

ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ



# ДОРОГИ

РАБОТАЕМ ПО ВСЕЙ РОССИИ И  
В СТРАНАХ СНГ



▶ ПРОЕКТНЫЕ РАБОТЫ

▶ ПРОИЗВОДСТВО

▶ МОНТАЖ

С Новым  
Годом!

ОПОРЫ ОСВЕЩЕНИЯ  
ОПОРЫ ДЛЯ МОНТАЖА ТСОДД и АСУДД  
МОДУЛЬНЫЕ НАДЗЕМНЫЕ ПЕШЕХОДНЫЕ ПЕРЕХОДЫ  
ТРОСОВЫЕ, БАРЬЕРНЫЕ И ПЕШЕХОДНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ  
БАРЬЕРНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ С ОТДЕЛЯЕМОЙ БАЛКОЙ  
ОГРАЖДЕНИЯ ДОРОЖНЫЕ ФРОНТАЛЬНЫЕ  
ЗАЩИТНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ  
ШУМОЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ

**Уважаемые коллеги, друзья!!!**

**Этот год был достаточно сложный для нашей отрасли, очень многие компании прекратили свое существование. Коронавирус продолжает испытывать на прочность нас, и экономику России в целом.**

**От всей души поздравляю вас и ваши коллективы с Новым 2021 годом!!!  
И пусть он будет финансово более устойчив и экономически более успешен, чем год уходящий!**

**Хотелось бы пожелать вам здоровья, счастья, хороших проектов, пусть результат вашего труда несет радость вам и всем жителям нашей страны.**

**Подводя итоги уходящего года в нашей компании хотелось бы отметить завершение строительства трассы «Таврида» на Крымском полуострове с нашим давним партнером АО «ВАД» и начало работ по строительству путепроводов на трассе М-5 «УРАЛ» с нашим новым партнером АО ДСК «Автобан».**

**Генеральный директор Э.В. Фризен**



# С НОВЫМ 2021 ГОДОМ!

Большой коронавирусный психоз  
Пришел на смену новогодней сказке...  
И даже добрый Дедушка Мороз  
Седую бороду свою убрал под маску!

Да, именно под флагом жестких ограничений и беспрецедентных мер защиты мир встречает Новый год. Двадцать первый год двадцать первого века... Каким он будет, зависит не только от нас с вами, но во многом — от внешних обстоятельств.

Уходящий год принес транспортным строителям немало испытаний, но, несмотря ни на что, работы продолжались, стройки не были остановлены. И, как всегда, окончание года ознаменовано открытиями новых объектов.

Давайте надеяться, что следующий год будет лучше — и для страны в целом, и для каждой семьи в отдельности. Во всяком случае, мы этого всем горячо желаем! Здоровья вам, друзья, благополучия и новых больших заказов!

С уважением,  
главный редактор журнала Регина Фомина  
и весь творческий коллектив

От имени коллектива  
«Институт Гипростроймост —  
Санкт-Петербург» и от себя  
лично, сердечно поздравляю  
вас с Новым годом и Рожде-  
ством!

Пусть 2021 год станет годом  
новых интересных проектов и  
перспектив, открывающихся  
возможностей и финансовых  
успехов.

Пусть вас всегда согревает  
тепло семейного очага, а удача  
сопутствует вам. Здоровья, бла-  
гополучия и оптимизма вам и  
вашим близким!



Генеральный директор  
И.Ю. Рутман



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

Журнал включен в РИНЦ  
и размещается на портале  
elibrary.ru

Учредитель  
Регина Фомина

Издатель  
ООО «ТехИнформ»

## РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор  
Регина Фомина  
info@techinform-press.ru

Выпускающий редактор  
Сергей Зубарев  
redactor@techinform-press.ru

Редактор, арт-директор  
Лидия Шундалова  
art@techinform-press.ru

Ответственный секретарь  
Ирина Вишневецкая

Корректор  
Инна Спиридонова

Руководитель  
отдела продвижения  
и выставочной деятельности  
Полина Богданова  
post@techinform-press.ru

Московское представительство  
Тел. +7 (931) 256-95-56

Адрес редакции:  
192283, ул. Купчинская, д.30, к.1  
Тел.: (812) 905-94-36,  
+7-931-256-95-77,  
+7-921-973-76-44  
office@techinform-press.ru  
www.techinform-press.ru

За содержание рекламных  
материалов редакция  
ответственности не несет.

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

Подписку на журнал  
можно оформить  
по телефону  
**+7 (931) 256-95-77**  
и на сайте  
**www.techinformpress.ru**



«ДОРОГИ. Инновации в строительстве»  
№90 декабрь/2020

Главный информационный партнер  
Саморегулируемой организации  
некоммерческого партнерства межрегио-  
нального объединения дорожников  
«Союздорстрой»

## В НОМЕРЕ:

### 4 НОВОСТИ ОТРАСЛИ

#### ЭКСПЕРТНОЕ МНЕНИЕ

8 Алексей Журбин об ускорении  
строительства и тормозящих  
факторах (Инженерная  
группа «Стройпроект»)

13 **А.А. Сергеев, В.И. Звирь,  
Ю.В. Новак.** Что на самом  
деле тормозит развитие  
российского мостостроения?



### ИССЛЕДОВАНИЯ

20 Алексей Варятченко  
о единой цифровой системе  
контроля и диагностики

24 Новые тренды в диагностике  
(ООО «Спецмаш-  
Диагностика»)



26 Новые технологии  
георадиолокации  
для дорожного строительства  
(ООО «Геоэксперт»)

28 **А. И. Васильев,  
Б. И. Кришман.** Оценка  
несущей способности  
поперечных стыков  
составных пролетных  
строений  
коробчатого сечения

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ

32 САБ: эффектные  
и эффективные  
решения для мостов

34 **Б. А. Кецлах.** Высокогорский  
автодорожный мост –  
самый северный на Енисее



## ЭКСПЕРТНАЯ КОЛЛЕГИЯ:

М.Я. БЛИНКИН,  
ординарный профессор НИУ «Высшая школа экономики», к.т.н., директор Института экономики транспорта и транспортной политики НИУ «Высшая школа экономики», председатель Общественного Совета Минтранса России

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

И.В. ДЕМЬЯНУШКО,  
д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Строительная механика» МАДИ (ГТУ), Заслуженный деятель науки и техники РФ

С.И.ДУБИНА,  
к.т.н., доцент, руководитель внедрения инновационных разработок в дорожное хозяйство АО «Энерготекс», главный специалист проектного института «ГИПРОСТРОЙМОСТ», член комитета по транспорту и строительству Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации, член Международного общества механики грунтов и геотехнического строительства

А.А.ЖУРБИН,  
Заслуженный строитель РФ, генеральный директор АО «Институт «Стройпроект»

И.Е. КОЛЮШЕВ,  
Заслуженный строитель РФ, технический директор АО «Институт Гипростроймост – Санкт-Петербург»

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

Ю.В. НОВАК,  
заместитель генерального директора АО ЦНИИТС по научной работе, к.т.н., Почетный транспортный строитель РФ, доцент, член ТК 465, НОПРИЗ

А.М. ОСТРОУМОВ,  
Заслуженный строитель РФ, Почетный дорожник РФ, академик Международной академии транспорта

М.А. ПОКАТАЕВ,  
первый заместитель директора АО «Главная дорога»

В.Н. СМIRHOV,  
д.т.н., профессор кафедры «Мосты» ФГБОУ ВО ПГУПС Императора Александра I

С.Ю. ТЕН,  
депутат Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации

В.В. УШАКОВ  
д.т.н., профессор, проректор по научной работе МАДИ (ГТУ), заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» МАДИ, Заслуженный работник высшей школы РФ

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

Установочный тираж 15 тыс. экз.  
Цена свободная.

Подписано в печать: 29.12.2020  
Заказ №  
Отпечатано в типографии «Премиум Пресс», г. Санкт-Петербург,  
ул. Оптиков, д. 4  
[www.premium-press.ru](http://www.premium-press.ru)



## РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

38 **Я. В. Янко, Е. В. Литвин.**  
Транспортное планирование с учетом условий северных регионов

42 Транспортная инфраструктура – ключ к развитию Арктики

48 Первый «частный» мост: на общее благо



## СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ

52 Сергей Петраев  
о непростой специфике дальневосточных дорог

56 Р-254 «Иртыш»: развитие в цементобетоне

58 IRD Engineering: стройконтроль на мировом уровне

## НАУКА И ПРАКТИКА

60 Обледенение на Русском мосту: причины и выводы.



64 Игорь Колюшев  
о мостах Владивостока

66 **В. М. Курепин, О. В. Шишов.**  
Проблемы борьбы с обледенением на мостах

70 **С. Ю. Соловьев.** О ледовой нагрузке и аэродинамической устойчивости мостов



# «ТРАНСПОРТ РОССИИ»-2020: ДВИЖЕНИЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

В столичном Гостином Дворе 18-20 ноября прошли XIV Международный форум и выставка «Транспорт России». Они традиционно проводились в рамках главного отраслевого мероприятия — Транспортной недели, которая организуется с 2007 года при официальной поддержке Правительства РФ. На сей раз ключевая тема форума была обозначена как «Транспорт России. Скорость, удобство и эффективность».

В связи с эпидемиологической обстановкой в 2020 году организаторы совместно с администрацией выставочного комплекса «Гостиный Двор» приняли решение объединить онлайн- и офлайн-форматы проведения мероприятий при соблюдении санитарно-эпидемиологических требований. Вместе с тем удалось реализовать содержательную деловую программу. В результате пленарные дискуссии, отраслевые конференции и конгрессы посмотрели 1139 офлайн-участников и 25754 онлайн-зрителя из 17 стран. Всего в рамках форума прошло более 20 деловых сессий, в ходе которых выступили 350 спикеров. На полях «Транспорта России» было подписано 17 соглашений о сотрудничестве и взаимодействии, а работу форума и выставки освещали 380 журналистов более чем из 180 СМИ.

По традиции, «Транспорт России» является, в том числе, местом встречи высокопоставленных гостей, в сферу интересов которых входит развитие отрасли. 2020 год не стал исключением: форум посетили Председатель Правительства РФ Михаил Мишустин, его заместители Андрей Белоусов и Марат Хуснуллин, а также главы 43 субъектов Федерации.

Параллельно в Гостином Дворе проходила выставка, где на площади 3,7 тыс. м<sup>2</sup> свои достижения продемонстрировали 72 участника. Ключевой экспозицией стал «Шоурум национальных проектов». Впервые на одной площадке можно было увидеть макеты, интерактивные презентации и видеоматериалы, иллюстрирующие итоги работы над федеральными проектами за прошедший год и планы по их дальнейшему развитию.

В первый день форума, 18 ноября, состоялся визит Михаила Мишустина, который в режиме телемоста дал старт нескольким проектам. Премьер-министр РФ открыл участок федеральной автотрассы Р-254 «Иртыш» в Новосибирской области, запустил строитель-

ство универсального торгового терминала Lugaport в морском порту Усть-Луга в Ленинградской области, а также принял участие в церемонии запуска железнодорожного парка приема груженых составов «Новый», построенного в рамках модернизации припортовой станции Находка-Восточная Дальневосточной железной дороги.

В первый день работы форума прошли отраслевые конференции «Водный транспорт. Приоритеты развития», проведенная Росморречфлотом, «Современные тренды развития транспортной инфраструктуры и инвестиционные возможности дорожной отрасли», организатором которой выступила Госкомпания «Автодор», и «Транспортная безопасность. Открытый диалог», инициированная и организованная Департаментом транспортной безопасности и специальных программ Минтранса РФ.

Второй день работы открылся пленарной дискуссией «Цифровые транспортные коридоры». Она была посвящена цифровизации транспортного взаимодействия участников Евразийского экономического союза и внедрению цифровых процессов внутри государств-членов. Сессия проходила в гибридном формате: иностранные спикеры подключились к мероприятию по телемосту.

Финальный день «Транспорта России» стартовал с традиционного ежегодного события — Международного конгресса «ЭРА — ГЛОНАСС». Следующим форматом стала конференция «Новые цифровые инструменты гражданского участия в сфере дорожного хозяйства». В завершение дня прошла итоговая пленарная дискуссия, которая началась с награждения лауреатов премии «Формула движения». Победителями в номинации «Лучший инфраструктурный проект федерального значения» признаны трассы «Таврида» (АО «ВАД») и М-11 «Нева» (Госкомпания «Автодор»).

Следует также отметить, что особое место в рамках форума заняло обсуждение реализации нацпроекта «БКАД» в 2020 году. В частности, по предварительным итогам года выступили курирующий отрасль вице-премьер Марат Хуснуллин и руководитель Росавтодора Андрей Костюк. Эту тему журнал «Дороги. Инновации в строительстве» подробно осветит в первом номере 2021 года.

# ЦКАД: ПЛЮС 170 КИЛОМЕТРОВ



28 декабря открылось движение еще по 170 км Центральной кольцевой автомобильной дороги (ЦКАД). В торжественной церемонии приняли участие помощник Президента РФ Игорь Левитин, заместитель Председателя Правительства РФ Марат Хуснуллин, губернатор Московской области Андрей Воробьев, заместитель мэра Москвы в Правительстве Москвы по вопросам градостроительной политики и строительства Андрей Бочкарев, председатель правления Государственной компании «Автодор» Вячеслав Петушенко.

Почетные гости дали старт движению, одновременно нажав на четыре символические кнопки — по числу участков, которые теперь доступны для пользователей: ЦКАД-4 — весь пусковой комплекс, 96,9 км; ЦКАД-1 — 23,8 км от М-4 «Дон» до пересечения с А-107 в районе М-2 «Крым» и от Калужского шоссе до пересечения ЦКАД с А-107 в районе д. Лисинцево; ЦКАД 3–5 — от М-10 «Россия» до М-11 «Нева» — более 7 км, — и ЦКАД-5 (на последнем пусковом комплексе, в основном, проходила работа по реконструкции трассы; сейчас запущено движение по 41 км).

Марат Хуснуллин отметил: «ЦКАД в таком мегаполисе — это событие мирового масштаба». Андрей Воробьев, со своей стороны, подчеркнул, что такие масштабные президентские проекты, как ЦКАД, меняют жизнь огромного количества людей, всей страны, экологии и экономики. Вячеслав Петушенко добавил, что ЦКАД почти замкнулся, но предстоит достроить 25 км прямого хода и выполнить еще ряд работ. Уже сейчас, если суммировать участки, по которым сегодня открыто движение, с протяженностью ЦКАД-3 (сдан 11 ноября) и с участками ЦКАД-5, которые открылись ранее в этом году, то получится более 300 км (общая протяженность «кольца» составит 336,5 км).



# КОНФЕРЕНЦИИ ПРОЕКТА «РАДАРНЫЕ И СЕЙСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»



19–22 октября прошли научно-практические онлайн-конференции «Георадар»-2020 и «Инженерная сейсморазведка и сейсмология»-2020 с международным участием. Организатором выступил проект «Радарные и Сейсмические Системы» при поддержке Геологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. Соорганизаторами стали Институт криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН, Radar Systems Inc. (Riga, Latvia), ООО «Геосигнал». Спонсор конференций – НПО «Терразонд».

Первый день работы «Георадара» завершила секция «Автодороги и георадиолокация» с восемью докладами и уникальный круглый стол «Автодороги. Итоги опытно-методических георадиолокационных работ на полигоне Государственной компании «Автодор». Модераторами выступили представители ФАУ «РосдорНИИ» д. т. н. Александр Кулижников и к. т. н. Роман Еремин и руководитель проекта НПО «Терразонд» Дмитрий Романов. Организаторы отмечают, что такой представительной автодорожной секции на геолого-геофизических конференциях до этого не было никогда. Во второй день докладчики презентовали материалы широкой георадарной тематики (археологические изыскания, изучение тектонических проявлений в верхней части разреза и т. д.).

На конференции «Инженерная сейсморазведка и сейсмология» 21 октября рассматривалась тематика межскважинного просвечивания, акваторных исследований, сейсморазведки в криолитозоне. Второй день целиком был посвящен сейсмологии (методология, ОСР, ДСР, СМР, практика, нормативная база). Также в рамках конференции прошла виртуальная выставка геофизического оборудования для инженерных изысканий.

## НОВАЯ СТЫКОВОЧНАЯ ЛЕНТА «ТЕХНИКОЛЬ»

**В** 2020 году корпорация «Техниколь» начала поставлять дорожникам ленту стыковочную полимерно-битумную. Новый продукт применяется для герметизации мест примыкания вновь укладываемых покрытий автомобильных дорог к существующим дорожным покрытиям, бордюроному камню, водоотводным лоткам, фундаментам зданий, железнодорожным и трамвайным рельсам, металлическим люкам и колодцам; для герметизации трещин и пустот при «ямочном» ремонте автодорог; для выполнения гидроизоляционных и деформационных швов при заполнении пустот в инженерных сооружениях и асфальтобетоне.

Напомним, «Техниколь» – это 55 производственных площадок в 6 странах (Россия, Беларусь, Литва, Италия, Великобритания, Германия), 22 представитель-



ства в 18 странах, 19 учебных и 6 научных центров, укомплектованных высокотехнологичным оборудованием и квалифицированным персоналом.

«Компания последовательно расширяет спектр выпускаемой продукции, чтобы отвечать запросам строительной отрасли. Мы регулярно получаем обратную связь от профессиональных подрядчиков и знаем, что появления такой стыковочной ленты

ждали давно. Этот продукт позволит строителям дорог, мостов и других объектов дорожной инфраструктуры работать быстрее, строить качественнее», – отметил Владимир Плишкин, руководитель направления «Битумные материалы» ТН-Инжиниринг Корпорации «Техниколь».



# ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИВЕНТ НЕ ОСТАЛСЯ НЕЗАМЕЧЕННЫМ

**Н**есмотря на резкое сокращение очных отраслевых мероприятий, в Санкт-Петербурге в середине октября состоялась III Международная научно-практическая конференция «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений». Традиционно мероприятие было организовано Международной Ассоциацией Фундаментостроителей.

В первый день конференции были рассмотрены проблемы предупреждения, мониторинга и управления природных опасностей и рисков, вопросы инженерных изысканий, рационального использования территорий, применения современных технологий и материалов для защиты зданий и сооружений, второй день был посвящен производственным экскурсиям.

Среди поднятых вопросов — инженерная защита территорий объектов культурного наследия. Главный конструктор Группы компаний «ГЕОИЗОЛ» Иван Богданов поделился опытом своей организации: за 25 лет работы специалисты обеспечили инженерную защиту значительного числа архитектурных ансамблей Петербурга. Его коллега, инженер-конструктор Юлия Акулова в качестве альтернативы классическим свайным фундаментам предложила улучшать основание при помощи щебеночных свай. По мнению спикера, в отличие от других методов уплотнения грунтов метод уплотнения щебеночными сваями является наиболее экономичным, так как требует минимального набора оборудования для выполнения работ и позволяет использовать местные материалы, такие как песок, щебень, ПГС, рецикл бетона.

Роман Ларионов, заведующий лабораторией геомеханических исследований НИПИИ «Ленметрогипротранс» рассказал о геотехническом мониторинге компенсационных работ для зданий, являющихся памятниками архитектуры. Его доклад мы приводим в этом выпуске в полном объеме.

Актуальный доклад «Изучение опасных геологических процессов методами малоглубинной геофизики» на конференции представил ведущий геофизик Научно-производственного центра «Геоскан» Алексей Скобелев. Специалист отметил, что широкий диапазон физических свойств горных пород, современный уровень развития аппаратуры и методик электроразведочных, сейсморазведочных и других геофизических методов исследования, применяемых в комплексе, позволяют решать самые разнообразные задачи, встающие при про-

ектировании и возникающие при эксплуатации зданий и сооружений. В своей работе он подчеркнул, что малоглубинные методы разведочной геофизики отличаются высокой детальностью исследований сред со значительной изменчивостью физических свойств в пространстве и времени.

О защитных сооружениях с использованием искровых технологий рассказал Иван Веприяк, заведующий кафедрой, профессор Военного института (ЖДВ и ВОСО) ВА МТО ВС РФ. Докладчик представил вниманию слушателей конструкцию и теорию работы мобильного разрядно-импульсивного комплекса, который способен реализовывать полный технологический цикл по стабилизации земляного полотна — от бурения скважин для свай до устройства подпорной стенки насыпи, без перерывов в движении по транспортному объекту. Данный комплекс в настоящее время существует в виде тактико-технического задания на опытно-конструкторскую работу и предназначен для переброски в назначенные регионы и в кратчайшие сроки различными видами транспорта для выполнения задач по ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий на объектах транспорта.

Во второй день конференции состоялась техническая экскурсия, которую провел главный конструктор Группы компаний «ГЕОИЗОЛ» Иван Богданов. Первым объектом стал пешеходный Яхтенный мост, построенный специально к Чемпионату мира 2018 года. Иван Богданов рассказал гостям, как с применением технологии щебеночных свай Группа компаний «ГЕОИЗОЛ» улучшила основание для строительства оградительной дамбы в западной части Крестовского острова в рамках инженерной защиты станции метро «Зенит» и стадиона «Газпром Арена». Также были представлены особенности строительства Лахта-центра, который участники могли созерцать с Яхтенного моста.

Отдельным пунктом программы стала поездка по Западному скоростному диаметру (ЗСД), при строительстве которого специалисты Группы компаний «ГЕОИЗОЛ» выполнили большой объем работ.

Завершающим объектом экскурсии стал Пушкинский машиностроительный завод, один из ведущих производителей и поставщиков анкерных систем GEOIZOL-MP, бурового оборудования и инструмента, строительных металлоконструкций и узлов машиностроения в России. Экскурсию по заводу провел исполнительный директор по производству Константин Щапов.

# АЛЕКСЕЙ ЖУРБИН

## ОБ УСКОРЕНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ТОРМОЗЯЩИХ ФАКТОРАХ

Беседовала Регина ФОМИНА

*ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРУППЫ «СТРОЙПРОЕКТ» 2020 ГОД ОЗНАМЕНОВАЛСЯ ВЫХОДОМ НА НОВЫЕ РУБЕЖИ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В РОССИИ. ОДНАКО ЭФФЕКТИВНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ МЕШАЕТ ЦЕЛЫЙ РЯД УСТАРЕВШИХ НОРМАТИВНЫХ АКТОВ И ПОДХОДОВ. В ЭТОЙ СВЯЗИ БЕСЕДА С ГЕНЕРАЛЬНЫМ ДИРЕКТОРОМ АО «ИНСТИТУТ «СТРОЙПРОЕКТ» АЛЕКСЕЕМ ЖУРБИНЫМ ПРОШЛА В РУСЛЕ ОБСУЖДЕНИЯ ЗАКОНОТВОРЧЕСКИХ ИНИЦИАТИВ.*



**— Алексей Александрович, какие изменения претерпела Инженерная группа в уходящем году? Каковы предварительные итоги?**

— Точно итоги года станут известны к концу января. В декабре еще продолжается активная работа с заказчиками. В принципе, ожидаем, что в целом итоги года будут неплохие. Одни предполагаемые проекты отложились, другие — добавились. А главное, что для нас этот год ознаменовался началом работы по новым направ-

лениям: проектирование железных дорог, аэропортов и даже метрополитена.

К сожалению, была отложена реализация достаточно крупного контракта по проектированию железнодорожной трассы Кызыл — Курагино. Это концессионный проект. Мы победили в конкурсе, который разыгрывало ОАО «РЖД». Вместе с тем концессионер, Тувинская энергетическая промышленная корпорация, посчитал, что ситуация с пандемией — это форс-мажорное обстоятельство, и попросил приостановить проектирование. Когда процесс возобновится — непонятно.

Но, с другой стороны, началось активное проектирование скоростной автомагистрали М-12 «Москва — Казань», и сейчас по этому объекту идет напряженная работа в ускоренном режиме.

**— В чем его сложности с точки зрения проектирования?**

— Я бы не сказал, что там есть что-то запредельно сложное. Главная проблема заключается в ограниченности сроков, поскольку поставлена задача запустить движение по всей трассе уже в 2024 году. Именно поэтому в рамках этого проекта и обнажились те проблемы нашего законодательства, с которыми мы боремся уже много лет.

В частности, реальная трудность, с которой мы сейчас столкнулись — это перевод лесных угодий в статус земель транспорта. Образно говоря, можно поседеть прежде, чем это сделать.

Когда мы только начали изыскания по МТМ «Европа — Западный Китай», отметили, что «лесной вопрос» станет одним из важнейших факторов, которые повлияют на сроки проектирования. И на первом же совещании с новым вице-премьером я, в частности, обозначил это как



проблему. Однако оперативно ее решить, похоже, снова не получится.

В чем же заключается нонсенс? Если проект планировки территории разработан и утвержден, то, соответственно, уже обозначены красные линии и согласован со всеми заинтересованными ведомствами коридор прохождения новой трассы. И Рослесхоз тоже понимает, что его леса в любом случае будут переводиться в земли транспорта, но для официального перевода требует кучу бумаг и согласований. Ну почему не сделать упрощенный режим хотя бы для изысканий? Сегодня проведение изысканий весьма проблематично, ведь примерно на 40% наших участков невозможно завести технику, потому что для этого нужно вырубать деревья. А что говорить о строительстве?! Значит, мы теряем драгоценное время...

Кстати, если говорить про экологию — есть еще один проблемный момент, который я озвучивал недавно и на Съезде транспортников. Согласно Водному кодексу, для поверхностных и подземных водных объектов введены природоохранные ограничения, в том числе, в зонах санитарной охраны (ЗСО) источников питьевого водоснабжения. С этими зонами санитарной защиты водоемов ситуация доходит до абсурда. Есть запрет на сброс сточных вод не только в сам водный объект, но и на территории второго и третьего поясов зон санитарной охраны. Границы поясов ЗСО определяются расчетом в зависимости от гидрологических и гидрогеологических характеристик водных объектов, включая подземные воды. В целом это приводит к тому, что мало поставить локаль-

ные очистные сооружения. Воду сбрасывать на рельеф нельзя, так как это является сбросом в подземные водные объекты и противоречит требованиям Водного кодекса и федерального закона «Об охране окружающей среды», воду приходится уводить за пределы охранных зон. Как это сделать практически? Только строя некую закрытую канализацию, этикие многокилометровые напорные коллекторы!

К чему это ведет? Если говорить конкретно о М-12, где у нас есть три участка, то по каждому из них идет удорожание на 700–800 млн рублей. А всего на трассе восемь этапов. Соответственно, можно предположить, что на этот вид природоохранных мероприятий придется дополнительно потратить 6–7 миллиардов государственных денег. Это тоже было озвучено на уровне правительства, в том числе вице-премьеру Марату Хуснуллину.

**— Но есть же и успешный опыт дорожного строительства, например, в национальном парке Сочи, когда жесткие сроки были выдержаны. А ведь там экологические требования куда выше!**

— В этом и парадокс. Такие глобальные стройки, как транспортная инфраструктура Олимпиады или Крымский мост, состоялись в рамках намеченных сжатых сроков потому, что под них были выпущены отдельные постановления Правительства, которые позволяли упростить некие процедуры. И поскольку в итоге непредвиденного ущерба экологии никто не нанес, почему бы такой подход для ускорения процесса не распространить на все объекты строительства?

### — Что этому мешает?

— Устаревшая законодательная база. Еще Дмитрием Медведевым было подписано постановление, задача которого — отменить все избыточные и устаревшие нормативные акты, так называемая «регуляторная гильотина». С этой целью при Аналитическом центре Правительства России были созданы рабочие группы с участием бизнеса. Я участвую в рабочей группе по строительству и ЖКХ.

В рамках «регуляторной гильотины» нашей рабочей группой осуществляется попытка убрать избыточные процедуры, которые мешают строительству и ЖКХ в принципе. Рассматриваем десятки документов — одни «бракуем», другие согласовываем, третьи отправляем на доработку.

Кстати, недавно была встреча нового министра строительства с нашей рабочей группой. Радует, что Ирек Энварович Файзуллин действительно в теме — в прошлом он и проектировщик, и дорожник, возглавлял Минстрой Татарстана. Между прочим, он говорил, что нужно возвратиться к «старым добрым временам», когда все изменения на стадии строительства согласовывались путем записи ГИПом в журнале авторского надзора. Сейчас даже трудно себе представить, что так просто все это было.

В прошлом году с подачи профессионального сообщества в Минстрое поднимался вопрос о поправках в Градостроительный кодекс, которые узаконили бы статус рабочей документации, а дальше, как логичное продолжение предлагалось, чтобы Ростехнадзор проверял строительство не по проектной, а по рабочей документации. Однако после прохождения некоего круга согласований с федеральными органами исполнительной власти это превращалось в процедуру еще более сложную. Так, пытались прописать, что в случае изменений в проектной документации на повторную экспертизу надо будет отправлять и проектную, и рабочую документацию.

Мы полностью отвергли законопроект Минстроя и рекомендовали рассмотреть в качестве основного вариант, подготовленный ПАО «Мостотрест» (ныне АО «Дороги и мосты») совместно с нами, с профессиональным сообществом. Там обозначается очень важный момент, который как раз и «бьет в точку» — и, я полагаю, вызовет серьезное противодействие. Мы настаиваем, чтобы в заключении Госэкспертизы указывался определенный набор параметров объекта, влияющих на его надежность, безопасность и эксплуатационные свойства. Если при строительстве что-либо из этого списка изменяется, только тогда требуется повторная экспертиза.

