструкциях. Фибробетон давно зарекомендовал себя как выгодный проверенный материал, но широкого распространения не получил из-за отсутствия должной нормативной базы.

Строительство мостовых сооружений всегда связано с усиленным армированием, иногда достигающим

таких масштабов и плотности, что, образно говоря, между арматурой нельзя даже руку просунуть. В подобных случаях вариант применения фибробетона является наиболее перспективным.

**Дмитрий Саламатов:**

— В последнее время дисперсное армирование бетона волокнами применяется все более широко. Для этого используются различные материалы: металл, базальт, стекло, полипропилен и др. Проводится множество исследований по фибробетонам, поскольку их применение является привлекательным как с технологической, так и с экономической точки зрения. Бетон с пространственным армированием имеет более высокие технические характеристики по сравнению с обычным, превосходит его по прочности на изгиб, растяжению, трещиностойкости и долговечности. В некоторых случаях можно вообще отказаться от применения традиционного арматурного каркаса, что тоже вызывает интерес при проектировании железобетонных конструкций.

Также в настоящее время существуют программные комплексы, позволяющие выполнять расчеты состава этих материалов, выбирать тип и количество фибры в зависимости от поставленных задач. Фибробетон достаточно хорошо изучен, прописан во множестве научных статей и в нормативных документах.



На самом деле сложно сказать, в чем основная сдерживающая причина его массового применения в транспортном строительстве. Возможно, больше всего влияет консервативность проектировщиков и строителей, боязнь развивать новые технологии. Но, будем надеяться, в ближайшее время востребованность фибробетона возрастет.

**От чего, на ваш взгляд, наиболее зависят качество и долговечность железобетонных конструкций? На каком из этапов — проектирование, производство, строительство, эксплуатация — допускаются наибольшее количество ошибок, приводящих впоследствии к появлению серьезных дефектов?**

**Александр Бейвель:**

— Накопленный опыт проектирования мостовых железобетонных конструкций в нашей стране и за рубежом, на мой взгляд, в настоящее время сводит вероятность ошибки к минимуму. Представляется, что наибольшее число сбоев происходит при изготовлении, транспортировке (главным образом бетонной смеси) и строительстве (омоноличивании конструкций). Причем это связано не столько с квалификацией кадров, сколько, объективно, с применением сложных технологий и материалов, экстремальными условиями производства и высокими темпами строительных работ, что потенциально влечет за собой сбои.

**Жанна Беляева:**

— Каждый из перечисленных этапов имеет большое значение для обеспечения долговечности сооружений. Но определяющее значение имеют кадры — специалисты, которые на каждом из этапов строительства производят работы. От уровня их подготовки, опыта, мотивации в конечном итоге зависят качество, долговечность, экономическая эффективность любых объектов транспортного строительства.

**Дмитрий Саламатов:**

— Качество и долговечность железобетонных конструкций напрямую зависят от качества бетона, арматуры и правильно подобранной системы защит-



ных покрытий. Защита бывает первичная и вторичная. Первичная защита заключается в подборе цемента, бетона с требуемыми характеристиками, арматуры. Вторичная означает выбор необходимой системы защитных покрытий, которая может быть представлена пропитками и защитными покрытиями. При правильно подобранной системе защиты возможно продлить срок службы железобетонных конструкций на 30–50 лет. При подборе защитных покрытий следует руководствоваться нормативными документами СП 28.13330.2012 и ГОСТ 32017-2012.

На каждом из этапов, таких как проектирование, производство, строительство и эксплуатация, могут быть допущены просчеты, которые впоследствии приведут к появлению серьезных дефектов. На наш взгляд, наибольшее количество ошибок возникает при неправильном проектировании системы защиты для железобетонных конструкций, а также при строительстве объекта. Помимо низкой культуры производства строительных работ, с целью уменьшения цены нередко практикуется «пересогласование» материалов на так называемые аналогичные. К сожалению, по факту при этом часто получают защитные покрытия низкого качества. О какой долговечности конструкций в таком случае может идти речь? ■





МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Минтранс России



# МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ И ВЫСТАВКА

6-8 ДЕКАБРЯ 2017 ГОДА  
ГОСТИНЫЙ ДВОР, МОСКВА



Партнер



ОАО «РЖД»

Генеральные информационные партнеры

Коммерсантъ-FM 93.6  
радио новостей



Гудок  
издательский дом



Организатор



реклама



# ООО «РАЗНОЦВЕТ»

Разработка и производство  
антикоррозионных лакокрасочных материалов  
для защиты мостовых сооружений,  
металлоконструкций и бетона



111123, Москва, Электродный проезд, дом 8А, офис 23  
Тел./факс: (495) 644-17-95  
[разноцвет.рф](http://разноцвет.рф)