### — А кто будет это оценивать?

— Это вопрос дискуссионный. Он также может решаться в рамках или проектного, или экспертного сопровождения. Есть очевидные вещи, ответственность за которые точно может взять на себя заказчик совместно с проектировщиком. Вот пример из практики Мостотреста, который коллеги приводили уже не раз. Для ускорения твердения бетона строитель решил применить его повышенный класс. Опоре моста с точки зрения качества от этого будет только лучше. С одной стороны, использован более дорогой материал. С другой стороны, получается экономия на сроках, в чем подрядчик видит для себя сопутствующую выгоду. Но Ростехнадзор даже в этом случае говорит: «Нет, вы меняете класс бетона, идите в повторную экспертизу».

Допустим, при замене диаметра или типа свай проектировщик делает расчеты и, несомненно, в случае возникновения проблем будет нести за них ответственность, но это явно не меняет параметров объекта, его потребительских свойств. Это не тот уровень изменений, когда планировали построить 6-полосную скоростную автодорогу, а построили 2-полосную 4-й категории. Если же подрядчик ради своего удобства предлагает поменять материалы или конструкции, которые не ухудшают потребительских свойств объекта, — конечно, такие вопросы должны решаться гораздо быстрее. Особенно если это способ ускорения важного в масштабах страны строительства.

### — Вы выступаете с законодательными инициативами уже более десяти лет. Что-то удалось сдвинуть с места за эти годы?

— Первый раз свои предложения по реформированию нормативной базы я представил в Росавтодор по просьбе его руководства еще 13 лет назад.

Из того, что хоть немного сдвинулось — это поправки в Градкодекс по поводу внесения изменений на стадии строительства. Ничего радикального, конечно, не произошло, но, во всяком случае, появилось понятие проектного и экспертного сопровождения. Поясню. Проектное сопровождение — это когда изменения согласовываются заказчиком и проектировщиком, а экспертное — когда они же направляются еще и в Главгосэкспертизу, где не будет рассматриваться снова весь проект, а только предложенные изменения. Например, конкретная замена буронабивных столбов на сваи призматические.

На самом же деле очень хотелось бы, чтобы экспертного сопровождения вообще не было. Вполне достаточно проектного — того, что было раньше, до Градкодекса в его сегодняшнем виде. Но сегодняшний Заказчик уже привык к тому, что решения принимаются за него. И в этом смысле Госэкспертиза — очень удобная система,



Мост Бетанкура

позволяющая «отбиваться» от проверяющих органов и не нести ответственности самому.

**— А как насчет недавнего обледенения вант на Русском мосту, проект строительства которого тоже был утвержден в Главгосэкспертизе?**

— Это, безусловно, очень интересная тема. Действительно, Главгосэкспертиза дала положительное заключение по проекту. И в этом смысле и Заказчику плюс, и генпроектировщику. Однако у нас ведь нигде в нормативах не прописаны требования учета обледенения вант, поскольку даже для Владивостока такое явление необычно. Если подобное будет повторяться — тогда надо будет это учитывать в нормативно-технической базе... Хуже не будет. Главное, чтобы не получилось, как часто у нас бывает — единые нормы что для Средней полосы, что для Дальнего Востока и Крайнего Севера.

**— Сейчас в дорожной отрасли на слуху также законодательские инициативы Стройпроекта по поправкам к 44-ФЗ...**

— Это то, о чем мы многие годы говорили. Уменьшить порог демпинга с 25 до 10%. Ввести, для проектирования, как минимум, двухэтапные торги, на которых сначала рассматривается квалификация участников, а уже потом — ценовые показатели. Но самое смешное, что все сейчас планируется сделать наоборот. Минфин выступил с инициативой — опять же, под знаком ускорения процедур — отказаться от идеи двухэтапных торгов и конкурентных переговоров. Зачем и для чего это делается — непонятно. Если в 44-м законе описано пять возможных процедур, это же не заставляет заказчика использовать обязательно двухэтапные торги или конкурентные переговоры. Он сам может выбирать. В

каких-то случаях для важных и особо ответственных объектов именно это процедура и нужна.

Странности по-прежнему происходят и с ценообразованием, сколько бы уже об этом не говорили. Было даже поручение Президента РФ обновить сметную нормативную базу в области дорожного строительства. Однако стало только хуже. По нашим расчетам, в среднем обновленная нормативная база — 2020, по сравнению с предыдущей, 2017 года, дает снижение до 5–7%, а в некоторых случаях — до 10%. А ведь говорили о том, что подрядчики гибнут, потому что расценки ниже реальных рыночных цен, как минимум на 10–15%!

Вероятно, чиновники отрапортовали, что все сделано, да еще и удастся сэкономить. А то, что отрасль продолжит разваливаться, только еще более ускоренными темпами — за это никто ответственности не несет, ведь у нас гипотетически за дорожников отвечают Минтранс и Росавтодор, а ценообразованием занимается Минстрой. Но он ответственности за состояние дорожной отрасли не несет.

**— Есть ли у вас новые инициативы?**

— Я бы хотел сказать не только о проблемных направлениях, но и об инновационных. Получило поддержку, в том числе на уровне Главгосэкспертизы, наше предложение создать единую отраслевую информационную базу. Как это уже сделано для населения — многофункциональные центры. По сути, такие же «Мои Документы», но — в строительстве.

На сегодняшний день, когда заказчик переложил большую часть своей работы на проектировщика, огромное количество времени нами тратится не столько на проектирование, сколько на согласование разных вопросов. В основном это связано с территориями, на которых действуют особые условия, начиная с природоохранных.



Мост Бетанкура (вид сверху)

Причем выявить их иногда сложно, нередко даже местные власти не очень хорошо знают, что у них и в каком статусе охраняется, где проходят границы и т. д.

Наше предложение заключается в том, что все такие территории с особыми условиями охраны необходимо внести в государственную базу, которая должна быть общедоступна.

**— Будем надеяться, что наступающий год все-таки станет переломным в решении основных проблем российских проектировщиков. Кстати, на днях Инженерная группа «Стройпроект» получила замечательный подарок от Национального объединения изыскателей и проектировщиков. По итогам VII Международного профессионального конкурса НОПРИЗ ваш мост Бетанкура в Санкт-Петербурге стал победителем в номинации «Лучший проект инженерной и транспортной инфраструктуры», с чем вас и поздравляем!**

— Спасибо. Высокая оценка нам, конечно, приятна. С точки зрения проектирования — это один из наших вантовых мостов, который относится к уникальным сооружениям из-за наличия пролета величиной более 100 м. Уникальна и его сложная конфигурация — переход запроектирован на кривой в плане и профиле с общей длиной 1200 м.

По-особому радует и то, что мост, сданный в преддверии Чемпионата мира по футболу, полюбили сами петербуржцы. А функционально он обеспечил кругло-

суточную и круглогодичную автодорожную связь Васильевского острова с Петроградским районом. С этой точки зрения транспортная ситуация там улучшилась революционно.

**— 2020 год завершается. Что бы вы хотели пожелать коллегам в новом году?**

— Я желаю каждому, прежде всего, без потерь пережить сегодняшние тяжелые времена — с точки зрения и собственного здоровья, и бизнеса. Я, как всегда, — оптимист и уверен, что мы победим эту пандемию и заживем, как раньше. А пока у нас в Институте около двух третей сотрудников продолжает работать на «удаленке».

Хочу сказать спасибо нашему управлению информационных технологий. Практически никто из работающих дистанционно не почувствовал серьезных технических проблем. На рабочих показателях этот переход не отразился. Мы сориентировались в сложившейся ситуации оперативно и самое сложное время пережили достаточно легко.

Желаю коллегам, чтобы и у них подобные вопросы решались благополучно. Впереди — новые проекты!



# ЧТО НА САМОМ ДЕЛЕ ТОРМОЗИТ РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО МОСТОСТРОЕНИЯ?

А.А. СЕРГЕЕВ,

к. т. н., генеральный директор

ООО «Нормативно-Испытательный Центр «Мосты», Москва

В.И. ЗВИРЬ,

главный специалист Филиала АО ЦНИИС «НИЦ «Мосты», Москва

Ю.В. НОВАК,

к. т. н., заместитель генерального директора, главный инженер АО ЦНИИС, Москва

*В ЖУРНАЛЕ «ДОРОГИ. ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ», №85 (МАЙ 2020 ГОДА) В РАЗДЕЛЕ «ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ» ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ООО «НПЦ МОСТОВ» В.С. АГЕЕВ ИЗЛОЖИЛ СВОИ СООБРАЖЕНИЯ О СОСТОЯНИИ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ В МОСТОСТРОЕНИИ В СВЕТЕ ВНЕСЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В СП 35.13330.2011 «МОСТЫ И ТРУБЫ. АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ РЕДАКЦИЯ СНИП 2.05.03-84\*» И СП 46.133300.2012 «МОСТЫ И ТРУБЫ. АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ РЕДАКЦИЯ СНИП 3.06.04-91». СТАТЬЯ ОПУБЛИКОВАНА ПОД ГРОМКИМ НАЗВАНИЕМ «ПОЧЕМУ МЫ НЕ ХОТИМ ДВИГАТЬСЯ ВПЕРЕД?». ОЗНАКОМИВШИСЬ С НЕЙ И ПОДРОБНО ИЗУЧИВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ АО ЦНИИС И ДРУГИХ ПРОФИЛЬНЫХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ, НА ОСНОВАНИИ КОТОРЫХ БЫЛИ ВНЕСЕНЫ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СП 35.13330.2011 И СП 46.13330.2012, МЫ РЕШИЛИ ОТВЕТИТЬ В.С. АГЕЕВУ НА ПОСТАВЛЕННЫЙ ИМ ВОПРОС И ОБЪЯСНИТЬ РОССИЙСКИМ МОСТОСТРОИТЕЛЯМ, ЧЕМ РУКОВОДОВАЛИСЬ АВТОРЫ ВЫШЕУКАЗАННЫХ СВОДОВ ПРАВИЛ ПРИ ВНЕСЕНИИ В НИХ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ.*

**П**ренебрежительное отношение к нормативной базе СССР высшего руководства России привело к серьезным проблемам в строительной отрасли. Сначала было заявлено, что СНиПы необходимо отменить, потом передумали и решили, что их все-таки следует оставить. Были утверждения, что целесообразно полностью отказаться от отечественной нормативной базы и перейти на европейские нормы. Вследствие этого начался массовый перевод европейских стандартов, которые тут же приобретали статус российских ГОСТов. В результате эти ГОСТы практически не используются, так как в них заложено применение в строительстве импортного оборудования и материалов, которые не производятся в России и стоят недешево. Такая тенденция «разброда и шатания» на государственном уровне продолжается и поныне. В итоге

полностью остановлены исследования новых материалов и разработка новых технологий, а в результате — дальнейшее развитие отечественных нормативных документов (СНиПов и ГОСТов). Для создания видимости разработки российских норм советские СНиПы переименовали в Своды Правил, то есть попросту сменили обложки. Научное сообщество, занимающееся разработкой нормативных документов, с ужасом наблюдает за тем, что сейчас происходит в области транспортного строительства и изо всех сил старается препятствовать попаданию в нормы «инновационных» технологий и материалов, пришедших к нам из-за рубежа и не прошедших всесторонних исследований для применения в мостовых конструкциях на территории России. В значительной степени это касается районов крайнего Севера с предельно низкими среднегодовыми температурами.

Подобным продвижением «инновационных» технологий, не апробированных должным образом в России, и занимается В.С. Агеев, автор статьи «ПОЧЕМУ МЫ НЕ ХОТИМ ДВИГАТЬСЯ ВПЕРЕД?». В своей публикации он предъявляет претензии авторам-разработчикам СП 35.13330.2011 и СП 46.13330.2012 и философски обращается к читателям с вопросом, возможно ли движение вперед в мостостроении без его предложений, которые он считает актуальными. Он ставит под сомнение технологию снятия внутренних напряжений и остаточных деформаций в монтажных стыках стенок балок и в комбинированных стыках пролетных строений мостов, где после сварки стыков поясов развинчивают часть болтов в стенке. В своей статье В.С. Агеев возмущается исключением из Сводов Правил на проектирование и строительство мостов ГОСТ Р 52643-2006 — ГОСТ Р 52646-2006 «Болты и гайки высокопрочные и шайбы для металлических конструкций» и отклонением новых ГОСТ 32484.1 — ГОСТ 32484.6 «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные», разработанных ООО «НПЦ Мостов». Руководитель ООО «НПЦ Мостов» также высказывает недовольство внесением в СП 35.13330.2011 и СП 46.13330.2012 ГОСТ Р 53664-2009 «Болты высокопрочные цилиндрические и конические для мостостроения. Гайки и шайбы к ним. Технические условия». Кроме этого, В.С. Агеев сетует на отсутствие в мостовых Сводах Правил на проектирование и строительство нормативных требований по подготовке контактных поверхностей фрикционных соединений с коэффициентом трения ниже  $\mu=0,58$  по аналогии с европейскими нормами. Также он жалуется на минимальное количество способов заводской подготовки контактных поверхностей с защитным покрытием на основе этилсиликатных грунтовок, эпоксидных и полиуретановых материалов в мостовых Сводах Правил и проч.

### О КОМБИНИРОВАННЫХ СТЫКАХ

Важным препятствием для внедрения «современных технологий» в устройство фрикционных соединений на высокопрочных болтах В.С. Агеев считает применение метода ослабления натяжения части болтов или полной разборки болтового соединения в комбинированных стыках балок пролетных строений после сварки стыков нижних и верхних поясов.

А мы, основываясь на огромном практическом опыте сборки и сварки металлоконструкций пролетных строений мостов, наоборот, уверены, что этот метод не только снимает опасность потери устойчивости стенки балки в зоне болтового соединения, но и в большей (и

основной) степени снимает напряжения растяжения в сварных соединениях поясов. То, что В.С. Агеев предлагает при проектировании пролетных строений увеличивать толщину стенки и устанавливать дополнительные ребра жесткости, в конечном итоге не уменьшит напряжений от сварки в соединениях, а только увеличит материалоемкость конструкций. Для снижения этих напряжений при разработке технологических регламентов авторами-разработчиками Сводов Правил предусматриваются конкретные способы сварки этих стыков с пониженной погонной энергией — например, ручная дуговая или механизированная сварка в смеси газов.

Известно, что величину деформации (внутренних напряжений) определяет погонная энергия сварки.

Например, угловую деформацию определяют по формуле:

$$\beta = \frac{13,6 \cdot 10^{-6} \cdot q_n}{S^2},$$

где  $q_n$  — погонная энергия, которая в свою очередь определяется так:

$$q_n = \frac{0,24 \cdot u \cdot j \cdot h}{v_{св}},$$

где  $u$  — напряжение на дуге,  $j$  — сила тока.

Продольное укорочение поясного шва определяют следующим образом:

$$\Delta l = 3,53 \cdot 10^{-6} q_n \cdot \frac{l}{F}.$$

Так что во всех случаях необходимо стремиться к снижению погонной энергии сварки  $q_n$ . Например при ручной дуговой сварке сила тока составляет  $j_{св}=160$  А, а при автоматической под флюсом  $j_{св}=550$ А.

Постановка дополнительных ребер жесткости и увеличение толщины стенки снижают только вероятность образования хлопнунов в верхней части стенки (то есть потерю устойчивости стенки), но не снимают напряжений растяжений в поясах балки от сварки.

Конечно, невозможно регламентировать в Сводах Правил все известные методы сборки комбинированных стыков монтажных блоков пролетных строений мостов. Для этого необходим другой регламентирующий документ, например, СТО.

У нас есть основания сомневаться в компетентности В.С. Агеева в вопросах внутренних напряжений, возникающих в сварных мостовых конструкциях. Такой вывод мы делаем на основании его негативного опыта работы на строительстве моста на остров Русский через пролив Босфор Восточный. Всем участникам строительства этого объекта хорошо известно, с какими проблемами столкнулся тогда подрядчик при монтаже





Рис. 1. Общий вид моста на о. Русский через пролив Босфор Восточный

блоков балки жесткости вантового пролетного строения — сварные швы блоков балки жесткости, изготовленные по технологическому регламенту В.С. Агеева на сборку и сварку этих металлоконструкций, неизменно покрывались трещинами. Данный регламент был признан негодным, и АО ЦНИИС разработало новый технологический регламент, благодаря которому мост был построен в требуемые сроки и успешно эксплуатируется (рис. 1 и 2).

Экспериментально доказано, что при натяжении высокопрочных болтов на проектное усилие, нанесенная на поверхность болтов смазка частично теряет свои антифрикционные свойства. На черных болтах она наносится в растворе бензина, а на болтах с защитным цинк-ламельным покрытием — дополнительным слоем толщиной до 5 мкм.

Профессионалы-мостовики хорошо об этом знают и поэтому при повторном применении черных болтов осуществляют дополнительную смазку резьбы, а для болтов с защитным покрытием увеличивают на 10 % крутящий момент.

Следует отметить, что в комбинированных стыках пролетных строений первоначально болтовые соединения стенки собирают с усилием натяжения 50-70% от проектного, а в верхних рядах болты затягивают «от руки», что не нарушает антифрикционные свойства покрытия болта. Затем, в относительно короткий период времени после сварки стыковых соединений болты дотягивают до проектного усилия. В этом случае отпадает необходимость в повторной смазке резьбы и корректировке крутящего момента натяжения болтов.

## О НОВЫХ СТАНДАРТАХ НА ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БОЛТЫ

При разработке норм проектирования стальных конструкций мостов для фрикционных болтовых соединений авторы мостовых Сводов Правил прежде всего



Рис. 2. Монтажный блок балки жесткости руслового пролетного строения моста на о. Русский через пролив Босфор Восточный

ориентировались на конструкцию, размеры и механические свойства высокопрочных болтов, гаек и шайб, изготавливаемых по ранее действовавшему отечественному стандарту ГОСТ 22353-77 — ГОСТ 22356-77 «Болты и гайки высокопрочные. Шайбы» с учетом увеличения толщины опорной шайбы до 6,0 мм.

В 2008 году Федеральным агентством Росстандарт был введен новый стандарт на высокопрочные болты, гайки и шайбы ГОСТ Р 52643-2006 — ГОСТ Р 52646-2006, а затем в 2015 году он был заменен на ГОСТ 32484.1 — ГОСТ 32484.6. Стандарты 2008 г. и 2015 г. были разработаны ООО «НПЦ Мостов» (В.С. Агеевым) и предназначались для всех металлических конструкций, в том числе и мостовых. Геометрические параметры высокопрочных болтов, гаек и шайб по этим стандартам практически полностью повторяли параметры болтов европейских стандартов и отличались в худшую сторону от ГОСТ 22353-77-ГОСТ 22356-77.

Например, в новом ГОСТ 32484.1 — ГОСТ 32484.6, как и в предыдущем ГОСТ Р 52643 — ГОСТ Р 52646 для высокопрочных болтов М22, самых массовых в металлическом мостостроении, были занижены диаметр опорной шайбы болта с  $d_2=50$  мм до  $d_2 = 42-44$  мм и ее толщина с  $h = 6,0$  мм до  $h = 3,4-4,6$  мм. Кроме этого, был уменьшен радиус галтели под головкой болта с 2,5 до 1,5 мм по сравнению с ГОСТ 22353-77 — ГОСТ 22356-77.

Необходимо отметить, что указанные в отмененном ГОСТ 22353-77-ГОСТ 22356-77 геометрические параметры высокопрочных болтов были получены опытным путем на основании многолетних исследований, а также благодаря анализу аварийных ситуаций, причиной которых являлось разрушение болтовых соединений, особенно в стыках железнодорожных пролетных строений. За время действия отмененного ГОСТ 22353-77 — ГОСТ 22356-77 отказов в болтовых соединениях пролетных строений мостовых сооружений не было, как не было и смысла копировать европейские стандарты

и выпускать ГОСТ Р 52643 – ГОСТ Р 52646, а затем и ГОСТ 32484.1 – ГОСТ 32484.6!

Многие мостовые проектные организации включили этот новый стандарт в разработанную ими проектную документацию, не вникая в конструктивные особенности этих изделий и не имея научно-технического обоснования применения новых стандартов.

В переработанных ГОСТ 32484.1 – ГОСТ 32484.6 В.С. Агеевым продублированы, а точнее сказать, скопированы с европейских норм все основные конструкционные характеристики высокопрочных метизов и не учтены повышенные требования к проектированию фрикционных соединений с учетом допусков по геометрии болтовых отверстий и направлению действия усилий.

Необходимо отметить, что в соответствии с конструктивными особенностями высокопрочных метизов в европейских нормах на проектирование стальных конструкций введены требования по расчету фрикционных соединений. Так в EN 1993-1-8-2005 несущую способность на сдвиг поверхностей трения, стянутых одним болтом класса прочности 10.9, определяют по формуле:

$$F_{S,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu \cdot F_{p,S}}{\gamma_{m3}}$$

где  $k_s$  – коэффициент, учитывающий форму отверстия и зазор между телом болта и поверхностью отверстия, который определяется по таблице 1 и может составлять от 1,00 до 0,63;  $n$  – количество контактных поверхностей трения соединяемых элементов;  $\mu$  – коэффициент трения;  $F_{p,S}$  – усилие натяжения болта;  $\gamma_{m3}$  –

**Таблица 1.**  
**Значение  $k_s$  (см. EN 1993-1-8-2005 табл. 3.6)**

Описание	$k_s$
Болты, установленные в нормальные отверстия	1,00
Болты, установленные в отверстия с большим зазором или в короткие овальные отверстия при передаче усилия перпендикулярно продольной оси отверстия	0,85
Болты, установленные в длинные овальные отверстия при передаче нагрузки перпендикулярно продольной оси отверстия	0,7
Болты, установленные в короткие овальные отверстия при передаче нагрузки параллельно продольной оси отверстия	0,76
Болты, установленные в длинные овальные отверстия, при передаче нагрузки параллельно продольной оси отверстия	0,63

коэффициент надежности для соединения равный 1,25 (см. EN 1993-1-1-2007 таблица 8.1).

По сравнению с европейскими нормами в отечественных нормативных документах СП 35.13330.2011 расчетное усилие  $Q_{bh}$ , воспринимаемое каждой поверхностью трения элементов, стянутых одним болтом, определяют по формуле:

$$Q_{bh} = \frac{P \cdot \mu}{\gamma_{B\alpha}}$$

где  $P$  – усилие натяжения болта;  $\mu$  – коэффициент трения;  $\gamma_{B\alpha}$  – коэффициент надежности, учитывающий количество установленных болтов и способ подготовки контактных поверхностей.

Как видно из расчета, в формуле отечественного стандарта отсутствует коэффициент  $k_s$ , учитывающий зазор и форму отверстия в болтовом соединении. Этот показатель компенсирует конструкция опорной шайбы, изготавливаемой по ГОСТ 22355-77, а затем и по ГОСТ Р 53664-2009. При передаче нагрузки параллельно продольной оси отверстия (болта) необходимо учитывать также радиус галтели под головкой высокопрочного болта, так как болт в данном случае работает на выносливость.

После отмены ГОСТ 22353-77-ГОСТ 22356-77 и введение в действие ГОСТ Р 52643 – ГОСТ Р 52646, разработанных ООО «НПЦ Мостов», специалисты-мостовики были вынуждены разработать ГОСТ Р 53664-2009 «Болты высокопрочные цилиндрические и конические для мостостроения. Гайки и шайбы к ним. Технические условия» с учетом сохранения основных конструктивных требований на цилиндрические болты, которые были приведены в ГОСТ 22353-77, ГОСТ 22354-77 и ГОСТ 22355-77 во избежание аварийных ситуаций при эксплуатации пролетных строений мостов.

В первую очередь эти требования относятся к конструкции и размерам шайб для высокопрочных болтов М22, М24 и М27. Например, для болтовых соединений с болтом М22 толщина шайбы была дополнительно увеличена до 6,0 мм при соответствующем размере ее диаметра. Например, ОАО «РЖД» допускает применение высокопрочных болтов в стыках металлических пролетных строениях железнодорожных мостов только с шайбами диаметром не менее 50 мм.

Огромная опасность заключается в том, что в последние годы многие проектные организации, не разобравшись в сложившейся ситуации, стали применять в своих проектах фрикционные соединения на высокопрочных болтах, изготовленных по ГОСТ Р 52643-2006, осуществляя расчет этих соединений по методике, из-

**Таблица 2.**  
**Требования к размерам отверстий во фрикционных соединениях в СП 35.13330.2011 (см. табл. 8.40)**

Группа соединений	Номинальный диаметр отверстий, мм, во фрикционных соединениях при диаметре болтов, мм		
	M22	M24	M27
Стыки и прикрепления основных несущих элементов и связей, определяющие проектное положение конструкций	23–25	25–28	28–30
Прикрепления: связей, не определяющих проектного положения конструкций; стыковых накладок (рыбок) поясов продольных балок; тормозных связей и горизонтальных диафрагм проезжей части	23–28	25–30	28–33

ложенной в СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\*», что может привести к фактическому снижению несущей способности фрикционных соединений. Это относится к стыкам, где зазоры в болтовых соединениях могут превысить номинальный, более чем на 3,0 мм (см. таблицу 2) или при райберовке (рассверливании) отверстий на монтаже. Также это относится к стыкам, где нагрузка направлена параллельно оси болта, например, в местах прикрепления балок проезжей части решетчатых пролетных строений железнодорожных мостов к несущим конструкциям ферм.

Если сопоставить отечественную методику расчета несущей способности фрикционных соединений с европейскими нормами EN 1993-1-8:2005, то фактическое снижение несущей способности фрикционных соединений может составить от 15 до 30% в зависимости от величины зазора и формы отверстия под высокопрочный болт. А если учитывать направление передачи нагрузки относительно оси отверстия, где не учитывали работу болтов на выносливость, то потребуются дополнительные исследования и проведение мониторинга построенных пролетных строений мостов.

## О КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ ФРИКЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

При расчете усилий во фрикционных соединениях на высокопрочных болтах в отечественных нормативных документах принимают за основу разрушающую нагрузку, которую определяют на образцах при различных способах обработки контактных поверхностей. Соответственно, именно по этой нагрузке определяют коэффициент трения. Поэтому стыки с дробеструйной или пескоструйной обработкой поверхности без нанесения фрикционной грунтовки или с последующим нанесением грунтовки на этилсиликатной основе имеют коэффициент трения  $\mu=0,58$ .

В.С. Агеев настойчиво продвигает методику расчета по европейским нормам, где за основу принимают первоначальную нагрузку при сдвиге поверхностей на 0,15 мм с коэффициентом трения  $\mu=0,4$ , а затем разрушающую нагрузку, где коэффициент трения принят  $\mu=0,5$ , объясняя это нестабильностью результатов при испытании образцов на коэффициент трения.

Специалисты профильных научно-исследовательских организаций совместно с мостостроительными компаниями выполнили многочисленные экспериментальные работы по выявлению причин нестабильности значений коэффициента трения во фрикционных соединениях на высокопрочных болтах. Результаты ис-



*Рис. 3. Образцы с контактными поверхностями, обработанными дробеструйным способом и покрытые протекторной грунтовкой ЦВЭС перед испытанием на прессе*

## ЭКСПЕРТНОЕ МНЕНИЕ

пытаний таких соединений опубликованы в отраслевых журналах.

Были выполнены испытания соединений с контактными поверхностями, обработанными дробеструйным способом без нанесения защитного покрытия и с покрытием протекторной грунтовкой ЦВЭС, а также с корундовым наполнителем грунтовки ЦВЭС (рис. 3).

Опытно-экспериментальные работы показали следующее:

**1** Коэффициент трения во фрикционных соединениях на высокопрочных болтах в первую очередь зависит от способа обработки контактных поверхностей дробеструйным способом до нанесения защитного покрытия. Гарантированной считается поверхность, обработанная колотой дробью фракцией 0,2–0,8 мм при определенной технике обработки. Основное требование заключалось в расположении сопла дробеструйного аппарата на расстоянии около 20–30 см и под углом 60–75° к очищаемой поверхности. А в процессе нанесения грунтовки ЦВЭС безвоздушным способом аппаратом высокого давления сопло распылителя располагали на расстоянии не более 30–40 см и под углом 90°.

**2** Основным фрикционным материалом, обеспечивающим коэффициент трения, является цинк, входящий в цинконаполненные грунты на этилсиликатной основе. Содержание цинка в грунте должно составлять не менее 90%.

Если на отдельных заводах при испытании контрольных образцов получают значения коэффициента трения ниже  $\mu=0,58$ , это означает, что контактные поверхности обработаны с нарушением требований норм. Такие образцы будут показывать низкие значения коэффициента трения как с защитным покрытием, так и без него.

Ранее разработанные нормы СТП-006-97 регламентируют при пескоструйной обработке сопло располагать на расстоянии 10–15 см под углом 50–75° к очищаемой поверхности и применять только кварцевый песок фракцией 0,6–2,5 мм. Такая технология обработки контактных поверхностей обеспечивает стабильный коэффициент трения  $\mu=0,58$ . Следовательно никому и в голову не придет идея занижать расчетный коэффициент трения только из-за того, что строители могут использовать не тот песок или сопло располагать дальше 15 см от обрабатываемой поверхности металла (рис. 4).

В СП 35.3330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\*» коэффициент трения

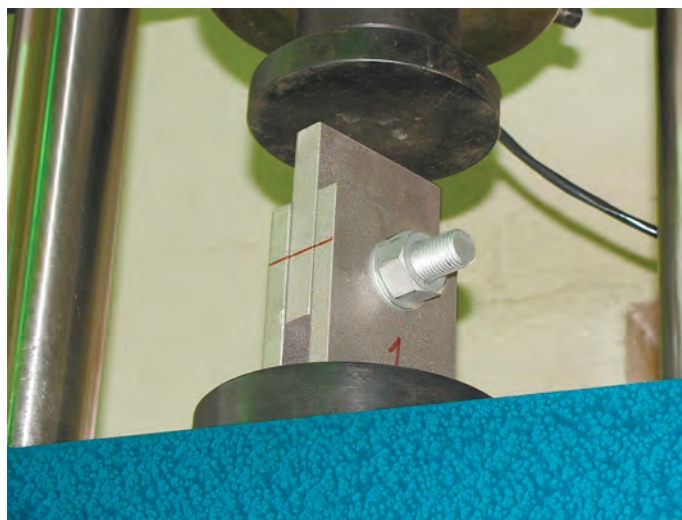


Рис. 4. Образец на прессе

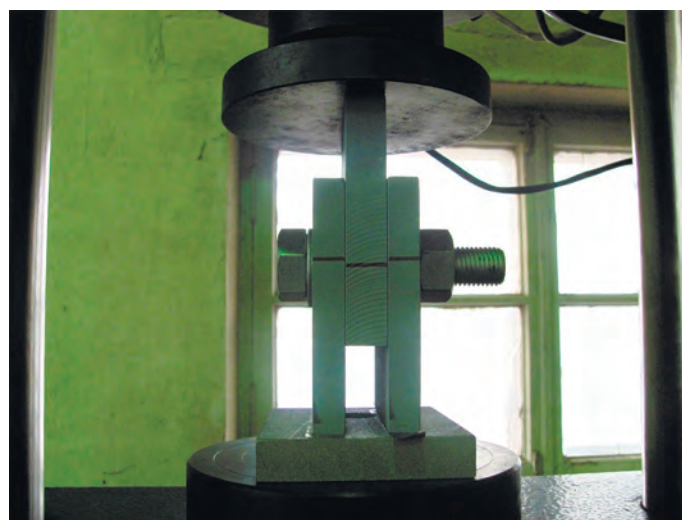


Рис. 5. Образец после приложения нагрузки. Произошло смещение фрикционных поверхностей

определяют по разрушающей нагрузке при сдвиге поверхностей. Отечественные нормы отражают фактическое значение коэффициента трения, особенно при использовании фрикционных соединений с защитными контактными поверхностями цинкэтилсиликатными грунтовками.

Эксперименты с соединениями на цинкэтилсиликатной основе показали, что значения коэффициента трения не меняются после сдвига поверхностей на 0,15 мм (рис. 5).

Однако если фрикционное соединение состоит из незащищенных поверхностей, то при сдвиге контактных

поверхностей на величину 0,15 мм и более коэффициент трения снижается до 30%. Практически такое соединение перестает работать во фрикционном состоянии и переходит в контактное, то есть расчет выполняют на смятие поверхности отверстия.

В СП 35.13330.2011 при расчете усилия сдвига каждой поверхности, а также усилия натяжения высокопрочных болтов и их количества во фрикционных соединениях во всех формулах имеются соответствующие коэффициенты надежности (запаса прочности):

- $\gamma_{bh} = 1,2-1,4$  создает запас от 20 до 40% и учитывается в зависимости от количества болтов в полустыке;

- $\gamma_{\eta bh} = 0,95$  создает запас 5% и учитывает усилие натяжения болта по крутящему моменту;

- $m = 0,9$  создает запас 10% и учитывает условия работы болта в зависимости от действия продольной силы, проходящей через центр тяжести соединения.

Именно поэтому предусмотренные в расчете коэффициенты надежности перекрывают разницу усилий между предельным сдвигом и сдвигом на 0,15 мм, которые учитываются в Еврокодах.

В большинстве поставленных В.С. Агеевым. вопросах просматривается его неудержимое стремление перевести отечественное мостостроение на европейские нормы.

Вот, что сказал по поводу введения соединений с коэффициентом трения  $\mu = 0,2-0,5$  и учета усилия сдвига на 0,15 мм в мостовые Своды Правил в свое время (01.02.2013 г.) ветеран отечественного мостостроения, в прошлом директор Борисовского ЗММК, а затем руководитель лаборатории стальных мостов АО ЦНИИС Кручинкин Алексей Васильевич:

**«НПЦ МОСТОВ» не компитентен в ряде вопросов. Считаю его работу бесполезной. Мне кажется, НПЦ придумывает себе занятия и попутно выбивает для себя средства к существованию».**

Что означает для российского мостостроения переход с отечественных норм на европейские? Это значит – предать забвению все лучшие наработки наших соотечественников-мостовиков в угоду «специалисту» В.С. Агееву, которому безразлична судьба отечественного мостостроения и который занимается только переписыванием (копированием) европейских стандартов.

Эта история по продвижению европейских стандартов в российском мостостроении является лишь частным случаем. Повсеместно наблюдается тенденция к уничтожению отечественных наработок в мостостроении в угоду заграничному менеджменту только на том основании, что они были разработаны в СССР. А ведь именно во времена СССР был накоплен бесценный, почти вековой (!) опыт разработки нормативных доку-

ментов для мостостроения, во многом благодаря колоссальным материальным средствам, ежегодно выделявшимся на проведение исследований.

После распада СССР финансирование научных исследований свелось к нулю. Незаинтересованность государства в развитии отечественных нормативных документов привела к тому, что в профильных министерствах и технических комитетах почти не осталось специалистов по мостостроению, способных оценить адекватность утверждаемых нормативных документов. В последние три десятилетия исследований новых технологий и материалов для мостостроения практически не ведется. Нормы продолжают актуализировать и выпускать на тендерной рыночной основе, разработкой часто занимаются организации без соответствующего опыта и знаний, не способные выполнить необходимые исследования. Продолжается планомерное лоббирование зарубежных производителей изделий, материалов и технологий (в том числе и в железнодорожном мостостроении) путем копирования и внедрения зарубежных нормативных документов, в частности введения новых ГОСТов, являющихся переводом Еврокодов, без проведения исследований для определения возможности их применения в мостовых конструкциях на территории Российской Федерации.

Специфика проектирования и строительства качественных и безопасных мостовых сооружений в России требует централизованной организации исследований потребительских свойств новых инновационных материалов и технологий, предлагаемых на рынке. Следует заново создать центральный и единственный в стране научно-исследовательский институт или центр по мостостроению, в который бы вошли профильные специалисты и научно-исследовательские организации. Именно этот центр должен будет заниматься корректировкой и разработкой нормативной документации для мостостроения Российской Федерации по заказам профильных Министерств, Росавтодора и РЖД, а также решением проблем, возникающих при проектировании и строительстве мостовых сооружений в любой точке России.

Если ситуация не изменится, в ближайшее время, даже при возобновлении финансирования, уже будет некому и негде проводить исследования, и мы будем полностью зависеть от импортных материалов и технологий.

А на вопрос В.С. Агеева «ПОЧЕМУ МЫ НЕ ХОТИМ ДВИГАТЬСЯ ВПЕРЕД?» в ответ мы можем сказать только одно: **«Мостостроение будет двигаться вперед, но без учета советов генерального директора ООО «НПЦ Мостов» В.С. Агеева!»** ■



## АЛЕКСЕЙ ВАРЯТЧЕНКО О ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ

Беседовала Полина БОГДАНОВА

**В КОНЦЕ ПРОШЛОГО ГОДА ФАУ «РОСДОРНИИ» ЗАПУСТИЛО ЕДИНЫЙ ЦИФРОВОЙ ПОРТАЛ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЙ СОБОЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ИНСТРУМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦПРОЕКТА «БКАД». О ВНЕДРЕНИИ НОВОЙ СИСТЕМЫ И ДРУГИХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РАЗРАБОТКАХ ВЕДУЩЕГО ОТРАСЛЕВОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАССКАЗАЛ ЕГО ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР АЛЕКСЕЙ ВАРЯТЧЕНКО.**

— Алексей Павлович, на прошедшем в ноябре форуме «Транспорт России» в рамках отраслевой конференции «Новые цифровые инструменты гражданского участия в сфере дорожного хозяйства» вы презентовали Систему контроля дорожных фондов (СКДФ). Расскажите о целях ее разработки и основных задачах. Какие функции она выполняет? Кто выступил инициатором ее создания?

— Инициатор создания — наш институт. Дело в том, что уровень автоматизации у некоторых владельцев автомобильных дорог не очень высокий. Именно поэтому и родилась идея создать некую информационную среду, которая предоставляла бы полный сервис работы с дорожным хозяйством.

Когда шло согласование нацпроекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», мы предложили сделать в его составе отдельный федеральный проект, который назвали «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства». В том числе, в стране не было единого цифрового ресурса, объединяющего всю необходимую информацию о дорожной сети, и мы решили

его создать. С этой целью мы оцифровали объекты, обеспечили высокий уровень сбора информации.

У нашей системы есть принципиальные отличия от Яндекс.Карт и подобных сервисов. В СКДФ много нового и полезного. В частности, по объектам указывается балансодержатель, поэтому для пользователей сервиса становится понятно, кто отвечает за конкретную дорогу или искусственное сооружение. В этой связи в первую очередь решалась задача наладить учет этих объектов, предоставить рабочую среду для их владельцев. Есть в системе и специальные приложения, в том числе и для подрядчиков. Но кроме этого, исходя из задач национального проекта «БКАД» по организации общественного контроля, мы создаем «рабочее место гражданина». Скоро будет доступно специальное приложение «Гражданин» и каждый неравнодушный россиянин получит возможность быть вовлеченным в дорожную деятельность. Пользователи автодорог в лице граждан смогут получить в СКДФ в режиме реального времени информацию о том, когда и кем был выполнен ремонт интересующего участка, какие действия



планируются в ближайшее время. Также они смогут проинформировать владельцев дорог и местные власти о возникших проблемах и получить ответ на свое обращение.

**— Привлекает ли РосдорНИИ к работе с СКДФ сторонние организации — или достаточно своих ресурсов? Существуют ли подобные системы за рубежом?**

— Эта работа требует высокой автоматизации, цифровизации, и мы имеем в своем составе соответствующих профессионалов. Стараемся собственными силами решать все задачи, связанные со спецификой дорожного строительства. Если же нужно сделать что-либо по смежной или очень узкой специализации, в чем мы не обладаем достаточными компетенциями, то привлекаем специалистов со стороны. Так было, например, при создании системы дорожных лабораторий «Эскандор», ведь у нас нет навыков конструирования и строительства транспортных средств.

О наличии же зарубежных систем, аналогичных СКДФ, нам неизвестно. Отмечу, что мы пытались изучать западный опыт из первых рук, несколько раз посещали немецкий институт подобной направленности. Когда его специалисты узнали, какую систему мы делаем и какие задачи она будет решать, то очень удивились. Причем признали, что хотели бы тоже создать нечто подобное.

**— Каким образом планируется интегрировать СКДФ с другими информационными системами — и какими именно? Какие организации будут являться обязательными пользователями системы?**

— Мы интегрируемся с сайтом госзакупок, с ресурсами ГИБДД относительно ДТП, с единой Федеральной информационной адресной системой, со всеми информационными системами Минтранса. Мы бы хотели интегрироваться также с госсистемой «Электронный бюджет», работу по этому направлению уже ведем.



У нас есть заранее расписанный интерфейс взаимодействия с другими информационными ресурсами. Если мы являемся источником данных, то они публикуются в специально описанных виртуальных витринах, и система, с которой мы планируем наладить обмен, эти данные использует.

Обязательными пользователями СКДФ будут все владельцы дорог. Остальные являются потребителями информации. Еще у нас есть разработка «Портал подрядчика». Здесь проблема, требующая решения, заключается в том, что наши дорожные организации имеют разный уровень автоматизации и не имеют единых систем. Портал дает подрядчику базовый набор функционала и позволяет распланировать работу, занести туда документы, сформировать акты.

**— Вы упоминали, что доступ в СКДФ будет предоставлен не только отраслевым специалистам, но и обычным гражданам. Какими пользовательскими правами они будут наделены? В каких рамках будет доступна информация СКДФ для СМИ?**

— Первая версия «рабочего места гражданина» — это мобильное приложение, и там, естественно, нет сугубо специфической информации. Пользователь может увидеть, какие особенности имеет интересующая его дорога, кто владелец, какие запланированы мероприятия. Также в приложении предусмотрена обратная связь, и каждый гражданин сможет оставить здесь свои комментарии.

Согласно нашей концепции, мобильное приложение будет развиваться до отдельной платформы, которую мы назвали «Моя дорога». Там решается задача уже другого уровня — вовлечения граждан непосредственно в дорожную деятельность. Активист-общественник при желании сможет дистанционно пройти обучающий курс и получить официальный статус «хранитель дороги». Мы рассчитываем, что такой «гражданин»,

погрузившись в нашу специфику, научится лучше ее понимать и сможет высказывать больше конструктивных предложений, а не только критиковать дорожников, в том числе, по любому надуманному поводу.

СМИ отдельно мы на сегодняшний день не рассматриваем. Они приравнены к «гражданину». Платформа «Моя дорога» у нас пока, однако, находится в стадии концепции. Если будут дополнительные пожелания от СМИ, мы постараемся их учесть.

**— Кто вносит данные в эту систему и как осуществляется контроль достоверности внесенной информации? Потребуется ли повсеместное отраслевое внедрение СКДФ обучения специалистов для работы с ней?**

— Данные вносит владелец объекта. Что же касается контроля, то скоро в Госдуму поступят нормативно-правовые акты по изменениям в Федеральном законе об автомобильных дорогах и Кодексе административных правонарушений. Будет прописано, что владелец дорожного объекта обязан делать и что ему грозит, если он этого не сделает.

Мы имеем определенный штат, у нас есть два уровня техподдержки. Самая тяжелая часть нашей деятельности — это практическое внедрение СКДФ. Проблема в том, что у исполнителей разный уровень компетенций, встречается и непонимание. Исходя из этого, создан специальный учебный курс, после прохождения которого пользователь сдает тест. Мы призываем всех владельцев дорог обучить работе с системой как можно больше профильных специалистов. Профессиональных пользователей в системе, кстати, насчитывается уже около 14 тыс. Рассчитываем, что их будет не менее 35 тыс.



**— Будет ли СКДФ трансформироваться после окончания реализации нацпроекта «БКАД»?**

— У нас запланирована определенная модернизация функционала. Когда мы только начинали работать, был один перечень задач, но он уже расширился. Система обрывает таким функционалом, как граф дорог. Речь идет о создании цифровой векторной карты, позволяющей планировать маршруты. Графа дорог, который имеет подтвержденную юридическую значимость, в России пока что нет. Когда мы это сделаем, станет доступно планирование маршрутов с учетом текущих или запланированных дорожных работ, ограничений по интенсивности движения и т. д. Перечень прикладных задач вообще будет расти.

**— В СКДФ будет вноситься информация о состоянии дорог и качестве дорожного покрытия, получаемая от лабораторий «Эскандор», которую вы представили за несколько дней до форума. Расскажите о преимуществах такой мобильной лаборатории подробнее.**

— Универсальная передвижная лаборатория непрерывной диагностики автодорог «Эскандор» создана по заказу РосдорНИИ также для решения задач национального проекта «БКАД». Производить инновационную технику будет компания «Спецмаш-Диагностика» на заводе в Санкт-Петербурге. «Эскандор» мы сейчас планируем как самую прогрессивную дорожную лабораторию в России, предусматривающую автоматическую передачу данных в СКДФ.

Мы будем оперативно получать сведения, отражающие текущее состояние дорог. Это позволит, в частности, заранее планировать ремонты и ограничительные мероприятия. Впоследствии намечено создать технический стандарт, по которому данные со всех дорожных лабораторий России будут загружаться в систему. Сейчас это уже начинает осуществляться. Решить предстоит, прежде всего, организационные вопросы. Мы хотим, чтобы в ходе проведения каких-либо диагностических мероприятий все данные автоматически попадали в систему, и чтобы была бы видна история диагностики. Это позволит спрогнозировать, например, остаточный ресурс.

**— Какие конкретные технические результаты вы ждете от применения таких лабораторий?**

— «Эскандор», прежде всего, диагностирует все традиционно измеряемые параметры, но на более высоком качественном уровне. Инновационной основой лаборатории стала система измерения прочности дорожного полотна. Этот параметр будет определяться в 5-6 раз быстрее, чем на традиционных установках. Также «Эскандор» способен измерять продольную и поперечную ровность покрытия с погрешностью не более 1 мм. Глубина и профиль колеи будут определяться с помо-



щью датчиков, расположенных по низу установки. Кроме того, можно оценить сцепные свойства и дефекты дорожного покрытия.

Лаборатория оснащается георадаром. Система георадиолокационного зондирования и пространственного сканирования позволит создать цифровой двойник дорожной инфраструктуры. Обследование проводится с помощью мобильного лазерного сканера. Определяются размеры геометрических элементов дороги, позволяющие формировать цифровой паспорт, строить 3D-модель и осуществлять проектные работы, например, по реконструкции, с использованием BIM-технологий.

Производительность лаборатории составит в среднем 400 км в день, она сможет работать до 20 дней без загрузки данных.

### — Какова стоимость мобильной лаборатории? Сколько их нужно для решения ваших задач в рамках БКАД?

— Лаборатории создаются за счет средств национального проекта, выделяемых государством. Наша первая установка стоит около 100 млн рублей. Следующие экземпляры, возможно, с отладкой и оптимизацией производства будут дешевле. Основа высокой стоимости — это не машины сами по себе (уточню, речь идет об автопоезде длиной 11,5 м), а их оснащение и оказываемый ими спектр услуг. Когда мы их произведем, они перейдут

в федеральную собственность и станут использоваться в рамках дорожной деятельности всей страны.

Чтобы обследовать все российские дороги, пригодные для проезда «Эскандора», потребуется несколько таких автолабораторий: две — для ЦФО, обладающего самой большой дорожной сетью, остальные — для других регионов. Повторять исследования на одной и той же трассе предполагается примерно раз в четыре года.

### — Какие еще инновационные направления планирует развивать РосдорНИИ в будущем?

— У нас очень много планов. Помимо того, что по нацпроекту мы контролируем качество работ, отвечаем за реестр новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения, развиваем систему повышения квалификации для работников дорожного хозяйства. Но особо хотелось бы отметить такое направление, как ИТС. Причем институт сам занимается разработкой архитектуры облачных решений, в частности, какими элементами ИТС должна обладать дорога, какие должны быть протоколы, стандарты, какие элементы безопасности необходимы, включая «умные» дорожные знаки. Кроме этого, туда же входит система инфраструктуры для беспилотного транспорта. Это очень перспективное направление, но основная работа еще впереди. ■

**TerraZond**  
ГЕОРАДИОТОМОГРАФ

Аппаратура многокурсной георадиолокации предназначена для решения широкого круга задач, связанных с пространственной локализацией подземных неоднородностей, обеспечивая наивысшую производительность работ. Модульная конструкция позволяет устанавливать комплекс практически на любой наземный транспорт, специальную тележку, а также автономную гусеничную или колесную платформу. Основные сферы применения георадиотомографа: строительство; автомобильные дороги, железные дороги, аэродромы; жилищно-коммунальное хозяйство; археология; безопасность и др.

Частотный диапазон  
0,5-3ГГц

Каналов измерения  
до 43

Глубина исследования  
до 3м

Ширина захвата  
0,5-2,3м

Сканирование на скорости  
100+ км/ч

www.георадар.рф

**ГРТ-3Х**

+7 (495) 223 92-61

## НОВЫЕ ТРЕНДЫ В ДИАГНОСТИКЕ

**ПЕТЕРБУРГСКАЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИНЖИНИРИНГОВАЯ КОМПАНИЯ ООО «СПЕЦМАШ-ДИАГНОСТИКА», ВХОДЯЩАЯ В ГРУППУ КОМПАНИЙ «СПЕЦМАШ», БЫЛА СОЗДАНА В 2019 ГОДУ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ПО СОЗДАНИЮ ЛАБОРАТОРНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, А ТАКЖЕ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ. КОМПАНИЯ РАСПОЛАГАЕТ СОБСТВЕННОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗОЙ, А ЕЕ СПЕЦИАЛИСТЫ ОБЛАДАЮТ КОМПЕТЕНЦИЯМИ В ОБЛАСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ, МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ, ПРОГРАММИРОВАНИЯ И НАВИГАЦИИ.**



В сферу деятельности компании входят:

- создание динамических лазерных измерительных систем;
- разработка и адаптация инерциальных систем;
- производство прицепов и полуприцепов для выполнения узкоспециализированных задач;
- разработка и производство сложных механических систем.

В настоящее время компания завершила работы созданию Передвижной универсальной лаборатории безостановочной диагностики Эскандор, предназначенной для сплошной безостановочной диагностики, паспортизации и оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог методом синхронизированного измерения и контроля ее основных параметров:

- продольной ровности и глубины колеи дорожного покрытия;
- прогиба и толщины слоев дорожной одежды;
- шероховатости покрытия и коэффициента сцепления;
- продольных и поперечных уклонов поверхности автомобильной дороги;
- углов поворота дороги и радиусов кривых в плане;
- состояние элементов дорожной одежды.

На сегодняшний день в стадии производства находится еще одно уникальное оборудование — Циклическая

установка Циклос, имитирующая расчетные нагрузки для оценки прочности и износостойкости дорожной одежды. Установка способна имитировать до 2 250 000 проездов грузовых автомобилей в месяц с тарированной нагрузкой на ось от 5 до 9 тонн. Так, если при строительстве новой автомобильной дороги в конкретном регионе заранее построить тестовый участок длиной 20-25 метров с применением местных строительных материалов, поставить Циклос и в течение двух месяцев прилагать расчетную нагрузку, то по характеру развития износа и разрушения дорожного полотна можно будет сделать выводы о целесообразности применения тех или иных материалов, конструктивных и технологических решений и вовремя скорректировать проект.

Аналогичным образом можно проводить и экспертизу новых материалов и технологий строительства, что позволит уже после 2–3 месяцев тестирования спрогнозировать будущее поведение дорожной конструкции.

Спецмаш-Диагностика продолжает вести разработки новых технических решений. В планах компании — создать систему автоматического распознавания и классификации дефектов дорожного покрытия. В условиях быстро развивающегося рынка микроэлектроники и измерительных приборов руководство компании взяло курс на модернизацию и комплексное развитие системы Эскандора, так как убеждено, что это позволит занять лидирующую позицию на рынке мобильных измерительных систем. ■



ООО «Спецмаш-Диагностика»  
197348, Санкт-Петербург,  
Коломяжский пр. 10  
Тел.: +7 (812) 426-17-79  
info@spmd.tech  
www.spmd.tech



Научно-исследовательский институт  
мостов и гидротехнических сооружений

ООО «НИИ МИГС» – это команда высококвалифицированных специалистов, готовая решать задачи любой сложности в области проектирования, обследований, испытаний и мониторинга транспортных и других сооружений.



## Основные направления деятельности ООО «НИИ МИГС»:

- обследования и испытания мостовых, гидротехнических и других сооружений, а также зданий различного назначения с оценкой их технического состояния;
- мониторинг состояния сооружений;
- расчеты строительных конструкций;
- разработка спецпроектов для перевозки тяжеловесных, крупногабаритных и опасных грузов;
- проектирование автомобильных дорог и искусственных сооружений на них;
- строительный контроль и контроль качества строительных материалов;
- оценка влияния нового строительства на существующие сооружения;
- научные исследования и нормотворческая деятельность.



129344 г. Москва,  
ул. Енисейская, дом 1, строение 1, помещение 255, этаж 2  
Тел.: +7 (495) 419-28-07; +7 (926) 410-24-74

[www.nii-migs.ru](http://www.nii-migs.ru)  
Email: [info@nii-migs.ru](mailto:info@nii-migs.ru);  
[nii-migs@mail.ru](mailto:nii-migs@mail.ru)

# НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ В РОССИИ АКТИВНО РЕШАЕТСЯ ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ И ОПЕРАТИВНОГО УСТРАНЕНИЯ ИХ ДЕФЕКТОВ. ЭКСПЕРТЫ ВСЕ ЧАЩЕ ГОВОРЯТ О ВНЕДРЕНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, КОТОРЫЕ ПОЗВОЛЯТ ПРОГНОЗИРОВАТЬ, РАСПОЗНАВАТЬ И МИНИМИЗИРОВАТЬ РАЗРУШЕНИЕ ДОРОГ – И, СЛЕДОВАТЕЛЬНО, СОКРАТИТЬ ЗАТРАТЫ НА СТРОИТЕЛЬНО-РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ. РЕШИТЬ ЭТИ ЗАДАЧИ ПОМОГАЕТ ГЕОРАДИОЛОКАЦИЯ.**

**К**ачество дорожной одежды зависит от многих факторов – технологии приготовления асфальтовой смеси и использования в ней специальных наполнителей, повышающих прочность, качества вяжущего битума и т. д., а в целом – от соответствия российским нормативным требованиям.

Перед вводом объектов в эксплуатацию проводят ряд особых исследований на соответствие слоя дорожного полотна ГОСТам и главным целям: обеспечению максимальной безопасности передвижения транспортных средств и продолжительного срока эксплуатации автомобильных дорог.

**РАЗРАБОТАН НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОРАДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА СО СТУПЕНЧАТЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЫ В ЗАДАННОМ ДИАПАЗОНЕ. ТАКОЙ МЕТОД ПОЗВОЛЯЕТ МАКСИМАЛЬНО ТОЧНО ОПРЕДЕЛИТЬ ГЛУБИНУ ЗАЛЕГАНИЯ И ТОЛЩИНУ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ БЕЗ БУРЕНИЯ И ВЗЯТИЯ КЕРНОВ ЕЕ ОБРАЗЦОВ.**

Если слой дорожного полотна будет меньше требуемого, то это может привести к угрозе безопасности участников дорожного движения и дополнительным расходам на ремонт. Толщина слоев дорожного покрытия зависит от материала, из которого построена дорога, и интенсивности движения на ней. По ГОСТу минимальная толщина этого показателя – 18 см, а максимальная – 24 см.

Как замеряется толщина слоев асфальта? Существует три группы методов: геодезические, георадиолокационные и разрушающие. Во время геодезических обследований в нескольких местах дороги делаются замеры ее высоты, а затем эти данные сравнивают между собой и высчитывают средний показатель. При георадиолокации данные получают с помощью специального оборудования, излучающего радиоволны. Разрушающий метод представляет собой взятие пробы материала с помощью цилиндрического керна.

На сегодняшний день единственным и относительно точным способом определения толщины слоев дорожной одежды, железнодорожной насыпи, глубины залегания объектов искусственного и естественного происхождения и поиска дефектов является радиолокационное зондирование с бурением опорных скважин, последующее соотношение данных радара и скважины и анализ состояния грунта по имеющимся параметрам. Однако такой способ не позволяет получать точную информацию, например, на большом километраже, так как электрические свойства по-

крытия не являются постоянными и могут меняться на разных участках дороги. А при пересчете задержки сигналов, отраженных от границ слоев дорожной одежды, могут возникать ошибки, которые не позволяют точно определить требуемую глубину. К тому же бурение скважин и анализ свойств насыпи по результатам бурения — процесс трудоемкий, требующий больших финансовых и временных затрат как на период полевых работ, так и на обработку данных.

В октябре 2020 года инженерная компания «Геоэксперт», входящая в состав группы компаний «Технологии Надежности», получила патент на изобретение, которое может найти применение во многих строительных отраслях, в том числе на этапе контрольных исследований на соответствие слоя дорожного полотна требованиям ГОСТа. В качестве изобретения запатентован неразрушающий способ измерения параметров слоев дорожной одежды (Пат. № 2735312).



Авторами метода являются сотрудники ГК «Технологии Надежности» и ООО «Геоэксперт»: генеральный директор ГК «Технологии Надежности» А. Н. Дубовицкий; ведущий научный консультант ООО «Геоэксперт», д. ф.-м. н. В. Г. Сугак; заместитель генерального директора по науке и инновациям, к. ф.-м. н. Е. А. Михайлюк; генеральный директор ООО «Геоэксперт» В. Ю. Станкевич.

Авторы патента разработали новый способ определения толщины слоев дорожной одежды с использо-

ванием георадарного зондирования на основе зондирующего сигнала со ступенчатым изменением несущей частоты в заданном диапазоне. Такой метод позволяет определить глубину залегания и толщину слоев дорожной одежды без бурения и взятия кернов ее образцов.

Особенность нового изобретения в том, что его авторы — первые в России, кто разработал и запатентовал технологию неразрушающего мониторинга и оценки физических характеристик слоев дорожной одежды и подповерхностных дефектов с применением зондирующего сигнала с СИНЧ, который, по сравнению с импульсными зондирующими сигналами, снижает полосу пропускания приемника и увеличивает потенциал системы и глубину зондирования в слоях грунта. Кроме того, за счет применения специальных алгоритмов, увеличены в разы разрешающая способность и точность определения границ залегания слоев дорожной одежды.

Новый способ можно применять на различных объектах: взлетно-посадочных полосах аэродромов, автодорогах различных типов, объектах городской инфраструктуры (паркинги, стоянки, стадионы и т. д.), с максимальной точностью осуществляя поиск аномальных зон, неоднородностей, уплотнений, разуплотнений и других дефектов.

Возрастание требований к дорожному строительству — это действенный способ создания безопасных и благоприятных условий для жизни людей, продления срока эксплуатации личного, общественного и коммерческого транспорта и развития смежных инженерных отраслей, в том числе — геофизики, георадиолокации, электроники, приборостроения, навигации, а с этим — и создания новых производств и рабочих мест.



ООО «Геоэксперт»

г. Белгород, ул. Королева, 2а, корп. 2,  
оф. 608

+7 (800) 555 30 53

geoexpert@reliab.tech

www.geoexpert.pro

# ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОПЕРЕЧНЫХ СТЫКОВ СОСТАВНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ КОРОБЧАТОГО СЕЧЕНИЯ

А. И. ВАСИЛЬЕВ,  
д. т. н. (ООО «НИИ МИГС», МАДИ);  
Б. И. КРИШМАН,  
к. т. н. (ООО «НИИ МИГС»)

*Окончание. Начало в №89*

**ЕЩЕ В 1960-70-Е ГГ. В СССР ПОЛУЧИЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПРОЛЕТНЫЕ СТРОЕНИЯ КОРОБЧАТОГО СЕЧЕНИЯ, СОСТАВНЫЕ ПО ДЛИНЕ (ТАК НАЗЫВАЕМЫЕ «ШАШЛЫЧНЫЕ»), С ПОПЕРЕЧНЫМИ СТЫКАМИ, ВОСПРИНИМАЮЩИМИ УСИЛИЯ СДВИГА ЗА СЧЕТ СИЛ ТРЕНИЯ, СОЗДАВАЕМЫХ ОБЖАТИЕМ СТЫКОВ ВЫСОКОПРОЧНОЙ АРМАТУРОЙ. ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТАКИХ КОНСТРУКЦИЙ, ОДНАКО, ТРЕБУЕТСЯ ПРИНЯТИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ МЕР.**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО УСИЛИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В РАБОЧЕЙ НАПРЯГАЕМОЙ АРМАТУРЕ

Определение остаточного усилия предварительного напряжения в арматуре предпочтительно выполнять частотным методом, нормированным ГОСТ 22362.

Этот метод основан на зависимости между напряжением в арматуре и частотой ее собственных поперечных колебаний, которые устанавливаются в натянутой арматуре через определенное время после выведения ее из состояния равновесия ударом или каким-либо другим импульсом. При этом используется известная классическая формула зависимости частоты собственных поперечных колебаний горизонтальной вешеной струны  $\omega$  от усилия ее натяжения:

$$\omega = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

где:  $l$  — длина струны;  $T$  — усилие натяжения струны;  $m$  — погонная масса струны.

До начала измерений выполняют вскрытие пучков арматуры (которое, кстати, можно использовать для оценки их коррозии).

Длина вырубki зависит от диаметра арматуры и составляет от 1–1,5 м для проволоки и до 4–6 м для мощных канатов. Затем для пучков из проволок или канатов К-7 одну из верхних проволок (прядей) подклинивают для освобождения от контакта с остальными и проводят измерения. Витые канаты диаметром 40–50 мм обязательно освобождают на всей длине вырубki от контактов с бетоном и стержневой арматурой.

Усилия в длинных шпренгельных пучках напрягаемой арматуры, установленных внутри коробчатой балки моста при усилении, также могут быть определены с использованием частотного метода по ГОСТ 22362-77.

«Технология» измерений усилий в длинных шпренгельных пучках напрягаемой арматуры весьма проста. Шпренгельный элемент раскачивают в середине его пролета рукой, затем секундомером измеряют время 10–20 колебаний и вычисляют частоту по приведенной выше формуле.

При частотном методе измерения усилий очень важно точно замерить свободную длину арматуры.

Для определения силы натяжения частотным методом применяют прибор ЭИН-МГ4. С его помощью измеряется количество колебаний натянутой арматуры за определенное время, по которому прибор сразу выдает напряжение с учетом собственной градуировочной характеристики для данного класса, диаметра и длины арматуры. Эту методику успешно применяли для самых разных вариантов — от проволоки 5 мм и до витых канатов 50 мм.

Еще один прямой доступный для измерения уже натянутой арматуры метод поперечной оттяжки дает стабильные результаты практически только для проволочной арматуры диаметром 5–7 мм. Прибор для измерения усилия в арматурных канатах К-7 15 мм громоздок и не дает стабильных результатов. Для витых канатов 30–50 мм приборов для поперечной оттяжки нет.

Важность измерений усилий в предварительно напряженной арматуре в эксплуатационный период подтверждается тем фактом, что реальные остаточные напряжения, как правило, на 15–20% ниже, чем по расчету с учетом всех потерь. Возможная причина этого состоит в том, что применяемая в 60–80 гг. технология натяжения арматуры уже сразу приводила к систематическому недотяжению — «быстрым» потерям. Однако методика, приведенная в современных нормах, позволяет достаточно точно их учитывать. Длительные же потери, вызываемые релаксацией напряжений в арматуре, ползучестью и усадкой бетона, точно определять затруднительно.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ СУММАРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В БЕТОНЕ ОТ ПОСТОЯННЫХ НАГРУЗОК

Определение фактических суммарных напряжений в бетоне пролетного строения от постоянных нагрузок необходимо для проверки требования об отсутствии растягивающих напряжений в зоне стыков. Для измерения применяют так называемые методы полной или частичной разгрузки.

Методика полной разгрузки известна. Поэтому лишь перечислим ее этапы:

- установка в интересующем сечении датчика измерения деформаций бетона;
- снятие по датчику «нулевого» отсчета;
- освобождение от напряжений бетона под прибором путем глубоких надрезов в бетоне вокруг датчика;
- снятие второго отсчета;
- вычисление напряжений через деформации, используя данные модуля бетона и базы датчика.

Менее известна методика частичной разгрузки, автором которой является к. т. н. М. Л. Хазанов. Каждое измерение в данном случае проводится в три этапа.

После монтажа датчика и снятия «нуля» при отсутствии движения по мосту устанавливается нагрузка, обеспечивающая изменение напряжения на величину, сопоставимую с ожидаемым фактическим напряжением; производится измерение деформаций и вычисление напряжения  $\sigma_1$ .

Производится частичная разгрузка участка измерений за счет поперечных пропилов в стенке блока в непосредственной близости от датчика. Измеряется напряжение  $\sigma_2$ . Пропилы выполняются на глубину защитного слоя, то есть не более 2–3 см, чтобы не повредить каркасную арматуру элемента. Нагрузка съезжает с моста, и измеряется напряжение  $\sigma_3$ .

После измерений фактическое начальное напряжение рассчитывается по формуле:

$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 \sigma_3}{\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}$$

Имея фактические остаточные напряжения  $\sigma$  в бетоне, теоретически можно через них расчетом вычислить остаточное суммарное усилие  $N$  в напрягаемой арматуре, используя следующую зависимость:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{N \cdot e \cdot y_k}{J_x} + \frac{M_x \cdot y_k}{J_x}$$

где:  $N$  — равнодействующая усилий в напряженной арматуре;  $e$  — расстояние от точки приложения силы  $N$  до центра тяжести поперечного сечения;  $y_k$  — расстояние от центра тяжести до точки, в которой измерялись напряжения;  $M_x$  — изгибающий момент в рассматриваемом сечении от веса блоков пролетного строения, дорожной одежды и тротуаров;  $A$  и  $J_x$  — площадь и момент инерции поперечного сечения коробки.

В случае невозможности экспериментально определить потери усилия в напрягаемой арматуре, можно использовать статистические данные по имеющейся практике такого рода измерений.

Так, при отсутствии видимых признаков неудовлетворительного состояния на всех стыках расчетное зна-

## ИССЛЕДОВАНИЯ

чение скорости потери усилия (помимо нормативных потерь) можно с обеспеченностью 0,95 (отклонение от средней скорости потери усилия на  $\gamma = 1,64$ ) принять с учетом коррозионного износа равным  $\nu = 0,65\%$  от проектного усилия в год.

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЫКОВ

Специальные экспериментальные исследования стыков под нагрузкой позволяют контролировать фактическое обжатие от постоянной нагрузки и таким образом выявлять дефектные стыки.

Поскольку обжатие таких стыков критически мало, их испытания можно проводить относительно небольшой нагрузкой.

Методика состоит в следующем. На стыки монтируют электронные тензометры, входящие в состав компьютерно-измерительной системы МИГС.

Помимо основных датчиков, перекрывающих стыки, в некоторых местах для получения достоверной информации рядом с ними на стенку блока устанавливают дополнительные датчики, которые измеряют возникающие при загрузке конструкции деформации только в бетоне. Показания сравнивают, и большее приращение показаний датчика, перекрывающего стык, по сравнению с датчиком на бетоне, определяет реальное раскрытие стыка или отсутствие такового.

Испытания выполняют, как правило, в динамическом режиме. Измерения на стыках коробки производят с ис-

пользованием специальной испытательной нагрузки — груженого автосамосвала (автосамосвалов) суммарной массой 25–40 т,двигающегося с постоянной скоростью около 5 км/ч. При этом в режиме реального времени электронными тензометрами записывают диаграммы деформаций стыков.

Методика испытаний стыков была разработана в ЦНИИСе в 80–90-е гг. под руководством к. т. н. В. П. Польевко и уже много лет успешно применяется.

Результаты испытаний стыков оценивают по пятибалльной шкале, что позволяет сделать вывод об их исправности или поврежденности (табл. 1).

Динамика уменьшения обжатой площади стенки может быть оценена следующим темпом: в стыках с трещинами — 10% в год, в стыках без трещин — 5% в год от проектного значения.

### ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПО КРИТЕРИЮ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТЫКОВ НА СДВИГ

Оценку остаточного ресурса долговечности по критерию несущей способности исследуемого стыка на сдвиг следует выполнять с учетом состояния стыка на момент обследования, роста во времени эксплуатационных нагрузок, а также развития деградационных процессов в напрягаемой арматуре и шве стыка.

Воздействия на мосты автотранспортных средств по результатам исследований [5, 6], а также анализа, выпол-

Таблица 1.  
Оценка состояния поперечных стыков

Оценка в баллах	Критерии оценки	Оценка стыка	Уменьшение площади обжатия, %
5	Трещины в стыках отсутствуют, деформации по швам соответствуют деформациям по основному бетону без трещин на базе 100 мм и составляют 1–3 мкм	Исправен	0
4	Наличие небольших надрывов по швам в стыках, их раскрытие под нагрузкой составляет 3–5 мкм	Неполное обжатие стыка	0
3	Наличие трещин в швах раскрытием до 0,2 мм, раскрытие трещин под нагрузкой 5–15 мкм	Первые признаки потери обжатия стыка	15
2	Крупные трещины в швах 0,3–0,5 мм, раскрытие трещин под нагрузкой 15–30 мкм	Потеря обжатия стыка	30
1	Статические составляющие деформаций достигают 40–60 мкм с возрастанием от динамического воздействия более чем на 5 мкм, наблюдаются сдвиги по швам величиной свыше 3–5 мкм, косые трещины расходятся от шва, слышны потрескивания стыков под нагрузкой	Полная потеря обжатия и несущей способности стыков, признаки начавшегося разрушения	60



ненного в 2019 году в рамках НИОКР по плану ФАУ ФЦС Минстроя РФ, можно формализовать в следующем виде.

В расчете несущей способности исследуемого стыка на сдвиг на момент времени  $t$  от начала эксплуатации моста должны быть приняты следующие факторы, как функции времени:

- величины эксплуатационных нагрузок выражаются в классах схемы АК по СП 35.13330;

- средняя эксплуатационная нагрузка на 2020 год – 7;

- коэффициент вариации распределения усилий 0,3, остается постоянным в течение всего срока эксплуатации;

- в качестве предельной допустимой (расчетной) временной нагрузки на момент времени  $t$  принимается автомобильная нагрузка на этот момент с обеспеченностью (доверительной вероятностью)  $P = 0,9986$  (отклонение от средней скорости потери усилия на  $\gamma = 3,0$ );

- потеря усилия в напрягаемой арматуре – по результатам обследования или 0,65% в год от проектной величины усилия, помимо нормативных потерь;

- степень уменьшения обжатой площади стенки в стыках с трещинами – 10% в год, в стыках без трещин – 5% в год от проектного значения.

С использованием приведенных параметров строят графики изменения зависимости несущей способности на сдвиг отдельно для стыков без трещин (с интервалами по времени – 10 лет) и с трещинами (с интервалами по времени – 5 лет), а также графики роста автомобильных эксплуатационных нагрузок.

Пример построения таких графиков приведен на рис. 5. Проекция их пересечения на ось времени определяет момент недопустимого снижения несущей способности стыка на сдвиг.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ СТЫКОВ НА СДВИГ

1. Если остаточный ресурс долговечности по критерию несущей способности исследуемого стыка на сдвиг – в пределах 5 лет, требуется немедленное временное уси-

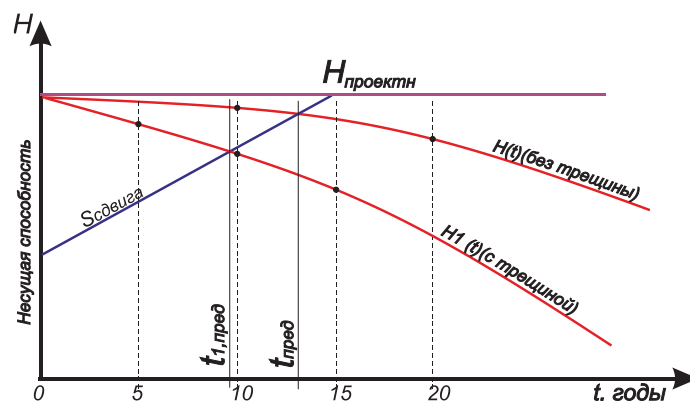


Рис. 5. Снижение несущей способности поперечных стыков на сдвиг; определение остаточного ресурса долговечности стыков

$(H_{\text{проектн}}$  — проектная несущая способность стыка;

$H(t)$  — несущая способность стыка без трещины;

$H_1(t)$  — несущая способность стыка с трещиной;

$S_{\text{сдвига}}$  — усилие сдвига в стыке, возрастает по мере роста нагрузок;

$t_{\text{пред}}$  — момент достижения предела несущей способности стыка без трещины;  $t_{1,\text{пред}}$  — момент достижения предела несущей способности стыка с трещиной)

ление рамами, установленными внутри коробки и страхующими стык от деформаций сдвига, с последующим устройством постоянного усиления в течение одного года.

2. Если остаточный ресурс долговечности по критерию несущей способности исследуемого стыка на сдвиг – в пределах 10 лет, необходимо выполнить постоянное усиление в течение одного года.

3. В случае обнаружения неисправных поперечных стыков в сборных железобетонных мостовых пролетных строениях коробчатого сечения следует организовать мониторинг состояния представительной выборки стыков. Объем и режим мониторинга устанавливает организация, проводящая обследования, согласовывает проектировщик и утверждает заказчик, на балансе которого находится данный мост. ■

### Литература

1. СН 200-62. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб. — Издательство МПС, М.: 1962.
2. СН 365-67. Указания по проектированию железобетонных и бетонных конструкций железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб. Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1967.
3. ВСН 98-74 Технические указания по проектированию, изготовлению и монтажу составных по длине конструкций железобетонных мостов.
4. СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы.
5. Васильев А. И. Нормирование подвижных нагрузок на автодорожные мосты и расчетных коэффициентов к ним. «Вестник мостостроения», №1, 2010.
6. Васильев А. И. Управление рисками нагрузок. «Дорожная держава», № 80, 2018.

# САБ: ЭФФЕКТНЫЕ И ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ МОСТОВ

**В 2020 ГОДУ СПЕЦИАЛИСТЫ ООО «САБ» ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ В ПОДГОТОВКЕ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ КРУПНЕЙШИХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ РОССИИ. ЭТО АВТОДОРОЖНЫЕ И ПЕШЕХОДНЫЕ МОСТЫ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ, ОБЪЕКТЫ МЕТРОПОЛИТЕНА В ПЕТЕРБУРГЕ И МОСКВЕ И ДРУГИЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ.**

**В** ходе проработки вариантов конструктивных схем и архитектуры разрабатываемых проектов были предложены инновационные решения моста в составе транспортного перехода через Калининградский залив и пешеходных мостов в Мневниковской пойме в Москве. Работы выполнены совместно с АО «Институт Гипростроймост – Санкт-Петербург».

## КАЛИНИНГРАД: ПОВОРОТНЫЙ МОСТ

Для Калининграда архитекторы ООО «САБ» предложили оригинальный дизайн поворотной секции вантового моста. Вращающийся фрагмент имеет длину около 328 м. Поворачиваясь, пролетное строение освобождает коридор для крупногабаритных судов. Криволинейный металлический пилон веретенообразных очертаний высотой около 114 м подчеркивает динамизм уникального сооружения. Как было официально объявлено на ПМЭФ-2019, новый участок трассы завершит Окружную дорогу и позволит вывести из города транзитные грузовые потоки. Инвестиционный проект реализует «Десятая концессионная компания», входящая в Группу «ВИС». Проектирование выполняется ООО «НИПИ ТРТИ», АО «Институт Гипростроймост – Санкт-Петербург» и другими организациями.



## МОСКВА: МОСТ В МНЕВНИКОВСКОЙ ПОЙМЕ

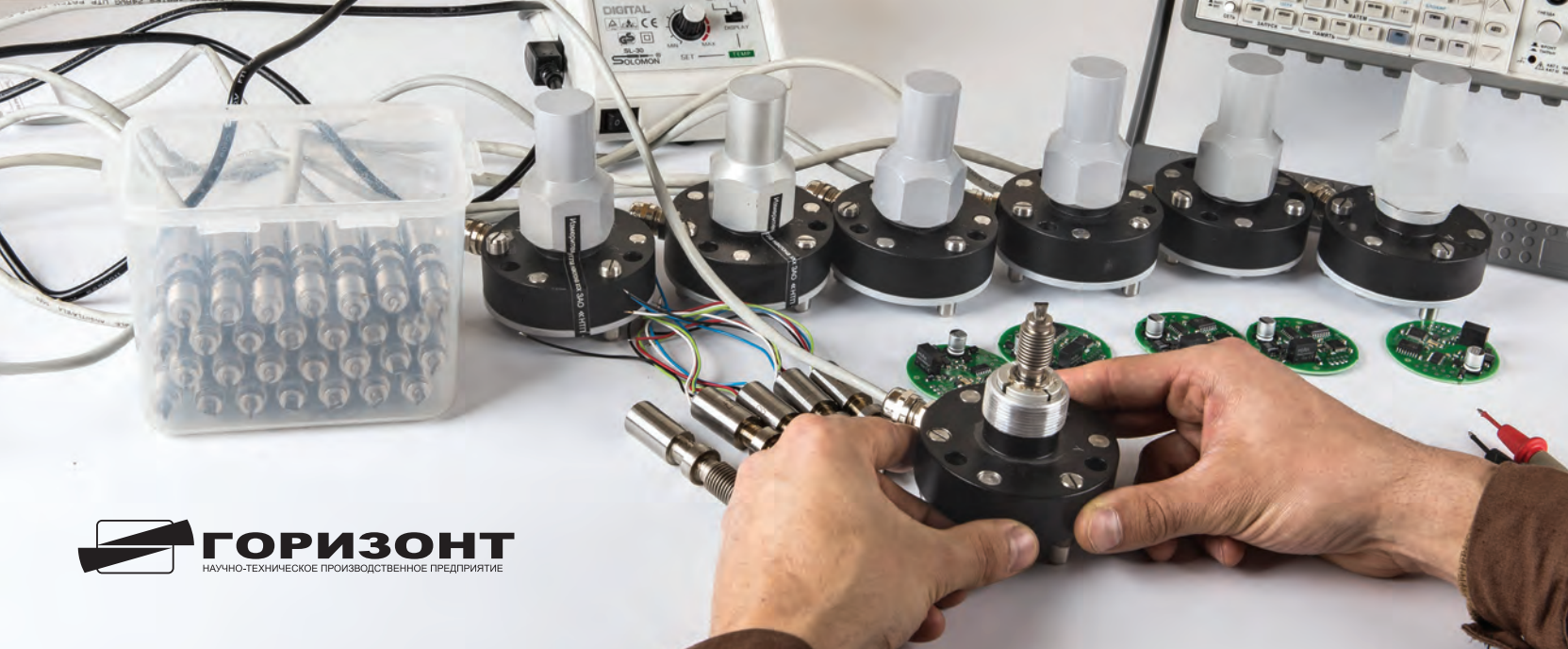
Для Москвы специалисты ООО «САБ» предложили вариант решения пешеходно-велосипедного моста, основанный на переосмыслении арочной однопролетной схемы. Конструкция полигональных очертаний в виде экспрессивно-



го красного росчерка позволяет перекрыть русло одним пролетом около 120 м. Мост соединяет зону перспективной застройки и гольф-клуб. Предложена отделка из кортеновской стали. Строительство и проектирование мостов в Мневниковской пойме осуществляет АО «Мосинжпроект». Переправы увеличат доступность прилегающих территорий и повысят связность сети пешеходных путей и велосипедных дорожек. Как сообщает Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы, в Мневниковской пойме предполагается редевелопмент промзон, сохранение природной среды, реконструкция улиц и дорог, строительство Парламентского центра.■



Санкт-Петербург, ул. Яблочкова, 12Ц



# Производство средств измерений

для мониторинга строительных конструкций



Измерительное  
оборудование для:

- СМИК
- Геотехнического мониторинга
- Испытания мостовых сооружений
- Инженерно-сейсмометрического мониторинга

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

 +7 495 9091284

 Москва, ул. 3-я Мытищинская, д.16, стр.14



Визуализация мостового перехода. Вид с левого берега

# ВЫСОКОГОРСКИЙ АВТОДОРОЖНЫЙ МОСТ — САМЫЙ СЕВЕРНЫЙ НА ЕНИСЕЕ

Б. А. КЕЦЛАХ,  
технический директор АО «Трансмост»

*ВОПРОС О МОСТЕ ЧЕРЕЗ ЕНИСЕЙ У ПОС. ВЫСОКОГОРСКИЙ ВОЗНИК ЕЩЕ В РАМКАХ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ ОСВОЕНИЯ НИЖНЕГО ПРИАНГАРЬЯ, УТВЕРЖДЕННОЙ В 1997 ГОДУ, А ТАКЖЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА «КОМПЛЕКСНОЕ РАЗВИТИЕ НИЖНЕГО ПРИАНГАРЬЯ», ОДОБРЕННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВОМ РФ В 2006 ГОДУ. СТРОИТЕЛЬСТВО НАЧАЛОСЬ, ОДНАКО, ТОЛЬКО БЛАГОДАря КОМПЛЕКСНОМУ ПЛАНУ МОДЕРНИЗАЦИИ И РАСШИРЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.*

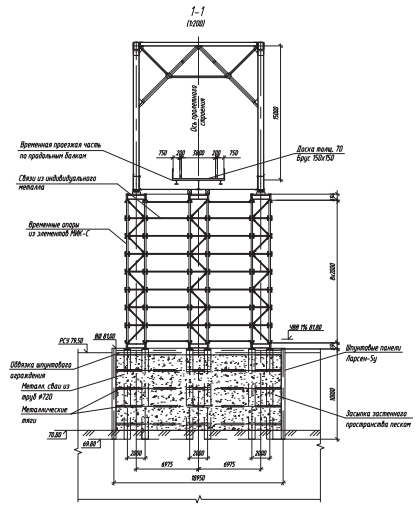
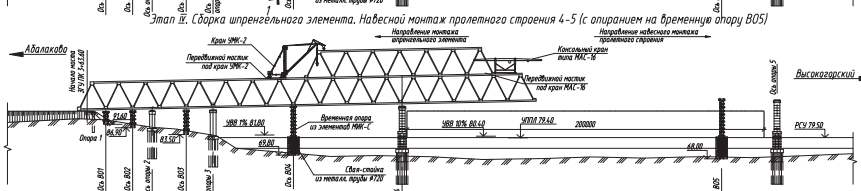
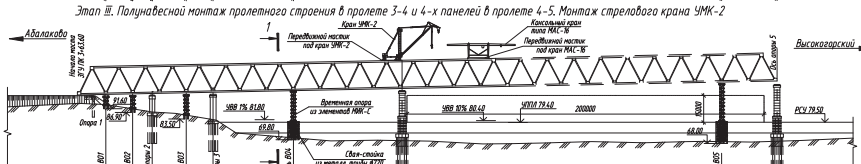
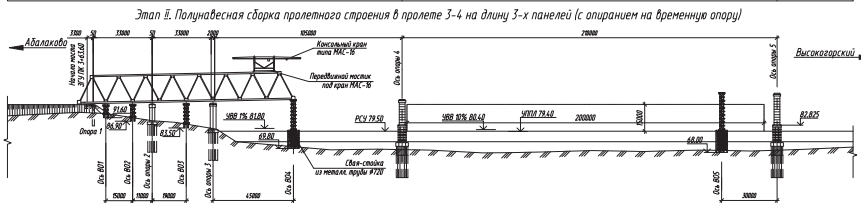
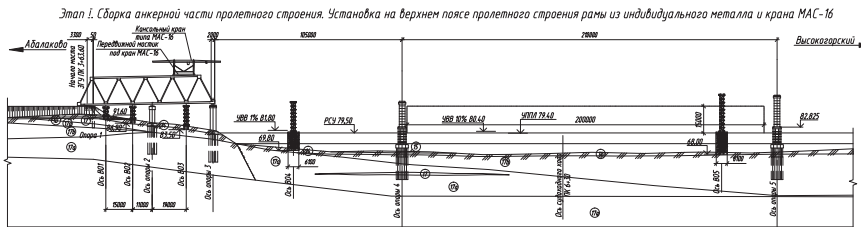
## ЗНАЧЕНИЕ ОБЪЕКТА

Освоение Ангаро-Енисейской провинции является важнейшей составляющей программы инвестиционного развития Красноярского края. В регионе имеются уже осваиваемые месторождения ниобия (компонент для производства стали), Горевское свинцово-цинково-

вое месторождение, бокситы, марганец, железная руда и редкоземельные металлы (крупнейшее в России Чукотконское месторождение церия и лантана), а также нерудное сырье — уголь, магнезиты и тальк. Разведаны крупные месторождения нефти и газа — Ванкорское, Юрубчено-Тахомское. Ведутся добыча золота и лесозаготовка. Общая минимальная стоимость уже разведанных природных запасов провинции оценивается в 250 млрд долларов.

В настоящее время сообщение между левым и правым берегами р. Енисей здесь осуществляется с использованием паромных и ледовых переправ в районе с. Епишино и пос. Высокогорский. Одна из них размещается выше по течению от створа будущего моста — у Нижнего склада, другая расположена ниже по течению — у пос. Высокогорский.

НЕОБХОДИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА БЫЛА ВЫЗВАНА ПОТРЕБНОСТЯМИ В СОЗДАНИИ КРУГЛОГОДИЧНОЙ АВТОДОРОЖНОЙ СВЯЗИ С ТРЕМЯ РАЙОНАМИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И ОСВОЕНИИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ НИЖНЕГО ПРИАНГАРЬЯ.



Условные обозначения

Ⓐ	Лесы стальной (средней) системы балочная (средней) компоновка	Ⓜ	Гвозди оцинкованные, нержавеющие
Ⓑ	Соединение пазовый (металлический)	Ⓝ	Гвозди средней прочности, стальные
Ⓒ	Лесы стальные (или деревянные) с усиленным заполнением до 25% объема в фальце	Ⓞ	Лесы стальные (или деревянные) с усиленным заполнением до 50% объема в фальце
Ⓓ	Лесы стальные (или деревянные) с усиленным заполнением до 50% объема в фальце	Ⓟ	Гвозди оцинкованные, нержавеющие
Ⓔ	Лесы стальные (или деревянные) с усиленным заполнением до 50% объема в фальце	Ⓠ	Гвозди оцинкованные, нержавеющие
Ⓚ	Лесы стальные (или деревянные) с усиленным заполнением до 50% объема в фальце	Ⓡ	Гвозди оцинкованные, нержавеющие
Ⓛ	Лесы стальные (или деревянные) с усиленным заполнением до 50% объема в фальце	Ⓢ	Гвозди оцинкованные, нержавеющие
Ⓜ	Лесы стальные (или деревянные) с усиленным заполнением до 50% объема в фальце	Ⓣ	Гвозди оцинкованные, нержавеющие
Ⓨ	Лесы стальные (или деревянные) с усиленным заполнением до 50% объема в фальце	Ⓤ	Гвозди оцинкованные, нержавеющие
Ⓩ	Лесы стальные (или деревянные) с усиленным заполнением до 50% объема в фальце	Ⓥ	Гвозди оцинкованные, нержавеющие

- 1. Монтаж пролетного строения длиной 105,20 м, расстояние в фальцевой части части без учета накладываемого в пролетах 3-4 и 4-х накладных элементов пролетного строения в пролетах 3-4 составляет 105,20 м, расстояние в фальцевой части пролетного строения в пролетах 3-4 составляет 105,20 м, расстояние в фальцевой части пролетного строения в пролетах 3-4 составляет 105,20 м, расстояние в фальцевой части пролетного строения в пролетах 3-4 составляет 105,20 м.
- 2. Работы по сборке и монтажу пролетного строения в фальцевой части пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 3. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 4. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 5. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 6. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 7. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 8. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 9. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 10. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 11. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 12. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 13. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 14. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 15. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 16. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 17. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 18. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 19. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.
- 20. Работы по монтажу пролетного строения в пролетах 3-4 и 4-х панелей в пролете 4-5.

## Технологическая схема монтажа

Необходимость строительства мостового перехода была вызвана потребностями:

- в создании круглогодичной автодорожной транспортной связи Северо-Енисейского, Мотыгинского и северо-западной части Енисейского районов с населенными пунктами Красноярского края;
- в улучшении социальной обстановки территории и перспектив ее экономического развития;
- в освоении лесных ресурсов и твердых полезных ископаемых Нижнего пролета Приангарья;
- в экономическом освоении отдаленных районов Красноярского края;
- в надежном обеспечении завоза грузов для жизнедеятельности населения и функционирования организаций социальной сферы и жилищно-коммунального хозяйства Эвенкии;
- в создании среднесрочной перспективы совершенствования транспортной инфраструктуры инвестицион-

но привлекательной северной части Мотыгинского района.

## ИЗ ИСТОРИИ ПРОЕКТА

В административном отношении мостовой переход находится в Енисейском районе Красноярского края, в 2,9 км ниже по течению от пос. Абалаково и в 10 км выше от пос. Высокогорский. С краевым центром Енисейский район связан дорогой Красноярск — Лесосибирск, автомобильной дорогой и воздушным путем, а в летнее время — дополнительно судоходной линией по Енисею.

Створ мостового перехода расположен на км 18 судоходного хода от устья р. Ангары. В районе строительства р. Енисей — судоходная, отнесена к водным путям 2-го класса. Местоположение створа моста было согласовано с ФБУ «Енисейречтранс». Потребовалось обеспе-



Начало строительства: а — правый берег, б — левый берег

чение одного основного судоходного пролета по оси судового хода с шириной в свету не менее 200 м, а также дополнительного пролета для пропуска плотов шириной не менее 200 м у левого берега.

Разработка проектной документации по объекту началась после утверждения правительством региона ведомственной целевой программы «Развитие и модернизация автомобильных дорог Красноярского края на 2010-2012 гг.». Проект был разработан АО «Трансмост» в 2009-2010 гг. и получил положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России» в январе 2011 года.

В связи с отсутствием финансирования планы, однако, пришлось отложить. Вместе с тем за минувший период АО «Трансмост» в качестве генерального проектировщика приняло участие в реализации ряда других крупных проектов в Красноярском крае — включая 4-й мостовой переход через Енисей в Красноярске, строительство которого было приурочено к проведению в городе Всемирной Зимней универсиады и завершилось в 2018 году.

Работы по мостовому переходу у пос. Высокогорский возобновились после утверждения Правительством РФ Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года (распоряжение № 2101-р от 30.09.2018).

После принятия решения о начале строительства АО «Трансмост» в 2019 году выполнило корректировку

сметной части, а также подготовку исходно-разрешительной документации.

В результате конкурсов, проведенных заказчиком в лице КГКУ «Управление автомобильных дорог по Красноярскому краю», АО «Трансмост» также было выбрано генеральным проектировщиком, а генеральным подрядчиком стало АО «Мостострой-11». Практически одновременно, в июле 2020 года, начались работы по разработке рабочей документации и строительству моста.

## ПАРАМЕТРЫ И ОСОБЕННОСТИ

Общая протяженность основной трассы, включая мост, составляет почти 2,1 км. Примыкание к автодороге Красноярск — Енисейск на левом берегу предусмотрено в виде кольцевой развязки, к автодороге Высококогорский — Нижний склад на правом берегу — Т-образное.

При разработке проектной документации после рассмотрения вариантов перехода через Енисей заказчиком в качестве рекомендуемого был принят вариант 2 — мост по схеме  $L_p = 2 \times 33,0 + (105,0 + 3 \times 210,0 + 120,0 + 210,0 + 105,0) + (2 \times 63,0)$  м полной длиной по задним граням устоев 1196,1 м. Располагается на автодороге III технической категории. Габарит проезда — Г-10 и два служебных прохода шириной по 0,75 м.

В соответствии с приложением А ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» класс моста по надежности принят КС-3 (большепролетное строение моста с пролетом более 200 м). Относится к уникальным объектам с повышенным уровнем ответственности.

Пролетное строение русловой части моста представляет собой неразрезную ферму с ездой понизу по схеме  $L_p = 105,0 + 210,0 + 2 \times 180,0 + 210,0 + 105,0$  м. В поперечном сечении пролетное строение имеет две плоскости ферм, объединенных связями, а также ортотропной плитой проезжей части, расположенной в уровне нижних поясов.

**РАБОТЫ ПО МОСТОВОМУ ПЕРЕХОДУ У ПОС. ВЫСОКОГОРСКИЙ ВОЗОБНОВИЛИСЬ ПОСЛЕ УТВЕРЖДЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВОМ РФ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНА МОДЕРНИЗАЦИИ И РАСШИРЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ПЕРИОД ДО 2024 ГОДА.**



Визуализация моста. Вид с верхней стороны

Основные несущие металлоконструкции пролетных строений изготавливаются из низколегированной конструкционной стали для мостостроения марок 15ХСНД-2 и 10ХСНД-2 по ГОСТ 6713-91, в северном исполнении А.

Левобережные пролетные строения приняты из сборных железобетонных балок двутаврового сечения длиной 33 м с предварительно напрягаемой арматурой, объединенных в температурно-неразрезную плеть по плите проезда.

Правобережное пролетное строение по схеме 2х63 м – балочное, неразрезное, металлическое, с ортотропной плитой проезжей части.

Одежда ездового полотна и служебных проходов состоит из защитно-сцепляющего слоя и асфальтобетонного покрытия толщиной 110 мм (50+60 мм). Толщина покрытия на служебных проходах уменьшена до 60 мм. Деформационные швы и опорные части – производства фирмы Maurer Söhne.

Промежуточные опоры – массивные, сборно-монолитные, из железобетонных контурных блоков по т. п. 3.503.1-150 с монолитным железобетонным ядром. Фундаменты опор № 1-3 приняты мелкого заложения, опор 4-11 – с ростверками на буронабивных сваях диа-



Устройство фундамента опоры № 4

метром 1,5 м. На мосту предусмотрено устройство освещения и навигационной сигнализации.

Особенности проектирования были обусловлены сложными инженерно-геологическими условиями. От поверхности левобережной поймы и русла реки до опоры № 7 залегают скальные грунты, прикрытые слоем галечников, толщина которых составляла менее 1 м. Данные условия существенно усложняли технологию работ по сооружению шпунтовых ограждений и фундаментов русловых опор, а также временных опор для монтажа руслового пролетного строения. При этом в основании подходов к мосту на обоих берегах имелись участки со слабыми торфяными основаниями глубиной более 3 м.

Также на ход начала работ существенное влияние оказало наличие объектов археологического наследия, выявленных в процессе дополнительного обследования района строительства в 2019 году. Потребовалось проведение мероприятий по обеспечению сохранности выявленных объектов культурного наследия на обоих берегах Енисея.

При разработке РД АО «Трансмост» совместно с подрядной организацией было предложено решение об изменении технологии монтажа руслового пролетного строения, принятое заказчиком. В частности, получено согласование ФБУ «Енисейречтранс» по уменьшению ширины судового хода на период монтажа до 120 м. Это позволило уменьшить максимальную длину консоли до 135 м и отказаться от работ по монтажу и демонтажу шпренгелей над опорами 4-7. При этом потребуется сооружение в русле реки 4-х временных опор вместо 2-х по проекту.

Торжественная церемония, посвященная официальному началу строительства Высокогорского моста, состоялась 28 октября с участием губернатора Красноярского края Александра Усса. Сдача объекта в эксплуатацию намечена на конец 2023 года. ■

# ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ

Я. В. ЯНКО,  
руководитель департамента НИР Корпорации «Строй Инвест Проект»;  
Е. В. ЛИТВИН,  
директор по развитию Корпорации «Строй Инвест Проект»,  
преподаватель МАДИ

*В РАМКАХ НАЦПРОЕКТА «БКАД», В ЧАСТНОСТИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ МЕРЫ РАЗВИТИЯ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА», И ПОДГОТОВКИ ПРОГРАММ ДОРОЖНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНОВ ПОСТАВЛЕНА ЗАДАЧА ПО РАЗРАБОТКЕ ДОКУМЕНТОВ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СУБЪЕКТОВ РФ. В 2020 ГОДУ КОРПОРАЦИЯ «СТРОЙ ИНВЕСТ ПРОЕКТ» РАЗРАБОТАЛА СООТВЕТСТВУЮЩУЮ ДОКУМЕНТАЦИЮ, В ТОМ ЧИСЛЕ, ДЛЯ СЕВЕРНЫХ И ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ РЕГИОНОВ.*

Главным вектором развития транспортной системы российского Крайнего Севера и Дальнего Востока можно с уверенностью назвать Северный морской путь (СМП). На данный момент существуют предпосылки развития СМП с точки зрения глобализации экономики в увязке с созданием Нового Шелкового пути. В целом задачей является повышение объемов, эффективности и стабильности поставок товаров и ресурсов Восточно-Азиатского региона в Западную Европу. Для нашей страны данный мегапроект имеет огромное значение, прежде всего, для формирования современной транспортной инфраструктуры северных и восточных регионов и освоения их природных богатств. 26 октября 2020 года Президент России подписал Указ «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» [1], где эти и другие ключевые задачи утверждены исходя из сегодняшних социально-экономических реалий. Вместе с тем продолжается разработка документов транспортного планирования субъектов РФ в рамках национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги».

## ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ЯКУТИИ

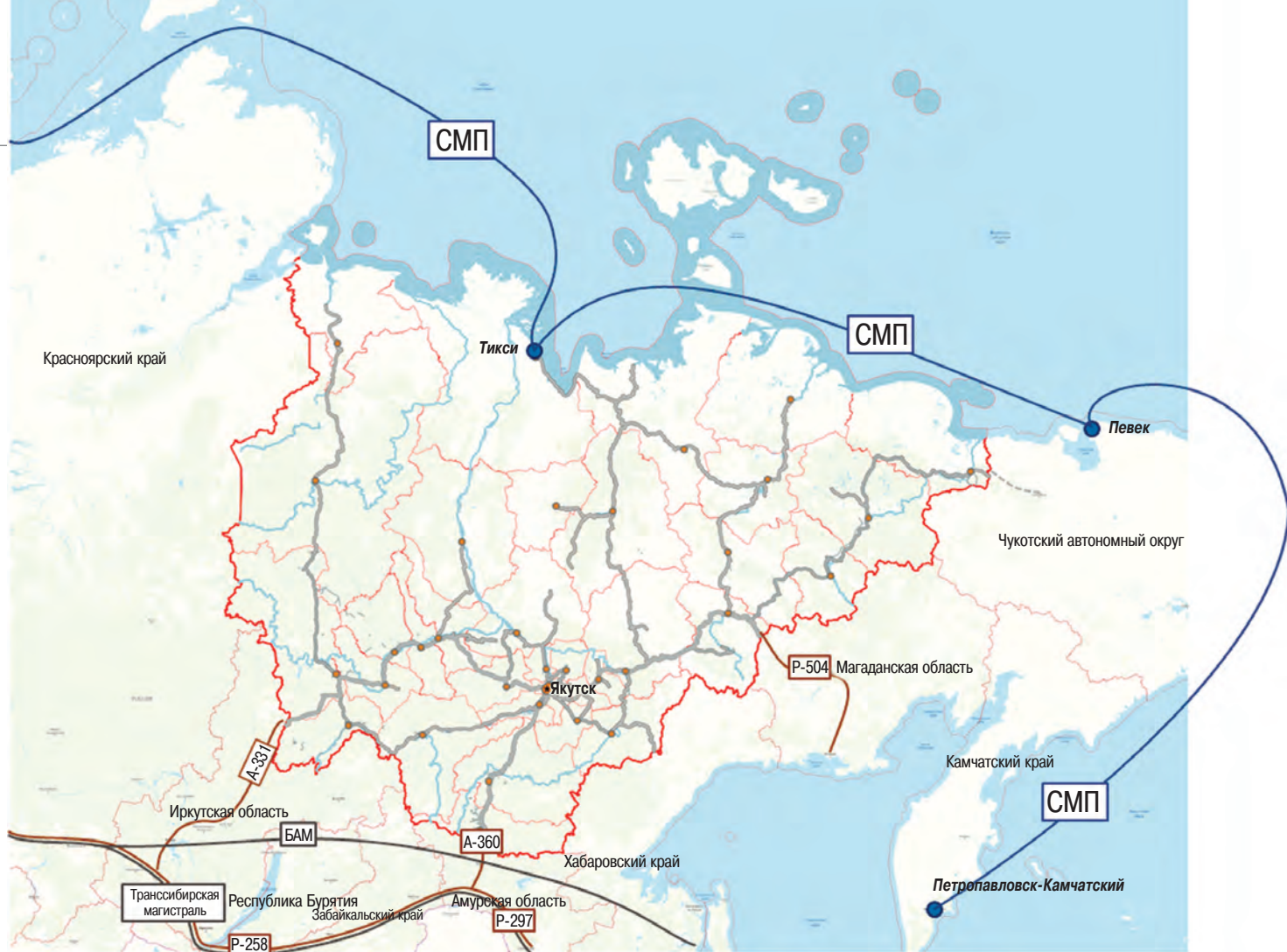
В рамках транспортного планирования для территории Республики Саха (Якутия) были определены следующие стратегические направления развития:

- транзитно-транспортный потенциал;
- развитие туристической привлекательности региона;
- промышленное освоение Арктики.

Отличительной чертой транспортных связей Якутии является наличие сезонности. Доступным круглогодичным транспортом охвачен только юг республики. Фактически речь при этом идет, прежде всего, о полосе вдоль федеральной трассы А-360 «Лена». Весь север и отдаленные районы Якутии вынуждены жить на сезонном обеспечении грузами и широко использовать дорогой авиационный транспорт. Это напрямую сказывается на стоимости жизни в регионе.

В рамках разработки документов транспортного планирования Республики Саха (Якутия) были проведены обследования в труднодоступных и отдаленных территориях, в том числе организованы экспедиции





в Мирнинский, Верхоянский и другие улусы, а также в Сусуманский район Магаданской области. Изучались интенсивность движения и состав транспортных потоков. Осуществлены также обследования нескольких автовокзалов, автостанций и остановочных пунктов на соответствие требованиям к наличию определенных элементов инфраструктуры и сервиса (согласно Прика-

зу Минтранса России от 25.12.2015 № 387). Проведены обширные социологические исследования через многофункциональные центры предоставления государственных и муниципальных услуг (ГАУ «МФЦ РС (Я)'). Опрошено более 3 тыс. жителей региона.

Все полученные данные легли в основу транспортной модели, построенной для зимнего и летнего периодов.



Автовокзал Олекминска

## СТРАТЕГИЯ ПРОДВИЖЕНИЯ «РЕКА-МОРЕ»

С точки зрения развития транзитно-транспортного потенциала особо следует отметить то, что предлагаются не только мероприятия по развитию СМП, но и стратегия продвижения «река-море», когда за счет дноуглубительных работ по основным артериям рек возможен выход судов в морскую акваторию.

Водный транспорт является основным в обеспечении завоза грузов в Якутии. Внутренние водные пути в Арктической зоне — это реки Анабар, Индигирка, Колыма, Лена, Оленек, Яна, впадающие в моря Северного Ледовитого океана. В транспортных схемах доставки грузов здесь можно выделить два направления: западное и северо-восточное. По западному они доставляются от порта Осетрово по рекам Лена, Вилюй до пристани Сунтар, далее автотранспортом по «автозимнику». По северо-восточному направлению грузы из порта Осетрово следуют до порта Якутск, где происходит перевалка на суда класса «река-море», далее — по реке Лене, СМП до устьевых портов рек Яна, Индигирка и Колыма.

В сфере действия Ленского каботажного условия навигации более благоприятные вследствие большого теплового стока рек Лена и Яна, а также наличия относительно слабых Янского и Новосибирского ледовых массивов. На западном участке СМП расположены труднопроходимые Таймырский и Айонский ледяные массивы. В бассейне Северного Ледовитого океана морская навигация начинается в конце июля — первой декаде августа, в отдельные годы с неблагоприятными условиями — во второй половине августа. Сроки действия водных навигаций ограничены и не совпадают с морскими.

Соблюдение графика отправки судов в комплексе с проведением дноуглубительных и путевых работ позволяет судам смешанного («река-море») плавания проходить транзитом до Среднеколымска на Колыме, до Белой Горы на Индигирке и до Усть-Куйги на Яне.

В настоящее время остро встают вопросы по поддержанию гарантийных глубин рек, обеспечению навигационной обстановки и безопасности судоходства, обследованию и ремонту гидротехнических сооружений. Обновление парка технического и обслуживающего флота на внутренних водных путях практически не производилось с 90-х годов. Специфика руслового режима северных рек такова, что без проведения названных мероприятий судоходство по ним затруднено.

Учитывая острую зависимость населения и предприятий Арктической зоны от регулярности поставок топлива, продовольствия и других жизненно важных товаров, эти мероприятия нашли отражения в Программе

комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ) Республики Саха (Якутия).

В частности, потенциальным местом для создания глубоководного порта-хаба выбрано село Найба в Булунском районе. В частности, важно то, что направление ветра здесь способствует освобождению местной бухты от льдов одной из первых в регионе, а в сочетании с достаточной глубиной это позволяет подходить к берегу большим кораблям. Из Найбы можно выходить на реки по водным и наземным путям — доставлять пассажиров и грузы быстрее, выгоднее и безопаснее.

## ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ВАРИАНТЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

Целевыми показателями транспортной обеспеченности территории Республики Саха (Якутия) определены:

- 1) количество административных центров муниципальных образований, имеющих всесезонную (круглогодичную) наземную связь с региональным центром;
- 2) количество административных центров муниципальных образований, связанных наземными маршрутами транспорта общего пользования;
- 3) объем строительства и реконструкции дорожной сети (протяженность новых и реконструированных участков автомобильных дорог);
- 4) протяженность сети межмуниципальных наземных маршрутов транспорта общего пользования;
- 5) количество построенных или реконструированных объектов инфраструктуры транспорта общего пользования: автовокзалов и автостанций, аэропортовых комплексов, причальных сооружений.

В рамках работы по транспортному планированию были выполнены расчеты для двух возможных вариантов — базового и проектного. Ключевым отличием проектного варианта является наличие мероприятий, которые условно можно разделить на две укрупненные группы:

- мероприятия для освоения месторождений;
- мероприятия, направленные на повышение качества транспортных услуг.

К первой группе можно отнести такие масштабные мероприятия, как строительство грузообразующего участка железной дороги протяженностью 197 км с целью обеспечения вывоза продукции с Тарыннахского и Горкитского железнорудных месторождений, освоения Ималыкского железнорудного и Таборного золоторудного месторождений, строительство автомобильной дороги к ним, а также развитие железнодорожной станции Таежная для обеспечения вывоза продукции Таежного ГОКа в объеме до 9 млн т в год (инвестиционный проект с государственной поддержкой). Ко второй группе мож-

но отнести мероприятия по реконструкции федеральных и региональных трасс, а также по реконструкции объектов инфраструктуры внутреннего водного и воздушного видов транспорта.

Существенного перераспределения пассажиро- и грузопотоков, вне зависимости от реализуемого варианта, не произойдет, так как сложившиеся транспортные связи во многих случаях безальтернативны. В частности, ФАД «Лена» останется не менее востребованной в любом случае — будет проведена ее полная реконструкция по параметрам III категории, как это планируется в проектом варианте, или нет.

Целесообразным представляется выбрать именно проектный вариант, так как он позволит оптимально повысить качество и безопасность транспортного сообщения в республике. Реализация мероприятий для освоения месторождений должна осуществляться, однако, только при наличии утвержденных планов инвесторов. Так, Таежное, Десовское, Тарыннахское и Горкитское месторождения были выставлены на конкурс еще в 2008 году, но сроки их освоения неоднократно сдвигались.

Отсутствие существенных различий в объемах перевозок грузов и пассажиров не должно являться решающим фактором для выбора варианта, требующего меньшего объема инвестиций, так как обеспечение безопасности перемещения является даже более важным критерием, чем производственные показатели.

## КАЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

В среднесрочной перспективе основными целями должны стать качественные изменения в условиях жизни населения при общем сокращении издержек в организации жизнедеятельности на Севере [2]. Достижение целевых ориентиров связано с организацией надежного транспортного обеспечения арктических районов республики, для которого в ближайшее десятилетие необходимо:

- улучшение системы организации и управления завозом грузов (посредством создания терминальных логистических комплексов);
- создание гибкой системы тарифов и компенсации транспортных расходов;

- развитие транспортных магистралей, модернизация и ремонт инфраструктуры речных и морских портов, аэропортов, пристанского хозяйства с созданием сервисных служб;

- обновление подвижного состава на всех видах транспорта, укрепление материально-технической базы аэропортов, пристанского хозяйства, автотранспортных предприятий;

- создание новых видов транспортной техники, адаптированной к условиям данного региона (самолетов малой авиации, судов смешанного «река-море» плавания, транспортных средств универсального назначения, принципиально новых видов транспорта, не требующих специальной обслуживающей инфраструктуры) [3].

Одной из прорывных технологий для развития Арктики может стать так называемый умный транспортно-логистический модуль (УТЛМ), представляющий собой систему мультимодальных перевозок, работающую по принципу «одного окна» и обеспечивающую постоянную транспортную доступность [4].

Советом по приоритету научно-технологического развития «Связанность территории Российской Федерации» совместно с Минобрнауки России готовится предложение о разработке научно-технической программы полного инновационного цикла «Платформенные решения для комплексного освоения территорий», где пилотным регионом выбрана Республика Саха (Якутия). В УТЛМ будут объединены как уже использующиеся транспортно-логистические ресурсы, так и транспортные средства, не нуждающиеся в традиционной инфраструктуре — малая авиация, дирижабли, вездеходный и амфибийный транспорт. Также планируется разработка и включение в состав УТЛМ беспилотных авиационных и наземных транспортно-логистических систем.

Таким образом, профессиональный подход и качественная разработка документов транспортного планирования позволяет решать различного рода задачи по увязке развития всех видов транспорта, обосновать очередность реализации проектов и объемы затрат, выделить приоритетные объекты стратегического назначения. В частности, важно и то, что появляется системная возможность определить элементы транспортной инфраструктуры, которые можно создать за счет инвесторов капитального строительства по схеме государственно-частного партнерства.

### Литература

1. Указ Президента РФ от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» URL:<http://www.kremlin.ru/acts/news/64274>.
2. Серова В.А. Новый этап развития транспортной системы Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. — 2014. — Т.5. — № 42. — С. 69–72.
3. Егорова Т.П., Алексеева К.И., Константинов Н.Н. Проблемы транспортного обеспечения арктической зоны Якутии// Экономические проблемы регионов и отраслевых комплексов. — 2014. — С. 301-304.
4. Владимирова В.Г., Шемяков А.О. Платформенные решения для комплексного освоения территорий. Neftegaz.ru, №11, 2019.



# ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА — КЛЮЧ К РАЗВИТИЮ АРКТИКИ

**РАЗВИТИЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ СТАЛО ОДНИМ ИЗ ПРИОРИТЕТОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ. СЛОЖНЕЙШИМ ВОПРОСОМ ПРИ ЭТОМ ЯВЛЯЕТСЯ ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ РЕШЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ. РЯД СООТВЕТСТВУЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ВКЛЮЧЕН В КПМИ. ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ УДЕЛЕНО БОЛЬШОЕ ВНИМАНИЕ И В НОВОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ.**

**Т**радиционно при расчете площади мировой Арктики преобладали два отличающихся подхода — по Северному полярному кругу и по южной границе зоны тундры. Россия на сегодняшний день при определении размеров этих своих территорий внедряет также объединяющий их экономический принцип.

Уместно напомнить, что столетиями европейцы считали Арктику, занимающую шестую часть планеты, непригодной для проживания человека, «мертвой землей». Вместе с тем в Российской империи о запасах углеводородов и других природных богатствах этих территорий также было известно с давних времен.

В 1930-х гг. первым государством в мире, которое начало освоение нефтегазовых месторождений в услови-

ях Арктики, стал Советский Союз. Прделанная тогда работа во многом стала залогом того, что современная Россия устойчиво входит в тройку лидеров по добыче углеводородов (по итогам 2019 года — второе место и по газу, и по нефти). Более 80% горючего природного газа и 17% нефти (включая газовый конденсат) стране дают месторождения Арктики. С этим на сегодняшний день и связано основное значение Крайнего Севера для экономики страны.

Общая стоимость разведанных запасов минерального сырья в недрах российской Арктики оценивается в 1,5-2 трлн долларов, а потенциал — свыше 30 трлн. Хотя две трети этой суммы относят на долю энергоносителей, очевидно, что неосвоенные природные богатства

здесь далеко не исчерпывается нефтегазовым сектором. А разработка новых месторождений с интеграцией их в отечественную и мировую экономику невозможна, в том числе, без создания необходимой транспортной инфраструктуры. Общее улучшение социальных условий россиян, живущих и работающих в Арктической зоне, сегодня также стало одним из приоритетов государственной политики.

## ЗАДАЧА НОВОГО ТЫСЯЧЕЛИТИЯ

Разработка системной стратегии развития северных территорий в новых экономических условиях стала задачей последних лет. Началом этого процесса можно считать то, что в 2008 году Президент России утвердил «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу». Под Арктической зоной в документе понимались территории, определенные еще решением Госкомиссии при Совете Министров СССР по делам Арктики в 1989 году.

В феврале 2013 года Президентом России была утверждена Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. В мае 2014 года Владимир Путин подписал указ № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации». В марте 2018 года была обнародована новая редакция законопроекта «Об Арктической зоне Российской Федерации».

В июле 2020 года принят закон № 193-ФЗ «О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне Российской Федерации». Документом, в том числе, установлены границы соответствующих территорий, на которых частный бизнес получает ряд преференций. В состав Арктической зоны полностью включены Мурманская область, Чукотский, Ямало-Ненецкий, Ненецкий автономные округа, а также 45 муниципальных образований пяти субъектов РФ: Республики Карелия, Республики Коми, Архангельской области, Красноярского края, Республики Саха (Якутия). С принятием закона также внесены изменения в Налоговый кодекс и сопутствующие законодательные акты. Инвесторы получают серьезные льготы. Таким образом, создается самая большая особая экономическая зона в мире.

25 ноября 2020 года первый заместитель министра РФ по развитию Дальнего Востока и Арктики Александр Крутиков сообщил, что уже получено 200 заявок на реализацию инвестиционных проектов в АЗРФ, а резидентами ОЭЗ стали 25 компаний.

Наконец, минувшей осенью был принят еще один государственный документ, открывающий новые масштаб-



**«СДЕЛАНЫ ВАЖНЫЕ ШАГИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА. ПРАКТИЧЕСКИ ВСЯ РОССИЙСКАЯ АРКТИКА СТАНОВИТСЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНОЙ С НАБОРОМ НАЛОГОВЫХ ЛЬГОТ. САМОЕ ГЛАВНОЕ — МЕНЯЕТСЯ ПРИНЦИП: ЕСЛИ НА ПРЕДЫДУЩЕМ ЭТАПЕ ГОСУДАРСТВО САМО ИНВЕСТИРОВАЛО В АРКТИКУ, ПРИЧЕМ В НЕ ОЧЕНЬ БОЛЬШИХ ОБЪЕМАХ, ТО СЕЙЧАС МЫ ГОВОРИМ О ПОДДЕРЖКЕ ИНВЕСТОРОВ И ОКАЗАНИИ СОДЕЙСТВИЯ ПРОЕКТАМ В СФЕРЕ ЭКОНОМИКИ».**

**Юрий ТРУТНЕВ,**  
заместитель Председателя Правительства РФ —  
полномочный представитель Президента в ДФО

ные перспективы. 26 октября 2020 года Президент России подписал указ № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». «Низкий уровень развития транспортной инфраструктуры» при этом назван в числе «основных опасностей, вызовов и угроз, формирующих риски для развития Арктической зоны и обеспечения национальной безопасности».

## В КОМПЛЕКСНОМ ПЛАНЕ

Что касается транспортной системы Крайнего Севера, то, напомним, значительное внимание ей было уделено в Комплексном плане модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года.

В частности, федеральным проектом «Морские порты России» предусмотрены мероприятия по развитию портовой инфраструктуры Арктического бассейна (с увеличени-

# развитие Арктической зоны

ем мощности морских портов на 64,7 млн т, или на 18,1%). Особо выделяется при этом проект комплексного развития Мурманского транспортного узла со строительством угольного терминала «Лавна» (увеличение мощности морских портов на 18 млн т, или 27,8% прироста по бассейну).

Федеральным проектом «Северный морской путь» предусмотрено увеличение грузопотока по этому транспортному маршруту до 80 млн т. Крупнейшим мероприятием по развитию инфраструктуры при этом является строительство терминала сниженного природного газа и газового конденсата «Утренний» в порту Сабетта. Общий результат по федпроекту — увеличение мощности российских морских портов на 21,6 млн т. В

новом формате КПМИ до 2030 года на объекты Севморпути предполагается финансирование в объеме около 270 млрд рублей. Самый короткий морской маршрут из Европы в Юго-Восточную Азию будет развиваться как глобальный транспортный коридор для международных перевозок.

По федеральному проекту «Развитие региональных аэропортов и маршрутов», напомним, предусматривалась реконструкция аэродромной инфраструктуры в 66 региональных аэропортах. При этом в группу из 41 объекта включены аэропорты, которые призваны решать задачи национальной безопасности (являясь аэродромами совместного базирования) и жизнеобеспечения

## ПРОЕКТЫ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

### *В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ:*

- комплексное развитие морского порта Мурманск — единственного незамерзающего российского порта в Арктике, развитие Мурманского транспортного узла как мультимодального транспортного хаба, строительство новых терминалов и перевалочных комплексов;
- создание и развитие центра строительства крупнотоннажных морских сооружений, предназначенных для производства, хранения и отгрузки сжиженного природного газа, создание и развитие предприятий, осуществляющих ремонт и обслуживание морской техники и оборудования, используемых для освоения морских месторождений углеводородного сырья;
- модернизация аэропортовых комплексов, в том числе международного аэропорта Мурманска.

### *В НЕНЕЦКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ:*

- развитие проекта строительства глубоководного морского порта Индига и железнодорожной магистрали Сосногорск — Индига;
- развитие транспортной инфраструктуры, включая реконструкцию морского порта Нарьян-Мар, аэропортов Нарьян-Мара и Амдермы, проведение дноуглубительных работ на реке Печоре, строительство автомобильной дороги Нарьян-Мар — Усинск.

### *В ЧУКОТСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ:*

- развитие морского порта Певек и его терминалов;
- создание транспортно-логистического узла в глубоководном круглогодичном морском порту Providenia;

- развитие транспортной инфраструктуры, включая строительство межрегиональной автомобильной дороги Колыма — Омсукчан — Омолон — Анадырь;
- развитие Беринговского каменноугольного минерально-сырьевого центра, строительство круглогодичного терминала в глубоководной лагуне Аринай.

### *В ЯМАЛО-НЕНЕЦКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ:*

- развитие морского порта Сабетта с отгрузочными терминалами и морского судоходного канала в Обской губе;
- строительство и развитие железнодорожных магистралей Обская — Салехард — Надым — Пангоды — Новый Уренгой — Коротчаево и Обская — Бованенково — Сабетта.

### *В ОТДЕЛЬНЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ:*

- модернизация Беломорско-Балтийского канала.

### *В ОТДЕЛЬНЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ:*

- развитие железнодорожной инфраструктуры для обеспечения связи со строящимися и планируемыми к строительству железнодорожными магистралями, включая строительство магистрали Сосногорск — Индига, реконструкцию участка Коноша — Котлас — Чум — Лабытнанги, обоснование целесообразности реконструкции и строительства других участков;

территорий, не имеющих иного круглогодичного вида транспорта. Они расположены преимущественно на Дальнем Востоке и Крайнем Севере. Среди них Магадан, Норильск, Норъюнгри, Соловки, Якутск, Амдерма, Нарьян-Мар, Мирный, Бодайбо и другие.

В Арктике строятся и железные дороги. В рамках концессионного соглашения реализуется проект Северного широтного хода «Обская — Салехард — Надым — Пангоды — Новый Уренгой — Коротчаево» с плановым объемом финансирования 218 млрд рублей. Речь идет о модернизации и строительстве железнодорожной инфраструктуры протяженностью 498 км, а с учетом подходов — 2353 км. В увязке с развитием инфраструктуры

северных территорий также осуществляется модернизация Восточного полигона — Транссиба и БАМа.

Автодорожная сеть регионов Арктической зоны модернизируется преимущественно в рамках национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги».

Напомним, мероприятия КПМИ и БКАД на сегодняшний день переформируются в горизонте до 2030 года.

## НОВАЯ СТРАТЕГИЯ АРКТИКИ

В Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года, как уже отмечалось, одной из

- развитие транспортной инфраструктуры, включая строительство и реконструкцию участков автомобильной дороги Сыктывкар — Ухта — Печора — Усинск — Нарьян-Мар, а также проведение дноуглубительных работ на реке Печоре, обеспечивающей на безальтернативной основе транспортную доступность отдельных территорий;
- реконструкция и модернизация аэропортовой сети, включая аэропорт совместного базирования Воркуты.

### *В ОТДЕЛЬНЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ):*

- дноуглубление рек Анабар, Лена, Яна, Индигирка и Колыма;
- комплексное развитие пос. Тикси, включая развитие инфраструктуры двойного назначения, в том числе реконструкцию морского порта Тикси и его терминалов;
- комплексное развитие территорий, расположенных в бассейне реки Яны, предусматривающее строительство объектов энергетической и транспортной инфраструктуры, освоение минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых Янского бассейна;
- комплексное развитие территорий, расположенных в бассейне реки Колымы, предусматривающее модернизацию речного порта Зеленый Мыс и развитие Зырянского угольного минерально-сырьевого центра;
- создание сети торгово-логистических центров для обеспечения завоза в населенные пункты, расположенные в отдаленных местностях, топлива, продовольствия и других жизненно необходимых товаров.

### *В ОТДЕЛЬНЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ:*

- создание и развитие на базе месторождений Западного Таймыра нефтяного минерально-сырьевого центра, ориентированного на вывоз производимой продукции через акваторию Северного морского пути;
- создание Западно-Таймырского углепромышленного кластера, ориентированного на вывоз производимой продукции через акваторию Северного морского пути;
- развитие морских портов Диксон (включая строительство новых угольных терминалов и нефтяного терминала) и Дудинка;
- реконструкция и модернизация аэропортовой сети, включая аэропорт Хатанги.

### *В ОТДЕЛЬНЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ:*

- повышение конкурентоспособности морского порта Архангельск, включая модернизацию действующих морских терминалов, дноуглубление, создание нового глубоководного района, производственно-логистических комплексов и подъездной инфраструктуры, внедрение систем координации и цифрового управления транспортным узлом;
- развитие транспортной инфраструктуры (железнодорожных магистралей, водных путей и автомобильных дорог), обеспечивающей связь морского порта Архангельск с территориями Северо-Запада России, Урала и Сибири, включая обоснование целесообразности строительства новых железнодорожных участков;
- развитие международного аэропорта Архангельска.

# развитие Арктической зоны



ключевых проблем обозначен «низкий уровень развития транспортной инфраструктуры».

Отдельными пунктами при этом выделено «отставание сроков развития инфраструктуры Северного морского пути, строительства судов ледокольного, аварийно-спасательного и вспомогательного флотов от сроков реализации экономических проектов в Арктической зоне» и «отсутствие системы государственной поддержки завоза в населенные пункты, расположенные в отдаленных местностях, топлива, продовольствия и других жизненно необходимых товаров, обеспечивающей возможность их реализации населению и хозяйствующим субъектам по доступным ценам».

Одной из мер, способствующих выполнению основных задач в сфере экономического развития Арктической зоны, станет предоставление инвесторам государственной поддержки при осуществлении ими капитальных вложений в объекты транспортной, энергетической и инженерной инфраструктуры.

В целом спектр предполагаемых инфраструктурных проектов широк и разносторонен. Например, в их числе: объединение транспортно-логистических услуг, оказываемых в акватории Северного морского пути, на основе цифровой платформы; строительство универсальных атомных ледоколов; создание и развитие на базе отечественного оборудования спутниковой группировки на высокоэллиптических орбитах, обеспечивающей связь для пользователей в акватории Севморпути и на территориях севернее 70 градуса с. ш.; создание трансарктической магистральной подводной волоконно-оптической линии связи с выходом локальных линий в крупнейшие порты и населенные пункты Арктической зоны.

Непосредственно в транспортной сфере на первое место поставлено комплексное развитие инфраструктуры портов и судоходных путей в акваториях Северного

морского пути, Баренцева, Белого и Печорского морей. Намечено строительство портов-хабов и создание российского контейнерного оператора в целях обеспечения международных и каботажных перевозок по Севморпути. Запланировано расширение возможностей судоходства по Беломоро-Балтийскому каналу и бассейнам основных рек Арктической зоны, включая проведение дноуглубительных работ, обустройство портов и портопунктов.

Значительное внимание уделено и авиационной инфраструктуре. Это разработка схемы развития, строительство (реконструкция) аэропортовых комплексов и пунктов пропуска через государственную границу одновременно с развитием инфраструктуры Севморпути и реализацией экономических проектов. Не забыта и дорожная сеть. Одна из плановых задач – строительство и реконструкция автомобильных дорог местного значения, в том числе в населенных пунктах, расположенных в отдаленных местностях.

Реализация Стратегии будет осуществляться в три этапа: 2020-2024 гг., 2025-2030 гг., 2031-2035 гг. С точки зрения развития транспортной инфраструктуры самым знаковым из них представляется второй. На эти годы, в частности, запланировано обеспечение круглогодичного судоходства на протяжении всей акватории Северного морского пути, начало строительства портов-хабов для перевалки международных контейнерных грузов, начало реализации программы развития судоходства в бассейнах рек Арктической зоны. Также намечен ввод в промышленную эксплуатацию беспилотных транспортных систем.

В скором времени Правительство РФ разработает и утвердит единый план мероприятий по реализации обновленных Основ государственной политики в Арктике и Стратегии развития до 2035 года.



VI Международная конференция

# АРКТИКА-2021

Арктика: шельфовые проекты и устойчивое развитие регионов

Февраль 2021, ТПП РФ, Москва

# Стань участником

Специализированная выставка | Спонсорство

Тел.: +7 (495) 662-97-49 (многоканальный)

Организаторы:

Электронная почта: [arctic@s-kon.ru](mailto:arctic@s-kon.ru)  
[www.arctic.s-kon.ru](http://www.arctic.s-kon.ru)





# ПЕРВЫЙ «ЧАСТНЫЙ» МОСТ: НА ОБЩЕЕ БЛАГО

Игорь ПАВЛОВ

*ПУРОВСКИЙ МОСТ, СДАННЫЙ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ 16 ОКТЯБРЯ, — ПЕРВЫЙ В СТРАНЕ ПОДОБНЫЙ ОБЪЕКТ, ПОСТРОЕННЫЙ ПОЛНОСТЬЮ ЗА СЧЕТ ЧАСТНОГО ИНВЕСТОРА. СОВРЕМЕННАЯ ПЕРЕПРАВА ОТКРЫВАЕТ НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ, ОБЕСПЕЧИВАЯ КРУГЛОГОДИЧНУЮ АВТОДОРОЖНУЮ СВЯЗЬ С ДЕСЯТКАМИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. МОСТ ТАКЖЕ РЕШИЛ ГЛАВНУЮ ТРАНСПОРТНУЮ ПРОБЛЕМУ ЖИТЕЛЕЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЯНАО.*

## ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Как уточнил представитель генерального проектировщика, начальник отдела искусственных сооружений АО «Ленпромтранспроект» Алексей Бахтияров, проектная документация разрабатывалась на основании Распоряжения Правительства РФ от 22.04.2010 №635-р и Постановления Администрации ЯНАО от 18.06.2009 №343-А «Об утверждении Схемы территориального планирования Ямало-Ненецкого автономного округа».

Долгие годы платные понтонно-мостовые переправы в районе Уренгоя являлись единственными коммуникациями через реку Пур, связывающими южную часть округа (обеспеченную транспортной инфраструктурой) с быстро развивающимися крупными нефтегазовыми месторождениями Заполярное, Русское, Ванкорское

(Красноярский край), которые имеют стратегическое значение как для региона, так и для страны в целом.

Движение автотранспорта через Пур выполнялось по двум понтонно-мостовым переправам, основная схема работы которых позволяла обеспечить проезд колесной и гусеничной техники весом до 60 т. При необходимости пропуска автомашины или тягача с прицепом большей массой необходимо было проводить дополнительные масштабные, трудоемкие и дорогостоящие мероприятия. В частности, увеличение количества речных звеньев переправы и т. п.

В зимний период здесь формировалась ледовая дорога. Речные звенья в этом случае, однако, работали в нерасчетных условиях и могли получать значительные повреждения, особенно в период подвижки льда. Следовательно, необходимо было всегда иметь их запас (до 15% от общего количества) для замены.



Это также являлось трудоемким и затратным мероприятием.

В период весеннего ледохода и осеннего ледостава переправы через реку не было вообще. В целом время полного перерыва в движении составляло два месяца.

Несоответствие параметров, технического состояния понтонно-мостовых переправ и условий пропуска, сложившегося и перспективного трафика (снижение скорости, задержки и перерывы в движении и другие факторы) вызвали необходимость строительства современного мостового перехода.

Проект получил положительное заключение Главгосэкспертизы в 2016 году. Специалисты Ленпромтранспроекта осуществляли также авторский надзор за строительством объекта.

Общая протяженность нового участка автомобильной дороги Коротчаево – Уренгой составляет 2716,5 м, из них длина мостового перехода – 1023,1 м. Расчетная скорость движения – 100 км/ч.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

22 декабря 2018 года губернатор ЯНАО Дмитрий Артюхов объявил о начале строительства мостового перехода. Реализация проекта оказалась возможной благодаря концессионному соглашению между Правительством ЯНАО и ООО «Региональная инфраструктурная компания». А уникальность объекта, как уже отмечалось, заключается в том, что это первый в России мост, полностью построенный за счет частных инвестиций. Общая сумма финансирования составила почти 10 млрд рублей.

Характеристика	Параметр
Категория дороги	III
Число полос движения	2
Габарит, м	F10
Расчетная временная нагрузка	A14, H14, пешеходная – 200 кг/м <sup>2</sup>
Расчетная скорость движения, км/ч	100
Класс водного пути	V
Ширина подмостового габарита, м	100
Схема сооружения, м	84.0+8x105.0+84.0
Количество опор	11
Длина сооружения, м	1023,1
Ширина сооружения, м	13,37...14,04
Материал пролетных строений	Металл
Покрытие на сооружении	Асфальтобетон
Фундаменты	Сваи-оболочки из металлических неизвлекаемых труб 1420x16 мм, частично заполненные монолитным железобетоном, объединенные поверху монолитным ростверком



**УОТКРЫТИЕ ПУРОВСКОГО МОСТА – ИСТОРИЧЕСКОЕ СОБЫТИЕ ДЛЯ ЯМАЛА, КОТОРОГО ЖДАЛИ ПОЧТИ 40 ЛЕТ. НАДЕЖНАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕРРИТОРИЯМИ ЖИЗНЕННО НЕОБХОДИМА НАШЕМУ ОКРУГУ. МЫ ПОСТРОИЛИ МОСТ БЕЗ ЕДИНОГО БЮДЖЕТНОГО РУБЛЯ, ПОЛНОСТЬЮ ЗА СЧЕТ ЧАСТНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ. ПРИ ЭТОМ ВСЕ ЖИТЕЛИ НА СВОЕМ ЛЕГКОВОМ ТРАНСПОРТЕ БУДУТ ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ИМ АБСОЛЮТНО БЕСПЛАТНО.**

Губернатор ЯНАО  
Дмитрий АРТЮХОВ

По информации проектировщика, технологии строительства также имели ряд особенностей. В частности, сооружение русловых опор моста в летний период производилось с использованием плавсредств, в зимний – с ледовой дороги, устраиваемой способом послойного намораживания дополнительных слоев льда поверх естественного. Пролеты №2-10 устанавливались методом продольной надвигки. Сборка осуществлялась конвейерно-тыловым методом, стреловым краном г/п 45 т. Укрупнительная сборка блоков пролетного строения производилась на стройплощадке. Собиралась плеть длиной 182 м с аванбеком. Надвигка производилась двумя гидродомкратами по 500 т по карточкам скольжения. Пролеты 1–2 и 10–11 сооружались на временных опорах из мостовых инвентарных конструкций стоечных (МИК-С). Монтаж пролетов на обоих берегах производился стреловым краном г/п 500 т секциями по 3 блока (16,65 м, 84,9 т), собранными на стройплощадке и доставляемыми к месту установки на низкорамном раздвижном полуприцепе.

Основные строительные-монтажные работы начались зимой 2019 года. Строительство не останавливалось ни

на минуту. Генеральный подрядчик – АО «Мостострой-11» – работал круглосуточно без выходных. Объемы выполненных работ, например, характеризует то, что в целом на объекте было установлено более 5,8 тыс. т металлоконструкций. На стройке трудилось около 1,5 тыс. человек. В итоге мост удалось построить с опережением графика почти вдвое.

Первый заместитель губернатора ЯНАО Александр Калинин отмечает, что Пуровский мост открывает постоянный доступ к 50 месторождениям для 20 нефтегазовых компаний. Это не только позволит на новом качественном уровне развивать экономику региона, но и имеет важное значение для всей страны. В то же время, по словам вице-губернатора, «тысячи жителей Пуровского, Тазовского и Красноселькупского районов навсегда могут забыть о необходимости делать запасы на время распутицы, о сложностях с получением медицинской помощи из-за проблем на переправе».

Для реализации проекта на основе концессионного соглашения потребовалось также внесение изменений в федеральное законодательство, которые закрепили право бесплатного проезда по мосту для всех местных жителей на легковом транспорте. При этом благодаря частному инвестору экономия бюджетных средств позволила региону значительно увеличить объем финансирования работ по ремонту и строительству своих автомобильных дорог. ■



# Правильно – это Цинкировать!

**Цинкирование – технология,  
позволяющая зарабатывать Больше!**

**Это реальная замена горячего цинкования!**

## Заключения

ISO-12944:2018 C4veryhigh 121-130 мкм (более 25 лет)

ISO-12944:2018 C5high 121-130 мкм (15-25 лет)

ГОСТ 9.401 УХЛ1-120 мкм (более 25 лет)

Технология Цинкирования внесена в СП 28.13330.2017

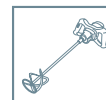
«СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии»



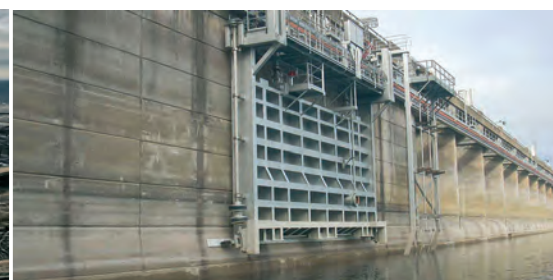
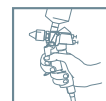
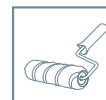
## Отличительные особенности Цинкирующего состава

- 1) Образует стабильную субдисперсионную Zn-Fe зону на поверхности металла.
- 2) Обладает свойством межслойной диффузии.
- 3) Сохраняет функцию поверхностной самоконсервации и самовосстановления в течение всего срока службы.
- 4) Отличается достаточной стойкостью к абразивному воздействию.
- 5) Межатомное расстояние в цинкерном слое аналогично межатомному расстоянию в слое цинка, нанесённого с помощью процесса погружения в ванну.
- 6) Наносится даже зимой при температуре от  $-30^{\circ}\text{C}$ .
- 7) UV-стабильно, имеет благородный серый цвет.

01. Подготовка



02. Нанесение





# СЕРГЕЙ ПЕТРАЕВ

## О НЕПРОСТОЙ СПЕЦИФИКЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ДОРОГ

**«ПОДЪЕМ ДАЛЬНОГО ВОСТОКА – ЭТО НАШ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИОРИТЕТ НА ВЕСЬ XXI ВЕК», – ЗАЯВЛЯЛ ВЛАДИМИР ПУТИН. А СОЗДАНИЕ НЕОБХОДИМЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПОЛНОЦЕННОГО РАЗВИТИЯ ОГРОМНЫХ И МАЛООСВОЕННЫХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ, В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ, НЕВОЗМОЖНО БЕЗ МОДЕРНИЗАЦИИ И РАСШИРЕНИЯ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ. О РАБОТЕ, ВЕДУЩЕЙСЯ В ЭТОМ НАПРАВЛЕНИИ, РАССКАЗАЛ ДИРЕКТОР ФКУ ДСД «ДАЛЬНИЙ ВОСТОК» СЕРГЕЙ ПЕТРАЕВ.**

**– Сергей Викторович, в этом году ваше учреждение отметило 25-летие. С какой целью оно было образовано, какие задачи решало? Каких результатов удалось достичь в работе за эти годы?**

– Создание региональной дирекции Росавтодора на Дальнем Востоке в 1995 году было напрямую связано с принятым 1 декабря 1994 года постановлением №1310 «О федеральной целевой программе совершенствования и развития автомобильных дорог РФ «Дороги России» на 1995-2000 гг.».

До февраля 1995 года на территории Дальнего Востока отсутствовал единый заказчик, что значительно усложняло взаимодействие с подрядными организациями – не было единой экономической политики, технические требования для строителей и проектировщиков также не были унифицированы.

Создание нашей ДСД позволило оптимизировать процесс организации строительства федеральных дорог в Дальневосточном регионе, что положительно отразилось на качестве работ и во многом упростило ввод построенных километров в эксплуатацию.

Без преувеличения можно сказать, что одним из самых значимых не только для дирекции, но и в масштабах страны является строительство трассы Р-297 «Амур» Чита – Хабаровск. Дорогу прокладывали в трудных климатических условиях по болотам и участкам с вечной мерзлотой. Сегодня уже и не задумываешься о том, что когда-то центральную часть России и Дальний Восток соединяли только железнодорожные Транссибирская и Байкало-Амурская магистрали.

Благодаря колоссальному труду дорожников в 2004 году было открыто сквозное рабочее движение от Читы до Хабаровска, а в 2010-м вся трасса Р-297 «Амур» введена в эксплуатацию в асфальтобетонном покрытии.

Сегодня ФКУ ДСД «Дальний Восток» является одной из крупнейших в России специализированных дирекций по строительству и реконструкции федеральных автомобильных дорог. В зону нашей ответственности входят трассы А-370 «Уссури» Хабаровск – Владивосток, Р-297 «Амур» Чита – Хабаровск, А-360 «Лена» Невер – Якутск и Р-504 «Колыма» Якутск – Магадан.

Кроме того, дирекция осуществляет функции заказчика по капитальному ремонту, ремонту и содержанию подведомственных автомобильных дорог федерального значения на территории восьми субъектов ДФО.

В целом это сеть протяженностью более 4,3 тыс. км.



## **— В этом году вам передана на баланс трасса «Колыма». С чем это связано?**

— Участок федеральной автомобильной дороги Р-504 «Колыма» Якутск — Магадан с 1187 по 2021 км передан в оперативное управление ФКУ ДСД «Дальний Восток» на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 27.02.2020 № 649-р.

## **— В настоящее время ведется строительство (реконструкция) этой автомобильной дороги. Расскажите о текущих работах подробнее. Кто разрабатывал проект и что он включает? Какие искусственные сооружения предстоит построить? Каков объем финансирования?**

— В 2020 году начаты работы по реконструкции трассы на участках км 1510 — км 1536, км 1821 — км 1831 и мостовом переходе через реку Оротукан на 1631-м км. Проектная документация разработана институтами ОАО «Иркутскгипродорнии» и ООО «Евро-Консалтинг».

В рамках реконструкции будут построены 36 км автомобильной дороги III технической категории с асфальтобетонным покрытием, 4 железобетонных моста общей протяженностью около 204 пог. м, 3 грунтозасыпных моста общей длиной около 86 м, уложена 61 металлическая гофрированная труба, а также обеспечен безопасный проезд по прижимам реки Дебин.

В настоящее время на объектах ведутся подготовительные работы, основные СМР начнутся в 2021 году.

Ввод участка км 1821 — км 1831 и моста через Оротукан в эксплуатацию планируется в 2023 году, участка км 1510 — км 1536 — в 2024 году.

Объем финансирования объектов реконструкции на 2020 год составил более 305 млн рублей.

## **— Какие материалы и технологии применяются при строительстве с учетом климатических особенностей региона? Удалось ли достичь успехов в подборе асфальтобетонных смесей с учетом пучинистых грунтов и низких температур?**

— В оперативном управлении ФКУ ДСД «Дальний Восток» находятся автомобильные дороги, расположенные в I и II дорожно-климатических зонах, для которых характерен перепад температур более 80°C: от +38°C летом до -57°C зимой. Перед дирекцией стоит важная задача — обеспечить надежную работу дорожных конструкций при низких и высоких температурах воздуха. Наиболее востребованными остаются технологии, позволяющие минимизировать последствия резких температурных перепадов и других экстремальных природно-климатических воздействий. Основные среди таких методов — устройство покрытий автомобильных дорог с использованием модификаторов асфальтобетонных смесей,

щебеночно-мастичного асфальтобетона с различными добавками, регенерация дорожных одежд, а также использование геосинтетических материалов.

На сегодняшний день важным моментом является увеличение сроков службы покрытий за счет проектирования составов асфальтобетона с заранее заданными характеристиками. С этой задачей ФКУ ДСД «Дальний Восток» справляется. Изучены современные методы проектирования асфальтобетонной смеси, основанные на объемных свойствах асфальтобетона. Также преимуществом данного метода является подбор марки битумного вяжущего по специально разработанной шкале РГ с учетом температурных диапазонов его применения. Теперь стало возможно задавать необходимые показатели, учитывая особенности природных условий, интенсивности нагрузок при автомобильном движении, а также максимально высокие летние и зимние температуры.

Исследовательская лаборатория ФКУ ДСД «Дальний Восток» обладает полным комплектом необходимого оборудования для контроля качества асфальтобетона и асфальтобетонной смеси, которые запроектированы в соответствии с современной методологией.

Что касается пучинистых грунтов на дальневосточных дорогах, одно из решений проблемы — укрепление или стабилизация грунта неорганическими, органическими и комплексными вяжущими материалами. Модифицированные грунты обладают повышенной прочностью, более низкими характеристиками изменения объема. Также стоит отметить, что применение цементогрунта в конструкции дорожной одежды оказывает положительное влияние на водно-тепловой режим земляного полотна и снижение колееобразования.

## **— Какова ваша зона ответственности на трассе «Лена», имеющей протяженность 1157 км? Какая ее часть уже находится в нормативном состоянии? Какие работы ведутся?**

— Федеральная автомобильная дорога А-360 «Лена» Невер — Якутск находится в оперативном управлении ФКУ Упрдор «Лена». ФКУ ДСД «Дальний Восток» здесь является заказчиком работ по строительству и реконструкции.

В 2020 году после реконструкции открыто движение по участку с 63 по 93 км в Тындинском районе Амурской области. Для обеспечения более комфортных условий проезда проектом было предусмотрено спрямление трассы. Таким образом, протяженность объекта, включенного в нацпроект «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры», сократилась до 28 км.



Участок доведен до параметров III категории: вместо покрытия переходного типа устроено асфальтобетонное, благодаря чему пропускная способность теперь составляет более 4 тыс. автомобилей в сутки. В рамках реконструкции на объекте построены 10 мостов общей длиной 537 пог. м и 30 водопропускных труб, выполнен большой объем земляных работ — более 5 млн кубометров грунта.

В настоящее время продолжают работы еще на двух объектах общей протяженностью более 25 км. Участок с 165 по 172 км планируется ввести в эксплуатацию в 2021 году, с 38 по 58 км — в 2024 году.

### — Какие работы ведутся на трассе Чита — Хабаровск?

— На федеральной автомобильной дороге Р-297 «Амур» Чита — Хабаровск, в рамках заключенных государственных контрактов, ведутся работы по строительству и реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию.

Продолжается реконструкция участков с 1471 по 1474 км и с 1898 по 1906 км. Ввод данных объектов в эксплуатацию планируется в 2022 и 2021 гг. соответственно.

В 2020 году завершается капитальный ремонт и ремонт более 100 км трассы, еще 25 км приведут в нормативное состояние после устройства слоев износа. Таким образом, общий ввод составит более 125 км.

Помимо этого, в текущем году в ходе мероприятий по повышению уровня безопасности ведутся работы по устройству искусственного электроосвещения, троту-

аров и автобусных остановок в Еврейской автономной области. Общая протяженность линий освещения — более 20 км.

— В продолжение темы безопасности. Как обеспечивается связь водителя со службой экстренной помощи при аварии или поломке автомобиля в местах плохого покрытия сотовой связью или при ее отсутствии? Предусмотрены ли системы видеонаблюдения, которые обеспечивают не только контроль соблюдения скоростного режима, но и позволяют, например, выявить ДТП или остановку автомобиля по причине поломки в зимний период и оперативно прийти водителю на помощь?

— На всех автомобильных дорогах общего пользования федерального значения, находящихся в оперативном управлении ФКУ ДСД «Дальний Восток», имеется покрытие сотовой связью. Исключение составляет участок с 230 по 500 км трассы А-376 Хабаровск — Лидога — Ванино — Комсомольск-на-Амуре и участки Р-504 «Колыма» Якутск — Магадан в Магаданской области, пролегающие вне населенных пунктов.

На 1713-м, 1782-м и 1869-м км Р-504 установлены три пикета экстренной связи, которые позволяют осуществлять передачу данных как через сотовых операторов, так и в сети Интернет. Также связь осуществляется с сотрудниками МЧС.

На 234-м, 269-м, 295-м, 329-м, 343-м, 367-м, 385-м, 409-м, 435-м и 500-м км А-376 установлены базовые станции экстренной аварийной связи, разработанные учеными Тихоокеанского государственного университета. Стоит отметить, что места расположения объектов выбраны не случайно. По данным управления ГИБДД УМВД России по Хабаровскому краю и Росгидромета, эти участки являются наиболее сложными с точки зрения аварийности и погодных условий.

— Учитывая удаленность населенных пунктов, очень важно иметь на трассе достаточное количество заправок и многофункциональных центров, где водитель может отдохнуть, поесть, подключиться к интернету и произвести необходимый ремонт автомобиля. Развиваете ли вы такой придорожный сервис, и на каком расстоянии друг от друга находятся МФЦ?

— Автомобильные дороги, которые находятся в оперативном управлении дирекции, обеспечены объектами дорожного сервиса: есть и заправки, и кафе, и гостиницы. Однако распределены они по дорогам неравномерно. Это зависит от близости населенных пунктов: чем дальше от города, тем «накладнее» организовать работу объекта сервиса. На нерентабельное место бизнес про-



сто не придет. На таких участках объекты сервиса могут располагаться реже, чем через каждые 100 км. Самое уязвимое в этом отношении — направление Лидога — Ванино на А-376, где и населенных пунктов нет на много километров, и сложный горный рельеф.

Другое дело, что как таковых многофункциональных зон на Дальнем Востоке еще нет: на территории не такая плотность населенных пунктов вдоль дорог, как на западе страны, ниже интенсивность движения. В качестве эксперимента, однако, мы планируем организовать площадки под МФЗ на двух участках, которые находятся сейчас в стадии реконструкции: с 305 по 335 км и с 687 по 703 км на А-370 «Уссури» Хабаровск — Владивосток.

**— Расскажите об особенностях зимнего содержания ваших трасс. Применяются ли реагенты на мостовых сооружениях и определенных участках дорог — или дороги на всем своем протяжении содержатся только в накате? Как осуществляется борьба со снежными заносами? Какие превентивные меры используются?**

— Для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах применяются химические, фрикционные и комбинированные противогололедные материалы.

На мосту через Амур, расположенном на км 2159+843 трассы Р-297, для борьбы с зимней скользкостью применяется противогололедный реагент, имеющий уникальные свойства, такие как экологичность и отсутствие коррозионной активности по отношению к металлам и бетону.

На А-384 в районе Анадыря в осенний и весенний периоды на цементобетонном покрытии применяется противогололедный реагент, который также используется для предупреждения и удаления гололедных образований и укатанного снега на бетонных (цементных, асфальтовых) и иных покрытиях аэродромов гражданской авиации.

На А-370 на участках с I категорией применяется противогололедный реагент, имеющий высокую скорость плавления льда после обработки поверхности, диапазон применения до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Участки с переходным типом покрытия в зимний период содержатся под снежным накатом и для борьбы с зимней скользкостью используется фрикционный материал (отсев дробления).

В целях недопущения образования снежных заносов в период обильного выпадения осадков и метелей подрядными организациями проводится круглосуточное патрулирование автомобильных дорог специализированной техникой.

*Интервью подготовлено при содействии пресс-службы ФКУ ДСД «Дальний Восток»*

## СПРАВКА



В оперативном управлении ФКУ ДСД «Дальний Восток» находятся федеральные автомобильные дороги, проходящие по территориям восьми субъектов РФ: Хабаровскому, Приморскому и Камчатскому краям, Еврейской автономной, Амурской, Сахалинской и Магаданской областям, Чукотскому автономному округу.

Общая протяженность подведомственной сети дорог составляет более 4,3 тыс. км, из которых:

- Р-297 «Амур» Чита — Хабаровск, км 741+597 — км 2106+648 (1367,4 км);
- Р-297 «Амур» Чита — Хабаровск на участке Подъезд к г. Благовещенску, км 0 — км 124 (124 км);
- А-361 подъездная дорога от автомобильной дороги А-360 «Лена» к границе с КНР, км 0 — км 13, км 19 — км 84+600 (89,6 км);
- А-370 «Уссури» Хабаровск — Владивосток, км 12 — км 730 (796 км);
- А-375 «Восток» Хабаровск — Находка, км 5 — км 246, км 670 — км 675 (244,3 км);
- А-384 подъездная дорога от г. Анадыря к аэропорту Анадыря (Угольный), км 0 — км 30+500 (23,5 км);
- А-401 подъездная дорога от морского порта Петропавловск-Камчатский к аэропорту Петропавловск-Камчатский (Елизово), км 0 — км 38 (38 км);
- А-391 Южно-Сахалинск — Корсаков, км 13 +771 — км 36+242 (23 км);
- А-392 Южно-Сахалинск — Холмск км 5+775 — км 86+873 (81 км);
- А-371 Владивосток — остров Русский, км 0 — км 3+100 (3,1 км);
- А-376 Хабаровск — Лидога — Ванино — Комсомольск на Амуре, км 34+425 — км 393+140 (358,7 км), км 0 — км 319+609 (319,6 км);
- Р-504 «Кольма» Якутск — Магадан, км 1187 — км 2021 (834 км).

# P-254 «ИРТЫШ»: РАЗВИТИЕ В ЦЕМЕНТОБЕТОНЕ

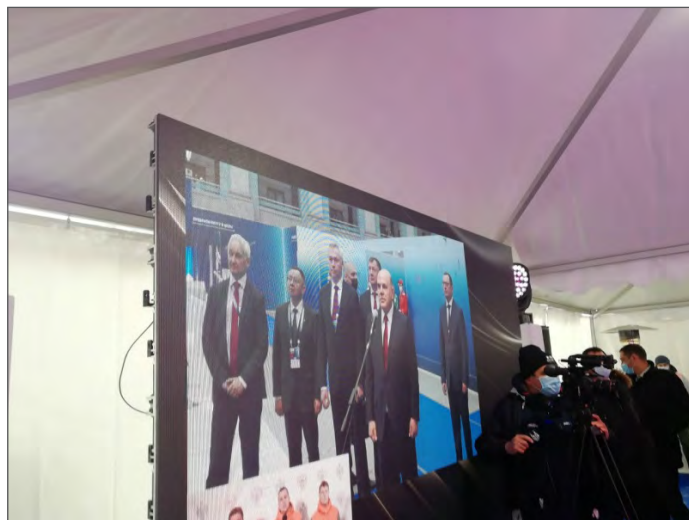
**ОДНИМ ИЗ СОБЫТИЙ «ТРАНСПОРТНОЙ НЕДЕЛИ – 2020» СТАЛО ВВЕДЕНИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ P-254 «ИРТЫШ» В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ. ДВИЖЕНИЕ ПО НЕМУ В ФОРМАТЕ ТЕЛЕМОСТА ОТКРЫЛ ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ МИХАИЛ МИШУСТИН. ЭТО ОДИН ИЗ НЕМНОГИХ ОБЪЕКТОВ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ, НА КОТОРОМ ПОКРЫТИЕ ВЫПОЛНЕНО ИЗ ЦЕМЕНТОБЕТОНА.**

**В** церемонии также приняли участие первый заместитель Председателя Правительства РФ Андрей Белоусов, заместитель Председателя Правительства РФ Марат Хуснуллин, и. о. министра транспорта Александр Нерадько, руководитель Федерального дорожного агентства Андрей Костюк и губернатор Новосибирской области Андрей Травников.

«Движение открыть разрешаю и поздравляю вас и всех коллег с этим событием», — эта фраза Михаила Мишустина официально завершила модернизацию автомобильной дороги P-254 «Иртыш» на отрезке км 1392 — км 1422. Участок протяженностью 13,5 км стал последним этапом реконструкции значимого для всего региона объекта.

Федеральная автомобильная дорога P-254 «Иртыш» (Челябинск — Курган — Омск — Новосибирск) является, с одной стороны, транспортной артерией, соединяющей Новосибирскую область с западом РФ. С другой стороны, ее можно считать продолжением на восток трассы М-5 «Урал», вместе с которой она входит в состав азиатского маршрута.

Проект реконструкции завершен в рамках нацпроекта «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры до 2024 года». В целом на участок ушло шесть лет (строительно-монтажные работы начались в 2015 году). Предыдущие два этапа введены в эксплуатацию в 2017 и 2018 гг. На всем протяжении 30-километрового участка расширили проезжую часть с двух до четырех полос движения, установили разделительное барьерное ограждение. Возвели шесть транспортных развязок и семь мостовых сооружений, построили 10,4 км новой дороги в обход поселка Коченево. Оборудовали автоматизированные линии освещения и табло переменной информации, обустроили площадку отдыха для водителей. В результате

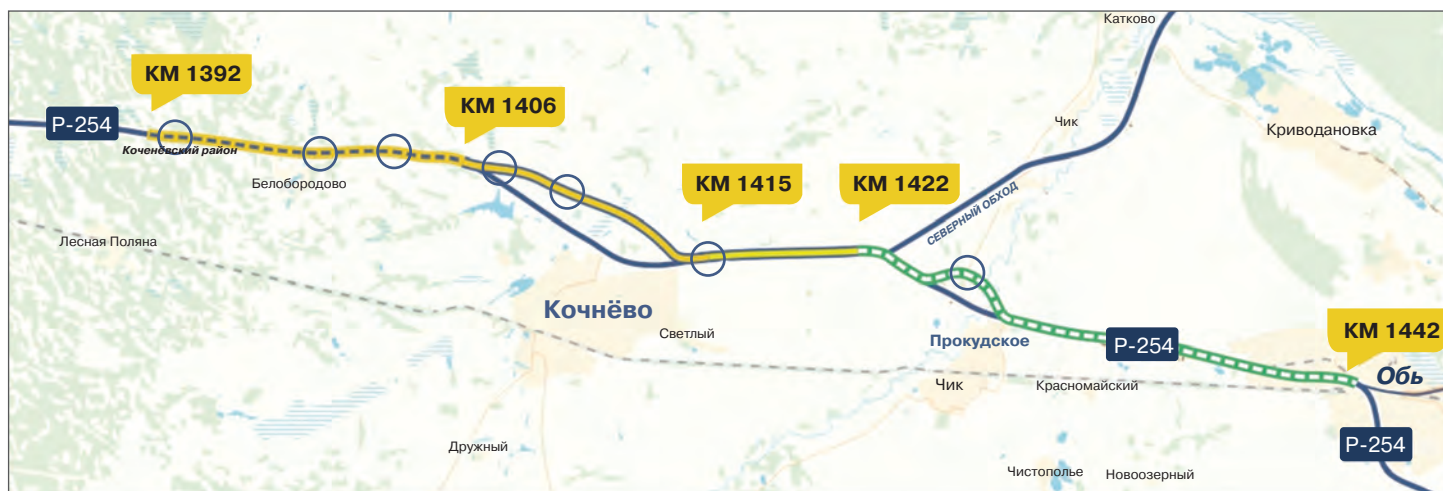


реконструкции участок переводится из III технической категории в I.

В рамках завершающего этапа км 1392 — 1405+500 (протяженность 13,5 км):

- возведено три транспортных развязки с путепроводами;
- устроено цементобетонное покрытие на площади более 266,8 км<sup>2</sup>;
- уложено 11,6 тыс. т асфальтобетона на обочинах и транспортных развязках;
- установлено 13,3 км барьерного ограждения, 313 опор электроосвещения, 200 дорожных знаков и 446 сигнальных столбиков, для монтажа водопропускных труб, использовано 37,5 т металлических гофролистов.

Реконструкция P-254 «Иртыш» в Новосибирской области — один из немногих объектов дорожного строительства в России с цементобетонным покрытием. Оно в меньшей степени подвержено колееобразованию и



другим деформациям при воздействии физических нагрузок и перепадов температур и более чем в два раза долговечнее, прочнее, износоустойчивее, чем асфальтобетон, что позволяет обеспечить пропуск большегрузных транспортных средств без сезонных ограничений. Кроме того, экономия средств на содержание автомобильной дороги за весь период ее жизненного цикла достигает 30% за счет длительного межремонтного срока — 30–40 лет, что особенно актуально в регионах со сложными климатическими условиями.

К слову, для расширения применения минеральных вяжущих при строительстве федеральных автомобильных дорог в 2019 году подписан Меморандум о взаимодействии между Росавтодором и АО «Евроцемент групп». В настоящее время подготовлены предложения по доработке Стратегии развития промышленности строительных материалов, предусматривающей расширение практики использования цемента в дорожном строительстве.

Завершивший реконструкцию 13-километровый участок трассы Р-254 «Иртыш» в Коченевском районе по праву снискал славу самого протяженного из объектов дорожного строительства с цементобетонным покрытием в России в 2020 году. Несмотря на ограничения, вызванные эпидемией коронавируса, за 1 день рабочие укладывали около 600 пог. м армированного цементобетона. Технические характеристики покрытия: толщина — 24 см, класс — В-35.

Реконструкция позволила повысить уровень безопасности и комфорта для водителей, а также увеличить пропускную способность участка, расположенного на подъезде к городу Новосибирску с населением более 1,5 млн человек. Среднегодовая интенсивность движения здесь составляет свыше 10 тыс. автомобилей в сутки, причем около 45% потока — грузовой транспорт. Это обусловлено наличием действующих и строящихся предприятий и

промышленно-логистических терминалов, расположенных на въезде в областной центр.

В дальнейших планах «ФКУ «Сибуправтодор» — продолжить реконструкцию трассы Р-254 «Иртыш» с расширением до 4-6 полос еще на 20 км от границы нынешнего участка в сторону города Новосибирска (км 1422 — 1442) — от пересечения с Северным обходом Новосибирска до подъезда к аэропорту «Толмачево». Этот проект находится в разработке.

Всего в ведении ФКУ «Сибуправтодор» находится 600 км дорог, построенных с применением цементобетона, что составляет почти треть общей протяженности подведомственной дорожной сети. По данным ежегодной диагностики, протяженность подведомственных Росавтодору автомобильных дорог с таким типом покрытия составляет более 1,3 тыс. км. За период 2020–2024 гг. планируется ввести в эксплуатацию свыше 128 км цементобетонных трасс.■



# IRD ENGINEERING: СТРОЙКОНТРОЛЬ НА МИРОВОМ УРОВНЕ

**ЦЕНТРАЛЬНАЯ КОЛЬЦЕВАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА В ПОДМОСКОВЬЕ СТАЛА МЕЖДУНАРОДНЫМ ПРОЕКТОМ В ВИДУ НЕ ТОЛЬКО СВОЕГО ЗНАЧЕНИЯ, НО И УЧАСТИЯ ИНОСТРАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ. ТАК, НА ЦКАД-3, ЯВЛЯЮЩЕЙСЯ ЧАСТЬЮ ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «ЕВРОПА — ЗАПАДНЫЙ КИТАЙ», ФУНКЦИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРТА В РАМКАХ КОНЦЕССИОННОГО СОГЛАШЕНИЯ ВЫПОЛНЯЛА ФИРМА IRD ENGINEERING.**

**К**онтракт был заключен между IRD Engineering, концессионером в лице ООО «АСК» и Госкомпанией «Автодор». Смысл здесь в том, чтобы технический эксперт оставался непредвзятым и беспристрастным ко всем заинтересованным сторонам. А в обязанности итальянской фирмы входило выполнение функций строительного контроля по всей длине ЦКАД-3, включая и искусственные сооружения, и дорожное полотно, и обустройство трассы. Компания также осуществляла проверку проектной и рабочей документации на соответствие нормативно-законодательной базе РФ и решала еще ряд задач.

Для выполнения всех обязательств по проекту в команде IRD Engineering было задействовано более 60 человек, не считая строительной лаборатории. И, конечно, самым сложным и красивым инженерным сооружением ЦКАД-3 можно назвать мост через канал имени Москвы. Его длина с подходами составляет 1410 м. Мост пересекает сразу несколько транспортных магистралей, движение по которым нельзя было останавливать в процессе строительства. Для сооружения объекта использовались несколько разных методов монтажа. При этом уникальным является не только пролетное строение моста, но и опоры. Длина свай, которые выполнялись с уширением в

основании, доходила до 52 м, а для укрепления массива грунта использовалась технология jet-grouting.

Другой особенностью проекта ЦКАД-3 является первая в России система безбарьерной оплаты free-flow. Напомним, проезд в этом случае оплачивается без остановки транспортного средства, то есть шлагбаумы и ПВП отсутствуют. Любой автомобиль фиксируется оборудованием, установленным на специальных порталных рамах.

Среди уникальных искусственных сооружений на первой в России «умной дороге» стоит упомянуть и экодук — путепровод над трассой основного хода, позволяющий не нарушать пути сезонных миграций зверей. В рамках ЦКАД-3 возведено одно из первых подобных сооружений в России. Длина экодука — 100 м, ширина — 20 м. По краям смонтированы шумозащитные экраны, чтобы звери не пугались шума от проходящего внизу транспорта, на переходе высажены деревья и кустарники.

А интересным решением для усиления конструкции и увеличения срока службы дорожного полотна стало использование в качестве щебеночного основания доменного шлака. Прочность на сжатие у медеплавильной разновидности данного материала может достигать до 140 МПа. Для сравнения: у гранита этот предел составляет 120 МПа. Доменный шлак находит все более широкое применение в дорожном строительстве также благодаря своей способности поглощать воду.

В целом комплексный подход со стороны IRD Engineering сыграл одну из ключевых ролей для успешной реализации проекта.

**IRD ENGINEERING — ВЕДУЩАЯ ИТАЛЬЯНСКАЯ ИНЖИНИРИНГОВАЯ КОНСАЛТИНГОВАЯ КОМПАНИЯ, ПРЕДЛАГАЮЩАЯ КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ВСЕМУ МИРУ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ. ЦКАД-3 ДЛЯ КОМПАНИИ ЯВЛЯЕТСЯ ПЕРВЫМ ПРОЕКТОМ В РФ.**



[www.irdeng.com](http://www.irdeng.com)

# HUNTER

## СИСТЕМА ПОИСКА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Обнаружение кабелей, труб, фундаментов, пустот, утечек жидкости на глубине до 5 метров под поверхностью земли.

- Автоматический анализ данных;
- Готовый отчет сразу после проведения измерений;
- Беспроводное управление;
- Мобильное приложение URSA (Universal Research Station App) для работы в режиме реального времени и хранения результатов;
- Удобная замена LiPo аккумуляторов;
- Защитный контейнер для хранения и транспортировки;
- Полная поддержка продукта;
- Экономия финансовых затрат и времени;
- Собственная запатентованная технология\*



GEOEXPERT

308 033, РОССИЯ, БЕЛГОРОД  
УЛ. КОРОЛЕВА, 2А, КОРПУС 2, ОФИС 608  
+7 (800) 555 30 53  
WWW.GEOEXPERT.PRO  
GEOEXPERT@RELIAB.TECH

РАЗРАБОТКА ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
И ОКАЗАНИЕ УСЛУГ ПО ГЕОАДАРНОМУ ЗОНДИРОВАНИЮ



# ОБЛЕДЕНЕНИЕ НА РУССКОМ МОСТУ: ПРИЧИНЫ И ВЫВОДЫ

Мнения специалистов-экспертов

**21 НОЯБРЯ НА НЕСКОЛЬКО ДНЕЙ БЫЛ ЗАКРЫТ МОСТ НА ОСТРОВ РУССКИЙ ВО ВЛАДИВОСТОКЕ: ЛЕДЯНОЙ ДОЖДЬ ПРИВЕЛ К ОБЛЕДЕНЕНИЮ ВАНТ И ПИЛОНОВ, КУСКИ ЛЬДА ПАДАЛИ НА ПРОЕЗЖУЮ ЧАСТЬ. КОНСТРУКЦИИ СООРУЖЕНИЯ ОЧИЩАЛИ АЛЬПИНИСТЫ. МЫ ОПРОСИЛИ СПЕЦИАЛИСТОВ, ОПАСНО ЛИ СЛУЧИВШЕЕСЯ ДЛЯ МОСТА, ДОЛЖНЫ ЛИ БЫЛИ ПРОЕКТИРОВЩИКИ ПРЕДУСМОТРЕТЬ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА, УНИКАЛЬНА ЛИ ЭТА СИТУАЦИЯ В ЦЕЛОМ.**



СВОБОДНЫЙ  
МИКРОФОН



**Матье ГЕДОН,**  
руководитель направления «Вантовые конструкции»  
Технического департамента  
«Фрейссине Интернасьональ э компани»:

— Это событие является исключительным с точки зрения его масштабов и скопления льда, отложившегося как на вантах, так и на всей инфраструктуре в регионе. В течение последних пяти лет образование наледи уже случилось на вантовых конструкциях в Северной Америке, но, однако, без таких последствий ни для мостового объекта, ни для любого городского сооружения. Мы впервые сталкиваемся с подобным явлением. Количество любых ледяных отложений, наблюдавшихся в прошлом, было намного меньше, чем на Русском мосту.

Вантовые системы разработаны для известных условий и рисков. В особенности это касается вантовых оболочек,

которые спроектированы с высоким коэффициентом безопасности, но которого оказалось недостаточно для исключительного случая во Владивостоке, произошедшего в мировой практике впервые.

Условия обледенения сильно зависят от особенностей объекта и местного климата. Существует несколько решений по борьбе со льдом, но они должны быть адаптированы к потребностям и возможностям, характерным для каждой конструкции. Сотрудничество, которое мы будем осуществлять с собственником этого объекта и всеми заинтересованными сторонами, включая проектировщиков, позволит определить наиболее адекватный способ, удовлетворяющий потребностям эксплуатации Русского моста. Первым шагом в данном процессе станет четкое определение проблем и задач: возможное количество льда, частота возникновения наледи, температурные параметры и т. д.

Важно понимать, что, хотя ледяные отложения оказались значительными, конструктивные возможности вант были далеки от их полного использования. Проектировщики заложили такой запас прочности, чтобы выдерживать нагрузки, намного превышающие те, которые возникли от образовавшегося льда.

По нашим оценкам, увеличение усилия натяжения в вантах составило всего несколько процентов, что значительно ниже допустимых пределов.

Деформация наружных оболочек некоторых вант не ставит под вопрос ни в целом их несущую способность, ни общее поведение системы. Это относительно локальные изменения геометрии. Хотя некоторые функции действительно оказались снижены, ремонтные работы позволят

восстановить их изначальный функционал. Предполагается, что ремонт, организованный по согласованию с местными административными органами и собственником объекта, продлится несколько месяцев.

Русский мост — совершенно исключительное сооружение по своим размерам, по длине вант и т. д. Речь идет о самом длинном вантовом пролете в мире. Расположенный поблизости мост через бухту Золотой Рог, например, не имел серьезных проблем. Поэтому рано предполагать, что повторение ситуации, возникшей на Русском мосту, возможно на всех вантовых конструкциях в России или в странах с холодным климатом. Однако в будущем необходимо четко определить — вместе с проектировщиками, строителями и операторами эксплуатации — риски для создаваемых конструкций в соответствии с их геометрией и местным климатом, и таким образом выбрать лучшую стратегию на индивидуальной основе.



**Алексей СУРОВЦЕВ,**  
технический директор АО «Институт «Стройпроект»:

— Несомненно, падение кусков льда с вант Русского моста было опасно для транспорта. Это могло повредить проезжающие машины и стать причиной серьезных аварий. С точки зрения конструкции моста я пока не вижу большой угрозы. Однако лед на оболочках вант — это значительный дополнительный вес. Он может повредить оболочки, особенно в зоне верхних анкеров. А это, в свою очередь, влияет на долговечность вантовой системы. Обязательно необходимо последующее обследование и ремонт дефектов оболочек.

Что касается вопроса о какие-либо мерах по предотвращению образования льда — нормами такое не предусмотрено. Точнее, предписывается необходимость устройства оболочек вант со специальными спиральными бортиками. Это было сделано. И именно это позволяет предотвратить опасные колебания вант во вре-

## ПОДРОБНОСТИ ПРОИСШЕСТВИЯ



**Сергей ПЕТРАЕВ,**  
директор ФКУ ДСД «Дальний Восток»:

— Из-за сильного обледенения наружной поверхности пилонов и вант, а также обрушения льда на проезжую часть в 3:15 по московскому времени 21 ноября 2020 года было закрыто движение по мостовому переходу на остров Русский через пролив Босфор Восточный во Владивостоке.

Для устранения последствий мощного циклона, обрушившегося на Приморский край в ночь на 19 ноября, была привлечена группа промышленных альпинистов. Ежедневно на мосту велась очистка вант и пилонов ото льда.

Работы проводились в экстремальных условиях на высоте более 300 м, где порывы ветра достигали 20 м/с. Прделана колоссальная работа: в общей сложности с вант удалено около 2,3 тыс. т ледяных отложений, очищено 11 тыс. м<sup>2</sup> поверхности пилонов. По мере удаления наледи с конструктивных элементов моста на проезжей части, с соблюдением требований безопасности, работала снегоуборочная техника. В целом на объекте было задействовано 60 человек.

Движение по мосту на остров Русский было восстановлено в 10:00 по московскому времени 6 декабря 2020 года.

мя сильного дождя с ветром. Без таких мер амплитуда колебаний может составлять несколько метров. Вот это действительно было бы опасно для моста в целом. Но мы видим, что даже при падении льда колебания вант Русского моста невелики. То есть все сделано по нормам.

Бороться с обледенением вант можно, устраивая специальные системы обогрева. Однако речь идет об очень редком явлении. Исходя из этого, тратить огромные деньги на постоянно работающие противообледенительные системы обогрева лично мне кажется несоразмерно расточительным мероприятием.



**Станислав ШУЛЬМАН,**  
генеральный директор группы компаний «Стройкомплекс-5»:

— На мой взгляд, ничего нового здесь нет. Воздействие гололеда на различные высотные сооружения четко прописано в главе 12 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Точнее, речь здесь идет о нагрузках от обледенения вант, канатов, шпилей и т. п. С точки зрения мостовиков такое воздействие, как правило, критичным не представляется. Нагрузки на мост от налипшего на ванты льда ничтожно малы по

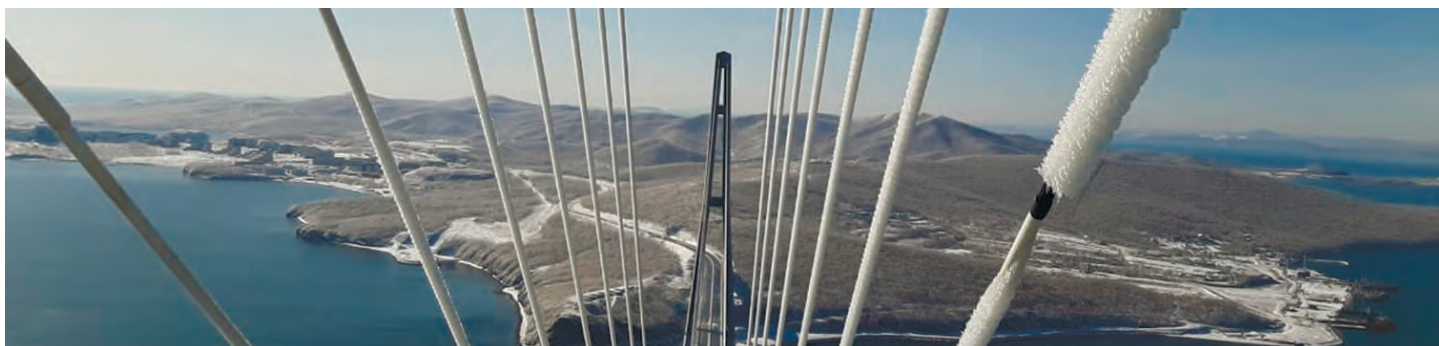


сравнению с другими нагрузками. Но надо учитывать изменение геометрических и жесткостных параметров вант, что может повлиять на динамические характеристики всего сооружения.

Вероятно, при проектировании моста на остров Русский все это было учтено. И для его несущих конструкций никакой опасности от обледенения вант нет. Все разговоры о том, что мост вообще надо закрывать — просто «хайп» для досужих журналистов и обывателей.

А проблема падения кусков льда на людей и на транспортные средства более актуальна для городских зданий. Несколько лет назад про «сосули» в Петербурге говорила вся страна. Очень переживала об этом Валентина Ивановна Матвиенко, тогдашний губернатор. Предлагала даже сбивать сосульки лазером.

Известен надежный способ предотвращения обледенения конструкций: надо проложить вдоль вант греющие кабели. Естественно, это очень дорогой метод. Кабели надо не только проложить, надежно закрепить, подключить к электрическим сетям, но и обслуживать, проверять и включать обогрев в нужное время (возможно, всего лишь раз в несколько лет). Вероятно, надо искать и другие, менее затратные способы борьбы с гололедом для высотных сооружений. Вот простор для творчества!







Валерий МАРТЫНОВ,  
ГИП АО «Трансмост»

— Насколько я знаю, столь существенное обледенение вант произошло впервые за 8 лет эксплуатации Русского моста. Это практически уникальное природное явление, по сути — непредсказуемый природный катаклизм, который привел к обрыву воздушных электрических линий во Владивостоке и регионе и, соответственно глобальному отключению электроэнергии для действующих предприятий и тысяч жителей, причём на несколько суток! И если провода под действием наледи оборвались, то ванты в такой ситуации уцелели! Ни одна ванта не оборвалась, несмотря на сверхнормативные

нагрузки! То, что произошел обрыв нескольких оболочек — это пустяки. В конце концов, можно считать, что это расходный материал. Но, конечно, стоит задуматься о необходимости увеличения прочности как оболочек, так, собственно и их стыков. Во всяком случае, для объектов, расположенных в столь сложных климатических условиях.

А в целом эта ситуация требует серьезных исследований по разным направлениям. Полагаю, в этом деле не следует торопиться — необходим взвешенный, разумный подход. Безусловно, требуются дополнительные аэродинамические исследования вант, покрытых наледью, а также исследования самого этого явления, его повторяемости...

Если подобные природные явления происходят достаточно редко, то, возможно, целесообразнее просто закрыть движение по мосту на короткий срок для удаления наледи, чем разрабатывать дорогостоящие системы обогрева вант или же предусматривать некие штатные «устройства», позволяющие посредством механических воздействий на ванту очищать её от наледи.

Вообще-то, насколько мне известно, у разработчиков и поставщиков вантовых систем, в частности, у компании VSL, есть определённые конструктивные и технологические наработки в этом вопросе, на которые, мне кажется, следует обратить внимание в данной ситуации.

Ну а компании Freyssinet, думаю, следует гордиться, что их ванты выдержали столь серьёзное испытание, устроенное самой природой, и их продукция ещё раз подтвердила свой высокий статус. ■

*Это был тяжелый год...*

*Но мы выжили и в медицинском смысле, и в экономическом.*

*Удалось не только сохранить коллектив, но и нарастить наши возможности.*

*В 2020 году мы расширили географию наших поставок — от Калининграда до Камчатки, и даже подоברались к самому сердцу страны — к Московскому Кремлю: изготовили опорные части для Большого Каменного моста через Москва-реку.*

*В 2020 году мы обеспечили нашей продукцией несколько важных объектов: мост через Днепр в республике Беларусь, ряд мостов и путепроводов в Пермском крае, в Якутии, в Московской области, в Ленинградской области, в Крыму, в Волгограде и др.*

*В 2020 году мы возобновили производство шарнирных опорных частей на большие нагрузки при больших углах поворота. Когда-то мы изготавливали такие опорные части для моста через канал им. Москвы у пос. Хлебниково, а в этом году изготовили такие конструкции для моста в Химках, пешеходного моста в г. Твери и одного промышленного объекта — сахарного завода в Тамбовской области.*

*Мы ВСТРЕЧАЕМ НОВЫЙ ГОД С ОПТИМИЗМОМ И НАДЕЖДАМИ НА ЛУЧШЕЕ БУДУЩЕЕ. ПОЗДРАВЛЯЕМ ВСЕХ НАШИХ КОЛЛЕГ И ПРОСТО ЧИТАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛА "ДОРОГИ" С НАСТУПАЮЩИМ НОВЫМ ГОДОМ! ВЕРИМ ТОЛЬКО В САМОЕ ЛУЧШЕЕ И НАДЕЕМСЯ, ЧТО ВСЕ МЕЧТЫ СБУДУТСЯ.*

Генеральный директор группы компаний "Стройкомплекс-5"  
С.А ШУЛЬМАН



Группа компаний «Стройкомплекс-5»

Инновации: разработка и реализация



# ИГОРЬ КОЛЮШЕВ

## О МОСТАХ ВЛАДИВОСТОКА

Беседовала Регина ФОМИНА

**ОБЛЕДЕНЕНИЕ ВАНТ РУССКОГО МОСТА ВЫЗВАЛО ШИРОКИЙ РЕЗОНАНС ВО ВСЕМ МИРЕ. ПРИЧИНЫ НАСТУПИВШИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОБЛЕДЕНЕНИЯ И ПОИСКИ ПУТЕЙ РЕШЕНИЯ СЕГОДНЯ ОБСУЖДАЕТ ВСЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЕ МОСТОВОЕ СООБЩЕСТВО. СВОИ СООБРАЖЕНИЯ ПО ЭТОМУ ВОПРОСУ ИМЕЕТ И АО «ИНСТИТУТ ГИПРОСТРОЙМОСТ – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ». В ЭТОЙ СВЯЗИ РЕДАКЦИЯ НАШЕГО ЖУРНАЛА ПОПРОСИЛА ПРОКОММЕНТИРОВАТЬ НОЯБРЬСКИЕ СОБЫТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА ИГОРЯ КОЛЮШЕВА, СПЕЦИАЛИСТА С МИРОВЫМ ИМЕНЕМ В ОБЛАСТИ ВАНТОВЫХ СИСТЕМ.**

— Игорь Евгеньевич, ваш институт принимал участие в проектировании вантовой системы моста на остров Русский во Владивостоке. В этой связи Вам хорошо известны технические особенности этого сооружения. Прокомментируйте, пожалуйста, события, которые произошли на Русском мосту из-за обледенения вант.

— То, что произошло во Владивостоке в ноябре этого года — это достаточно уникальное климатическое явление, случай абсолютно неординарный. При этом нет сомнений, что обледенение не привело ни к каким негативным последствиям для несущих конструкций. За исключением вантовых оболочек, некоторые элементы которых оказались недостаточно хорошо рассчитаны на такое льдообразование.

— Существуют ли в мире какие-либо решения, которые позволяют предотвратить негативные последствия обледенения вант?

— Случай этот редчайший, но подобные ситуации уже были в мировой практике — и в Канаде, и в Северной Европе (Швеции, Шотландии). Происходят они редко, примерно раз в десять — пятнадцать лет. Но раз это событие уже когда-то происходило, то соответствующие компании начали разрабатывать противоледные мероприятия. Сегодня имеется целый ряд достаточно подробно разработанных систем, позволяющих избежать негативных последствий обледенения вант.



Некоторые из разработанных систем направлены непосредственно на борьбу с льдообразованием, другие препятствуют падению на проезжую часть уже образовавшегося льда.

Следует отметить, что бывают активные и пассивные системы. Все они испытаны в лабораторных условиях. Пассивные системы предполагают, что на вантах ставятся оболочки определенного типа, отличные от тех, какие имеют ванты Русского моста. При этом есть два варианта противоледной защиты. При первом варианте система вообще не допускает образования льда, во втором же случае система удерживает этот лед и не позволяет

ему падать на проезжую часть до тех пор, пока он не растает. Если говорить об активных системах, то есть такие, которые также, как и пассивные, предотвращают льдообразование, при этом используя другой механизм. А есть активные системы, которые борются уже с последствиями. Например, разработаны механизмы, которые идут по вантам и крошат намерзший лед. Применять их или не применять — вопрос нормирования и, конечно же, прерогатива Заказчика. Наверное, на мостах такого класса, как Русский, надо было предусматривать подобные системы.

— Что же делать, если вантовый мост не рассчитывался на нагрузки, связанные с обледенением, а такое событие произошло? Какие шаги необходимы для предотвращения подобных ситуаций в будущем?

— Что касается моста на остров Русский, то в настоящее время идет процесс рассмотрения заказчиком



предложений от компании Freyssinet. Возможно, есть и другие технологии, которые позволяют поправить ситуацию, и в масштабах такого моста их стоимость не будет слишком высокой. Конечно, если говорить о другой оболочке, то ее надо было ставить сразу. Теперь этого уже на Русском мосту не сделать. Однако решение будет принимать заказчик — ДСД «Дальний Восток».

Во всей этой ситуации меня пугает, что та волна, которая пошла в связи с создавшейся ситуацией, имеет большой резонанс. В результате можно договориться до того, что теперь все вантовые мосты нужно оборудовать этими противоледными мероприятиями, что, на мой взгляд, не правильно. Нужно понимать, что последствия обледенения зависят от длины вант, от климатических условий и т.д. А есть и такие «горячие головы», которые убеждены, что вантовые мосты теперь вообще не надо строить.

Чтобы подобные рассуждения прекратить, нужно создать норму, в которой будет прописана классификация тех объектов, для которых противоледные мероприятия строго обязательны, и принципы, определяющие объекты, для которых исходя из климатических условий, характеристик вант и самих объектов, это не обязательно.

**— И на Русском мосту, и на мосту через бухту Золотой Рог во Владивостоке установлены ванты компании Freyssinet. Почему же при тех же самых погодных условиях на Золотом мосту обошлось без последствий?**

— Действительно, на вантах Золотого моста льда было не меньше, чем на Русском. Толщина ледяной корки была очень существенной. Однако на Золотом мосту ванты хоть и одни из самых длинных в мире, но все-таки они короче, чем на Русском. И соответству-

ющие устройства крепления этих вант, и телескопы (элементы, которые при изменении температуры позволяют изменять трубу внешней оболочки) смогли выдержать эти нагрузки. Кроме этого, есть одно существенное отличие в конструкции этих двух мостов — на Золотом мосту было применено интересное решение, которое отмечали и многие европейские инженеры — в отличие от Русского, у Золотого моста пилоны наклонены во внешнюю сторону по отношению к балке жесткости, и ванты, а соответственно, и лед на них, не находятся над проезжей частью моста, а вынесены наружу. И поэтому, даже если какие-то куски льда с этих вант обрываются и летят вниз, то они падают мимо моста. Если по Русскому мосту было опасно проезжать в виду возможного падения ледяных глыб на движущийся транспорт, то на Золотом мосту такая ситуация исключалась и движение по мосту не закрывали.

**— В одной из наших бесед вы упоминали, что планируете запроектировать мост в составе обхода города Владивостока. Будут ли реализованы эти планы?**

— Они уже реализуются. С нами заключен договор на проектирование. Сейчас мы делаем первую стадию — разрабатываем проект планировки территории. При этом в процессе проектирования возникла одна серьезная проблема. Мы прокладываем трассу в соответствии с Генпланом, но при этом попадаем на территорию Министерства обороны. В этой связи идет очень долгая процедура согласований с Министерством обороны.

Мост соединит самую южную оконечность Владивостока — полуостров Эгершельда с островом Елены, отделенного от остова Русский узким проливом. Этот мост по масштабу сопоставим с мостом на остров Русский. Он будет висячий. Для сооружения такого класса обязательно учитываются обледенительные нагрузки. Будем делать соответствующие мероприятия, чтобы лед не образовывался. В середине следующего года закончим первый этап проектирования.

Параллельно будет построен небольшой мостик между островами Елены и Русским, и таким сформируется элемент Владивостокской кольцевой автомобильной дороги, лежащей в акватории залива Босфор Восточный.

**— Игорь Евгеньевич, и в заключение беседы пару слов по случаю наступающего Нового года...**

— Я поздравляю всех коллег-мостовиков с предстоящими праздниками и желаю всем сохранить здоровье, запастись терпением, чтобы пережить эти непростые времена, накопить силы и творческий потенциал, а в будущем реализовать свои самые смелые планы и самые заветные мечты. ■



# ПРОБЛЕМЫ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ НА МОСТАХ

В. М. КУРЕПИН,  
О. В. ШИШОВ

**ТАКОЕ ПРИРОДНОЕ ЯВЛЕНИЕ, КАК ОБРАЗОВАНИЕ НАЛЕДИ, НАБЛЮДАЕТСЯ ДОВОЛЬНО ЧАСТО В РЕГИОНАХ С ХОЛОДНЫМ ВЛАЖНЫМ КЛИМАТОМ. НАИБОЛЬШАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ ОБЛЕДЕНЕНИЯ ВОЗНИКАЕТ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ПЕРЕОХЛАЖДЕННЫХ ДОЖДЕВЫХ ОБЛАКОВ (ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ОТ 0 ДО  $-15^{\circ}\text{C}$ ). СТРАДАЕТ ОТ ОБЛЕДЕНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИ ВСЯ ИНФРАСТРУКТУРА, ОДНАКО БЕДСТВИЯ ТАКОГО МАСШТАБА, КАКОЕ НЕДАВНО НАБЛЮДАЛОСЬ НА РУССКОМ МОСТУ, В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ ЕЩЕ НЕ ВСТРЕЧАЛОСЬ.**

## ОБЛЕДЕНЕНИЕ НА МОСТАХ. ЗАКРЫТИЕ ДВИЖЕНИЯ

При определенных условиях, чтобы предотвратить возможные несчастные случаи при падении льда на мостах, власти вынуждены закрывать движение. Это естественное решение, направленное на спасение жизни и здоровья людей.

Закрытие движения на всех высоких мостах происходит и при превышении критического значения скорости

ветра, подобно тому, как при неблагоприятных погодных условиях, например, при ограниченной видимости отменяют вылеты и посадку воздушных судов, а в штормовую погоду судам запрещают выходить в открытое море.

Прекращение эксплуатации транспортной инфраструктуры происходит естественным образом во всех случаях, когда человек не может конкурировать с природой, противодействуя ее экстремальным проявлениям. Пока еще человечество не научилось предотвратить землетрясения, наводнения, цунами, тайфуны и т. п.

При этом инженеры-строители во всем мире не проектируют объекты с «запасом прочности» на самые экстремальные, не известные мировой практике случаи, так как это экономически не обосновано, а иногда и невозможно.

В мировой практике имеется много примеров того, как в подобных ситуациях приходится останавливать движение по мостам. Так, мосты Дж. Вашингтона в Нью-Йорке, Макинак в Канаде (оба на фото), Квинсферри-кросс между Эдинбургом и Файфом в Шотландии закрывались из-за опасности падения льда. Мост через пролив Эресунн, соединяющий Данию и Швецию, приходилось закрывать много раз при подобных обстоятельствах. Аналогичные проблемы имели и мост Уддевалла в Швеции, и второй Севернский мост на юго-западе Англии.

## ПОПЫТКИ ЗАЩИТЫ ОТ ГОЛОЛЕДА

В 2007 году ледяной покров толщиной до 19 мм и длиной 1,83 м упал с высоты 66 м со смотровой площадки моста Ветеранов Glass City Skyway в Толедо (США, штат Огайо), в результате чего несколько полос движения было перекрыто. Автомобилистам, чьи машины пострадали, был возмещен ущерб. Затем исследователи рассмотрели различные варианты защиты моста от гололеда путем нанесения на него химикатов, прокладки проводки с нагревом и другие.

Такая работа имела далеко идущие планы, ведь более 80% мостов в США расположены в районах (или рядом с ними), которые пережили разрушительные ледяные штормы. Почти каждое такое сооружение к востоку от Миссисипи и к северу от Флориды подвержено обледенению. Были рассмотрены все доступные технологии защиты, но ни одна из них не была оптимальной.

Традиционное механическое удаление льда осталось самым распространенным и практически единственным вариантом. В большинстве случаев эта опасная работа выполнялась вручную верхолазами.

Также имеется опыт механического удаления наледи скатывающимися под собственным весом вниз по вантам кольцами из стальных цепей. Подобная система на мосту Port Mann считается одной из самых успешных в мире. Однако такой метод годится при небольшом объеме слабого льда в момент его намерзания, поэтому его применение ограничено.

Были предложения построить специальную инфраструктуру, чтобы «ловить» лед. Но как надежно защитить сами эти «ловушки», осталось вопросом.

Другое решение, заимствованное из авиации — электромагнитная импульсная механическая система удаления льда, которая приводит к его отслаиванию и вы-

**ПОКА СЛЕДУЕТ ПРИЗНАТЬ, ЧТО НИ ОДНОЙ СТОПРОЦЕНТНО НАДЕЖНОЙ И БЕЗУСЛОВНО ПРИМЕНИМОЙ СИСТЕМЫ В МИРЕ НЕ НАЙДЕНО. ПРИ ЭТОМ ДАЖЕ ДО ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСКУССИЙ О ПРАКТИЧНОСТИ И СТОИМОСТИ ТАКИХ РЕШЕНИЙ ДЕЛО ЕЩЕ НЕ ДОШЛО.**

талкиванию. Она испытывалась в течение трех лет на Восточном мосту Storebaelt в Дании. Было обнаружено, что система эффективна только при обледенениях от легких до умеренных. Но при наледи толщиной в 50 мм она оказалась неэффективной (показатель, наиболее близкий к толщине стенки льда на Русском мосту во Владивостоке в ноябре 2020 года).

В Швеции на мосту Уддевалла использовалась система подачи подогретого воздуха под высоким давлением, проталкиваемого через небольшие отверстия в трубке из плотного полиэтилена. Проблема этого метода, как и в случае с греющими кабелями, заключается в том, что требуется большое количество энергии и времени.

Были рассмотрены пассивные системы с использованием химических покрытий, аналогично применяемым в авиации антиобледенителям. Исследование проводилось в США с привлечением армейской Лаборатории холодных регионов — одного из ведущих экспертных органов в этой области. Несмотря на неплохие теоретические результаты, однако, практической реализации не произошло.

Пока следует признать, что ни одной стопроцентно надежной и безусловно применимой системы в мире не найдено. При этом даже до профессиональных дискуссий о практичности и стоимости таких решений дело еще не дошло. Наиболее перспективными, на наш взгляд, видятся системы с использованием тепловой энергии и антиобледенительных реагентов.

## НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Возможное нарастание льда на вантах было рассмотрено и учтено в проекте Русского моста в отношении аэродинамической опасности, то есть тогда, когда это грозит раскачиванием вант ветром, так называемым «ледяным галопированием».

Отметим, что свод правил по проектированию мостов СП 35.13330 вообще не рассматривает гололедную нагрузку в качестве учитываемой в расчетах прочности.

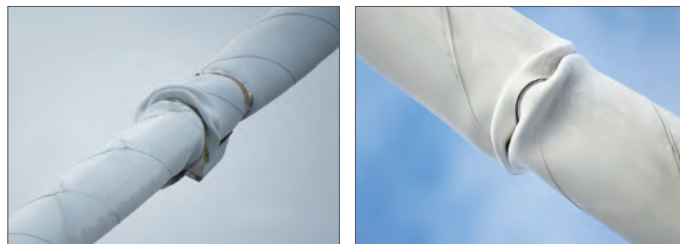
В России также действует стандарт ГОСТ Р ИСО 12494-2016 «Определение гололедных нагрузок», который идентичен международному стандарту ИСО 12494:2001 «Обледенение строительных конструкций в результате атмосферного воздействия» (ISO 12494:2001 «Atmospheric icing of structures», IDT). Составители отечественного стандарта при этом предупреждают, что в некоторых аспектах он отличается от зарубежных аналогов, а в целом эта тематика изучена недостаточно. Рекомендации приведены в виде примечаний после текста. Они выделены меньшим размером шрифта. В рекомендациях содержатся информация и значения, которые могут понадобиться при проектировании, а также представлены результаты, определенно недостаточные для полноты настоящего стандарта, но способные во многих случаях быть полезными до тех пор, пока в будущем не появятся дополнения и уточнения.

Согласно этому ГОСТу, рассматривается максимальная толщина стенки гололеда 50 мм – примерно та величина, которая была достигнута и, вероятно, даже превышена во Владивостоке.

### О НАДЕЖНОСТИ РУССКОГО МОСТА

Толщина стенки гололеда на вантах величиной 50 мм в среднем по окружности и по длине ванты не создает угрозы разрушения вант, вантовых узлов, балки жесткости и пилонов. Эта гололедная составляющая дает добавку к суммарной нагрузке не более чем на 1-2%. При этом даже в самом невыгодном сочетании нагрузка не превышает несущей способности моста. В том состоянии, в котором сооружение находилось в течение двух с лишним недель со льдом при закрытом движении, запасы прочности вант и других отдельных элементов составляли не ниже 30-40%.

Исключением стала прочность защитной оболочки вант, выполняющей, в первую очередь, декоративную функцию, а также функцию снижения аэродинамического воздействия и дополнительной (одной из четырех) степени защиты несущих элементов из высокопрочных стальных проволок. В силу отсутствия прямых нормативных требований по учету гололеда для мостов, а также исходя из собственных представлений и информированности о вероятности и параметрах этого природного явления, поставщик вантовой системы ограничился теми конструктивными решениями, которые применялись ранее на аналогичных объектах в аналогичных условиях. При этом им также было выражено мнение, что неожиданно большая толщина гололеда во Владивостоке является результатом глобального изменения климата.



Отметим, что оболочка была изготовлена из полиэтилена высокой плотности, по прочности сопоставимого с бетоном. Тем не менее этого оказалось недостаточно для восприятия веса налипшего льда. После полученных повреждений оболочка уже не способна исполнять все свои функции и должна быть заменена на более подходящую для конкретных условий.

### ЧТО ДАЛЬШЕ?

Очевидно, что для обеспечения заданной долговечности основных несущих элементов – вант, должна быть восстановлена их 4-я степень защиты в виде внешней оболочки. Причиной механического разрушения оболочки послужил избыточный вес льда, с одной стороны, и недостаточная прочность материала – с другой. Так с чего начать решать задачу?

Прежде, чем заняться конкретными проектными работками, надо понять сложившуюся ситуацию и оценить ее, исходя из следующих определяющих аспектов.

Первый аспект – административный. Точнее, правовой – на требования каких нормативных документов опираться. В связи с тотальной зарегулированностью строительного процесса все его участники строят свою деятельность с оглядкой на предписания органов федеральной власти. Если в нормативной документации про «что-то» ничего не сказано, то это равнозначно тому, что такое «что-то» делать запрещено. Мог ли заказчик или проектировщик предположить, что гололед возможен? Да. А мог ли он самостоятельно включить в состав проекта раздел «Защита от гололеда»? Нет. Потому что для этого нет основания в виде федеральной нормы. Чтобы вопрос о защите вант от гололеда был включен в задание на проектирование, надо, чтобы такое предписание сначала появилось в Своде правил.

Второй аспект – нормирование гололеда. Здесь необходимо признать, что знаний об этом природном явлении пока еще недостаточно, и оно плохо поддается прогнозированию. Попытки экстраполяции параметров обледенения приводят к несуразным результатам. Если бы такие расчеты применялись к мостам, которые на сегодня построены, то они бы уже все должны

были попадать. Очевидно, что проектное сообщество еще не имеет норм, по которым можно было бы запроектировать точно мост с учетом гололедной нагрузки. Здесь нужны еще исследования и эксперименты.

Третий аспект — экономический. Даже если бы на сегодня уже был получен хотя бы один действенный рецепт по предотвращению или быстрому удалению гололеда с вант и пилонов, то мгновенно встал бы второй вопрос — а сколько это стоит? И эта цена сравнивалась бы с ценой потерь от закрытия движения по мосту. Цену потерь, допустим, во Владивостоке уже посчитали. А сколько будет стоить устройство антигололедной системы и ее эксплуатация? На этот вопрос можно ответить, лишь выполнив необходимые исследования, а затем разработав проектно-сметную документацию.

У эксплуатирующей организации сейчас очень сложный выбор. Ремонт оболочек и другого закрепленного на вантах оборудования в обычном законном понимании термина «ремонт» возможен только по схеме «разборка-замена-сборка» по существующему проекту. Однако это очень долго, очень дорого и очень вредно. Такой метод ремонта будет губителен для моста. При

этом не устраняется выявленный недостаток, — слабая защищенность моста от гололеда.

Чтобы решить проблему, нужно изменить проект так, чтобы: а) с помощью антигололедной системы не допустить налипания гололеда и не создавать избыточной нагрузки на оболочку вант; б) применить более прочный материал оболочки и ее конструкцию, которые будут способны выдерживать вес гололеда.

Изменить проект — это значит провести корректировку существующего проекта или, другими словами, выполнить проект реконструкции вантовой системы моста со всеми современными процедурами вплоть до государственной экспертизы. Это относится к обоим названным выше вариантам а) и б). Понятно, что эксплуатирующая организация тогда должна сначала инициировать разработку нормативных требований по учету гололеда на мостах или же использовать другой вариант нормативного обоснования проектирования реконструкции — составить специальные технические условия, которые также потребуют времени на разработку, исследования, всевозможные согласования и экспертизы. ■



**Параллель**

**Производство высокопрочного крепежа**

**+7 (4862) 36-90-36, [parallel@bolt57.ru](mailto:parallel@bolt57.ru), [bolt57.ru](http://bolt57.ru)**



Рис. 1. Модель Крымского моста в рабочей части ландшафтной аэродинамической трубы

# О ЛЕДОВОЙ НАГРУЗКЕ И АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МОСТОВ

С. Ю. СОЛОВЬЕВ,

к. ф.-м. н., зам. начальника отделения гидроаэродинамики ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

**В ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ УВЕЛИЧИЛОСЬ ЧИСЛО ПРОЕКТИРУЕМЫХ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ УНИКАЛЬНЫХ МОСТОВ В СЕВЕРНЫХ ШИРОТАХ. ПРИ ЭТОМ ПРОЕКТИРОВЩИКИ СТАЛКИВАЮТСЯ С ТАКИМИ ПРОБЛЕМАМИ, КАК: ОБЕСПЕЧЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ; ТОЧНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕДОВОЙ НАГРУЗКИ НА ОПОРЫ; ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЫВА ГРУНТА ВОКРУГ ОПОР ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕЧЕНИЯ; ОЦЕНКА ОБРАЗОВАНИЯ НАЛЕДИ НА ЭЛЕМЕНТАХ МОСТА.**

Северные широты нашей Родины характерны наличием сильных ветров. Проектировщики знают, что у моста с пролетом более 100 м могут возникнуть проблемы с аэродинамической устойчивостью, а мосты с пролетом более 250 м являются настолько гибкими, что имеют целый «букет» аэродинамических проблем. Именно поэтому российские и зарубежные нормативные документы содержат обязательное требование о проведении физических исследований в специализированной аэродинамической трубе.

Благодаря экспериментальным испытаниям в Крыловском центре все негативные аэродинамические явления выявляются и устраняются на ранних стадиях проектирования, поэтому мы не наблюдаем новых случаев колебаний мостов, как это было с Волгоградским мостом, и случаев разрушения из-за ветра, как это было с Такомским мостом. За последние годы в ландшафтной аэродинамической трубе Крыловского центра исследовано 27 большепролетных мостов, в том числе Крымский мост (рис. 1).

Для мостов, расположенных в северных районах, важно проводить моделирование ледовых нагрузок на опоры.





Рис. 2. Ледовый бассейн Крыловского научного центра

Поскольку в большинстве российских рек и заливов образуется слой льда, на них возможен навал ледовых глыб во время ледохода. Примером этому могут служить мосты через реку Лена, где толщина льда достигает 2 м, а во время ледохода образуются торосы глубиной до 12 м и размером 500-800 м. Такие ледовые острова могут снести опору.

Для предотвращения подобных разрушений необходимо знать точные значения вероятной ледовой нагрузки. Экспериментальные данные в этом случае ближе к действительности, чем указанные в СНиП, так как в эксперименте воспроизводится конкретная геометрия опоры и физико-механические свойства льда, характерные для места строительства. Для уточнения силы воздействия льда проводят испытания в специальном ледовом бассейне Крыловского центра (рис. 2). В частности, для проекта Крымского моста были получены нагрузки на опоры моста для различных ледовых условий: ровный лед, битый лед, торосы (рис. 3).

Как известно, во время таяния снега скорость многих северных рек значительно увеличивается, что зачастую приводит к размыву грунта вокруг русловых опор. В отдельных случаях происходит потеря устойчивости моста и его обрушение. Подобным печальным и широко растиражированным в СМИ примером является недавнее обрушение моста через реку Кола. Подобных аварий можно избежать благодаря вовремя проведенным исследованиям, которые выявляют, как локальные размывы вокруг опор, так и влияние моста на батиметрию русла реки. В нашем центре накоплен большой экспериментальный опыт для широкого спектра гидротехнических сооружений.



Рис. 3. Экспериментальное исследование нагрузок торосов на опоры Крымского моста

Также при проектировании не стоит совсем оставлять без внимания проблемы обледенения моста и его отдельных элементов. Помимо опасности падения больших кусков наледи с вант на проезжую часть, такие явления существенно ухудшают аэродинамические характеристики сооружения и его элементов. К примеру, ванты моста при наличии наледи склонны к галопированию. Это крайне опасный вид колебаний, вызванный воздействием ветра, так как их амплитуда может неограниченно возрастать до полного разрушения конструкции. Опытным проектировщикам знакомы эти явления, поэтому они являются обязательными при исследовании проектов мостов в Крыловском центре. ■